AGEVAP

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

CONTRATO Nº 21/2012

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL E PLANOS DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS AFLUENTES

COHIDRO
consultoria estudos projetos

DEZEMBRO / 2013 - rev. final

SITUAÇÕES DE PLANEJAMENTO ESPECIAIS
RP-05

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL E PLANOS DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS AFLUENTES

SITUAÇÕES DE PLANEJAMENTO ESPECIAIS

RP-05

Dezembro de 2013

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 1

2 CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÕES 3

2.1 CENÁRIO ATUAL 3

2.2 CENÁRIOS FUTUROS 14

2.3 NOVAS TRANSPOSIÇÕES – ESTUDOS HIDROLÓGICOS REALIZADOS 16

2.4 NOVAS TRANSPOSIÇÕES - ESTUDOS DE DEMANDAS DE USOS 17

2.5 ESTUDOS DE MODELAGEM HIDROLÓGICA – HIDRÁULICA DOS CENÁRIOS ATUAL E FUTURO 22

2.5.1 Resultados 23

2.6 CONCLUSÕES DAS AVALIAÇÕES DOS CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÃO 34

2.7 TRANSPOSIÇÃO DO GUANDU 41

3 CANAIS DE CAMPOS 47

3.1 INTRODUÇÃO 47

3.2 AS COMISSÕES 47

3.3 DNOS 50

3.4 CANAIS DA BAIXADA CAMPISTA 55

3.5 OS CONFLITOS DE USO 61

3.5.1 Conflitos Velhos e Atuais pelo Uso da Água 64

3.5.2 Conflitos Internos ao Segmento Agroindustrial 65

3.5.3 Conflitos entre Pescadores e Produtores Rurais 68

3.6 O FIM DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO – DNOS E A HERANÇA DE SUA COMPETÊNCIA PELO MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL 71

3.7 CRIAÇÃO DO GRUPO DE ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL - GAI 72

3.8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES 74

4 BARRAGENS DE REJEITOS 77

4.1 INTRODUÇÃO 77

4.2 PRINCIPAIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE ALTEAMENTO DE BARRAGENS 77

4.2.1 Método de Montante 78

4.2.2 Método de Jusante 79

4.2.3 Método de Linha de Centro 80

4.3 ETAPAS DA VIDA ÚTIL DA BARRAGEM DE REJEITOS 80

4.4 AS GRANDES CHEIAS – NECESSIDADE DE ACOMPANHAMENTO E GESTÃO DE BARRAGENS DE REJEITO 83

4.4.1 Histórico 88

4.5 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS POR ESTADO 89
4.5.1 Minas Gerais 89
4.5.2 Barragens de Rejeito Existentes nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro 110
4.6 ESTUDOS AVANÇADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE E CONTROLE DE BARRAGENS 121
4.6.1 Controle de Níveis 122
4.7 RECOMENDAÇÕES 123
5 IMPACTOS SINÉRGICOS DE PCHS E AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DE BACIAS 125
5.1 METODOLOGIA DA AAI DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 127
5.1.1 Avaliação de Cenários Socioambientais – Atuais e Futuros 128
5.1.2 Avaliação de Impactos Cumulativos e Sinérgicos 130
5.1.3 Análise dos Impactos Ambientais 143
5.2 RESULTADOS DOS ESTUDOS EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 147
5.2.1 Impacto dos Recursos Hídricos e Ecossistemas 147
5.2.2 Impactos do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres 148
5.2.3 Impactos da Socioeconomia 151
5.2.4 Fragilidades dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos 154
5.2.5 Fragilidades do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres 156
5.2.6 Fragilidades da Socioeconomia 159
5.2.7 Resumo dos Estudos 162
5.2.8 Recomendações para o Planejamento da Bacia 163
5.3 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CUMULATIVOS, SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DO RIO GRANDE, PRINCIPAL FORMADOR DO RIO DOIS RIOS 166
5.3.1 Aspectos Relevantes do Diagnóstico 166
5.3.2 Indicadores Ambientais 167
5.3.3 Indicador de Ecossistemas 167
5.3.4 Conflitos de Usos dos Recursos Naturais 169
5.3.5 Indicadores de Impactos 174
5.3.6 Indicadores de Impactos do Meio Físico Biótico 175
5.3.7 Conclusões 179
5.3.8 Diretrizes e Recomendações 181
5.3.9 Diretrizes para as Vulnerabilidades 182
5.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CUMULATIVOS, SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DOS RIOS PIABANHA, PARAIBUNA, PRETO, POMBA E MURIAÉ 183
5.4.1 Bacia do rio Piabanha 185
5.4.2 Bacia do rio Paraibuna 200
5.4.3 Bacia do rio Preto 214
5.4.4 Bacia do rio Pomba 227
5.4.5 Bacia do rio Muriaé 242
5.5 CONCLUSÕES OBTIDAS DOS ESTUDOS DE AAI E DOS LEVANTAMENTOS REALIZADOS. 258
6 USOS INSIGNIFICANTES 267
6.1 DEFINIÇÃO 267

6.2 HISTÓRICO 269
6.3 LEVANTAMENTO DE USOS INSIGNIFICANTES NOS DEMAIS COMITÊS FEDERAIS 272
6.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 274
6.5 TERMO DE REFERÊNCIA PARA ESTUDO DE AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E REDEFINIÇÃO DOS USOS INSIGNIFICANTES 276
6.5.1 Objetivos da Presente Consultoria 276
6.5.2 Introdução à Questão dos Usos Insignificantes e Justificativas para o Estudo Proposto 277
6.5.3 Objetivos E Premissas Do Estudo Proposto 279
6.5.4 Área de Abrangência 279
6.5.5 Síntese dos Critérios dos Órgãos Outorgantes 281
6.5.6 Peculiaridades sobre a Temática dos Usos Insignificantes 286
6.5.7 Etapas Previstas do Estudo 289
6.5.8 Cronograma dos Trabalhos 293
6.5.9 Equipe Técnica da Presente Consultoria 294
7 MACRÓFITAS 295
7.1 INTRODUÇÃO 295
7.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA 295
7.3 CAUSA DE SUA PROLIFERAÇÃO 297
7.4 QUANTIDADE EXISTENTE 299
7.5 CONCLUSÃO 302
7.5.1 Medidas Mecânicas 303
7.5.2 Medidas Químicas 305
7.5.3 Medidas Físicas 307
7.5.4 Controle Biológico 309
7.6 RECOMENDAÇÕES PARA OS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 316
7.6.1 Plano De Ação/Manejo 316
7.6.2 Monitoramento Preventivo 319
7.6.3 Controle Das Causas 320
7.6.4 Monitoramento das Ações 324
7.7 MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO E RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS COMPLEMENTARES 324
7.8 FONTE DE REFERÊNCIA 326
8 PROJETO PILOTO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA SUSTENTÁVEL DE ÁREAS URBANAS SITUADAS NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA DO SUL – TRECHO BARRA MANSA 327
8.1 INTRODUÇÃO 327
8.2 PLANO DE TRABALHO 328
8.3 ATIVIDADES PRELIMINARES 329
8.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 330
8.5 MODELAGEM HIDRODINÂMICA 331
8.6 MAPEAMENTOS – IDENTIFICAÇÃO DO USO ATUAL DO SOLO 333
8.6.1 Identificação do Uso Atual do Solo 333
8.6.2 Permeabilidade do Solo 337

8.6.3 Densidade Ocupacional dos Imóveis compreendidos na Área De Estudo 341
8.7 MAPEAMENTOS – SENSIBILIDADE AMBIENTAL 344
8.7.1 PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS 344
8.7.2 Identificação de Riscos Geomorfológicos Urbanos 346
8.8 ANÁLISE DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL 348
8.8.1 Limites Mínimos para a FMP – Conflitos entre Normas Federais, Estaduais e Municipais 348
8.8.2 Análise dos Instrumentos Previstos no Plano Diretor de Barra Mansa 350
9 ESTUDO SIEMEC/SISPREC ANA 351
9.1 SISPREC: SISTEMA DE PREVISÃO DE EVENTOS CRÍTICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 352
9.1.1 Histórico das Inundações 353
9.1.2 Relatórios 354
9.1.3 Relatório Final de Elaboração do SISPREC - RF01 357
9.2 SIEMEC: SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE CHEIAS NAS BACIAS DOS RIOS MURIAÉ E POMBA 358
9.2.1 Relatórios 361
9.2.2 Resultados dos Estudos de Desempenho das Intervenções Propostas (RF-34) 367
9.3 FONTES DE REFERÊNCIA 372
10 REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA 373
10.1 PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DOS MECANISMOS DE COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 375
10.1.1 Saneamento e Indústria 376
10.1.2 Mineração 378
10.1.3 Meio Rural 379
10.2 PROPOSTA DE ALTERNATIVAS GENÉRICAS DE MECANISMOS DE COBRANÇA 380
10.2.1 Cobrança pela Captação de Água 380
10.2.2 Cobrança pelo Consumo de Água 381
10.2.3 Cobrança pelo Lançamento de Cargas Poluentes 383
10.3 ALTERNATIVAS SETORIAIS DE MECANISMOS DE COBRANÇA 388
10.3.1 As Questões de Equidade 388
10.3.2 Setor Saneamento 389
10.3.3 Setor Industrial 391
10.3.4 Setor Mineração 392
10.3.5 Meio Rural 393
10.4 O SISTEMA DE APOIO À COBRANÇA PELOS USOS DA ÁGUA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – SAQUAPBS 395
10.4.1 Uso do SAQUAPBS-2010-Atual 396
10.4.2 Uso do SAQUAPBS-2010-Beta 397
10.4.3 Estimativa dos Sólidos Dissolvidos Totais – SDT 397
10.4.4 Estimativas de Outras Cargas de Poluentes 399
10.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A COBRANÇA AOS DIVERSOS SETORES USUÁRIOS DE ÁGUA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 399

10.5.1 Cobrança ao Setor Minerário 400
10.5.2 Cobrança pelo Uso de Água no Setor Industrial 401
10.5.3 Cobrança pelo Uso de Água no Setor Saneamento 401
10.5.4 Cobrança pelos Usos de Água no Meio Rural 401
10.6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NOS USUÁRIOS 402
10.6.1 Mineração de Areia 402
10.6.2 Setor Industrial 402
10.6.3 Setor de Saneamento 403
10.6.4 Meio Rural 403
10.6.5 Outros Usuários 403
10.7 SIMULAÇÕES DE MECANISMOS ALTERNATIVOS DE COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 404
10.7.1 Simulações Investigatórias 404
10.8 ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS DOS TERMOS DE REFERENCIA 411
10.8.1 Propostas de Aperfeiçoamento da Cobrança do Setor de Extração Mineral 411
10.8.2 Apresentação de Estudo de Viabilidade de Implantação de Peso Atribuído às Boas Práticas de Uso e Conservação de Água para os Setores de Saneamento e Agropecuária ($K_{setorial}$) 411
10.8.3 Proposta de Metodologia de Cobrança Específica para o Setor de Saneamento ($K_{setorial}$) 412
10.8.4 Proposta de Metodologia de Cobrança Específica para o Setor Industrial ($K_{setorial}$) – os Termos de Referência demandam 413
10.8.5 Proposta de Metodologia de $K_{setorial}$ para a Cobrança pela Diluição 414
10.8.6 Proposta de Cálculo de Valores de $K_{agropec}$ ($K_{setorial}$) considerando as Boas Práticas de Uso e Conservação da Água na Propriedade Rural 414
10.8.7 Proposta de Cálculo de Valores de $K_{consumo}$ considerando as Boas Práticas de Uso e Conservação da Água na Propriedade Rural 415
10.8.8 Estudo de Cobrança pela Vazão de Diluição considerando DBO e Outros Parâmetros Relevantes para a Qualidade de Água na Bacia 415
10.8.9 Estudo do Aumento dos Preços Unitários 416
10.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 416
10.10 ENCAMINHAMENTOS, DELIBERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DO CEIVAP SOBRE A REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA 417
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 419
11.1 CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÕES 419
11.2 CANAIS DE CAMPOS 420
11.3 BARRAGENS DE REJEITO 422
11.4 USOS INSIGNIFICANTES 423
11.5 MACRÓFITAS 424
11.6 REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA 428
LISTA DE FIGURAS .....
LISTA DE QUADROS .....

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Usuários da Bacia do Rio Guandu 5
Figura 2.2 Esquema do Complexo Hidrelétrico de Lajes 6
Figura 2.3 Curva limite estabelecida pela portaria nº. 022 13
Figura 2.4 Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul 14
Figura 2.5 Usos Consuntivos na bacia do rio Paraíba do Sul (2010) 19
Figura 2.6 Vazão de demanda de usos consuntivos por tipo e Estado (2010) 20
Figura 2.7 Principais municípios e suas vazões de usos consuntivos – Cenário Atual 2010 20
Figura 2.8 Evolução das vazões de consumo (m^3/s) 21
Figura 2.10 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas 25
Figura 2.11 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas 25
Figura 2.12 Curva de permanência para o cenário de 2025 26
Figura 2.13 Curva de permanência de vazões para o cenário 2025 com destaque para as vazões mínimas 26
Figura 2.14 Curva de permanência para o cenário de 2035 27
Figura 2.15 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas 27
Figura 2.16 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas 28
Figura 2.17 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas 28
Figura 2.18 Curva de permanência para o cenário de 2025 29
Figura 2.19 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas 29
Figura 2.20 Curva de permanência para o cenário de 2025 30
Figura 2.21 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas 30
Figura 2.22 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas 31
Figura 2.23 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas 31
Figura 2.24 Curva de permanência para o cenário de 2025 32
Figura 2.25 Curva de permanência de vazões para o cenário 2025 com destaque para as vazões mínimas 32
Figura 2.26 Curva de permanência para o cenário de 2035 33
Figura 2.27 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas 33
Figura 2.28 Trecho modelado na área urbana de São José dos Campos Cenário de 2010– vazão mínima de 38 m^3/s – Sem transposição 36
Figura 2.29 Trecho modelado na área urbana de São José dos Campos – vazão de mínima histórica de 31 m^3/s – Cenário de 2035- Com transposição 37
Figura 2.30 Concentração de OD 38
Figura 2.31 Concentração de Coliformes Termoresistentes 39
Figura 2.32 Concentração de DBO 39
Figura 2.33 Concentração de Demanda Fósforo 40
Figura 2.34 Concentração de Nitrato 40
Figura 2.35 Barragem e lagoa do Guandu 42
Figura 3.1 Lagoas e Lagunas na baixada dos Goytacazes no início do século XX 53
Figura 3.2 Principais canais de drenagem implantados pelo DNOS. 54
Figura 4.1 Métodos de Alteamento Fonte: Pimenta e Espósito, 2008. 78
Figura 4.2 Evolução no tempo das atividades relativas a barragens de rejeitos Fonte: LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP (2006) in Mello, 1981 81
Figura 4.3 Barragem de Rejeitos da Florestal Cataguases 84
Figura 4.4 Barragem de Rejeitos da Florestal Cataguases - Local da Ruptura 85
Figura 4.5 Cidade de Miraí a Jusante da Barragem de Rejeitos da Mineradora Rio Pomba Cataguases 86
Figura 4.6 Local da Ruptura da Barragem de Rejeitos 87
Figura 4.7 Barragem de Rejeitos 87
Figura 4.8 Barragens cadastradas por classe no banco até dezembro de 2010. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010 94
Figura 4.9 Cavas de extração de areia nas margens do rio Paraíba do Sul na região de Taubaté, São Paulo – Imagem extraída do Google Earth (fev/2011) 111
Figura 4.10 Localização das barragens de rejeito existentes na bacia do rio Paraíba do Sul 117

Figura 4.11 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul 118
Figura 4.12 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul 119
Figura 4.13 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul 120
Figura 5.1 Fases de desenvolvimento da avaliação ambiental integrada 128
Figura 5.2 Diagrama Topológico do Sistema Hidráulico das Bacias do rio Paraíba do Sul / Guandu. 132
Figura 5.3 Empreendimentos da bacia do rio Paraíba do Sul segundo o cenário de implantação– AAI Paraíba do Sul – EPE 2007 140
Figura 5.4 Atividades do processo de avaliação dos impactos AAI Paraíba do Sul EPE 2007 142
Figura 5.5 Elementos de composição dos impactos ambientais– AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 146
Figura 5.6 Impactos cumulativos e sinérgicos dos ecossistemas aquáticos e recursos hídricos - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 149
Figura 5.7 Impactos cumulativos e sinérgicos dos ecossistemas terrestres e meio físico - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 150
Figura 5.8 Impactos cumulativos e sinérgicos da socioeconomia - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 152
Figura 5.9 Fragilidades dos ecossistemas aquáticos e recursos hídricos- AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 155
Figura 5.10 Fragilidades dos ecossistemas terrestres e meio físico – AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 157
Figura 5.11 Fragilidades da socioeconomia – AAI Paraíba do Sul – EPE 2007 160
Figura 5.12 Indicador de ecossistemas 168
Figura 5.13 Indicador de socioeconomia 169
Figura 5.14 Indicador de conflitos de recursos hídricos e mineração 170
Figura 5.15 Indicador de conflitos de ecossistemas e mineração 171
Figura 5.16 Indicador de conflitos de ecossistemas e recursos hídricos 172
Figura 5.17 Indicador de conflitos da socioeconomia e recursos hídricos 173
Figura 5.18 Indicador de conflitos da socioeconomia e mineração 174
Figura 5.19 Lista de impactos das PCHs 175
Figura 5.20 Indicador de impacto do meio físico-biótico 176
Figura 5.21 Indicador de impacto na socioeconomia 177
Figura 5.22 Indicador do meio físico-biótico 178
Figura 5.23 Indicador de socioeconomia 179
Figura 5.24 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Piabanha 188
Figura 5.25 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Piabanha 189
Figura 5.27 Indicador de risco de escorregamento de massa da bacia do rio Piabanha 191
Figura 5.28 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Piabanha 192
Figura 5.29 Indicador dos Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Piabanha 193
Figura 5.30 Indicador de Pressão Territorial da bacia do rio Piabanha 195
Figura 5.31 Indicador de Condição de Vida da bacia do rio Piabanha 196
Figura 5.32 Indicador de Base Economica da bacia do rio Piabanha 197
Figura 5.34 Indicador de Areas Especiais da bacia do rio Piabanha 199
Figura 5.35 Indicador de qualidade da água da bacia do rio Paraibuna 203
Figura 5.36 Indicador de recursos minerais da bacia do rio Paraibuna 204
Figura 5.37 Indicador de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Paraibuna 205
Figura 5.38 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Paraibuna 206
Figura 5.39 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Paraibuna 207
Figura 5.40 Indicador de Pressao Territorial da bacia do rio Paraibuna 209
Figura 5.41 Indicador de Condicoes de Vida da bacia do rio Paraibuna 210
Figura 5.42 Indicador de Base Economica da bacia do rio Paraibuna 211
Figura 5.43 Indicador Organizacao Territorial da bacia do rio Paraibuna 212
Figura 5.44 Indicador de Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Paraibuna 213
Figura 5.45 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Preto 216
Figura 5.46 Indicador dos Recursos Mineirais da bacia do rio Preto 217
Figura 5.47 Indicador de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Preto 218
Figura 5.48 Indicador dos Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Preto 219
Figura 5.49 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Preto 220
Figura 5.50 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Preto 222
Figura 5.51 Indicador de Condicao Social da bacia do rio Preto 223
Figura 5.52 Indicador de Base Economica da bacia do rio Preto 224
Figura 5.53 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Preto 225
Figura 5.54 Indicador da Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Preto 226
Figura 5.55 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Pomba 230
Figura 5.56 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Pomba 231
Figura 5.57 Indicador de Suscetibilidade à Erosão da bacia do rio Pomba 232

Figura 5.58 Indicador de Escorregamento de Massa da bacia do rio Pomba 233
Figura 5.59 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Pomba..... 234
Figura 5.60 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Pomba 235
Figura 5.61 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Pomba..... 237
Figura 5.62 Indicador de Condicao de Vida da bacia do rio Pomba..... 238
Figura 5.63 Indicador de Base Economica da bacia do rio Pomba 239
Figura 5.64 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Pomba..... 240
Figura 5.65 Indicador de Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Pomba 241
Figura 5.66 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Muriaé..... 243
Figura 5.67 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Muriaé..... 244
Figura 5.68 Indicador de Sucetibilidade à Erosâo da bacia do rio Muriaé..... 245
Figura 5.69 Indicador de escorregamento de massa da bacia do rio Muriaé..... 247
Figura 5.70 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Muriaé..... 248
Figura 5.71 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Muriaé..... 251
Figura 5.72 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Muriaé 253
Figura 5.73 Indicador de Condicao de Vida da bacia do rio Muriaé 254
Figura 5.74 Indicador de Base Economica da bacia do rio Muriaé..... 255
Figura 5.75 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Muriaé 256
Figura 5.76 Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Muriaé 257
Figura 5.77 Reflorestamento da APP da PCH Santo Antônio na bacia do rio Grande..... 260
Figura 5.78 Reflorestamento da APP da PCH Santa Rosa na bacia do Rio Grande 261
Figura 5.79 Rede de alerta projetada a ser operada pelos empreendedoresna bacia do rio Grande 262
Figura 5.80 Lixão de Anta hoje já relocado 264
Figura 5.81 Aterro sanitário implantado..... 264
Figura 5.82 Sistema de esgotamento e tratamento de esgotos em Sapucaia e Anta 265
Figura 6.1 Área de Abrangência dos Estudos – Bacia do rio Paraíba do Sul..... 280
Figura 7.1 Plantas de *Sagittariamontevidensis* mostrando sintomas de *Cylindrocarpon*sp. Estes sintomas são de plantas inoculadas em laboratório..... 311
Figura 7.2 Evolução dos sintomas de predação de *Sameamultiplicalis* em *Pistiastratiotes* utilizando a estratégia aumentativa 313
Figura 8.1 Levantamento do Uso Atual do Solo – Mapa Geral 336
Figura 8.2 Mapa de Permeabilidade do Solo 338
Figura 8.3 Mapeamento das Áreas de Risco de Inundação..... 340
Figura 8.4 Densidade ocupacional 343
Figura 8.5 Mapa de Fragilidades Ambientais e Proposta de Corredores Ecológicos..... 345
Figura 8.6 Mapa de Riscos a Escorregamento em Encostas no município de Barra Mansa 347
Figura 9.1 Detalhamento do Plano de Trabalho..... 355
Figura 10.1 Valores unitários de cobrança pela captação com PPU = R$0,01/m³ e K_{cap} unitário. 377
Figura 10.2 Variação do valor de Kpr em função do percentual de remoção de carga orgânica. 384
Figura 10.3 Percentual médio de violações dos limites de concentração do enquadramento por substância. 385
Figura 10.4 Usos de água na bacia do rio Paraíba do Sul em 2010 389
Figura 10.5 Carga de DBO por setor usuário em 2010 392

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Requisitos de vazões extremas no rio Paraíba do Sul 12
Quadro 2.2 Transposição de vazões para a macrometrópole 15
Quadro 2.3 Estações selecionadas para o estudo hidrológico 17
Quadro 2.4 Vazão de Captação no rio Paraíba do Sul para transposição à Macrometrópole de São Paulo 24
Quadro 2.5 Perda energética por transposição prevista 34
Quadro 2.6 Outorgas na Bacia do Rio Guandu. 44
Quadro 3.1 Principais conflitos entre atores sociais usuários do sistema de canais da Baixada Campista. 63
Quadro 4.1 Custos para minimizar o risco de acidentes vs custos de acidentes Fonte: Lozano (2006) in Mello, (1981) 82
Quadro 4.2 Classificação geral quanto ao potencial de dano ambiental para as barragens cadastradas no Estado de Minas Gerais 95
Quadro 4.3 Classificação das barragens 100
Quadro 4.4 Classes de potencial de dano ambiental 100
Quadro 4.5 Localização das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010). 103
Quadro 4.6 Caracterização das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010) 104
Quadro 4.7 Ocupação a Jusante das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010) 105
Quadro 4.8 Caracterização dos Rejeitos e Resíduos Industriais e Contatos com os Responsáveis pelas Barragens (FEAM, 2010) 106
Quadro 4.9 Características das Barragens de Rejeito e de Resíduos Industriais não Inertes localizadas em Minas Gerais 107
Quadro 4.10 Processos do DNPM em fase de concessão de lavra para bauxita no Estado do Rio de Janeiro (fonte: DNPM, 2001) 113
Quadro 4.11 Processos do DNPM em fase de concessão de lavra para anfibolito/bauxita no estado de São Paulo (fonte: DNPM, 2011) 113
Quadro 4.12 Barragens de Rejeito existentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul 115
Quadro 5.1 UHE Reservatórios – Cenário atual 134
Quadro 5.2 UHE – Cenário de médio prazo 135
Quadro 5.3 UHE – Cenário de longo prazo 137
Quadro 5.4 PCH do Cenário de longo prazo 137
Quadro 5.5 Impactos socioambientais– AAI Paraíba do Sul – EPE 2007 143
Quadro 5.6 Composição da significância – AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 144
Quadro 5.7 Impactos socioambientais– AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007 145
Quadro 5.8 Usinas e potencial instalável 143 MW e instalado 41 MW 180
Quadro 5.9 Rede de alerta projetada a ser operada pelos empreendedores na bacia do rio Grande 263
Quadro 6.1 Cronograma físico de execução do estudo 294
Quadro 8.1 Características da Usina Hidroelétrica de Funil 331
Quadro 8.2 Resumo das vazões máximas (m³/s) para o trecho de Barra Mansa 332
Quadro 8.3 Solo edificado e não edificado, por bairros compreendidos na área de estudo 339
Quadro 8.4 Estimativa de habitantes por domicílio 342
Quadro 9.1 Mitigação dos Efeitos das Cheias obtida com a implantação das obras propostas para os subsistemas 1 e 2 do SIEMEC 359
Quadro 9.2 Resultados das simulações das obras do Subsistema 2 360
Quadro 9.3 Vazões Externas para as cidades do SIEMEC para od diversos Tipos de Retorno (TR) simulados 362
Quadro 9.4 Comparação entre as cheias simuladas e as cotas de referência de cada seção levantada, ao longo do rio Pomba, no trecho que cruza a cidade de Cataguases 362
Quadro 9.5 Resumo das Alternativas Analisadas 364
Quadro 9.6 Indicadores calculados para as obras de canalização constituintes da Alternativa 1 e período de retorno selecionado – Subsistema 2 364
Quadro 9.7 Cronograma Genérico de Implantação do SIEMEC 366
Quadro 9.8 Mitigação Dos Efeitos Das Cheias Obtida Com A Implantação Das Obras Propostas Para os Subsistemas 1 E 2 do SIEMEC 368
Quadro 9.9 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS OBRAS DO SUBSISTEMA 2 369
Quadro 10.1 Valores dos Preços Públicos Unitários de cobrança pela captação, consumo e lançamento de carga orgânica. 376
Quadro 10.2 Classe do enquadramento do corpo de água onde é feita a captação – Valores do K_{cap} 377

Quadro 10.3 Valores de K^{pr} 384
Quadro 10.4 Resumo dos faturamentos na situação de 2010, mecanismo atual. 405
Quadro 10.5 Resumo dos faturamentos total, e por setor usuários de água, para cada simulação 409
Quadro 10.6 Impactos no Setor Saneamento pata toda bacia, em função de diferentes indicadores 409
Quadro 10.7 Impacto no Setor Industrial, nos segmentos mais sensíveis, em percentuais das despesas com salários, retiradas e outras remunerações 410
Quadro 10.8 Impacto no Setor Mineração em percentual da Receita Bruta 410
Quadro 10.9 Impacto no Meio Rural, irrigação, em percentual 410

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta a atividade 801 – Situações de Planejamento Especiais, conforme prevista no RP-01 – Plano de Trabalho Consolidado e compreende os estudos das situações especiais ocorrentes na bacia que impactam na gestão dos recursos hídricos, incorporando ao PIRH os estudos desenvolvidos na bacia relativos a essas situações.

Temas que se enquadram como Situações de Planejamento Especiais:

- Transposição para o Rio Guandu – Análise da situação atual da transposição das águas do Paraíba do Sul para o rio Guandu, no Complexo de Lajes, incluindo as questões relativas à vazão remanescente do rio Piraí entre o desvio de Tocos e o reservatório Santana, à manutenção da operação (túneis, etc.), aos impactos decorrentes de possíveis novas transposições do rio Paraíba do Sul (comprometimento da vazão), assim como ao crescente aumento de demandas no rio Paraíba do Sul em relação à manutenção da vazão transposta.

- Projeto em análise pelo governo de São Paulo, que estuda a viabilidade de transposição do Rio Paraíba do Sul naquele estado – Análise dos impactos na disponibilidade hídrica e na qualidade das águas - Macrometrópole

- Canais de Campos – Análise do arranjo institucional existente para o gerenciamento da rede de canais de Campos dos Goytacazes frente aos conflitos estabelecidos na região, oriundos do uso do solo e dos recursos hídricos.

- Barragens de Rejeitos – Inventário a partir do cadastro dos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos; levantamentos por estes empreendidos quanto à situação atual das barragens de rejeitos existentes na bacia; análise das condições de monitoramento e manutenção preventiva das mesmas, especialmente na Zona da Mata; e proposição de ações no sentido de diminuir a probabilidade de ocorrência e recorrência de acidentes deste tipo.

- Impactos sinérgicos de PCHs na Bacia do rio Paraíba do Sul.

- Usos Insignificantes - Desenvolvimento de um estudo para proposição de patamares de redefinição dos usos insignificantes considerando as diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes.

Sistematização de estudos elaborados pela AGEVAP e que estão diretamente relacionados com a Gestão dos Recursos Hídricos da bacia, quais sejam:

- Avaliação Ambiental Integrada (AAI);
- Macrófitas (estudos que permitam identificar, localizar e quantificar as causas da proliferação de plantas aquáticas);
- Impacto de Novas Transposições de Vazões na bacia do rio Paraíba do Sul;
- Projeto Piloto de Regularização Fundiária Sustentável de áreas urbanas situadas nas margens do rio Paraíba do Sul – Trecho Barra Mansa;
- SIEMEC/SISPREC, elaborado pela Agência Nacional de Águas;
- Uso Racional – Reuso;
- Revisão da Metodologia de Cobrança;
- Planos Municipais de Saneamento.

Os estudos e informações relativas ao tema Uso Racional – Reuso disponíveis, foram considerados desatualizados pela AGEVAP, que orientou por sua não inclusão neste relatório. As informações e dados dos Planos Municipais de Saneamento foram incluídos nos estudos desenvolvidos no âmbito da Atividade 405 - Caracterização da Infraestrutura de Saneamento Ambiental, desta etapa de Diagnóstico do PIRH. Os estudos de Avaliação Ambiental Integrada e de Impactos Sinérgicos de PCHs na Bacia do Rio Paraíba do Sul foram integrados no mesmo Capítulo 5 deste relatório RP-05.

2 CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÕES

O Estudo de Impactos de Novas Transposições de Vazões na bacia do rio Paraíba do Sul foi realizado pela PSR Soluções em Energia e Consultoria Ltda em atendimento ao Ato Convocatório 018/2011. O trabalho iniciou-se no final do ano de 2011 (Dezembro) e foi finalizado em setembro de 2013 após intensas interações com os órgãos gestores envolvidos

2.1 CENÁRIO ATUAL

O cenário atual da bacia do rio Paraíba do Sul é caracterizado pela transposição da região metropolitana do Rio de Janeiro (sistema LIGHT/CEDAE), a maior transposição implantada no Brasil, além de ser a primeira existente no rio, e maior em termos de altura manométrica, sendo projetada para fins de geração de energia elétrica. No entanto, é fato que este sistema é hoje um aproveitamento de uso múltiplo.

Nesse cenário atual duas questões básicas foram explicitadas no Termo de Referência-TDR:

- O crescimento das demandas da bacia do rio Paraíba do Sul em relação a manutenção das vazões transpostas para a bacia do rio Guandu;
- E a questão da vazão remanescente do Rio Piraí entre o desvio de Tocos e o reservatório de Santana.

Na primeira questão ficou claro no trabalho de Avaliação de Novas Transposições, como se mostrará mais a frente, que as situações porventura adversas no futuro da bacia do rio Guandu terão que ser solucionadas na própria bacia, seja para atender aos usuários ou mesmo conter a intrusão de lâmina salina. O atendimento da restrição de vazão mínima na foz para contenção da cunha salina, estimada em 60 m³/s, é também fundamental para os empreendimentos situados no canal de São Francisco, tais como UTE de Santa Cruz, Gerdau, Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC) e Inepar Energia. Essas questões já foram relatadas por CAMPOS, J. D. et al (2003). Nesse trabalho considera-se que mesmo outorgas já concedidas terão que ser revistas e limitadas, visando garantir principalmente o abastecimento da ETA Guandu da CEDAE e da cidade do Rio de Janeiro. Pois como se verá adiante, a bacia do rio Paraíba do Sul não terá condições de suportar uma aumento na vazão captada sem prejudicar o atendimento das vazões consuntivas futuras na bacia, e

mesmo a nova transposição para atender a cidade de São Paulo está sob discussão e questionamento, como se verá mais a frente neste relatório.

Esse cenário atual da bacia, levantado por CAMPOS, J. D. et al (2003), deverá ser considerado na próxima revisão do Plano Diretor da bacia do rio Guandu, mas reforça essas mesmas conclusões e problemas nessa bacia com relação às suas outorgas. Sendo assim, o trabalho de avaliação de novas transposições considerou, após discussões com a AGEVAP, a situação atual como fixa para os cenários futuros, não sendo avaliados cenários de aumento de captação de vazão na barragem de Santa Cecília.

Quanto ao rio Piraí, a jusante do desvio no reservatório de Tócos, existe uma questão importante a jusante da barragem de Santana. Como se pode ver da figura a seguir, a barragem de Santana possibilitou a inversão do rio Piraí, que hoje não mais é um contribuinte da bacia do rio Paraíba do Sul. As vazões captadas na elevatória da barragem de Santa Cecília são conduzidas por meio de um canal até esse reservatório, onde, juntamente com as vazões remanescentes do rio Piraí, são recalcadas para o reservatório de Vigário, onde são direcionadas por um túnel de adução para as usinas hidrelétricas Nilo Peçanha e Fontes.

A barragem de Santana, como qualquer barramento, possui um vertedor para o escoamento das cheias do rio Piraí. Esse sistema tem uma vazão de restrição de15 m^3/s para jusante, onde se situa a área urbana do município de Barra do Piraí, mais particularmente o distrito de Santanésia, vazão essa associada à cheia média anual, com tempo de recorrência de 2,33 anos.

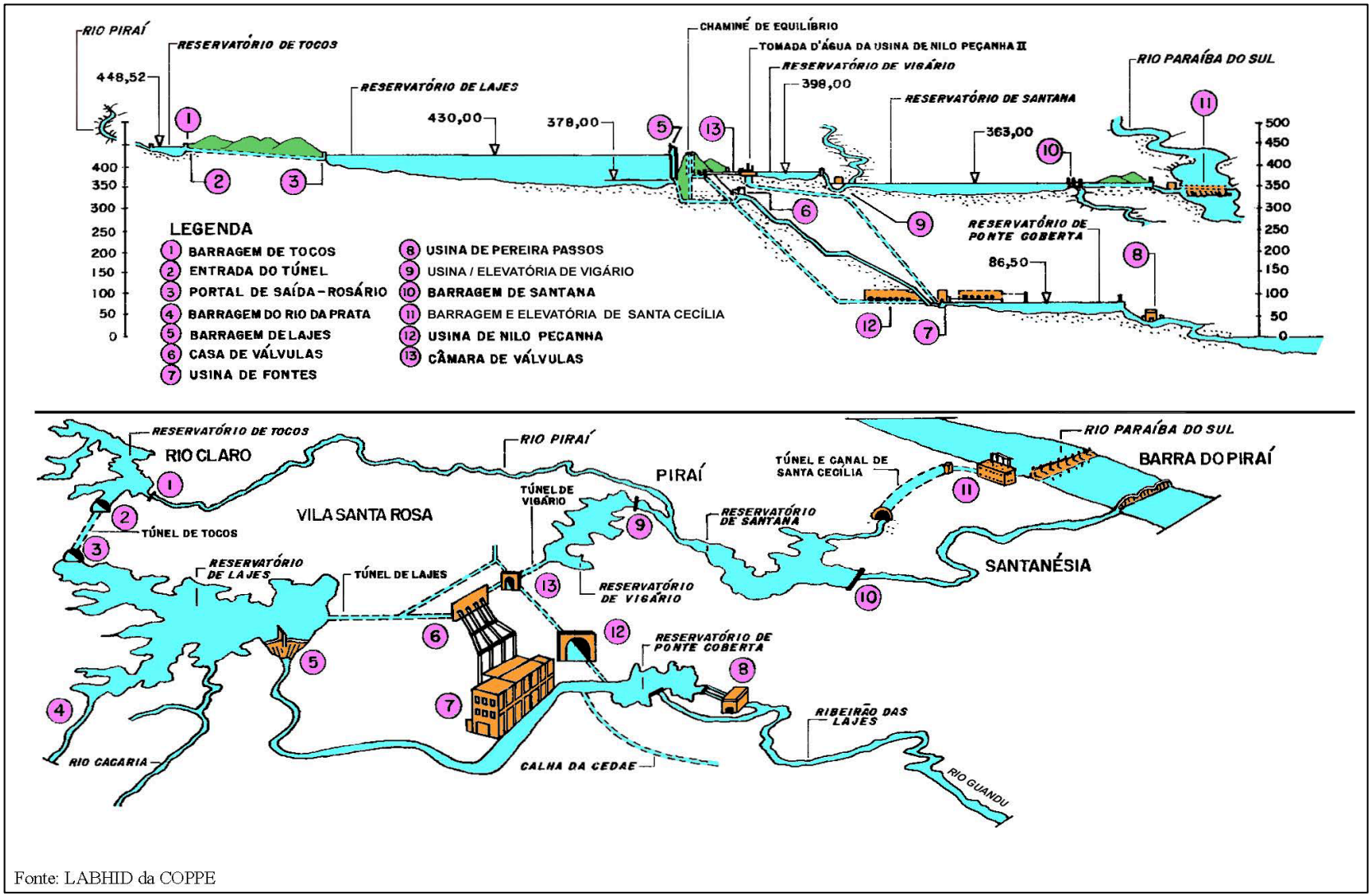


Figura 2.1 Usuários da Bacia do Rio Guandu

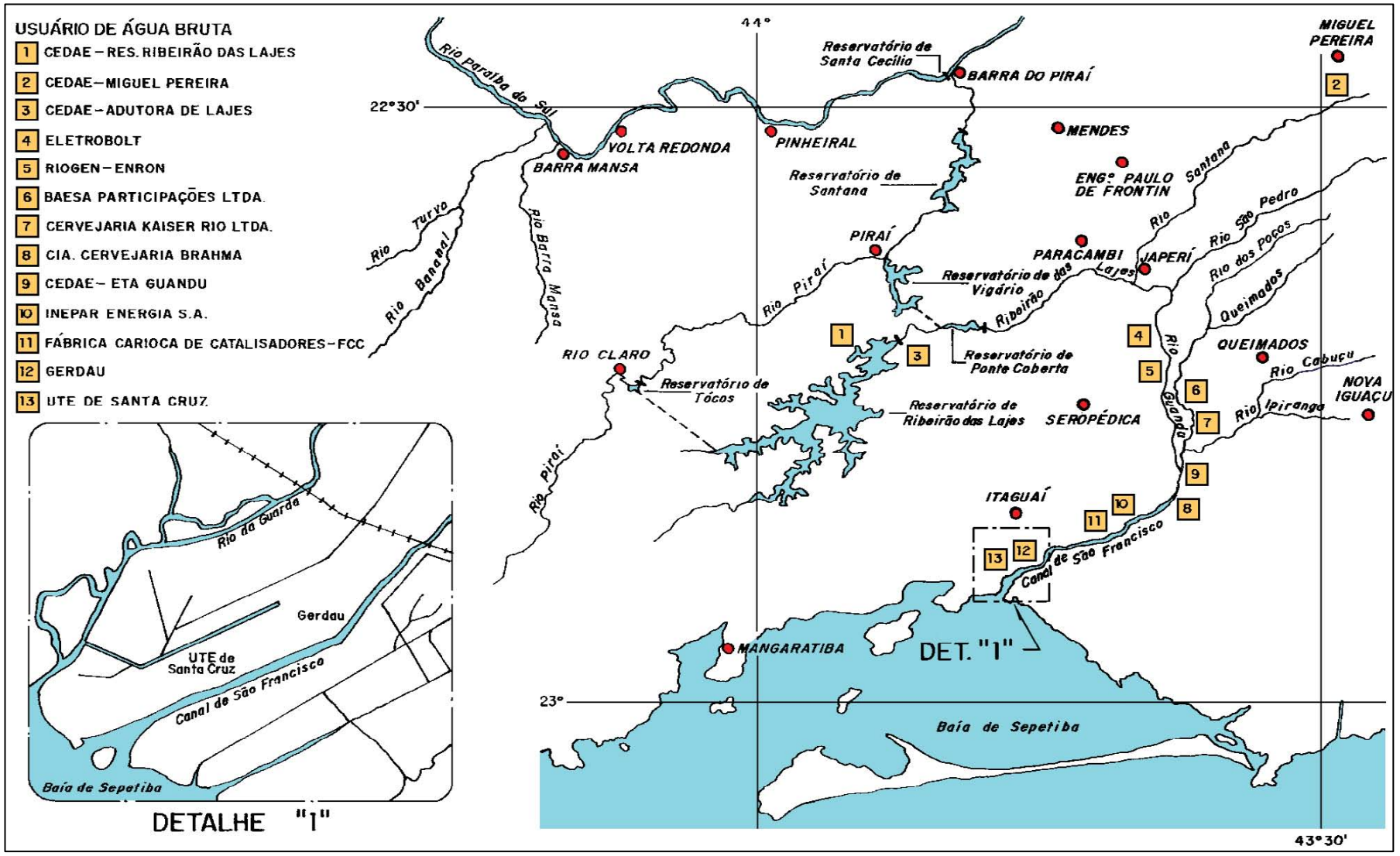


Figura 2.2 Esquema do Complexo Hidrelétrico de Lajes

A ocupação do leito inundável a jusante da barragem foi ocorrendo ao longo do tempo, pela falta de vertimento de vazões maiores e hoje é muito intensa, com grande deposição de lixo e de entulho, apresentando assoreamento de calha considerável. A lagoa de estabilização para o tratamento dos rejeitos da Fábrica de Papel Pirahy foi construída em um aterro dentro do leito inundável (Processo SERLA no E07/101.961/85 - "Lagoa de Estabilização no leito maior do rio Piraí"). Somente as cheias do trecho incremental já causam problemas de inundação das casas, sendo considerada como menor que 15 m^3/s a vazão de restrição. Desse modo, o procedimento operativo da LIGHT consiste em esgotar todos os recursos possíveis de forma a prevenir vertimentos pela barragem de Santana, que são:

- suspensão do bombeamento em Santa Cecília;
- manutenção do pleno bombeamento em Vigário;
- formação, operativamente, de um volume de espera no reservatório de Santana, pelo uso dos dois recursos acima, a partir de um monitoramento das condições hidrológicas a montante. No ano de 1992 foi instalado pela LIGHT um sistema telemétrico para o monitoramento das afluências no rio Piraí. Sobre o assunto, tem havido nos últimos anos um intenso trabalho de relacionamento com a comunidade local e com o governo estadual, sendo conveniente citar as seguintes consequências:
- a criação da Comissão Municipal de Defesa Civil de Barra do Piraí, com representação e apoio da LIGHT;
- o início de um trabalho de dragagem, com recursos municipais, estaduais e da LIGHT, mas que foi suspenso após pouco tempo de atividade;
- a conscientização dos dirigentes locais sobre a ocupação do leito inundável e a problemática do lixo e do entulho;
- o início dos estudos sobre uma possível obra de proteção, mas que não teve andamento.

E para tornar o quadro ainda mais grave, o reservatório de Santana está muito assoreado, o que diminui em muito a sua capacidade de amortecer cheias no rio Piraí.

A operação da barragem com o objetivo único de armazenar água para as UHE's de Nilo Peçanha, Fontes Nova e Pereira Passos praticamente anulou a vazão do rio Piraí, a jusante

do reservatório de Santana. Consequentemente, se acelerou o processo de ocupação antrópica do leito maior, sendo essa ocupação tão intensa que hoje representaria 35% da população do Município de Barra do Piraí.

O assoreamento da calha se daria em parte pela falta de vazão líquida para carrear os sedimentos para o rio Paraíba do Sul. Assim, o afluente a jusante da barragem de Santana, ribeirão Sacra Família (ou rio de Mendes), deposita todos os sedimentos na calha do rio Piraí, em face da baixa velocidade das águas no trecho.

A gravidade do problema é realçada pelos valores das vazões, tanto em situação de cheias, como em situações normais. A discrepância entre a capacidade de vertimento da barragem de Santana e a capacidade de escoamento da atual calha do rio Piraí a jusante da barragem é muito grande. A primeira é da ordem de 1.160 m^3/s e a segunda é de cerca de 15 m^3/s, ou seja, 1,3% da capacidade de vertimento. Em etapa mensal a LIGHT libera para jusante somente 0,02 m^3/s, o que corresponde a 0,1% da vazão média de longo termo natural em Santana. Apenas a vazão de cheia do ribeirão Sacra Família, para a recorrência de 20 anos, é estimada em 228,2 m^3/s.

Como o vertedor da barragem de Santana não mais poderá operar na sua capacidade máxima, o que só ocorrerá em caso de emergência para a própria barragem, existe um risco muito grande de ocorrência de cheias na área urbana de Barra do Piraí. Se houver uma chuva intensa muito elevada na bacia do rio Piraí, que não possa ser contida pelas regras de operação da LIGHT, haverá sério risco de enormes prejuízos à cidade e mesmo de vidas humanas.

Para mitigar este problema, a LIGHT tem estabelecido procedimentos operativos durante os meses do período chuvoso. A operação sob condições de cheias tem como estratégia o desligamento sequencial das máquinas da estação elevatória -UEL de Santa Cecília e a transferência dos volumes residentes em Santana para Vigário e daí para o ribeirão das Lajes. Já o reservatório de Tócos procura acumular os excedentes ao desvio de 25 m^3/s no túnel para o ribeirão das Lajes. O circuito hidráulico do canal adutor Santa Cecília-Santana, diante do total desligamento da UEL Santa Cecília, pode contribuir com um extravasamento para o rio Paraíba do Sul de uma vazão de até 25 m^3/s.

A LIGHT contratou um estudo de viabilidade para avaliar o amortecimento da cheia centenária afluente ao reservatório de Santana. O estudo considerava o abatimento de parcela da cheia no reservatório de Tócos, situado a montante, para o qual seria previsto um

aumento da capacidade de acumulação, a ampliação do canal Santa Cecília-Santana, com um extravasamento para o rio Paraíba do Sul de até 290 m^3/s e a mesma defluência pelo vertedouro de Santana de 15 m^3/s.

As seguintes intervenções foram previstas pelo estudo:

- Reservatório de Tócos: o barramento de Tócos é provido de um vertedouro de soleira livre, sem controle de comportas. O estudo de viabilidade prevê o alteamento do nível operacional do reservatório através da elevação da soleira do vertedouro, de forma a aumentar o volume vazio para amortecimento de cheias.

- Reservatório de Santana: Foi proposto o alteamento do nível operacional do reservatório, e a implantação de um canal extravasor Santana-Santa Cecília, que na maior parte do tempo seria utilizado como conduto de recalque Santa Cecília-Santana, e a instalação da 5ª máquina na UEL de Vigário, aumentando a capacidade de bombeamento dos atuais 190 m^3/s para 237,5 m^3/s.

A instalação de uma 5ª máquina na UEL de Santa Cecília era intenção da LIGHT mas não se avaliou se isto se viabilizaria legalmente, o que face ao quadro de demandas futuras na bacia não se viabilizaria.

A estrutura do canal adutor existente é constituída por um trecho escavado em solo, a partir do desemboque do túnel de Santa Cecília, com 829 m de extensão, e outro, revestido em concreto, de 696 m de extensão, além de trechos de transição entre o túnel e o canal em solo e entre o canal em concreto e o reservatório de Santana, de 55 m cada um. A ampliação prevista seria composta de uma ligação do novo túnel ao canal em solo, que terá sua base ampliada, bem como o trecho em concreto, que apresentará um canal adicional, paralelo ao existente. A opção de um novo canal em concreto, paralelo ao existente, é uma necessidade estratégica, dado que durante as obras permitirá a manutenção do bombeamento pelo atual canal, crucial para o abastecimento da cidade do Rio de Janeiro.

Como se pode ver pelas recomendações dos estudos da LIGHT a situação dessa bacia é crítica na operação de cheias. O plano de investimentos deveria priorizar uma intervenção para o rio Piraí. Ainda que a LIGHT executasse as obras planejadas de aumento na segurança da operação para controle de cheias na barragem de Santana, o trecho de jusante do rio Piraí permanece sujeito a um risco elevado de inundação, bem como apresenta um estado lamentável de qualidade da água em face da reduzida capacidade de diluição dos esgotos, lançados sem nenhum tratamento.

Dessa forma ficam evidentes algumas providências urgentes:

- Retomada dos estudos da LIGHT sobre o sistema de segurança da barragem de Santana;
- Verificação do assoreamento do reservatório de Santana e sua real capacidade de amortecimento;
- Tratamento de efluentes na área urbana do rio Piraí tanto a montante da barragem de Santana, para diminuir a proliferação de macrófitas, com a jusante da barragem para melhorar a qualidade da água e a situação ambiental dessa bacia urbana.

Para avaliação do sistema de transposição atual foi necessário obter a série de vazões médias mensais no trecho do Rio Paraíba do Sul a jusante do sistema LIGHT/CEDAE. É essencial o conhecimento do complexo sistema de recursos hídricos da bacia, envolvendo um parque gerador de grande importância regional, reservatórios de regularização de vazões e controle de cheias, transposição de águas para a vertente Atlântica da Serra do Mar, que tem por finalidade o aproveitamento do potencial elétrico propiciado por uma queda de 295,50m e para abastecimento público, e caracterizando diversos usos conflitantes da água.

De acordo com a Portaria DNAEE nº 022, de 24 de fevereiro de 1977, que estabelece as regras de operação da cascata de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul até o reservatório de Santa Cecília, e as resoluções GCOI no RS-SE-791/81 e no RS-G-545/85, pode-se dizer que a operação hidráulica dos reservatórios do rio Paraíba do Sul visa assegurar uma afluência ao reservatório de Santa Cecília que atenda à derivação para o Sistema LIGHT e à uma restrição de defluência mínima para jusante.

Esta operação é feita de forma a atender a derivação máxima na Usina Elevatória - UEL Santa Cecília em 160 m³/s, e a restrição de defluência mínima de 90 m³/s para jusante, resultando, portanto, em uma vazão objetivo normal afluente a Santa Cecília de 250 m^3/s. Como o reservatório de Santa Cecília é de pequeno porte, portanto, de baixa capacidade de regularização de vazões, a execução satisfatória destas regras de operação torna-se algo não muito simples. Diante deste fato, o sistema de operação foi agregando novas regras (Decreto no 81.436/79), que estabelecem que, em períodos de condições hidrológicas de afluências críticas, a ANEEL poderá, a seu critério, arbitrar uma defluência mínima em Santa Cecília de até 71 m^3/s, mantendo-se um volume armazenado nos reservatórios a montante acima da curva limite, caracterizada por um conjunto de volumes mínimos mensais

acumulados admissíveis. Neste caso, o sistema passa a ser operado para garantir uma vazão meta reduzida em Santa Cecília de 190 m³/s, sendo 71 m³/s para defluência mínima e 119 m³/s para bombeamento na UEL Santa Cecília. Este valor foi mantido na Resolução nº 211/2003 da Agência Nacional de Águas (ANA). Porém, a resolução da ANA modificou o que dispunha a condição de armazenamento mínimo nos reservatórios de montante de 10%.

Tendo em vista o trabalho realizado pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE, da SERLA e da LIGHT, as cidades situadas às margens do rio Paraíba do Sul, compreendidas entre a barragem de Santa Cecília e a foz, não sofreram alterações com a manutenção de 71 m³/s como defluência mínima de Santa Cecília, implicando na ausência de problemas nas captações para abastecimento das cidades.

No entanto a restrição anterior resultou de uma situação crítica, redefinindo as regras para captação visando atendimento das cidades ribeirinhas a jusante dessa tomada d´água e para a cidade do Rio de Janeiro.

O controle da vazão defluente do reservatório é feito através dos postos telemétricos Santa Cecília Jusante, localizado na margem direita imediatamente a jusante da barragem, e Barra do Piraí, situado na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, 3,6 km a jusante da foz do Rio Piraí. Ambos os postos são operados pela LIGHT. A seguir é feita uma breve descrição do sistema de transposição operada pela LIGHT:

- A vazão objetivo em Santa Cecília é de 250 m³/s, sendo 160 m³/s bombeados para a vertente Atlântica da Serra do Mar, e 90 m³/s para garantia da defluência mínima a jusante;
- Em condições hidrológicas críticas, o bombeamento meta pode ser reduzido para até 119 m³/s e a defluência mínima para 71 m³/s;
- A água acumulada no reservatório de Santana é bombeada para o reservatório de Vigário, sendo o bombeamento meta de 178 m³/s;
- O reservatório de Tócos, no rio Piraí, opera acumulando água para atender um desvio de até 25 m³/s, através de túnel, para o reservatório de Lajes, no ribeirão das Lajes;
- A capacidade de engolimento da UHE Nilo Peçanha é de 144 m³/s, sendo, neste local, o excesso desviado para a UHE Fontes Novas, para valorização em dois dos

três grupos geradores existentes nesta usina, onde o engolimento máximo de cada grupo gerador é de 17 m^3/s (observe que o engolimento da UHE Nilo Peçanha somado ao engolimento dos dois grupos geradores da UHE Fontes novas equivale à meta de bombeamento de Vigário);

- O terceiro grupo gerador da UHE Fontes Novas é alimentado atualmente através do reservatório de Lajes, cuja defluência objetivo está limitada a 17 m³/s; este reservatório funciona, ainda, como reserva estratégica da LIGHT no caso de interrupção do bombeamento de Santa Cecília;
- No ribeirão das Lajes, a jusante da UHE Fontes Novas, há uma derivação para abastecimento d'água, com captação máxima de 5,5 m³/s, desviados diretamente para o reservatório de Pedregulho (CEDAE);
- Ao final da cascata está o reservatório de Ponte Coberta, cuja função resume-se à passagem da afluência para a UHE Pereira Passos, seguindo uma curva diária de geração que garante a continuidade à captação para a ETA Guandu.
- Em conjunto com o trabalho realizado pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE, principalmente ao que se refere o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, pode-se perceber os requisitos de vazões extremas no rio Paraíba do Sul, conforme o **Quadro 2.1** a seguir.

Quadro 2.1 Requisitos de vazões extremas no rio Paraíba do Sul

Local	Decreto nº. 68.324/71	Portaria DNAEE nº 022/77	Decreto nº. 81.436/78
Jusante de Paraibuna		Qmin = 30 m³/s	
Jusante de Santa Branca		Qmin = 40 m³/s	
Jusante de Jaguari		Qmin = 10 m³/s Qmin = 42m³/s no período seco anual (junho a novembro)	
Jusante de Funil		Qmin = 80 m³/s	
Afluência Santa Cecília		Qmin = 190m³/s	
Jusante da estação elevatória de Santa Cecília	Qmin = 90m³/s	Qmin = 90m³/s	Qmin = 90m³/s Qmin = 71m³/s (condições hidrológicas adversas)
Bombeamento Santa Cecília	Qmáx = 160m³/s	Qmin = 100m³/s	Qmin = 119m³/s (condições hidrológicas adversas, por inferência 190-71 = 119)

De forma complementar apresenta-se a curva limite estabelecida pela portaria n^0 022 para o rio Paraíba do Sul.

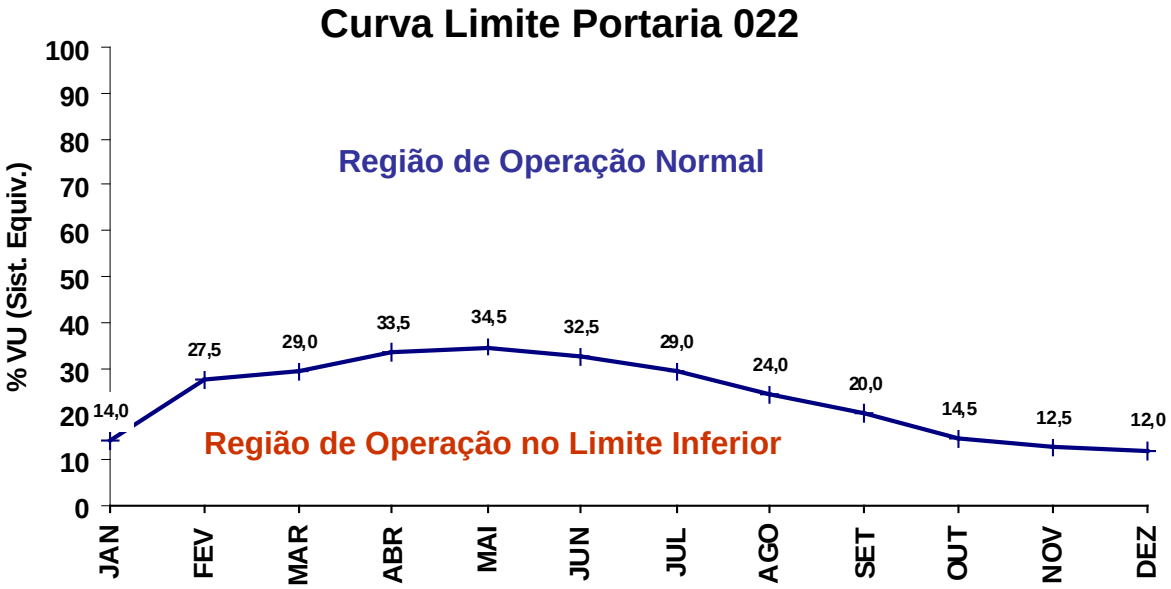


Figura 2.3 Curva limite estabelecida pela portaria n$^{o.}$ 022

Além disso, as resoluções em substituição da Portaria nº 22 do DNAEE, com objetivo de reduzir a vazão afluente em Santa Cecília de 190 m³/s (71 + 119), para 160 m³/s (redução para jusante de 20 m³/s e para o Complexo de Lajes de 10 m³/s), durante o período de estiagem de 2003 e estabelecer o bombeamento mínimo em Santa Cecília de 119 m³/s e a defluênca instantânea mínima da UHE Pereira Passos em 120 m³/s, são:

- Resolução nº 211, 26/05/2003;
- Resolução nº 282, 04/08/2003;
- Resolução nº 408, 18/11/2003;
- Resolução nº 465, 20/09/2004.

Nesse sentido, apresenta-se o Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul e suas respectivas descargas mínimas conforme as restrições estabelecidas.

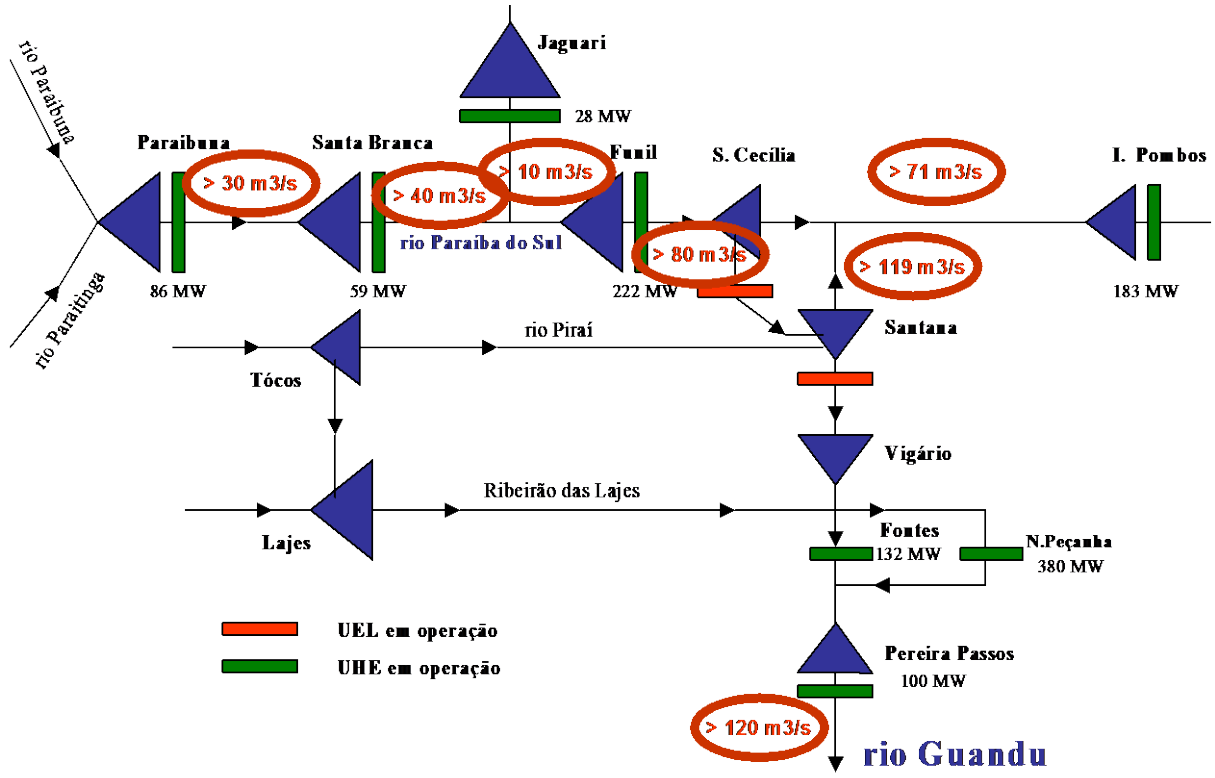


Figura 2.4 Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul

Para criar uma alternativa confiável que assegure a alimentação da ETA da CEDAE no Rio Guandu e de outros usuários a jusante, a Light Energia investirá, junto com o Governo do Estado, em um sistema alternativo de adução entre os reservatórios de Vigário e de Ponte Coberta. O novo circuito hidráulico será constituído de um “by-pass” à atual usina hidrelétrica de Nilo Peçanha, o que possibilita a interrupção do funcionamento dessa usina quando houver a necessidade de manutenção periódica ou devido à avaria. O projeto aumenta a segurança hídrica para o fornecimento de água à Região Metropolitana do Rio de Janeiro

2.2 CENÁRIOS FUTUROS

Para a projeção de cenários futuros, em especial para os anos de 2025 e 2035, foi consultado o estudo elaborado pela COBRAPE[1] para obtenção das alternativas de arranjos de transposição.

[1] Elaboração do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista – Janeiro 2010.

No estudo em referência foram realizadas inúmeras simulações de arranjos alternativos de aproveitamentos de recursos hídricos para a Macrometrópole Paulista tendo como resultado final arranjos que reúnem as melhores condições para atender as demandas hídricas no horizonte do planejamento.

Esses arranjos foram simulados utilizando a ferramenta SSD AcquaNet, cuja rede foi desenvolvida para os estudos do Plano Diretor Paulista. Em todos os arranjos, foi considerada a implantação da Barragem Capivari-Mirim para abastecimento do Município de Indaiatuba cujas obras já foram licitadas.

O **Quadro 2.2**, a seguir, resume as características desses arranjos com foco nos arranjos que contemplam a bacia do rio Paraíba do Sul.

Quadro 2.2 Transposição de vazões para a macrometrópole

Regiões	Alternativa	Vazões máximas (m^3/s)					
		#6	#7	#8	#9	#10	#11
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Itatinga-Itapanhaú	4,9	4,9				
	Braço Pequeno Billings	2,2		2,2			
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (São Lourenço/ Juquiá)	Alto Juquiá	16,5		15,0			
	São Lourencinho - Mambu		16,5				
	São Lourenço	4,7		4,7	4,7	4,7	
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Jaguari-Atibainha	5,0	5,0	11,0	10,0	11,5	5,0
	Guararema-Biritiba				4,0	4,0	5,0
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Barragem Jundiuvira						
	Barragem Campo Limpo						
	Barragem Piraí						
	Barragem Duas Pontes						
	Barragem Pedreira						
	Barragem Capivari Mirim						
Bacias do Médio Tietê (Sorocaba, Sarapuí) e Alto Paranapanema	Jurumirim-Sorocaba		5,0				6,5
	Sarapuí-Sorocaba	2,0	4,0	4,0	2,0		4,0
Total		**18,8**	**18,0**	**21,9**	**20,7**	**21,8**	**20,5**

Vale ressaltar que para compreensão das características dos arranjos deverá ser consultado o estudo da COBRAPE em sua versão final, que ainda vai ser aprovada, mas o que se indicou no trabalho é que a vazão captada será no máximo de $5m^3/s$ (**Alternativa 7**).

Esses cenários futuros foram avaliados pela AGEVAP considerando:

- A captação de Santa Cecília como demanda pontual;
- Avaliação dos cenários futuros de usos consuntivos e não consuntivos de toda a bacia, isto é, de demandas;
- A atualização das séries de vazões naturais na bacia e das observadas;
- A seleção de pontos críticos na calha do rio e de situações de vazões mínimas para simulação de modelagem hidrodinâmica para verificação de condições inadequadas para a qualidade da água;
- Modelagem dos sistemas de reservatórios, considerando-se essas demandas futuras para verificação dessas condições críticas de escoamento na calha fluvial e de qualidade da água.

É importante destacar que os estudos contratados não previam, em seus Termos de Referência, uma modelagem de qualidade da água e sim das condições hidrodinâmicas de escoamento em situações de vazões adversas (mínimas). No entanto, foram feitas avaliações das condições de qualidade da água com base nos monitoramentos realizados na bacia pela CETESB e INEA.

2.3 NOVAS TRANSPOSIÇÕES – ESTUDOS HIDROLÓGICOS REALIZADOS

No contexto desses estudos foram elaborados estudos hidrológicos que possibilitaram gerar séries de vazões afluentes a cada um dos pontos de interesse ao estudo e foram compostos por períodos comuns consistentes nos postos selecionados na bacia, por seu histórico e pela qualidade de seus dados.

Os estudos trataram das alternativas e obras existentes na calha do Paraíba do Sul. A transposição para a bacia do rio Guandu foi considerada um ponto fixo.

Nesse produto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

1. Análise de consistência das séries e seleção dos postos;
2. Avaliação das curvas-chave e curvas de permanência;
3. Preenchimento de falhas;
4. Estudos de regionalização de vazões; e
5. Estudos estatísticos e avaliação dos cenários e riscos de não atendimento

Realizada a análise de consistência dos dados disponíveis, algumas das séries de vazões médias mensais geradas pela ANA foram descartadas, outras refeitas e as demais, adotadas para a continuação do presente estudo. As estações selecionadas são apresentadas no **Quadro 2.3**.

Quadro 2.3 Estações selecionadas para o estudo hidrológico

Estação		Coordenadas		AD (km²)
Código	Nome	Latitude	Longitude	
58099000	Santa Branca	-23:22:08	-45:54:08	4 935
58105000	Guararema	-23:24:55	-46:01:30	5 201
58152000	Caçapava	-23:04:45	-45:42:40	8 342
58183000	Pindamonhangaba	-22:54:40	-45:28:13	9 576
58204000	Guaratinguetá	-22:48:43	-45:10:57	10 810
58218000	Cachoeira Paulista	-22:39:42	-45:00:45	11 481
58230000	Cruzeiro	-22:35:21	-44:57:21	12 155
58235000	Queluz	-22:32:24	-44:46:26	12 749
58242000	Itatiaia	-22:30:01	-44:33:17	13 494
58300000	Barra Mansa	-22:32:18	-44:10:32	15 742
58321000	Barra do Piraí	-22:26:58	-43:47:56	17 639
58630002	Anta	-22:02:07	-42:59:27	30 579
58795000	Três Irmãos	-21:37:33	-41:59:07	43 118
58880001	São Fidélis	-21:38:43	-41:45:08	46 731
58974000	Campos - Ponte Municipal	-21:45:12	-41:18:01	55 500

Com a realização da análise de consistência dos dados, foram traçadas as curvas de permanência das séries originais da ANA. As séries de vazões obtidas para os postos selecionados para a avaliação das transposições permitiu a análise do histórico de dados onde foi possível definir os períodos hidrológicos mais críticos de vazões mínimas que foram simulados com o modelo de qualidade da água.

2.4 NOVAS TRANSPOSIÇÕES - ESTUDOS DE DEMANDAS DE USOS

Utilizou-se a metodologia para avaliação dos diversos usos e os dados necessários para obtê-los, elaborada pelo ONS/ANA com o intuito de definir e atualizar os outros usos da água da bacia do Paraíba do Sul. Nesse sentido, a modelagem da hidrológica se interessa unicamente às vazões de consumo dos usos consuntivos.

Por definição, serão consideradas vazões de retirada, de retorno e de consumo:

- Vazão de Retirada – somatório das vazões captadas pelos municípios e agregadas para as bacias de contribuição de cada aproveitamento hidrelétrico (incluindo, também, as captações nos próprios reservatórios), para atividades de uso consuntivo da água;

- Vazão de Retorno – somatório das vazões lançadas pelos municípios e agregadas para as bacias de contribuição de cada aproveitamento hidrelétrico, decorrentes de despejo de parcela remanescente da vazão de retirada para atividades de uso consuntivo da água (parcela não consumida da vazão de retirada); e

- Vazão de Consumo – somatório das diferenças entre as vazões de retirada e de retorno, nas bacias de contribuição de cada aproveitamento hidrelétrico.

As categorias de uso consuntivo a serem abordadas por este estudo serão:

- Abastecimento urbano;

- Abastecimento rural;

- Criação animal;

- Irrigação; e

- Abastecimento industrial.

Tendo em vista o objetivo deste produto em apresentar a modelagem hidrológica, com utilização dos usos consuntivos do rio Paraíba do Sul, foram considerados os municípios pertencentes à bacia, no que consistem seus abastecimentos urbanos, rurais, industriais e para fins de irrigação. Em outras palavras, não foram consideradas vazões de transposições já existentes, ou seja, captações para municípios externos à bacia, salvo os municípios da baixada norte-fluminense, como: Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé e Quissamã (canais de Campos).

Os usos consuntivos foram elencados e estudados mas não considerados na avaliação. As restrições ambientais, no caso de usos não consuntivos, estão sendo cada vez mais questionadas, e, num futuro próximo, deverão ser consideradas, como por exemplo vazões mínimas para atividades de lazer e turismo.

A vazão média de consumo para usos consuntivos na bacia do rio Paraíba do Sul é de 54 m³/s, o que equivale a somente 2% da Vazão Média de Longo Termo (QMLT) na foz do rio, de acordo com o Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul[2]. Em termos globais, os principais usos na bacia em 2010 são: abastecimento humano urbano e rural (8%), dessedentação animal (3%), irrigação (82%) e industrial (7%), conforme mostra gráfico a seguir.

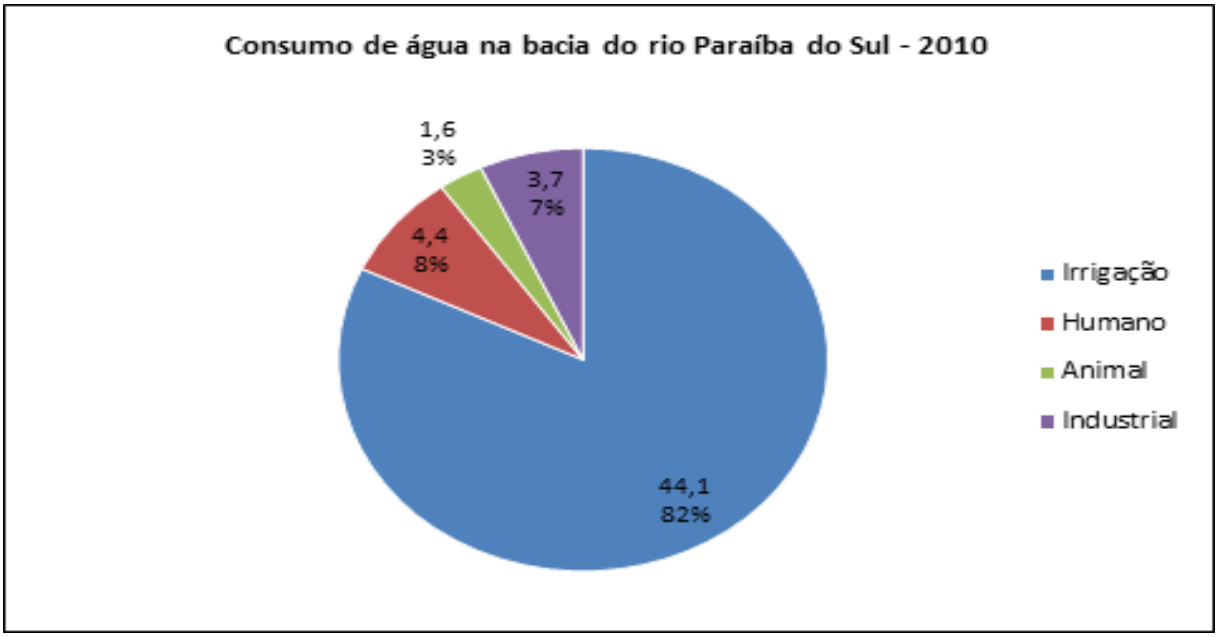
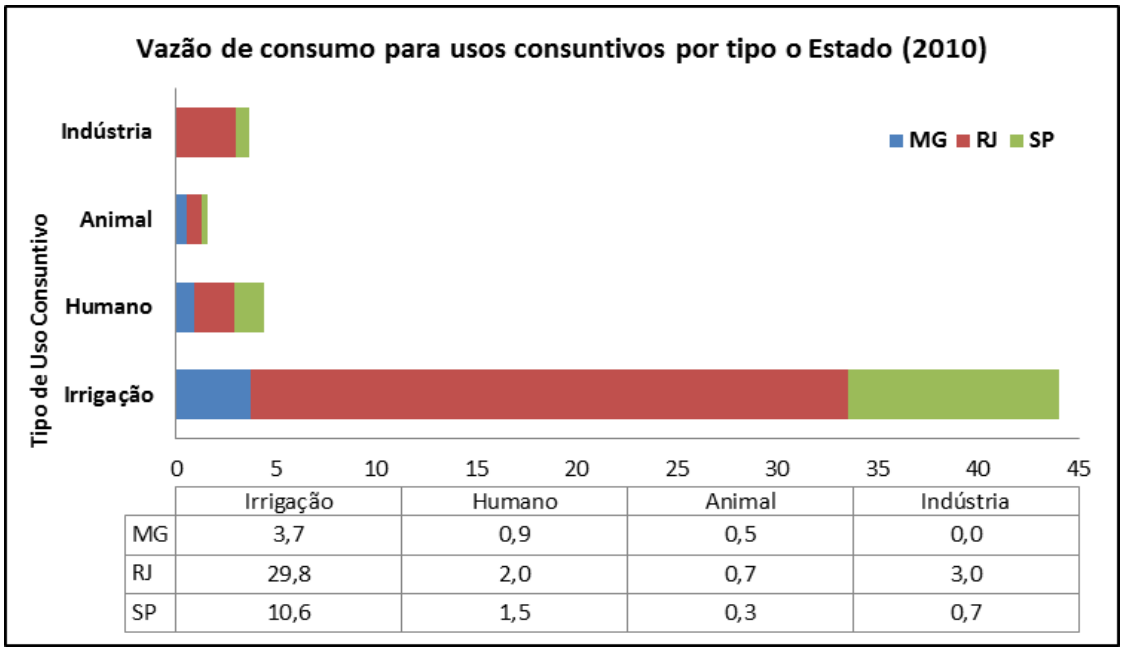


Figura 2.5 Usos Consuntivos na bacia do rio Paraíba do Sul (2010)

Para consumo industrial, percebe-se que Minas Gerais praticamente não extrai água da bacia do rio Paraíba do Sul de acordo com os dados informados e São Paulo tem uma participação modesta se comparada à do Rio de Janeiro. A irrigação representa a menor parcela do uso consuntivo sendo o Rio de Janeiro o estado com maior demanda.

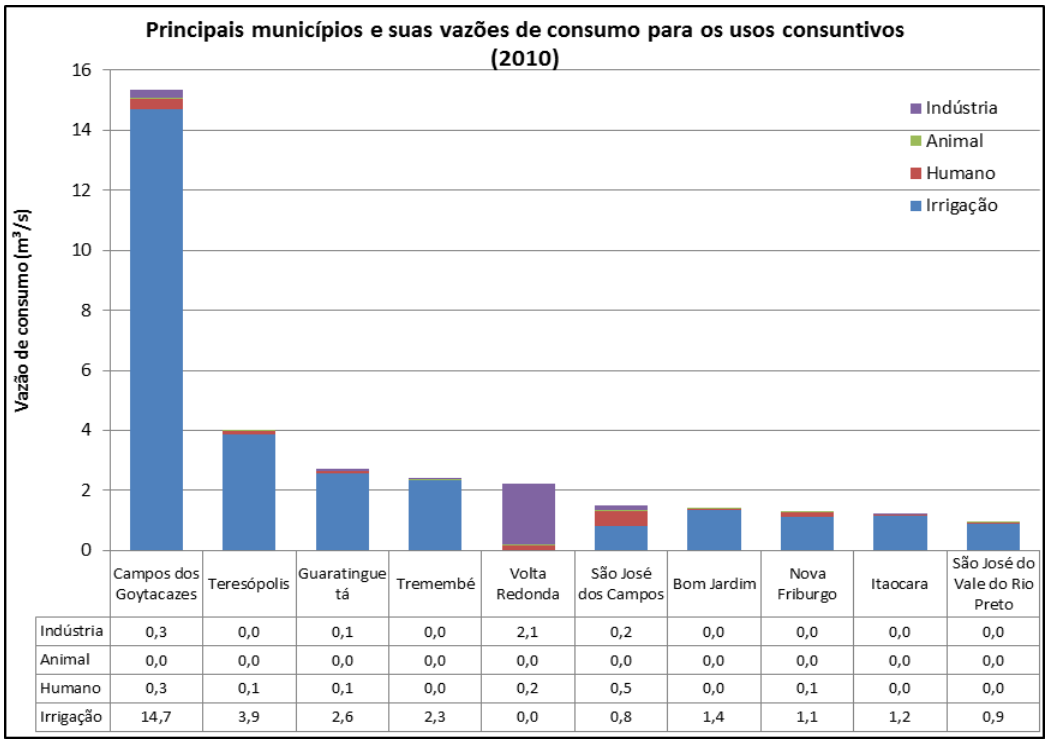
[2] Relatório no PSR-012-R1-2007, publicado no site da AGEVAP (www.AGEVAP.org.br).



	Irrigação	Humano	Animal	Indústria
MG	3,7	0,9	0,5	0,0
RJ	29,8	2,0	0,7	3,0
SP	10,6	1,5	0,3	0,7

Figura 2.6 Vazão de demanda de usos consuntivos por tipo e Estado (2010)

Quando relacionados todos os municípios pertencentes[3] à bacia do rio Paraíba do Sul, somente 10 respondem por mais de 50% de consumo de água para fins de abastecimento ou irrigação, conforme apresentado na **Figura 2.7** a seguir.



	Campos dos Goytacazes	Teresópolis	Guaratinguetá	Tremembé	Volta Redonda	São José dos Campos	Bom Jardim	Nova Friburgo	Itaocara	São José do Vale do Rio Preto
Indústria	0,3	0,0	0,1	0,0	2,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Animal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Humano	0,3	0,1	0,1	0,0	0,2	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0
Irrigação	14,7	3,9	2,6	2,3	0,0	0,8	1,4	1,1	1,2	0,9

Figura 2.7 Principais municípios e suas vazões de usos consuntivos – Cenário Atual 2010

[3] Aqueles municípios que contribuem (mesmo que parcialmente) para a área de drenagem do rio Paraíba do Sul.

As projeções realizadas resultaram em novos valores de demandas, com base na mesma metodologia empregada no cenário atual. Vale ressaltar que para o abastecimento urbano e rural, considerou-se o mesmo índice de cobertura da população atendida pela rede de saneamento.

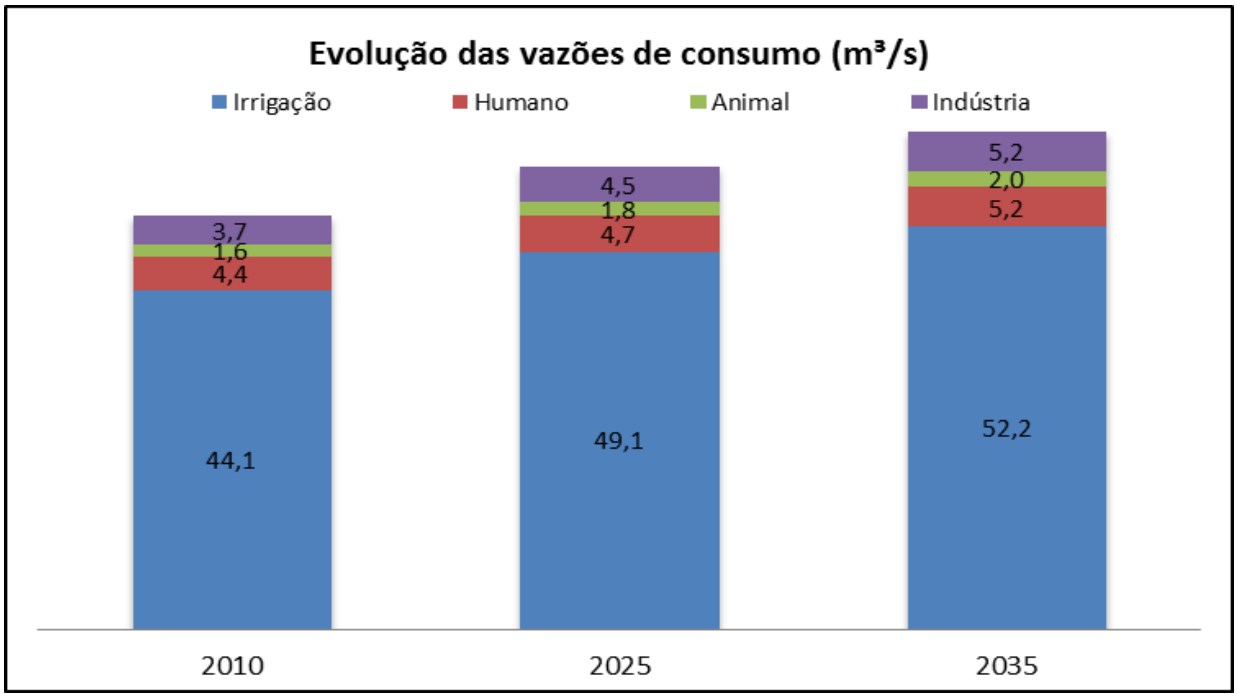


Figura 2.8 Evolução das vazões de consumo (m^3/s)

Em suma, a vazão estimada para fins de usos consuntivos para os diferentes cenários são:

- 2010: vazão de consumo = 54 m³/s
- 2025: vazão de consumo = 60 m³/s
- 2035: vazão de consumo = 65 m³/s

A vazão obtida para usos consuntivos foi utilizada para as simulações da modelagem hidrológica-hidráulica, sendo então incluído no histórico dos anos mais críticos.

Para fins do estudo de modelagem, conforme exposto a seguir, os dados obtidos foram somados a fim de se estabelecer pontos principais com as demandas de usos da água, sendo estes:

- Trecho paulista na região do município de Jacareí;
- Trecho a montante e jusante da captação na barragem de Santa Cecília;
- Trecho do baixo rio Paraíba do Sul próximo à cidade de Campos.

2.5 ESTUDOS DE MODELAGEM HIDROLÓGICA – HIDRÁULICA DOS CENÁRIOS ATUAL E FUTURO

O estudo de modelagem hidrológica-hidráulica utilizou a seguinte topologia: os reservatórios com ou sem geração, as usinas geradoras, as usinas a fio d'água e as captações de água (tal como a Calha CEDAE no sistema LIGHT) são representados através de nós, enquanto as interligações entre esses nós são representadas por arcos, como por exemplo, os arcos de vertimento e turbinamento das usinas e reservatórios.

O critério de otimização do modelo leva em conta uma representação multi etapas, onde a decisão tomada na etapa t influenciará diretamente nas etapas seguintes resolvendo o problema de uma vez só e da maneira mais próxima à realidade possível, ao invés de resolvê-lo de uma maneira "cega", onde são resolvidos n problemas em n etapas, sendo o elo de ligação entre eles o volume final dos nós no problema t que é igual ao volume inicial do problema t+1, não enxergando o problema nas etapas seguintes.

A topologia adotada para o modelo no conjunto de dados automaticamente instalado pelo modelo, como os limites de capacidade dos arcos estão representados na figura a seguir:

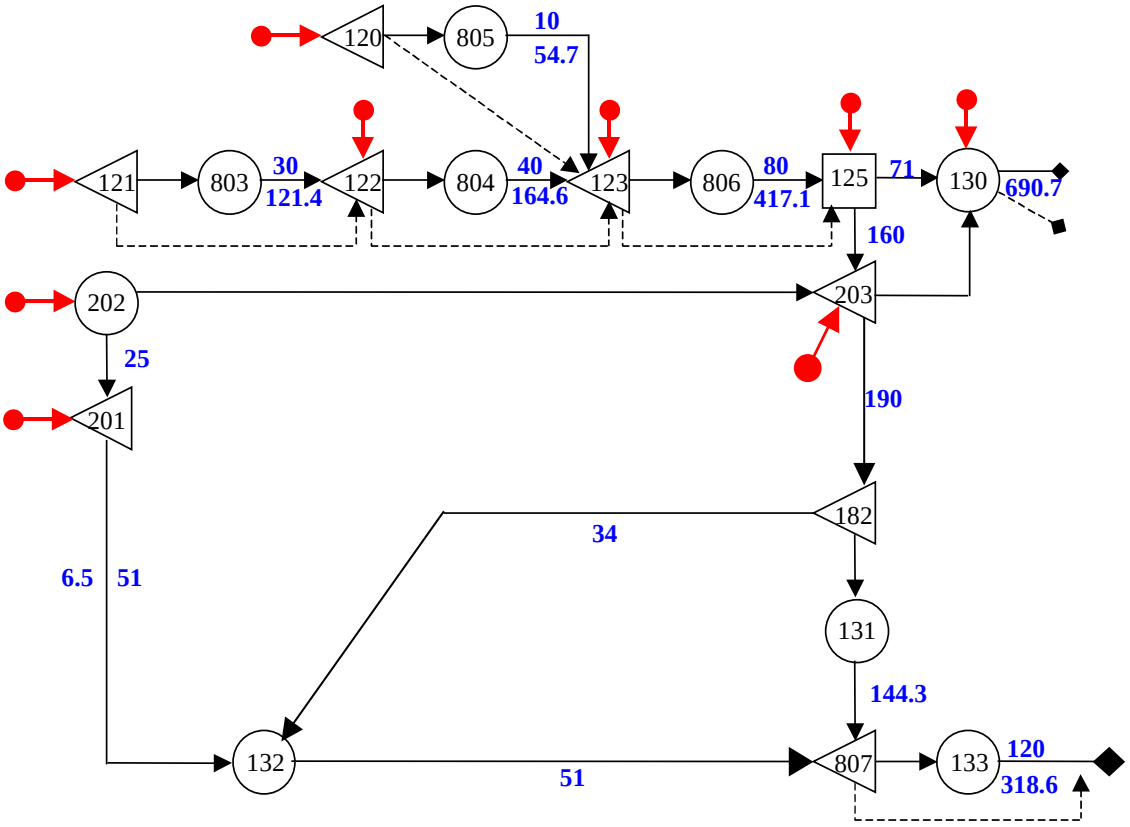


Figura 2.9 Limites de capacidade dos arcos

Os pontos em vermelho são as vazões incrementais dos nós, e os valores em azul representam as capacidades mínimas e máximas dos arcos adotando a seguinte terminologia: os valores à esquerda e acima dos arcos são os valores mínimos, e os valores à direita e abaixo dos arcos representam os valores máximos. Os arcos tracejados representam os arcos de vertimento. Vale ressaltar que este modelo poderá ser facilmente utilizado com outras configurações.

O modelo Parsul realiza o balanço hídrico em cada ponto da rede respeitando as restrições impostas ou adotadas em cada um deles, podendo incluir novos pontos de captação, reservatórios, ou mesmo transferências como as sugeridas nas alternativas.

2.5.1 Resultados

Com as séries hidrológicas definidas e as regras de restrição estabelecidas para os diversos reservatórios e transposições existentes e previstas foram elaboradas as curvas de permanência para a vazão defluente de cada um dos postos dos trechos mais críticos.

Foram avaliados os cenários de transposições e as demandas de água para os horizontes de planejamento, 2010 (atual), 2025 e 2035.

Para os trechos selecionados foram obtidos resultados das simulações (para os trechos considerados críticos), a saber:

- Trecho paulista na região do município de Jacareí;
- Trecho a montante e jusante da captação na barragem de Santa Cecília;
- Trecho do baixo rio Paraíba do Sul próximo à cidade de Campos.

Ainda nesse sentido, foi informado pela equipe técnica da AGEVAP que existe outorga de uso da água disponibilizada para o Complexo do Porto do Açu, no trecho de baixada do Paraíba do Sul, próximo à cidade de Campos, onde a vazão outorgada é de 10 m³/s. Sendo assim, essa demanda de água foi considerada na modelagem.

Os resultados das simulações permitiram a elaboração das curvas de permanência de vazões comparativas, ou seja, contemplando cada arranjo proposto, além da projeção por cenário, ou seja, com os dados atuais (2010) e futuros (2025 e 2035). A seguir, apresenta-se a descrição das alternativas:

Quadro 2.4 Vazão de Captação no rio Paraíba do Sul para transposição à Macrometrópole de São Paulo

Alternativa	**Vazão de Captação no Paraíba do Sul (m³/s)**	
	Jaguari-Atibainha	**Guararema-Biritiba**
Alternativa 0	Sem retirada	
Alternativa 6	5,00	
Alternativa 7	5,00	
Alternativa 8	11,00	
Alternativa 9	10,00	4,00
Alternativa 10	11,50	4,00
Alternativa 11	5,00	5,00

2.5.1.1 Trecho Paulista junto ao município de Jacareí

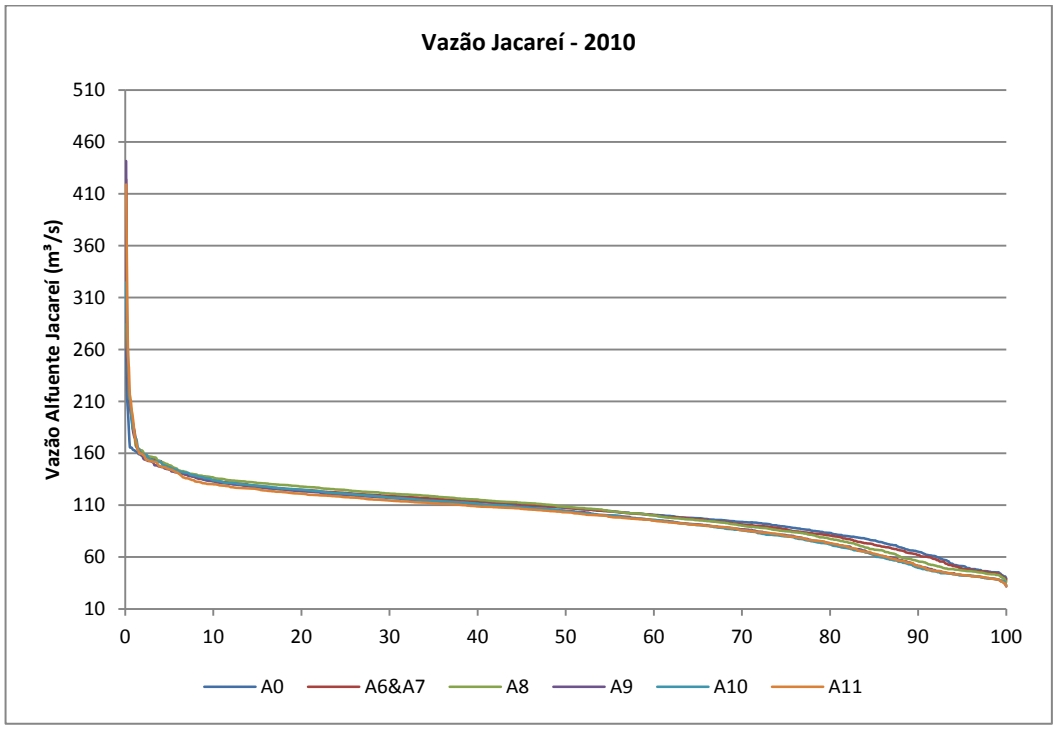


Figura 2.10 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas

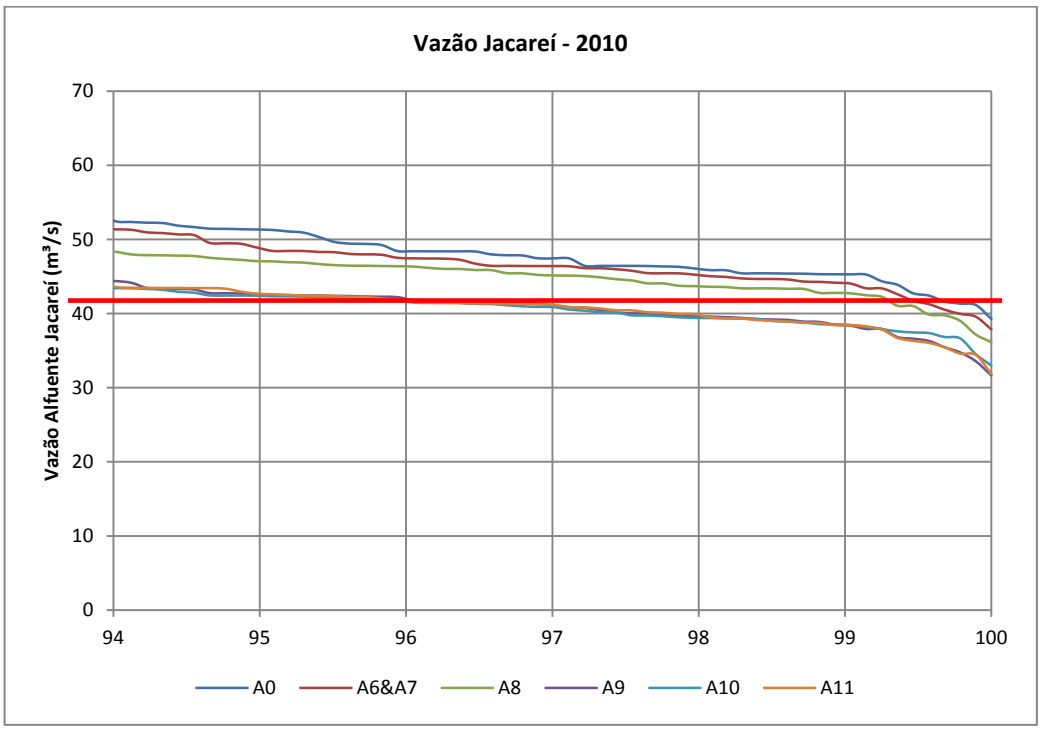


Figura 2.11 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas

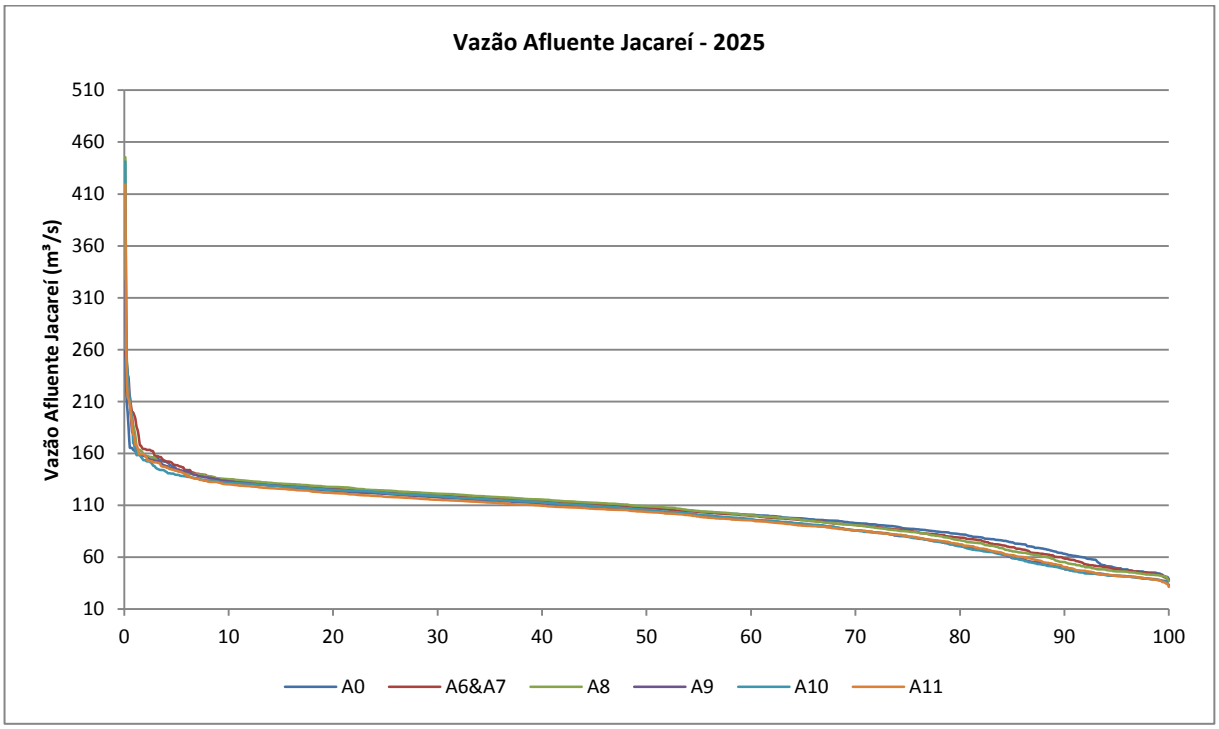


Figura 2.12 Curva de permanência para o cenário de 2025

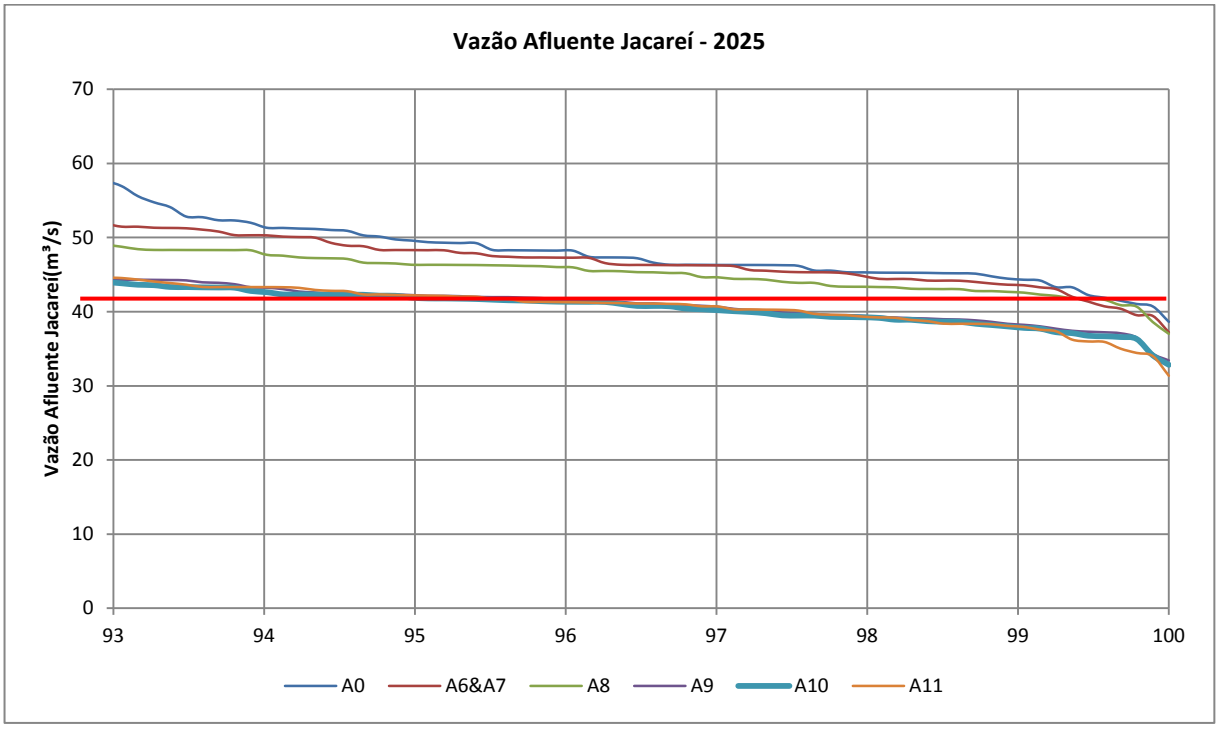


Figura 2.13 Curva de permanência de vazões para o cenário 2025 com destaque para as vazões mínimas

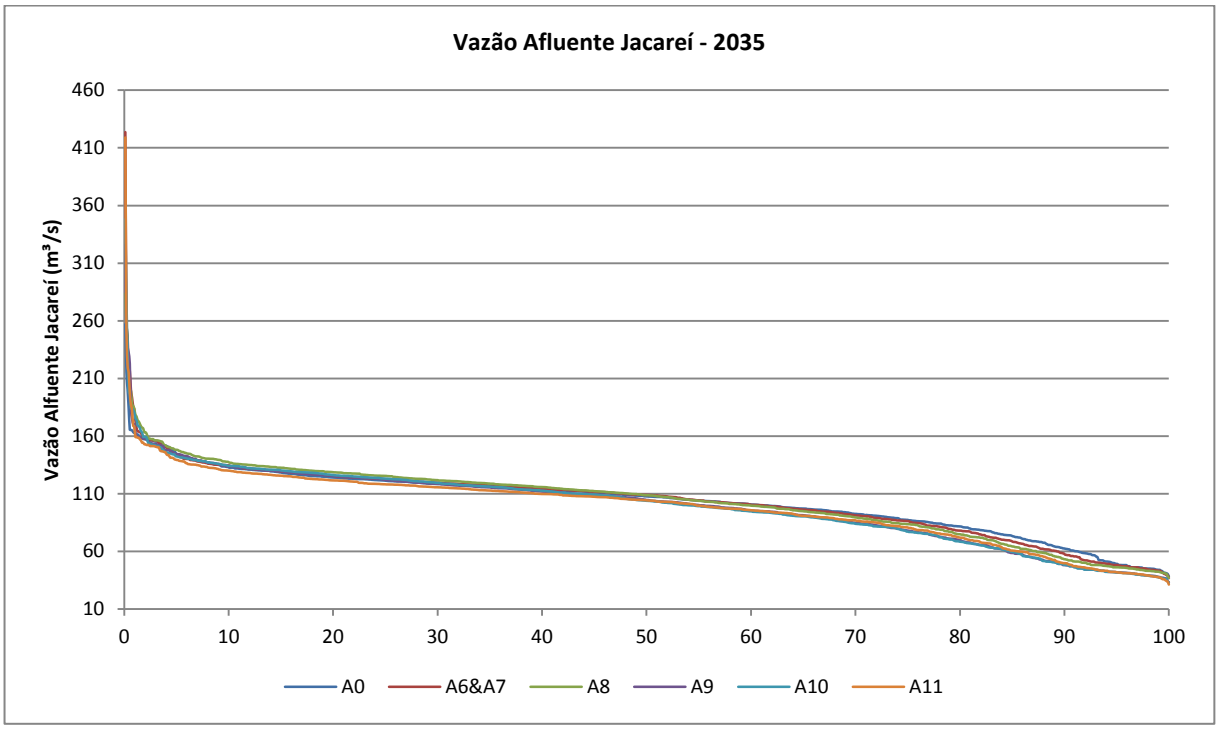


Figura 2.14 Curva de permanência para o cenário de 2035

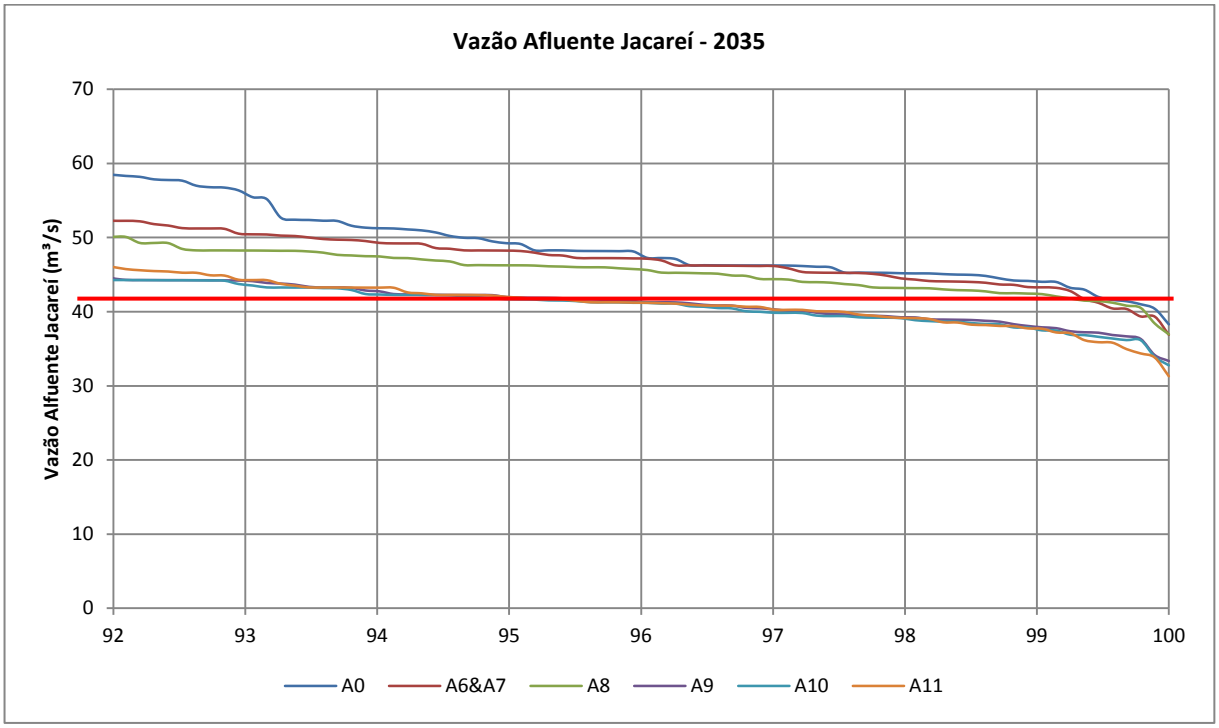


Figura 2.15 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas

2.5.1.2 Trecho junto à captação em Santa Cecília

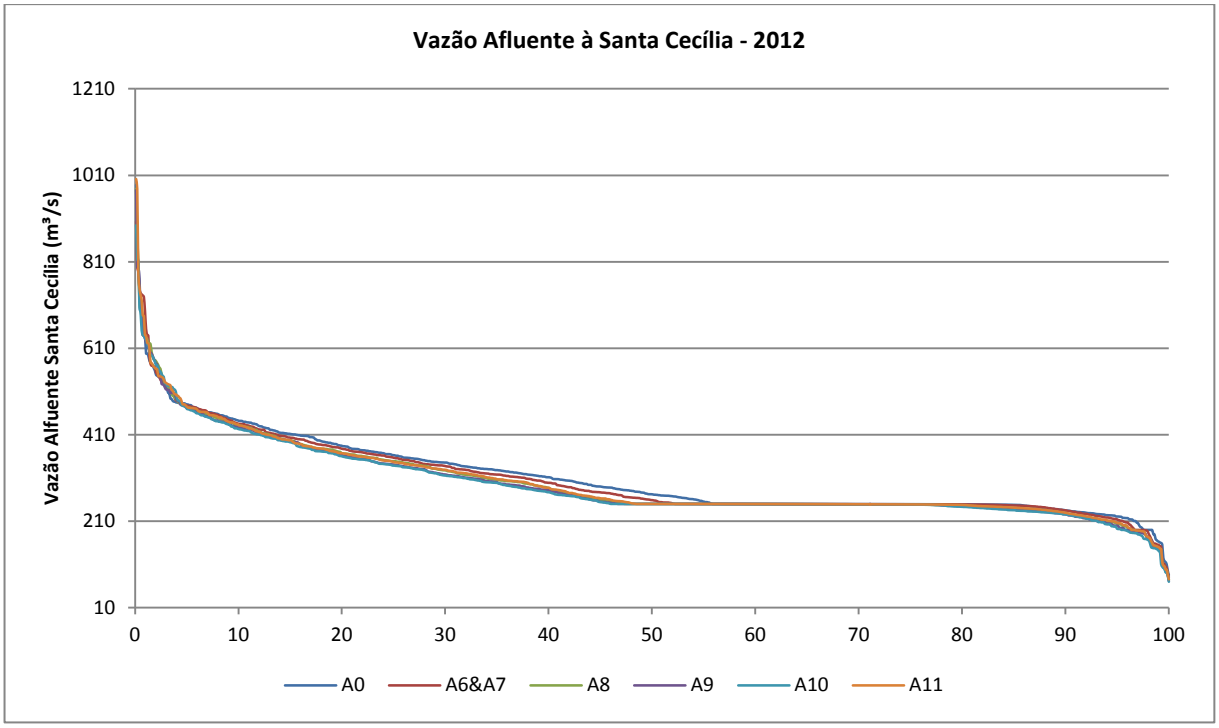


Figura 2.16 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas

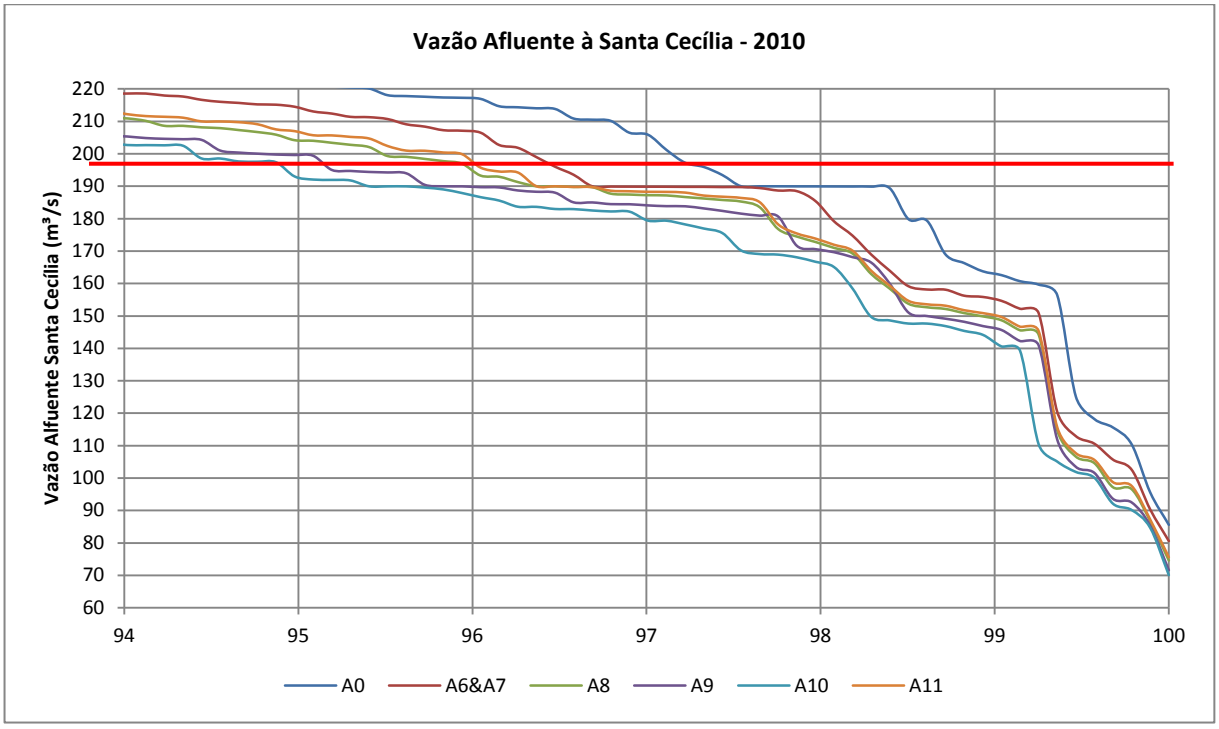


Figura 2.17 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas

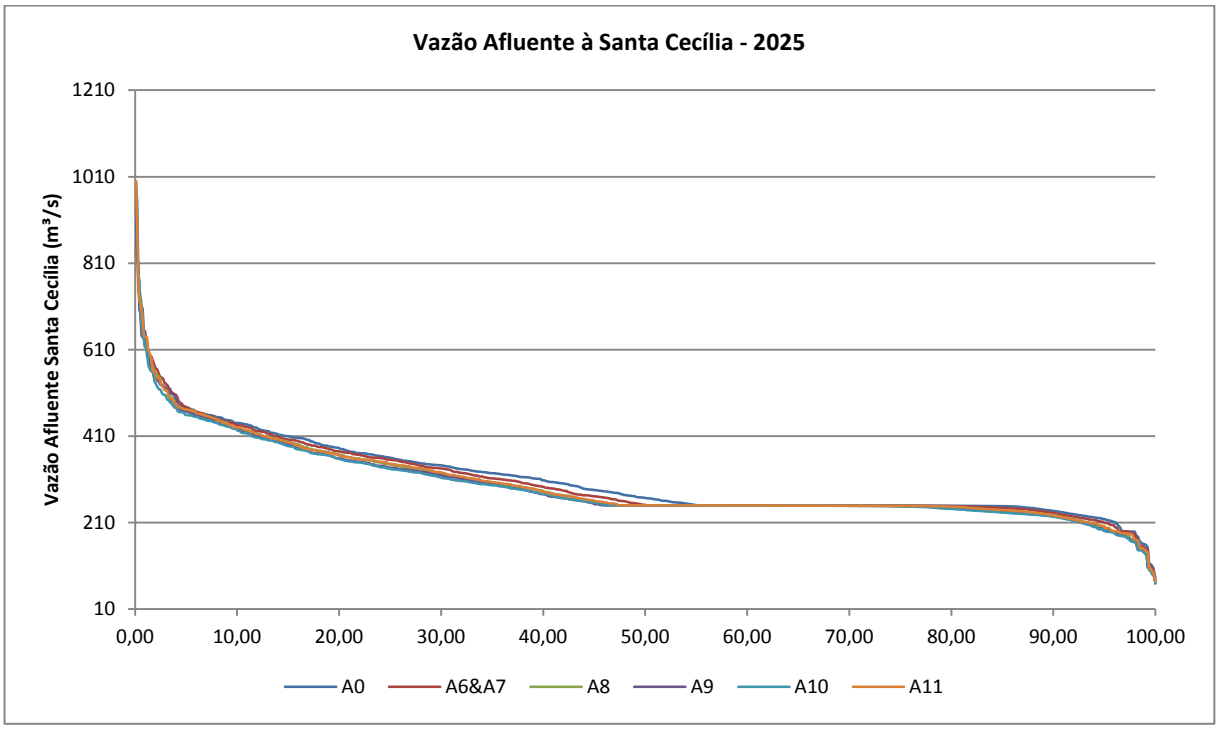


Figura 2.18 Curva de permanência para o cenário de 2025

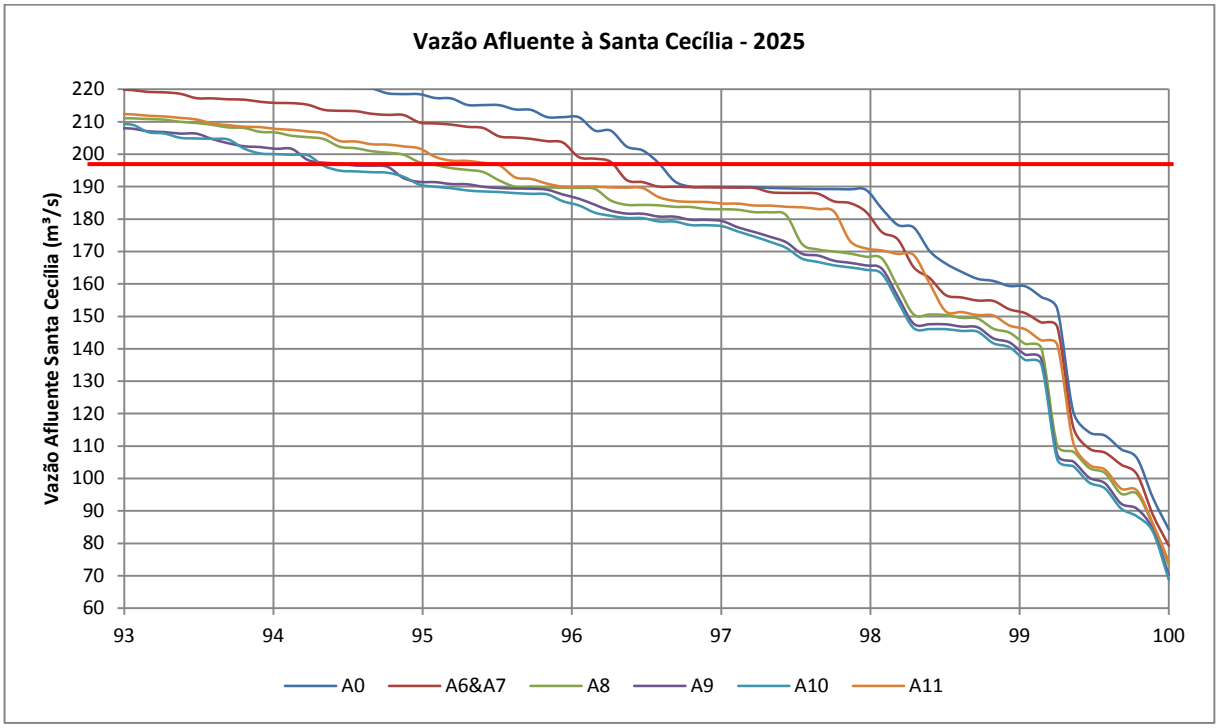


Figura 2.19 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas

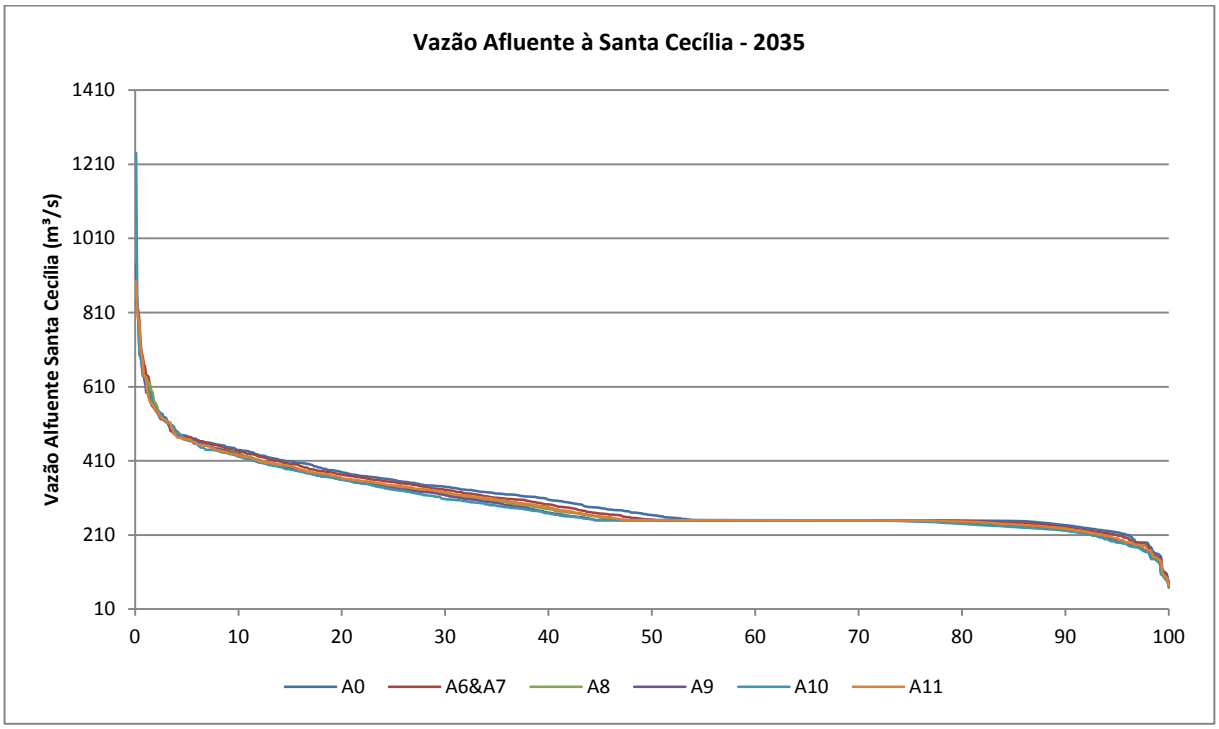


Figura 2.20 Curva de permanência para o cenário de 2025

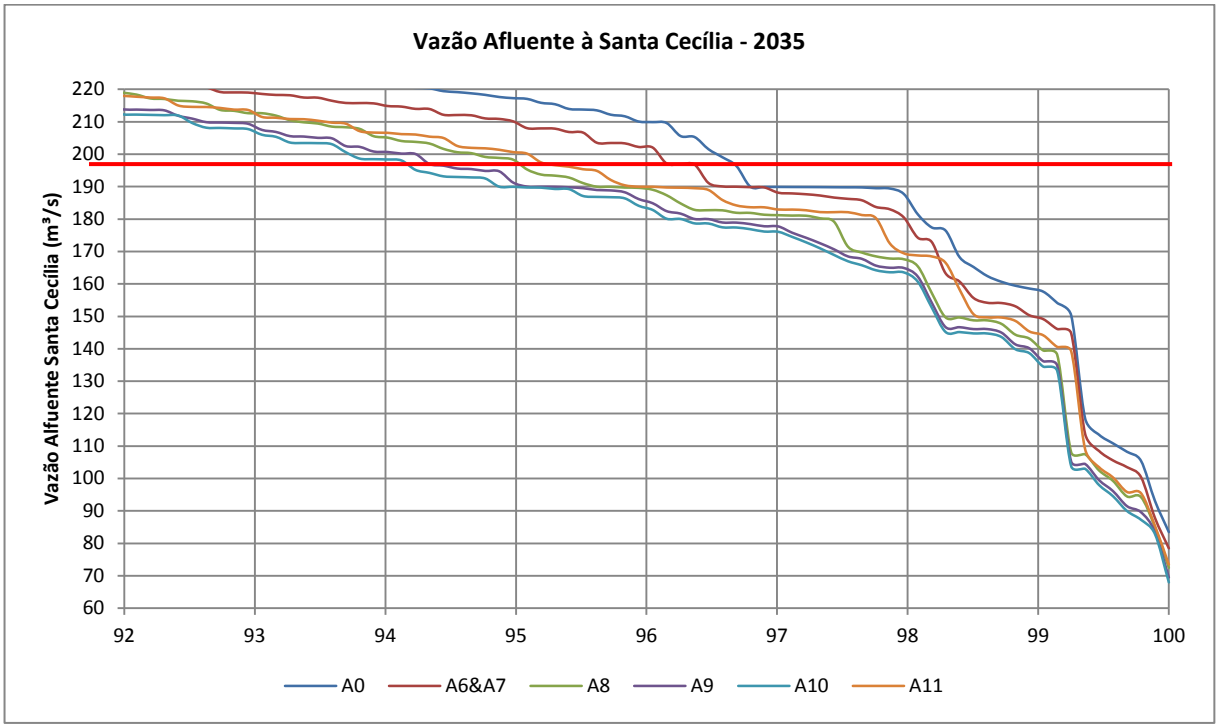


Figura 2.21 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas

2.5.1.3 Trecho junto ao município de Campos

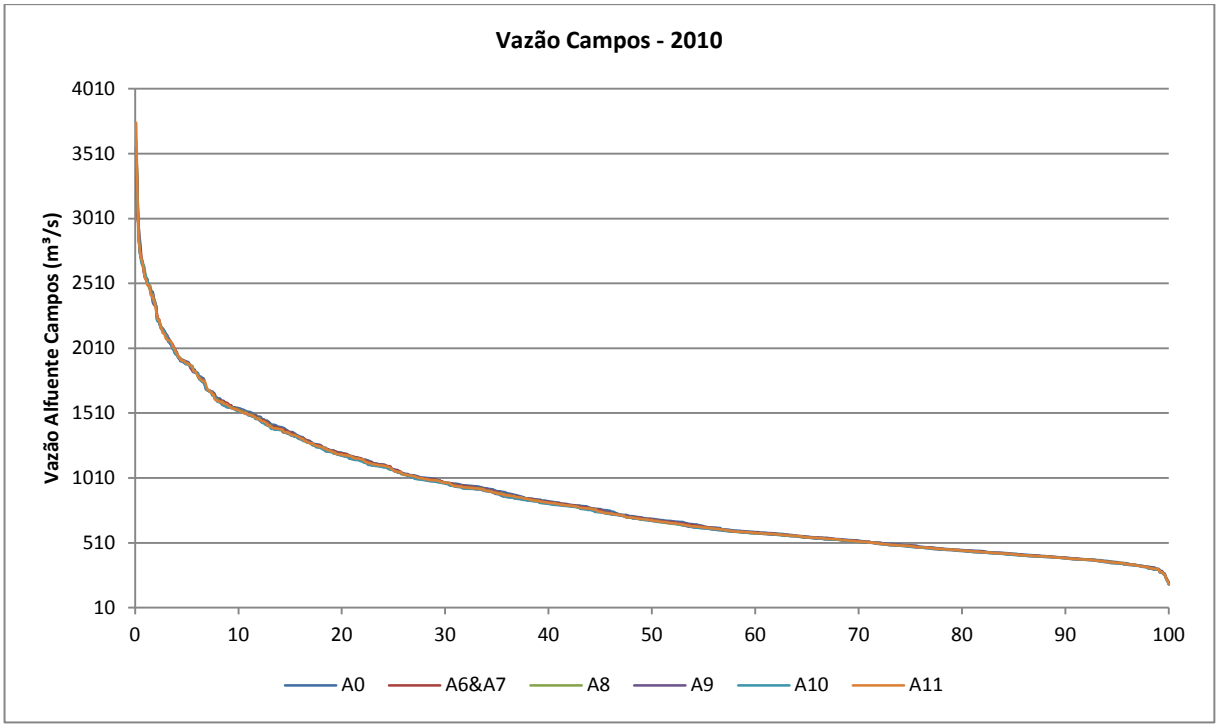


Figura 2.22 Curvas de permanência de vazões para o cenário atual de demandas

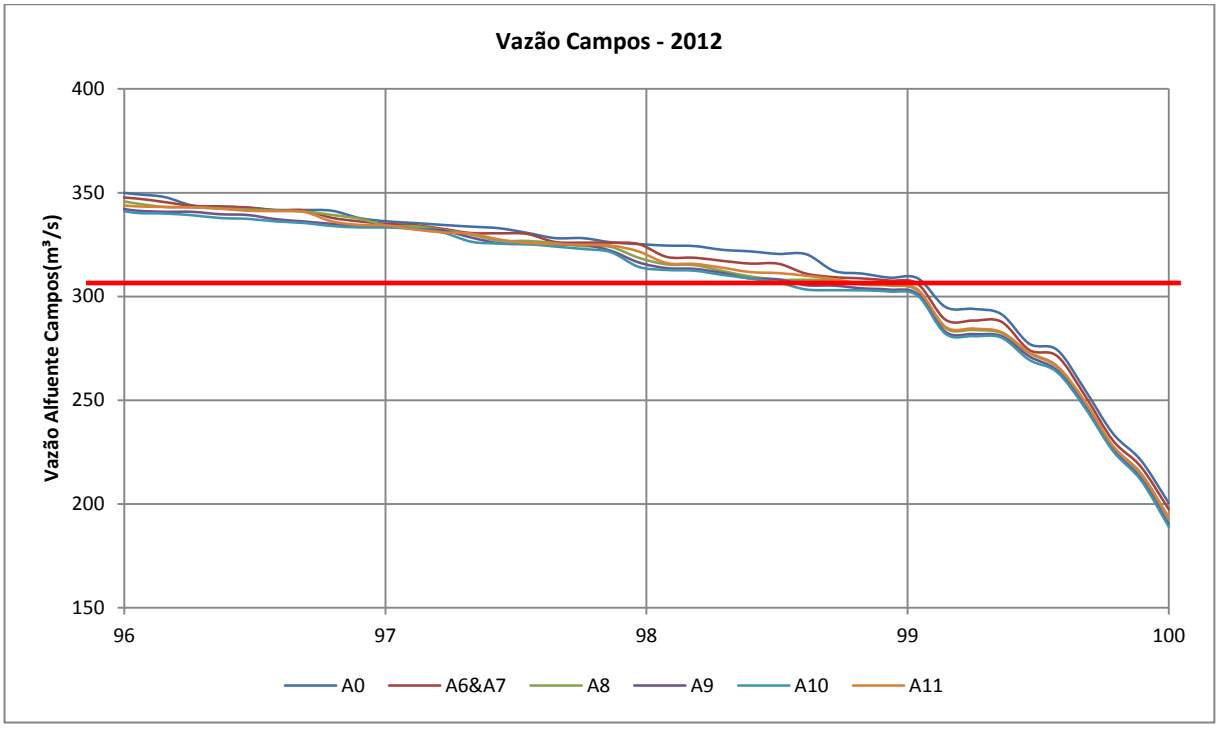


Figura 2.23 Curva de permanência de vazões para o cenário atual com destaque para as vazões mínimas

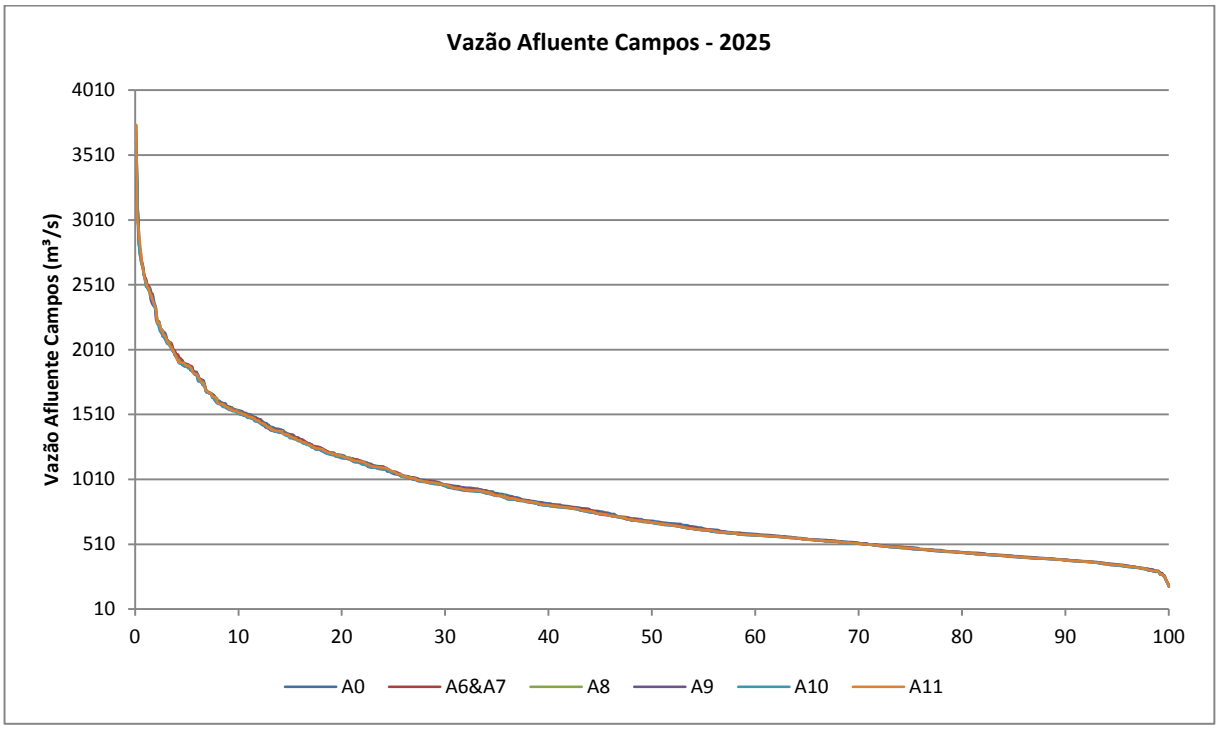


Figura 2.24 Curva de permanência para o cenário de 2025

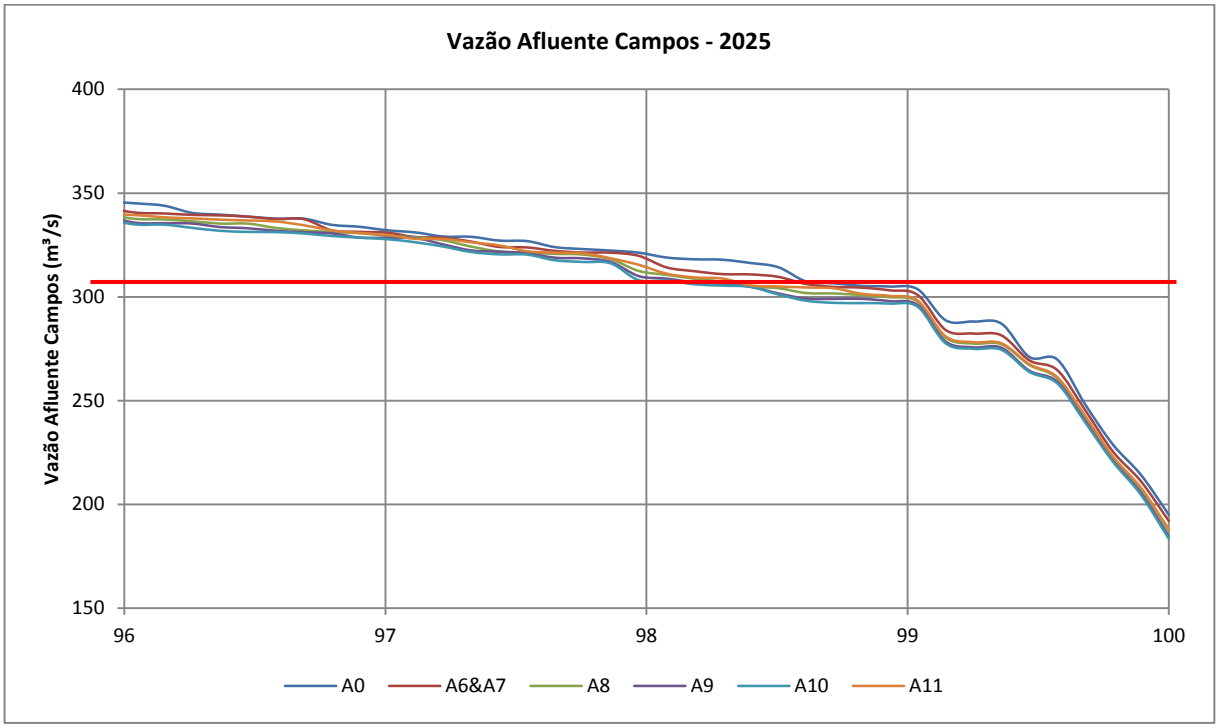


Figura 2.25 Curva de permanência de vazões para o cenário 2025 com destaque para as vazões mínimas

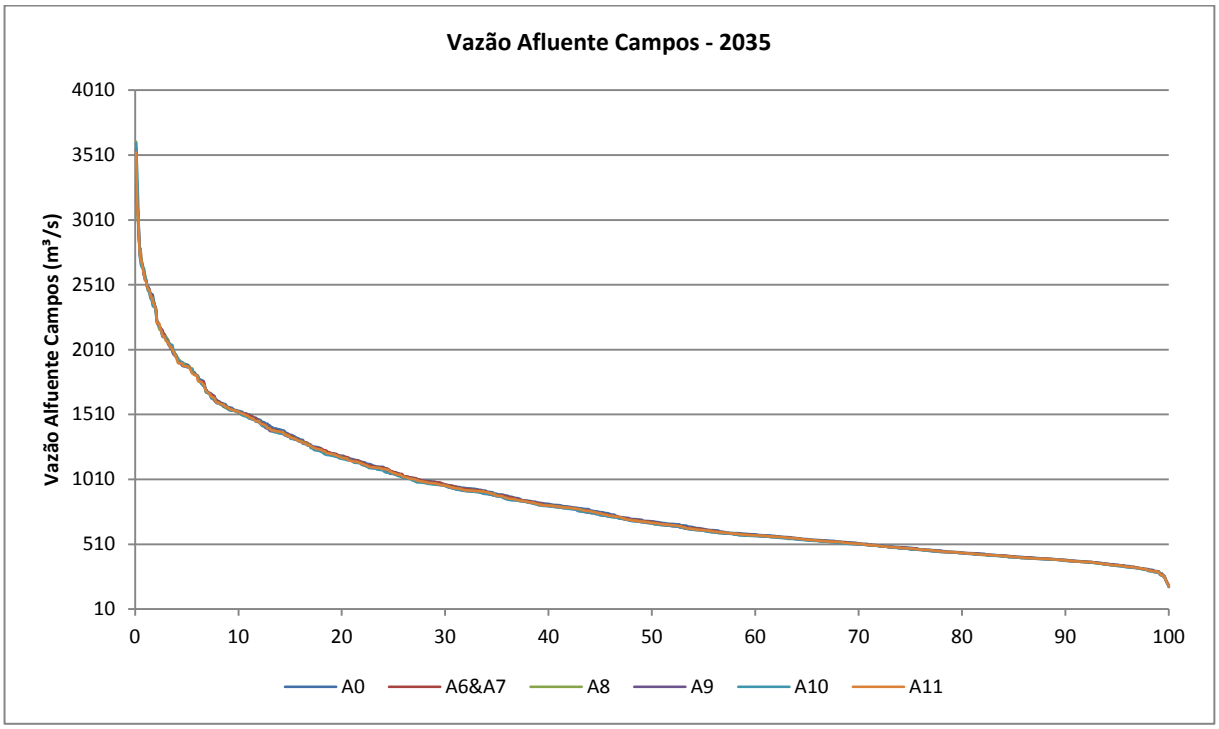


Figura 2.26 Curva de permanência para o cenário de 2035

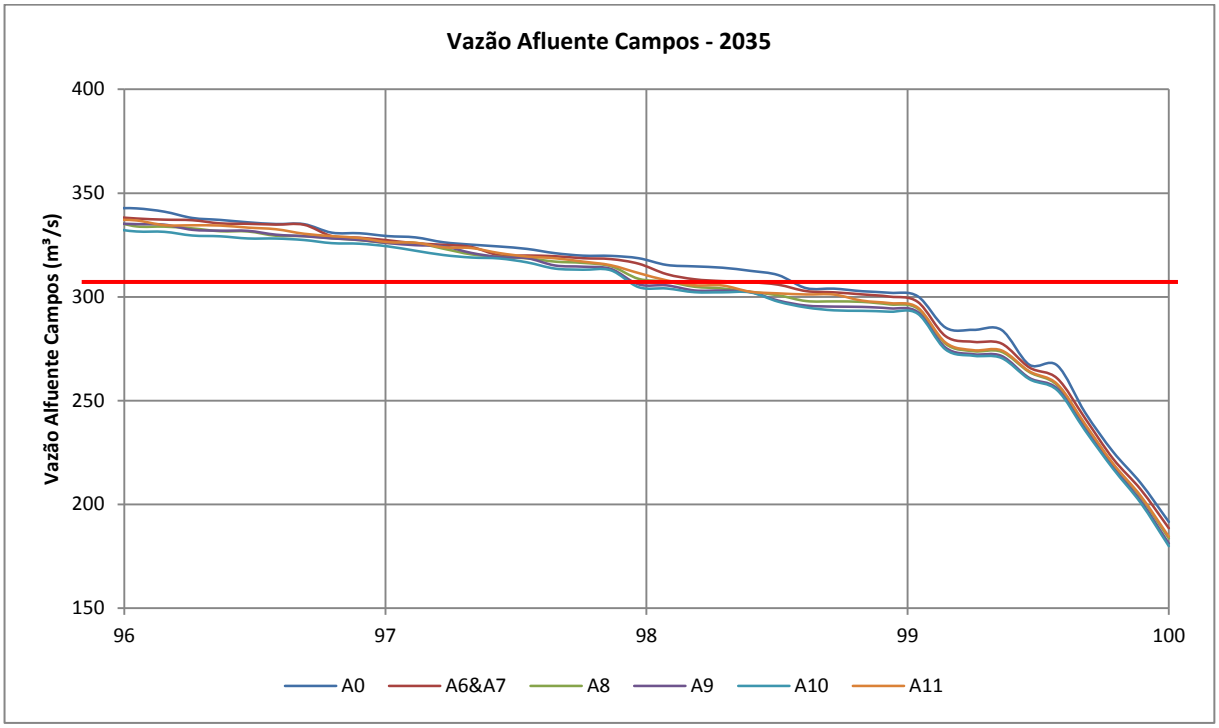


Figura 2.27 Curva de permanência de vazões para o cenário 2035 com destaque para as vazões mínimas

2.6 CONCLUSÕES DAS AVALIAÇÕES DOS CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÃO

Do ponto de vista quantitativo, ou seja, no que concerne a vazão apenas, pode-se concluir que as diferenças encontradas para a situação atual (e futura) não se afiguram como muito elevadas, mesmo considerando os cenários mais severos de retirada de água para atender outras bacias.

Ao considerar a existência de condições hidrológicas adversas, a vazão de restrição passa ser 190 m³/s (119 m³/s para bombeamento de Santa Cecília e 71 m³/s defluente do rio Paraíba do Sul). Nesta situação, avaliando o cenário de 2010, no que consiste ao trecho junto à captação em Santa Cecília, percebe-se que a vazão de restrição é garantida em 96% do tempo para a situação atual (alternativa A0) e em 94% para o arranjo 10 (alternativa A10). Já no cenário de 2035 a vazão de restrição é garantida em 95% do tempo para a situação atual (alternativa A0) e em 92% para o arranjo 10 (alternativa A10).

No que consiste ao trecho junto à captação em Santa Cecília, percebe-se uma diferença **importante** entre o cenário atual (alternativa A0) e a da transposição com o Arranjo 10 (alternativa 10) sendo esta aproximadamente de 30 m³/s para uma permanência de 95% e 15 m³/s para uma permanência de 100%.

As perdas energéticas, considerando apenas as usinas hidrelétricas acima de 30 MW, não são percentualmente muito grandes, podendo chegar a 4,17% na alternativa de maior demanda para as transposições, mas são significativas para os geradores da bacia.
Essas perdas energéticas representariam R$ 20 milhões anuais de prejuízo para as geradoras com as usinas com potência maior que 30MW instaladas na bacia.

Quadro 2.5 Perda energética por transposição prevista

CENÁRIO	Perda Energética - Totais Anuais					
	ARRANJOS					
	A0	A6&A7	A8	A9	A10	A11
2012	100,00%	98,77%	97,66%	97,22%	96,76%	98,04%
2025	99,54%	98,23%	97,07%	96,69%	96,37%	97,58%
2035	98,97%	97,57%	96,52%	96,17%	95,83%	97,07%

O quadro mais grave, no entanto, poderia se configurar no que concerne à qualidade da água nas situações mais críticas. Na situação atual, utilizando um modelo de simulação hidrodinâmico, evidencia esse problema para vazões de estiagem, sem as transposições.

Esse quadro já foi verificado em amostragens do INEA-RJ em trechos de rio a jusante da UHE Funil.

Como já mencionado utilizaram-se dados de seções topobatimétricas levantadas pela ANA/AGEVAP para simular as condições dinâmicas do escoamento na calha em situações de vazões mínimas históricas e com demandas atuais e futuras da água para identificar alterações de padrão, com o aumento das demandas, da velocidade de escoamento. O que é um indicador de pontos onde a qualidade da água tenderia a ser pior, podendo mesmo criar condições de explosão de cianobactérias.

As figuras a seguir ilustram a situação de vazões mínimas, nas situações sem considerar retiradas de água para as novas transposições e com a retirada de vazão, para o trecho paulista próximo a São José dos Campos. Os trechos em vermelho e amarelo mostram situações críticas de circulação de água, baixas velocidades, e piores condições de qualidade da água para vazões observadas nesses trechos.

Pode-se ver que em ambos os casos as velocidades são muito baixas. Notou-se que há subtrechos relativamente longos (de 1 a 3 km) com velocidades bastante baixas (menores que 0,1 m/s), para os quais o tempo de percurso é bastante longo (2 a 4 h). O modelo não detalha o suficiente as margens, mas certamente, podem ocorrer em pontos específicos velocidades ainda menores, o que pode levar a uma situação de boom de algas, em função das condições meteorológicas e de concentração de nutrientes existentes nesses trechos e que preocupam a AGEVAP.

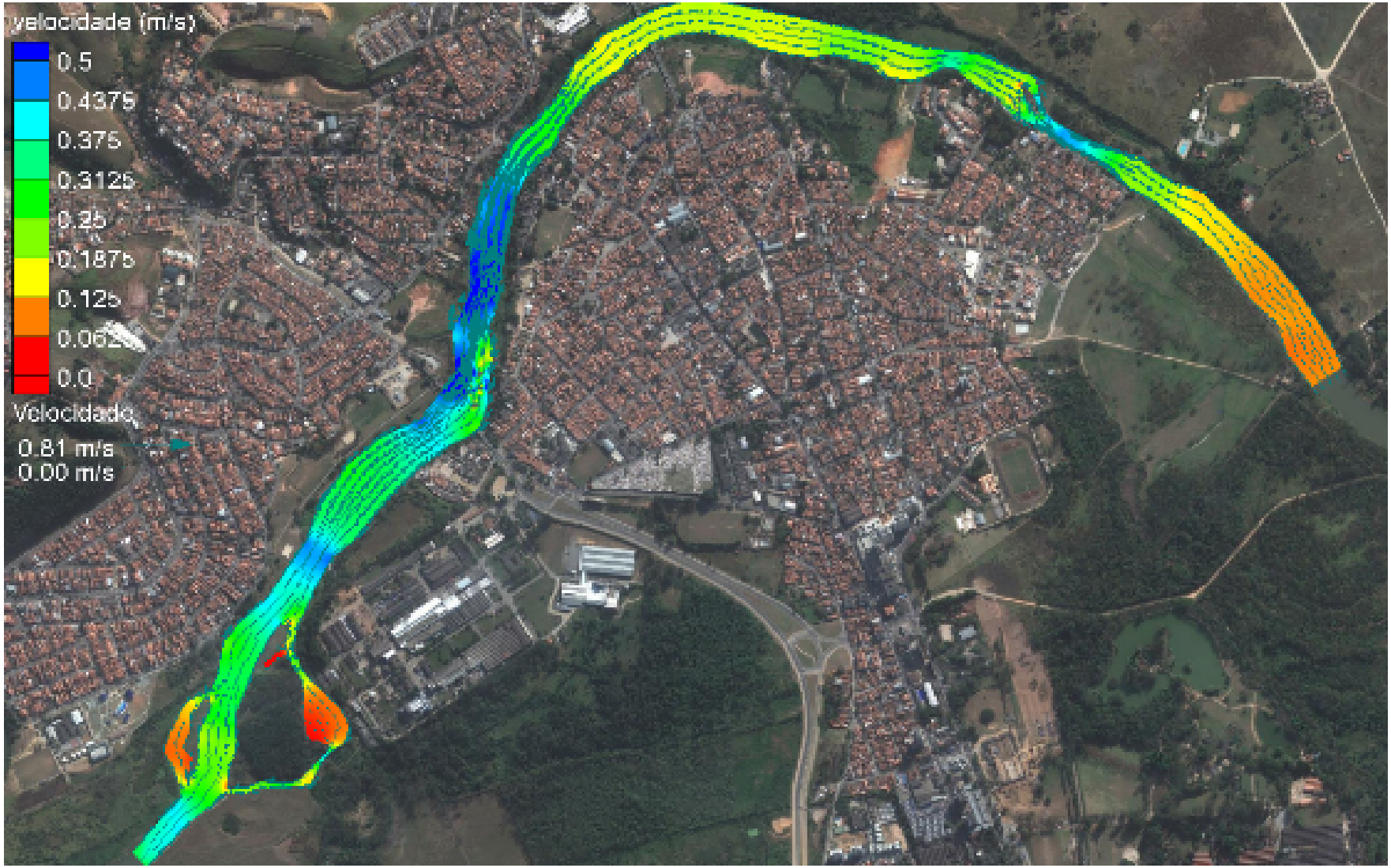


Figura 2.28 Trecho modelado na área urbana de São José dos Campos Cenário de 2010– vazão mínima de 38 m^3/s – Sem transposição

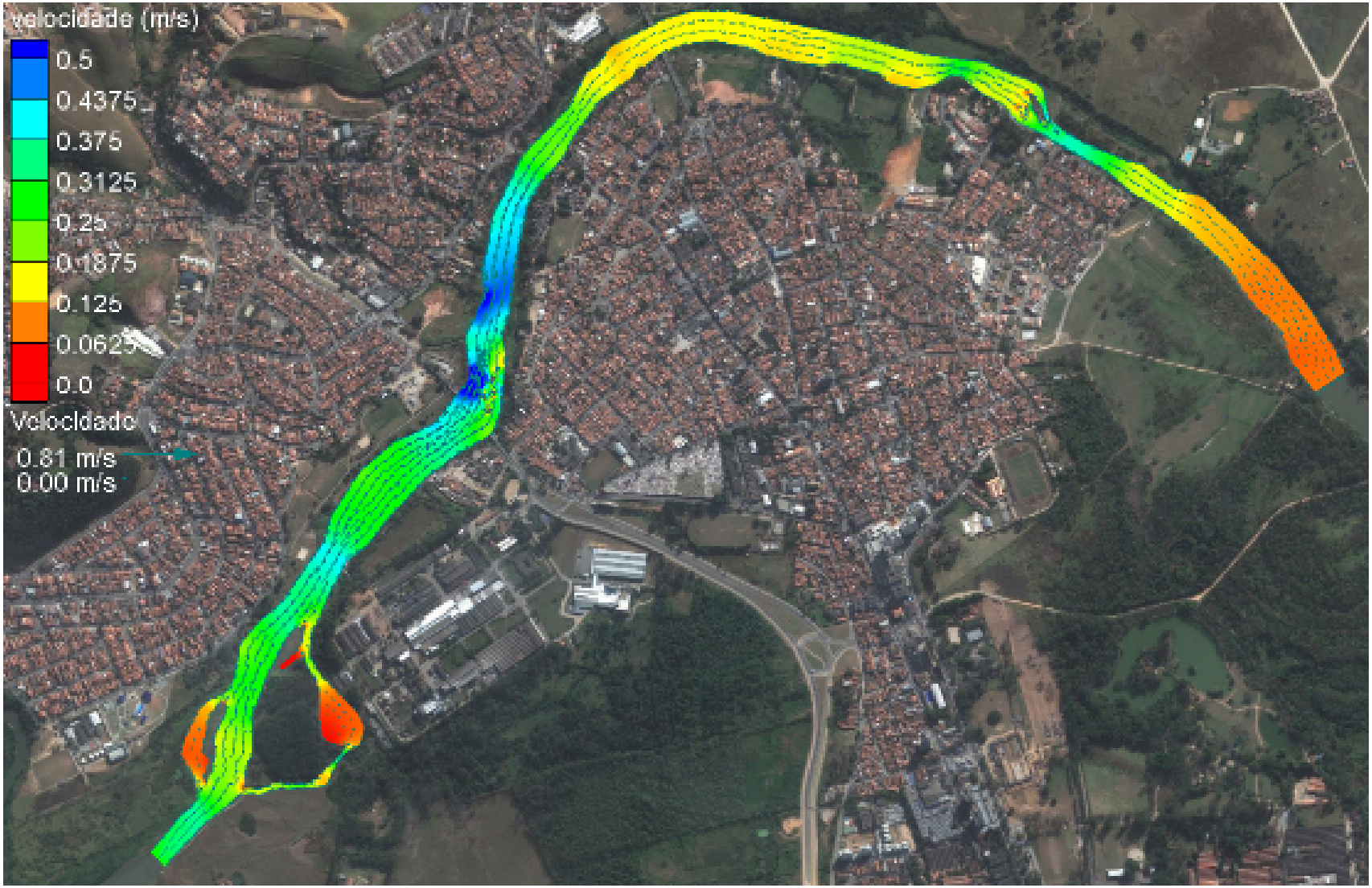


Figura 2.29 Trecho modelado na área urbana de São José dos Campos – vazão de mínima histórica de 31 m^3/s – Cenário de 2035- Com transposição

Por fim, vale ressaltar, conforme já mencionado, que essas conclusões não incluem a análise completa de qualidade da água, sendo então um resultado inicial levando em conta a situação atual. No entanto, foram feitas algumas avaliações a partir das informações disponíveis de monitoramento de qualidade da água.

As figuras apresentadas a seguir mostram os índices de concentração de vários parâmetros de qualidade e sua variação espacial ao longo do rio. Procurou-se utilizar os valores medidos mais recentemente, apenas de 2011 (dados mais recentes disponíveis), para que se pudesse ter um panorama recente da evolução ao longo do rio. Todos os parâmetros são mostrados na média e também os dados obtidos para se pudesse ter uma idéia do desvio. O primeiro ponto do gráfico médio é sempre o limite CONAMA.

Note uma pequena tendência de melhoria do par OD/DBO ao longo do rio, e, curiosamente, também uma piora das concentrações de nitrato, fósforo, e coliformes à medida que o rio ganha volume. Com exceção dos coliformes, cujas concentrações são extremamente altas, certamente devido a altas cargas orgânicas urbanas (provavelmente na sua maioria de esgotos), o rio parece ser razoavelmente capaz de manter um mínimo de qualidade. No caso da melhoria de OD/DBO, certamente isso se deve a uma boa capacidade de auto depuração. Não parece haver problema crônico de superfertilização/eutrofização.

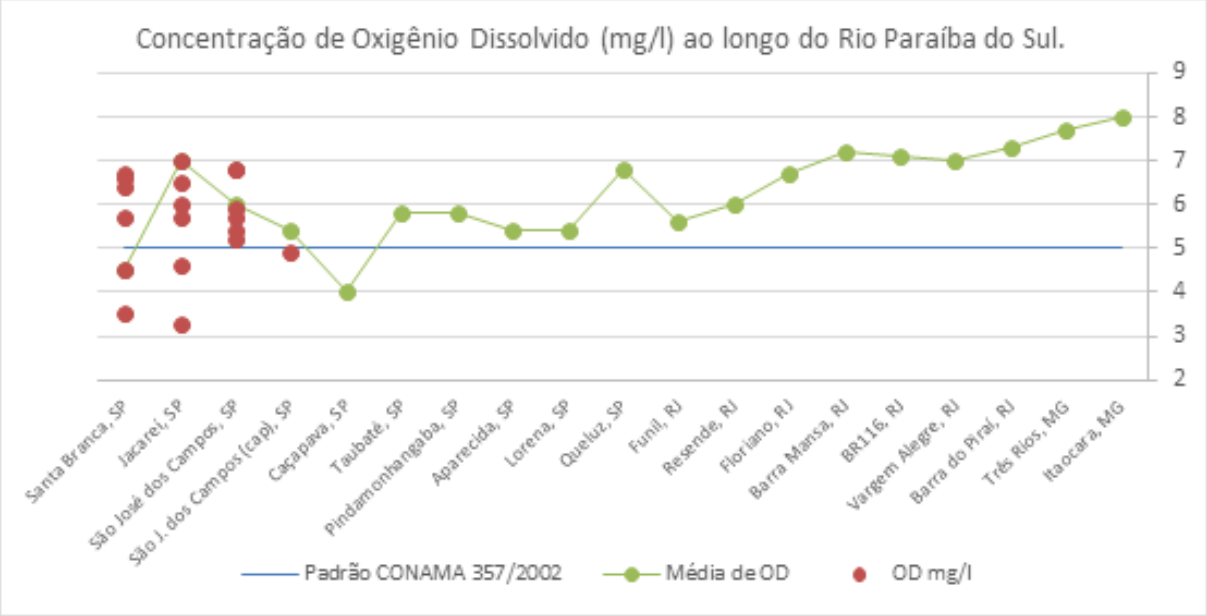


Figura 2.30 Concentração de OD

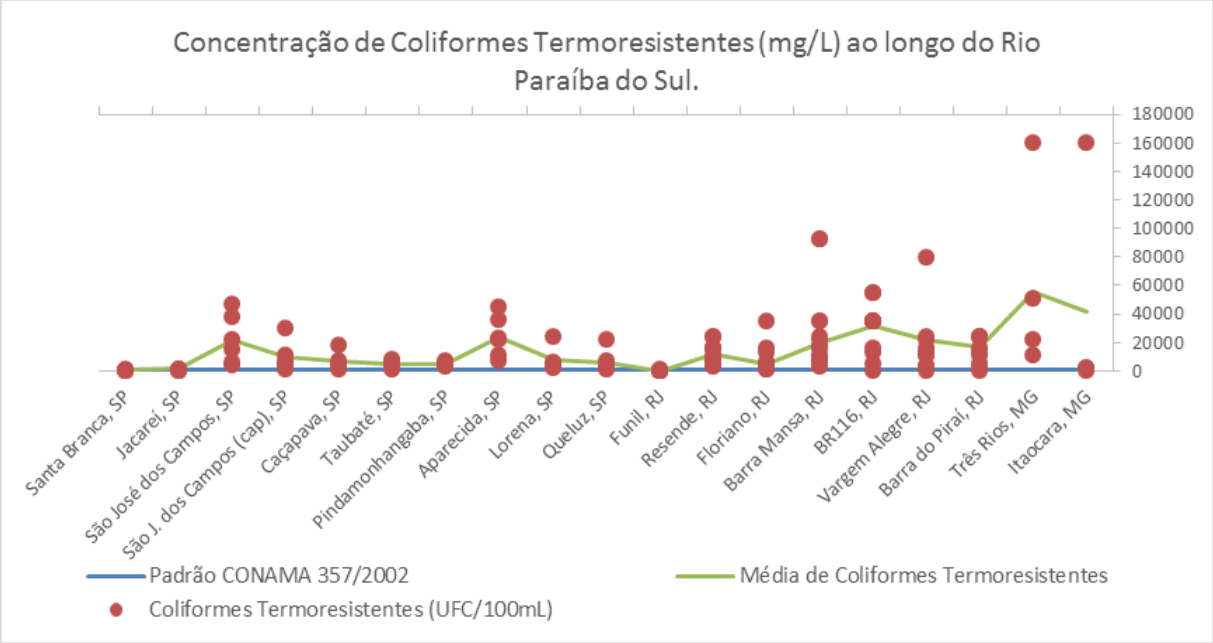


Figura 2.31 Concentração de Coliformes Termoresistentes

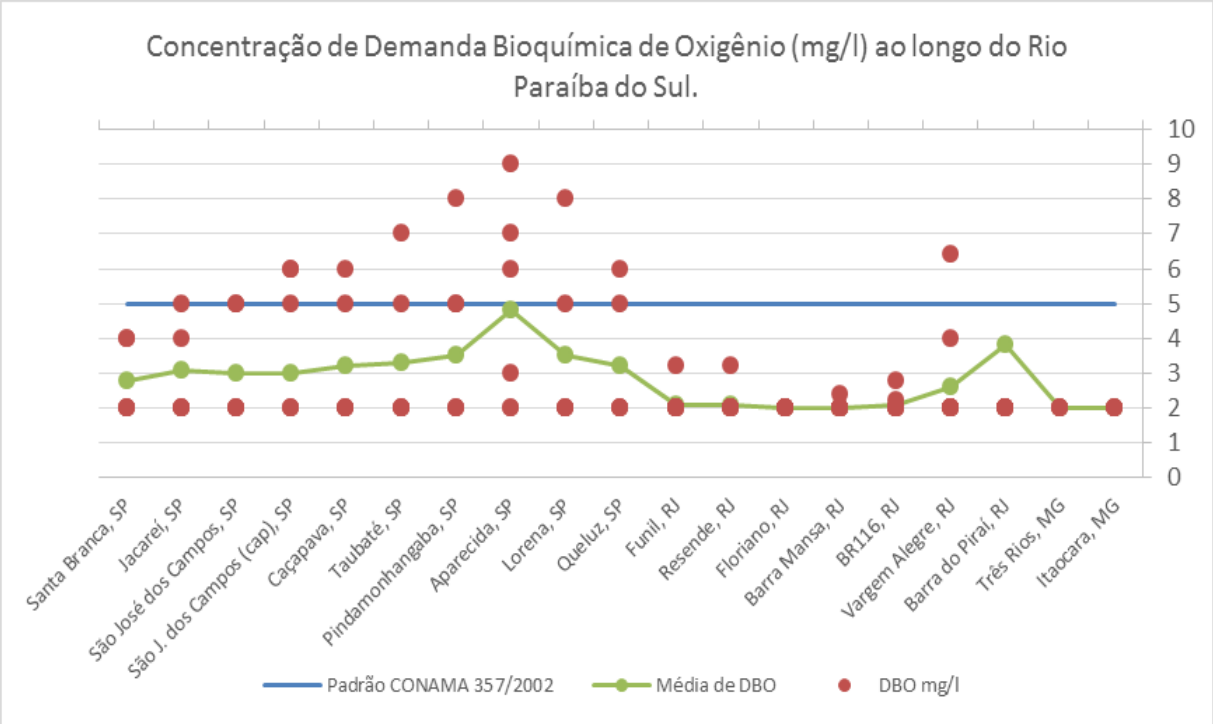


Figura 2.32 Concentração de DBO

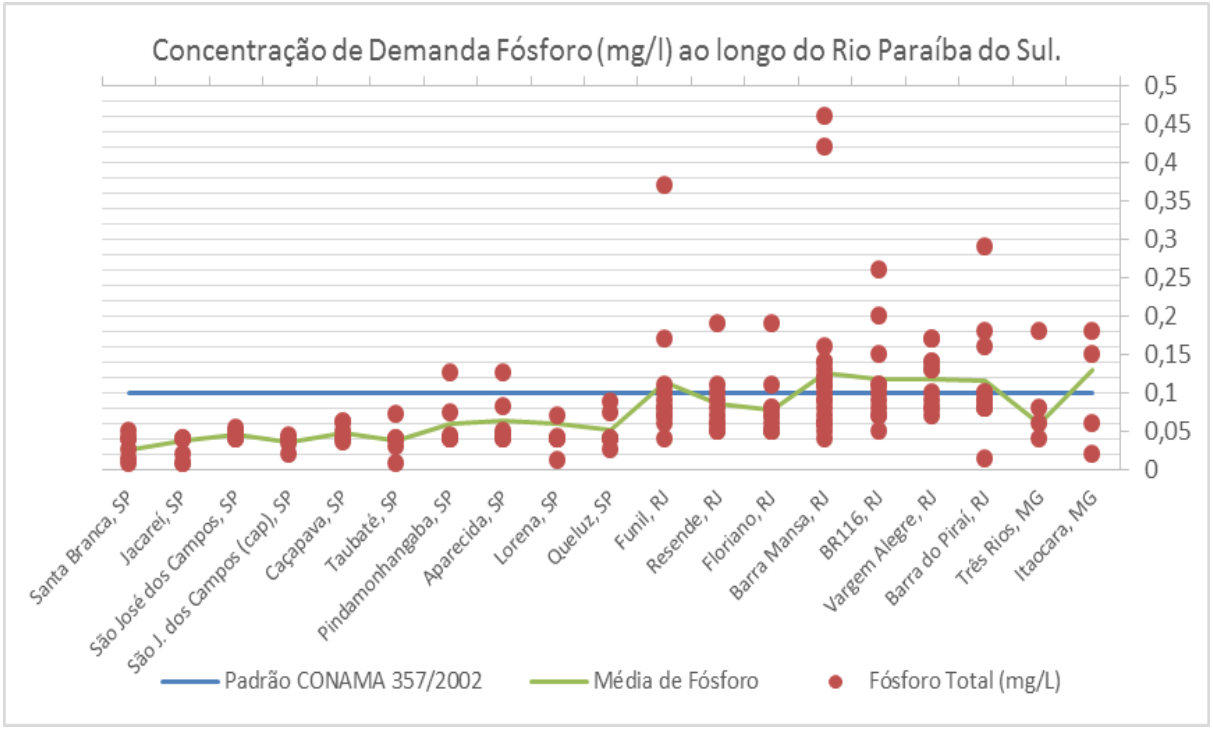


Figura 2.33 Concentração de Demanda Fósforo

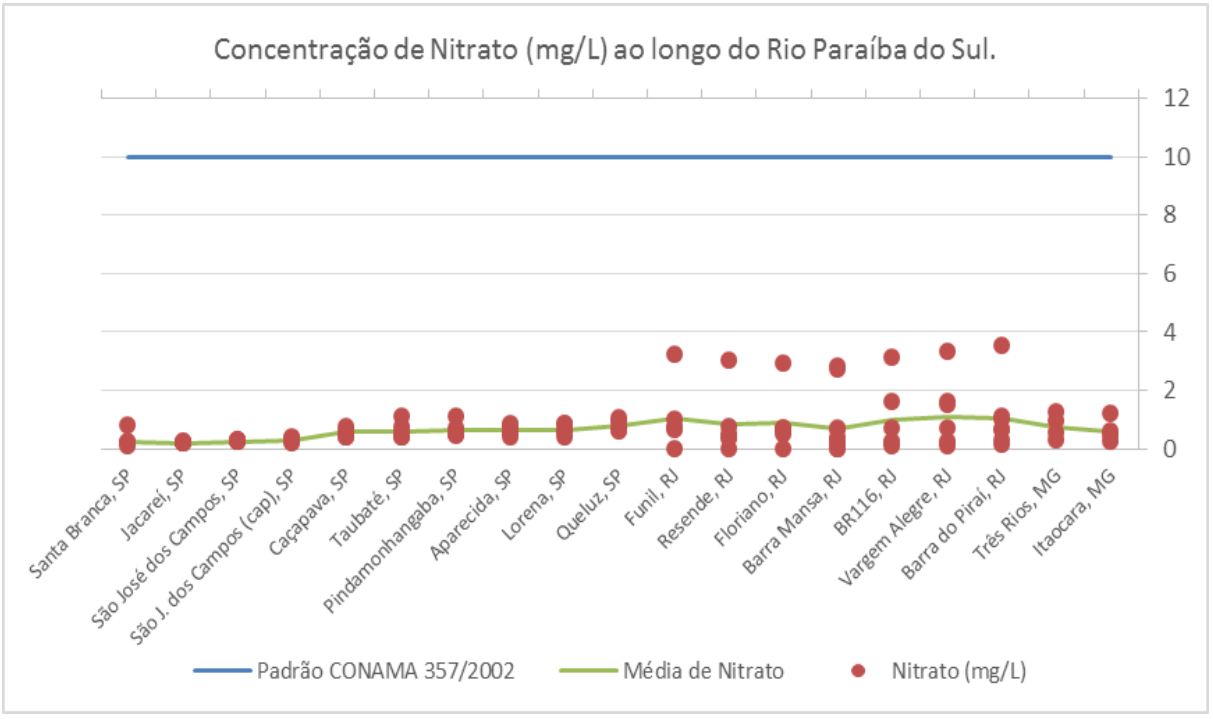


Figura 2.34 Concentração de Nitrato

Assim pode-se concluir que a aprovação de novas transposições só deve piorar as condições de qualidade da água nesses trechos, onde apenas um investimento intenso em saneamento básico e tratamento de efluentes poderiam reverter o quadro atual e o futuro.

2.7 TRANSPOSIÇÃO DO GUANDU

A transposição de águas do rio Paraíba do Sul a partir da captação na Barragem de Santa Cecília é hoje uma obra estratégica para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A região metropolitana não dispõe de fontes ou alternativas de bacias hidrográficas em distâncias viáveis para atender a sua população.

A descrição do cenário atual de captação no rio Paraíba do Sul e dos problemas na bacia do rio Piraí e de suas estruturas já foram apresentados no item 1.1 desse relatório.

O Rio Guandu tem sido a única solução viável para o abastecimento ora em questão, pois a revisão do plano diretor de abastecimento de água da Região Metropolitana oeste (CNEC, 2004) revelou a inexistência de outras fontes além daquelas já amplamente estudadas, e que abastecem a região, tais como: o próprio Rio Guandu, o reservatório de Ribeirão das Lajes, o sistema Acari e os mananciais locais de pequeno porte. Dessas fontes, a grande maioria pertence à bacia hidrográfica do Rio Guandu. Sua vazão natural mínima foi ampliada com a transposição dos rios Piraí e Paraíba do Sul, passando de 25 m³/s para 120 m³/s (SONDOTÉCNICA, 2007).

A Estação de Tratamento de Água (ETA) do Guandu, utiliza as vazões transpostas dos rios para abastecer cerca de nove milhões de pessoas no Estado do Rio de Janeiro (CEDAE, 2008). Atualmente, a vazão média é de 43 m³/s e a vazão outorgada, de 45 m³/s, sendo, portanto, a maior estação de tratamento de água em operação no mundo.

Na década de 1950, a barragem do Rio Guandu construída para a tomada d'água da ETA Guandu formou um reservatório de regularização – a chamada Lagoa Guandu, localizada imediatamente na foz dos rios Queimados e Ipiranga, afluentes do Rio Guandu, que, consequentemente, recuaram suas calhas para dar lugar ao lago do reservatório, gerando remansos. Assim sendo, o espelho de água da Lagoa Guandu vem aumentando ao longo dos anos, devido às operações da barragem principal da ETA Guandu e ao assoreamento causado pela poluição doméstica e industrial oriunda desses rios afluentes. Esses fatores são uma preocupação antiga no que tange o abastecimento de água.

Cabe destacar que os valores dos indicadores de poluição são bem maiores nos afluentes da Lagoa Guandu do que no próprio Rio Guandu a montante da barragem principal da ETA Guandu, de acordo com as citadas amostragens. Na verdade a Lagoa Guandu praticamente funciona como amortecedor da poluição. Nesse sentido, a Lagoa Guandu armazena os efluentes domésticos e industriais que recebe dos seus afluentes – os rios Queimados e

Ipiranga. Porém, o lodo depositado ao longo dos anos não é removido, e a altura do seu espelho de água vem diminuindo.



Figura 2.35 Barragem e lagoa do Guandu

Assim, hoje o maior problema da bacia do rio Guandu não se refere à transposição, que é estratégica em termos de quantidade de água, mas sim pela qualidade da água. Em recente trabalho o INEA estudou alternativas para resolver o problema de contaminação das águas do rio Guandu:

- Atual: Sistema de esgotamento sanitário irregular em toda a bacia dos rios Queimados e Ipiranga, ou seja, apenas fossas sépticas individuais operando na faixa de 30% de eficiência de remoção de carga orgânica (DBO);

- Definitivo: Implantação do sistema de esgotamento sanitário com tratamento secundário na bacia dos afluentes da Lagoa Guandu (rios Queimados e Ipiranga), antes da captação da ETA Guandu, sendo capaz de remover 90% da carga orgânica (DBO), conforme a concepção do plano diretor de esgotamento sanitário elaborado por STE (1994);

- Paliativo: Instalação de Unidades de Tratamento de Rio (UTRs) tipo flotação diretamente nas calhas dos rios Queimados e Ipiranga, logo a montante da Lagoa Guandu, isto é, na foz de cada rio para tratá-lo em tempo seco (2,5m³/s), sendo capaz de remover 70% da carga orgânica (DBO), conforme o sistema proposto pelo Projeto Proágua – Fase III (Coppe, 2000).

O diagnóstico sobre as condições hídricas na bacia do Rio Guandu, produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA) e elaborado no âmbito do "Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – 2006" demonstrou que, em boa parte da bacia, a qualidade da água do Rio Guandu e de seus afluentes encontra-se em situação crítica, com violações de classes de parâmetros, o que está relacionado aos lançamentos de efluentes domésticos orgânicos.

A bacia do Rio Guandu apresenta índices muito baixos de atendimentos por sistemas de esgotamento sanitário. Menos de 10% da população urbana da bacia é beneficiada por algum tipo de serviço de coleta de esgoto, a maior parte dos esgotos gerados é lançada in natura no ambiente aquático, estando a poluição concentrada em trechos do rio e seus tributários. O reservatório de Lajes e o Rio São Pedro parecem estar em condição de melhor proteção natural. Os rios dos Poços, Queimados, Cabuçu e Ipiranga, que desembocam na lagoa do Guandu, estão contaminados por esgotos domésticos, lixo e efluentes industriais .

Dessa maneira, a tomada da Estação de Tratamento da Água da CEDAE ocorre em uma área formada por um conjunto de lagoas, cujas águas estão especialmente impactadas. A água afluente às lagoas tem características anaeróbias e sua descarga é realizada diretamente no Rio Guandu. Assim a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Guandu depende principalmente da transposição do Rio Paraíba do Sul para a bacia do Guandu, isto é, dos reservatórios de Santana, Vigário, Ponte Coberta e das usinas hidrelétricas (UHE) de Fontes, Nilo Peçanha e Pereira Passos da LIGHT .Fatores limitantes do uso também diminuem a potencialidade do Rio Guandu, caso da penetração da cunha salina no canal de São Francisco a partir de sua foz na Baía de Sepetiba, o que obriga a uma reserva mínima de água necessária para impedir o avanço dessa cunha salina, que é chamada de demanda ambiental pelo Plano Estratégico de Recursos Hídricos (PERH).

O balanço ou saldo hídrico considerou a disponibilidade de vazão outorgável (outorgável), as demandas outorgadas (INEA, ex-Serla), a implantação da ETA Novo Guandu com 12 m³/s em primeira etapa e 12 m³/s em segunda etapa (Serla, 2008) e as vazões reservadas para conter a cunha salina, isto é, as demandas ambientais atuais e futuras adotadas pelo PERH Guandu (SONDOTÉCNICA, 2007). As outras demandas são aquelas adotadas pelo plano em 2005 e 2025 para as bacias do Ribeirão das Lajes e do Rio Guandu, nas

seguintes áreas: industrial (+16,09 m³/s); mineração (0,2 e 0,4 m³/s); agropecuária e aquicultura (0,24 e 0,24 m³/s). Nesse sentido, o cenário futuro sem previsão de aumento na demanda industrial é o único que não apresenta vazões negativas, e foi indicado como o cenário adotado para gerir as futuras outorgas na bacia do Rio Guandu. O **Quadro 2.6** a seguir mostra esses balanços.

Dessa forma a transposição do Paraíba do Sul é e continuará estratégica, para a bacia do rio Guandu e para o abastecimento de água do Rio de Janeiro.

Quadro 2.6 Outorgas na Bacia do Rio Guandu.

Cenário	Tipos de uso ou outorga	Vazões (m³/s)			Fonte
		Captação (-)	Lançamento (+)	Saldo	
ATUAL	**Demandas outorgadas**				
	Abastecimento e lazer	0,05764	0,00000	-0,05764	INEA
	Abastecimento público	64,49672	0,00000	-64,49672	INEA
	Esgotamento sanitário	0,00000	0,02319	0,02319	INEA
	Extração de areia	0,01042	0,00833	-0,00208	INEA
	Geração de energia	211,92083	211,21250	-0,70833	INEA
	Industrial	5,53222	0,10860	-5,42362	INEA
	Outros usos	0,00249	0,00082	-0,00167	INEA
	Produção de energia	18,00000	0,00000	-18,00000	INEA
	Sistema de refrigeração	3,66667	0,00000	-3,66667	INEA
	Total	**303,687**	**211,353**	**-92,334**	
	Outras demandas	0,440	0,000	-0,440	PERH
	Demanda ambiental	60,000	0,000	-60,000	PERH
	Outorga disponível			130,020	$0_{outorgável}$
	Saldo hídrico atual			**-22,754**	

Cenário	Tipos de uso ou outorga	Vazões (m³/s)			Fonte
		Captação (-)	Lançamento (+)	Saldo	
FUTURO	Demandas outorgadas	303,687	211,353	-92,334	INEA
	ETA Novo Guandu - 2ª etapa	12,000	0,000	-12,000	CEDAE[2]
	Outras demandas	16,730	0,000	-16,730	PERH
	Demanda ambiental	25,000	0,000	-25,000	PERH
	Outorga disponível			130,020	$0_{outorgável}$
	Saldo hídrico futuro			-16,044	
FUTURO[1]	Demandas outorgadas	303,687	211,353	-92,334	INEA
	ETA Novo Guandu - 2ª etapa	12,000	0,000	-12,000	CEDAE[2]
	Outras demandas	0,640	0,000	-0,640	PERH
	Demanda ambiental	25,000	0,000	-25,000	PERH
	Outorga disponível			130,020	$0_{outorgável}$
	Saldo hídrico futuro[1]			0,046	

Notas:
[1] Sem a demanda industrial do PERH
[2] CEDAE – CEDAE, 2010

A ocorrência de conflitos durante a concessão de novas outorgas de uso da água será inevitável, pois a disponibilidade hídrica é um fator claramente restritivo da bacia do Rio Guandu, devido ao crescente avanço do prisma de salinidade na foz do canal de São Francisco e ao aumento da dependência da operação dos reservatórios para gerar energia hidrelétrica, que funcionam cada vez mais no limite durante as estiagens. Um fator preocupante refere-se ao aumento das vazões outorgadas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a montante da transposição para a bacia do Rio Guandu, que indica uma futura retirada entre 5 e 15 m³/s de água do Rio Paraíba do Sul, como está apresentado no Plano Diretor da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (SONDOTÉCNICA, 2007).

Os resultados apresentados mostraram que existirá um déficit de vazão, se todos os empreendimentos utilizarem a água doce do Rio Guandu ao mesmo tempo. Concluiu-se, então, que a vazão para conter a cunha salina deverá ser menor do que a preestabelecida pelo plano da bacia, a fim de atender a todos os usuários; da mesma forma, as indústrias deverão se adaptar à água salobra do canal de São Francisco, como já acontece com a Usina Termoelétrica UTE de Santa Cruz, da Gerdau e da CSA (processos industriais), que não foram computadas no balanço.

Dessa forma pode-se dizer que é fundamental para a bacia do rio Guandu, associado à transposição de vazões:

- O monitoramento e a qualidade da água dos rios Pirai e Lajes;
- O monitoramento e a qualidade da água dos reservatórios do sistema LIGHT, Lajes, Tocos, Santana;
- E a qualidade e disponibilidade de água do Paraíba do Sul em Santa Cecília.

3 CANAIS DE CAMPOS

3.1 INTRODUÇÃO

A região denominada Baixada Campista ou dos Goytacazes, estende-se desde a Foz do Rio Macaé até a foz do Rio Paraíba do Sul, abrangendo os municípios de São Francisco do Itabapoana; São João da Barra; Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus e Conceição de Macabu. Esta região é bem servida em termos de recursos hídricos, onde se destacam o rio Paraíba do Sul e diversas lagoas, além de uma extensa rede canais (1500 km) implantada pelo extinto DNOS.

Mas a inexistência de uma gestão eficiente na rede de canais implantada tem provocado uma série de conflitos no que diz respeito ao uso da água no sistema, o que por sua vez tem proporcionado grandes prejuízos a diversos setores produtivos da região, destacadamente ao setor sucroalcooleiro.

Esta região era formada por diversos rios e centenas de lagoas, brejos e canais perenes e sazonais. No período de maior precipitação pluvial, os corpos hídricos transbordam, inundando as planícies adjacentes e ampliando o espelho d'águas de mais de uma centena de lagoas, interligadas por complexa malha de canais e brejos rasos. Que somados aos altos índices pluviométricos e à pouca declividade dos terrenos criavam as condições favoráveis à inundação e formavam um imenso pantanal.

Sua drenagem só ocorria quando a força das águas descarregadas da Lagoa Feia por um sistema de canais, e concentradas em uma lagoa na restinga, rompia a faixa de areia escoando para o mar o volume excedente acumulado. (BIDEGAIN; BIZERRIL; SOFFIATI NETO, 2002).

Em meados da década de 70 a agroindústria canavieira iniciou um período de profunda modernização, o que implicou para que significativo acréscimo à capacidade instalada das usinas da região se expandisse e praticamente eliminassem daquele espaço outras formas de uso da água.

3.2 AS COMISSÕES

No final século XIX, a chegada ao Brasil das novas tecnologias de agroindústrias advindas da Europa tornou possível a transformação das pequenas unidades produtivas (engenhos de açúcar) em grandes usinas, que necessitavam de grandes áreas produtivas para manter

seu parque industrial em atividade plena, fato que levou a um processo voraz de ampliação das terras agricultáveis, e ao consequente avanço sobre as zonas alagadiças.

Assim foram criadas sucessivas comissões de saneamento e outros órgãos responsáveis pelos estudos e obras da Baixada Campista.

- Período de 1894/1901 – Comissão de Estudos e Saneamento da baixada do estado do Rio de Janeiro;
- Período de 1912 – Comissão do porto de São João da Barra e baixada do nordeste do estado do RJ;
- Período de 1918/1925 – Comissão do canal de Campos a Macaé;
- Período de 1925/1928– Comissão de estudos e obras contra as inundações da Lagoa Feia e campos de Santa cruz;
- Período de 1925/1930 – Escritório Saturnino de Brito;
- 1933/1940 – Comissão de saneamento da Baixada Fluminense;
- Período de 1940/ 1989 – Departamento Nacional de Obras de saneamento - DNOS.

A Comissão de Estudos e Saneamento da Baixada do Estado do Rio de Janeiro realizou as seguintes obras:

- Limpeza do rio Macabu (1894);
- Construção do canal de Jagoroaba, para escoar as águas da Lagoa Feia para o oceano (1896-97);
- Desobstrução do canal Campos-Macaé (1897- 1901), suspensa por portaria;
- Restabelecimento da largura de 11 metros do rio Carrapato, numa extensão de 66 quilômetros;
- Restabelecimento parcial de 13,5 km canal de S. Bento ou do Frade (1897-1900);
- Limpeza dos sangradouros da Lagoa Feia, com reabertura da vala do Furado (início em 1897);

- Trabalhos análogos entre a Lagoa Feia e de Dentro;
- Levantamentos topográficos em toda a região.

A Comissão do Porto de S. João da Barra e Baixada Noroeste do Estado do Rio de Janeiro:

- Elaborou a planta de 19 km do Rio Paraíba do Sul;
- Fixou referência de nível, com base em observações maregráficas;
- Dragou sem sucesso, sua barra principal no Atlântico;
- Desobstruiu os sangradouros da Lagoa Feia.

A Comissão do Canal de Macaé a Campos:

- Realizou estudos topográficos e batimétricos;
- Traçou seções transversais;
- Instalou várias réguas para leitura do nível de água;
- Promoveu o rebaixamento do leito e a limpeza de vários trechos do canal Campos-Macaé;
- Desobstrução dos rios Novo, Barro Vermelho, Furado, Andreza e Caxexa, dentre outras obras.

O Escritório Saturnino de Brito realizou entre 1925 e 1930, os estudos mais completos sobre o Rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia, o “Relatório sobre o Melhoramento do rio Paraíba e Lagoa Feia”.

A Comissão de Estudos e Obras contra Inundações da Lagoa Feia e Campos de Santa Cruz, após reunir e analisar os dados produzidos pelas comissões precedentes, concluiu que, de todo o acervo herdado, pouco seria aproveitável.

Por isso, reiniciou a limpeza dos sangradouros da Lagoa Feia (51 km lineares) e propôs a criação de um vertedouro único para desaguá-la no mar, em contraponto à hipótese de Saturnino de Brito, de que seria mais eficaz manter conservados os sangradouros da Lagoa Feia do que jogar nas costas de um único canal; o Canal de Jagoroaba. Na década de 40, foi construído o Canal das Flechas, que passaria a desempenhar este papel.

A Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense possuía como escopo específico:

- Levantar a documentação produzida pelas comissões anteriores;
- Verificar até que ponto houve execução das obras projetadas e manutenção das mesmas;
- Investigar as causas responsáveis pelo malogro de iniciativas com vistas ao saneamento;
- Formular um programa global que permitisse o saneamento da Baixada Campista visando incorporação de terras ao processo produtivo;
- Inventariar os recursos materiais disponíveis para a execução de obras;
- Apresentar relação de material a ser adquirido;
- Orçar os trabalhos a serem executados.

Tudo isto objetivava resolver o então considerado caos, mitigando os riscos à economia local e à saúde pública. Esta comissão foi posteriormente transformada em Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense, realizando diversas obras, das quais se destacam:

- Limpeza de cursos d'água – Extensão de 800 km;
- Conservação de cursos d'água - Extensão de 865 km;
- Construção manual de cursos d'água - Extensão de 320 km;
- Dragagem de canais - Extensão de 19 km;
- Construção de dique de alvenaria - Extensão de 15,5 km;
- Construção de dique de terra - Extensão de 7,6km.

3.3 DNOS

Da sua criação até 1950, o DNOS promoveu um grande número de obras, que impressionavam, tanto pela quantidade, quanto pela complexidade das mesmas, tais como:

- 18 km de diques de alvenaria de pedra argamassa na margem direita do Rio Paraíba do Sul, entre Itereré e a cidade de Campos;

- 26 km de dique de terra a jusante da cidade;
- Dragagem de 221 km de canais;
- Construção do canal das Flechas, ligando a Lagoa Feia ao Oceano Atlântico, com seus 13 km de extensão, e 120m de largura, que substituiu o escoamento natural realizado pelos rios da Onça, Novo, do Ingá, do Barro Vermelho, e do Furado, que confluíam para o Rio Iguaçu (BIDEGAIN; BIZERRIL; SOFFIATI NETO, 2002).

Serviços executados pela Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense na Baixada Campista depois DNOS, criado pelo Decreto-lei n.º 2.367, de 4 de julho de 1940, em pleno Estado Novo, foi reorganizado em 1946 (Decreto-lei n.º 8.847, de 24 de janeiro), reestruturado em 1962 pela Lei n.º 4.089, de 13 de junho, e extinto em 1989, no início do governo Collor, teve papel marcante no processo de saneamento da Baixada Campista.

Impôs-se ao espaço natural uma “ordem” artificial, sintonizada com os interesses das usinas de açúcar, e em total desalinho com a sustentabilidade ambiental, fato que conforme provado pelo tempo, foi motivo de inúmeros problemas e de limitações de uso. Mesmo assim, até sua extinção, o DNOS cortou a Baixada Campista com cerca de 1.400 km de canais, sendo consideradas tão importantes as suas ações, que o mesmo passou a possuir uma conotação quase mítica (SOFFIATI NETO, 2005).

O alçar do DNOS à posição de autarquia federal, com total autonomia financeira e administrativa, financiadas por fundo próprio, exemplificado pelo artigo 46 da Lei Federal n.º 4.089/62 demonstra o tamanho do poder delegado a tal órgão. Pertencem à União e ficam sob a jurisdição do DNOS, que poderá aforá-los ou aliená-los, os acrescidos de terrenos de marinha resultantes de obras realizadas pelo DNOS, bem como os recuperados nas margens dos rios, canais e lagoas, que por qualquer título não estejam no domínio particular (SOFFIATI NETO, 2005).

O período que vai dos primeiros anos da década de 1930 até meados da década de 1970 caracteriza-se pela implementação dos grandes projetos de drenagem na região da Baixada Campista, propiciando um salto qualitativo no processo de “controle” das águas, em função da conjunção de fatores políticos-institucionais, econômicos e socioculturais. Destaca-se aqui a Revolução de 30, em cujo contexto sobressai o papel designado para a agricultura no período do entre guerras, e o protagonismo da classe profissional dos engenheiros na direção das políticas públicas no Estado do Rio de Janeiro.

Estes fatores concorreram para a consolidação da Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, que posteriormente ganhou amplitude nacional como Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). O órgão logrou empreender um conjunto de intervenções de ampla magnitude, obedecendo a um rigoroso planejamento até então inédito na região.

Ressalta-se a importância que os engenheiros assumiram nesse novo contexto político institucional, retomando os aspectos que revestiu a entrada em cena desta "classe profissional": a própria auto-compreensão identitária como "profissionais da transformação", e a coincidência com a concepção de modernização social do Estado vigente à época. Ou seja, a partir da revolução de 30 o "projeto de Brasil" concebido por esta classe ajustou-se aos interesses de grupos sociais hegemônicos presentes no Estado, dando margem a que os engenheiros conquistassem a direção das políticas públicas orientadas para a transformação das estruturas sociais e econômicas afeitas ao modelo político da República Velha.

Os projetos de saneamento e drenagem implantados a partir desse período inserem-se nesse contexto de "modernização do Estado", à luz do projeto modernizador dos engenheiros.

Paralelamente às motivações sanitaristas (como a erradicação da malária e a febre amarela), as fontes históricas indicam que a gênese do DNOS esteve intimamente ligada à expansão das atividades econômicas da Baixada Fluminense. Vale destacar aqui também o papel do DNOS na construção dos canais em Vila Velha no ES nesse mesmo período, com o intuito de contenção de cheias e mais tarde grande veiculador de esgotos ao mar. De todas as planícies do Rio de Janeiro, era exatamente a Baixada de Goytacazes que se afigurava como a principal, no que tange ao aproveitamento agrícola.

O efeito prático da atuação do órgão foi o amplo "dessecamento" da baixada outrora pantanosa e repleta de lagoas e lagunas perenes e temporárias, mediante a construção de uma complexa rede de canais de drenagem, de mais de 1.300 km de extensão, favorecendo nitidamente a expansão das atividades agrícolas locais.

A **Figura 3.1**, a seguir, foi reproduzida do mapa elaborado por Alberto Lamego, que integra o trabalho "Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé", publicado em 1955 pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Esse mapa é um

importante registro da profusão de lagoas, lagunas e brejos que dominaram a paisagem da região Norte Fluminense até 3 princípios do século XX.



Fonte: Elaborado a partir de Alberto Lamego. Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa feia e Xexê. Boletim DNPM n°154,1955

Figura 3.1 Lagoas e Lagunas na baixada dos Goytacazes no início do século XX

A **Figura 3.2** mostra os principais canais de drenagem que foram implantados pelo DNOS até o final da década de 1960.



Figura 3.2 Principais canais de drenagem implantados pelo DNOS.
Fonte: Elaborado a partir de base cartográfica do IBGE e imagem LANDSAT

A seguir, serão citados alguns canais da Baixada Campista.

3.4 CANAIS DA BAIXADA CAMPISTA

O sistema dos canais da Baixada Campista é uma das maiores e mais complexas obras de drenagem já construídas no Brasil. A construção aconteceu entre os anos de 1930 e 1970, mas a falta de manutenção tornou todo o sistema obsoleto e incapaz de dragar as águas durante a época das cheias e reter a água nos períodos de seca. Esta região é composta pela seguinte rede de drenagem principal:

Canais de Campos no PBS - Margem Direita

- Terere;
- Cacomanga;
- Campos /Macaé;
- Coqueiros;
- Cambaiba;
- São Bento – Quitingute (aduz do São Bento)

Margem esquerda

- Jacaré (Muriaé) - só drenagem;
- Vigário;
- Cataia;
- Cacimbas

Abaixo destaques dos principais canais:

- Canal Macaé

O canal Campos - Macaé foi construído no século XIX, ligando as bacias do rio Paraíba do Sul, da lagoa Feia e do rio Macaé, com o propósito de navegação, buscando atender diversos interesses econômicos, tais como: transportes de passageiros e de mercadoria.

Essa obra durou muitos anos e teve um elevado custo financeiro e social, pois a mão de obra empregada nessa construção foi basicamente constituída por escravos.

Com o crescimento do transporte ferroviário e rodoviário, o canal foi abandonado como via de transporte. A partir de 1935, quando se deu início às obras de dragagem e drenagem da comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, que em 1940 foi transformada em Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), o canal Campos-Macaé foi ligado a uma rede de canais com cerca de 1.450 quilômetros de extensão, porém não como canal de navegação, mas, como canal de drenagem.

Atualmente, o canal passa pelos municípios de Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus e Macaé.

Na área urbana de Campos dos Goytacazes, alguns trechos do canal já foram cobertos, como a seção que se estende do rio Paraíba do Sul à rua Tenente Coronel Cardoso onde foi construída uma área de lazer, o parque Alberto Sampaio. Na avenida 28 de Março, o canal está descoberto e bastante alterado, se comparado à sua característica original. Sem receber os cuidados que deveria por parte da prefeitura de Campos dos Goytacazes, o canal Campos - Macaé encontra-se totalmente poluído por esgotos domésticos, despejo de efluentes de pequenas empresas industriais e comerciais e por lixos.

- Canal Tocos

O Canal Tocos é um dos mais importantes defluentes do Canal Campos-Macaé, e, por sua vez, suas águas são aduzidas por comportas que ligam esses canais, e têm sofrido intervenções devido à falta de manutenção dos últimos anos, o que gera uma enorme visão de abandono.

O canal de Tocos origina-se nas imediações da comunidade da Chatuba do Carvão, que deriva do canal Campos-Macaé e eflui na lagoa do Jacaré, ligada à Lagoa Feia. Neste ponto, o canal foi praticamente bloqueado por uma comunidade de baixíssima renda que ergueu casas frágeis, em fins dos anos de 1970, sem saneamento básico e habitando área de risco ambiental (TEIXEIRA, 2000).

A Prefeitura de Campos dos Goytacazes cadastrou os moradores daquela comunidade e, posteriormente, transferiu aquela população para um conjunto habitacional que construiu próximo da área.

As águas do canal Tocos estão totalmente comprometidas devido ao grande depósito de esgoto que se tornou o Campos-Macaé. Isso afeta totalmente a qualidade da água, tornando-a imprópria para alguns usos na área rural, pois a água, receptora de esgotos e lixos fica totalmente poluída com sustâncias tóxicas, afetando as suas propriedades, modificando sua cor, cheiro, solubilidade, etc.

Em inspeções em campo, pode-se verificar as condições precárias em que se encontra o recurso hídrico do canal, com o excesso de lançamento e acumulação de substâncias que afetam diretamente as características naturais das águas e que lhes causam efeitos adversos secundários. Verifica-se, durante o curso do canal, a deterioração de objetos e poluição, possivelmente devido aos produtos agrícolas (adubos e pesticidas), comprometendo o uso do canal para irrigação.

O canal Tocos, atualmente, se encontra bastante eutrofizado, e o excesso de matérias orgânicas e nutrientes minerais no meio de líquidos, ricos em nitrogênio e fósforo, proporciona a proliferação de diversas espécies de vegetais aquáticos que obstruem o canal e consomem o oxigênio disposto na água gerando, consequentemente, a dificuldade da existência de vida aquática (CRUZ, 2007).

Assim, a eutrofização tem sido um dos maiores problemas enfrentados para a recuperação do canal, causando um impacto ambiental muito grande aos produtores dependentes desse recurso hídrico, comprometendo, assim, toda a sua produção e dificultando a sua limpeza.

Segundo Delfino (2006), atualmente o Canal Tocos vem passando por alguns melhoramentos. Isso se deve à grande necessidade de utilização do canal. A condição do sistema agrava-se com o aumento do despejo de resíduos sólidos e líquidos, tais como: esgotos domésticos, hospitalares e industriais (jogados no Campos-Macaé que, diretamente, é aduzido pelo canal Tocos).

- Canal Nicolau

O Canal Nicolau é um canal secundário. Sua derivação vem do canal Campos-Macaé e deságua na lagoa do Jacaré, ligado à lagoa Feia. Atualmente, o Nicolau apresenta uma série de problemas, que estão se refletindo no grau de complexidade do sistema. Esses problemas iniciam próximo à área de captação (canal Campos-Macaé) na zona urbana, onde podemos encontrar assoreamento, presença de lixo e também despejo de vários afluentes, principalmente de esgotos sanitários, tornando suas águas impróprias para uso agrícola e dessedentação de animais, além de reduzir a sua disponibilidade, geralmente

impedindo o transporte de água porque essas práticas dão início ao processo de erosão e também de eutrofização (que é justamente o excesso de matéria orgânica e nutrientes minerais no meio líquido o que provoca o crescimento de plantas aquáticas).

Essa situação se apresenta devido às práticas degradativas que são utilizadas na bacia como também a não realização de manutenção no sistema como um todo, ou seja, limpeza, conservação das comportas (sistema que controla a entrada e saída de água).

Essa degradação do Nicolau está comprometendo uma área produtiva que poderia ser beneficiada utilizando as águas do canal para fins de irrigação ou criação de animais gerando emprego e movimentando a economia local. O setor agrícola tem sofrido grandes prejuízos com a falta de gestão dos canais, principalmente, o setor sulcro alcooleiro onde ocorrem diversos tipos de problemas. Na época de chuva, que na região ocorre nos períodos de verão, os canais que deveriam assumir a função de drenagem, tanto urbana como rural, não realiza o que era esperado, transbordando, causando enormes prejuízos aos agricultores. Já no período de seca o sistema não possibilita a captação de água para a irrigação o que tem gerado problemas de abastecimento para as propriedades rurais, provocando uma queda acentuada na produção agrícola, numa região cercada de água em quantidade suficiente para evitar essa situação. Seria necessário que os canais estivessem limpos com suas comportas de derivações funcionando perfeitamente o que possibilitaria a drenagem dos canais durante todo o ano, garantindo, dessa forma, a eficiência na condução de água apesar de sua pouca declividade, o que dificulta e altera a velocidade e o escoamento da água.

A má gestão do canal Nicolau é uns dos principais motivos que causa escassez de água de qualidade, reduzindo a quantidade para a irrigação das propriedades rurais em épocas de seca e inundação no período de chuva, o que vem causando um grande transtorno para os agricultores que vivem em suas margens e dependem desse canal para o bom desenvolvimento de suas atividades.

- Canais Coqueiros, São Bento, Cambaíba, e Saquarema

Os canais Coqueiro e São Bento partem do rio Paraíba do Sul e se juntam ao norte do canal das Flechas, onde o canal São Bento prossegue até as comportas.

O Canal Coqueiros é um canal artificial longo com 40 km que se junta ao canal São Bento no terço inferior e recebe diversos canais e valas em seu trajeto. Tem inicio na orla de Campos e recebe em seu trecho inicial o canal São José, que é uma vala curta que faz

parte do rio Paraíba do Sul. É nesta vala que deriva o canal Cambaíba, que flui do canal de São Bento que corre para leste.

O Cambaíba recebe pela margem esquerda o Canal Saquarema, que também começa no rio Paraíba do Sul. O Canal Coqueiros lança suas águas no canal São Bento, que a partir deste trecho é conhecido também como rio Carapebas.

O canal de São Bento foi escavado em grande parte em um leito ancestral do rio Paraíba do Sul, abandonado a milhares de anos. Tem direção geral sul e alterna longos estirões retificados em curvas suaves. Seu nome se inicia como canal do Taí ou Barrinha, mas logo passa a ser chamado de canal da Andreza.

No seu percurso, recebe pela margem direita o canal Cambaíba que tem como importante tributário o canal de Saquarema.

O canal São Bento recebe o canal Coqueiros pela margem direita e segue sinuoso até a confluência com o rio do Viegas, onde está uma bateria de 14 comportas do extinto DNOS, sendo conhecido também como rio Carapebas.

O sistema São Bento é composto por uma complexa rede de escoamentos, parte dela com características ramificadas, parte com características de rede anelada, ou seja, que permite a recirculação da água. Toda a rede de canais conta com vastas planícies que permitem também fluxos de escoamentos superficiais, formando redes secundárias de escoamento e possibilitando até a transposição de parte da vazão de um canal para outro.

O sistema São Bento, ao desaguar no canal Pacheco, sofre influencia dos níveis d'água do canal das Flechas e em consequência, acaba sendo também afetado pelo funcionamento da Lagoa Feia, que funciona como um grande reservatório em eventos de cheia, tendo sua saída hoje, controlada por uma soleira natural que se chama Durinho da Valeta.

A rede de macro-drenagem principal do sistema São Bento é composta pelos canais São Bento, Coqueiros e Quitingute. Este sistema apresenta grandes áreas propensas a alagamento, apresentando em seu trecho baixo, especialmente ao longo do final do canal Quitingute, uma série de lagoas interconectadas, em áreas muito baixas e naturalmente inundáveis. O deságue deste sistema, hoje, se faz por um conjunto de 14 comportas, na foz do São Bento, lançando suas vazões no Canal Pacheco, que, por sua vez, descarrega no Canal da Flecha. O canal Coqueiro encontra o Canal São Bento pela margem direita deste. O canal Quitingute chega pela esquerda, já junto à foz do São Bento.

- Canal Quitingute

O canal Quitingute é um longo canal que começa no rio Paraíba do Sul próximo á São Domingos e termina no rio Viegas a oeste da lagoa Lagamar, próximo ao Farol de São Tomé. Mas, por causa de assoreamento em seu trecho inicial, foi feito um novo canal mais a jusante, chamado de Vala do Abreu (coordenadas: 21°45'07"S 41°10'18"O até 21°45'44"S 41°08'23"O) que o alimenta com águas advindas do Canal São Bento. O rio Viegas, por sua vez, deságua no canal São Bento, logo a montante das comportas. O Quitingute tem rumo sudeste até as cercanias da Lagoa do Açu, quando a partir daí faz uma curva de quase 90°, tornando-se retilíneo e ingressando na Lagoa Lagamar. Seu estado ambiental é muito superior aos do canal Macaé-Campos, Coqueiros e São Bento, embora suas barrancas sofram processos erosivos generalizados.

O Quitingute, ao receber as águas da Vala do Abreu, passa a correr em uma várzea com largura média entre 900m a 1,5km, raramente ultrapassando 2 km. Isso ocorre por cerca de 30 km, sempre flanqueada por faixas de terrenos arenosos a leste e oeste, ate adentrar uma zona de alagados a retaguarda e a oeste do cabo de São Tomé. O canal é interrompido pela Lagoa do Tai ao leste da Vila Abreu situado próximo a BR-356. Hoje a Lagoa do Tai é formada por duas lagoas unidas e um brejo. O canal Quitingute reaparece a jusante da lagoa, mais ao sul e segue pelo meio da várzea passando afastado pela margem esquerda, das comunidades de Água Preta, Mato Escuro, Bajuru e Folha Larga. Pela margem direita, passa por Sabonete, Cazumbá. Campo da Areia, Corrégo Fundo e Ponte do Trilho.

O Quitingute flui por mais 10 km por uma extensa área deprimida a oeste do cabo de São Tomé, denominado por Alagados do Açu. Saindo dos Alagados do Açu, o canal Quitingute segue por mais 3,4 km até a lagoa Lagamar onde é interrompido.

Saindo da lagoa do Lagamar, o canal Quitingute segue por mais 2,4 km em linha reta e deságua no rio Viegas, que corre por mais 4,8 km para se juntar ao canal São Bento.

Em 2007 o INEA assinou o PAC I – Recuperação do Sistema de Drenagem da Baixada Campista, que contempla um conjunto de obras de drenagem e limpeza, no sistema São Bento (Coqueiros, São Bento e Quitinguti) e reformou todas as comportas do Canal das Flexas, tornando-as automatizadas e dotadas de grande eficiência, ou seja, uma operação que levava muitas horas hoje é feita em alguns minutos, propiciando que a abertura e o fechamento seja possível ser feito várias vezes ao dia, como por vezes é necessário devido

a influência das marés. Além disso, reformou também, colocando em operação, todas as comportas de adução do Paraíba e as do Terminal Pesqueiro e Furadinho.

3.5 OS CONFLITOS DE USO

Com a falência do modelo autoritário, no final da década de 80, era grande no Brasil a impressão de que seria preciso redimensionar o papel do Estado e de sua máquina administrativa. Fernando Collor de Melo, o primeiro presidente eleito em 30 anos, assumiu o poder em 1990 com uma plataforma que interpretava a reforma administrativa, fundamentalmente, como a necessidade de se promover o "enxugamento da máquina" governamental.

Promoveu uma ampla e acelerada reforma administrativa, "idealizada estritamente" pelos quadros do poder executivo e implementada exclusivamente por medidas provisórias. No bojo dessa "reforma", o governo extinguiu cinco autarquias, entre elas o DNOS e o IAA, duas instituições-chave para o setor agroindustrial campista há muitos anos.

Torna-se, pois, possível estabelecer um estreito laço entre os grandes projetos governamentais nacionais e as dinâmicas políticos-institucionais e econômicas da região canavieira de Campos dos Goytacazes. Com a Revolução de 30 e seu projeto modernizador, embrião das grandes obras do DNOS a agroindústria local recebeu um grande impulso. Depois, na década de setenta, mais uma vez o Estado, via IAA e DNOS, promoveu uma profunda modernização na infraestrutura econômica local, aumentando em muita a capacidade produtiva das usinas e patrocinando a irrigação para determinado segmento de produtores. Já no governo Collor, a reforma administrativa, que extingue o DNOS e o IAA, apregoava, como uma de suas principais motivações, destruir as relações "clientelistas" que o Estado brasileiro teria estabelecido historicamente com certos grupos, principalmente no período ditatorial ainda recente.

A extinção pura e simples do DNOS, na área de saneamento, sem a criação de instituição alternativa, deixou o Governo Federal sem um órgão gestor de obras de infraestrutura voltada ao saneamento básico.

O DNOS já enfrentava uma profunda crise institucional, ao longo da década de 1980. Sua extinção, no entanto, é menos um desdobramento desta crise do que uma decisão inserida no contexto das reformas neoliberais que se seguiram. Na região em tela, sua extinção resultou no abandono da monumental estrutura hidráulica construída ao longo de décadas e

o fim da principal instância mediadora de conflitos em torno do uso da água, provocando um vazio institucional grave e duradouro.

A mediação conduzida pelo DNOS sempre esteve orientada pelos interesses da agroindústria canavieira, de acordo com o exposto. Outros atores sociais, em particular os pescadores, nunca foram reconhecidos pelo órgão como um grupo social com legitimidade para reivindicar seus interesses. Com a introdução da irrigação, na década de 70, os antigos canais de drenagem passaram a ser utilizados com dupla função. Por um lado, era necessário mantê-los desobstruídos, para permitir o rápido esgotamento das águas acumuladas com as chuvas. Por outro lado, a necessidade de preservação de níveis de água suficientes para atender os sistemas de irrigação induzia os proprietários rurais e usinas a obstruir o curso d'água com pequenas barragens, dificultando o escoamento das águas.

A Baixada Campista passou a ter terras ressecadas e em alguns locais salinizadas, sobretudo nos períodos de baixa pluviosidade, sem água suficiente para suprir as necessidades do novo modelo agrícola baseado na irrigação, de terras úmidas, pantanosas, com inúmeras lagoas permanentes e temporárias.

Nos períodos de seca, quando o rio Paraíba do Sul tem o seu nível d'água bastante baixo, diversas captações que alimentam os canais ficam desafogadas, comprometendo o abastecimento das propriedades rurais. Com o abandono das estruturas hidráulicas e da manutenção dos canais, as condições, já precárias, do sistema hidráulico se agravaram rapidamente. A forte redução da oferta de água para os canais tem também como consequência imediata o aumento do nível da poluição hídrica, já que os canais são receptores do lixo e do esgoto lançados na área urbana de Campos.

Carentes de água para a irrigação e para a operação das unidades fabris, os proprietários rurais e as usinas, buscam elevar o nível d'água dos canais, construindo pequenas barragens. Essas barreiras interceptam o já pequeno fluxo de água, prejudicando todos os outros usuários localizados a jusante. Tais soluções individuais disseminam os conflitos por água por praticamente toda a região drenada pelos canais.

Agravaram a situação os períodos secos dos últimos anos, forçando mudanças de postura dos usineiros e proprietários rurais. Se no passado a lógica que prevalecia era a "recuperação das terras", ou seja, a ampliação da área produtiva com a incorporação de terras drenadas onde antes eram lagoas e brejos, agora admite-se a elevação do nível

d'água de algumas lagoas, através da operação de comportas nos canais, mesmo perdendo-se áreas produtivas.

O importante é ter água abundante para aumentar a produtividade da lavoura.

Nesse sentido, a acumulação de capital pela ampliação das áreas exploradas passou a ser menos importante do que a sua acumulação via aumento de rendimentos obtidos por unidade de área.

As lagoas assumem, pois, novo significado no discurso hegemônico das classes produtoras campistas. O que antes era visto como brejo, criadouro de mosquitos e causador de endemias, responsável pela pobreza econômica da Baixada Campista, passou a ser identificado como reservatórios de águas fundamentais para a estocagem de água a ser utilizada na irrigação.

No caso específico do sistema de canais da Baixada Campista, o conflito entre os diversos usuários dos sistemas, pode ser descritos em, ao menos, três vetores de interesse e conflito: as formas de uso que comprometem a disponibilidade de água; as que degradam a qualidade das águas; e as relativas aos próprios mecanismos de controle, como é o caso do gerenciamento das comportas que, quando não geridas eficazmente, ora prejudicam a agroindústria, pela fala ou excesso d'água, ora prejudicam os pescadores, por impedir o fluxo natural das águas e a movimentação da ictiofauna, durante seu ciclo de reprodução (GETIRANA, 2005).

Neste intervalo de tempo, os conflitos de interesses entre os atores sociais usuários do sistema de canais da Baixada Campista eclodiram na década de 70, e permanecem até os dias de hoje.

Quadro 3.1 Principais conflitos entre atores sociais usuários do sistema de canais da Baixada Campista.

ANO	ATORES EM CONFLITO	OCORRENCIA
1976	Departamento de Recursos Naturais Renováveis da Secretaria de agricultura e abastecimento e DNOS	Questionamento sobre os impactos das obras da Baixada sobre os ecossistemas locais.
1979	FEEMA E DNOS	Parecer técnico sobre o impacto ambiental das obras do DNOS
1979	Pescadores e DNOS	Pescadores de Ponta Grossa paralisam draga flutuante que pretendia remover o controle hidráulico natural do nível da Lagoa Feia, conhecido como durinho da valeta.
1979	Pescadores e DNOS	Protesto dos pescadores do Farol de São Thomé, junto ao canal Quitigute pela imediata ligação do mesmo com mar, caso que ficou conhecido como buraco do ministro.
1980	Pescadores e DNOS	Pescadores da Lagoa do Campelo arrancam as comportas do Canal Cataia

Cabe ressaltar que a mola mestra destes conflitos era a forma diferenciada de tratamento dos atores sociais, enquanto os ruralistas eram ouvidos e, na maioria das vezes eram acatadas suas reivindicações, os pescadores eram ignorados, sobrando a eles apenas a negociação via confronto direto.

Outro ponto a salientar é que a extinção do DNOS, no final da década de 80, pelo governo Collor, não findou com conflitos na Baixada Campista, apenas assumiu uma nova forma, já que a partir deste momento surgia um outro problema onde todos desejavam as benesses, mas ninguém assumia a tutela.

3.5.1 Conflitos Velhos e Atuais pelo Uso da Água

Em função da complexidade das questões envolvendo as disputas em torno da utilização da água na Baixada Campista, tornou-se necessário realizar um recorte analítico do que se entende por conflito em torno do uso da água.

Nesse sentido, o foco de atenção da pesquisa privilegiou os conflitos concernentes os segmentos que usam a água como insumo de atividades econômicas ligadas à agroindústria canavieira, entre si e em relação ao segmento dos pescadores, que necessitam da água como base de sustentação da atividade de pesca.

São três os principais conflitos pertinentes ao recorte analítico.

1. Conflitos internos ao segmento agroindustrial envolvendo, especificamente, usinas, produtores rurais e produtores rurais entre si;
2. Conflitos entre os segmentos dos pescadores e produtores rurais.
3. A Construção do Porto do Açu e seu Distrito Industrial

O primeiro envolve disputas pela apropriação dos recursos hídricos dentro de um mesmo campo de interesses, no caso a utilização da água como insumo produtivo para a agroindústria canavieira.

O segundo envolve conflitos que põem em disputa modos distintos de apropriação material e simbólica de uma determinada base de recursos territorializados, no caso a água, e que, em última instância, podem levar a inviabilização da permanência de uma determinada prática social.

O terceiro envolve conflitos em base mais ampla da bacia, tendo repercussão no balanço hídrico da mesma, no que diz respeito a captação de água direto no rio Paraíba do Sul, já

outorgada pelo INEA, à intrusão salina decorrida de dragagem do Canal Quitingute e ao lançamento de esgoto previsto com a implantação do Distrito Industrial. Frente ao novo cenário que hoje se faz presente não se tem segurança sobre a instalação ou não deste empreendimento, ao menos num intervalo de tempo inicialmente previsto.

CONFLITO

Seguindo essa classificação, os atores sociais são definidos dentro de cada um desses campos de poder, tanto por sua participação direta como sujeito, individual ou coletivo, como pelas posições estratégicas que assumem no espaço de relações: campo de disputas em torno da água.

Convém reconhecer que os grupos componentes dos segmentos sociais nas situações de conflito aqui analisadas não são monolíticos. Diferenças de posicionamento no interior de um mesmo grupo ocorrem, no entanto, em seus aspectos fundamentais, as posições assumidas pelos atores sociais estão relacionadas às posições que ocupam no espaço social: é a partir da proximidade dos indivíduos nesse espaço relacional que se afirmam, com maior probabilidade, identidades em torno de objetivos comuns.

Recentemente a dragagem para a construção do Complexo Industrial Porto Açu, em São João da Barra, no Norte Fluminense, provocou o aumento da salinidade das águas do Canal Quitingute, gerando uma multa pelo INEA à empresa OSX de R$ 1,3 milhão por danos ambientais.

Portanto, no recorte analítico adotado, os atores sociais em conflito pela apropriação da água são considerados como dotados de quantidades distintas de elementos de poder sobre os recursos: organizações empresariais (usinas sucroalcooleiras e distrito industrial), produtores rurais e pescadores. Os atores referidos anteriormente são aqueles envolvidos diretamente nos conflitos. Os demais atores, por não estarem diretamente envolvidos nas situações de conflito, aparecem na análise de acordo com seu posicionamento frente aos conflitos. É o caso, por exemplo, das prefeituras, órgãos do estado do Rio de Janeiro, ambientalistas, Ministério Público, etc.

3.5.2 Conflitos Internos ao Segmento Agroindustrial

Na década de 70 todas as usinas de açúcar e álcool já estavam instaladas e, até o final dessa mesma década, não enfrentavam problemas de disputas por água. Posteriormente, já

nos anos 80 e, mais significativamente, a partir dos anos 90, vários fatores irão concorrer para o surgimento de conflitos. Ressaltam-se, dentre eles:

- A implementação do uso da água em sistemas de irrigação, cuja intensificação ocorreu ao final dos anos 70;
- A extinção do DNOS;
- A diminuição dos índices pluviométricos regionais;
- A deterioração dos canais de drenagem;
- O comprometimento das tomadas d'água que aduzem água do rio Paraíba do Sul;
- A diminuição da vazão do rio Paraíba do Sul em tempo seco, impossibilitando a adução de água pelos canais de drenagem.
- A implantação do Complexo Industrial do Porto Açu

A partir da segunda metade da década de 70, os grandes e médios produtores de cana, passaram a requerer água para irrigar suas culturas (incluindo também as próprias usinas, dado que sempre possuíram lavouras próprias). Tal demanda adicional por água, acabou originando disputas internas neste segmento de usuários de recursos hídricos.

Nos últimos 13 anos, em função da menor disponibilidade hídrica e ausência de um órgão público mediador, muitos produtores e usinas passaram a recorrer a atitudes "individuais" para conseguir água, justificando tal postura, em geral, pela necessidade de proteger seus investimentos, comprometidos pela pequena quantidade de água nos canais.

As modalidades básicas de intervenção empreendidas como forma de "autodefesa" para a garantia do acesso à água são:

- O barramento dos cursos d'água;
- Manejo privado de comportas instaladas pelo DNOS.

Estas práticas acabam por prejudicar outros irrigantes instalados mais a jusante, pois ficam impossibilitados de aduzir água em quantidade suficiente e qualidade razoável. São relatados com frequência inúmeros casos desse tipo que culminam em inquéritos instalados

pela anterior Fundação Superintendência de Rios e Lagoas (SERLA), hoje INEA ou pelo Ministério Público.

Entretanto, a institucionalização do conflito é o que os produtores, majoritariamente, buscam evitar. De um modo geral, os irrigantes procuram esquivar-se de interferências tidas como "externas". Preferencialmente optam por tentar resolver as disputas informalmente.

A vantagem dessa solução informal ou extra-institucional das controvérsias é a possibilidade de deixar em aberto que cada usuário possa eventualmente fazer também um barramento conforme a sua conveniência. Busca-se manter, portanto, as intervenções "individuais" em sigilo, mesmo quando causam prejuízos a si próprios. Afinal, muitas vezes a vítima é vilã em outra oportunidade.

Os conflitos pelo uso da água entre produtores rurais que utilizam sistemas de irrigação ou necessitam de água para a dessedentação de animais ocorrem em praticamente toda a baixada.

Na região central da baixada, drenada pelos canais Coqueiros e Cambaíba, esses conflitos se tornaram mais frequentes. Esses conflitos têm se manifestado também na esfera jurídico-institucional. Alguns processos, inquéritos e ações públicas vêm sendo acionados pelo Ministério Público, IBAMA, prefeituras e ONGs, solicitando que o INEA coíba o barramento de canais e a realização de obras de drenagem de lagoas.

A lógica recorrente nas construções discursivas de alguns produtores rurais que utilizam a irrigação é a de que os conflitos devem ser resolvidos "fora" das instituições públicas. Com o fim do DNOS, os proprietários rurais e usinas assumiram boa parte do controle das estruturas hidráulicas, operando comportas e barrando os cursos d'água de acordo com seus interesses. A fragilidade institucional das instituições públicas abriu caminho para a condução privada do sistema de canais e, também, para a mediação privada desses conflitos.

Cabe assinalar que um componente fundamental do discurso dos atores envolvidos nos conflitos, de modo a garantir a manutenção da autonomia do grupo na mediação das disputas, é o de minimizar o quanto possível a existência dos conflitos. Esta estratégia é particularmente perceptível na adjetivação empregada para qualificá-las.

Por exemplo, recusam sistematicamente o epíteto de "conflitos" para a enunciação das disputas. Quando os membros destes grupos são questionados sobre a existência de

conflitos, prontamente corrigiam com eufemismos considerados mais adequados: desentendimentos, “pequenas desavenças”, desacordos, etc.

3.5.3 Conflitos entre Pescadores e Produtores Rurais

Os pescadores vêm conseguindo, desde a década de 70, aprimorar a sua capacidade de organização e representação, com o estabelecimento de associações, a utilização de instrumentos jurídicos e administrativos na defesa de seus interesses, e a construção de relações com mandatos parlamentares, tendo elegido, inclusive, um vereador oriundo de sua base social. Com isso, vêm adquirindo uma visibilidade até então inédita na sociedade local.

Atualmente, os pescadores vivenciam duas situações bastante distintas:

1. Em relação àqueles que dependem da pesca realizada nas grandes lagoas de água doce (Feia e Campelo), já não haveria razões para acontecerem os históricos conflitos com produtores rurais. A situação teria se modificado depois que a prefeitura de Campos passou a operar as comportas do canal da Flecha, garantindo um nível d’água na lagoa Feia mais favorável à atividade de pesca. Já a lagoa do Campelo, a recuperação do espelho d’água foi atribuída à construção de uma barragem pelos trabalhadores rurais de um assentamento do INCRA;
2. Em relação ao que concerne aos pescadores que realizam a pesca no litoral e nas lagunas costeiras, as questões permanecem praticamente inalteradas, motivando situações frequentes de conflito.

As diversas representações dos segmentos litigantes articulam diferentes formulações discursivas, acionando lógicas diversas sobre as formas de apropriação da água.

Para uma melhor compreensão dessas disputas em torno da água e suas especificidades, são apresentadas com base no recorte espacial:

a) Questões relativas às lagoas Feia e Campelo - Os conflitos que emergiram ao final dos 70 com a implantação do projeto modernizador do DNOS, colocaram em planos opostos o segmento agroindustrial, seu principal beneficiário, e os pescadores, cuja atividade econômica viu-se progressivamente desestabilizada.

   A construção do canal da Flecha, concluída em 1948, implicou em uma redução da superfície líquida da lagoa Feia em aproximadamente 100 km², com notório prejuízo para a atividade de pesca, o que teria justificado os levantes dos pescadores contra as ações do DNOS.

   Após a construção do canal da Flecha, o nível da lagoa Feia passou a ser regulado pelas comportas instaladas próximo à barra do Furado. Com a extinção do DNOS essas comportas passaram a ser operadas pela prefeitura de Quissamã e, mais recentemente, pela prefeitura de Campos, sem qualquer orientação ou programação técnica.

Na visão de alguns atores, com o recrudescimento dos períodos secos, estaria ocorrendo uma nova atribuição de significado para a lagoa Feia, levando a um consenso em torno da necessidade do aumento do seu espelho d'água. Esse consenso estaria integrando os pescadores, ambientalistas e o setor agroindustrial, exatamente os três principais grupos que historicamente divergiram quanto à apropriação simbólica e material das águas. Se, por um lado, a manutenção do nível d'água das lagoas já constitui uma demanda histórica de pescadores e ambientalistas, por outro lado, os proprietários rurais estariam aderindo a esta causa, em função do aumento da prática da agricultura irrigada De todo modo, alguns fatores têm contribuído para a diminuição dos conflitos com os pescadores da lagoa Feia. Constata-se que a prefeitura de Campos estaria investindo mais nos pescadores, em função da emergência deste segmento social "com voz" e possibilidade crescente de atendê-los face à elevação das receitas públicas como recebimento dos royalties do Petróleo. Desde o ano de 2000, os pescadores vêm sendo remunerados pelo município durante o período do defeso da pesca, que dura três meses.

Outro fator de abrandamento dos conflitos foi a mudança na operação das comportas do canal da Flecha, que passou a ser realizada a partir de 2001 pela prefeitura de Campos. Segundo depoimentos, a prefeitura de Quissamã, que assumiu o funcionamento das comportas após a extinção do DNOS, operava tão somente de acordo com os interesses dos produtores rurais, mantendo o nível d'água da lagoa desfavorável à atividade pesqueira.

Em relação à lagoa da Saudade, no ano de 2001 os trabalhadores rurais de um dos núcleos do assentamento Zumbi dos Palmares construíram uma barragem no canal Antônio Resende, responsável pela drenagem da lagoa, com o objetivo de aumentar o volume e a qualidade da água do lençol freático, excessivamente ácida à época. Antes da "barragem dos assentados" existe um vertedouro com 40 m feito pelo DNOS que não foi concluído e que cumpriria o papel de regular o nível da Lagoa do Campelo.

Mesmo com as reclamações dos proprietários rurais situados a jusante da barragem, a SERLA e a prefeitura de Campos resolveram manter a barragem, por entender que a situação da lagoa do Campelo tinha chegado em um nível crítico.

Adicionalmente, a prefeitura de Campos fez um enrrocamento de pedras (coordenadas: 21°41'17.16"S 41°11'11.23"O), com anuência dos proprietários rurais, na vertente da lagoa para o Canal Cataia, que ajuda na manutenção de seu nível mínimo até os dias atuais e realizou a limpeza do canal do Vigário, adutor de água do rio Paraíba do Sul para a lagoa do Campelo. Essas duas intervenções recuperaram parte do volume original da lagoa, melhorando significativamente a qualidade da água do lençol freático e permitindo a retomada da atividade de pesca.

Com a recuperação do volume de água da lagoa, a barragem passou a verter água, dissuadindo os protestos dos proprietários situados a jusante.

Percebe-se, portanto, que "projetos" sociais historicamente antagônicos passaram a apresentar uma convergência de interesses dos segmentos envolvidos até então inédita na região. Não obstante, dificilmente poder-se-á concluir que os conflitos em torno do uso da água não mais ocorrerão.

b) Conflitos relacionados às lagunas costeiras - Os atuais conflitos entre pescadores e agricultores e agora também indústriais muito embora não comparáveis ao

período 70/80, são motivados principalmente pelo risco de salinização das terras e, em algumas situações, decorrentes de disputas envolvendo a manutenção de áreas agrícolas, pastagens e loteamentos de veraneio versus recuperação das lagunas costeiras.

A construção dos canais São Bento e Quitingute, entre as décadas de 40 e 60, modificou totalmente a dinâmica das lagunas costeiras da Baixada Campista, desestabilizando toda a base econômica das comunidades de pescadores ali existentes. O rio Iguaçu, um dos principais pontos nodais da baixada, para onde convergia boa parte das águas, hoje é uma pequena lagoa chamada lagoa do Açu.

No passado, o rio Iguaçu era um dos principais escoadouros das águas da lagoa Feia. Recebia também águas provenientes do rio Paraíba do Sul, através de uma sequencia de lagoas, envolvendo a lagoa do Taí, lagoa Quitingute e a lagoa Salgada. Recentemente mais um conflito se instalou com as obras do Complexo Industrial do Porto Açu, com dragagens realizadas em sua construção salinizando as terras dos agricultores.

Com as obras do DNOS todo o sistema se inverteu: as águas da lagoa Feia, que corriam para o norte e desembocavam no mar, passaram a correr para o sul, através dos canais artificiais, construídos perpendicularmente aos canais naturais. No período de chuva, as lagoas e lagunas recebiam parte das águas que escoavam da baixada, provocando seus extravasamentos e, consequentemente, a abertura da Barra do Açu. Com o rompimento da barra, havia a renovação das águas das lagunas com água do mar que penetrava pela barra, possibilitando também a entrada de peixes e camarões. Quando a barra voltava a fechar, ficava um criadouro natural que garantia a pesca até o próximo ciclo das águas. Outra ligação das lagunas costeiras com o mar era feita no local conhecido como “buraco do Ministro”. Nesse ponto havia uma ligação natural do oceano com a lagoa do Lagamar, que foi fechado pelo DNOS para a construção de um dique-estrada, que liga o farol à Barra do Furado.

As águas que antes convergiam para esses pontos de comunicação com o mar, passaram a ser recolhidas por esses canais artificiais (São Bento e Quitingute), e conduzidas para o canal da Flecha, que desemboca na barra do Furado, receptora de toda a drenagem da baixada.

Dessa forma, a renovação dos estoques pesqueiros passou a depender do único ponto de comunicação com o mar que é a barra do Furado. Esse foi e continua sendo um dos principais focos de conflito entre pescadores, produtores rurais, sitiantes e prefeituras.

O argumento dos proprietários rurais é que a penetração da cunha salina é altamente prejudicial aos solos. Em contraste, para os pescadores, a comunicação das lagoas costeiras com o mar é fundamental para a manutenção da pesca, sobretudo do camarão. Assim, o imperativo de impedir a entrada da língua salina tornou o manejo das comportas dos canais objeto de disputas entre pescadores e proprietários rurais, que buscam operá-las diretamente, ou pressionando os órgãos públicos a fazê-lo de acordo com seus interesses.

Entretanto, um estudo recente realizado pela prefeitura de Campos constatou que a salinização das terras não se deve à penetração da cunha salina pela barra do Furado. Ao contrário, o aumento da salinidade provém de pólo oposto, em decorrência da pequena quantidade de água doce que chega às lagunas, associado às altas taxas de evaporação. A prefeitura tem procurado informar os proprietários sobre o resultado desse estudo, apostando, com isso, na redução dos conflitos. De todo modo, agricultores agem para impedir a penetração das águas

salgadas, enquanto os pescadores agem para permitir sua passagem em determinados momentos, pois manter as comportas permanentemente abertas acarretaria o ressecamento das lagunas.

Apesar da abertura da barra continuar como uma reivindicação dos pescadores, outro grupo de atores passou também a se interessar pela prática da medida, com base em interesses diferentes.

Quando chove muito na baixada, o nível das lagoas aumenta acarretando, por parte dos invasores da faixa marginal – produtores rurais e donos de construções irregulares - uma pressão para que a prefeitura abra a barra.

3.6 O FIM DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO – DNOS E A HERANÇA DE SUA COMPETÊNCIA PELO MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

O poderoso departamento, criado em 04 de julho de 1940, pelo Decreto lei n.º 2.367, teve o auge de suas ações no início dos anos setenta. Na década de 70, começaram os primeiros embates com ecologistas que tentavam, de todas as maneiras possíveis, fazer a defesa do patrimônio natural. Na década de 80, já não possuindo a mesma pujança orçamentária de outros tempos, o DNOS acabou por ser extinto (fato ocorrido em 13 de junho de 1989, no início do governo Collor).

Após a promulgação da lei 9.433, em 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e a formalização dos instrumentos de gestão e dos organismos de bacia, a Secretaria de Infra-estrutura Hídrica do Ministério de Integração Nacional, herdeira patrimonial do DNOS, voltou novamente sua atenção para os canais da Baixada Campista.

Em 2000, iniciaram-se as tratativas com o Governo do Estado do Rio de Janeiro, no sentido de se delegarem competências ao Poder Público Estadual objetivando a reavaliação do sistema e a priorização de obras de recuperação.

Em 2004, a Agência Nacional de Águas firmou convênio com a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), delegando-lhe as competências de analisar e de emitir documentos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos nos canais da Baixada Campista.

Em 2006, foi à vez do Ministério de Integração Nacional que celebrou convênio com a SERLA a fim de propiciar a transferência de recursos financeiros para a elaboração de um plano de recuperação e operação do referido sistema de drenagem.

Em 2007, o Governo Estadual propôs a criação de comitês de bacias hidrográficas, tendo como base o recorte territorial estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos,

que definiu 10 novas Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro que foi recentemente atualizado agora em 2013 definindo 09 Regiões Hidrográficas substituindo as 10 anteriores e incorporando a bacia do Itabapoana à região do Baixo Paraíba do Sul.

3.7 CRIAÇÃO DO GRUPO DE ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL - GAI

Reconhecendo a complexidade e a possível demora do processo de mobilização para criação de um organismo de bacia em uma área do porte da RH-09, considerando a necessidade premente de se intervir, de maneira emergencial, muitas das vezes, em pontos críticos do sistema, e considerando, por último, a sinalização do Governo Federal em disponibilizar, imediatamente, recursos financeiros para custear tais intervenções, a Presidência da SERLA decidiu criar o Grupo de Articulação Institucional (GAI).

O GAI foi formado com parcerias firmadas com os municípios, representantes da sociedade civil organizada, e resultou da pressão de usuários aflitos com o abandono dos canais provocando prejuízos repetitivos em suas áreas de produção.

O caráter provisório deste Grupo prendeu-se ao propósito de levantamento, análise, discussão, priorização e encaminhamento à SERLA, de propostas de intervenção para serem custeadas pelo Governo Federal. Desta forma, o período de existência do GAI estaria limitado à institucionalização do Comitê de Bacias Hidrográficas da RH-09, o que já está consolidado.

À frente da gestão do sistema de canais e comportas, a SERLA celebrou convênios com os municípios de Campos, Quissamã, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana, representações de agropecuaristas e de alguns pescadores. O objetivo era limpar e redragar a rede de canais afetada pelas intensas chuvas de janeiro de 2007. Neste mesmo ano, o governo do Estado do Rio de Janeiro criou o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela Lei nº 5.101, de 04 de outubro. Legalmente, ela extinguiu a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), a Superintendência de Rios e Lagoa (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF), assumindo as competências dessas entidades. O INEA foi instalado em 12 de janeiro de 2009, subordinada à Secretaria Estadual do Ambiente.

No período entre a criação e a instalação do INEA, ocorreram intensas chuvas e cheias no norte-noroeste fluminense. Por ação do Ministério Público Estadual, foi proposta uma ação civil pública (ACP) ao Poder Judiciário Estadual visando à detonação de diques ilegalmente construídos na Lagoa Feia por particulares.

Posteriormente, a ACP passou, então, ao Ministério Público Federal, que conseguiu junto à Justiça Federal liminar autorizando a detonação de cinco grandes diques na Lagoa Feia. Apenas quatro diques foram dinamitados, ampliando a área da Lagoa Feia para dimensões ainda não mensuradas.

No intuito de evitar a repetição de cheias descomunais na primavera-verão de 2009, o INEA propôs não remover mais diques na Lagoa Feia, porém promover a redragagem dos canais legados pelo DNOS. Para tanto, o governo do Estado do Rio de Janeiro conseguiu o repasse de R$ 97 milhões do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Entendendo que os recursos não eram suficientes para a redragagem de todo o sistema, este foi dividido em três partes: o subsistema do Canal de São Bento, o subsistema do Canal Campos-Macaé e o subsistema margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

Por meio de convênio com o Ministério da Integração via PAC será realizada a segunda etapa das obras de recuperação de canais de drenagem e irrigação da Baixada Campista, cujo projeto foi apresentado na 4ª Reunião Extraordinária da Câmara Técnica de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (CBH Baixo Paraíba) realizada no dia 02 de maio de 2013.

O Projeto de redragagem, elaborado pela COPPETEC, certamente impactará positivamente sobre setor agrícola que possui um histórico de prejuízos com a falta de gestão dos canais. De acordo com o mapa do SEA/UFRJ (2009), a cana-de açúcar ocupa 87% do total de área de agricultura no Estado, e quase toda a sua área de cultivo está nas planícies das Regiões Hidrográficas Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

A Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, segundo a COPPETEC (6), possui o maior número de captações para irrigação dos canaviais e a maior proporção de pastagens em torno das captações, e registra o menor índice pluviométrico.

No período de seca, o sistema não possibilita a captação de água para a irrigação o que tem gerado problemas de abastecimento para as propriedades rurais, provocando uma queda acentuada na produção agrícola. Por outro lado, na época de chuva, em razão de suas condições, os canais não realizam adequadamente a função de drenagem, transbordando, causando enormes prejuízos aos agricultores.

É necessário que os canais sejam limpos e que suas comportas funcionem adequadamente para possibilitar a drenagem dos canais durante todo o ano.

Existem recomendações para que as ações empreendidas nesse sentido contemplem além da dimensão hidrológica dos canais, considerando a complexidade de todo ecossistema abrangido pela Bacia Hidrográfica, por meio das seguintes estratégias:

1. Consolidação da Região Hidrográfica IX (Baixo Paraíba do Sul), com seu Comitê e Agência de Bacia. A perspectiva é de que a Região Hidrográfica deve ser o melhor instrumento para gerenciar os ecossistemas aquáticos das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro, desde que as bacias, sub-bacias e microbacias sejam consideradas como eixos de ecossistemas terrestres e até mesmo marinhos.
2. Realização de estudo retrospectivo de impacto ambiental para toda a rede de canais (ERIA). Os estudos exigidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente em 1984 e 1986 devem ser promovidos antes de qualquer intervenção de maior vulto em todos os ecossistemas aquáticos continentais da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul.
3. Integração das atividades econômicas. A limpeza, a dragagem e a redragagem de canais devem considerar não apenas as necessidades da agroindústria açucareira e alcooleira ou da agropecuária, mas também de outras atividades econômicas que dependam da água, de forma ótima, integrada e múltipla.
4. Manutenção da rede com baixo impacto ambiental e social. Operações de limpeza, dragagem e redragagem dos canais têm causado danos à biota e à atividade pesqueira. A proposta é que tais ações sejam feitas por trechos, com barreiras a montante e a jusante que impeçam a propagação de material suspenso nas águas.
5. Restauração e revitalização de ecossistemas aquáticos e terrestres. Como a retirada de plantas aquáticas é feita bem antes das chuvas e como as águas dos canais estão poluídas por matéria orgânica, as plantas crescem rapidamente. Cabe promover a despoluição dos mesmos e empregar trabalhadores na entressafra que removam mecanicamente esta vegetação, aproveitando-a para outros fins, de modo a não permitir que ela retorne para o ecossistema e o enriqueça com matéria orgânica. Ao longo dos canais, é de suma importância restaurar ecossistemas aquáticos que foram drenados por eles para enriquecer a biodiversidade.

3.8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Tendo em vista a relevância do sistema de canais da Baixada Campista para a economia da região, tanto em seu âmbito formal, representado pela agroindústria açucareira, e mais recentemente também à indústria portuária quanto no seu caráter mais tradicional, relativo aos pescadores; e também a longevidade dos conflitos existentes, faz-se necessária uma análise pormenorizada da questão. Tal análise necessita ter, como parâmetro fundamental, a mediação dos interesses e das necessidades diversas, e ser alicerçada em mecanismos de tomada de decisão, que embora sejam capazes de mensurar e avaliar os diversos

interesses em jogo sofra influência mínima dos mesmos, balizando-se em dados e informações técnicas.

Neste sentido, transcreve-se texto do PERHI-RJ, em suas recomendações para articulação com os planos de bacias e estratégias para a gestão sustentável dos recursos hídricos, para a Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (Relatório de Gestãos dos Recursos Hídricos – R4, SEA/INEA/COPPETEC, Janeiro 2013):

Outro importante problema que deve merecer tratamento prioritário se refere à solução dos constantes conflitos pelo uso da água de caráter generalizado, que envolvem interesses e atores distintos como prefeituras, irrigantes, usinas e pescadores. Esses conflitos resultam do "sucateamento" do sistema de canais e complexo lagunar da baixada campista, que aconteceu após a extinção do DNOS. Sem uma gestão eficiente, sem investimento em manutenção e ainda sem operação adequada, deixam de atender às finalidades desejadas de drenagem e irrigação.

O problema é grave e precisa ser resolvido com prioridade para permitir que a rede de canais passe verdadeiramente a servir a economia da região. Para isso, o Plano de Investimento incluiu o Programa D2: Planejamento Local para Recuperação Ambiental – Sistema de Canais e Complexo Lagunar da Baixada dos Goytacazes. Em relação a essa questão, foi emitida em 16 de dezembro de 2011, a Resolução conjunta da ANA e do INEA, que dispõe sobre a definição do domínio dos cursos d'água artificiais, denominados Canais de Campos, passando-os para o domínio estadual e a convalidação das outorgas emitidas pela ANA. Assim, o INEA poderá outorgar, efetuar a cobrança pelo uso da água e intervir de forma mais ativa na gestão dos canais.

A institucionalização da gestão possui uma série de vantagens em relação aos atuais mecanismos extra-institucionais em curso, dentre outras:

1. Evitar que decisões sejam tomadas baseadas na "boa vontade" dos atores com maior poder de influência;
2. Propiciar tomadas de decisão de maior alcance político e legitimidade;
3. Possibilitar a inclusão dos segmentos não-hegemônicos nos processos decisórios sobre o uso e manejo do sistema de canais.

Por fim, ressalta-se a necessidade de um maior envolvimento do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), do CBH estadual Baixo Paraíba do Sul, da AGEVAP, braço executivo destes dois CBHs, do INEA e da Agência Nacional de Águas

(ANA) na formulação de alternativas de gestão dos recursos hídricos locais, tendo em vista a dominialidade federal das águas do rio Paraíba do Sul e os acordos com o estado do Rio de Janeiro através do INEA realizados pelo Ministério de Integração e Agência Nacional de Águas.

Além disso, é necessária a definição formal sobre qual será o órgão gestor da infraestrutura hidráulica deixada pelo DNOS, definindo competências e responsabilidades. De todo modo, seja qual for a solução, é imprescindível o fortalecimento institucional dos órgãos gestores para que possam exercer suas funções com competência e salvaguarda da necessária autonomia frente aos grupos hegemônicos locais.

A complexidade das situações de conflito encontradas indica a necessidade de constituição de fóruns permanentes de decisões colegiadas, que incorporem os próprios atores em conflito e os órgãos públicos competentes. A dinâmica de gestão deve superar a visão de que os conflitos serão solucionados automaticamente por meio de intervenções meramente de natureza técnica, em detrimento de soluções negociadas envolvendo os diferentes interesses em disputa. Estes fóruns podem ser criados no âmbito dos CBHs Federal, CEIVAP, ou estadual, CBH Baixo Paraíba do Sul, por meio de grupo de trabalho ou câmara técnica permanente.

Vê-se nos Comitês – CEIVAP (federal) e CBH Baixo Paraíba do Sul (estadual) uma instância em que todos os atores envolvidos são partícipes, cabendo ao Prognóstico deste Plano de Bacia apresentar propostas de gestão destes canais.

4 BARRAGENS DE REJEITOS

4.1 INTRODUÇÃO

A atividade mineradora produz dois tipos de resíduos: os materiais estéreis provenientes do decapeamento da jazida, que são depositados em pilhas e bota-foras ou são utilizados na reconformação topográfica e construção de acessos no empreendimento; e os rejeitos resultantes do processo de beneficiamento do minério que, devido à sua composição (metais pesados, reagentes, sólidos em suspensão, substâncias tóxicas), são dispostos em pilhas controladas, na área de extração, como camadas de fundação para os equipamentos de produção ou em estruturas de contenção localizadas em bacias ou vales, denominadas barragens de rejeito.

As barragens de rejeito podem ser construídas com terra ou enrocamento, compactadas (material de empréstimo) ou com o próprio rejeito da usina de beneficiamento. Normalmente é construído um dique inicial, o qual deve ter capacidade de retenção de rejeitos para dois ou três anos de operação e posteriormente, servirá como embasamento para alteamentos sucessivos.

4.2 PRINCIPAIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE ALTEAMENTO DE BARRAGENS

A seguir apresentam-se os principais métodos construtivos de alteamento das barragens de rejeitos. Os mais conhecidos são os de Montante, Jusante e Linha de Centro.

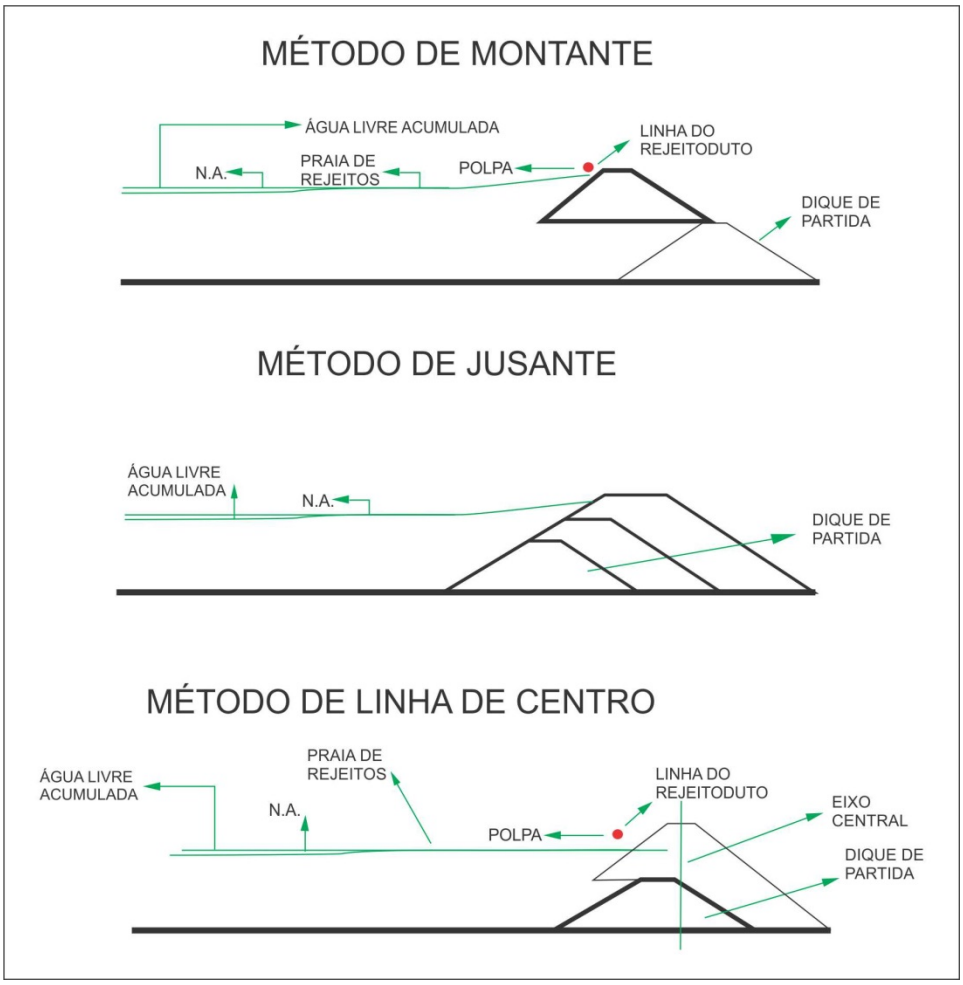


Figura 4.1 Métodos de Alteamento
Fonte: Pimenta e Espósito, 2008.

4.2.1 Método de Montante

O método de Montante é considerado o mais econômico e de maior facilidade executiva. Para a sua execução, inicialmente, é construído um dique inicial, sendo o rejeito lançado em seguida perimetralmente, a partir da crista, formando a denominada praia de rejeitos. Essa praia, por sua vez, torna-se fundação para o segundo dique periférico. Assim, sucessivamente, a barragem vai sofrendo incrementos até atingir a altura máxima especificada em projeto.

No alteamento pelo método de montante, existem poucas medidas estruturais que podem ser tomadas para controlar o nível d'água interno da barragem. Isto faz com que, às vezes, o nível d'água interno da barragem se eleve, podendo causar problemas de estabilidade e de "piping", se houver aparecimento de água no talude. A maior parte da barragem é

formada pela praia, onde os rejeitos são apenas lançados e se encontram saturados e num estado fofo. Isto aumenta a probabilidade de ocorrência de liquefação.

O rejeito granular, quando possui baixa densidade relativa e está saturado, se submetido a terremotos (solicitações cíclicas ou dinâmicas), pode se liquefazer e sofrer rupturas no talude. O método de montante não é aconselhado em regiões de alto risco sísmico.

Devido ao difícil controle do nível d'água da barragem, a praia deve ser extensa, para manter a linha freática afastada do talude. Assim, o volume de água livre diminui muito, não sendo aconselhado este método para situações onde haja necessidade de uma barragem com grande capacidade de retenção de água.

Entretanto, barragens construídas pelo método de Montante, usando principalmente o rejeito como material de construção possuem algumas desvantagens, tais como dificuldade de controle da superfície freática, redução na capacidade de armazenamento do reservatório, susceptibilidade ao piping, superfícies erodíveis e probabilidade de liquefação, no caso de rejeitos granulares, fofos e saturados.

Pode-se dizer que esse método é o mais econômico, porém o mais crítico sob o ponto de vista de segurança. (Pimenta e Espósito, 2008).

4.2.2 Método de Jusante

O método de jusante, a etapa inicial consiste na construção de um dique de partida, normalmente de solo ou enrocamento compactado, em que os alteamentos subsequentes são realizados para jusante do dique de partida. Este processo continua sucessivamente até que a cota final prevista em projeto seja atingida.

De acordo com Klohn (1981), as vantagens envolvidas no processo de alteamento para jusante consistem no controle do lançamento e da compactação, de acordo com técnicas convencionais de construção. Nenhuma parte ou alteamento da barragem é construída sobre o rejeito previamente depositado, além disso, os sistemas de drenagem interna podem ser instalados durante a construção da barragem e prolongados durante seu alteamento, permitindo o controle da linha de saturação na estrutura da barragem e aumentando sua estabilidade.

A barragem também pode ser projetada e construída apresentando a resistência necessária ou requerida, inclusive resistir a qualquer tipo de forças sísmicas, desde que projetadas para tal, já que há a possibilidade de atendimento integral das especificações de projeto.

Entretanto, barragens alteadas pelo método de jusante necessitam de maiores volumes de material para construção, apresentando maiores custos associados ao processo de ciclonagem ou ao empréstimo de material. Além disto, com este método, a área ocupada pelo sistema de contenção de rejeitos é muito maior, devido ao progresso da estrutura para jusante em função do acréscimo da altura (ARAUJO, 2006).

4.2.3 Método de Linha de Centro

Barragens alteadas pelo método de linha de centro apresentam uma solução intermediária entre os dois métodos citados anteriormente, apresentando vantagens dos dois métodos anteriores, tentando minimizar suas desvantagens.

Neste método, torna-se possível a utilização de zonas de drenagem internas em todas as fases de alteamento, o que possibilita o controle da linha de saturação e promove uma dissipação de poropressões, tornando o método apropriado para utilização inclusive em áreas de alta sismicidade.

Segundo Araújo (2006), a escolha de um ou outro método de execução irá depender de uma série de fatores, tais como: tipo de processo industrial, características geotécnicas e nível de produção de rejeitos, necessidade de reservar água, necessidade de controle de água percolada, sismicidade, topografia, hidrologia, hidrogeologia e custos envolvidos. No entanto, como as barragens alteadas pelo método de montante têm se mostrado de maior facilidade de execução e mais economicamente viáveis, essas têm sido as preferencialmente adotadas pelas empresas mineradoras.

4.3 ETAPAS DA VIDA ÚTIL DA BARRAGEM DE REJEITOS

As etapas da vida útil de uma barragem compreendem a procura do local, o projeto da instalação, a construção, a operação e o fechamento definitivo. O processo de seleção de locais aptos divide-se em duas fases claramente diferenciadas.

- Primeira fase - realiza-se uma avaliação em grande escala, que tem como objetivo descartar áreas impróprias e obter uma classificação preliminar das zonas aceitáveis, baseada em fatos reais. Podem-se utilizar avaliadores geológicos de prospecção como a geoquímica ou a geofísica, para identificar áreas potencialmente exploráveis para extração de minério. Áreas com aspectos legais impeditivos também são eliminadas nesta fase, como por exemplo, áreas de proteção ambiental e de patrimônio histórico.

- Segunda fase - uma vez delimitadas regiões alternativas menores, utilizam-se fatores mais específicos de escolha.

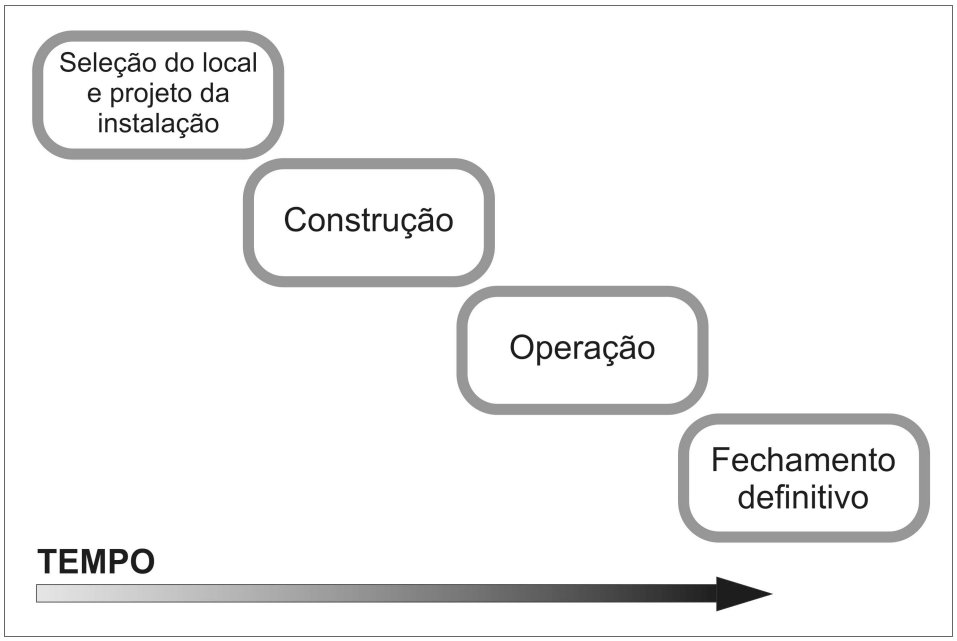


Figura 4.2 Evolução no tempo das atividades relativas a barragens de rejeitos
Fonte: LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP (2006) in Mello, 1981

Em se tratando de mineradoras as variáveis consideradas para determinar a melhor opção de local se limitam às econômicas, já que a disposição dos rejeitos é um investimento sem retorno a curto ou médio prazo. As novas legislações ambientais, porém, obrigam os mineradores a considerar também as variáveis ambientais, as estruturais, as geológicas e até os impactos que os rejeitos gerarão nas comunidades circunvizinhas.

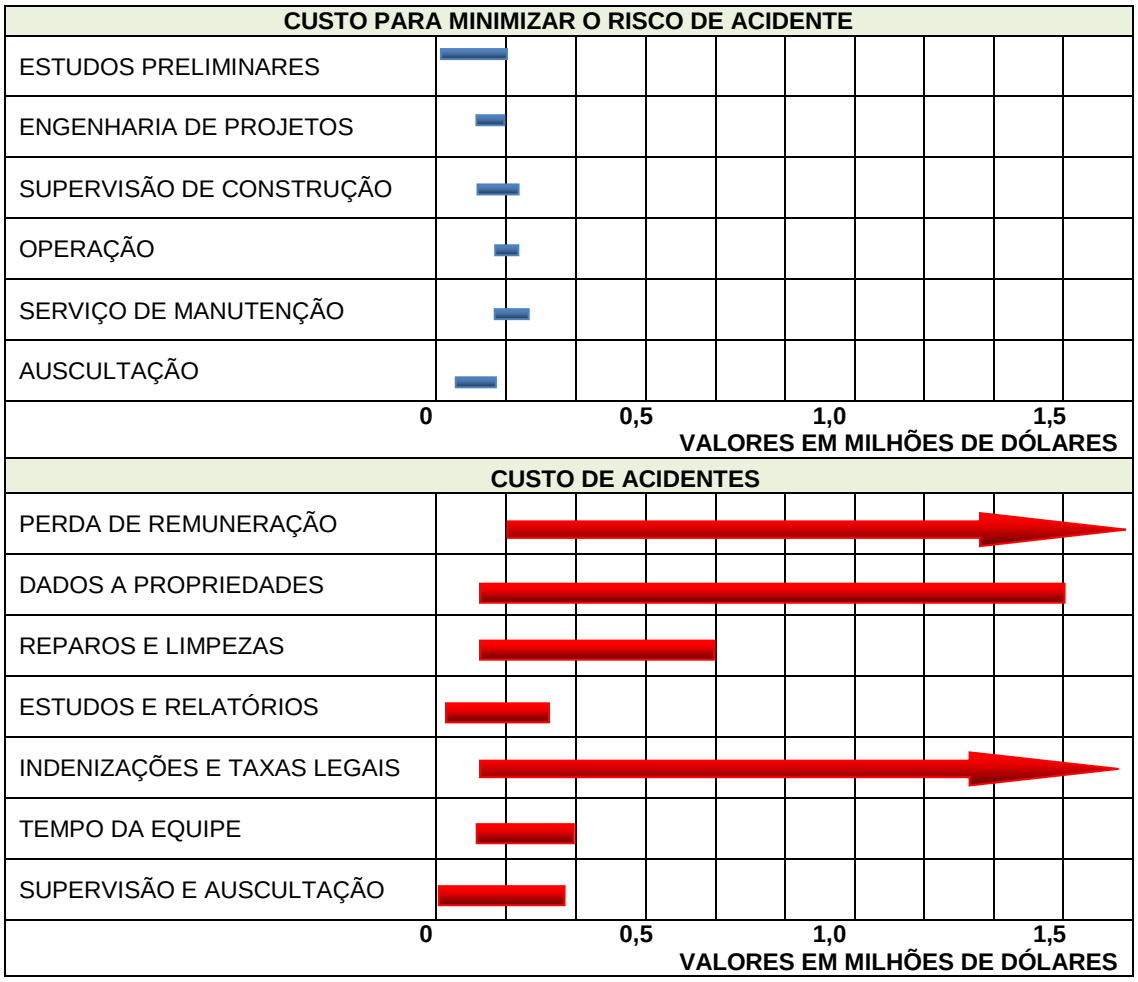
É necessário, na seleção de local, vincular todo tipo de variáveis que direta ou indiretamente influenciam a obra: características geológicas, hidrológicas, topográficas, geotécnicas, ambientais, sóciais, avaliação de riscos, entre outras.

Segundo De Mello (1987), não se deve subestimar o que pode suceder na construção, operação ou fechamento de uma barragem de rejeitos, a lista de checagem deve ser ampla, considerando tudo ou tanto que se possa imaginar como admissível: “O importante é não começar os raciocínios às avessas, admitindo que quase nada possa ocorrer, até ser surpreendido com a ocorrência”.

No estudo apresentado por Mello (1981) sobre segurança das barragens de rejeitos nos Estados Unidos (**Quadro 4.1**), observa-se que os custos nos estudos preliminares são muito menores do que os custos de um eventual acidente, isto é, o investimento nas etapas

iniciais do planejamento garante a segurança das estruturas e representa uma economia em longo prazo, Lozano (2006).

Quadro 4.1 Custos para minimizar o risco de acidentes vs custos de acidentes
Fonte: Lozano (2006) in Mello, (1981)



Contudo, a tomada de decisões na localização da barragem de rejeitos geralmente não utiliza métodos apropriados, que estabeleçam claramente as variáveis envolvidas e que associem um peso ou um valor obtido com consistência matemática a cada alternativa.

Segundo Galves (1995), a partir do início dos anos 60 houve uma crescente conscientização quanto à necessidade de se considerarem vários objetivos na análise e solução dos problemas relacionados a obras de grande porte. O enfoque tradicional, baseado na estimativa de benefícios e custos, deu lugar a uma abordagem mais realista, que inclui objetivos ambientais e sociais, com o subseqüente desenvolvimento de diversos métodos de auxílio à decisão, capazes de tratar problemas com objetivos múltiplos de uma maneira formal. Lozano (2006).

Diante disso, é possível verificar a necessidade da Gestão das Barragens do Estado, não só por parte dos órgãos ambientais, mas também das empresas que serão as maiores beneficiadas, uma vez que irão minimizar os gastos com pagamento de multas e com a recuperação ambiental dos danos causados por uma possível ruptura em suas estruturas.

4.4 AS GRANDES CHEIAS – NECESSIDADE DE ACOMPANHAMENTO E GESTÃO DE BARRAGENS DE REJEITO

O Acompanhamento e Gestão de barragens de rejeito se faz necessária visto que são fontes potenciais de poluição hídrica, no caso de transbordamento do maciço em eventos de chuva intensa ou ruptura do dique de contenção por variados motivos, como instabilidade dos taludes e dimensionamento inadequados dos vertedouros.

Ainda com base no estudo da ANA – SIEMEC/SISPREC o rompimento de barragens de rejeitos está intimamente relacionado a eventos críticos proporcionados por grandes cheias como especificados abaixo:

Em 2003 a barragem da empresa Florestal Cataguases, localizada na cidade de Cataguases, rompeu, provocando o vazamento de cerca de 1,2 bilhões de litros de lixívia ou "liquor negro", gerando reflexos nas esferas socioeconômica e ambiental.

Esfera socioeconômica:

- Corte na distribuição de água para diversas indústrias e 36 municípios, prejudicando mais de 700.000 pessoas;
- Suspensão temporária das atividades da pesca e extração de areia para a construção civil;
- Paralisação das aulas;
- Custos com a perfuração de poços artesianos e aluguel de caminhões pipa;
- Compra de milhares de cestas básicas durante 3 meses;
- Indenização a pescadores e demais profissionais;
- Queda na demanda por pescado oriundo das áreas afetadas;
- Queda na arrecadação tributária nos municípios afetados uma vez que as indústrias deixaram de produzir durante 10 a 20 dias.

Na esfera Ambiental:

- Morte da vida aquática nos trechos dos rios que foram afetados;
- Possibilidade de persistência dos resíduos no leito dos rios caso houvesse a presença de metais pesados, além das substâncias altamente tóxicas denominadas de dioxinas e furanos;
- Os efeitos desses compostos orgânicos são cumulativos, podendo atingir os seres humanos através da cadeia alimentar, sendo necessário analisar as amostras de peixes, além do monitoramento intenso dos sedimentos.

As fotos a seguir mostram a barragem de rejeitos da empresa Florestal Cataguases.



Figura 4.3 Barragem de Rejeitos da Florestal Cataguases



Figura 4.4 Barragem de Rejeitos da Florestal Cataguases - Local da Ruptura

As duas barragens da Florestal Cataguases de papel estão totalmente desativadas num processo realizado sobre a Coordenação da SEMAD do Governo do Estado de Minas Gerais e com o acompanhamento e contribuição do INEA do Governo do Estado do Rio de Janeiro e da ANA pela União. Sendo, portanto retiradas da lista de barragens de rejeitos da bacia que será apresentada posteriormente.

No dia 1º de março de 2006 ocorreu o primeiro rompimento da barragem de rejeitos da Mineradora Rio Pomba no município de Miraí e provocou o lançamento de cerca de 130 milhões de litros de efluentes de uma mineradora de bauxita na sub-bacia do rio Muriaé (RANGEL et al, 2007) e atingiram as cidades de Miraí, Muriaé, Laje do Muriaé, Itaperuna, Italva, Cardoso Moreira, Campo dos Goytacases e Paraíba do Sul. Cerca de 100 mil pessoas tiveram o abastecimento de água cortado.

A segunda ruptura de barragem de rejeitos da mineradora Rio Pomba, mais grave que a anterior, provocou o lançamento de cerca de 400 milhões de litros de efluentes e ocorreu no dia 10 de janeiro de 2007, menos de um ano depois da primeira.

A Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerias (SEMAD) interditou a continuidade das operações da mineradora Rio Pomba Cataguases Ltda e aplicou-lhe multa de R$ 75 milhões, a maior multa ambiental na história de Minas Gerais.Esta barragem também foi desativada e hoje já não consta mais na lista de barragens de rejeitos de MG.

As fotos a seguir ilustram alguns aspectos desse desastre.



Figura 4.5 Cidade de Miraí a Jusante da Barragem de Rejeitos da Mineradora Rio Pomba Cataguases



Figura 4.6 Local da Ruptura da Barragem de Rejeitos



Figura 4.7 Barragem de Rejeitos

Em 2008 vários municípios dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro foram atingidos pelas cheias. Considerada pelos moradores das cidades atingidas um evento mais drástico que o de 2007, a cheia foi oriunda de uma precipitação ininterrupta, que durou uma semana.

Os rios Pomba e Muriaé subiram cerca de 10 e 8 metros, respectivamente. As cidades mais atingidas foram Cataguases, com 70% do munícipio afetado, Muriaé, que ficou com dez mil pessoas desalojadas e 42 famílias desabrigadas, Carangola, onde 160 pessoas ficaram desalojadas, e Cardoso Moreira, em que o rio Muriaé atingiu 3,8 metros acima da cota de transbordo. Outros municípios em que moradores tiveram que deixar suas casas foram: Natividade, Itaocara, Aperibé, Italva, Porciúncula, Campos dos Goytacazes e Cambuci.

4.4.1 Histórico

Os eventos críticos de destaque que atingiram a bacia nos anos de 1977 a 2008, estão descritos a seguir. Dentre estes se destaca a ocorrência de alguns de extrema gravidade conforme listado por ARAÚJO **et al**., (2009), além de metade desses acidentes serem com barragens de rejeitos.

- 1977 – Rompimento do dique de contenção da lagoa da Companhia Paraibuna de Metais em Juiz de Fora/MG, contaminando os Rios Paraibuna e Paraíba do Sul com metais pesados;

- 1982 – Vazamento da Cia. Paraibuna de Metais, com o rompimento de um dique de contenção de rejeitos no Rio Paraibuna, que carreou resíduos de metais pesados (cromo e cádmio) e outras substâncias tóxicas, contaminando o Rio Paraíba do Sul desde a confluência com o Paraibuna até a foz;

- 1984 - Acidente rodoviário em que um caminhão despejou 30 mil litros de ácido sulfúrico no Rio Piabanha;

- 1989 - Acidente com um caminhão tanque de metanol que despejou o produto no rio, na altura de Barra do Piraí;

- 2001 - Mineração Rio Verde Ltda. Nova Lima, MG. O rompimento da barragem resultou em 5 mortes, danos à fauna, flora e unidade de conservação, danos à adutoras de abastecimento de água, assoreamento de rios, além de pagamento de multa e prestação de serviços sociais.

- 2003 - Rompimento do dique de contenção da lagoa de rejeitos da Florestal Cataguases, em Cataguases/MG, contaminando os Rios Pomba e Paraíba do Sul com o "licor negro" altamente alcalino proveniente dos processos de fabricação do papel. Estima-se que vazaram mais de 20 milhões de litros de soda cáustica no Rio Pomba.

- 2006 - Rio Pomba Mineração Cataguazes. Miraí, MG. Vazamento de lama causou danos ambientais, prejuízos materiais e suspensão de abastecimento de água em cidades de MG e RJ.

- 2007 – Novo rompimento do dique de contenção de bauxita da mineradora rio Pomba Mineração Cataguases em Miraí/MG, em 2007 contaminando os rios Fubá, Muriaé e Paraíba do Sul. Causa danos ambientais, prejuízos materiais, suspensão doe abastecimento de água; mais de 500 pessoas desalojadas.

- 2008 - Em 18 de novembro, o rio Pirapetinga, afluente do rio Paraíba do Sul, foi atingido por um vazamento de cerca de oito mil litros do produto químico endosulfan, causando grande mortandade de peixe (Figura 8) ao longo de mais de 400 quilômetros na bacia. Desta vez a empresa Servatis S.A., localizada no município de Resende/RJ, foi a responsável pelo acidente.

4.4.1.1 Acidentes de maior impacto sócio-ambiental:

- Barragem I Itaminas/ Mina de Fernandinho, 1986.

- Barragem Cava 1/ Mineração Rio Verde, 2001.

- Barragem B, Florestal Cataguases, 2003.

- Barragem São Francisco, Mineração Rio Pomba Cataguases, 2006 e 2007.

4.5 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS POR ESTADO

4.5.1 Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais é líder na produção mineral brasileira e responde por cerca de 35% do valor total produzido. Principais minérios:

- Minério de ferro
- Nióbio
- Alumínio
- Bauxita
- Ouro
- Zinco
- Pedras preciosas
- Granitos
- Ardósias
- Quartzitos e outras pedras ornamentais.
- Além disto, o estado produz calcário, fosfato, argilas, minerais de pegmatitos (berilo, lítio, feldspato, quartzo, mica).

Segundo alguns historiadores por não serem encontradas riquezas minerais como ouro e pedras preciosas, o que era comum em outras regiões do Estado de Minas, o seu processo de desenvolvimento foi retardado.

Recentemente a região da Zona da Mata Mineira tem iniciado um processo de atividade mineraria que tem na exploração da bauxita, matéria-prima que se produz o alumínio, a sua principal atividade mineraria respondendo por 50% do recolhimento de CFEM da região.

Aliás, a atividade de mineração e a agricultura familiar possuem relações de conflitos que aumentaram depois do rompimento da barragem da Mineradora Rio Pomba Cataguases, produtora de bauxita, devido as fortes chuvas de janeiro de 2007.

Além da bauxita, este relatório fará menção a extração de caulim cujo processo de extração está associado a cinco barragens de rejeitos na região do Vale do Paraíba do Sul (porção mineira).

BAUXITA

A bauxita é a matéria-prima utilizada na indústria do alumínio, sendo que 95% da produção mundial de bauxita metálica é utilizada na produção de alumina (óxido de alumínio de alta pureza). As reservas mundiais de bauxita somaram 32 bilhões de toneladas em 2000, estando 7,8% delas em solo brasileiro, As reservas medidas e indicadas de minério de bauxita alcançou, em 2005, 2,9 bilhões de toneladas, situando o país no 3º lugar em relação às reservas mundiais do minério, segundo dados do IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração (2007).

De acordo com o IBRAM (2007), o Brasil é o segundo maior produtor de minério de bauxita; com produção, em 2006, de 22,8 milhões de toneladas. Isso equivale a 13% da produção mundial, que foi de 177 milhões de toneladas. A Austrália é o maior produtor, com 61 milhões de toneladas em 2006, correspondentes a 34% da produção total. No Brasil, os principais Estados produtores de minério de Bauxita são: Pará (85%), Minas Gerais (14%) e outros (1%), segundo dados do ano de 2005.

Com a descoberta de novas jazidas de bauxita na Zona da Mata mineira, as empresas têm investido significativa quantidade de recursos para colocar novas unidades em operação. O que de certa forma leva a uma perspectiva de desenvolvimento para a Zona da Mata Mineira, também é alvo de preocupações em relação à atividade mineradora, inclusive com movimentos de resistência, como a Comissão dos Atingidos por Barragem de Bauxita, na Zona da Mata e as organizações não governamentais que questionam a obtenção de licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes.

O alumínio (Al) é um elemento abundante nas rochas comuns (embasamento cristalino) e muito pouco solúveis na superfície, de modo que se concentra facilmente com a lixiviação intensa dos outros componentes da rocha. Sendo assim, o principal mineral é um hidróxido, a *gibbsita* Al(OH)3, constituído de alumínio e hidroxilas. Portanto, não é sem razão que a bauxita seja originada de rochas de composição tão diferente. No Estado de Minas Gerais, existem depósitos de bauxita laterítica formados pelo intemperismo no Quadrilátero Ferrífero na suíte alcalina de Poços de Caldas e na faixa NE-SW na Zona da Mata Mineira, que faz parte do Complexo Juiz de Fora originados de rochas graníticas e gnáissicas.

Portanto a condição fundamental de controle da bauxita não é o tipo de rocha. Os fatores mais aceitos são as condições morfotectônicas os quais propiciam alterações em ambientes de drenagem livre para que a lixiviação dos outros elementos constituintes possa ocorrer.

Além disto as condições climáticas são essenciais particularmente a necessidade de elevadas taxas de precipitação anual.

Como exemplo de mineração de bauxita pode-se destacar aquela pertencente à mineração CBA – Companhia Brasileira de Alumínio – do Grupo Votorantim, localizada em Itamarati de Minas. As jazidas dessa região estão situadas numa faixa SW-NE, com extensão de aproximadamente 160 Km por 30 Km de largura, indo das proximidades de Juiz de Fora até Carangola, abrangendo partes dos municípios de Coronel Pacheco, Chácara, Maripá, Rio Novo, São João Nepomuceno, Descoberto, Itamarati de Minas, Dona Euzébia, Ubá, Rodeiro, Guidoval, Visconde do Rio Branco, Guiricema, Cataguases, Leopoldina, Ubá, Miraí, Muriaé, Ervália e Miradouro.

Em face de peculiaridades do seu processo de extração são necessários cuidados ambientais rigorosos para a redução do seu impacto ambiental; normalmente a camada de concentração de bauxita possui uma espessura de poucos metros implicando em uma grande área de extração. Outro aspecto ambiental crítico diz respeito à produção de rejeito. Neste sentido, as empresas devem buscar aprimorar os procedimentos tecnológicos na busca de um melhor aproveitamento do minério reduzindo, assim, a quantidade de material que vai para as barragens de rejeito. Outra ação ambiental importante seria sentido de gerar pesquisas que possibilitem o aproveitamento dos resíduos gerados para outros fins.

CAULIM

Entre as treze barragens de rejeitos, cinco delas estão relacionadas à extração de caulim todas situadas no município de Mar de Espanha. Uma característica comum a todas elas é a baixa altura da barragem (entre 1,5 e 3,2 m) e o pequeno volume armazenado quando comparado com as outras atividades minerarias.

Na região da Zona da mata Mineira, o material caulinítico, é extraído diretamente dos bolsões formados por feldspato plagioclásio (ricos em cálcio e/ou sódio), os quais foram intemperizados de rochas metamórficas, principalmente gnaisses.

O caulim é um tipo de argila constituída predominantemente por caulinita. Algumas vezes, o caulim vem acompanhado por mica, quartzo, turmalina que são os principais constituintes minerais das rochas gnáissicas. Como material, o caulim é inorgânico, atóxico, incombustível, insolúvel em água e imune a mudanças bruscas de temperatura.

As principais aplicações industriais do caulim incluem cerâmicas, cargas para tintas, borrachas, plásticos e cobertura para papel. No Brasil, em torno de 53% do caulim produzido vai para a indústria de papel.

Os principais produtores de caulim do Brasil são os Estados do Pará e Amapá com 70% da produção e os 30% restantes estão divididos entre São Paulo, Espírito Santo, Santa Catariana e Minas Gerais.

A atividade minerária de caulim, por sua própria natureza, altera as condições ambientais. O processo de extração envolve normalmente um volume expressivo de argila e de materiais rochosos, provocando impactos tanto para o meio físico quanto para o meio biótico. Ainda que existam impactos comuns a a este tipo de extração, eles dependem de fatores como tipo de minério, técnicas de extração e beneficiamento, o que requer diferentes medidas para a recuperação ambiental.

Do ponto de vista químico, o beneficiamento do caulim produz substâncias potencialmente poluidoras relacionadas ao Al, Fe, Zn e, possivelmente, Cd.

Esses efluentes podem, ainda, conter elevadas concentrações de ácido sulfúrico, razão pela qual algumas indústrias instalam filtros de cal na saída da descarga desses efluentes.

Estudos efetuados em ecossistemas aquáticos, de regiões contendo beneficiadoras de caulim, indicaram elevadas concentrações de ferro, zinco e cádmio, nos pontos localizados na descarga de efluentes e a jusante destes.

Um dos maiores problemas com a exploração do caulim é que, em média, 70% da matéria-prima empregada no beneficiamento é descartada para o ambiente e permanece nas barragens de rejeitos ou vai o solo, vegetação ou mananciais hídricos.. A utilização agrícola deste rejeito se constitui em uma das principais alternativas para o seu aproveitamento. Entretanto mais estudos devem ser feitos para avaliar a quantidade dos teores de metais pesados existentes – particularmente o cádmio – o qual pode estar contido em teores não tóxicos para as plantas, tem o poder de bioacumulação.

A partir de 2001, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM iniciou um amplo processo de debates sobre barragens, com a participação de empreendedores, órgãos públicos, entidades de classe e técnicos de reconhecida competência e experiência.

Como resultado dessa discussão, foi publicada em 21/12/2002 a Deliberação Normativa (DN) nº 62/2002, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água em empreendimentos industriais e minerários no estado de Minas Gerais. Nessa Deliberação, foi estabelecido prazo para os empreendedores apresentarem o Formulário de Cadastro de Barragem à FEAM, posteriormente prorrogado pela Deliberação Normativa COPAM nº 65/2003 até 9 de junho de 2003, de forma a ampliar o número de estruturas cadastradas em vista da importância desse levantamento.

O diagnóstico inicial da situação das barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais, foi publicado em maio de 2004.

A auditoria de segurança objetiva reduzir a probabilidade da ocorrência de acidentes a partir do monitoramento sistemático da estrutura devendo ser realizada por especialista de segurança de barragens, externo aos quadros de funcionários da empresa. Os proprietários dos empreendimentos são responsáveis pela manutenção das condições de segurança da estrutura, com a co-responsabilidade do auditor. Cabe à FEAM efetuar as fiscalizações nos empreendimentos para verificar o cumprimento das recomendações apontadas pelo auditor, de forma a manter as barragens operando em nível de segurança adequado.

4.5.1.1 Caracterização das Barragens Cadastradas na FEAM

As barragens cadastradas na FEAM são enquadradas em classes de potencial de dano ambiental conforme DN's 62/2002 e 87/2005 do COPAM. As classes são: classe I (baixo potencial de dano ambiental), II (médio potencial de dano ambiental) e III (alto potencial de dano ambiental). Atualmente existem 706 barragens cadastradas, sendo sua distribuição apresentada na **Figura 4.8**.

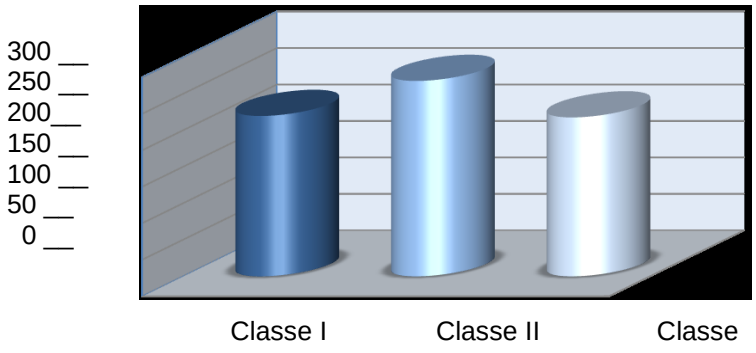


Figura 4.8 Barragens cadastradas por classe no banco até dezembro de 2010.
Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Em porcentagem tem-se que 62% das barragens são da classe I e III, e 38% classe II.

Quadro 4.2 Classificação geral quanto ao potencial de dano ambiental para as barragens cadastradas no Estado de Minas Gerais

CLASSE	BARRAGEM	PERCENTUAL DE BARRAGEM (%)
I		
II	220	31
III	218	38
TOTAL	**706**	**100**

4.5.1.2 Classificação das Estruturas Cadastradas Após a DN COPAM Nº 87/2005

A classificação das barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água quanto ao potencial de dano ambiental é uma forma indireta de avaliar a magnitude dos impactos ambientais causados por um possível acidente em uma barragem.

Os critérios de classificação fundamentam-se em cinco parâmetros, sendo dois técnicos, relacionados ao porte da barragem e do reservatório, e três ambientais que abrangem as características físicas e sócio-econômicas da área de influência localizada a jusante da estrutura, quais sejam:

- Altura da barragem;
- Volume do reservatório;
- Ocupação humana a jusante da barragem;
- Interesse ambiental a jusante da barragem;
- Instalações na área a jusante da barragem.

4.5.1.3 Evolução da Gestão de Barragens em MG no Período de 2006 a 2012

De acordo com o Relatório Técnico Gesol nº 19/2009, após a apresentação dos primeiros relatórios de auditoria foi feita uma sistematização das informações contidas nos mesmos. Assim, a FEAM notificou os empreendedores informando que os relatórios foram considerados satisfatórios ou solicitando complementações no caso de existência de não-conformidades.

A compilação dos dados permitiu observar que o conteúdo do relatório de auditoria associa-se à própria condição de trabalho encontrada pelo auditor, ou seja, a existência ou não de documentação técnica sobre a barragem, dados de monitoramentos anteriores e a própria situação de acesso e manutenção da estrutura. Houve uma grande incidência de barragens com deficiência de documentação técnica (projetos, plantas topográficas, medições, etc), fato que exigiu dos auditores estudos e levantamentos complementares para elaboração de um laudo conclusivo sobre a segurança.

Com relação à conclusão do auditor quanto às condições de estabilidade da estrutura, verificou-se que das 606 estruturas cadastradas na FEAM em 2006, 478 (79%) apresentaram-se estáveis, 55 (9%) não possuem garantia de estabilidade e 73 (12%) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade, principalmente devido à falta de dados técnicos e de monitoramento.

Dando continuidade ao gerenciamento de barragens, a FEAM focou suas ações no acompanhamento da execução das recomendações apontadas pelo auditor, por meio de fiscalização para verificação da implementação das atividades incluídas no cronograma definido pelo empreendedor, com prioridade para as barragens sem garantia de estabilidade.

Após avaliação e discussão dos relatórios de auditoria, foram definidas as seguintes prioridades para fiscalização em 2007:

- Barragens da Bacia do Paraíba do Sul (Parte Mineira);
- Barragens em que o auditor não atestou a estabilidade da estrutura;
- Barragens em que o auditor não concluiu sobre a estabilidade da estrutura por falta de dados técnicos.

Essas campanhas de fiscalização coordenadas contaram com o apoio do IGAM, CREA-RJ, CREA-MG, MPE, DNPM e IBAMA, sendo vistoriadas 104 Barragens, sendo que as 15 localizadas na bacia do Rio Paraíba do Sul foram vistoriadas em duas oportunidades durante o ano de 2007, em janeiro e setembro, devido ao histórico de acidentes e ao elevado índice pluviométrico registrado na região.

Após a realização das vistorias, foi constatado que, em sua maioria, as recomendações dos relatórios de auditoria foram implementadas, sendo registradas algumas não conformidades

operacionais de pequena significância, para as quais foram novamente solicitadas correções imediatas. As não conformidades relacionadas se referem principalmente a excesso de vegetação, acúmulo de materiais sólidos nos vertedouros, focos erosivos e presença de animais.

Após a consolidação das informações obtidas, o panorama geral da situação das barragens cadastradas pela FEAM foi modificado. Ao final de 2007, do total de 606 estruturas, 83% das barragens (506) foram consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de quatro pontos percentuais em comparação com o levantamento anterior (79%, ou 478 barragens, em março/2006). As barragens sem garantia de estabilidade representaram 10% (58), enquanto 7% (41) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade devido à falta de dados e/ou documentos.

Dando continuidade e visando aprimorar o programa de Gerenciamento de Barragens, foram realizadas três operações de fiscalização de barragens em 2008. Os relatórios protocolizados pelos empreendimentos em resposta às notificações enviadas pela FEAM, decorrentes das operações de fiscalização realizadas em 2007, serviram de subsídio para realizar a seleção das barragens a serem vistoriadas durante o ano de 2008.

As campanhas de fiscalizações integradas contaram com a colaboração do IGAM, CREA-RJ, CREA-MG, MPE, DNPM, IBAMA e Policia Militar, onde foram vistoriadas 72 barragens no estado de Minas Gerais em 2008.

Para o ano de 2008 foram definidas as ações e diretrizes a serem realizadas:

- Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2007;
- Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- Publicação de Deliberação Normativa COPAM Nº 124/2008, que altera e complementa a DN COPAM Nº 87/2005, a qual complementa a DN 62/2002.

A partir da experiência e das ações realizadas no primeiro ano de gerenciamento de barragens, após auditoria técnica de segurança, foi identificada a necessidade de instituir a apresentação de documento junto a FEAM informando o resultado da auditoria técnica de segurança de barragem, uma vez que, de acordo com a legislação estadual Deliberação

Normativa COPAM 87/2005, somente o primeiro relatório de auditoria teria que ser apresentado à FEAM e os subseqüentes deveriam estar disponíveis no empreendimento.

Desta forma, foi publicada a Deliberação Normativa COPAM 124/2008, que convoca os empreendimentos a apresentarem a Declaração de Condição de Estabilidade contendo conclusão, recomendações, cronograma de implementação das recomendações e cópia da ART do auditor, de acordo com a periodicidade definida em função da classe de potencial de dano ambiental de cada estrutura.

A apresentação da declaração de condição de estabilidade possibilitou à FEAM conhecer os resultados da auditoria técnica de segurança de barragens e atualizar as informações referentes à condição de estabilidade das estruturas no Banco de Declarações Ambientais – BDA, uma ferramenta criada pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais – SISEMA.

As diretrizes e ações de acompanhamento e fiscalização de barragens previstas para 2008 foram executadas e, após a consolidação das informações obtidas, a situação das estruturas de empreendimentos minerários cadastradas junto a FEAM obteve uma melhora significativa em relação a 2007.

Após a consolidação das informações obtidas em 2008, o panorama geral da situação das barragens cadastradas pela FEAM foi modificado. Do total de 661 estruturas, 86% das barragens (566) são consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de 3 pontos percentuais em comparação com o levantamento de 2007 (293 barragens). O número de estruturas sem conclusão sobre a estabilidade por falta de dados ou documentos reduziu de 7% (41) para 5% (33) após análise de documentação solicitada pela FEAM e dos relatórios de auditoria, bem como das declarações de condição de estabilidade.

No ano de 2010 o quadro da situação das barragens apresentou uma melhora, como tem acontecido em todos os anos, provavelmente em consequência das ações de gerenciamento adotadas pela FEAM e pela atitude responsável dos empreendedores que tem cumprido rigorosamente essas determinações.

As ações e diretrizes definidas para o ano de 2010 podem ser sintetizadas nos seguintes itens:

- Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2009;

- Análise das declarações de condição de estabilidade das estruturas, que é uma síntese dos relatórios de auditoria feitos pelos auditores;
- Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- Gerenciamento das declarações inseridas na página de Declarações Ambientais disponível no site da FEAM;
- Fiscalização das barragens sem garantia de estabilidade pelo auditor e sem conclusão por falta de documentos ou dados.

Foram definidas 09 campanhas de fiscalização para o ano de 2010. O objetivo dessas fiscalizações é analisar como se encontram as estruturas que não apresentam condição estável de estabilidade física do maciço ou das estruturas hidráulicas.

Atualmente, temos cadastradas na FEAM 706 estruturas. Desse total, 09 estruturas se encontram em situação especial.

Como o BDA de barragens apresentava problemas e não era possível apresentar a declaração de condição de estabilidade, foi desenvolvido excepcionalmente para esse ano, um programa pela DTI para apresentação da mesma. Através de um ofício foi prorrogado o prazo para apresentação da declaração até o dia 25 de outubro para as empresas que ainda não haviam apresentado a declaração nem em meio físico e nem online.

4.5.1.4 Classificação das Barragens de Rejeitos quanto ao Risco Ambiental DN COPAM Nº 87/2005

Em razão das alterações incluídas pela DN Copam nº 87/2005, as estruturas cadastradas a partir de maio de 2004 foram classificadas conforme estabelecido nessa norma.

Quadro 4.3 Classificação das barragens

ALTURA DA BARRAGEM H (M)	VOLUME DO RESERVATÓRIO (X106 M³)	OCUPAÇÃO HUMANA A JUSANTE	INTERESSE AMBIENTAL A JUSANTE	INSTALAÇÕES NA ÁREA DE JUSANTE
H < 15 V=0	Vr < 0,5 V=0	Inexistente V=0	Pouco Significativo V=0	Inexistente V=0
15< = H < =30 V=1	0,5< = Vr < =5 V=1	Eventual V=2	Significativo V=1	Baixa concentração V=1
H > 30 V=2	Vr > 5 V=2	Existente V=3	Elevado V=3	Alta concentração V=2
-	-	Grande V=4	-	-

Fonte: Deliberação Normativa Copam n°87/2005

Quadro 4.4 Classes de potencial de dano ambiental

CLASSE DE DANO AMBIENTAL	SOMATÓRIO DE VALORES
Classe I	V ≤ 2 (Baixo potencial de dano ambiental)
Classe II	2 < V ≤ 5 (Médio potencial de dano ambiental)
Classe III	V > 5 (Alto potencial de dano ambiental)

Fonte: Deliberação Normativa Copam n°87/2005

Porém, alguns dados contidos nos formulários de cadastro de barragens apresentados não foram preenchidos ou não se apresentavam consistentes, motivando a adoção de algumas premissas para a definição da classe da estrutura, conforme descrito a seguir:

- Para os reservatórios que recebem efluente de processo produtivo e que não foi informada a característica desse efluente, adotou-se para o parâmetro ocupação humana a jusante da barragem o valor de V=4 (Grande), ou seja, que a barragem armazena rejeito ou resíduo não inerte.

- No caso de conflito de informações entre os parâmetros, ocupação humana a jusante e tipos de instalações a jusante, adotou-se a situação mais conservativa, de forma que se obteve maior somatório dos valores para definição da classe.

- Quando não foram informados os dados de altura da barragem e/ou do volume do reservatório, adotou-se nota máxima para cada um dos critérios mencionados, exceto quando foi possível estimar os valores com base em desenho técnico anexo ao formulário ou a partir de informações constantes do processo de licenciamento ambiental do empreendimento onde se insere a estrutura avaliada.

- Em contraposição, para os empreendimentos do setor sucroalcooleiro que não informaram os dados de altura da barragem e/ou do volume do reservatório, em vista das dimensões das estruturas inseridas nesses empreendimentos serem em geral de pequeno porte, considerou-se V=0 para ambos os critérios.

A classificação das estruturas foi feita por consultoria técnica especializada contratada pela FEAM. Vários fatores podem ocasionar degradação ambiental e hídrica. No caso da bacia do rio Paraíba do Sul mineiro; as barragens de rejeito.

A Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais – FEAM conta com um cadastro georeferenciado de mais de 600 barragens no Estado as quais foram classificadas segundo o seu potencial de risco á acidentes. Em virtude do acidente ocorrido em Cataguases em março de 2003 provocado pelo vazamento de substâncias tóxicas de um reservatório de uma indústria de celulose, avaliar a situação de risco destas barragens passou a ser prioritário para os órgãos municipais. Neste sentido, as barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração passaram a ser avaliadas quanto ao seu Potencial de Dano Ambiental a partir da Deliberação Normativa Copam nº 87, de 17 de junho de 2005, que alterou e complementou a Deliberação Normativa Copam nº 62, de 17 de dezembro de 2002, O acidente de Cataguases também motivou os técnicos do IBAMA a priorizarem a análise de risco das barragens de Minas Gerais dentro do programa de “Mapeamento de Áreas de Risco Ambiental no Brasil”.

Para a elaboração do mapa de risco ambiental Destro et al. (2009), empregaram a abordagem multicriterial em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG (ArcGIS 9.2), por meio do uso do Processo de Hierarquização Analítica (AHP) e da Combinação Linear Ponderada.

Para a elaboração do mapa de sensibilidade, os autores utilizaram os mapas temáticos das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (MMA, 2006), a base de núcleos urbanos consolidados (IBGE, 2000), os assentamentos humanos voltados à reforma agrária (INCRA, 2008), as Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais disponíveis (IBAMA/CGZAM, 2008) e o mapa de declividade, a partir dos dados de relevo obtidos no site da NASA (SRTM/NASA, 2008).

Para o mapa de ameaças, utilizaram o mapa de acumulação de fluxos, elaborado a partir dos dados de relevo e o de localização de barragens (FEAMMG, 2006), classificadas de

acordo com seu Potencial de Dano Ambiental (I - baixo II - médio e III - alto), e considerando-se a estabilidade estrutural das mesmas (que indica as maiores probabilidades de rompimento). Cada tema utilizado recebeu um peso de acordo com sua importância na análise.

Destro et al (2009), verificaram que a Região Metropolitana de Belo Horizonte, por reunir grande fator de ameaça numa área bastante sensível, foi a que obteve maior nível de risco no Estado de Minas Gerais como um todo. Também se destacaram como de “muito alto risco”, pontualmente, as regiões dos municípios de Ritápolis, Juiz de Fora, Arcos, Santo Antônio do Itambé, Poços de Caldas, Passos, Uberaba e Araxá. Em torno destas áreas foram mapeadas áreas classificadas como de “médio risco” o que incluiria as barragens situadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Considerando as barragens relacionadas aos empreendimentos industriais e minerários na Bacia do Rio Paraíba do Sul os relatórios da FEAM, indicam a presença de 13 estruturas, sendo que, oito destas barragens (62%) foram consideradas de classe III e cinco barragens (38%) consideradas de classe II.

Do total de treze barragens apenas uma das barragens da Votorantim Metais Zinco localizada em Juiz de Fora e as duas unidades da Florestal Cataguases possuem finalidade industrial. As demais são utilizadas para dispor rejeitos de atividade minerária.

Quanto ao potencial de dano ambiental apenas quatro das cinco barragens da Caolim Azzi Ltda teriam risco ambiental na classe II (médio potencial de dano ambiental) enquanto as demais foram consideradas na classe III (alto potencial de dano ambiental).

De todas as barragens, apenas aquelas que processam o minério de zinco (Votorantim Metais Zinco) foram consideradas como tendo classe de resíduo perigoso. As demais foram classificadas como não inerte ou inerte.

Considerando a classificação do resíduo ou rejeito, três barragens situadas no município de Mar de Espanha, MG, e uma barragem localizada no município de Descoberto, MG, possuem classificação do material armazenado como “Não Inerte”, pela FEAM.

Três barragens para armazenamento de resíduos industriais, localizadas no município de Juiz de Fora, também em Minas Gerais, apresentam material classificado como “Perigoso”, pela FEAM.

Para essas barragens, os registros complementares da FEAM indicam o que está assinalado no **Quadro 4.5**, a seguir:

Quadro 4.5 Localização das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010).

EMPREENDEDOR	NOME DA ESTRUTURA /BARRAGEM	TIPOLOGIA DE ATIVIDADE	MUNICIPIO	LATITUDE	LONGITUDE	SUB-BACIA	SITUAÇÃO ATUAL
Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda	Barragem Bom Jardim	Mineração (Bauxita)	Miraí	21º13'10"	42º40'44"	Córrego Bom Jardim	Desativada
Novelis do Brasil Ltda	Barragem Santa Tereza	Mineração (Bauxita)	Descoberto	21º27'59"	42º53'11"	Rio Pomba	Estável
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem da Pedra	Indústria (beneficiamento zinco)	Juiz de Fora	21º43'04"	43º28'38"	Rio Paraibuna	Estável
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem dos Peixes	Indústria (beneficiamento zinco)	Juiz de Fora	21º42'10"	43º28'56"	Rio Paraibuna	Estável
Votorantim Metais Zinco S.A	Dique Divisor - Barragem da Pedra	Indústria (beneficiamento zinco)	Juiz de Fora	21º43'04"	43º28'38"	Rio Paraibuna	Estável
Companhia Brasileira de Alumínio- CBA	Barragem de Rejeitos	Mineração (Bauxita)	Itamarati de Minas	21º27'18"	42º52'17"	Rio Pomba	Estável
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Rejeitos	Mineração (Bauxita)	Miraí	21º03'42"	42º33'48"	Rio Muriaé	Estável
Florestal Cataguases Ltda	Barragem A	Indústria (papel/celulose)	Cataguases	21º21'39"	42º36'44"	Rio Pomba	Desativada
Florestal Cataguases Ltda	Barragem B	Indústria (papel/celulose)	Cataguases	21º21'30"	42º37'25"	Rio Pomba	Desativada
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 1	Indústria (beneficiamento caulim)	Mar de Espanha	21º52'37"	42º59'33"	Rio Paraibuna	Estável
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 2	Indústria (beneficiamento caulim)	Mar de Espanha	21º52'36"	42º59'33"	Rio Paraibuna	Estável
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 3	Indústria (beneficiamento caulim)	Mar de Espanha	21º52'34"	42º59'33"	Rio Paraibuna	Estável
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 4	Indústria (beneficiamento caulim)	Mar de Espanha	21º52'32"	42º59'32"	Rio Paraibuna	Estável
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 5	Indústria (beneficiamento caulim)	Mar de Espanha	21º52'32"	42º59'33"	Rio Paraibuna	Estável

Quadro 4.6 Caracterização das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010)

EMPREENDEDOR	NOME DA ESTRUTURA / BARRAGEM	ALTURA ATUAL DA BARRAGEM (M)	VOLUME ATUAL DO ATERRO DA BARRAGEM (m^3)	VOLUME DO RESERVATORIO(M^3)	ALTURA FINAL DA BARRAGEM(M)	VOLUME FINAL DO ATERRO DA BARRAGEM(M^3)	VOLUME FINAL DO RESERVATÓRIO DA BARRAGEM(M^3)
Novelis do Brasil Ltda	Barragem Santa Tereza	15	50000	800000	15	50000	800000
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem da Pedra	27	500000	1600000	37	240000	4800000
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem dos Peixes	23,5	85000	870000	23,5	85000	870000
Votorantim Metais Zinco S.A	Dique Divisor - Barragem da Pedra	12	-	240000	12	-	240000
Companhia Brasileira de Alumínio- CBA	Barragem de Rejeitos	38	-	9240000	38	880000	13820000
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Rejeitos	52	1488933	7500000	52	1488933	31200000
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 1	2,8	230	520	2,8	230	633
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 2	2,8	230	630	2,8	230	654,5
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 3	0	365	0	2,8	356	732
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 4	3,2	550	680	3,2	550	1238
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 5	3,2	450	800	3,2	450	810

Quadro 4.7 Ocupação a Jusante das Barragens de Rejeitos e Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (FEAM, 2010)

EMPREENDEDOR	NOME DA ESTRUTURA / BARRAGEM	OCUPAÇÃO HUMANA A JUSANTE DA BARRAGEM	INTERESSE AMBIENTAL A JUSANTE	INSTALAÇÕES NA ÁREA DA JUSANTE
Novelis do Brasil Ltda	Barragem Santa Tereza	Passagem de pessoas ou veículos, Poucos habitantes	Curso d'água, Mata ciliar	Área de plantio, Área de pastagem, Barragem, Estrada, Mina, Ponte, Residência.
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem da Pedra	Passagem de pessoas ou veículos, Poucos habitantes	APP	Área de pastagem
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem dos Peixes	Passagem de pessoas ou veículos	Curso d'água	Área de pastagem
Votorantim Metais Zinco S.A	Dique Divisor - Barragem da Pedra	Poucos habitantes	APP, Curso d'água	Barragem, Estrada, Indústria, Residência.
Companhia Brasileira de Alumínio- CBA	Barragem de Rejeitos	Povoado ou Bairro	Curso d'água	Área de pastagem, Barragem, Comércio, Escola, Residência
Companhia Brasileira de Alumínio – CBA	Barragem de Rejeitos	Povoado ou Bairro	Curso d'água	Área de plantio, Área de pastagem, Escola, Estrada, Residência
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 1	Passagem de pessoas ou veículos	APP, Curso d'água, Mata ciliar	Barragem, Indústria
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 2	Passagem de pessoas ou veículos	APP, Curso d'água, Mata ciliar	Área de pastagem, Barragem, Estrada, Indústria.
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 3	Passagem de pessoas ou veículos	APP, Curso d'água, Mata ciliar	Barragem, Indústria
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 4	Passagem de pessoas ou veículos	APP, Curso d'água, Mata ciliar	Área de pastagem, Barragem, Estrada, Indústria.
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 5	Passagem de pessoas ou veículos	APP, Curso d'água, Mata ciliar	Área de pastagem, Estrada.

Quadro 4.8 Caracterização dos Rejeitos e Resíduos Industriais e Contatos com os Responsáveis pelas Barragens (FEAM, 2010)

EMPREENDEDOR	NOME DA ESTRUTURA /BARRAGEM	CLASSE DA BARRAGEM	MATERIAL ARMAZENADO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	E-MAIL	TELEFONE DO CONTATO
Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda	Barragem Bom Jardim	III	Rejeito	**Inerte**	operacoes@gqc.com.br	(32) 3421-3311
Novelis do Brasil Ltda	Barragem Santa Tereza	III	Rejeito	Não Inerte	angelo.toffolo@novelis.com	(31) 3559-9259
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem da Pedra	III	Resíduo Industrial	Perigoso	crmedeiros@vmetais.com.br	(32) 3081-3030
Votorantim Metais Zinco S.A	Barragem dos Peixes	III	Resíduo Industrial	Perigoso	cristiana.medeiros@vmetais.com.br	(32) 3081-3000
Votorantim Metais Zinco S.A	Dique Divisor – Barragem da Pedra	III	Resíduo Industrial	Perigoso	cristiana.medeiros@vmetais.com.br	(32) 3081-3000
Companhia Brasileira de Alumínio- CBA	Barragem de Rejeitos	III	Rejeito	Inerte	claret.vidal@aluminiocba.com.br	(32) 3421-5611
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Rejeitos	III	Rejeito	Inerte	claret.vidal@aluminiocba.com.br	(32) 3421-5611
Florestal Cataguases Ltda	Barragem A	III	Resíduo Industrial	Inerte	florestal@florestalcataguazes.com.br	(32) 33421-1488
Florestal Cataguases Ltda	Barragem B	III	Resíduo Industrial	Inerte	florestal@florestalcataguazes.com.br	(32) 33421-1488
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 1	II	Resíduo Industrial	Não Inerte	caolim@acesso.com	(32) 3276-1382
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 2	II	Resíduo Industrial	Não Inerte	caolim@acesso.com	(32) 3276-1382
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 3	III	Resíduo Industrial	Não Inerte	caolim@acesso.com	(32) 3276-1382
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 4	II	Rejeito	Inerte	caolim@acesso.com	(32) 3276-1382
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 5	II	Rejeito	Inerte	caolim@acesso.com	(32) 3276-1382

Quadro 4.9 Características das Barragens de Rejeito e de Resíduos Industriais não Inertes localizadas em Minas Gerais

Empreendimento	Votorantim Metais Zinco S.A	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A	Novelis do Brasil Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A
Nome da Estrutura / Barragem	Barragem dos Peixes	Bacia de Decantação 1 - Tanque 1	Bacia de Decantação 2 - Tanque 2	Bacia de Decantação 3 - Tanque 3	Barragem da Pedra	Barragem Santa Tereza	Dique Divisor - Barragem da Pedra
Tipologia do Empreendimento	2 Indústria	2 Indústria	2 Indústria	2 Indústria	2 Indústria	3 Mineração	2 Indústria
Altura Atual da Barragem (Metros)	23,5	2,8	2,8	0,0	27	15	12
Volume Atual do Aterro da Barragem (m^3)	85.000	230	230	365	500.000	50.000	
Volume Atual do Reservatório (m^3)	870.000	520	630	0	1.600.000	800.000	240.000,00
Ocupação Humana a Jusante da Barragem	2 Passagem de pessoas ou veículos	2 Passagem de pessoas ou veículos	2 Passagem de pessoas ou veículos	2 Passagem de pessoas ou veículos	2 Passagem de pessoas ou veículos 4 Poucos habitantes	2 Passagem de pessoas ou veículos 4 Poucos habitantes	4 Poucos habitantes
Interesse Ambiental a Jusante	3 Curso d'água	2 Área de preservação permanente (APP) 3 Curso d'água 4 Mata ciliar	2 Área de preservação permanente (APP) 3 Curso d'água 4 Mata ciliar	2 Área de preservação permanente (APP) 3 Curso d'água 4 Mata ciliar	2 Área de preservação permanente (APP)	3 Curso d'água 4 Mata ciliar	3 Curso d'água 2 Área de Preservação Permanente (APP)
Instalações na Área de Jusante		3 Barragem 8 Indústria	2 Área de pastagem 3 Barragem 6 Estrada 8 Indústria	3 Barragem 8 Indústria	2 Área de pastagem	1 Área de plantio 2 Área de pastagem 3 Barragem 6 Estrada 9 Mina Operante 10 Ponte 11 Residência	3 Barragem 6 Estrada 8 Indústria 11 Residência

Empreendimento	Votorantim Metais Zinco S.A	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A	Novelis do Brasil Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A
Concentração das Instalações na Área de Jusante	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração	2 Baixa concentração
Altura Final da Barragem (Metros)	3,5	2,8	2,8	2,8	37	15	12
Volume Final do Aterro da Barragem (m³)	85.000	230	230	356	580.000	50.000	
Volume Final do Reservatório da Barragem (m³)	870.000	633	655	732	4.800.000	800.000	240.000,00
Função de Armazenamento do Reservatório	4 Resíduo Industrial	4 Resíduo Industrial	4 Resíduo Industrial	4 Resíduo Industrial	4 Resíduo Industrial	3 Rejeito	4 Resíduo Industrial
Beneficiamento Feito no Rejeito				1 Nenhum 2 Britagem ou moagem 3 Lavagem 4 Peneiramento	5 Químico	3 Lavagem	
Pré Tratamento Feito no Resíduo Industrial	2 Ajuste do pH	2 Ajuste do pH	2 Ajuste do pH	2 Ajuste do pH	2 Ajuste do pH	Nenhum	
Produto Químico Agressivo no Rejeito / Resíduo	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	
Situação 2010	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor

Empreendimento	Votorantim Metais Zinco S.A	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Caolim Azzi Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A	Novelis do Brasil Ltda	Votorantim Metais Zinco S.A
Texto da Conclusão 2010	De acordo com a Declaração de Condição de Estabilidade, emitida pelo auditor, Geólogo Paulo Cesar Abrão, da empresa Geoconsultoria, a Barragem dos Peixes encontra-se em condição satisfatória de estabilidade	A mencionada estrutura encontra-se quanto à condição geotécnica foi identificada uma situação bastante confortável, até mesmo pelo seu pequeno porte: Altura: 2,3 m – Volume acumulado: 633 m3. Não foram identificadas trincas ou abatimentos nos taludes e na fundação. Devido à pequena carga induzida no terreno e taludes com boa inclinação, trincas resultantes de recalques e de instabilização não são esperadas. Com a secagem é esperado o surgimento de trincas de ressecamento no material depositado. Estas trincas não representam qualquer perigo à estrutura e apenas indicam sua dessaturação.	A mencionada estrutura encontra-se quanto à condição geotécnica foi identificada uma situação bastante confortável, até mesmo pelo seu pequeno porte: Altura: 2,5 m – Volume acumulado: 654,5 m3. Não foram identificadas trincas ou abatimentos nos taludes e na fundação. Devido à pequena carga induzida no terreno e taludes com boa inclinação, trincas resultantes de recalques e de instabilização não são esperadas	A mencionada estrutura encontra-se no momento da vistoria encontrava-se aberto, em processo de desassoreamento e, segundo a equipe técnica da empresa em processo de relocação para fora da área de preservação permanente. Quanto à condição geotécnica foi identificada uma situação bastante confortável, até mesmo pelo seu pequeno porte e pelo fato de não estar operando. Não foram identificadas trincas ou abatimentos nos taludes e na fundação. Devido à pequena carga induzida no terreno e taludes com boa inclinação, trincas resultantes de recalques e de instabilização não são esperadas.	De acordo com a Declaração de Condição de Estabilidade, emitida pelo auditor, Geólogo Paulo Cesar Abrão, da empresa Geoconsultoria, a Barragem da Pedra encontra-se em condição satisfatória de estabilidade.	De acordo com inspeção realizado e analise da documentação disponível a mencionada estrutura na data da inspeção 09/09/2010, encontrava-se em condições adequadas de segurança tanto do ponto de vista de dimensionamento das estruturas hidráulicas quanto da estabilidade fisica do maciço. Para melhorar /manter as condições de segurança da barragem foram especificadas as recomendações que estão apresentadas no anexo II.	De acordo com a Declaração de Condição de Estabilidade, emitida pelo auditor, Geólogo Paulo Cesar Abrão, da empresa Geoconsultoria, o Dique Divisor - Barragem da Pedra encontra-se em condição satisfatória de estabilidade.
Condição Atual	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor	1 Estabilidade Garantida pelo Auditor

Desse quadro, constam, entre outras, informações sobre as condições de estabilidade das estruturas, definidas por auditoria técnica especializada realizada no ano de 2010, verificando-se que todas as barragens foram classificadas com “estabilidade garantida”.

O Estado de Minas Gerais é um território onde a atividade mineradora é a base econômica. A partir das repercussões sociais e ambientais dos acidentes de grande magnitude ocorridos evidenciam estas atividades como a base econômica do Estado.

Os acidentes ocorridos mobilizaram a sociedade civil organizada, com participação de empreendedores, consultores de notório saber e representantes de diversas entidades atuantes na área ambiental, para adequação tecnológica aos padrões estabelecidos na Legislação Ambiental a fim de propor medidas para redução dos riscos de novos acidentes.

4.5.2 Barragens de Rejeito Existentes nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro

Segundo dados do estudo elaborado pela ANA – Agência Nacional de Águas – SIEMEC/SISPREC, na bacia rio do Paraíba do Sul, a atividade mineral mais expressiva é a de extração de matéria prima para uso na construção civil como areia, argila, saibro, especialmente no trecho paulista da bacia entre os municípios de Jacareí e Pindamonhangaba como mostra na figura a baixo. A mineração de areia na bacia apresenta uma das situações mais críticas quanto aos possíveis impactos sobre as extensas várzeas do rio como o aumento da turbidez das águas, vazamentos de combustíveis e óleos lubrificantes dos equipamentos de extração e lançamentos de efluentes sanitários das instalações administrativas, além da intensificação dos processos erosivos e consequente assoreamento de cursos d’água, entre outros.



Figura 4.9 Cavas de extração de areia nas margens do rio Paraíba do Sul na região de Taubaté, São Paulo – Imagem extraída do Google Earth (fev/2011)

Apesar da predominância da extração mineral de areia e de finos na bacia do rio Paraíba do Sul, há ainda outros tipos de mineração concentradas em determinados locais, como a lavra de pedra ornamental, de granito e bauxita.

Todas essas atividades têm aspectos ambientais relacionados com os recursos hídricos, como já explicitados para a atividade de extração de areia, e devem implementar medidas de controle ambiental para evitar interferências no curso d'água, tais como a implantação de bacias de decantação de finos do processo e da drenagem pluvial, realização de manutenção preventiva nos equipamentos e instalação de sistema de tratamento de efluentes sanitários.

Entretanto, a atividade de beneficiamento de minérios como a bauxita, ferro e ouro é diferenciada dos minérios como granito, basalto, calcário que passam apenas por um processo físico de britagem; já os primeiros são também encaminhados para uma usina de beneficiamento, onde são realizados processos químicos e há a geração do rejeito.

Para avaliação das barragens de rejeito existentes nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE – do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM – já que ainda não foi realizado o levantamento dessas estruturas pelos órgãos ambientais responsáveis (CETESB-SP e INEA-RJ) pelo licenciamento ambiental da atividade.

No Estado do Rio de Janeiro foram verificados três processos no DNPM em fase de concessão de lavra para a substância bauxita, mas em nenhum dos casos a extração já havia sido iniciada.

Devido à necessidade de proximidade das usinas de beneficiamento das áreas de lavra por restrições econômicas, não foram encontradas barragens de rejeito no trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul, conforme a tabela 9.

As mesmas condições foram identificadas no trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul dez poligonais do DNPM. Dentre as empresas titulares dos processos no DNPM, apenas duas possuem licenciamento ambiental na CETESB para a atividade de beneficiamento da bauxita, Coinbal Comércio e Indústria de Bauxita Ltda. e Silvano Biondi Mineração Mantiqueira. As áreas da Mineração Rio do Braço Ltda. possuem Licença de Operação da CETESB somente para extração mineral, enquanto as áreas da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA estão com suspensão de lavra no DNPM e a Bromita Mineração e Exportação Ltda. não possui Licença de Operação da CETESB, conforme o **Quadro 4.10**.

Quadro 4.10 Processos do DNPM em fase de concessão de lavra para bauxita no Estado do Rio de Janeiro (fonte: DNPM, 2001)

PROCESSOS DNPM	TITULAR	FASE ATUAL NO DNPM	SUBSTÂNCIA	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO ATUAL	SUPERINTENDÊNCIA DO INEA
809.326/1976	Mineração Curimbaba Ltda.	Concessão de Lavra	Bauxita	Resende (RJ) e Itamonte (MG)	Lavra em Suspensão no DNPM	SR III – Bacia do Médio Paraíba do Sul
814.535/1973	Mineração Curimbaba Ltda.	Concessão de Lavra	Bauxita	Resende	Prorrogação do Início da Lavra no DNPM	SR III – Bacia do Médio Paraíba do Sul
816.814/1971	Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Concessão de Lavra	Bauxita	Resende	Lavra não iniciada	SR III – Bacia do Médio Paraíba do Sul

Quadro 4.11 Processos do DNPM em fase de concessão de lavra para anfibolito/bauxita no estado de São Paulo (fonte: DNPM, 2011)

PROCESSO DNPM	TITULAR	FASE	SUBSTÂNCIA	MUNICÍPIO	AGÊNCIA CETESB	PROCESSOS CETESB	LICENÇA AMBIENTAL	ATIVIDADE
826.959/1972	Coinbal Comercio e Indústria de Bauxita Ltda.	Concessão de Lavra	Bauxita	Lavrinhas	Aparecida	41/00406/05	LO 41001221	Beneficiamento
						41/00228/06	LO 41000755	Extração
826.960/1972	Silvano Biondi	Concessão de Lavra	Bauxita	Lavrinhas	Aparecida	41/00204/09	LO 41001222	Beneficiamento
826.961/1972						41/00249/07	LO 41000977	Extração
814.713/1971	Companhia Brasileira de Alumínio – CBA	Concessão de Lavra	Bauxita	Queluz	Aparecida	Não Iniciado	-	-
814.714/1971								
814.715/1971								
008.510/1965	Mineração Rio do Braço Ltda.	Concessão de Lavra	Bauxita	Lavrinhas	Aparecida	41/00250/07	LO 41000970	Extração
822.837/1972								
805.154/1977								
820.175/1981	Bromita Mineração e Exportação Ltda.	Concessão de Lavra	Anfibolito / Bauxita	Santa Isabel	Mogi das Cruzes	15/00892/98	Solicitação de LO Arquivada	Extração

O mapa exposto na **Figura 4.10** apresenta a localização das barragens de rejeito existentes na bacia do rio Paraíba do Sul.

A **Figura 4.11, Figura 4.12** e **Figura 4.13** apresentam, respectivamente, as poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul, as poligonais em fase de concessão de lavra após a aplicação do filtro das substâncias com processo de beneficiamento químico e, finalmente, a localização dos locais das barragens de rejeito e resíduos industriais selecionadas com base na análise dos processos no DNPM, no cadastro de barragens da FEAM e na avaliação do processo de licenciamento ambiental nos órgãos ambientais conforme os procedimentos expostos acima.

Portanto, foram localizadas 13 (treze) barragens de rejeito e de resíduos industriais em Minas Gerais e 2 (dois) empreendimentos de beneficiamento de bauxita em São Paulo e 1 empreendimento com rejeito de argila no Rio de Janeiro que totalizam 16 (dezesseis) locais de interesse para o relatório de Rompimento de Barragens e de propagação de poluentes na bacia do rio Paraíba do Sul.

Quadro 4.12 Barragens de Rejeito existentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul

EMPREENDEDOR	MUNICÍPIO	UF	NOME DA ESTRUTURA	LATITUDE	LONGITUDE	MATERIAL ARMAZENADO	CLASSIFICAÇÃO DO REJEITO/RESÍDUO	FONTE
Coinbal Comercio e Industria de Bauxita Ltda.	Aparecida	SP	Barragem de Rejeitos	-22,50444	-44,86750	Rejeito de Bauxita	Inerte	SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 18 fev. 2011.
Silvano Biondi	Aparecida	SP	Barragem de Rejeitos	-22,48111	-44,86028	Rejeito de Bauxita	Inerte	SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 18 fev. 2011.
Capuri Mineração S.A.	Quatis	RJ	ND	-22,46286	-44,28006	Rejeito de Argila	Inerte	DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. Banco de dados fornecido à ANA.
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Itamarati de Minas	MG	Barragem de Rejeitos	-21,45500	-42,87139	Rejeito de Bauxita	Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Miraí	MG	Barragem de Rejeitos	-21,06167	-42,56333	Resíduo Industrial	Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Florestal Cataguazes Ltda	Cataguases	MG	Barragem A	-21,3608	-42,61222	Resíduo Industrial	Desativada	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Florestal Cataguazes Ltda	Cataguases	MG	Barragem B	-21,35833	-42,62361	Resíduo Industrial	Desativada	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Caolim Azzi Ltda	Mar de Espanha	MG	Bacia de Decantação 1 - Tanque 1	-21,87694	-42,99250	Resíduo Industrial	Não Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Caolim Azzi Ltda	Mar de Espanha	MG	Bacia de Decantação 2 - Tanque 2	-21,87667	-42,99250	Resíduo Industrial	Não Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de MG.* BH, 2010.
Caolim Azzi Ltda	Mar de Espanha	MG	Bacia de Decantação 3 - Tanque 3	-21,87611	-42,99250	Rejeito de caulim	Não Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*, BH, 2010.

EMPREENDEDOR	MUNICÍPIO	UF	NOME DA ESTRUTURA	LATITUDE	LONGITUDE	MATERIAL ARMAZENADO	CLASSIFICAÇÃO DO REJEITO/RESÍDUO	FONTE
Caolim Azzi Ltda	Mar de Espanha	MG	Bacia de Decantação 4 - Tanque 4	-21,87556	-42,99222	Rejeito de caulim	Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Caolim Azzi Ltda	Mar de Espanha	MG	Bacia de Decantação 5 - Tanque 5	-42,99222	-42,99250	Resíduo Industrial	Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Votorantim Metais Zinco S.A	Juiz de Fora	MG	Barragem da Pedra	-21,71778	-43,47722	Resíduo Industrial	Perigoso	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Votorantim Metais Zinco S.A	Juiz de Fora	MG	Barragem dos Peixes	-21,70278	-43,48222	Resíduo Industrial	Perigoso	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Votorantim Metais Zinco S.A	Juiz de Fora	MG	Dique Divisor - Barragem da Pedra	-21,71778	-43,47722	Resíduo	Perigoso	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Novelis do Brasil Ltda	Descoberto	MG	Barragem Santa Tereza	-21,46639	-42,88639	Rejeito de Bauxita	Não Inerte	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda	Miraí		Barragem Bom Jardim	-21,21944	-42,67889	Rejeito de Bauxita	Desativada	FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2010.
Ana Lucia Oliveira Mattos Silva	Belmiro Braga	MG	01 A	-21,89806	-43,44997	Rejeito de Argila	Inerte	DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. Banco de dados fornecido à ANA.
Mineração Areia Branca Ltda	Santa Bárbara do Monte Verde	MG	1A	-21,84944	-43,67375	Rejeito de Areia	Inerte	DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. Banco de dados fornecido à ANA.

Elaboração ENGECORPS, 2011

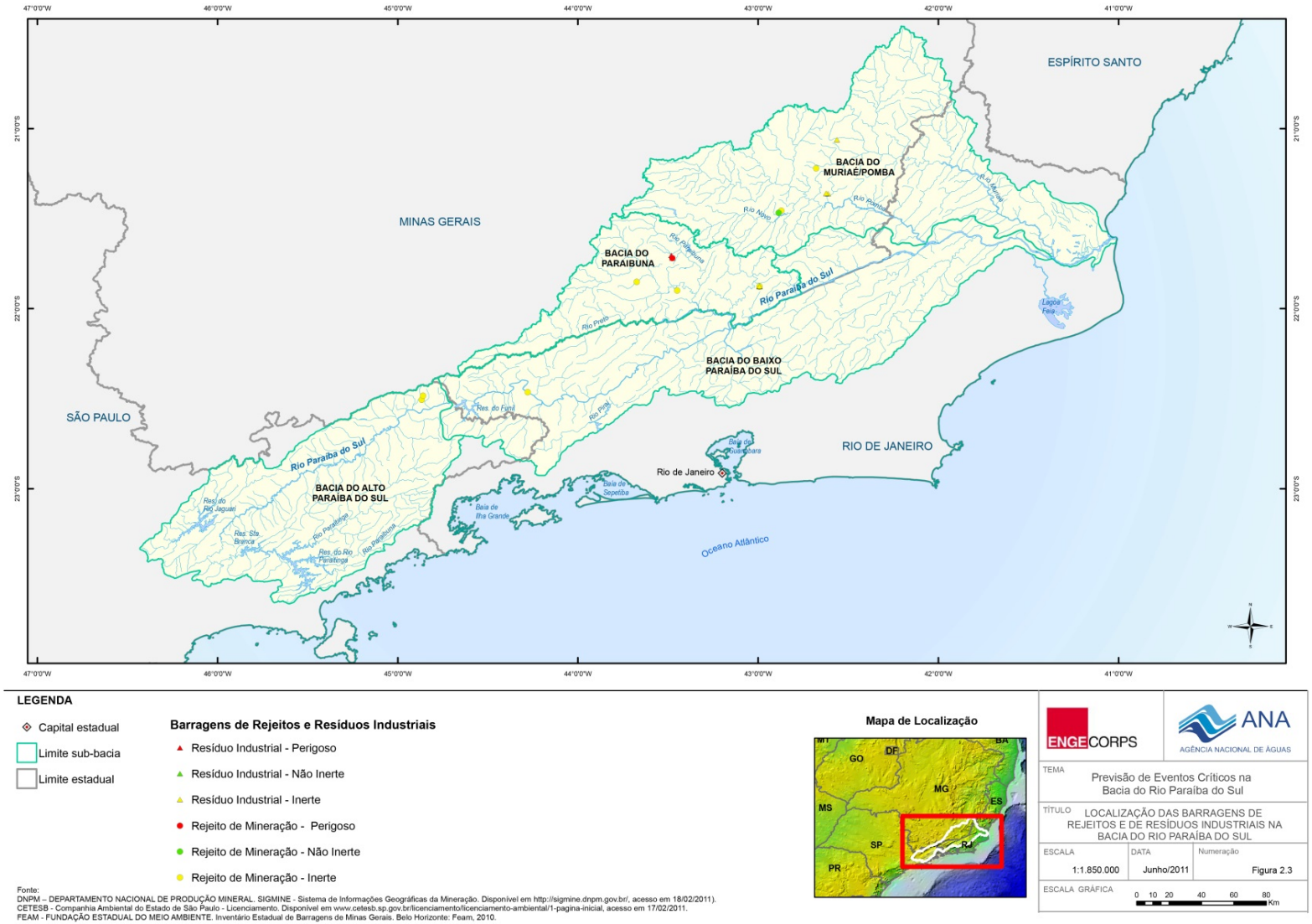


Figura 4.10 Localização das barragens de rejeito existentes na bacia do rio Paraíba do Sul

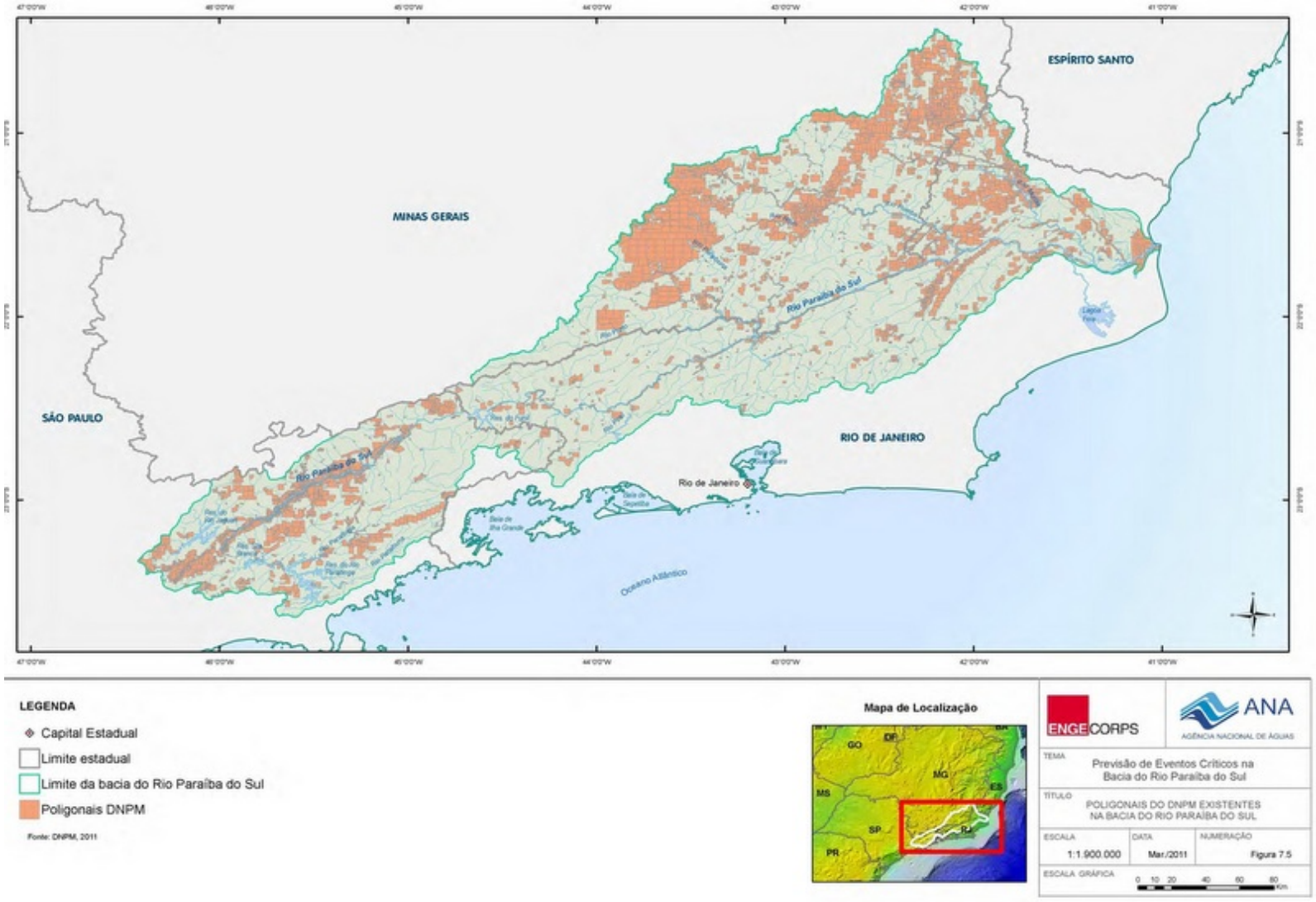


Figura 4.11 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul

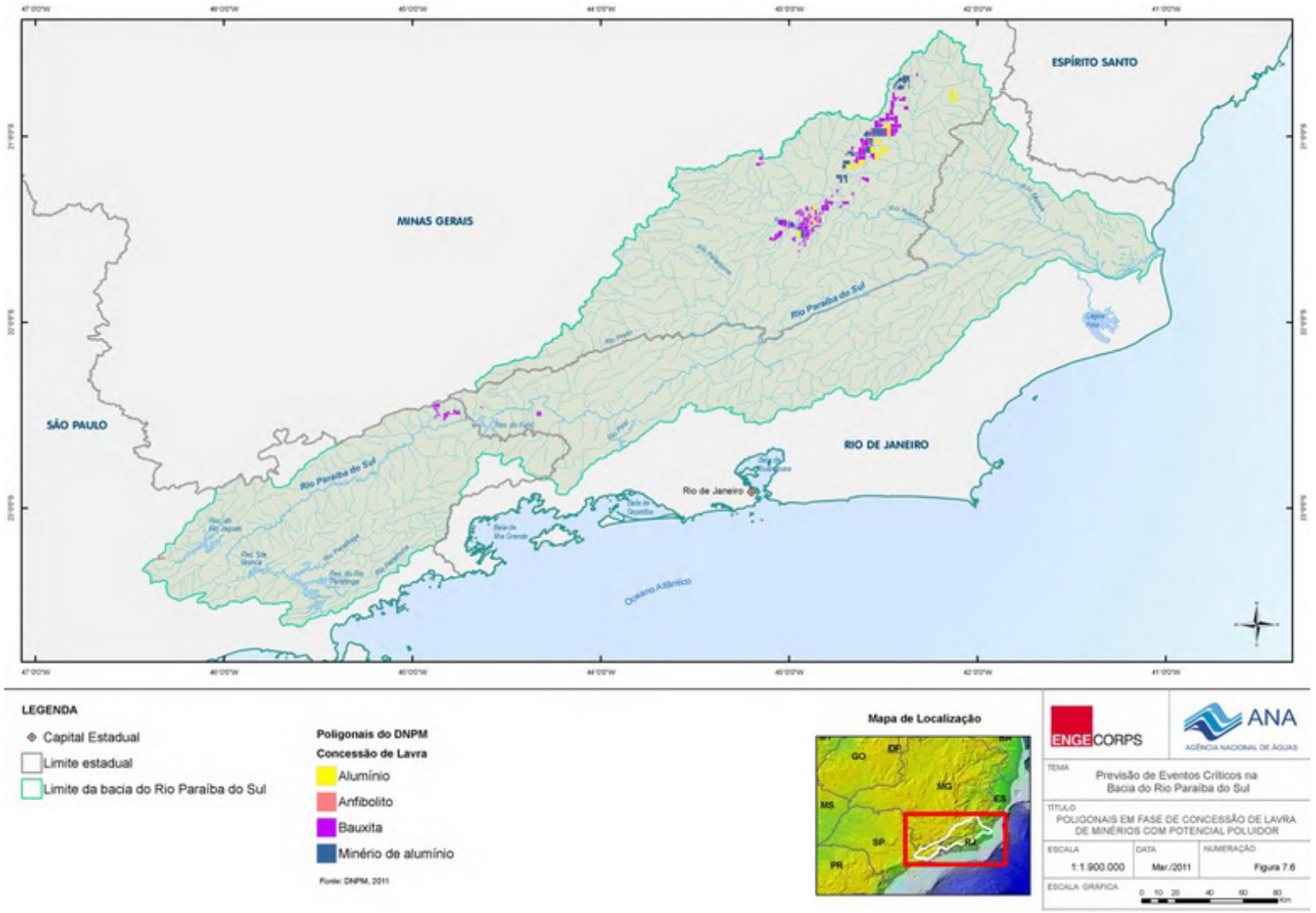


Figura 4.12 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul

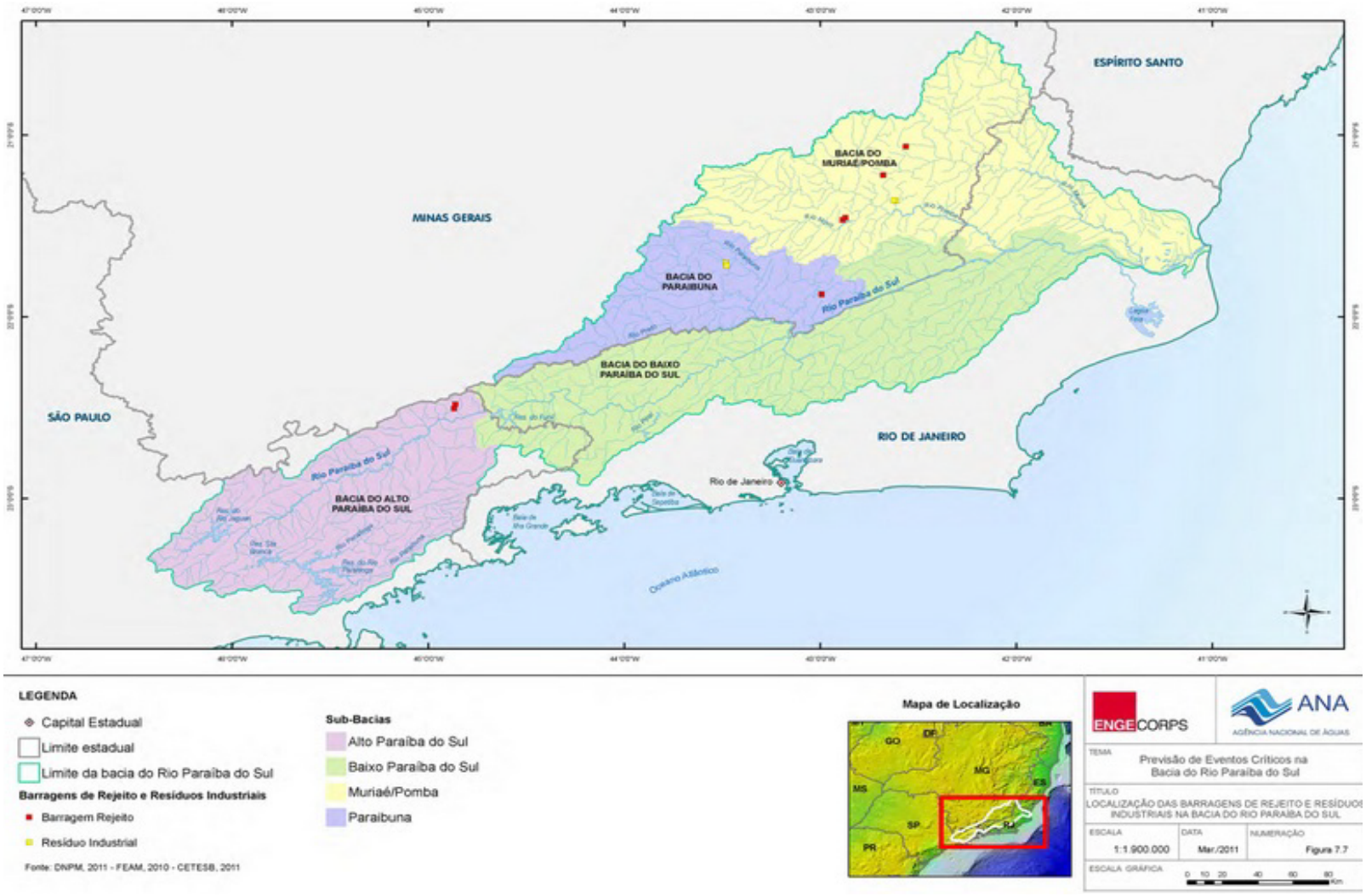


Figura 4.13 Poligonais do DNPM existentes na bacia do Paraíba do Sul

4.6 ESTUDOS AVANÇADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE E CONTROLE DE BARRAGENS

Estudos realizados recentemente pela UFRJ possibilitaram o uso de métodos de avaliação e controle das situações das barragens de rejeitos em todo país, e estão sendo aplicados principalmente na Bacia do Paraíba.

São métodos frequentemente utilizados na análise de barragens de terra para contenção de água (barragens convencionais), incorporados à prática corrente de análise de barragens de rejeitos. Os métodos descritos abaixo são: método de elementos finitos para a análise de percolação, método de elementos finitos para análise tensão-deformação e método de equilíbrio limite para análise de estabilidade.

- Método Elementos Finitos – MEF

Os métodos numéricos estão sendo utilizados cada vez mais na análise de obras de terra. O Método dos Elementos Finitos (MEF) é o mais utilizado em problemas geotécnicos. Consiste na divisão do domínio do problema em subdomínios ou elementos, cujo comportamento pode ser formulado em função de sua geometria e propriedades, conectados apenas em alguns pontos, os nós, através dos quais interagem entre si.

- Análise de Percolação

A solução de um problema de percolação em meios porosos deve atender a condições de compatibilidade, equação de continuidade e às leis constitutivas.

- Programa Utilizado

Foi utilizado o programa **SEEP/W da GEO-SLOPE International**. O programa é capaz de analisar a percolação não só estacionária saturada como transiente e considerando a região não saturada, embora estes recursos não tenham sido utilizados. O programa emprega o elemento quadrilateral isoparamétrico de oito nós (função de interpolação quadrática).

- Análise Tensão-deformação

Analogamente à solução de problemas de percolação, para solução de um problema de tensão-deformação, devem ser satisfeitas as condições de compatibilidade e ao equilíbrio das forças (e de suas derivadas, as tensões), além de obedecer às leis constitutivas (relações tensão-deformação).

- Programa Utilizado

Foi utilizado o programa **ProGeo desenvolvido na COPPE-UFRJ**. O programa se propõe a analisar problemas tensão-deformação geotécnicos, via modelo elástico não- linear hiperbólico. O programa emprega o elemento quadrilateral isoparamétrico de oito nós (função de interpolação quadrática).

O programa simula a construção de aterros pela técnica do liquido denso (camadas acrescidas são carregadas por peso-próprio, mas têm rigidez elástica reduzida) e simula a ação da água pela introdução de forças de percolação correspondentes à mudança no regime de poro-pressões.

- Análise de Estabilidade

Usualmente, para determinação das condições de segurança de uma obra de terra, em particular de uma barragem, são utilizados métodos baseados em Equilíbrio Limite. Com o uso desses métodos obtém-se um fator de segurança à ruptura da obra, ou seja, procede-se a uma análise da estabilidade da obra.

Estes métodos não fornecem informações sobre deformações e deslocamentos associados à condição de serviço da obra, uma vez que apenas tensões e cargas são considerados. Assim sendo, em muitos casos, é necessária uma análise complementar para a previsão das deformações da obra. Para essa modelagem, é necessário recorrer-se a um método numérico, como o MEF, descrito no item anterior.

4.6.1 Controle de Níveis

Além dos tópicos de acima descritos, as barragens de rejeitos, hoje, possuem um controle rigoroso de nível, permitindo desta maneira um monitoramento mais efetivo contra rompimento das mesmas e consequentemente minorando os riscos de acidentes ambientais ocorridos num passado recente.

Através da aplicação de três ferramentas de análise: o Método de Elementos Finitos aplicado à percolação, à análise tensão-deformação e o Método de Equilíbrio Limite aplicado à análise de estabilidade.

Essas três ferramentas, consagradas na análise de barragens convencionais, se mostraram aplicáveis ao estudo de controle de riscos de barragens de rejeito, sendo bastante úteis para o conhecimento de mecanismos e problemas de obras desse tipo.

Com a utilização de tais ferramentas é possível se obter informações a respeito do comportamento do corpo da barragem, além de revelar mecanismos do comportamento tensão-deformação. Essas ferramentas foram muito importantes no aprimoramento do projeto de barragens de terra convencionais na década de 70, e podem ser utilizadas agora no desenvolvimento de barragens de rejeito, com todas as suas particularidades.

4.7 RECOMENDAÇÕES

Diante dos estudos e relatórios consultados, verificou-se que apenas o estado de Minas Gerais possui um relatório anual de atualização da situação das barragens em seu território. Para os demais estados – RJ e SP – registram-se apenas dados dos empreendimentos, sem nenhuma avaliação de sua situação e riscos.

Com isto, é recomendável que seja previsto um instrumento no âmbito do CEIVAP onde se tenha uma sistematização anual destas informações, incluindo uma avaliação da situação atual de cada uma destas barragens nos moldes do que já é realizado por MG, trazendo uma maior segurança para a população da bacia no que diz respeito ao risco de rompimento das mesmas.

Além disto, com base nos dados do estudo da ANA – SIEMEC/SISPREC recomenda-se, para estudos futuros, a consideração da base cartográfica em escalas mais precisas, além do adensamento dos levantamentos topobatimétricos necessários, o que contribuirá para a melhor precisão de resultados da simulação da ruptura das barragens com um maior nível de detalhamento. Os resultados do Contrato AGEVAP nº 006/2012, com a FUNCAB, poderão atender a esta recomendação.

5 IMPACTOS SINÉRGICOS DE PCHS E AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DE BACIAS

As avaliações ambientais integradas apresentadas a seguir foram elaboradas conforme descrito abaixo:

- Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Elaborado pela Sondotécnica para a Empresa de Pesquisa Energética - EPE – Início do trabalho em Setembro de 2006 e concluído em Maio de 2007.

- Avaliação Ambiental Integrada do rio Grande – Elaborado pelas empresas PSR Soluções em Energia e Consultoria, Aecogeo Soluções Ambientais, NP Ambiental Consultoria para o Instituto Estadual do Ambientei – INEA – Início dos trabalhos em Dezembro de 2010 e concluído em Maio 2012; após grande interação entre os Órgãos Gestores. Vale ressaltar que a bacia do rio Grande pertence ao Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Dois Rios.

- Avaliação Ambiental Integrada das bacias dos rios Paraibuna, Preto, Pomba, Muriaé e Piabanha – Em elaboração pela Holos Engenharia Sanitária para Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP – Início dos trabalhos em Julho 2012 e previsão de conclusão em Março de 2014.

A avaliação ambiental integrada foi um instrumento estabelecido a partir do Termo de Ajuste de Conduta no licenciamento da UHE Barra Grande no rio Uruguai e que foi incorporado nos estudos de inventário hidrelétrico de bacias, como estabelecido no novo Manual de Estudos de Inventário Hidrelétrico (Cepel-Eletrobrás-2007).

Recentemente, o Ministério Público tem exigido a elaboração desses estudos para seguimento dos estudos de licenciamento de usinas, mesmo de PCHs, como ocorreu na sub-bacia do rio Grande.

Será feita uma avaliação desses estudos e sua relação com as demais atividades na bacia, objeto do PIRH. A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) se insere no planejamento energético e ambiental como um instrumento intermediário entre a realização de inventários e os estudos de viabilidade, tendo como objetivo geral subsidiar a definição de diretrizes e orientações para o planejamento e a implementação de ações para a região, no âmbito da Política Energética Nacional.

A AAI realizada pela EPE em 2007, considerou, entre outros, os seguintes aspectos:

- o uso da água para a geração de energia hidráulica, seus conflitos com os demais usos existentes e potenciais e as necessidades de preservação ambiental;
- o uso do solo e dos recursos naturais e sua importância para as sociedades locais, do ponto de vista econômico, cultural e social;
- os cenários de desenvolvimento e os efeitos da implantação de novos empreendimentos hidrelétricos na bacia, de forma a identificar **os efeitos cumulativos e sinérgicos** decorrentes da implantação de todo o potencial previsto;
- a orientação dos esforços no sentido de fornecer instrumental técnico para o planejamento e a tomada de decisão, pelo setor elétrico, relacionados às suas ações futuras na bacia.

A partir do conhecimento da bacia e dos principais aspectos ambientais que a compõem, os estudos puderam então formar um sistema de informações, associado aos indicadores de diversas naturezas, de maneira a compreender a complexidade dos ambientes que constituem a bacia, sua dinâmica ambiental e as principais pressões socioeconômicas, resultantes especialmente das atividades produtivas desenvolvidas pelo homem na bacia.

A primeira fase dos estudos se constitui sempre num diagnóstico ambiental que no caso da proposta metodológica estabelecida pela EPE, culmina na identificação dos principais aspectos relevantes da bacia que permitiram a identificação de indicadores de sensibilidade ambiental.

Na bacia do rio Paraíba do Sul além da AAI elaborada pela EPE, foi contratada a AAI do rio Grande, executada pela PSR em 2011, e aprovada pelo INEA. Nesse caso direcionadas para avaliação apenas de PCHs.

Existem mais cinco AAI em andamento para as bacias dos rios Piabanha, Paraibuna, Preto, Muriaé, e Pomba, todas conduzidas e contratadas pela AGEVAP. Essas AAIs têm por objetivo avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos de usinas, UHEs, PCHs (usinas com potência instalada 1<P≤30 MW) e CGHs (usinas com P≤ 1MW), mas também de avaliar os efeitos de outras atividades humanas, como agricultura, indústrias e áreas urbanas.

As avaliações da EPE levaram em conta os efeitos de conjunto de usinas hidrelétricas, com potência superior a 30 MW, e conjunto de mais de três PCHs instaladas na mesma bacia,

pois se considerou que comparativamente, os efeitos de PCHs são muito menores que de uma UHE, mas conjuntos de três PCHs na mesma bacia podem causar um impacto significativo.

Nesse item far-se-á uma avaliação desses estudos realizados e já concluídos. A metodologia utilizada é a mesma adotada pela EPE para o Paraíba do Sul, com adaptações para as demais sub-bacias para considerar as PCHs e CGHs de forma individualizada.

5.1 METODOLOGIA DA AAI DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

A AAI feita pela EPE compôs-se por seis principais atividades:

1. A modelagem de geração de cenários socioeconômicos de referência, a partir da utilização da ferramenta de apoio - ambiente Stella[4].

2. O levantamento dos principais cenários de geração de energia elétrica para os anos de 2006, 2015 e 2025 (a partir dos empreendimentos constantes nos inventários realizados nos rios que compõem a bacia do rio Paraíba do Sul).

3. A formulação da sistemática da avaliação dos efeitos sinérgicos e cumulativos.

4. O cruzamento das sensibilidades e potencialidades integradas dos cenários socioeconômicos de referência aplicados aos principais efeitos sinérgicos e cumulativos, esperados para os conjuntos de empreendimentos hidrelétricos previstos para a bacia nos três cenários de geração.

5. A análise dos mapas de sensibilidade e potencialidade produzidos em cada um dos cenários de geração, resultado do cruzamento das fragilidades e potencialidades com os principais efeitos sinérgicos e cumulativos.

6. A proposição de diretrizes e recomendações socioambientais para o setor elétrico e outros setores, incluindo a seleção de indicadores de sensibilidade para a bacia.

As conclusões desta etapa dos estudos, são apresentadas em uma síntese, além das considerações finais e a proposição dos indicadores de sustentabilidade.

A figura a seguir ilustra as fases de desenvolvimento destas atividades.

[4] Modelo matemático, desenvolvido originalmente para a modelagem de dinâmica de sistemas eletromecânicos: permite que, para cada cenário, possam ser avaliadas múltiplas alternativas de desenvolvimento (*outputs*).

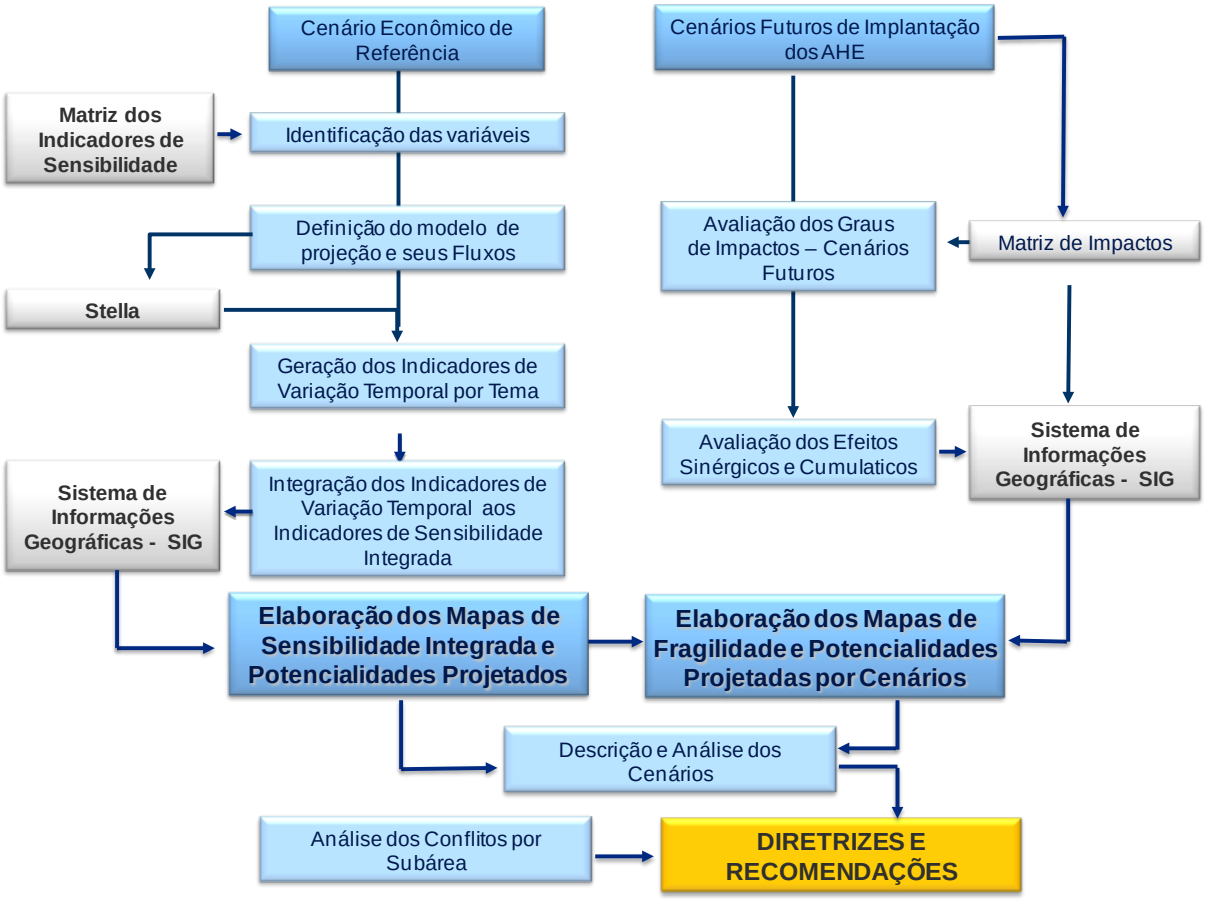


Figura 5.1 Fases de desenvolvimento da avaliação ambiental integrada

Basicamente a metodologia se refere a dois eixos de análise:

- O primeiro relativo à avaliação do cenário socioambiental da bacia por meio de indicadores de sensibilidade ambiental;
- O segundo relativo aos efeitos cumulativos e sinérgicos das usinas hidrelétricas, isto é, com potencia superior a 30 MW, em três cenários, atual com as usinas em operação e com licença ambiental prévia, um segundo cenário com as usinas estudadas, mas ainda sem licença prévia, e por último com as usinas inventariadas.

5.1.1 Avaliação de Cenários Socioambientais – Atuais e Futuros

Os elementos ou aspectos relevantes do diagnóstico foram usados na construção de cenários futuros de desenvolvimento da região, permitindo considerar e avaliar a introdução de novos empreendimentos hidrelétricos e, além disso, observar as condições de sustentabilidade dos recursos naturais. A construção dos cenários futuros assumiu hipóteses de uma intensificação da situação atual, através do aumento das pressões

antrópicas geradas a partir da expansão dos modelos econômicos, associados a uma análise da cumulatividade e sinergia dos empreendimentos planejados, permitindo o desenvolvimento de um conhecimento da realidade baseado no potencial de intervenção futura sobre suas características atuais.

Esse conhecimento, por fim, permitiu a formulação de políticas públicas do setor elétrico, através de instrumentos de planejamento, acompanhamento e tomada de decisão pela esfera pública. Para que cumpra sua função, é preciso que essa abordagem esteja fortemente calcada na realidade e nos objetivos a que se propõe atingir. Ou seja, a proposta metodológica deve ser capaz de construir indicadores e formular variáveis que sejam, por um lado, altamente significativas como representação da realidade e, por outro, de grande eficácia para o planejamento.

O quadro socioambiental esperado para a bacia do rio Paraíba do Sul, no horizonte de planejamento adotado na AAI (2006-2025), envolveu mudanças temporais nas variáveis regionais selecionadas como determinantes dos quadros futuros da bacia, que são regidas tanto por uma densa teia de relações internas a este próprio conjunto de variáveis regionais, quanto por relações entre algumas delas e outras espacialmente mais abrangentes, de âmbito nacional e mundial.

As variáveis selecionadas serviram como base para avaliação de cenários futuros, pois tem um longo histórico de informações e permitem então que se façam extrapolações futuras.

São variáveis nacionais e mundiais de natureza macroeconômica e que afetam toda a estrutura de previsão dos contextos socioambientais futuros da bacia, através de sua influência sobre a dinâmica econômica regional. Foram selecionadas as seguintes:

O Produto Interno Bruto (PIB) mundial total, cujo crescimento é um dos fatores determinantes do Valor Adicionado (VA) industrial.

- O PIB nacional total, cujo crescimento influencia diretamente o dos VA agropecuários e industriais da bacia e cujo valor determina – juntamente com a população nacional – o PIB per capita nacional.

- A população total brasileira que, juntamente com o PIB total, é utilizada para determinar a cada ano o valor do PIB per capita nacional.

- O próprio PIB per capita nacional, com o qual são comparados os PIB per capita das sub-regiões da bacia no processo de determinação das taxas esperadas de crescimento populacional migratório.

Ou seja, previsões independentes de índices agregados representativos da dinâmica econômica nacional e internacional é o foco de irradiação dos estímulos que – em interação com o processo de desenvolvimento da bacia, simulado através da modelagem desenvolvida no ambiente computacional Stella, determinam as configurações futuras do "pano de fundo" socioambiental sobre o qual incidirão os impactos prognosticados dos aproveitamentos hidroelétricos, ensejando a visualização das interfaces ambientais que se deseja examinar na AAI.

As projeções dos PIB mundial e nacional estabelecidas com esta finalidade são baseadas nos estudos de cenários macroeconômicos prospectivos que fundamentam o planejamento de longo prazo do setor elétrico, cujas características e resultados são apresentados no documento "Plano Nacional de Energia 2030 – Cenários Macroeconômicos", emitido pelo MME/EPE, em abril de 2006, planos esses revisados todos os anos para os seguintes dez anos.

As estimativas populacionais futuras adotadas para o país foram às elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sob o título "Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050 (IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica – Revisão 2004)".

5.1.2 Avaliação de Impactos Cumulativos e Sinérgicos

Para definição dos cenários de geração hidrelétrica, foram consideradas as condições iniciais do Sistema interligado Nacional - SIN, isto é, as usinas hidrelétricas em operação com potência superior a 30 MW e as premissas conjunturais estabelecidas pelo PDEE 2006-2015, produzido pela EPE.

A geração hidrelétrica incremental, no PDEE 2006-2015, foi elaborada a partir de programas de obras decorrentes das licitações de concessões já realizadas, das autorizações para usinas concedidas pela ANEEL, de informações sobre as próximas licitações previstas e de usinas com projetos em estágio de viabilidade e de inventário.

Para realização da etapa da AAI, foi considerada também a expansão da oferta de energia obtida através do desenvolvimento do potencial de PCH na bacia do rio Paraíba do Sul. Com isso, a potência total instalada para o cenário de longo prazo na bacia do rio Paraíba do Sul foi estimada em aproximadamente 3.133 MW, sendo 2.083 MW das usinas maiores e 1.050 MW das pequenas centrais.

Esse cenário foi um pouco alterado, pois a UHE Itaocara foi revista. O trecho do rio Paraíba do Sul onde ele se situava foi dividido em duas usinas. Uma no mesmo local da primeira usina com o mesmo nome, evitando que se alagasse o núcleo populacional de São Sebastião do Paraíba, e outra usina a montante desse ponto.

No caso da bacia do rio Paraíba do Sul existe uma particularidade que a distingue: a existência de uma transposição de vazões, realizada a partir de uma captação na barragem de Santa Cecília, nas proximidades da cidade de Barra do Piraí, e de uma barragem no rio Piraí. Essas estruturas hidráulicas possibilitam a inversão do curso do rio Piraí e a transferência de até 160 m^3/s das águas do rio Paraíba do Sul.

Essa transposição, associada a outras estruturas hidráulicas em bacias vizinhas à do Paraíba do Sul, com drenagem para o Oceano Atlântico, já na bacia do rio Guandu e seus formadores, possibilita a geração de energia nas usinas descritas no diagrama topológico a seguir:

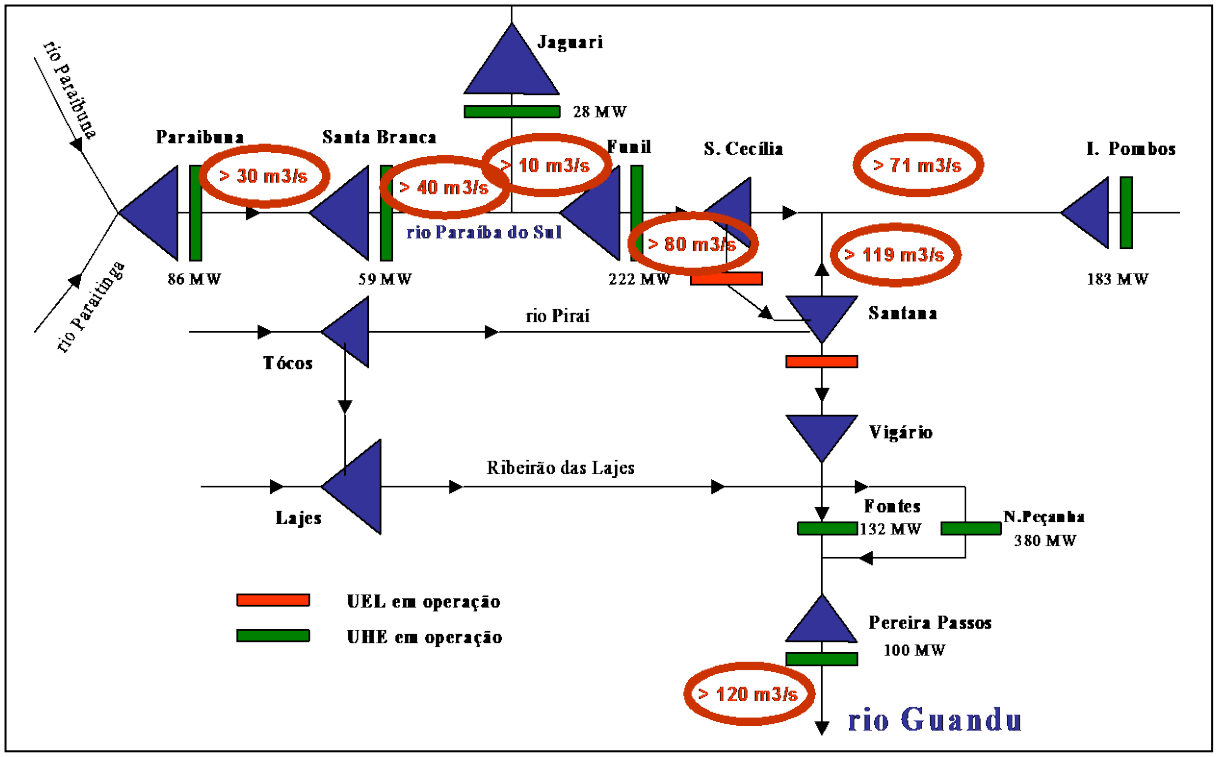


Figura 5.2 Diagrama Topológico do Sistema Hidráulico das Bacias do rio Paraíba do Sul / Guandu.
Fonte: R6 – Modelagem dos Sistemas de Transposições, AGEVAP/PSR, Fevereiro 2012

Este dado pode ser considerado um caso muito particular de empreendimentos hidrelétricos, pois o benefício da geração de energia se dá na bacia do rio Guandu e de seus formadores, como já mencionado, mas os impactos dos reservatórios e estruturas hidráulicas, para que essa transposição seja possível, estão localizadas nos rios Paraíba do Sul e Piraí. Os reservatórios são: Santa Cecília, Tócos, Vigário e Santana, e suas características principais estão apresentadas no **Quadro 5.1** conjuntamente aos das usinas assinaladas ou consideradas para o cenário de curto prazo.

Na avaliação de efeitos cumulativos e sinérgicos, os impactos desses reservatórios foram considerados, mas não os seus benefícios relativos à geração de energia, que se dão na bacia do rio Guandu.

Assim na seleção de usinas e inclusão nos diversos cenários de geração hidrelétrica da bacia do rio Paraíba do Sul, para avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos dos aproveitamentos, foram adotados os seguintes critérios:

- No cenário atual (curto prazo), foram incluídas todas as usinas com potência superior a 30 MW existentes ou já com concessão do aproveitamento estabelecida e que tivessem também viabilidade ambiental aprovada (licença prévia).

- No cenário de médio prazo, foram incluídos adicionalmente todos os aproveitamentos hidrelétricos com potência superior a 30 MW que aparecem no PDEE 2006-2015, mas que ainda não têm uma concessão estabelecida para o empreendimento ou que não dispõem de licença prévia.

- Para o cenário de longo prazo, foram consideradas todas as usinas com potência superior a 30 MW que fazem parte de estudos de inventário hidrelétrico disponíveis e aprovados, mas que ainda não avançaram no processo de aprovação técnica-econômica e ambiental.

- As PCH foram consideradas, como já mencionado, pelo seu potencial de impactos cumulativos e sinérgicos no conjunto de projetos numa mesma bacia, nos cenários de longo prazo, tendo sido admitido que apenas conjuntos de três (ou mais) pequenas usinas próximas poderiam provocar efeitos sinérgicos e cumulativos. Cabe aqui a menção as duas usinas, hoje construídas, mas na época dos estudos ainda em licenciamento de Queluz e Lavrinha. Nos termos propostos elas também não seriam avaliadas, pois só se avaliou no estudo da EPE, um conjunto de pelo menos três PCHs na mesma bacia, e nesse caso são apenas duas.

Como o PIRH do Paraíba do Sul refere-se a estudos de planejamento de longo prazo só se fará uma avaliação do cenário completo de longo prazo.

CENÁRIO ATUAL (OU DE CURTO PRAZO)

A bacia do rio Paraíba do Sul tem nove aproveitamentos hidrelétricos (acima de 30 MW) em operação: Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca, Funil, Picada, Sobragi, Simplício, Ilha dos Pombos, Nova Maurício e Barra do Braúna.

Pode-se observar na figura que a maioria desses empreendimentos (três usinas) está localizada na subárea do Alto e Médio Paraíba do Sul.

O **Quadro 5.1** a seguir apresenta resumidamente o cenário atual:

Quadro 5.1 UHE Reservatórios – Cenário atual

Nome	Rio	Estágio	Regime de operação	Altura da barragem (m)	Potência (MW)	Área do reservatório (km^2)	Tempo de residência (dias)
Paraibuna-Paraitinga	Paraíba do Sul	Operação	regularização	87,6	85,0	177,2	794
Santa Branca		Operação	regularização	44,8	50,0	27,0	63
Funil		Operação	regularização	85,0	222,0	39,0	44
Santa Cecília		Operação	fio d'água	10,0	Sem geração*	2,7	0,2
Tócos	Piraí	Operação	regularização	20,0	Sem geração*	0,5	2
Vigário		Operação	fio d'água	36,0	Sem geração*	4,0	3
Santana		Operação	fio d'água	15,0	Sem geração*	4,7	7
Picada	Peixe	Operação	fio d'água	10,0	50,0	1,1	0,2
Sobragi	Paraibuna	Operação	fio d'água	7,5	60,0	0,1	0,01
Simplício	Paraíba do Sul Novo	Operação	fio d'água	33,0	333,7	15,3	4
Ilha dos Pombos		Operação	fio d'água	9,5	183,0	4,0	0,2
Nova Maurício		Operação	fio d'água	20,0	32,1	3,4	8
Barra do Braúna	Pomba	Em operação	fio d'água	24,4		8,5	3

Fonte: Relatório de acompanhamento de estudos e projetos de usinas hidrelétricas, realizado pela ANEEL, situação em 19/01/2007 como apresentado pela AAI da bacia (EPE) e atualizada para 2013 com base na base de dados do Operador Nacional do Sistema ONS.
(*) Reservatórios de regularização de nível d´água ou vazões, sem geração hidrelétrica.

CENÁRIO DE MÉDIO PRAZO

Nesse cenário foram incluídos todos os aproveitamentos hidrelétricos com potência superior a 30 MW, mas que ainda não estão concessionados ou que mesmo concessionados não dispõem de viabilidade ambiental aprovada, e, portanto, não detêm a licença prévia (LP).

Nessa condição estão três aproveitamentos: AHE Itaocara, Barra do Pomba e Cambuci no rio Paraíba do Sul, que foram concessionados e por ainda não dispor de licença prévia emitida pelo órgão ambiental, que somam 325 MW.

Quadro 5.2 UHE – Cenário de médio prazo

Nome	Rio	Estágio	Regime de operação	Altura da barragem (m)	Potência (MW)	Área do reservatório (km^2)	Tempo de residência (dias)
Itaocara	Paraíba do Sul	Viabilidade	fio d'água	26,0	145,0	45	10
Barra do Pomba		Viabilidade	fio d'água	10,9	80,0	5,5	1,5
Cambuci		Viabilidade	fio d'água	9,5	50,0	5,7	0,5

Fonte: Relatório de acompanhamento de estudos e projetos de usinas hidrelétricas, realizado pela ANEEL, situação em 19/01/2007, atualizada par 2013 pelo banco de dados da ANEEL.

Cabe ressaltar que as usinas de Cambuci e Barra do Pomba tiveram seus respectivos pedidos de licença ambiental negados pelo INEA, mas as duas usinas faziam parte do cenário avaliado pela EPE. A UHE Itaocara teve seu projeto revisto, cujos dados na tabela acima foram atualizados, numa nova configuração com reservatório menor e consequentemente menor impacto. Assim os efeitos sinérgicos e cumulativos serão menores do que aqueles apresentados pela EPE, pois a usinas de Cambuci e Barra do Pomba tiveram seu licenciamento negado definitivamente pelo INEA.

CENÁRIO DE LONGO PRAZO

Para o horizonte de 2025, estava prevista a implantação de apenas mais uma usina: o AHE Monte Cristo no rio Pomba, com potência instalada de 33 MW.

No entanto, nesse cenário estão previstas e identificadas 117 PCH, sendo que 30 delas já estão em operação, 4 em construção e 83 identificadas a nível de inventário

Os reservatórios das PCH são de pequeno porte, apresentando áreas de inundação reduzidas. Como consequência, fica minimizada, por exemplo, a possibilidade de perda de áreas florestadas e de realocação de moradias e estruturas urbanas.

Os reservatórios com menores volumes tendem a apresentar, por exemplo, uma pequena capacidade de retenção de sedimentos e nutrientes, minimizando as alterações no comportamento hidrossedimentológico e na qualidade da água dos cursos d'água.

Outra característica das PCH é o fato de serem projetadas para operar a fio d'água, isto é, em um balanço hídrico diário, e os volumes totais afluentes serem iguais aos volumes totais defluentes. Como resultado dessa regra operativa, a modificação no regime fluvial do curso d'água fica minimizada, não havendo modificação numa escala semanal, mensal ou sazonal.

Por outro lado, a implantação dos reservatórios das PCH provoca modificações semelhantes à de uma usina de maior porte, como por exemplo, a redução das velocidades no trecho de remanso do reservatório e o consequente aumento da deposição de material sólido na entrada do reservatório. Com isso, os níveis d'água a montante podem subir mais em relação às condições naturais, durante as cheias comuns, tendo como consequência o risco de aumento na frequência de inundações nas áreas ribeirinhas.

Quando o arranjo da usina apresenta desvio de vazões para um melhor aproveitamento da queda, uma solução de engenharia muito comum em PCHs, um trecho de rio entre a barragem e o canal de fuga fica com suas vazões bastante reduzidas em boa parte do ano, na estiagem.

A própria operação das PCHs, apesar das alterações serem muito mais localizadas que as de uma usina com regularização de vazões, também pode provocar modificações no regime fluvial, quando a usina opera fazendo modulação da ponta de consumo de energia elétrica. Para isso, são retidas pequenas parcelas das vazões afluentes durante a maior parte do dia, para que esses volumes aumentem as vazões turbinadas durante o período de 18 às 21 horas, quando aumenta o consumo de energia elétrica. Essa regra operativa resulta na variação horária dos níveis d'água no reservatório e das vazões e níveis d'água no trecho fluvial a jusante da usina.

Apesar de suas reduzidas dimensões e a existência de impactos bem localizados, pode-se inferir que num determinado trecho de curso d'água onde estão previstas a implantação de um grande número de PCHs, podem surgir efeitos cumulativos e sinérgicos resultantes desse conjunto de usinas, e que em muitos casos podem se tornar comparáveis aos de uma usina hidrelétrica de médio porte. Por essa razão, as PCH também foram objeto de análise na AAI das usinas da bacia do rio Paraíba do Sul.

Foram consideradas apenas as alterações provocadas por um conjunto de usinas, isto é, locais nos quais existe a possibilidade da ocorrência de cumulatividade e sinergia entre os efeitos provocados por esses aproveitamentos.

O **Quadro 5.3** e **Quadro 5.4** a seguir, mostram o resumo das características principais das usinas e PCH para esse cenário. Todas as PCHs e UHEs que estão sem informação no quadro foram consideradas como planejadas no cenário de longo prazo, algumas tem LP e até aprovação da ANEEL, mas pelos atuais custos de energia e dificuldades de licenciamento não se efetivaram.

Quadro 5.3 UHE – Cenário de longo prazo

Nome	Rio	Estágio	Regime de operação	Altura da barragem (m)	Potência (MW)	Área do Reservatório (km²)	Tempo de residência (dias)
Monte Cristo	Pomba	Inventário	fio d'água	35,4	33,0	4,40	5

Fonte: Relatório de acompanhamento de estudos e projetos de usinas hidrelétricas, realizado pela ANEEL:

Quadro 5.4 PCH do Cenário de longo prazo

Nome	Rio	Fase
CHALÉ	PARAÍBA DO SUL	
LAVRINHAS		Oper
QUELUZ		Oper
LÍDICE	DO BRAÇO	
BRAÇO		
FAZENDA SANTANA		
PROVIDÊNCIA	PRETO 2	
POÇO FUNDO		
MORRO GRANDE (AREAL)		Oper.
CAPIM	CAPIM	
POSSE	PIABANHA	
SÃO SEBASTIÃO		
MONTE ALEGRE		
PIABANHA		Oper.
SECRETÁRIO	FAGUNDES	
CORONEL FAGUNDES		Oper.
FERREIRA GUIMARÃES	SÃO PEDRO	Oper.
MARMELOS 1-2	PARAIBUNA	Oper.
JOASAL		Oper.
PACIÊNCIA		Oper.
MONTE SERRAT		Oper
BONFANTE		Oper.
SANTA FÉ		Oper.
CABUÍ		
ÁGUA FRIA	DO PEIXE	

Nome	Rio	Fase
VISTA ALEGRE		
MONTE VERDE		
SERRINHA		
COTEGIPE		
CALO	DO CALO	
PEREIRA	BRUMADO	
GROTINHA		
ENGENHO		
COXO		
CACHOEIRA DO BRUMADO		
MONTE VERDE	SANTA BÁRBARA	
SANTA BÁRBARA		
MATO LIMPO	SANTANA	
PONTE		
CAPELA		
MELLO		Oper.
REZENDE		
BOLSA	RIBEIRÃO CONCEIÇÃO	
ALÇA		
BOA VISTA	ANGÚ	
BARRILHA		
FOZ DO ANGÚ		
ERVÁLIA	DOS BAGRES	Oper.
PIAU	PIAU	Oper.
ANA MARIA	PINHO	Oper.
GUARY		Oper.
LAJE	NOVO	
ARACI		
CATAGUASES	POMBA	
BELA VISTA		
ESTIVA		
PARAOQUENA		
CACHOEIRA ALEGRE		
BALTASAR		
FRECHEIRAS		
APERIBÉ		
ITUERÊ		Oper
BOM SUCESSO		
PONTE		Oper.
PALESTINA		Oper.
BARRA DOS CARRAPATOS		
IVAN BOTELHO III (Triunfo)		Oper.
NOVO XAVIER	GRANDE	

Nome	Rio	Fase
XAVIER		Desativada
RIO GRANDINA		
SANTO ANTÔNIO		Oper.
SANTA ROSA II		Oper.
SOSSEGO		
BONANÇA		
JAMBO		
S.S DO ALTO		Oper
CAJU		Oper.
BOA VISTA		
PIMENTEL I		
CHAVE DO VAZ	NEGRO	Oper.
EUCLIDELÂNDIA		Oper.
CACHOEIRA DA FUMAÇA	PRETO	
SANTA ROSA 1		
PRETO 4		
PRETO 1		
CARANGOLA	CARANGOLA	
SÃO LOURENÇO		
TOMBOS (Ampliação)		Oper.
HANS	SANTO ANTÔNIO	Oper.
SÃO PEDRO	GLÓRIA	
BICUÍBA		
SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA		
MARIANO		
SANTA CRUZ		
GLÓRIA		Oper.
CACHOEIRA ENCOBERTA (ORMEU JUNQUEIRA BOTELHO)		Oper.
COMENDADOR VENÂNCIO	MURIAÉ	
ITAPERUNA		
ARÉ		
PARAÍSO		
SÃO JOAQUIM		
ITALVA		INV
CORONEL DOMICIANO (AMPLIAÇÃO)	SEM PEIXE	Oper.
CATETE	BENGALA	Oper.

Fonte: Relatório de acompanhamento de estudos e projetos de usinas hidrelétricas, realizado pela ANEEL.

A **Figura 5.3** seguir apresenta a consolidação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes e previstos considerados na AAI da bacia do rio Paraíba do Sul, classificados segundo o cenário de implantação adotado no presente estudo.

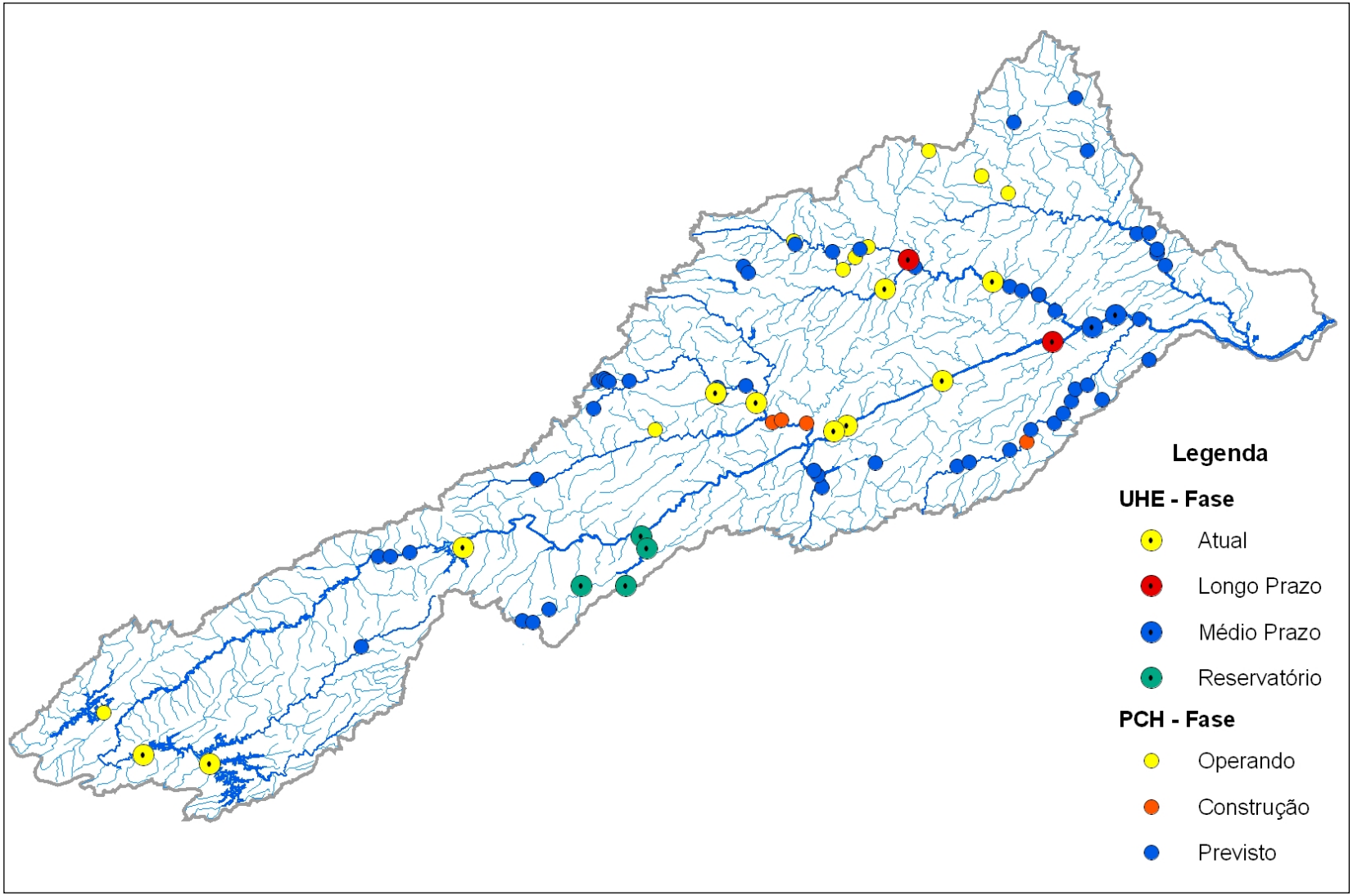


Figura 5.3 Empreendimentos da bacia do rio Paraíba do Sul segundo o cenário de implantação– AAI Paraíba do Sul – EPE 2007

A avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos ambientais potencialmente decorrentes da presença de empreendimentos hidrelétricos nos cenários estudados, objetivou diferenciar a intensidade da manifestação desses impactos e a abrangência de seus efeitos, a partir das características dos empreendimentos previstos em cada cenário. Em suma, buscou-se:

- Diferenciar a intensidade dos impactos de acordo com as características de cada empreendimento, considerando a área dos reservatórios, a altura das barragens e o trecho de vazão reduzida.

- Verificar e estabelecer métodos para a avaliação dos efeitos do ponto de vista espacial. Diferenciar a magnitude dos impactos, associando seus efeitos aos recortes espaciais dos (sub-bacia, municípios, área do reservatório, trecho a jusante).

- Hierarquizar os impactos.

- Gerar uma avaliação do conjunto dos empreendimentos e a abrangência dos impactos, manifestados através de efeitos cumulativos e sinérgicos.

Foram também considerados impactos decorrentes de conjuntos de PCH que apresentam proximidade em um mesmo trecho de rio. Neste caso, para cada indicador de impacto foi estimado um único valor representativo do conjunto de PCH, equivalendo a um único aproveitamento hidrelétrico.

A **Figura 5.4** a seguir mostra as principais atividades envolvidas no processo de avaliação dos impactos ambientais, cuja descrição é feita a seguir.

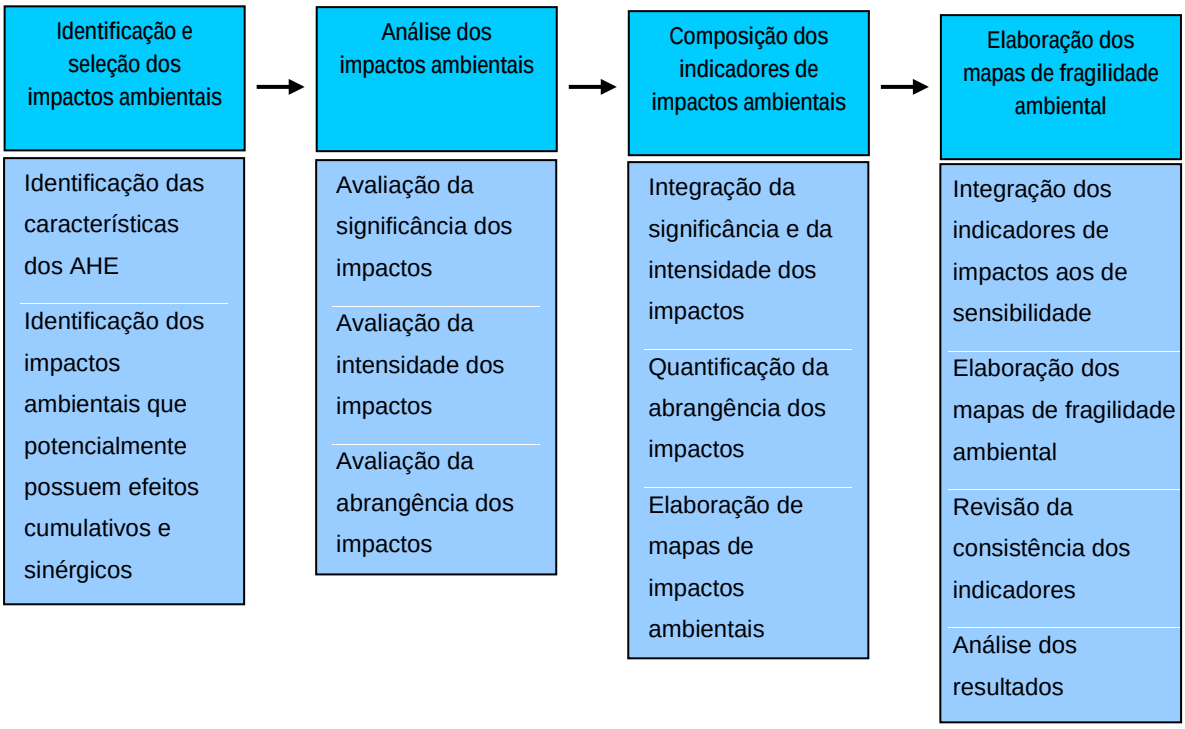


Figura 5.4 Atividades do processo de avaliação dos impactos AAI Paraíba do Sul EPE 2007

Para a distinção dos impactos ambientais a serem considerados, partiu-se de uma lista de impactos comuns em estudos de usinas, alguns que já se haviam manifestado na bacia, em decorrência dos empreendimentos existentes, e os que potencialmente poderiam vir a se manifestar em função de novos empreendimentos.

A partir da eficácia da análise realizada e das características dos empreendimentos previstos para os cenários futuros, reviu-se a listagem dos impactos a serem considerados, adotando-se uma lista de 14 impactos socioambientais negativos e um positivo**.**

Quadro 5.5 Impactos socioambientais– AAI Paraíba do Sul – EPE 2007

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	
IMP 01	Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água
IMP 02	Alteração da qualidade de água dos corpos hídricos
IMP 03	Alteração da diversidade e abundância da biota aquática
IMP 04	Interferência nos processos migratórios de peixes
IMP 05	Perda de habitats e redução da diversidade e abundância da biota terrestre
IMP 06	Interferências com áreas protegidas (UC)
IMP 07	Perda de cobertura vegetal (carbono, controle de erosão, microclima)
IMP 08	Geração de expectativas
IMP 09	Proliferação de doenças de veiculação hídrica
IMP 10	Comprometimento das atividades turísticas e perda de patrimônio
IMP 11	Risco de desestruturação de redes comunitárias de agricultura familiar
IMP 12	Perda de terras para agropecuária
IMP 13	Potencialização dos conflitos sociais
IMP 14	Desarticulação da base territorial
IMP 15	Aumento da arrecadação tributária

5.1.3 Análise dos Impactos Ambientais

A análise dos impactos ambientais teve por base uma avaliação de sua significância, intensidade e abrangência.

5.1.3.1 Significância do impacto

A significância de um determinado impacto é o valor que expressa a manifestação do impacto sobre o ambiente. Para sua definição, leva-se em consideração a magnitude e a importância do impacto ambiental, avaliadas através dos atributos dos impactos e da percepção e experiência dos técnicos de equipe multidisciplinar.

A avaliação da significância realizada estabeleceu um sistema de pesos de forma a permitir a composição de um índice representativo da importância de cada impacto, que, associado à sua magnitude, permitiu a definição da sua significância.

Quadro 5.6 Composição da significância – AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

Importância							
Cumulatividade		**Reversibilidade**		**Sinergia**		**Importância**	
Não-cumulativo	1	Reversível	1	Ausente	1	Muito pequena	1
Cumulativo	3	Irreversível	2	Presente	3	Pequena	2
						Média	3
						Grande	4
						Muito grande	5

Magnitude									
Forma de incidência		**Distributividade**		**Tempo de incidência**		**Prazo de permanência**		**Probabilidade**	
Indireto	1	Local	1	Mediato	1	Temporário	1	Pouco prov.	1
Direto	2	Regional	2	Imediato	2	Permanente	3	Muito prov.	2

5.1.3.2 Intensidade dos impactos

Para a avaliação da intensidade dos impactos foram utilizadas as características básicas dos aproveitamentos hidrelétricos, analisados de modo a permitir uma visão mais precisa da diferença na participação de cada empreendimento na geração de processos indutores de impactos. As seguintes características serviram para a composição da intensidade dos impactos:

- Regime de operação.
- Tempo de residência.
- Área do reservatório.
- Trecho de vazão reduzida.
- Altura da barragem.

5.1.3.3 Abrangência dos impactos

A representação espacial dos impactos foi realizada a partir da identificação dos elementos geográficos que podem melhor representar os espaços ou os recursos naturais envolvidos diretamente em cada impacto ambiental. Seu objetivo é permitir a identificação da manifestação espacial dos efeitos de cada impacto, possibilitando sua inclusão no SIG, de

modo que se viabilize a integração da análise de impactos à da sensibilidade ambiental, gerando mapas de fragilidade ambiental, que associam os impactos às áreas sensíveis identificadas na bacia.

Foram identificadas como abrangências às quais os impactos podem estar associados:

- **O reservatório**: refere-se aos efeitos restritos ao reservatório ou ao território ocupado pela sua formação, acrescido de um *buffer* de 2 km no entorno do reservatório.

- **O trecho a jusante**: compreende uma faixa de 10 km no entorno do trecho a jusante do barramento até o encontro do próximo afluente ou o remanso do reservatório do próximo empreendimento nesta direção.

- **A sub-bacia**: associado à toda sub-bacia onde se insere o empreendimento.

- **Os municípios**: abrangendo os municípios sob a influência direta de cada empreendimento, ou seja, aqueles cujo território é parcialmente inundado pela formação do reservatório ou que sedia a UHE.

Foram definidas as seguintes áreas de abrangência:

Quadro 5.7 Impactos socioambientais– AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

Impactos		Abrangências
IMP 01	Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água	Trecho jusante
IMP 02	Alteração da qualidade de água dos corpos hídricos	Trecho jusante
IMP 03	Alteração da diversidade e abundância da biota aquática	Sub-bacia
IMP 04	Interferência nos processos migratórios de peixes	Sub-bacia
IMP 05	Perda de habitats e redução da diversidade e abundância da biota terrestre	Reservatório + 2 km
IMP 06	Interferências com áreas protegidas (UC)	Reservatório + 10 km
IMP 07	Perda de cobertura vegetal (carbono, controle de erosão, microclima)	Reservatório + 2 km
IMP 08	Geração de expectativas	Reservatório
IMP 09	Proliferação de doenças de veiculação hídrica	Sub-bacia
IMP 10	Comprometimento das atividades turísticas e perda de patrimônio	Reservatório + 2 km
IMP 11	Risco de desestruturação de redes comunitárias de agricultura familiar	Municípios
IMP 12	Perda de terras para agropecuária	Reservatório + 2 km
IMP 13	Potencialização dos conflitos sociais	Municípios
IMP 14	Desarticulação da base territorial	Municípios
IMP 15	Aumento da arrecadação tributária	Municípios

5.1.3.4 Composição dos indicadores de impacto

A partir da ponderação dos valores atribuídos aos impactos ambientais, pelo cruzamento de sua significância, de sua intensidade e de sua abrangência, estes passam a exercer uma função de indicadores capazes de serem integrados ao SIG, permitindo sua espacialização e posterior cruzamento com os mapas de sensibilidade ambiental da bacia.

A figura a seguir apresenta esquematicamente os elementos utilizados para a composição dos impactos ambientais.

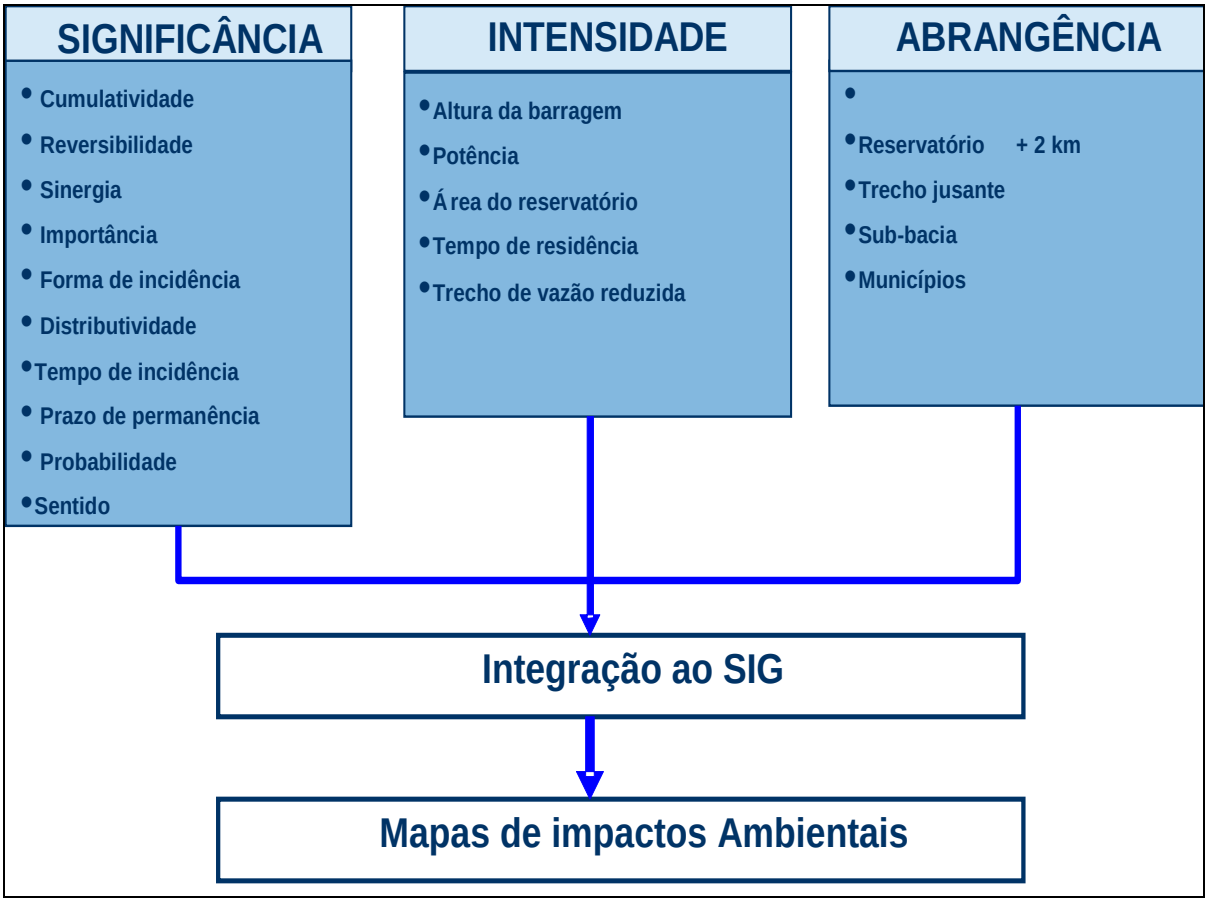


Figura 5.5 Elementos de composição dos impactos ambientais– AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

5.2 RESULTADOS DOS ESTUDOS EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Como se estabeleceu para o PIRH a análise do cenário de longo prazo (2026), a seguir são avaliados seus principais resultados.

No cenário de longo prazo só estão previstas as UHE de Itaocara no rio Paraíba do Sul e a de Monte Cristo no rio Pomba. No entanto, neste cenário foi alocado, como explicitado na descrição dos cenários energéticos, um grande número de PCHs .

As fragilidades foram compreendidas como a superposição dos efeitos cumulativos e sinérgicos nos mapeamentos de sensibilidade, isto é, verificar como a inclusão das usinas pode alterar o quadro das demais ações humana na bacia.

A leitura dos mapas foi feita por sub-bacia, e por componente síntese, isto é, recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, meio físico e ecossistemas terrestres e socioeconomia.

5.2.1 Impacto dos Recursos Hídricos e Ecossistemas

A **Figura 5.6** de Indicadores de Impacto dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos apresenta a espacialização desses indicadores onde se pode identificar os principais situações negativas encontradas em cada uma das subáreas.

5.2.1.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Os principais efeitos das usinas já estão instalados pois as únicas intervenções propostas e hoje implantadas foram as PCHs de Queluz e Lavrinhas, que não foram avaliadas pelos estudos da EPE, no entanto dentro do contexto das usinas implantadas, usinas de grande porte e com reservatórios de regularização, não se pode identificar diferenças significativas, pois as usinas de maior porte já fizeram a maior mudança. Os principais efeitos associados à interrupção de rotas migratórias e alteração da qualidade da água foram identificados e mapeados nas Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca e Funil. Além da modificação do regime de sedimentos, nessas usinas os reservatórios têm boa capacidade de regularização e alteram de forma significativa o regime hídrico e a qualidade da água, além de impedir a migração de peixes. Notadamente a forma e operação da usina de Funil altera muito a qualidade da água no lago, mas com sensível melhora a jusante.

5.2.1.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maior efeito estão delimitadas nas áreas dos reservatórios das barragens do sistema LIGHT, com alteração do regime e as condições de saneamento ambiental a jusante nas estiagens;

5.2.1.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

Nesse caso foram identificados os efeitos das usinas implantadas na bacia do rio Paraibuna (Sobragi, Picada) e da UHE Simplício, com pequena alteração no regime, mas impedindo a migração de peixes, no próprio Paraibuna e do Peixe, apesar de serem usinas a fio d'água.

Aparecem também, no entanto, os efeitos de um grande conjunto de PCH previstas na bacia dos rios Paraibuna e Piabanha, que se somam aos efeitos das UHE de Sobragi, Picada e Simplício. Três dessas PCH já se encontram em operação no rio Paraibuna, Monte Serrat, Bonfante e Santa Fé, mas já tinham sido avaliadas.

5.2.1.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea houve um aumento nos efeitos sinérgicos e cumulativos associados às usinas do rio Pomba (Barra do Braúna e Nova Maurício) que apesar de serem usinas a fio d'água, alteram a qualidade da água e a migração de peixes(operam sem regularização de vazões), mas são efetivamente mais uma barreira para a ictiofauna. Os mapas mostram os efeitos de um outro conjunto de PCH, nos rios Pomba e Muriaé e uma UHE, a de Monte Cristo, que tornam o quadro de impactos mais relevante do ponto de vista de abrangência e de intensidade.

5.2.1.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

A subárea apresenta um aumento nas áreas onde se detectou efeitos sinérgicos e cumulativos associados às usinas de Ilha dos Pombos, Itaocara e Cambuci, no rio Paraíba do Sul e Barra do Pomba no rio Pomba, que tem influência a jusante até a sua foz. Não se identificou PCH nesse cenário, com exceção daquelas do rio Grande que aparecem com grau médio de efeitos cumulativos e sinérgicos limitados a essa bacia.

5.2.2 Impactos do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

A **Figura 5.7** dos Indicadores de Impacto do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres apresenta a espacialização dos indicadores de impacto onde se pode identificar os principais situações negativas encontradas em cada uma das subáreas.

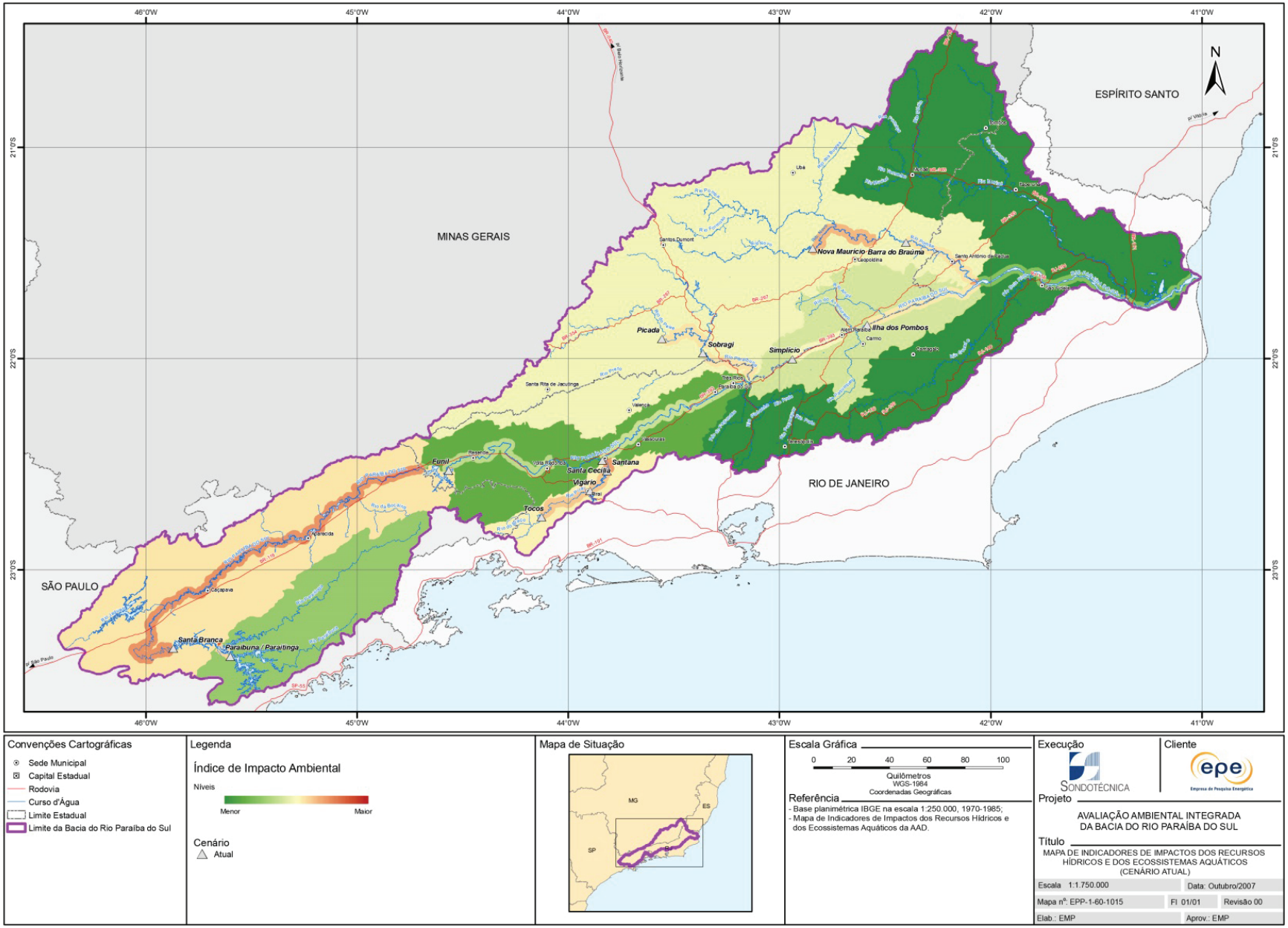


Figura 5.6 Impactos cumulativos e sinérgicos dos ecossistemas aquáticos e recursos hídricos - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

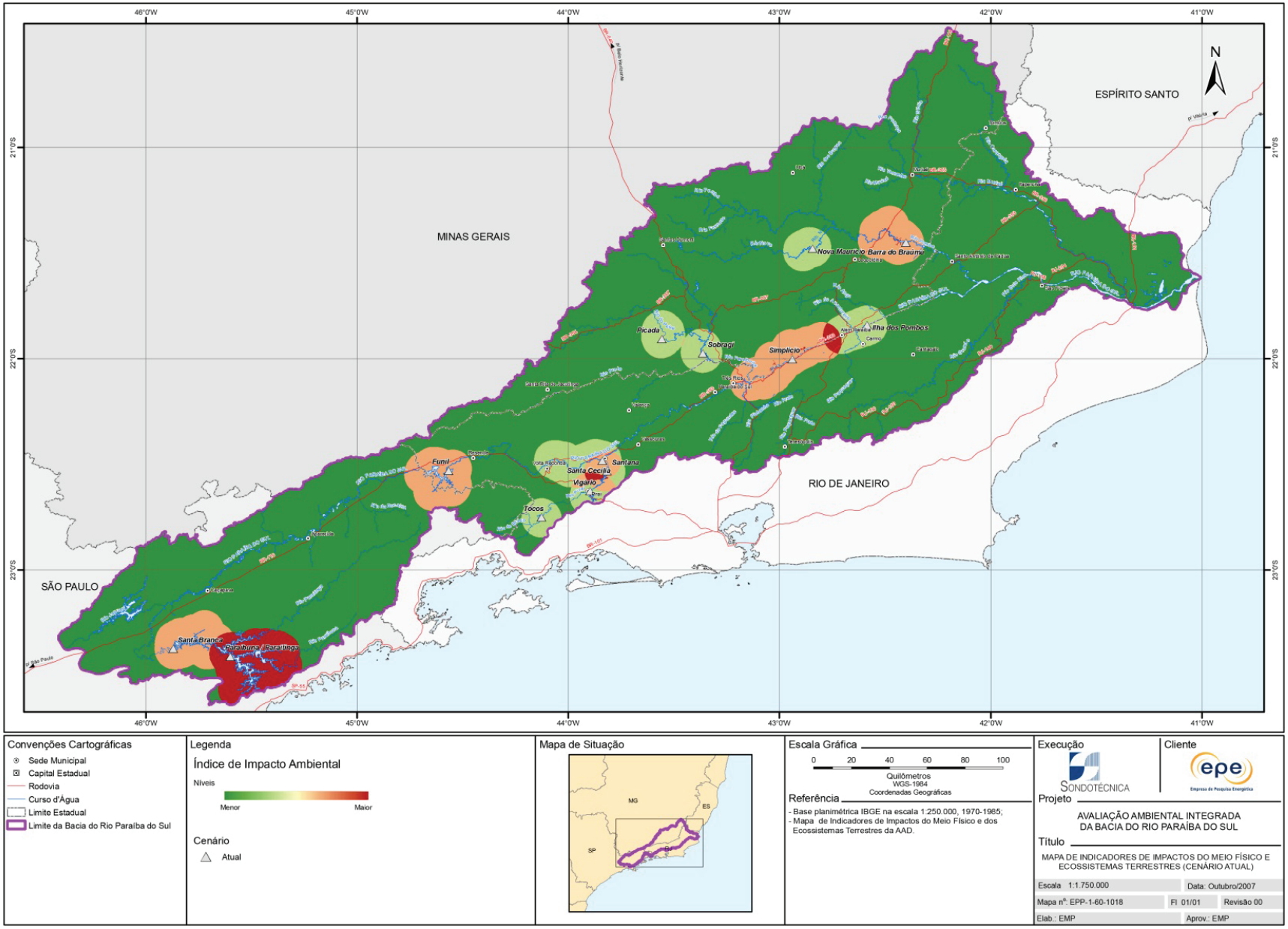


Figura 5.7 Impactos cumulativos e sinérgicos dos ecossistemas terrestres e meio físico - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

5.2.2.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar a perda de habitats e de cobertura vegetal que estão associados às usinas de Paraibuna-Paraitinga e Santa Branca e em menor grau na UHE Funil. Os efeitos das PCH implantadas nesse cenário alteram muito pouco o grau e a abrangência dos efeitos sinérgicos e cumulativos.

5.2.2.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maiores efeitos sinérgicos e cumulativos, perda de habitats e de vegetação, estão delimitadas e associadas aos reservatórios da bacia do rio Piraí da LIGHT e da barragem e captação em Santa Cecília na transposição para o Paraíba do Sul. Algumas PCH nas bacias afluentes da margem direita, como na bacia do rio Piraí, aumentaram os efeitos nessas bacias.

5.2.2.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar a influência dos efeitos das usinas implantadas na bacia do rio Paraibuna (Sobragi, Picada) e, em menor grau, na UHE Simplício devido às dimensões de seu reservatório e também os efeitos da entrada de um grande conjunto de PCH no rio Paraibuna, associados à perda de habitats e de cobertura vegetal.

5.2.2.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea os efeitos delimitados estão associados às usinas do rio Pomba (Barra do Braúna e Nova Maurício) pela perda de habitats e perda de vegetação. Esses efeitos são aumentados em abrangência e grau pela presença de um conjunto de PCH no rio Pomba e Muriaé e de uma UHE a de Monte Cristo.

5.2.2.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

Os efeitos sinérgicos e cumulativos foram delimitados pela associação das usinas de Ilha dos Pombos, Cambuci, no rio Paraíba do Sul, e de Barra do Pomba, além da UHE de Itaocara que entrou nesse cenário trazendo efeitos negativos de perda de vegetação e de habitats aos ecossistemas terrestres. Evidentemente o efeito atual é menor pela retirada das usinas de Cambuci e Barra do Pomba.

5.2.3 Impactos da Socioeconomia

A **Figura 5.8** de Indicadores de Impacto da Socioeconomia, apresenta o mapeamento dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos implantados.

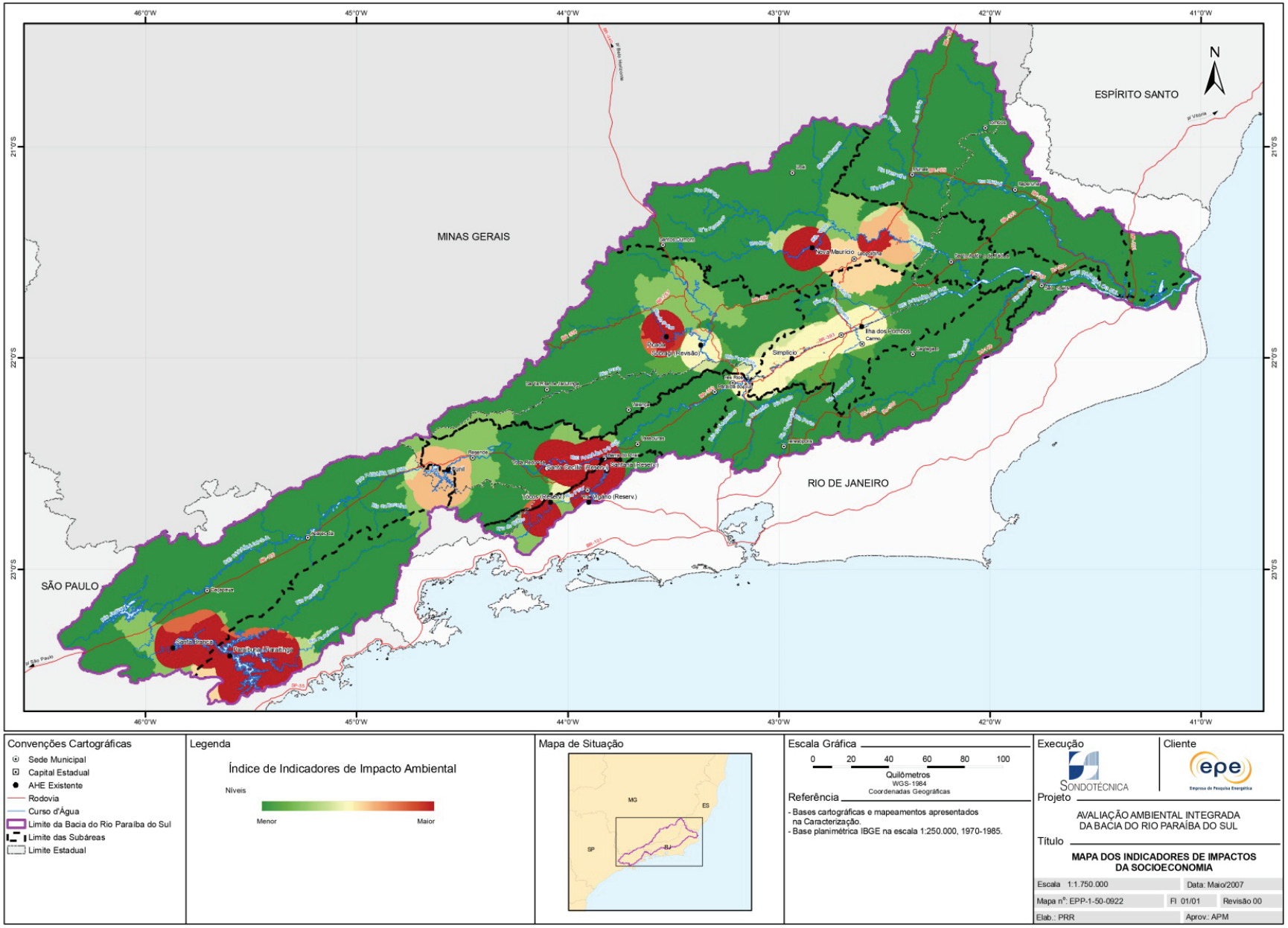


Figura 5.8 Impactos cumulativos e sinérgicos da socioeconomia - AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

5.2.3.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar que os principais efeitos estão associados à perda de terras para agropecuária, desarticulação da base territorial e potencialização de conflitos. Os efeitos dos reservatórios de Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca e Funil acarretaram em efeitos negativos, hoje em boa parte assimilados, e, portanto não acarretando alterações nos mapeamentos dos efeitos no cenário de longo prazo. Além destes pode ser citado o de proliferação de doenças de veiculação hídrica que podem ocorrer pela presença de grandes espelhos d'água.

5.2.3.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maiores efeitos sinérgicos e cumulativos estão delimitadas e associadas às áreas dos reservatórios do sistema LIGHT a partir das barragens implantadas no rio Piraí e da captação para transposição de águas para a bacia do Rio Guandu no rio Paraíba do Sul.

5.2.3.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar também no cenário de longo prazo a influência dos efeitos das usinas implantadas na bacia do rio Paraibuna (Sobragi, Picada) e da UHE Simplício. Houve vários conflitos de uso, notadamente na usina de Picada que tem um longo trecho de vazão reduzida, como também na UHE de Simplício.

No cenário de longo prazo há um aumento nos efeitos cumulativos e sinérgicos da socioeconomia com a entrada de um conjunto de PCH nas bacias dos rios Paraibuna e Piabanha, com aumento da geração de expectativas, perda de terras agrícolas e desarticulação de comunidades.

5.2.3.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea os efeitos delimitados nas usinas do rio Pomba (Barra do Braúna e Nova Maurício) que provocarão uma desarticulação nas áreas rurais dos municípios atingidos, além dos conflitos normalmente vinculados a implantação de reservatórios. Também deve ser esperada a proliferação de doenças de veiculação hídrica. O aumento das abrangências e grau detectado se deve a entrada de uma série de PCH nesse cenário nos rios Pomba e Muriaé.

5.2.3.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

A subárea apresenta efeitos sinérgicos associados às usinas de Ilha dos Pombos, no rio Paraíba do Sul e Barra do Braúna no rio Pomba. Os impactos associados à Ilha dos

Pombos e a entrada em operação das UHE Itaocara, Cambuci e Barra do Pomba podem desarticular as comunidades ribeirinhas.

Outro conjunto de PCH no rio Grande também acarretou aumento nos efeitos cumulativos e sinérgicos nessa bacia.

5.2.4 Fragilidades dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

A **Figura 5.9** do mapa de Fragilidades dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos apresenta cruzamento dos indicadores de impacto com os mapas de sensibilidade ambiental dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, onde se pode identificar os principais situações de conflitos encontradas em cada uma das subáreas.

5.2.4.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar que as principais fragilidades dos ecossistemas aquáticos e recursos hídricos estão presentes no vale do rio Paraíba do Sul associados às usinas existentes de Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca e Funil, onde se nota superposição dos efeitos cumulativos desses reservatórios incidindo nas áreas mais sensíveis dessa região. Esses reservatórios têm boa capacidade de regularização e alteram de forma significativa o regime hídrico e a qualidade da água, além de impedir a migração de peixes.

5.2.4.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maiores fragilidades estão delimitadas e associadas às áreas dos reservatórios do sistema LIGHT a partir da captação para transposição de águas para a bacia do Rio Guandu e sua incidência nas áreas consideradas mais sensíveis da bacia do rio Piraí principalmente o que gerou as áreas frágeis definidas no mapa, e ainda acentuadas pelos efeitos de um conjunto de PCH no rio Piraí.

5.2.4.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar a influência dos efeitos das usinas implantadas na bacia do rio Paraibuna (Sobragi, Picada) e da UHE Simplício, ainda no cenário atual com pequena alteração no regime, mas impedindo a migração de peixes, no próprio Paraibuna e do Peixe, apesar de serem usinas a fio d'água, e que incidem em áreas classificadas como sensíveis no rio Paraibuna e no do Peixe. No cenário de longo prazo houve um aumento da abrangência e nos graus de fragilidade em função da implantação de uma série de PCH nos rios Paraibuna e Piabanha e em áreas que se detectou uma pequena elevação dos graus de sensibilidade.

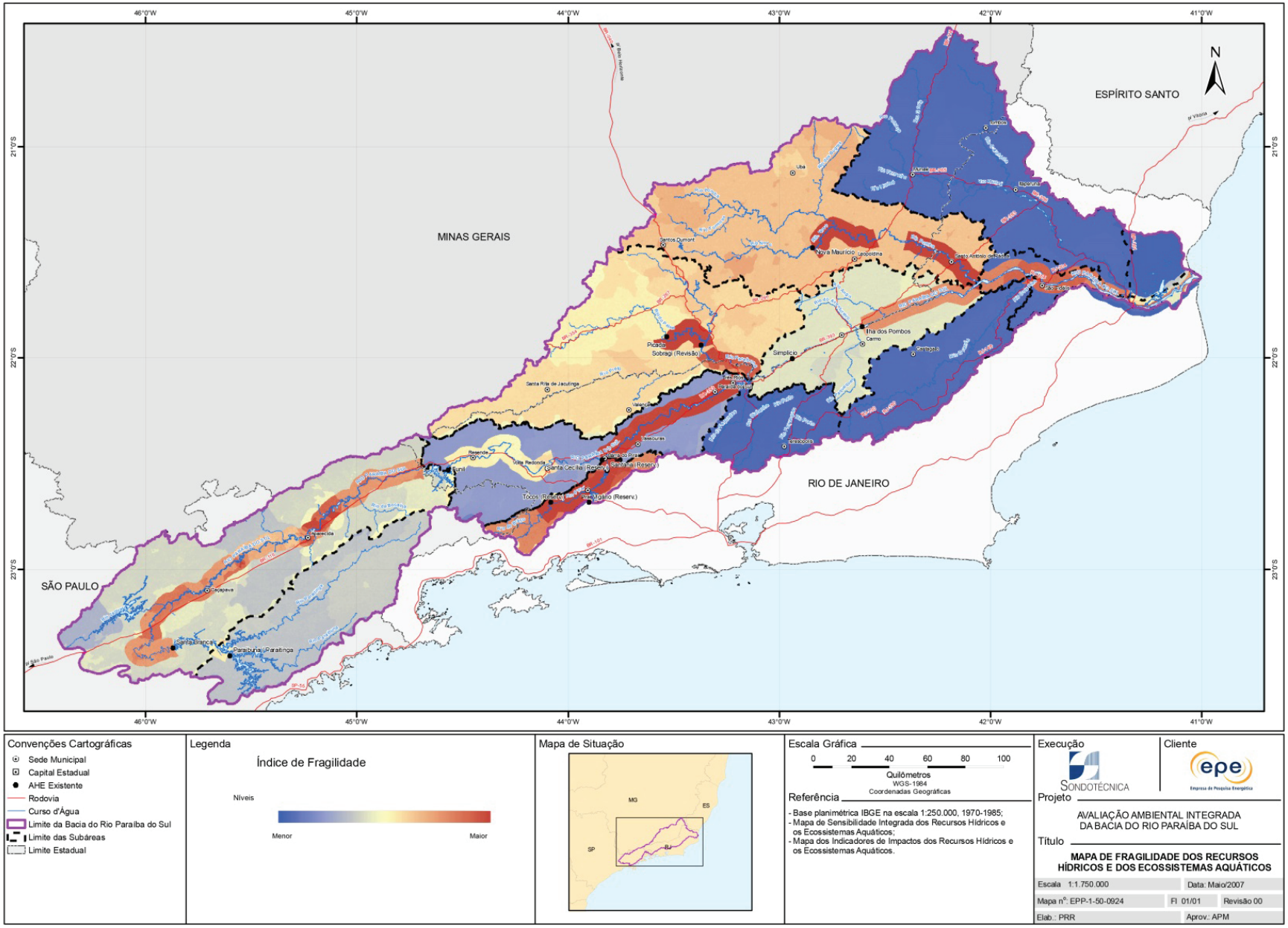


Figura 5.9 Fragilidades dos ecossistemas aquáticos e recursos hídricos- AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

5.2.4.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea os efeitos delimitados estão associados às usinas do rio Pomba (Barra do Braúna e Nova Maurício) implantadas no cenário atual que apesar de serem usinas a fio d´água, alteram a qualidade da água e a migração de peixes, associadas aos efeitos identificados pela implantação da UHE Monte Cristo e de uma série de PCH no rio Pomba e Muriaé.

5.2.4.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

Nessa subárea se identificou fragilidades associadas às usinas de Ilha dos Pombos, Itaocara, Cambuci e Barra do Pomba, no rio Paraíba do Sul, que tem influência a jusante até a sua foz mas em menor grau, e também explicadas pela incidência sobre áreas consideradas como sensíveis nessa parcela da bacia, quadro que se mantém no cenário de longo prazo, cabendo destaque para as PCH do rio Grande, alteraram o grau de fragilidade dessa bacia. As usinas de Cambuci e Barra do Braúna tiveram, no entanto, seu licenciamento definitivamente negado pelo INEA. A UHE Itaocara teve seu projeto alterado e já obteve a licença de instalação do IBAMA. Assim seus efeitos cumulativos e sinérgicos apresentados pelo trabalho da EPE serão reduzidos, pois seu reservatório é menor e as outras duas usinas não estão alocadas nem o planejamento de longo prazo.

5.2.5 Fragilidades do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

A **Figura 5.10** das Fragilidades do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres apresenta cruzamento dos indicadores de impacto com os mapas de sensibilidade ambiental do meio físico e dos ecossistemas terrestres, onde se podem identificar as principais situações de conflito encontradas em cada uma das subáreas.

5.2.5.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar que as principais fragilidades estão presentes no vale do rio associado às áreas consideradas como sensíveis pela presença de solos erodíveis, e pela incidência dos efeitos cumulativos nas proximidades dos reservatórios das UHEs de Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca e Funil, já implantados, mas com reflexos no cenário de longo prazo. Verificou-se uma pequena elevação na fragilidade em função do aumento da sensibilidade de algumas regiões da bacia e também pela previsão de implantação de PCH na calha do rio Paraíba do Sul.

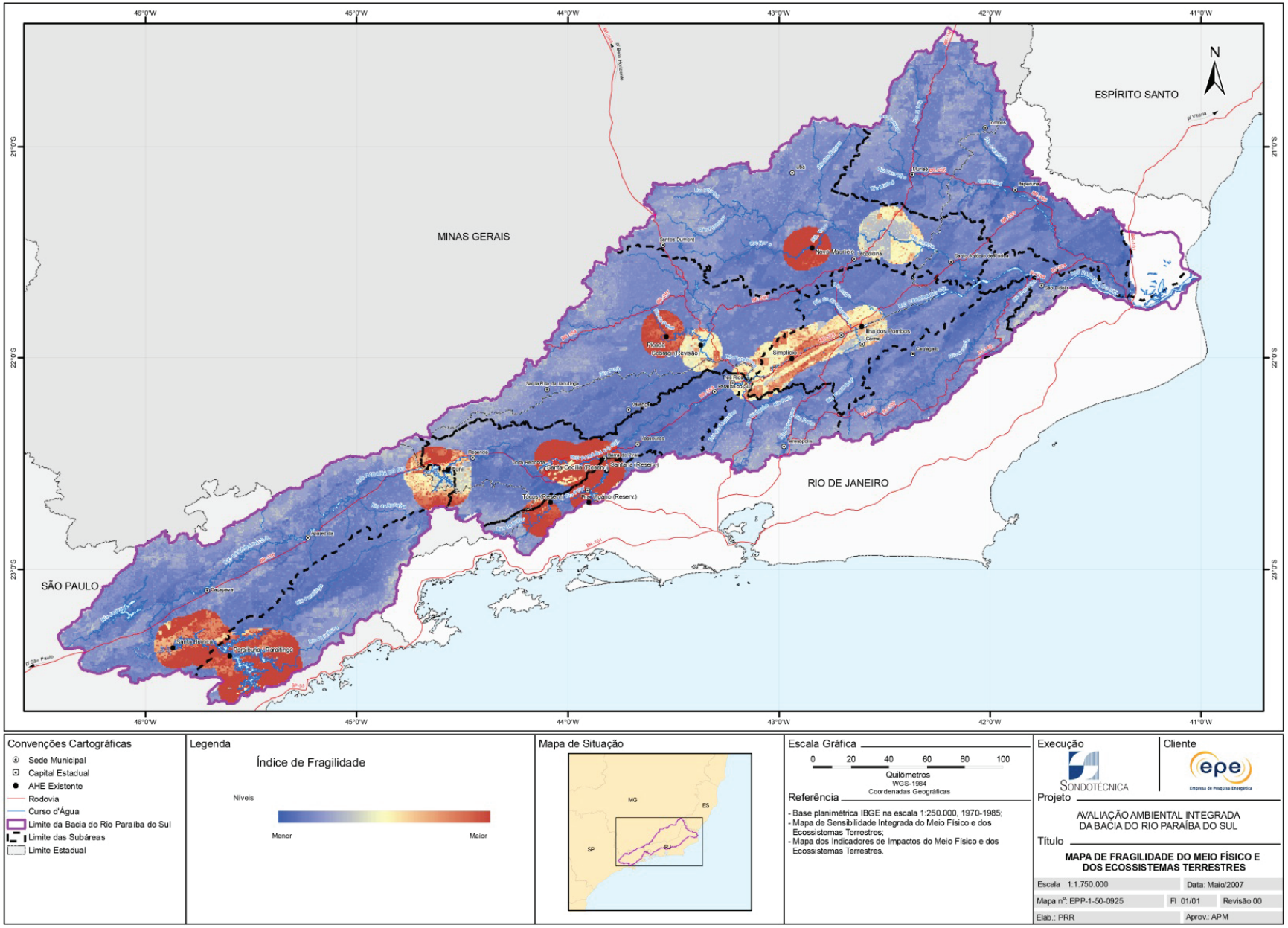


Figura 5.10 Fragilidades dos ecossistemas terrestres e meio físico – AAI Paraíba do Sul – SONDOTÉCNICA/EPE 2007

5.2.5.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maior efeito sinérgicos e cumulativos estão delimitadas e associadas à área dos reservatórios do sistema LIGHT a partir da captação para transposição de águas para a bacia do Rio Guandu e sua incidência nas áreas consideradas mais sensíveis da bacia do rio Piraí, usinas já implantadas, mas que mantém efeitos no cenário de longo prazo. Essas intervenções se processaram em áreas sensíveis da bacia do rio Piraí que sofreram uma pequena alteração, tornando-as um pouco mais intensas. Agregadas a essa fragilidade se identificou efeitos negativos e consequentemente frágeis na bacia do rio Piraí.

5.2.5.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

As áreas de maiores fragilidades estão delimitadas e associadas às usinas de Picada, Sobragi e Simplício em menor grau, associados também à superposição de áreas consideradas como sensíveis, e em áreas com a presença de solos erodíveis ou presença de remanescentes de vegetação importantes, resultado que reflete basicamente o cenário atual. No cenário de médio prazo houve um aumento no grau de sensibilidade.

Nesse cenário com a previsão de entrada em operação de várias PCH nos rios Paraibuna e Piabanha foram identificadas áreas frágeis nessas bacias associadas a perda de cobertura vegetal e de habitats em áreas consideradas como sensíveis nesse cenário.

5.2.5.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea os efeitos delimitados estão associados às usinas do rio Pomba (Barra do Braúna e Nova Maurício e no cenário de longo prazo a UHE Monte Cristo) e alterando os habitats e unidades de remanescente de vegetação.Esses efeitos identificados no cenário atual e que se mantém no cenários de médio e longo prazo, implicam numa pequena elevação no grau de fragilidade em função do aumento da sensibilidade de algumas partes dessas bacias, notadamente nas bacias dos rios Pomba e Muriaé.

5.2.5.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

A subárea apresenta fragilidades associadas às usinas de Ilha dos Pombos, Itaocara e Barra do Pomba e Cambuci , no rio Paraíba do Sul, que incidem sobre as áreas sensíveis dessa subárea, e são intensificadas no cenário de longo prazo pelo aumento das sensibilidades. Também aumentou o grau e abrangência das fragilidades ao longo do rio Grande devido a aos efeitos de um grande conjunto de PCHs nesse rio. As usinas de Cambuci e Barra do Braúna tiveram, no entanto, seu licenciamento definitivamente negado pelo INEA. A UHE Itaocara teve seu projeto alterado e já obteve a licença de instalação do

IBAMA. Assim seus efeitos cumulativos e sinérgicos apresentados pelo trabalho da EPE devem ser reduzidos, pois seu reservatório é menor e as outras duas usinas não estão alocadas nem o planejamento de longo prazo.

5.2.6 Fragilidades da Socioeconomia

A **Figura 5.11** do mapa de Fragilidades da Socioeconomia mostra que as maiores fragilidades do ponto de vista socioeconômico estão associadas principalmente à região de entorno da calha principal.

5.2.6.1 Subárea Alto Paraíba do Sul

Nessa subárea pode-se notar como exposto para o cenário de longo prazo, que as principais fragilidades estão presentes no vale do rio associado às áreas consideradas sensíveis pela presença de solos erodíveis, e pela incidência dos efeitos cumulativos da potencialização de conflitos, apesar de nesse caso já estarem amortecidos, e de proliferação de doenças de veiculação hídrica nas proximidades dos reservatórios das UHE de Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca e Funil. Associados a esses efeitos se identificaram os efeitos advindos de um conjunto de PCH no curso rio Paraíba do Sul.

5.2.6.2 Subárea Médio Alto Paraíba do Sul

As áreas de maior fragilidade estão delimitadas e associadas às áreas dos reservatórios do sistema LIGHT a partir da captação para transposição de águas para a bacia do Rio Guandu e sua incidência nas áreas consideradas mais sensíveis da bacia do rio Piraí.

Essas fragilidades estão assinaladas principalmente no vale do rio Piraí a montante e a jusante da barragem de Santana pela presença de áreas sensíveis superpostas por impactos de várias barragens nas proximidades de Barra do Piraí e nos reservatórios pela ocupação desordenada, tanto no município de Piraí como no de Barra do Piraí. E nesse caso houve também uma maior incidência dos efeitos de um conjunto de PCHs nos rio Piraí e alguns afluentes da margem direita, nas áreas consideradas sensíveis na calha do rio Paraíba do Sul, que são as áreas delimitadas, pela metodologia como frágeis.

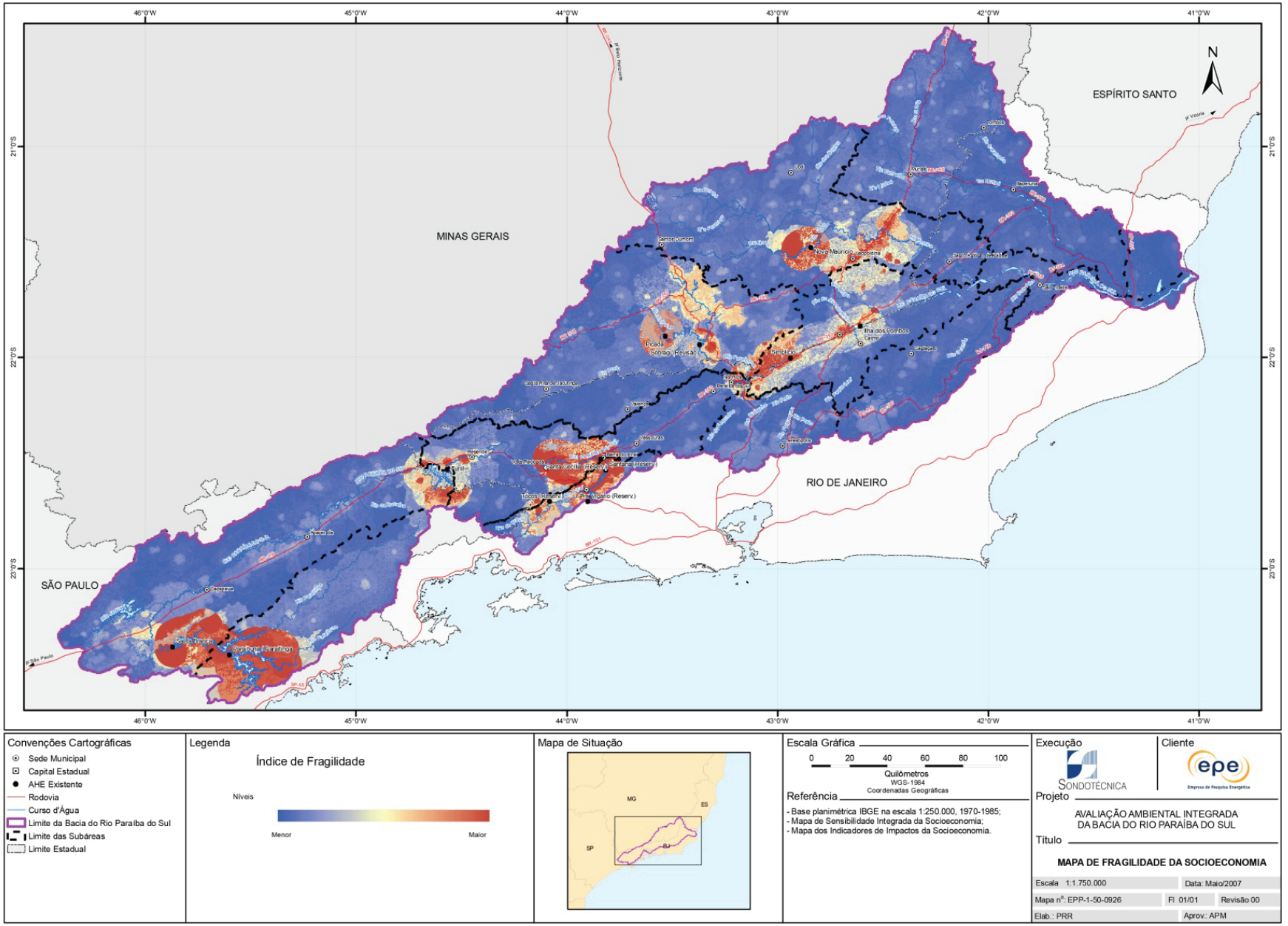


Figura 5.11 Fragilidades da socioeconomia – AAI Paraíba do Sul – EPE 2007

5.2.6.3 Subárea Médio Baixo Paraíba do Sul

A subárea é marcada pelos efeitos dos reservatórios de Simplício, Picada e Sobragi. Esses dois últimos implantados há poucos anos ou em processo de implantação, onde se pode verificar problemas relativos à perda de terras para agropecuária e potencialização de conflitos, além da possibilidade de doenças de veiculação hídrica em áreas sensíveis dos municípios do entorno de Juiz de Fora, que não possuem a mesma dinâmica socioeconômica desse pólo socieoconômico. Em Simplício cabe destaque ainda o efeito de geração de expectativas já mencionado.

Fica evidente o pequeno aumento das fragilidades nessa região devido a presença de várias PCHs no rio Paraibuna e Piabanha, o que tem trazido expectativas negativas junto as comunidades e para as atividades de turismo dessas regiões. Pois numa área com vocação turística esse impacto se reflete principalmente se houver alteração da qualidade da água, e aparecimento de macrófitas.

5.2.6.4 Subárea Pomba/Muriaé

Nessa subárea estão assinalados os efeitos dos reservatórios de Barra do Pomba e Nova Maurício, e nesse cenário da UHE Monte Cristo, em áreas sensíveis dos municípios do entorno de cidades polarizadoras como Itaperuna e Muriaé, onde se pode verificar problemas relativos a perda de terras para agropecuária e potencialização de conflitos, além da possibilidade de doenças de veiculação hídrica em áreas sensíveis desses municípios. Agregados a esses efeitos estão assinalados os efeitos de um grande conjunto de PCHs nos rios Pomba e Muriaé que deverão trazer aumento de expectativas em uma região sensível do ponto de vista da socioeconomia no que tange as comunidades de pescadores e de pequenos agricultores.

5.2.6.5 Subárea Baixo Paraíba do Sul

Na subárea do Baixo Paraíba do Sul a única área frágil está associada aos reservatórios da UHE Ilha dos Pombos, Itaocara, Barra do Braúna, que já teve seus efeitos socioeconômicos amortizados, a exceção eventualmente da proliferação de doenças de veiculação hídrica em municípios considerados como áreas sensíveis. Foi também identificada uma área de fragilidade média na bacia do rio Grande em função da implantação de uma série de PCHs nessa bacia. A UHE Itaocara teve seu projeto alterado e já obteve a licença de instalação do IBAMA. Assim seus efeitos cumulativos e sinérgicos apresentados pelo trabalho da EPE tem que ser minimizados nessa avaliação, mas mudam muito pouco do ponto de vista do conjunto, apesar de seu reservatório menor.

5.2.7 Resumo dos Estudos

Os estudos tiveram o mérito de mapear todas as usinas, construídas e em planejamento em várias etapas e avaliar em termos qualitativos e espaciais os efeitos do conjunto de usinas.

As áreas mais frágeis da bacia representam os conflitos das usinas com os recursos naturais e sociais da bacia.

- As principais fragilidades associadas aos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos estão localizadas na calha do rio Paraíba do Sul notadamente pela presença de rotas migratórias e ecossistemas aquáticos relevantes e dos efeitos provocados pelas usinas já implantadas em áreas sensíveis, como os assinalados a partir dos efeitos das usinas do rio Pomba, as fragilidades associadas aos empreendimentos de Simplício e Ilha dos Pombos, quadro agravado com a entrada da UHE Itaocara, mesmo em cota menos elevada. Também a implantação de uma série de PCHs, com destaque para as dos rios Paraibuna, Piabanha, Pomba e Muriaé, aumentou a delimitação das fragilidades na ictiofauna e também na qualidade da água.

- Do ponto de vista do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, observa-se uma situação de baixa fragilidade em toda a bacia, exceto nas áreas no entorno dos empreendimentos hidrelétricos pela perda de habitats. Houve um aumento significativo em função da identificação dos efeitos das PCHs pela perda de cobertura vegetal e de habitats nas bacias dos Paraibuna, Piabanha, Pomba e Muriaé, como já mencionado.

- Na Socioeconomia, a fragilidade se mostrou baixa em praticamente toda a bacia, atingindo níveis médios e altos nas áreas de entorno dos empreendimentos hidrelétricos. Os efeitos estão relacionados a geração de expectativas, desarticulação da base territorial desestruturação de comunidades e potencialização de conflitos. Essa situação foi alterada no na avaliação do cenário de longo prazo pela entrada das PCHs, principalmente nas bacias dos rios Paraibuna, Piabanha, Pomba e Muriaé.

Isto é, para o PIRH a avaliação da EPE mostra que o conjunto de PCHs pode causar os maiores efeitos sinérgicos mais relevantes no que concerne a ictiofauna e a qualidade da água. Os efeitos nos ecossistemas terrestres existem mais são menos relevantes, com exceção daqueles empreendimentos na calha fluvial do rio Paraíba do Sul.

O mesmo pode-se dizer da socioeconomia onde os maiores efeitos referem-se as grandes usinas, pois as PCHs estão localizadas em áreas pouco ocupadas e baixo valor econômico.

5.2.8 Recomendações para o Planejamento da Bacia

Essas recomendações foram feitas de forma geral para a bacia a partir da avaliação dos conflitos e do levantamento dos efeitos sinérgicos e cumulativos das usinas.

Assim procurou-se relacionar aquelas mais relevantes para o PIRH.

5.2.8.1 Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

Foram destacadas as seguintes questões:

- Carência de dados sedimentométricos e hidrométricos nas sub-bacias: Paraibuna, Piabanha, Pomba, Muriaé e Paraíba do Sul;
- Conflito entre o uso da água para consumo humano e a poluição das águas nas regiões urbanas, devido aos efluentes de esgoto sanitário não-tratado e ao lixo lançados nos cursos d'água e nas margens do rio Paraíba do Sul;
- Conflito entre o uso múltiplo da água e os efluentes industriais, em especial para siderurgia e beneficiadoras de cana-de-açúcar e mineração, nas bacias dos rios Pomba e Muriaé;
- Conflito entre a ocupação do vale do rio e o aumento da frequência das inundações, devido à maior velocidade no escoamento superficial e ao assoreamento das calhas fluviais, neste caso na calha principal e nas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé;
- Apesar da intensa ocupação da bacia em todas as subáreas e da presença de vários reservatórios, são muito relevantes ainda a ictiofauna da bacia e os sistemas que ainda a mantém, como a vegetação ciliar, e a presença de lagoas marginais já no seu baixo curso, isto se deve em grande parte à dinâmica fluvial;
- O Comitê de Bacia Hidrográfica CEIVAP, canal mais direto de manifestação da sociedade, está instalado e em atividade, ainda que em níveis de participação diferenciados.

Com base nas questões acima, foram elaboradas as recomendações a seguir.

Recomendações:

- Acelerar as medidas de implantação de processos de outorgas pelos órgãos gestores de recursos hídricos para todos os usos de água, assim como a implantação de outros instrumentos de gestão, como cobrança pelo uso da água que já está em curso e que precisa ser acelerada e implantação de um banco de dados georreferenciados.

- Adensar a rede de monitoramento fluviométrico, principalmente nas sub-bacias, do rio Piabanha ,Paraibuna, e Preto;

- Estudar com mapas de maior detalhe os processos erosivos, incluindo uma análise de sua contribuição para o aporte de sedimentos aos rios e reservatórios da bacia;

- Adensar a rede de monitoramento sedimentométrico, principalmente nas sub-bacias dos rios afluentes a reservatórios, como os de Santana e Funil. Quase não é feito esse monitoramento na calha principal e ele não existe nas sub-bacias;

- Acelerar a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos nas áreas urbanas;

- Adensar a rede de monitoramento da qualidade da água, principalmente nas sub-bacias dos rios Piabanha, Paraibuna, Preto, Pomba e Muriaé;

- Criar áreas de proteção para conjuntos de lagoas marginais de importância para reprodução da ictiofauna notadamente no Baixo Paraíba do Sul.

5.2.8.2 Meio físico e ecossistemas terrestres

A intensa ocupação antrópica da bacia é percebida em todas as subáreas, sendo mais evidente na subárea do Alto e Médio Paraíba do Sul e notadamente nas bacias dos rios Piabanha, Grande e Paraibuna, onde foram identificadas as áreas críticas do ponto de vista da sensibilidade à erosão dos solos, tanto no quadro atual, quanto nos cenários futuros, por motivos já expostos na descrição dos mapas de fragilidade.

Recomendações:

- Planejar e implantar o reflorestamento de margens e nascentes dos formadores e a criação de unidades de conservação, principalmente nas bacias do Alto e Médio Paraíba do Sul e nas cabeceiras, de forma a reduzir o transporte de sedimentos e

formação de processos erosivos, com destaque para as bacias do rio Piabanha e Grande, na margem esquerda e nas bacias dos rios Pomba e Muriaé, na margem direita;

- Implantar programas e planos de manejo de solos;
- Implantar uma rede de monitoramento sistemática de sedimentos, pois a existente é muito deficiente, contemplando inclusive os reservatórios existentes, nos quais se poderia, inclusive, realizar campanhas de levantamentos batimétricos para avaliar o grau de assoreamento dos mesmos, em todas as subáreas, até mesmo aquelas que atualmente não são consideradas críticas.

5.2.8.3 Socioeconomia

Foram detectadas várias situações já instaladas de conflito de uso da terra, notadamente em algumas bacias, como na bacia hidráulica da UHE Itaocara e na região norte fluminense. Essa situação tenderá a se agravar na presença ou eminência da implantação de novas usinas e com o continuado crescimento desordenado das áreas urbanas.

Recomendações:

- Elaborar planos diretores para os reservatórios, associando ações de controle de ocupação das margens e sistemas integrados de gestão ambiental para indústrias, agricultura integrada e pecuária intensiva;
- Nas subáreas e nas bacias mais urbanizadas, implantar sistemas de tratamento de efluentes domésticos e industriais, de forma a reduzir significativamente a poluição e o conflito de uso na proximidade e a jusante de áreas urbanas;
- Implantar os planos de ordenamento territorial nas proximidades das áreas urbanas;
- Identificar a presença de comunidades de pescadores e comunidades extrativistas;
- Mapear as áreas de agricultura familiar, especialmente aquelas praticadas em áreas de várzea.

5.3 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CUMULATIVOS, SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DO RIO GRANDE, PRINCIPAL FORMADOR DO RIO DOIS RIOS

Na bacia do rio Grande, que, junto com o rio Negro, forma o rio Dois Rios, último grande contribuinte pela margem direita do rio Paraíba do Sul, foi utilizada a mesma metodologia empregada para a bacia do rio Paraíba do Sul, com exceção da identificação e classificação dos efeitos sinérgicos e cumulativos. Em vez de avaliar um conjunto de PCHs, como a bacia só tem pequenas centrais, foi feita outra lista de efeitos negativos das usinas e avaliadas cada uma delas.

EFEITOS SOCIOAMBIENTAIS		
EF 01	Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água	Meio Físico
EF 02	Alteração da qualidade de água dos corpos hídricos	Meio Físico
EF 03	Alteração da diversidade e abundância da biota aquática	Meio Biótico
EF 04	Interferência nos processos migratórios de peixes	Meio Biótico
EF 05	Perda de habitats e redução da diversidade e abundância da biota terrestre	Meio Biótico
EF 06	Perda de cobertura vegetal (carbono, controle de erosão, microclima)	Meio Biótico
EF 07	Proliferação de doenças de veiculação hídrica	Meio Socioeconômico
EF 08	Comprometimento de atividades turísticas e perda de patrimônio	Meio Socioeconômico
EF 19	Perda de terras para agropecuária	Meio Socioeconômico
EF 10	Potencialização dos conflitos sociais	Meio Socioeconômico

Os estudos da AAI do rio Grande foram elaborados com base na mesma metodologia da AAI do rio Paraíba do Sul, no entanto, com enfoque alterado para PCHs. Isto é, dando um foco maior para os efeitos cumulativos e sinérgicos mais específicos para PCH.

5.3.1 Aspectos Relevantes do Diagnóstico

No Diagnóstico foram levantados os principais aspectos do meio ambiente que pudessem contribuir para a elaboração de indicadores de sensibilidades ambientais da bacia.

5.3.1.1 Aspectos relevantes do meio físico

- Qualidade e quantidade de água com boa rede de drenagem;
- Potencial mineral: areias e granito;
- Problemas de processos erosivos e transporte de sedimentos;
- Movimentos de massa (observados nos serviços de campo da AAI);
- Chuvas intensas.

5.3.1.2 Aspectos relevantes do meio biótico

- Remanescentes florestais importantes;
- Grande pressão antrópica sobre os recursos naturais;
- Importância da qualidade da água e da ictiofauna.

5.3.1.3 Aspectos relevantes da socieconomia

- Ocupação desordenada;
- Falta de saneamento básico (tratamento de esgoto e destino final de lixo);
- Deficiências de infraestrutura viária;
- Dificuldades de ordenamento territorial e de organização social (gestão dos recursos e atividades);
- Dificuldades na produção agrícola;
- Grande potencial turístico.

5.3.2 Indicadores Ambientais

Nesse estudo se deu um enfoque um pouco distinto e se elaboraram mapas de indicadores ambientais para caracterizar o cenário atual da bacia. O cenário futuro foi considerado a partir da avaliação das usinas inventariadas pela ANEEL e as que estão em operação ou construção.

5.3.3 Indicador de Ecossistemas

O indicador procurou integrar as variáveis selecionadas para os ecossistemas aquáticos e terrestres, dando um peso maior para a ictiofauna. Pode-se notar um maior potencial na bacia nas áreas de cabeceiras dos rios e drenagens da margem esquerda do rio Grande e a maior relevância dos ecossistemas aquáticos na parte baixa da bacia, já chegando no rio Paraíba do Sul. A **Figura 5.12** a seguir ilustra esse indicador.

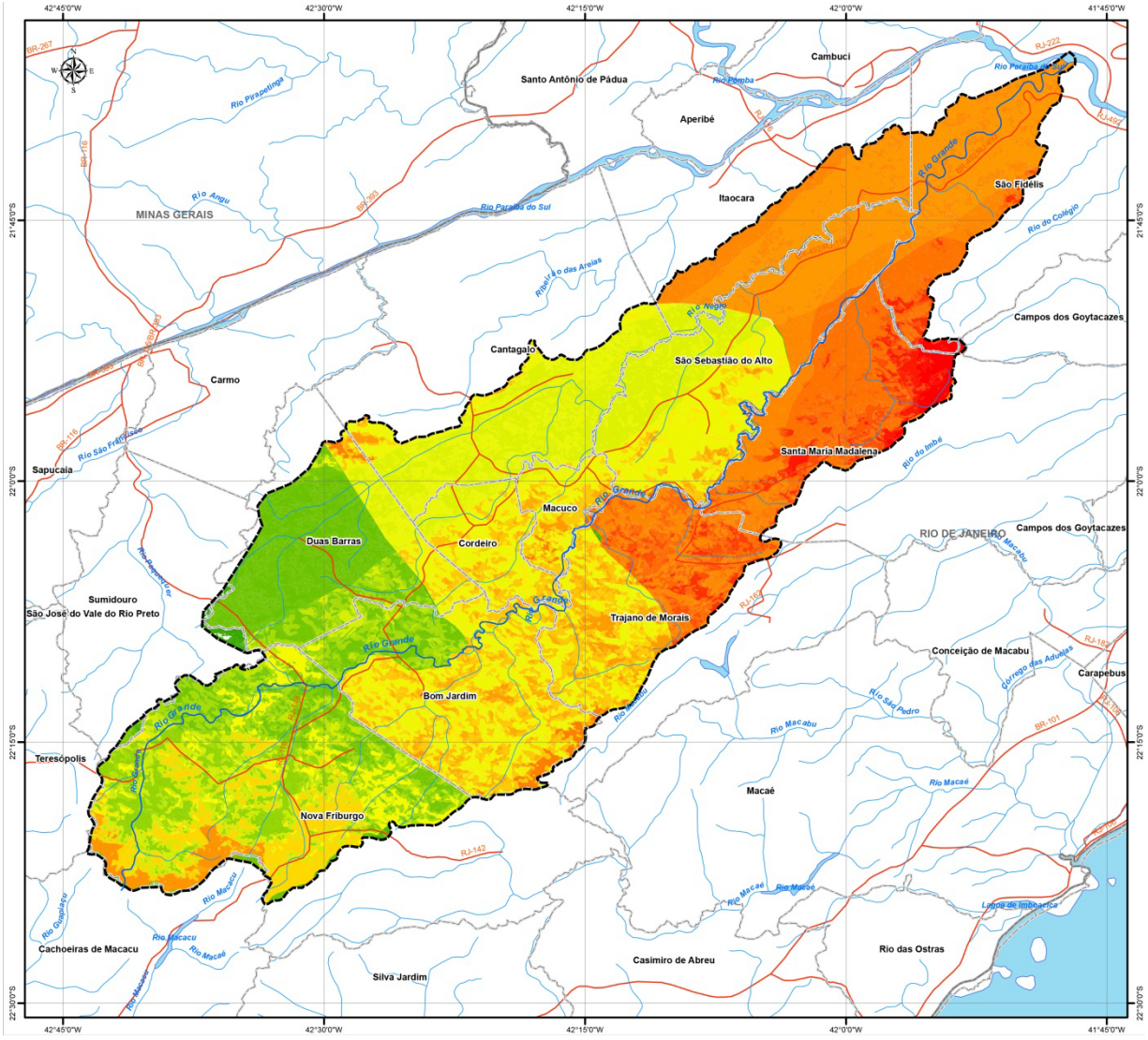


Figura 5.12 Indicador de ecossistemas
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Maio/2012

5.3.3.1 Indicador de socioeconomia

Esse indicador é a integração dos mapeamentos de modos de vida, organização territorial e base econômica, e mostra uma maior pressão de atividade humanas nos municípios das cabeceiras, Nova Friburgo e Bom Jardim, e no entorno das principais rodovias de interligação, e um vazio de atividades na bacia do rio Negro.

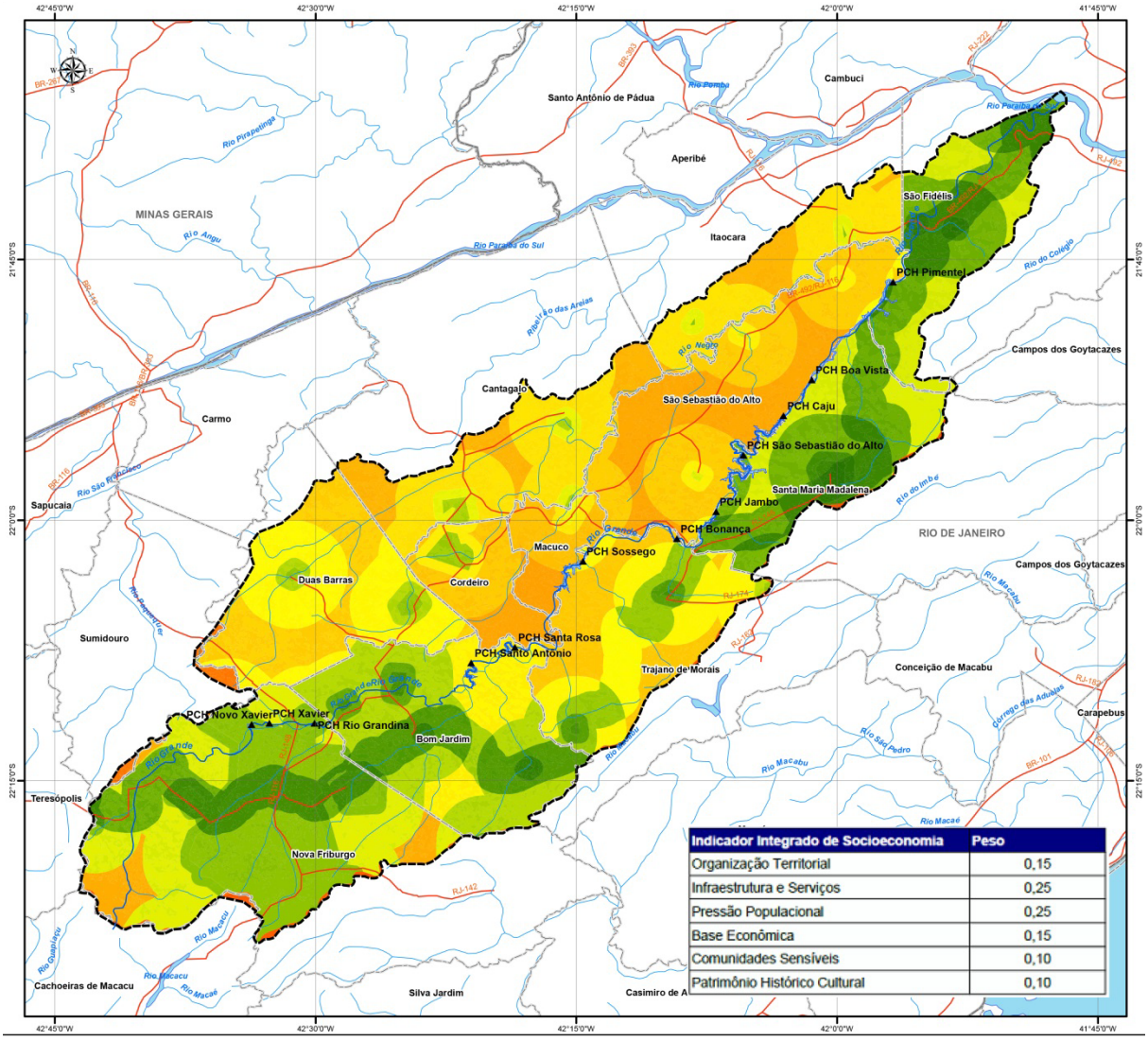


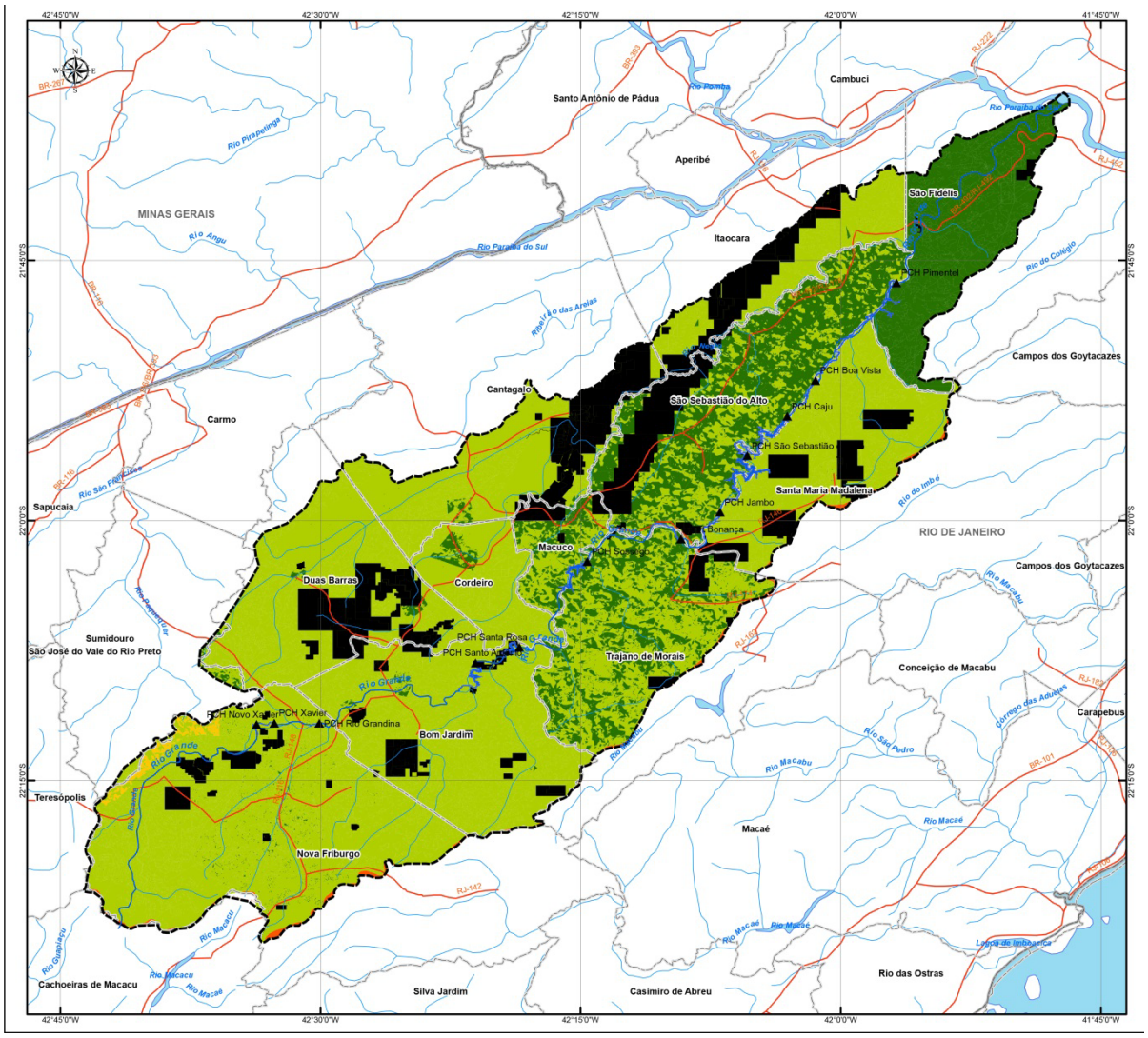
Figura 5.13 Indicador de socioeconomia
Fonte: AAI da Bacia do Rio Grande, PSR/INEA, Maio/2011

5.3.4 Conflitos de Usos dos Recursos Naturais

Também foram elaborados mapas para evidenciar os conflitos de usos dos recursos naturais na bacia. Esse mapeamento foi feito para tentar identificar os efeitos de outras atividades humanas, tais como ocupação urbana, mineração, rodovias, entre outras, relativamente ao meio ambiente (recursos naturais).

5.3.4.1 Indicador de conflitos de mineração e recursos hídricos

O mapa mostra as áreas onde se mapeou as diferentes áreas com maior ou menor potencial de disponibilidade de água superficial e regiões de potencial mineral. O mapa mostra com mais evidencia o conflito na bacia do rio Negro, que tem mais baixa disponibilidade de água, comparativamente e um grande interesse em exploração mineral.


MINAS GERAIS
RIO DE JANEIRO
Santo Antônio de Pádua
Cambuci
Aperibé
São Fidélis
Itaocara
Campos dos Goytacazes
Cantagalo
São Sebastião do Alto
Carmo
Sapucaia
Santa Maria Madalena
Macuco
Duas Barras
Cordeiro
Sumidouro
São José do Vale do Rio Preto
Trajano de Morais
Conceição de Macabu
Carapebus
Bom Jardim
Teresópolis
Nova Friburgo
Macaé
Cachoeiras de Macacu
Silva Jardim
Casimiro de Abreu
Rio das Ostras
PCH Pimentel
PCH Boa Vista
PCH Caju
PCH São Sebastião
PCH Jambo
PCH Bonança
PCH Santa Rosa
PCH Santo Antônio
PCH Novo Xavier
PCH Xavier
PCH Rio Grandina
Rio Paraíba do Sul
Rio Pirapetinga
Rio Angu
Rio São Francisco
Rio Preto
Rio Grande
Rio Macabu
Rio São Pedro
Rio Macaé
Rio Imbé
Rio do Colégio
Rio Guapiaçu
Rio Bonito
Rio Casemiro
Rio Ribeirão das Areias
Rio Pomba
Rio Paraíba do Sul
Rio Macacu

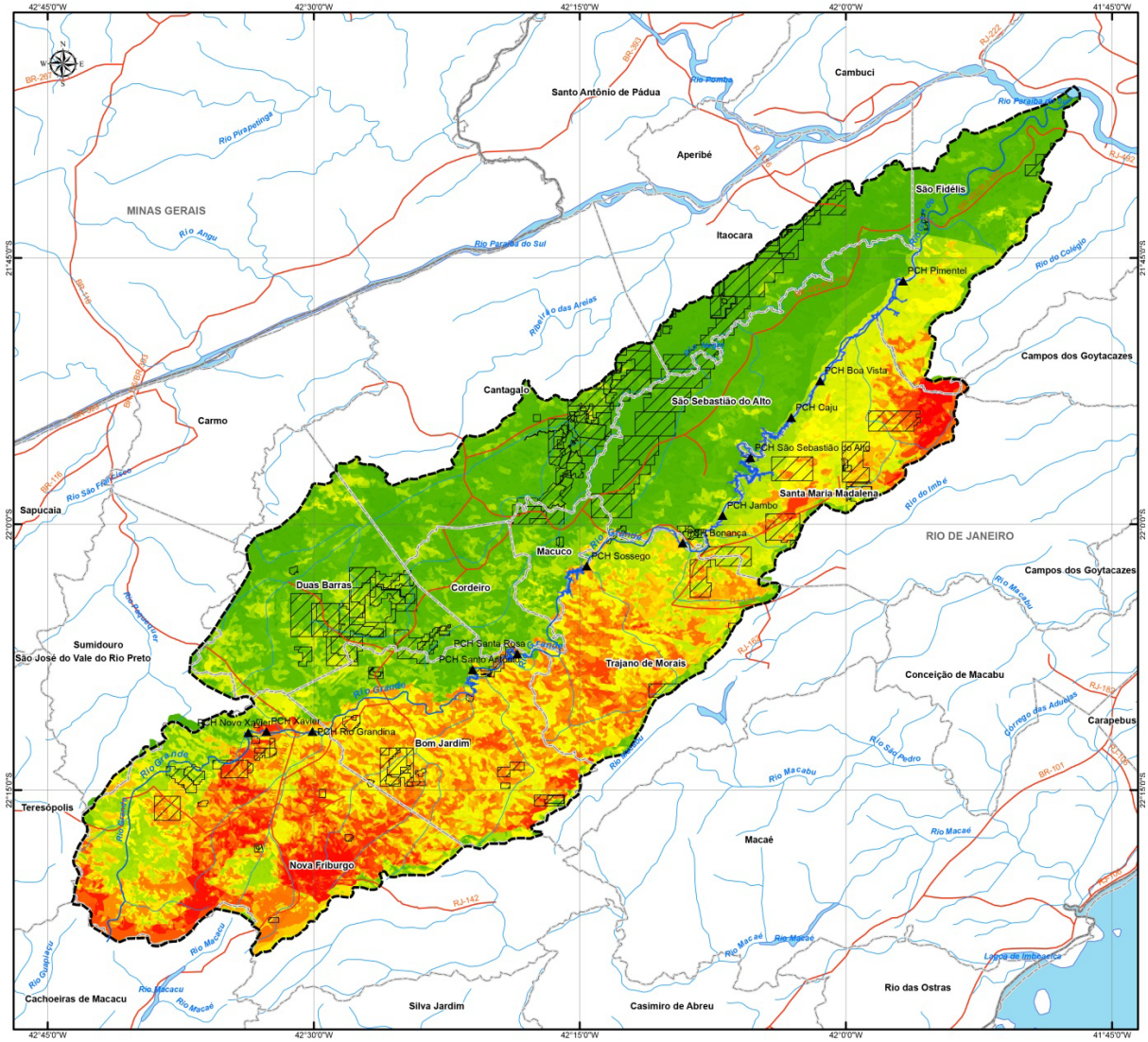


Figura 5.15 Indicador de conflitos de ecossistemas e mineração
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Agosto/2011

5.3.4.3 Indicador de conflitos de ecossistemas e recursos hídricos superficiais

O mapa mostra que as áreas mais pressionadas, com menor disponibilidade hídrica estão nas cabeceiras dos rios, principalmente no rio Negro, e a importância dos remanescentes florestais na manutenção da quantidade e qualidade da água nas cabeceiras do rio Grande, onde ainda existem remanescentes vegetais relevantes.

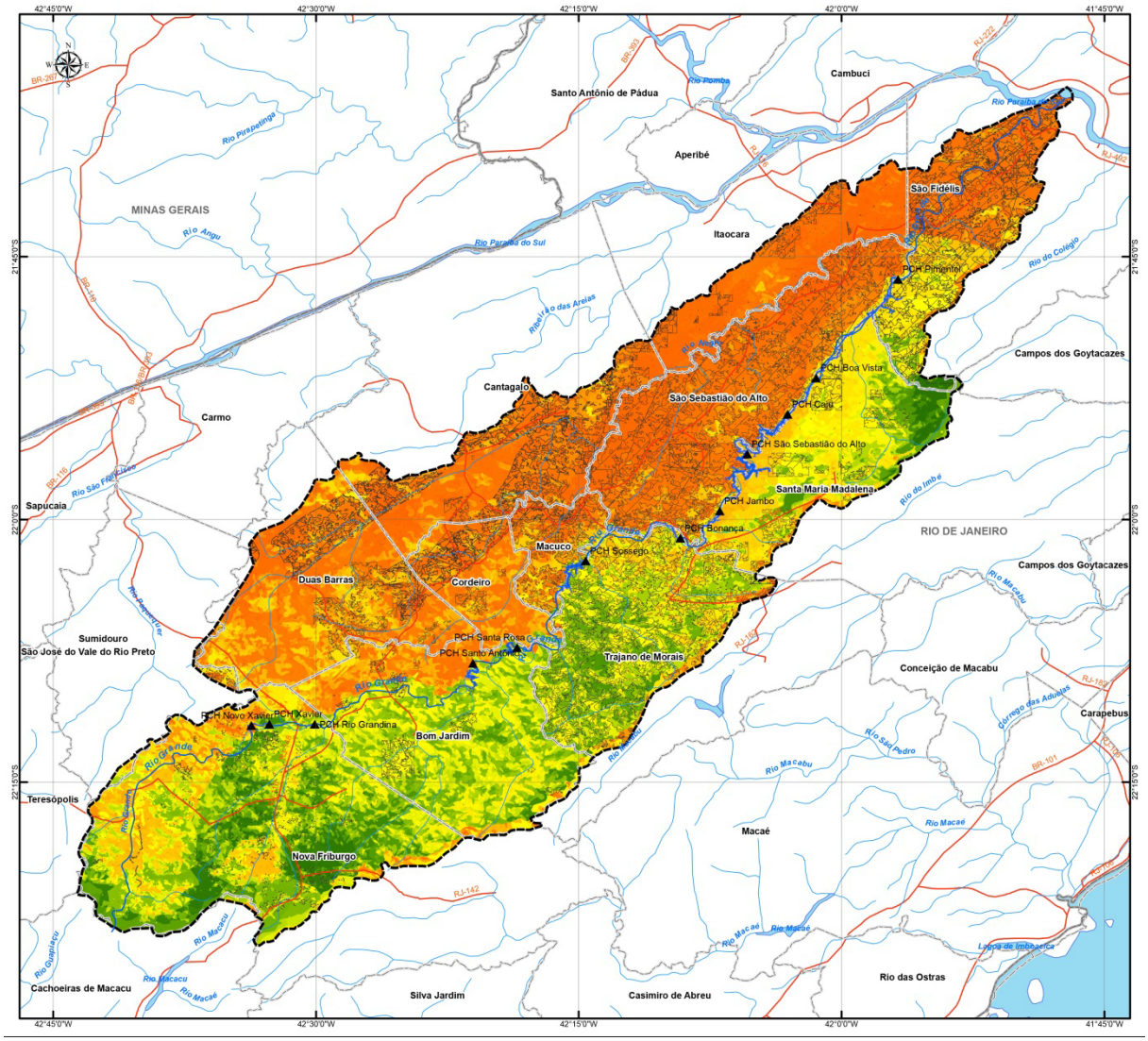


Figura 5.16 Indicador de conflitos de ecossistemas e recursos hídricos
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Agosto/2011

5.3.4.4 Indicador de conflitos da socioeconomia e recursos hídricos

Novamente se procurou mostrar que as maiores demandas e pressões estão situadas nas cabeceiras onde a disponibilidade hídrica é menor, mas esse conflito do ponto de vista da quantidade de água é bem menos relevante na bacia, relativamente aos usos e população residente.

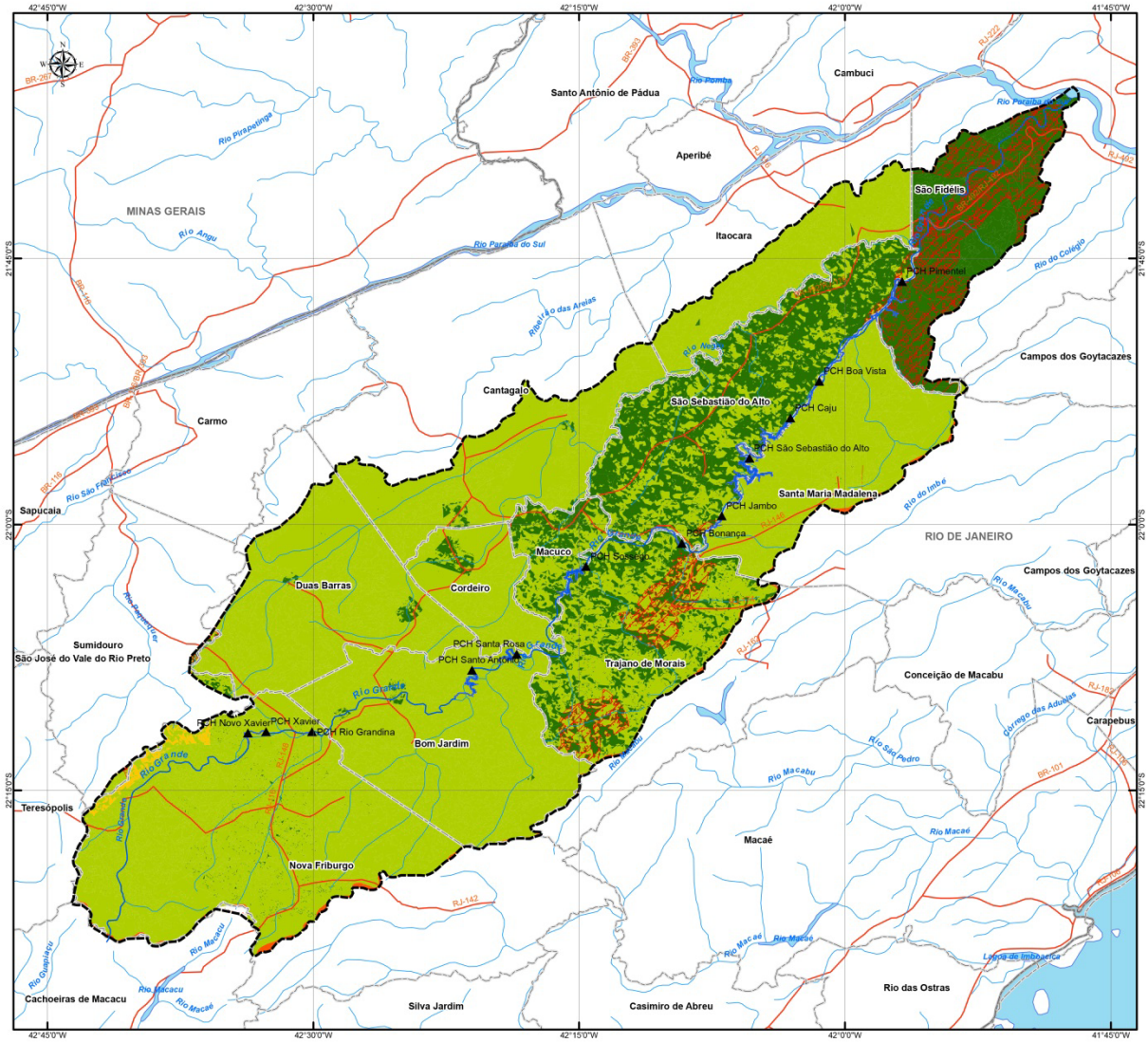


Figura 5.17 Indicador de conflitos da socioeconomia e recursos hídricos
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Agosto/2011

5.3.4.5 Indicador de conflitos da socioeconomia e mineração

Nesse caso também se podem identificar as pressões futuras da mineração na organização territorial, áreas urbanas e vias de circulação, notadamente na bacia do rio Negro, onde a ocupação é bem menor. Esse é um efeito positivo para a economia desses municípios mas será um problema para a disponibilidade hídrica.

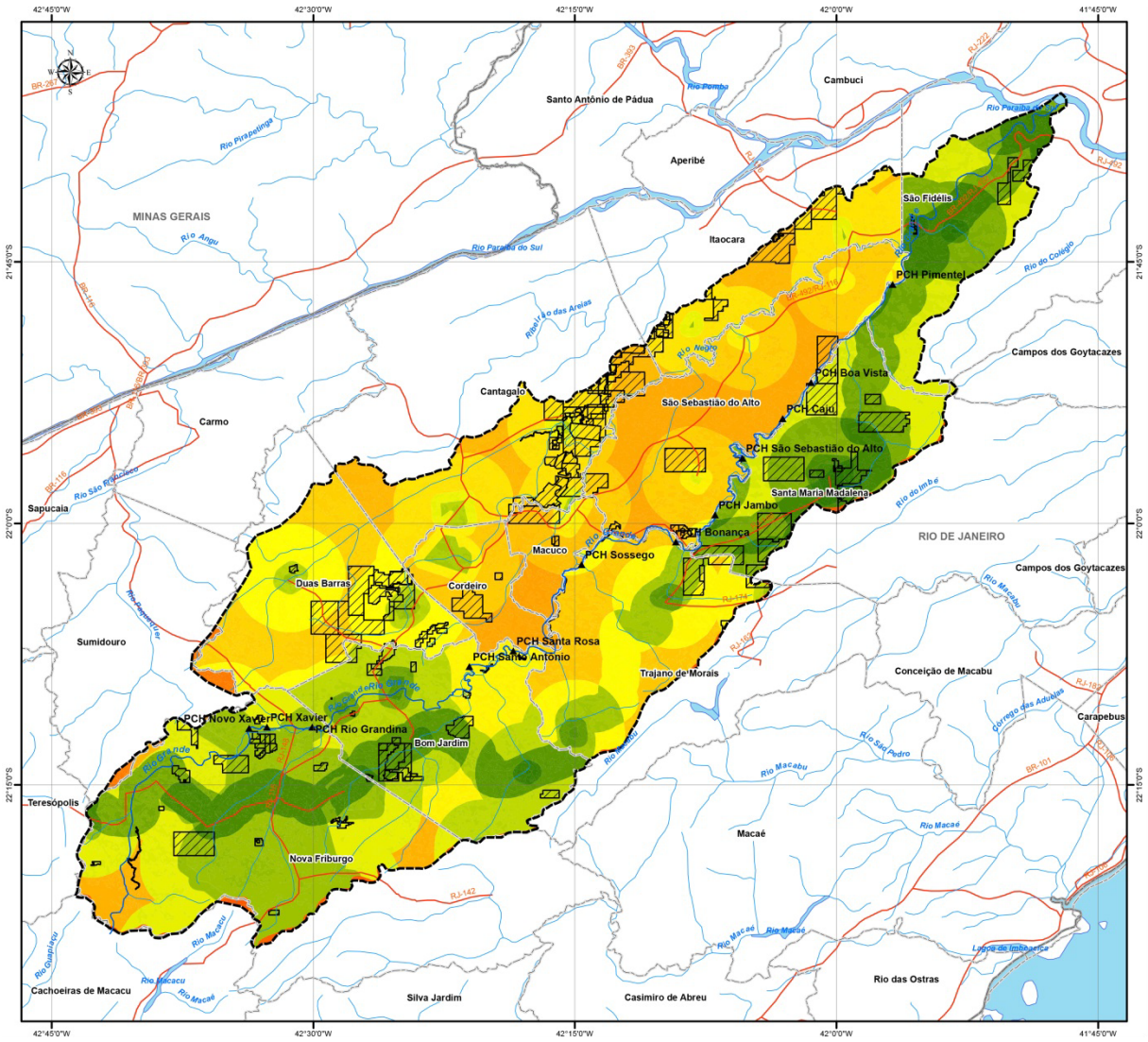


Figura 5.18 Indicador de conflitos da socioeconomia e mineração
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Março/2012

5.3.5 Indicadores de Impactos

Com base nas características das usinas e na experiência da AAI do rio Paraíba do Sul se elaborou uma lista de impactos considerados sinérgicos e cumulativos. Foram selecionados os mais relevantes na bacia e para essas PCHs. Evidentemente procurou selecionar aqueles mais relevantes para PCHs e para a bacia do rio Grande. A lista da AAI foi usada apenas como base para dar coerência a avaliação.

EFEITOS SOCIOAMBIENTAIS		
EF 01	Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água	Meio Físico
EF 02	Alteração da qualidade de água dos corpos hídricos	Meio Físico
EF 03	Alteração da diversidade e abundância da biota aquática	Meio Biótico
EF 04	Interferência nos processos migratórios de peixes	Meio Biótico
EF 05	Perda de habitats e redução da diversidade e abundância da biota terrestre	Meio Biótico
EF 06	Perda de cobertura vegetal (carbono, controle de erosão, microclima)	Meio Biótico
EF 07	Proliferação de doenças de veiculação hídrica	Meio Socioeconômico
EF 08	Comprometimento de atividades turísticas e perda de patrimônio	Meio Socioeconômico
EF 19	Perda de terras para agropecuária	Meio Socioeconômico
EF 10	Potencialização dos conflitos sociais	Meio Socioeconômico

Figura 5.19 Lista de impactos das PCHs

5.3.6 Indicadores de Impactos do Meio Físico Biótico

Os mapas de indicadores de impacto do meio físico-biótico mostram que a maior parte dos efeitos se situa na área dos reservatórios e nas suas margens, com destaque para a qualidade da água e para a ictiofauna. Esses efeitos referem-se aos impactos que as PCHs podem causar no meio físico-biótico com mais intensidades nesse caso para os ecossistemas aquáticos.

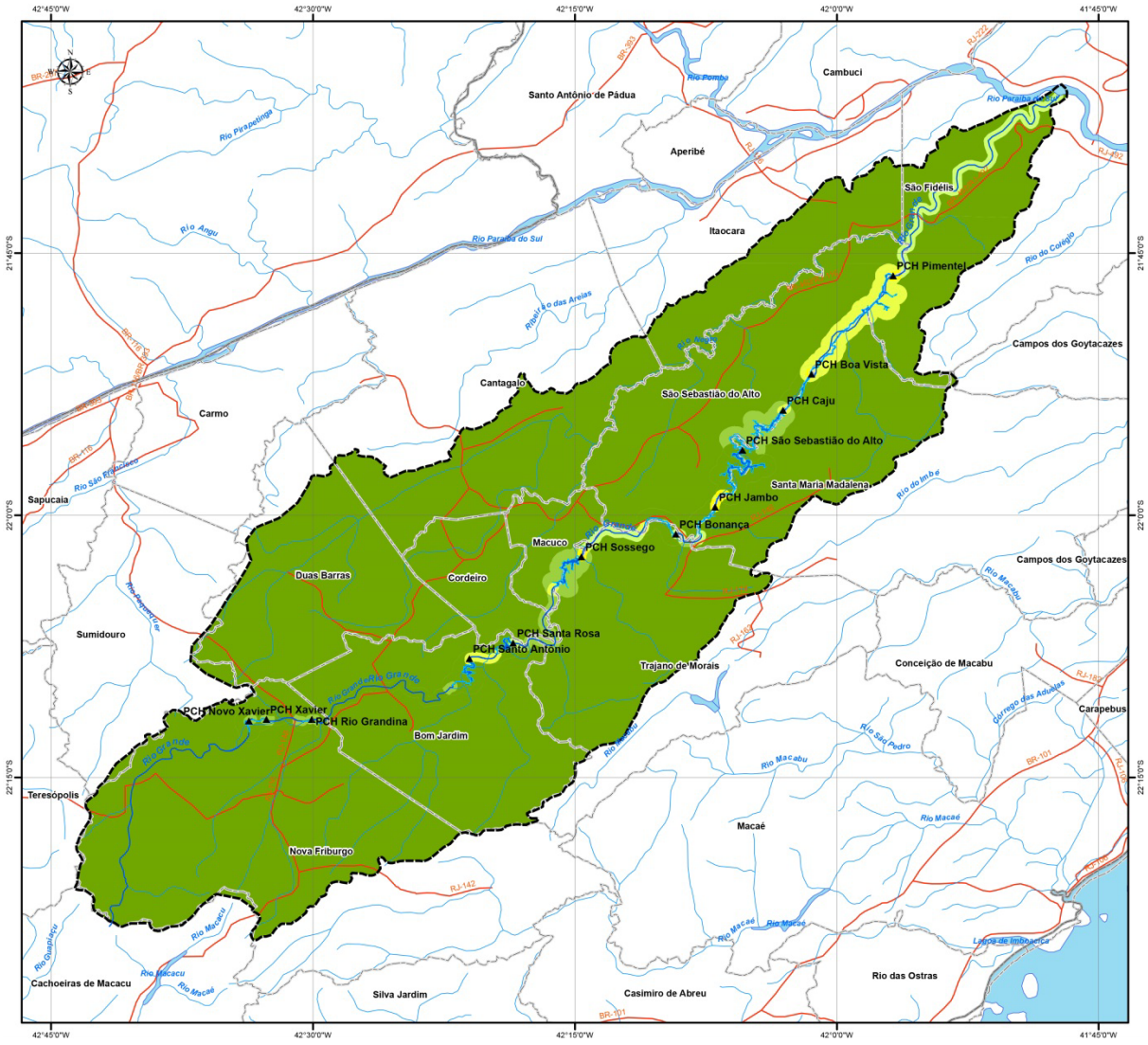
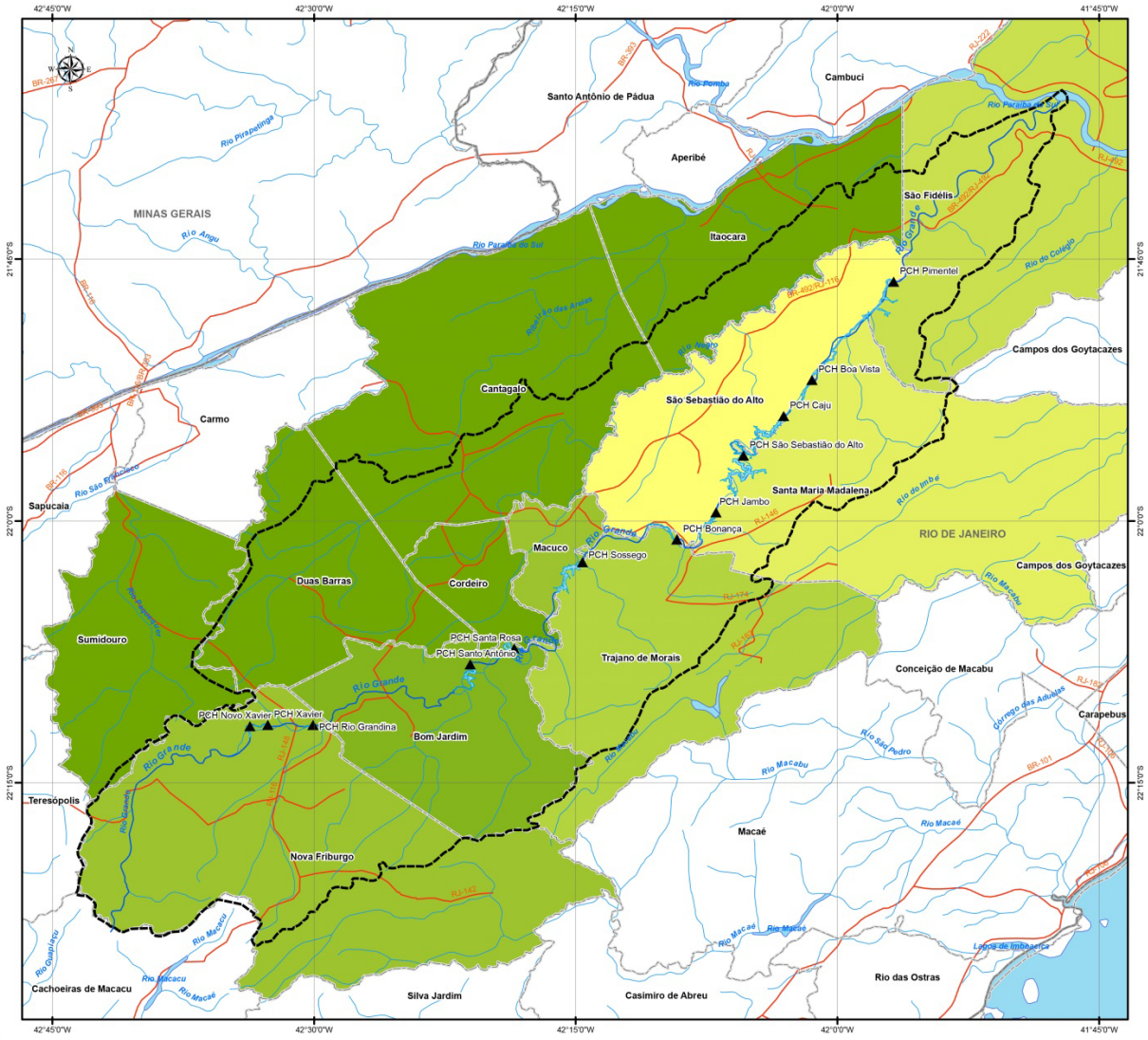


Figura 5.20 Indicador de impacto do meio físico-biótico
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Maio/2012

5.3.6.1 Indicador de impacto da socioeconomia

O indicador mostra os maiores efeitos nas atividades econômicas e perdas de áreas agrícolas nos municípios onde se localizam conjuntos de usinas, muito mais pela limitação já existente nos mesmos do que pelos efeitos das usinas em si.


42°45'0"W
42°30'0"W
42°15'0"W
42°0'0"W
41°45'0"W
21°45'0"S
22°0'0"S
22°15'0"S
Santo Antônio de Pádua
Cambuci
Aperibé
São Fidélis
MINAS GERAIS
Itaocara
PCH Pimentel
Campos dos Goytacazes
PCH Boa Vista
São Sebastião do Alto
PCH Caju
PCH São Sebastião do Alto
Cantagalo
Carmo
Santa Maria Madalena
PCH Jambo
PCH Bonança
Sapucaia
RIO DE JANEIRO
Macuco
PCH Sossego
Duas Barras
Cordeiro
Campos dos Goytacazes
Sumidouro
PCH Santa Rosa
PCH Santo Antônio
Trajano de Morais
Conceição de Macabu
PCH Novo Xavier
PCH Xavier
PCH Rio Grandina
Bom Jardim
Carapebus
Teresópolis
Macaé
Nova Friburgo
Cachoeiras de Macacu
Silva Jardim
Casimiro de Abreu
Rio das Ostras
Rio Grande
Rio Pirapetinga
Rio Angu
Rio Paraíba do Sul
Rio Pomba
Rio Muriaé
Rio Preto
Rio Negro
Rio São Francisco
Rio Paraíba do Sul
Rio do Colegio
Rio Imbé
Rio Macabu
Rio São Pedro
Rio Macaé
Rio Macacu
Rio Guapiaçu
Rio Guandu
Rio Grande
Rio Grande
Rio Grande

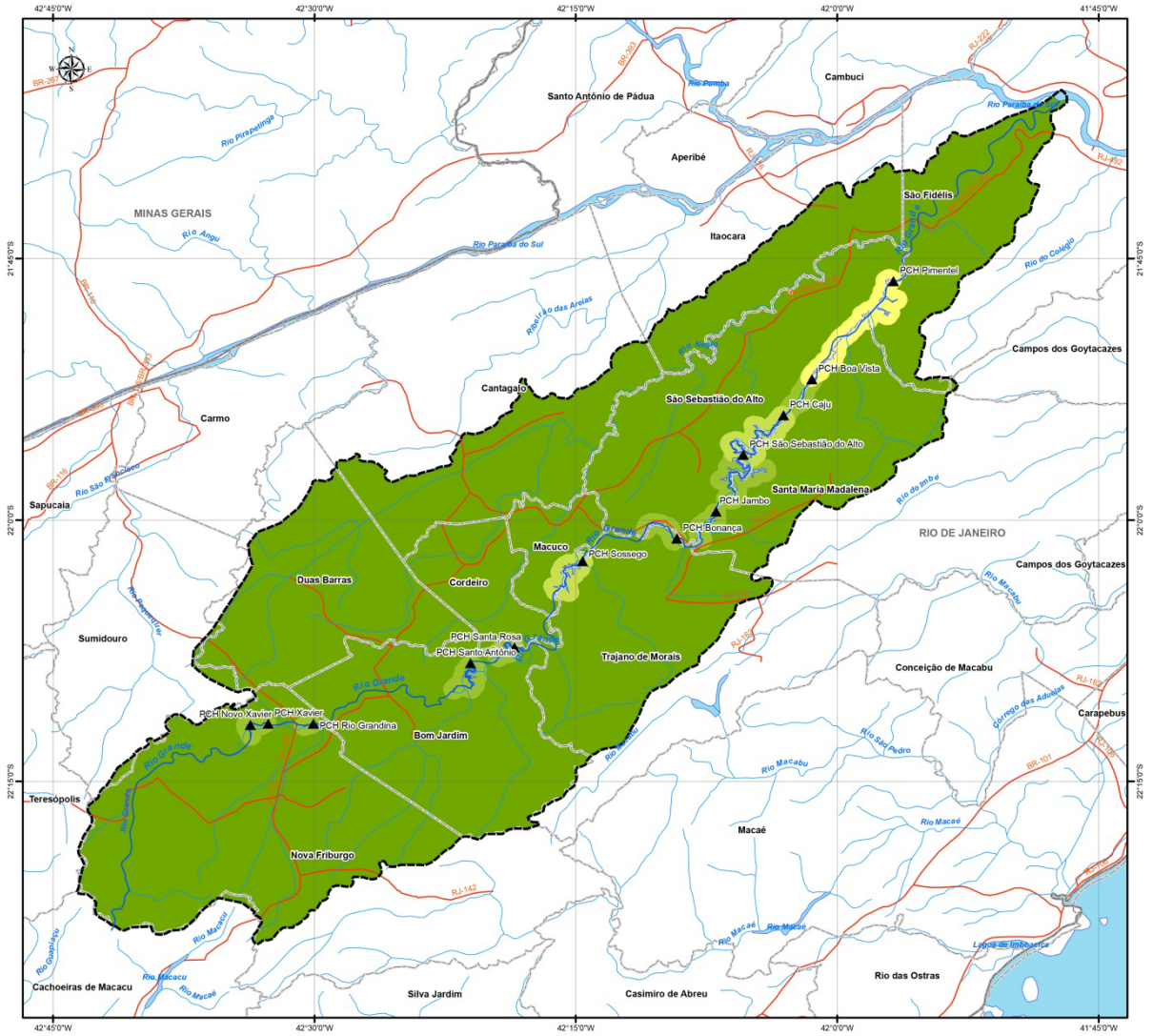


Figura 5.22 Indicador do meio físico-biótico
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Agosto/2011

b) Socioeconomia

Os efeitos na socioeconomia se fazem sentir mais presentes nos municípios onde se instalam as PCHs.

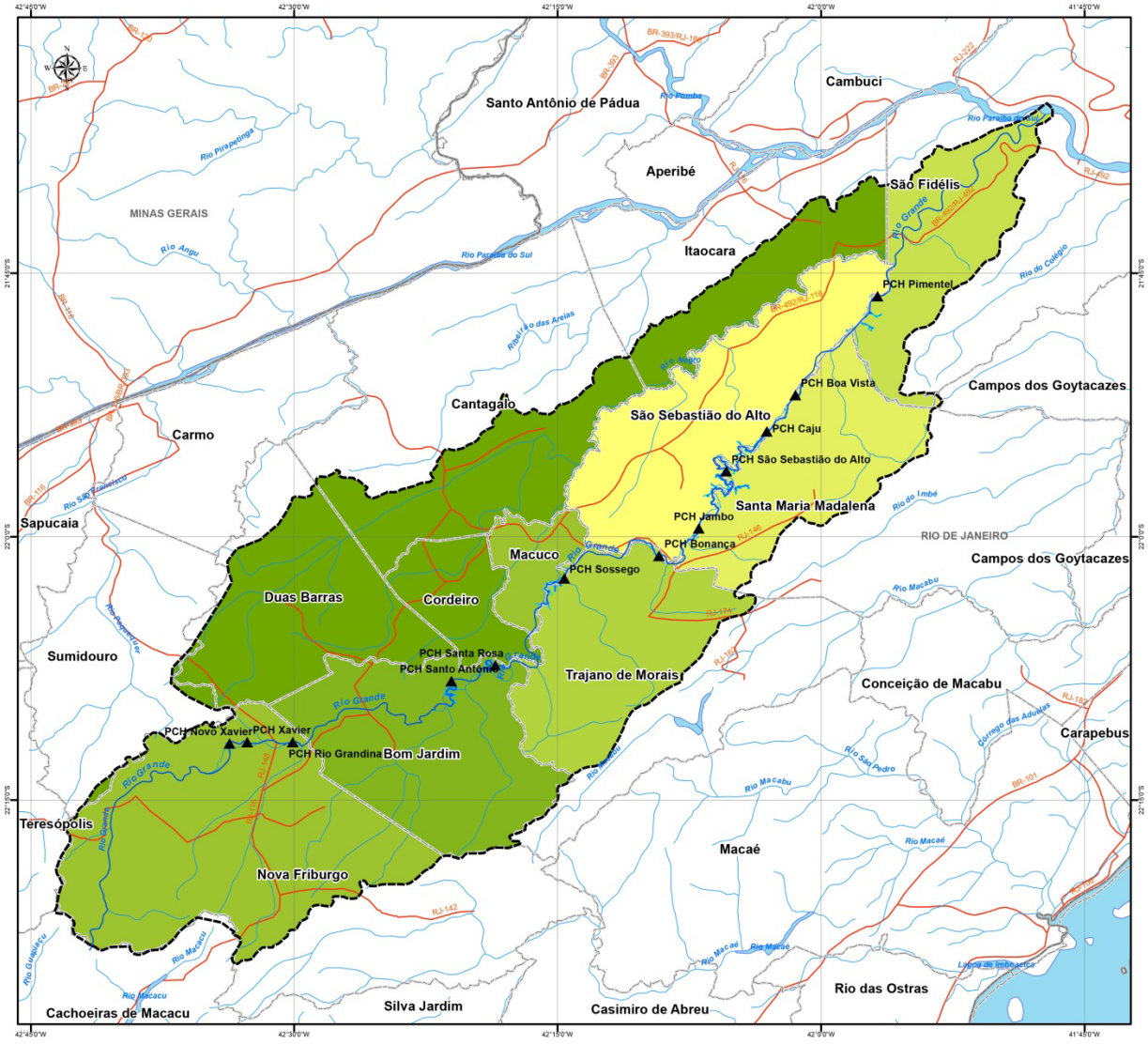


Figura 5.23 Indicador de socioeconomia
Fonte: AAI da Bacia do rio Grande, PSR/INEA, Maio/2012

5.3.7 Conclusões

Após a elaboração dos mapas de indicadores e sua avaliação se podem destacar alguns pontos relevantes sobre as potencialidades e limitações da bacia.

5.3.7.1 Meio Físico

a) Potencialidades:

- Recursos minerais (calcário, granito, mármore e argila).

- Recursos hídricos superficiais são muito relevantes para gerar energia e para abastecimento urbano e rural. A pesca só é feita em maior escala na parte baixa da bacia sem qualquer interferência com as PCHs planejadas.

A bacia produz toda a energia que precisaria para abastecer as suas áreas urbanas, como se pode ver no quadro a seguir.

Quadro 5.8 Usinas e potencial instalável 143 MW e instalado 41 MW

Nome		Novo Xavier	Xavier	Rio Grandina	Santo Antonio	Santa Rosa	Sossego	Bonança	São Sebastião do Alto	Jambo	Caju	Boa Vista	Pimentel
Estágio		Inventário	Oper.	Inventário	Inst.	Oper,	Projeto Básico	Projeto Básico	Oper.	Inst.	Oper.	Prévia	Inventário
Tempo de Residência	Dias	0.0	0.1	0.0	10.5	0.4	32.0	2.0	19.1	1.5	4.2	3.4	0.0
Vazão Remanescente	m³/s	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.5	0.0
Regularização		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Potência	MW	3.0	5.7	7.1	8.0	30.0	17.0	9.8	13.0	18.0	10.0	13.0	7.4
Amortecimento de Cheias		não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não
Área do Reservatório	km²	0.21	0.06	0.03	0.99	0.68	1.68	0.32	2.70	0.41	1.88	0.61	2.20
Trecho de Vazão Reduzida	km	0.0	2.5	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	1.1	0.5
Altura da Barragem		10.0	3.0	10.0	40.0	32.0	49.3	25.0	38.0	27.0	35.0	35.0	50.0

b) Limitações

- Áreas sujeitas à erosão de solos e escorregamentos de encostas.

5.3.7.2 Meio Biótico

a) Potencialidades

- Serviços ambientais das Unidades de Conservação;
- APP sem interferências urbanas e rurais e corredores ecológicos;
- Ictiofauna no trecho a jusante da PCH Boa Vista;
- Últimos remanescentes florestais na bacia para a fauna e para qualidade e quantidade de água na bacia, e para evitar erosão do solo, e ampliação das áreas protegidas.

b) Limitações

- A ocupação desordenada das margens dos rios nas áreas urbanas e rurais.

5.3.7.3 Socioeconomia

a) Potencialidades

- Atividades industriais e da região serrana da bacia para o turismo e para a saúde financeira dos municípios;
- Rodovias como elementos de interligação e ordenamento do território;
- Patrimônio histórico e arqueológico da bacia;
- Turismo nos municípios de cabeceira das bacias;

b) Limitações

- A ocupação desordenada das margens dos rios nas áreas urbanas e rurais.

5.3.8 Diretrizes e Recomendações

Com a conclusão da AAI e das avaliações das interferências foram elaboradas as diretrizes e recomendações para o licenciamento e para atenuar as vulnerabilidades da bacia.

5.3.8.1 Meio Físico

- Monitoramento climatológico conjunta da bacia com instalação e operação de postos que possam agilizar a operação das cheias por parte dos empreendedores, com emissão de relatórios periódicos;
- Monitoramento hidrossedimentométrico conjunto da bacia com operação de postos a jusante e montante das PCHs;
- Monitoramento das atividades minerárias e renúncia das irregulares;
- Monitoramento das feições erosivas.

5.3.8.2 Meio Biótico

- Monitoramento da qualidade da água nos reservatórios, nos trechos de vazão reduzida e a jusante das usinas;

- Monitoramento da ictiofauna nos reservatórios, nos trechos de vazão reduzida e a jusante das usinas;
- Revegetação das APPs criação de corredores ecológicos.

5.3.8.3 Socioeconomia

- Acompanhamento do desenvolvimento dos municípios com maiores limitações com relação com as PCHs.
- Acompanhamento dos processos de remanejamento da população e indenização das propriedades das usinas ainda em estudo;
- Resgate do patrimônio histórico e arqueológico local;
- Continuidade das atividades de comunicação e educação ambiental nas áreas dos reservatórios.

5.3.9 Diretrizes para as Vulnerabilidades

A partir da leitura dos mapas de interferências e conflitos se estabeleceram algumas diretrizes para as vulnerabilidades já instaladas na bacia independentemente das PCHs.

5.3.9.1 Potencialização de Conflitos de Uso das Águas

Nesse caso deve-se recomendar o projeto e implantação de estações tratamento de efluentes, bem como manter o monitoramento da qualidade e da quantidade da água do rio Grande, e cálculo das demandas e seu balanço atual e futuro para implantação de um sistema de outorgas.

5.3.9.2 Riscos Hidrológicos

- A necessidade de implantação da APP mesmo em áreas urbanas;
- A necessidade de uma rede de alerta hidrometereológica;
- A necessidade de uma revisão nos planos diretores dos municípios.

5.3.9.3 Extração de Areia

Nesse caso elaborar um levantamento da situação legal das extrações e procurar ajustar essas atividades aos demais usos da bacia e aos serviços ambientais. Como por exemplo, em alguns caso retirar areia dos reservatórios diminuindo seu assoreamento.

5.3.9.4 Ocupação Desordenada

Nesse caso promover:

- A atualização dos planos diretores;
- Implantação da APP do rio e dos reservatórios;
- Implantação de APPs em áreas urbanas.

5.3.9.5 Comunidades sensíveis

Elaborar um levantamento mais preciso dessas comunidades e elaborar um plano para resgate e remanejamento as propriedades.

5.3.9.6 Resíduos Sólidos

Estabelecer um plano municipal de resíduos sólidos e dar tratamento adequado a eles.

5.3.9.7 Riscos Geológicos

Implantar rede de alerta e elaborar plano para evitar ocupação de áreas de riscos de escorregamentos.

5.3.9.8 Sugestões gerais para a bacia

- Criação de uma Rede de Alerta Hidrometereológico.
- Banco de Dados de monitoramentos dos Ecossistemas integrado no INEA.

5.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CUMULATIVOS, SINÉRGICOS E FRAGILIDADES PARA A BACIA DOS RIOS PIABANHA, PARAIBUNA, PRETO, POMBA E MURIAÉ

Os estudos estão sendo conduzidos dentro do mesmo arcabouço metodológico das AAIs dos rios Paraíba do Sul e Grande.

Após a conclusão da etapa de caracterização ou de diagnóstico foram selecionados os principais aspectos relevantes para a construção de indicadores ambientais dos recursos naturais, para que pudesse avaliar as áreas com maior potencial e as áreas mais sensíveis do ponto de vista ambiental.

Os indicadores selecionados a partir da definição e avaliação dos aspectos relevantes foram:

- Disponibilidade de recursos hídricos superficiais;
- Qualidade da água;
- Geologia e recursos minerais;
- Suscetibilidade à erosão;
- Suscetibilidade a escorregamento de encostas;
- Ecossistemas terrestres;
- Ecossistemas aquáticos;
- Pressão territorial /adensamento de algumas áreas/loteamentos irregulares/instrumento de gestão urbana;
- Qualidade da água nas áreas urbanas/adensamento demográfico/ocupação desordenada da calha do rio nas áreas urbanas;
- Intensidade da atividade mineradora (bauxita)/povoamentos rurais/atividade agrícola;
- Áreas potenciais de mineração / áreas de preservação (UCs);
- Presença de populações tradicionais;
- Intensidade da atividade industrial/qualidade da água;
- Qualidade da água/ adensamento demográfico urbano;
- Pressão sobre as UCs - Áreas de preservação (UCs) /área de potencial agrícola;
- Empreendimentos hidrelétricos/áreas de pesca;
- Áreas de preservação (UCs)/áreas de atividades de turismo, povoamentos rurais;

Nessas bacias então foram construídos os mapas de indicadores selecionados.

5.4.1 Bacia do rio Piabanha

5.4.1.1 Indicadores do meio físico-biótico

a) Indicador de qualidade da água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia indica:

- Uma distribuição espacial das estações muito deficiente;
- Uma carência de monitoramento de parâmetros que possam resultar na construção de indicadores de qualidade da água como o IQA ;
- A contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos e no caso do Piabanha em alguns trechos por efluentes agrícolas e industriais;
- E a capacidade do curso d´água em depurar parte dessa contaminação, pois no posto de monitoramento da saída da bacia, em Moura Brasil, a água apresenta boas condições do IQA.

Nos postos a jusante das áreas urbanas de Teresópolis e Petrópolis os índices tróficos mostram a contaminação por fósforo e componentes orgânicos, muito provavelmente decorrentes de efluentes domésticos e rurais sem tratamento. Tal fato foi comprovado pela alta demanda de uso e presença de produção avícola notadamente em alguns municípios da bacia.

b) Indicador de recursos minerais

A bacia não tem grande potencial mineralógico como se pode observar no mapeamento dos registros do DNPM mostrados na **Figura 5.25**.

c) Indicador de suscetibilidade à erosão

O mapeamento dos solos, e uso e cobertura vegetal, principalmente possibilitou delimitar as áreas da bacia mais suscetíveis aos fenômenos de erosão numa bacia sujeita a eventos de chuvas intensas.

d) Indicador de suscetibilidade à erosão

O mapeamento dos solos, e uso e cobertura vegetal, principalmente possibilitou delimitar as áreas da bacia mais suscetíveis aos fenômenos de erosão numa bacia sujeita a eventos de chuvas intensas.

e) Indicador de risco de escorregamento de massa (encostas)

Após os eventos de chuvas intensas na região serrana do Estado do Rio de Janeiro foi elaborado o mapeamento de áreas de riscos de escorregamento de encostas ou de movimentos de massa, que nos períodos de cheias nos municípios de Petrópolis e Teresópolis causaram tantos prejuízos e perdas de vidas humanas.

Esse mapeamento possibilitou a seleção desse aspecto como um indicador ambiental para essa bacia, onde esse problema é mais relevante pela alta precipitação dessa região e por sua recente ocupação de população de forma desordenada em áreas de risco.

Esse mapeamento deverá ser cruzado com os indicadores de socioeconomia mas já permite a motivação para a atualização de planos diretores nesses municípios e para a construção e operação de uma rede de alerta.

f) Indicador de ecossistemas terrestres

O mapa do indicador de ecossistemas terrestres evidencia a importância dos remanescentes de vegetação notadamente nas vertentes da Serra do Mar e presente nas unidades de conservação.

O mapeamento do uso e cobertura vegetal mostram esses remanescentes que na construção do indicador tiveram o maior peso por sua dimensão e conectividade. A seguir apresenta-se o mapa do Indicador dos Ecossistemas Terrestres do rio Piabanha.

g) Indicador de ecossistemas aquáticos

Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distância;
- Os habitats estratégicos;
- A contaminação da qualidade da água;
- E as áreas prioritárias para conservação que nesse caso não foram definidas pelo PAN

Essas variáveis foram mapeadas e o resultado do indicador de ecossistemas aquáticos está apresentado na **Figura 5.29** a seguir.

Assim como a bacia do rio Paraibuna, o sistema fluvial do rio Piabanha apresentava-se originalmente integrado dentro do funcionamento do Domínio das Corredeiras do rio Paraíba do Sul.

Enquanto a bacia do Paraibuna, no presente, pouco participa do processo original devido principalmente ao barramento do rio em setor muito próximo de sua confluência com o Paraíba do Sul, a bacia do rio Piabanha, embora também alterada quanto a sua conectividade, ainda apresenta representatividade potencial na estruturação deste setor mais amplo.

Quanto as grandes migrações a PCH Piabanha atua como elemento de quebra na continuidade do processo. Deslocamentos de pequenos migradores ocorrem ao longo do rio Preto, com populações isoladas a montante e a jusante da PCH Morro Grande.

No rio Piabanha, a montante da PCH Piabanha, a baixa qualidade da água atua como fator de restrição a riqueza de espécies e a continuidade de deslocamentos de grupos migradores.

Habitats-chave estão representados por duas categorias de ambientes. A primeira, situada no curso inferior do rio apresenta complexidade e conectividade que a torna estratégica dentro do contexto do rio Paraíba do Sul.

A segunda categoria corresponde a núcleos de endemismos em algumas das cabeceiras fluviais que compõem a drenagem em estudo. Deve-se destacar que estes núcleos foram fortemente reduzidos pelo processo de ocupação do solo e poluição do rio.

Como se verifica nos mapas temáticos, a bacia apresenta áreas com alta integridade dos ecossistemas terrestres no seu curso superior e núcleos expressivos em sua porção intermediária. Muitas destas áreas já fazem parte de unidades de conservação que integram o Mosaico do Corredor da mata Atlântica.

A **Figura 5.29** apresenta o Indicador dos Ecossistemas Aquáticos.

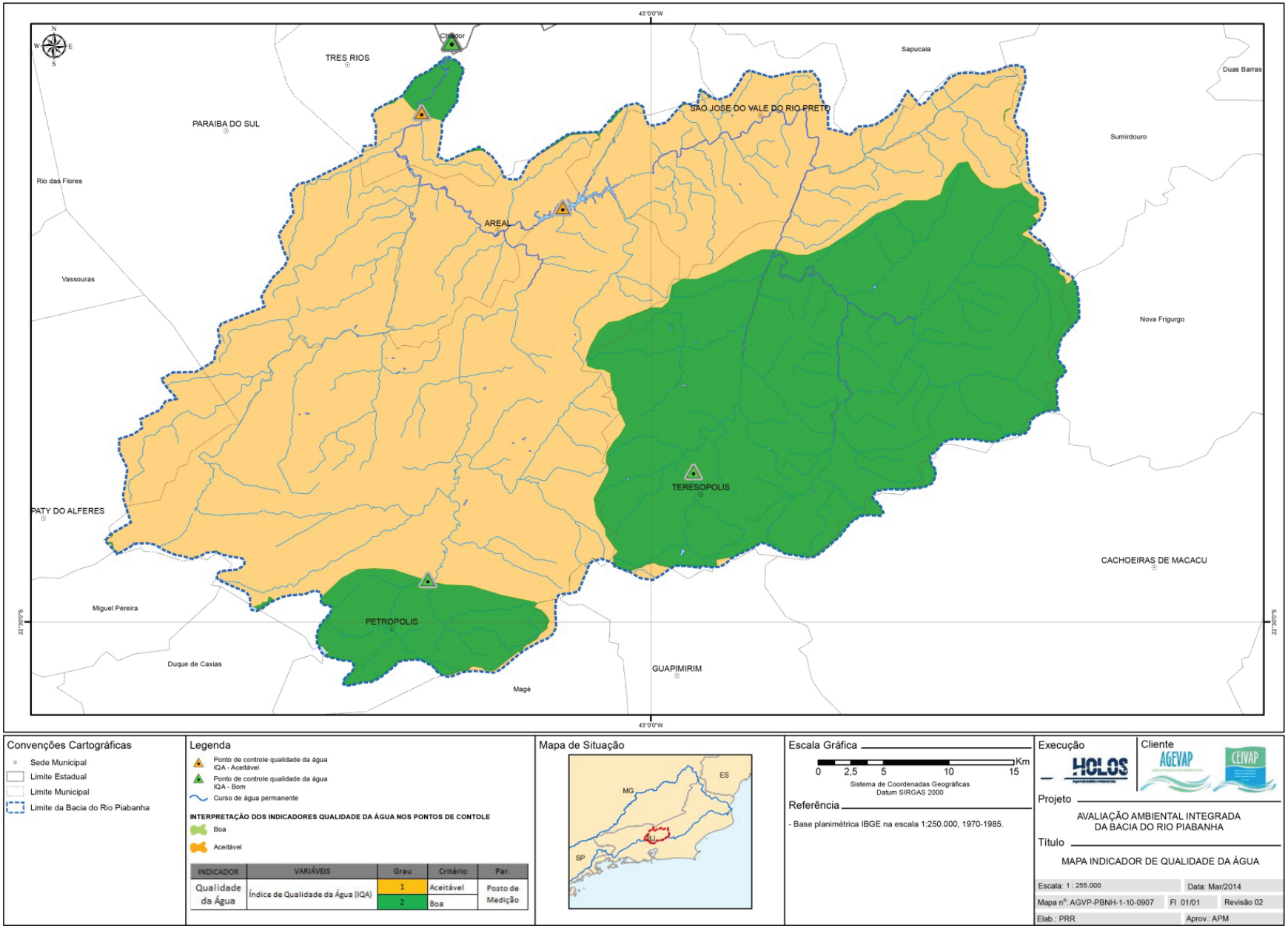


Figura 5.24 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Piabanha

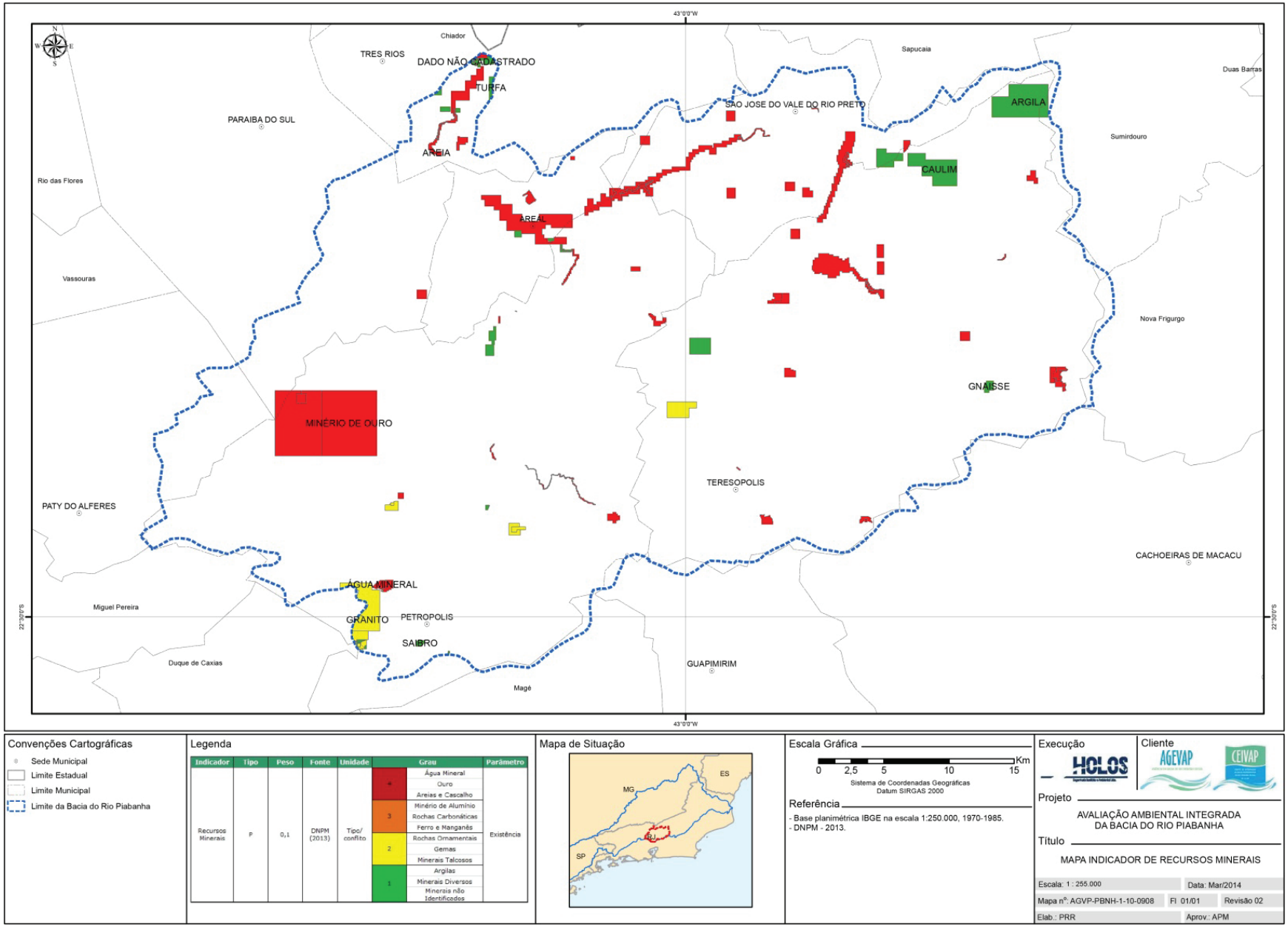


Figura 5.25 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Piabanha

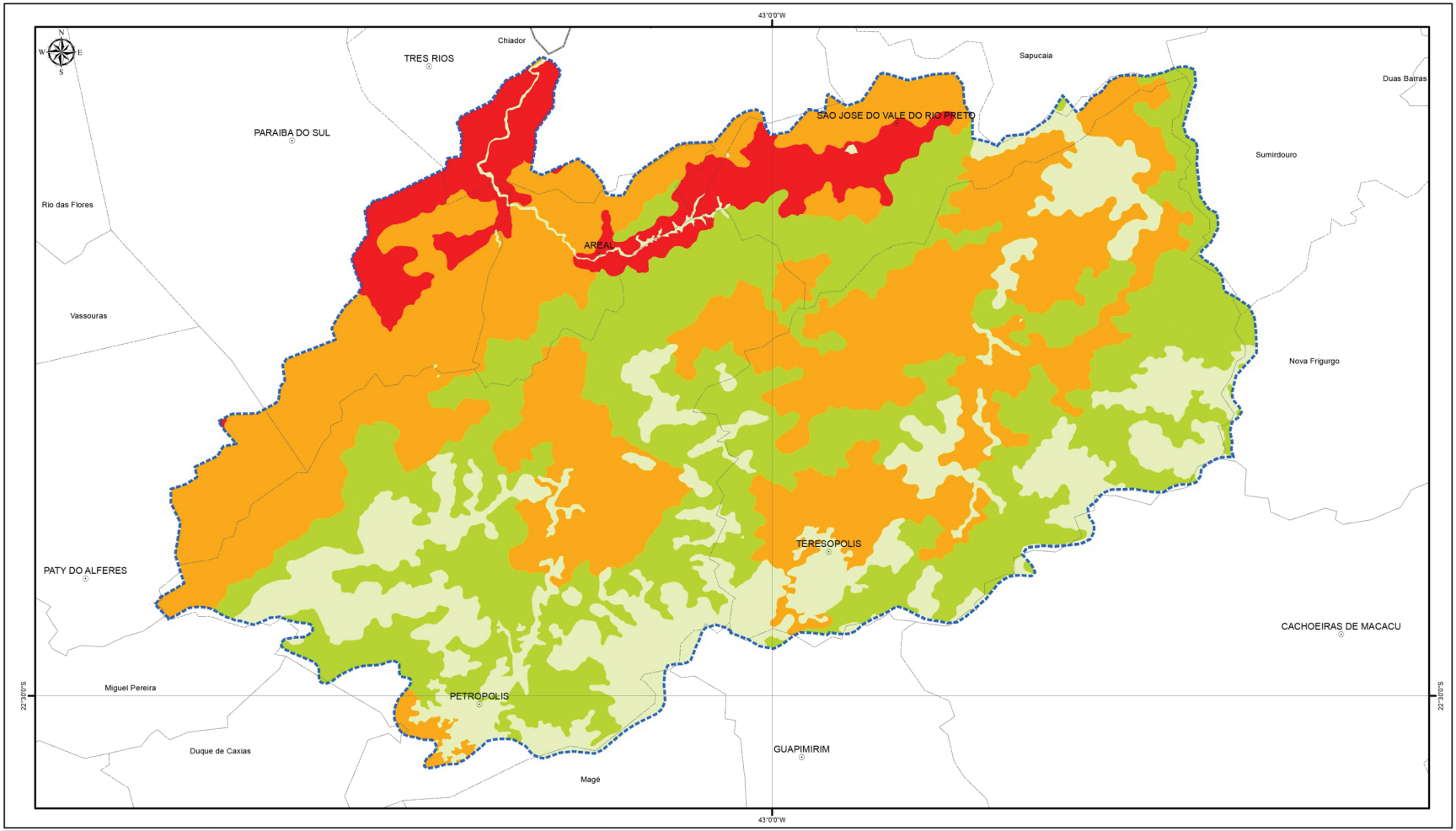


Figura 5.26 Indicador de Suscetibilidade à erosão da bacia do rio Piabanha

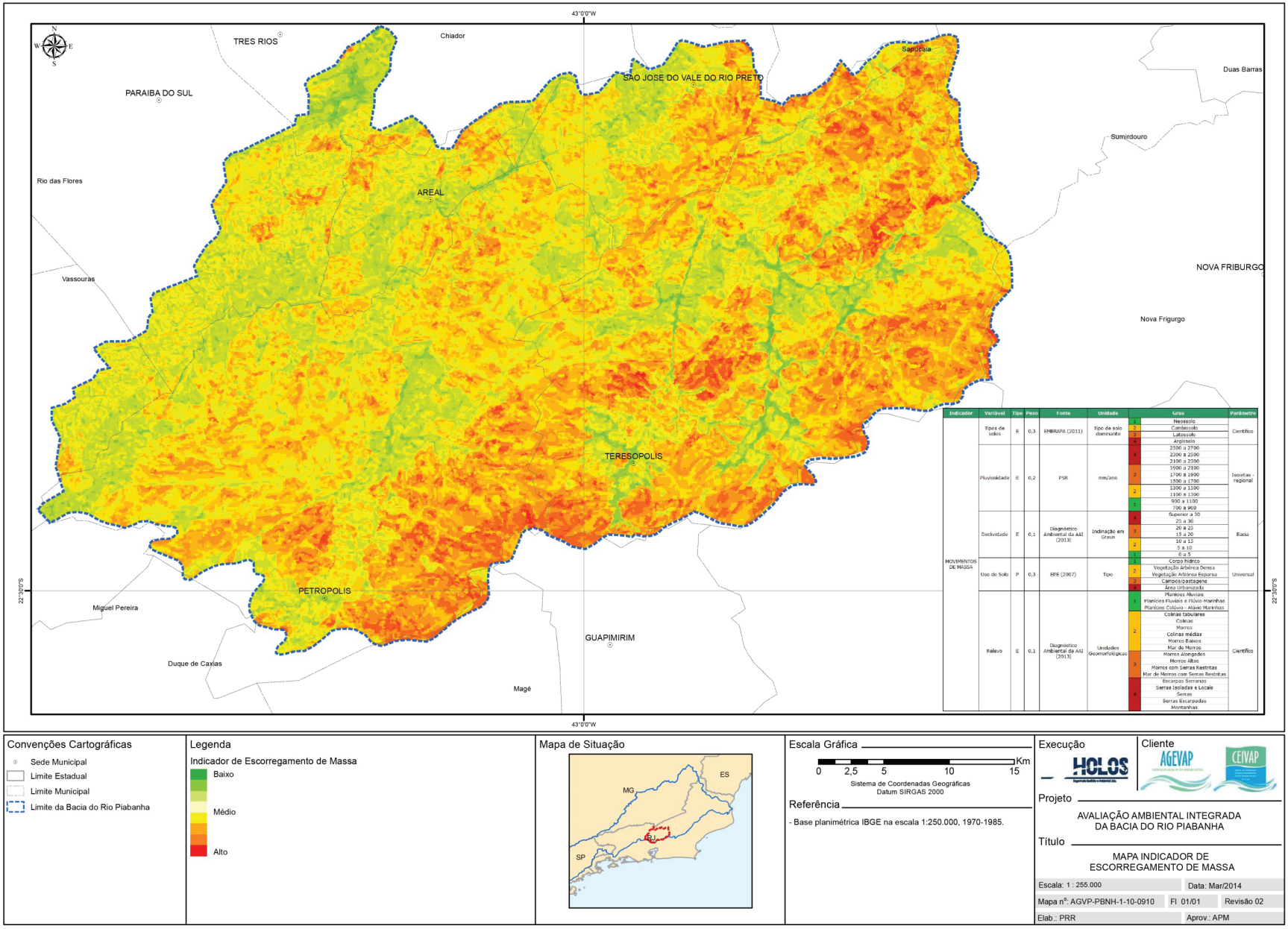


Figura 5.27 Indicador de risco de escorregamento de massa da bacia do rio Piabanha

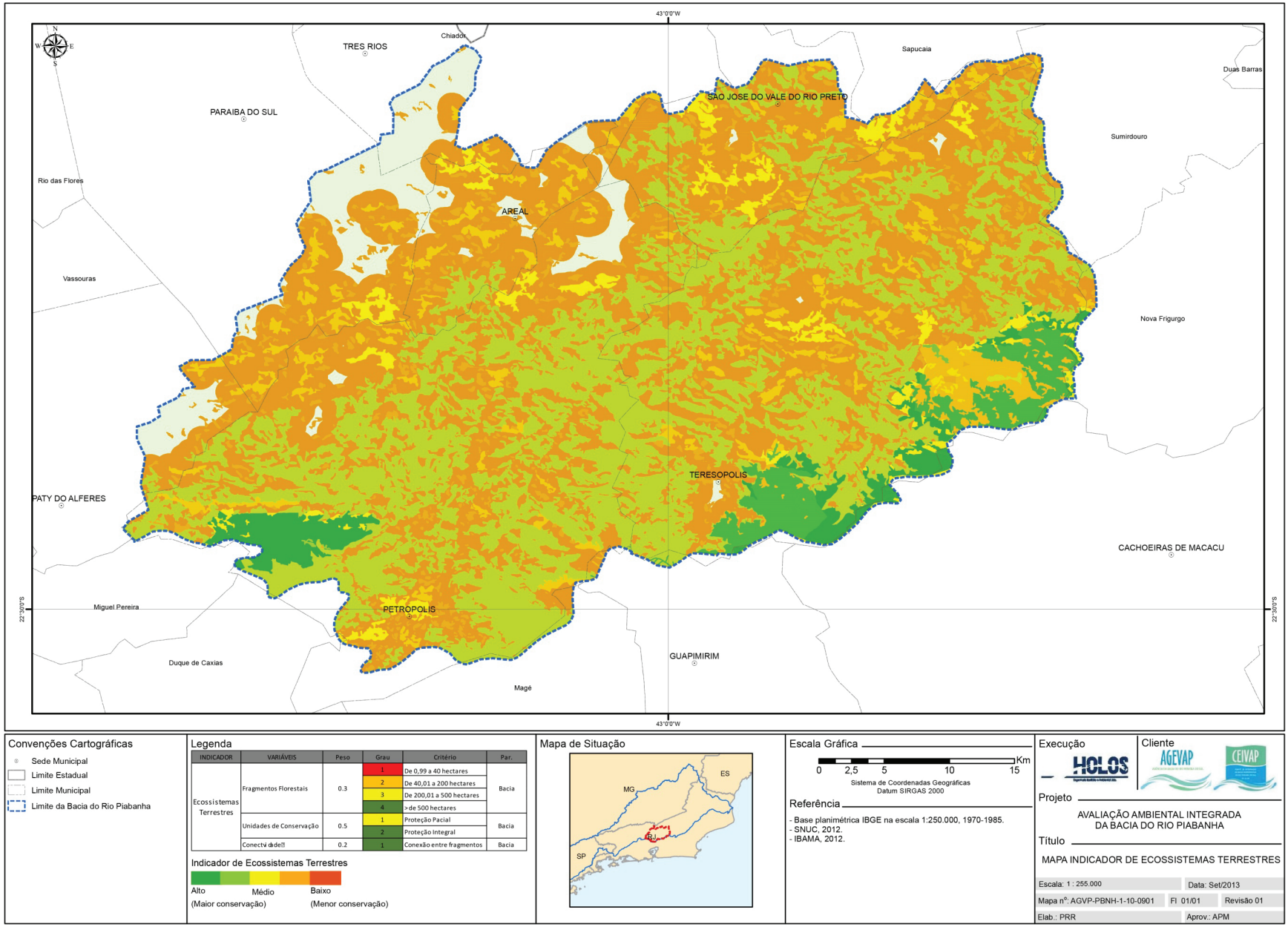


Figura 5.28 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Piabanha

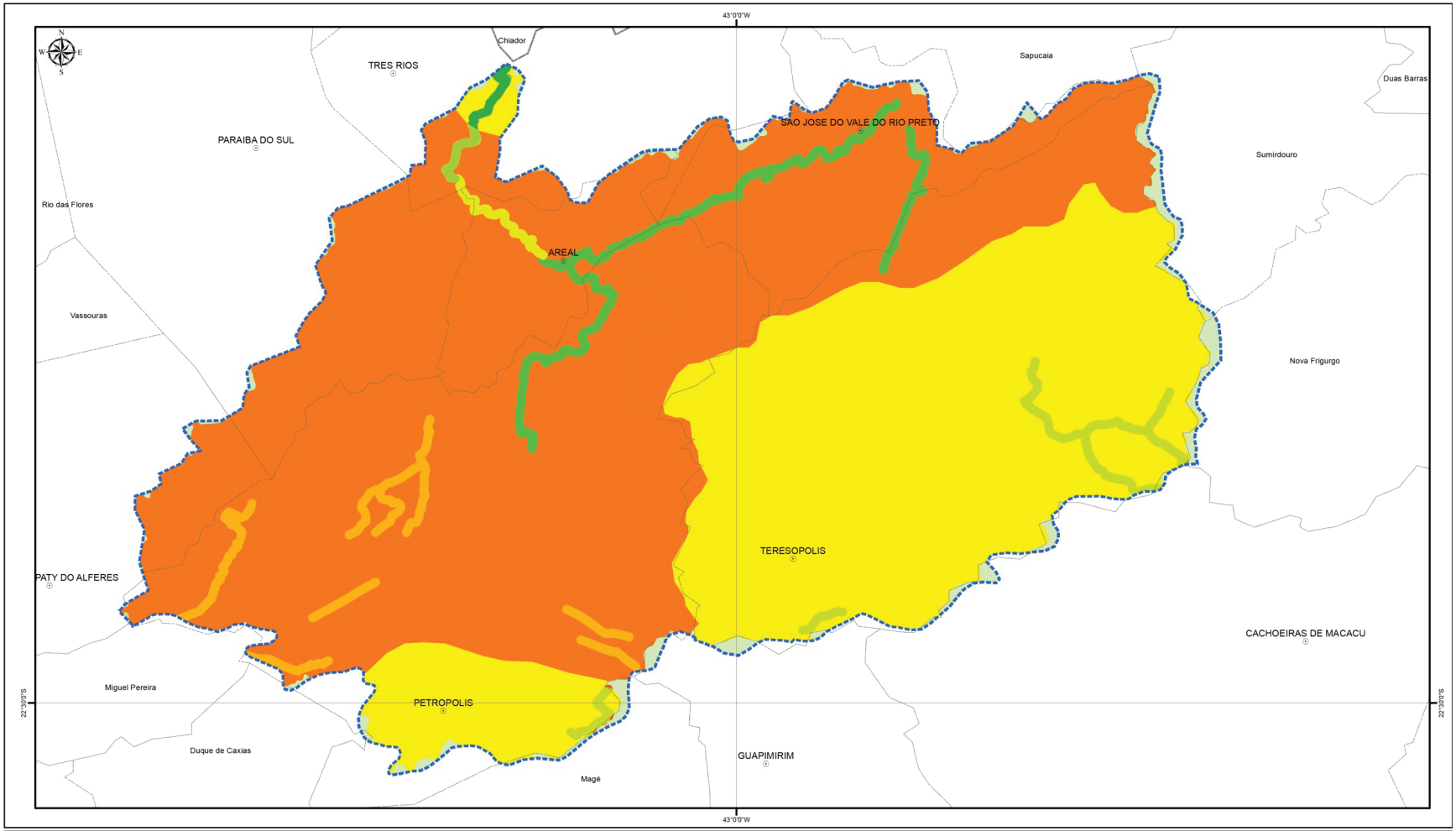


Figura 5.29 Indicador dos Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Piabanha

5.4.1.2 Indicadores de Socioeconomia

No contexto da bacia do rio Piabanha foram selecionados indicadores que permitem avaliar o padrão de organização e dinâmica territorial, as condições de vida disponíveis, os principais aspectos definidores da base econômica e a presença de áreas especiais, notadamente as populações tradicionais e os assentamentos rurais.

Inicialmente, na UP do rio Piabanha as áreas sensíveis decorrentes da pressão sobre o território, nos termos do adensamento demográfico tendem a ocorrer ao longo dos principais eixos rodoviários, vide **Figura 5.30**. No que se refere às Condições de Vida disponíveis, pode-se considerar que a região da bacia dispõe de condições médias para os diferentes indicadores avaliados, embora alguns apresentem patamares ainda críticos, conforme se pode observar na **Figura 5.31** a seguir.

As condições de rendimento e de acesso ao Programa Bolsa Família confirmam a situação comentada. Aqui a região serrana, mais representativa da bacia encontra-se em níveis médio, se considerado a totalidade do território da bacia. As taxas de analfabetismo ainda são muito altas e dramáticas em alguns municípios tendendo a piorar se consideradas as taxas de analfabetismo funcional. Com relação a taxa de mortalidade infantil, predominam parâmetros baixos, com poucos municípios ultrapassando essa situação. Com relação às condições de saneamento, tal como para as demais regiões do país os índices de abastecimento de água são favoráveis, em contrapartida os índices de esgotamento sanitário deixam a desejar, situação que poderá contribuir para a degradação da bacia nos termos do descarte inadequado de resíduos, especialmente nas cidades situadas às margens do rio.

A observação da Base Econômica (**Figura 5.32**) foi realizada a partir da avaliação do padrão de distribuição do valor adicionado e do indicador FIRJAN de desenvolvimento municipal. A leitura da distribuição do valor adicionado pelos setores da economia sugere que ainda ocorre um desnivelamento entre as atividades, ocorrendo forte concentração no setor terciário e na administração pública. A leitura do indicador utilizado sugere condições favoráveis de desenvolvimento. As áreas de maior sensibilidade correspondem às bordas das principais rodovias que atendem a região, notadamente a rodovia BR 116, e as áreas de entorno dos principais núcleos urbanos. A definição dessas áreas sensíveis resulta da associação de informações sobre a densidade demográfica urbana, a densidade demográfica rural, o crescimento populacional, os núcleos urbanos e a infraestrutura viária (**Figura 5.33**). Para finalizar, a **Figura 5.34** permite visualizar a presença de grupos especiais, populações tradicionais e grupos vulneráveis, segundo cadastro do Ministério de Desenvolvimento Social, se podendo observar sua dispersão no território.

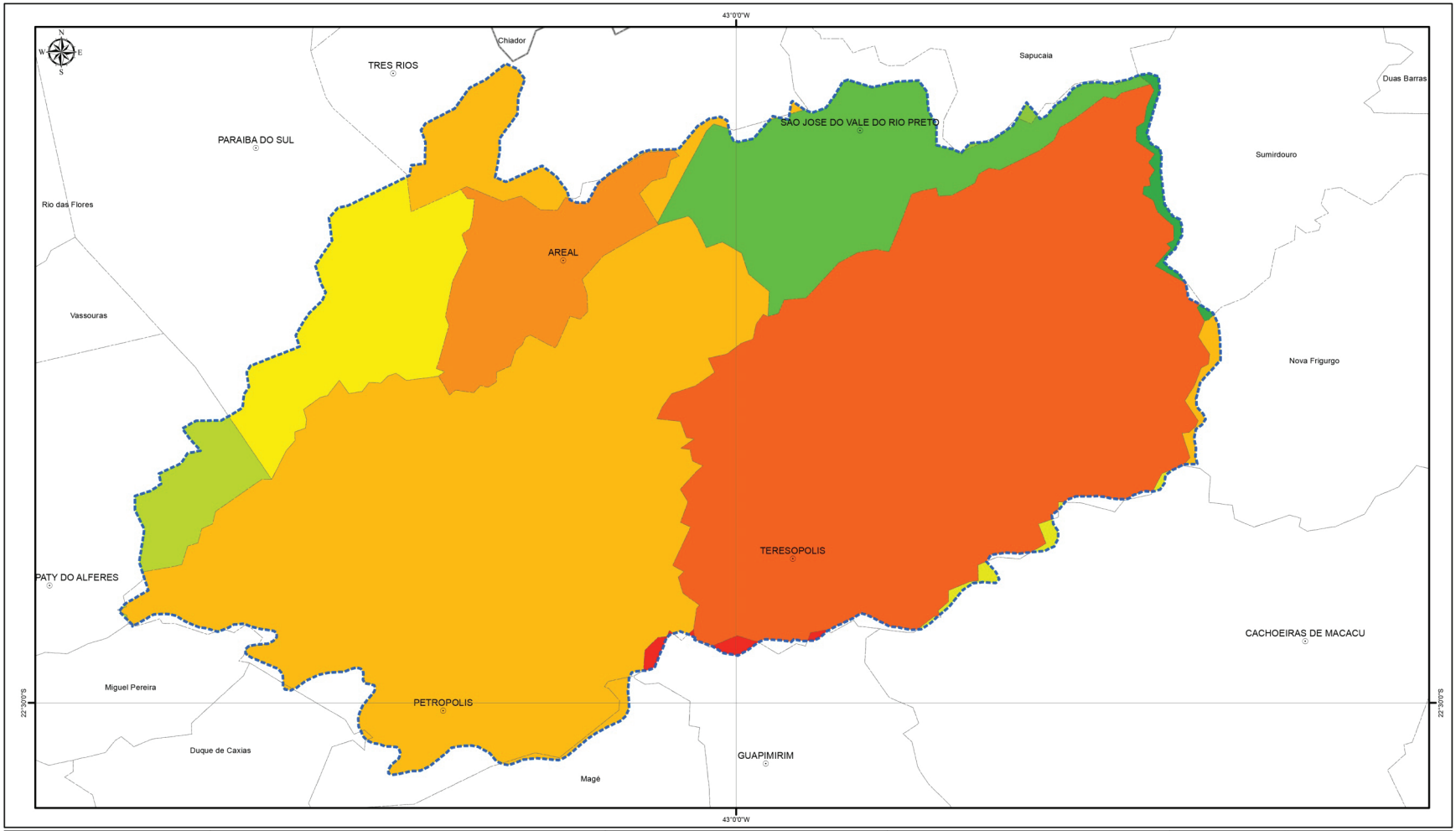


Figura 5.30 Indicador de Pressão Territorial da bacia do rio Piabanha

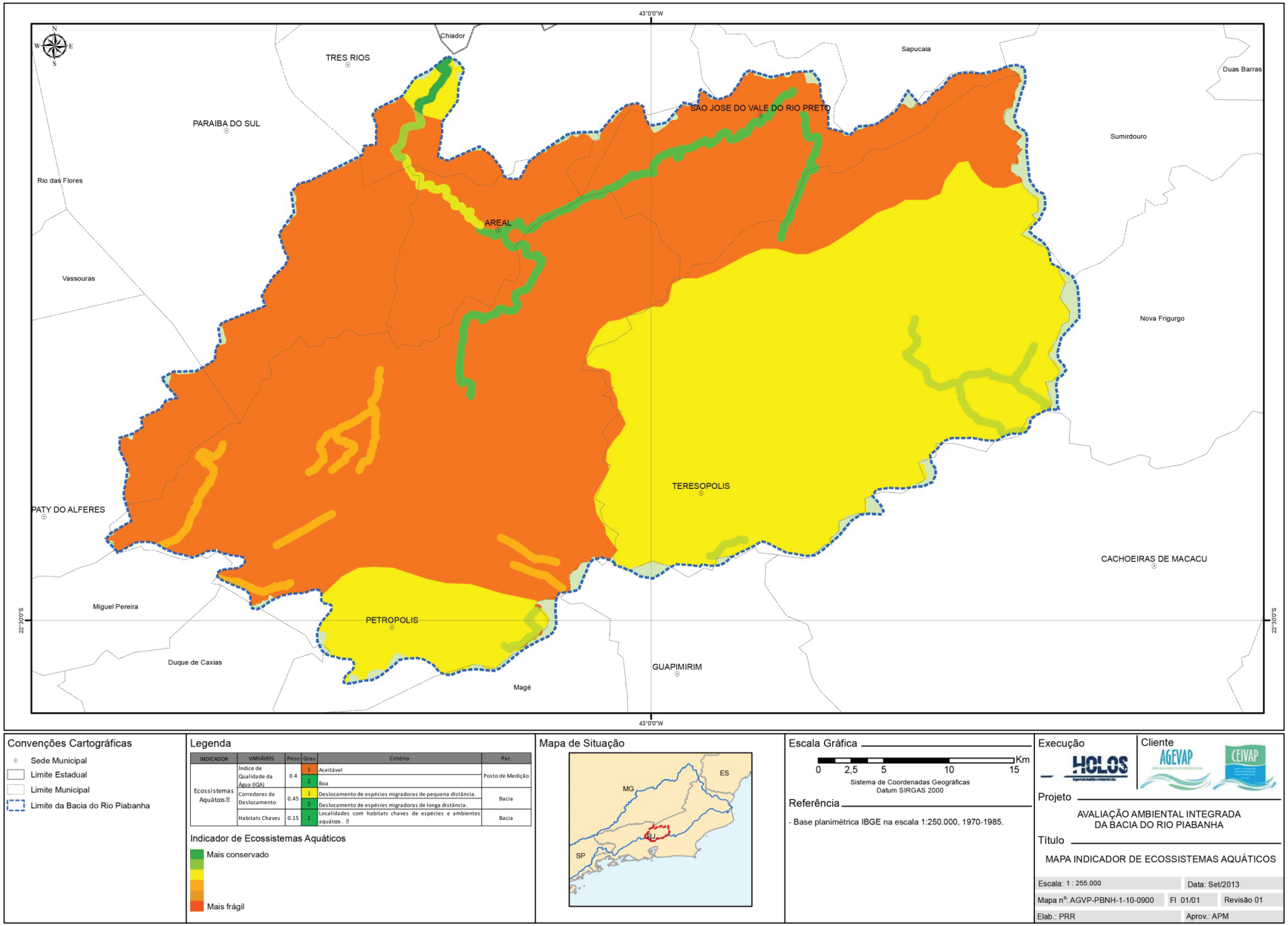


Figura 5.31 Indicador de Condição de Vida da bacia do rio Piabanha

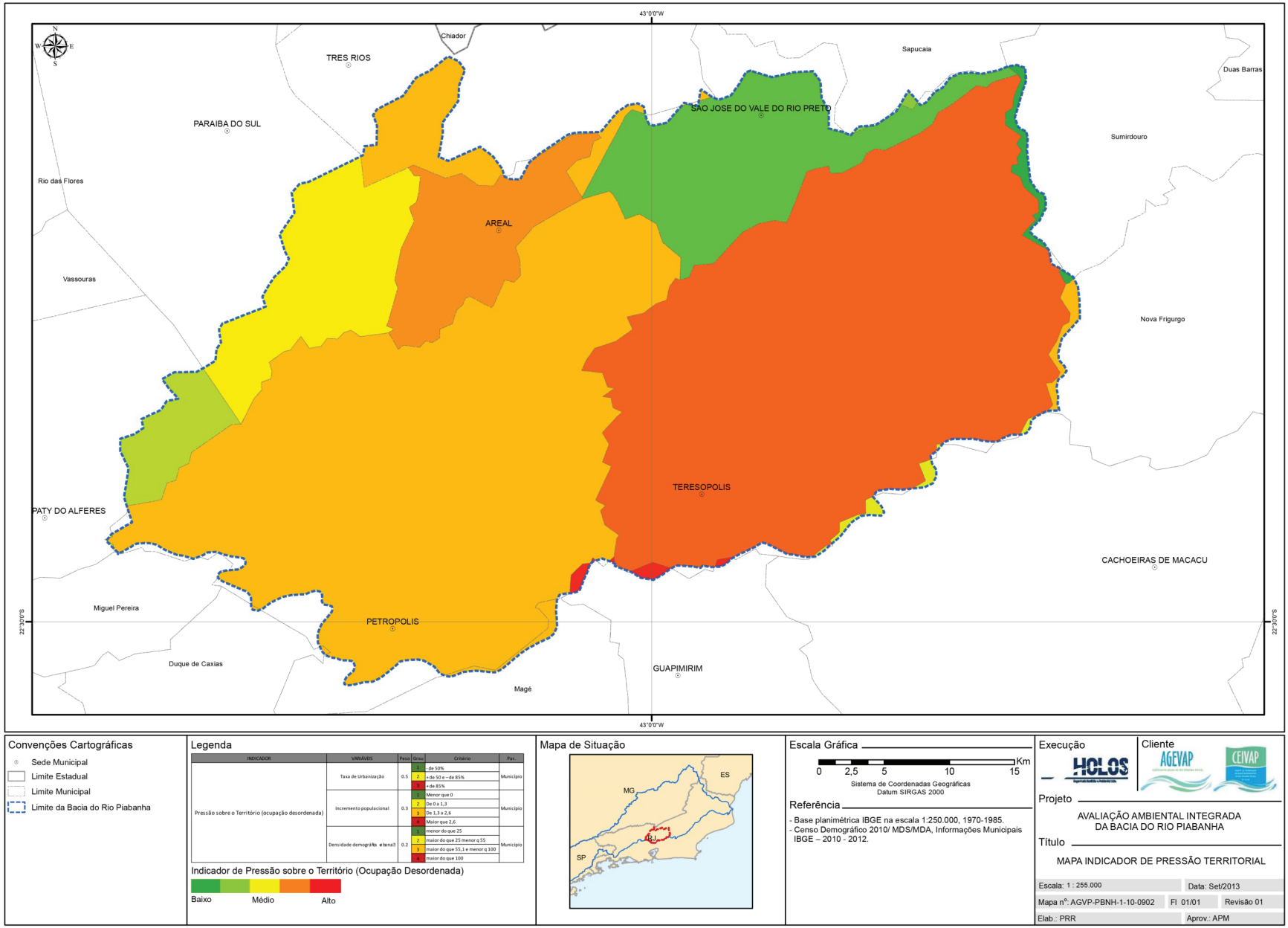


Figura 5.32 Indicador de Base Economica da bacia do rio Piabanha

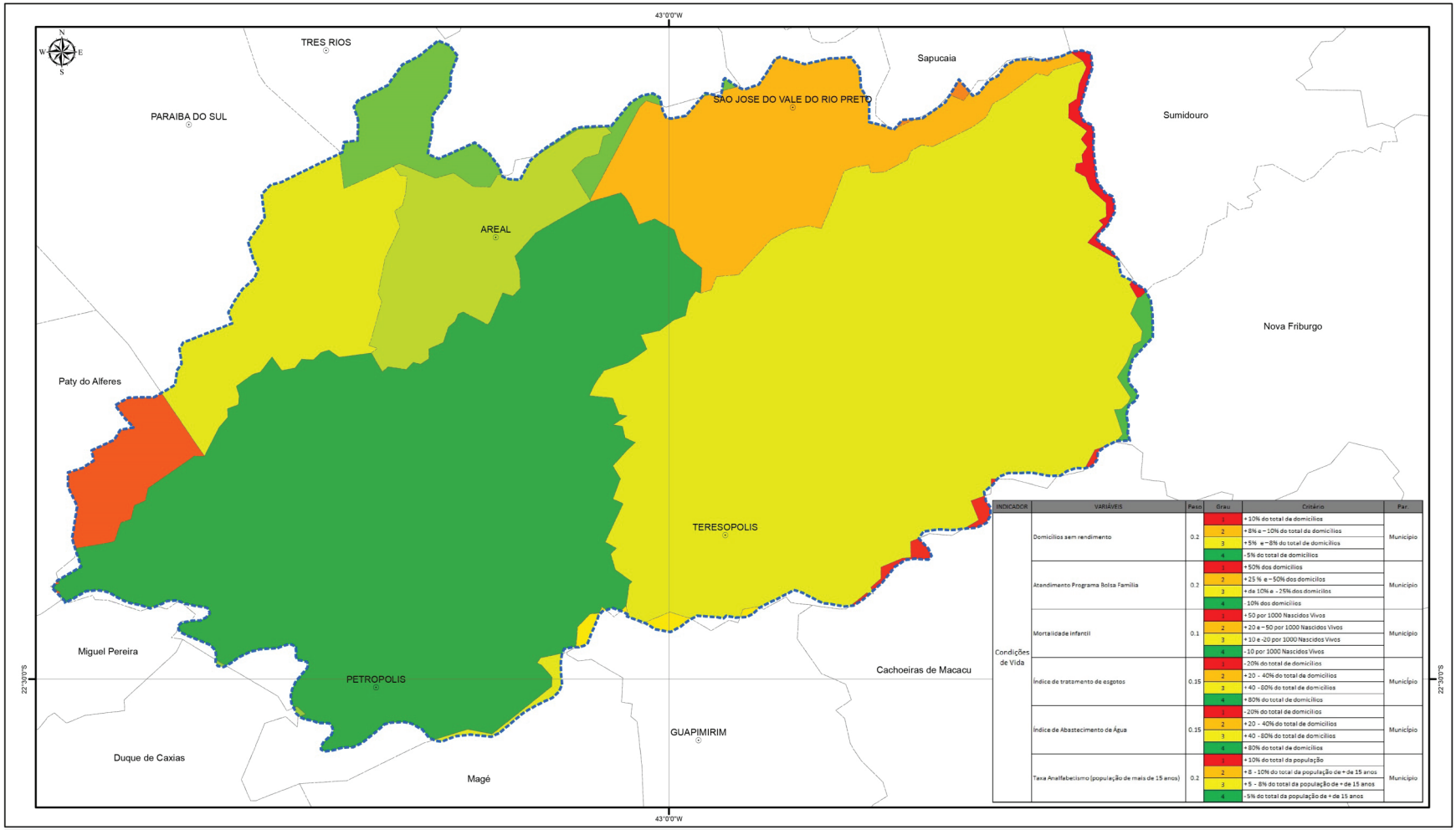


Figura 5.33 Indicador de Organizacao Territorial da bacia do rio Piabanha

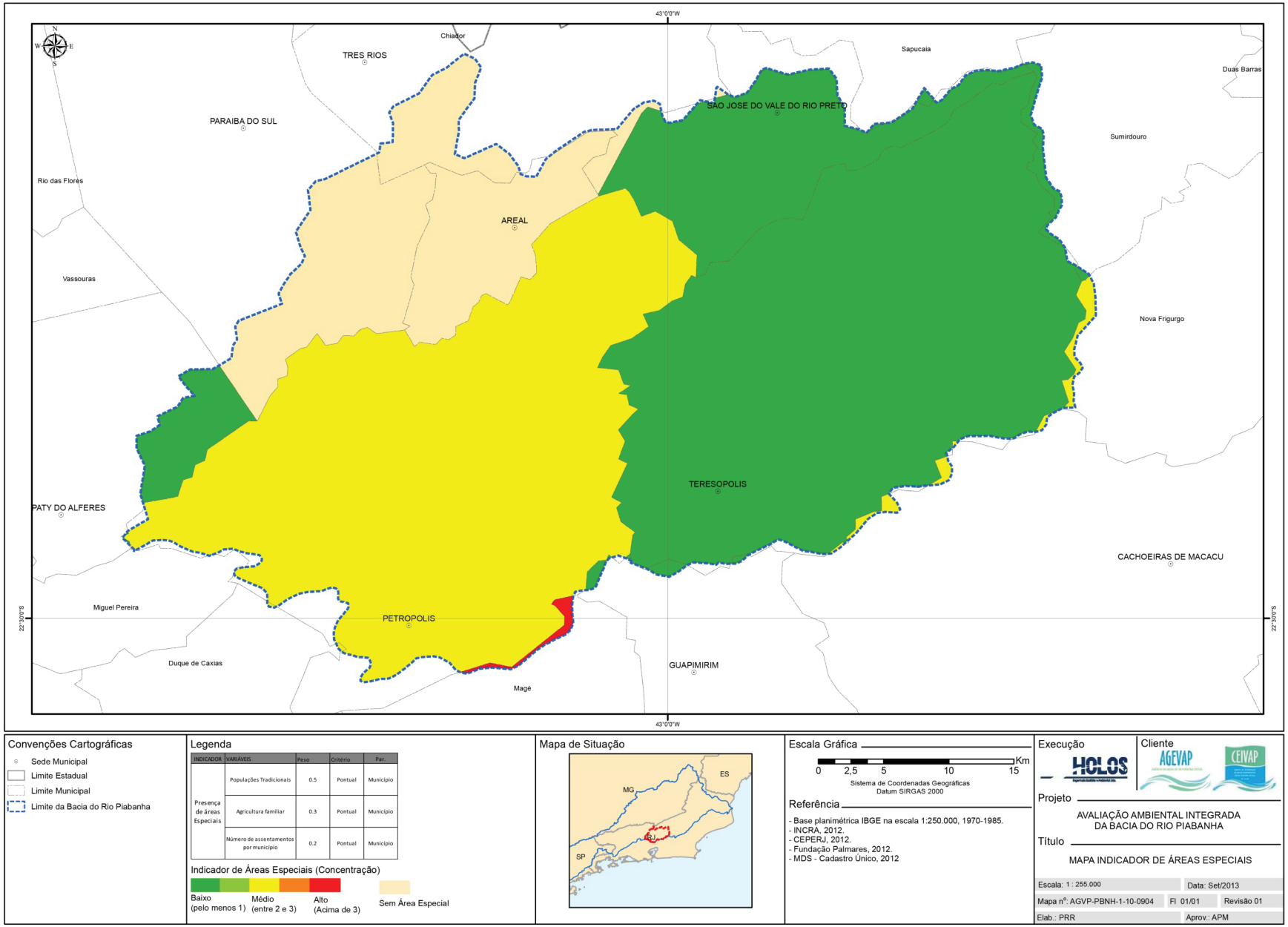


Figura 5.34 Indicador de Areas Especiais da bacia do rio Piabanha

5.4.2 Bacia do rio Paraibuna

5.4.2.1 Meio Físico-Biótico

a) Indicador de qualidade da água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia mostra:

- Uma distribuição espacial das estações mais bem distribuída, mas ainda insuficiente;
- O indicador de qualidade da água - IQA;
- A contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos e no caso do rio Paraibuna em alguns trechos com efluentes industriais;
- A capacidade do curso d´água em depurar parte dessa contaminação.

Podem-se notar no mapeamento do índice trófico e no IQA trechos com provável aporte de nutrientes orgânicos e fósforo, devido a efluentes domésticos não tratados, principalmente a jusante de áreas urbanas. Mas pode-se observar que mesmo com a presença de alguns reservatórios a água apresenta-se com IQA bom ou médio.

O mapeamento desse indicador mostra esses resultados para o IQA, IET e ICE. O aporte de fósforo pode acarretar no surgimento de macrófitas em alguns desses lagos, mas não em níveis preocupantes.

b) Indicador de recursos minerais

O mapeamento dos recursos minerais e geologia da bacia mostram um bom potencial mineral, notadamente de jazidas de bauxita, o que pode acarretar conflitos de usos com os ecossistemas aquáticos e terrestres, bem como para a qualidade da água e dos recursos hídricos num futuro aproveitamento.

c) Indicador de suscetibilidade à erosão

O mapeamento dos solos, uso do solo e cobertura vegetal e hipsometria permitiu apresentar as áreas com maior ou menor sucetibilidade à erosâo estando a maior parte da bacia na classificação de alta suscetibilidade, sujeita à erosâo nos eventos de chuvas intensas.

d) Indicador de ecossistemas terrestres

O mapa do indicador de ecossistemas terrestres evidencia a importância dos remanescentes de vegetação notadamente nas vertentes da Serra da Mantiqueira e presente nas unidades de conservação de sua vizinhança com o rio Preto.

O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, que possuem o maior peso na construção desse indicador, mostram a grande alteração já feita na bacia e a relevância dos remanescentes de vegetação. No que se referem aos ecossistemas terrestres as sub-bacias dos rios do Peixe e Preto se destacam por maior integridade em sua cobertura vegetal, o que confere a este recorte especial valor conservacionista.Indicador de ecossistemas aquáticos

Originalmente o rio Paraibuna apresentava um padrão de conectividade diferenciado daquele observado nos demais sistemas em estudo, que deriva da própria história de formação do sistema.

e) Indicador de ecossistemas aquáticos

Assim, um trecho mostra-se fortemente integrado ao rio Paraíba do Sul, compreendendo o baixo curso do rio do Peixe, curso inferior e médio do rio Preto e o estirão do rio Paraibuna com limite superior aproximado situado nas proximidades de Matias Barbosa.

Os trechos a montante destes locais apresentavam dinâmica própria, sendo marcado pela mescla de uma ictiofauna de ampla distribuição na bacia do rio Paraíba do Sul com outra marcada pela alta taxa de endemismo.

Em face da instalação de pequenas centrais hidrelétricas no curso inferior do rio Paraibuna, considera-se que o mesmo deixou de ser uma rota migratória com condições adequadas a manutenção no longo prazo de estoque de grande migradores.

Em paralelo, formou-se uma situação na qual o isolamento do trecho situado entre a PCH Monte Serrat e a UHE Sobragi passa a atuar como um sistema quase insularizado, recebendo afluxos selecionados pelos mecanismos de transposição de jusante.

Neste setor o rio Preto passa a representar a única rota de deslocamento de grandes migradores. Visto não existir estudos que mapeiam com precisão os limites destes deslocamentos, foi adotada a condição geomorfológica do rio como indicadora, gerando o mapa que consta neste documento.

Pequenas migrações ocorrem em diversos pontos da bacia com populações isoladas a montante e a jusante dos empreendimentos de geração hidrelétrica. Os dados existentes permitem o mapeamento apresentado neste documento, contudo destaca-se que existem diversas áreas não estudadas.

Duas áreas foram indicadas como relevantes no estudo do PAN, ambas no rio Preto. Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distância, onde se delimitou as rotas do Paraibuna e seu afluente Preto por sua conexão;
- Os habitats estratégicos não foram definidos nessa bacia;
- A contaminação da qualidade da água;
- E as áreas prioritárias para conservação, que nesse caso não foram definidas pelo PAN (só foram definidas na sub-bacia do rio Preto).

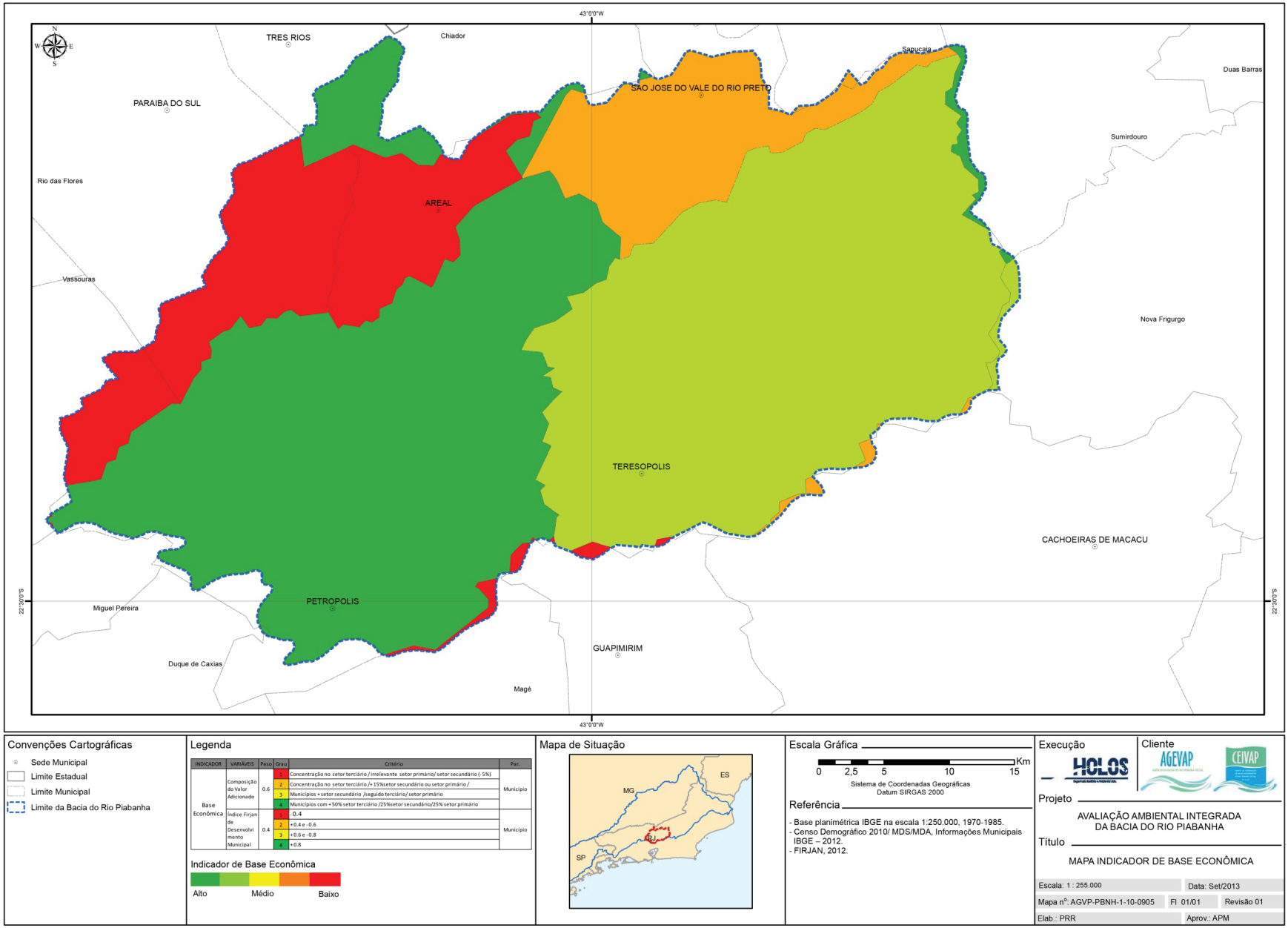


Figura 5.35 Indicador de qualidade da água da bacia do rio Paraibuna

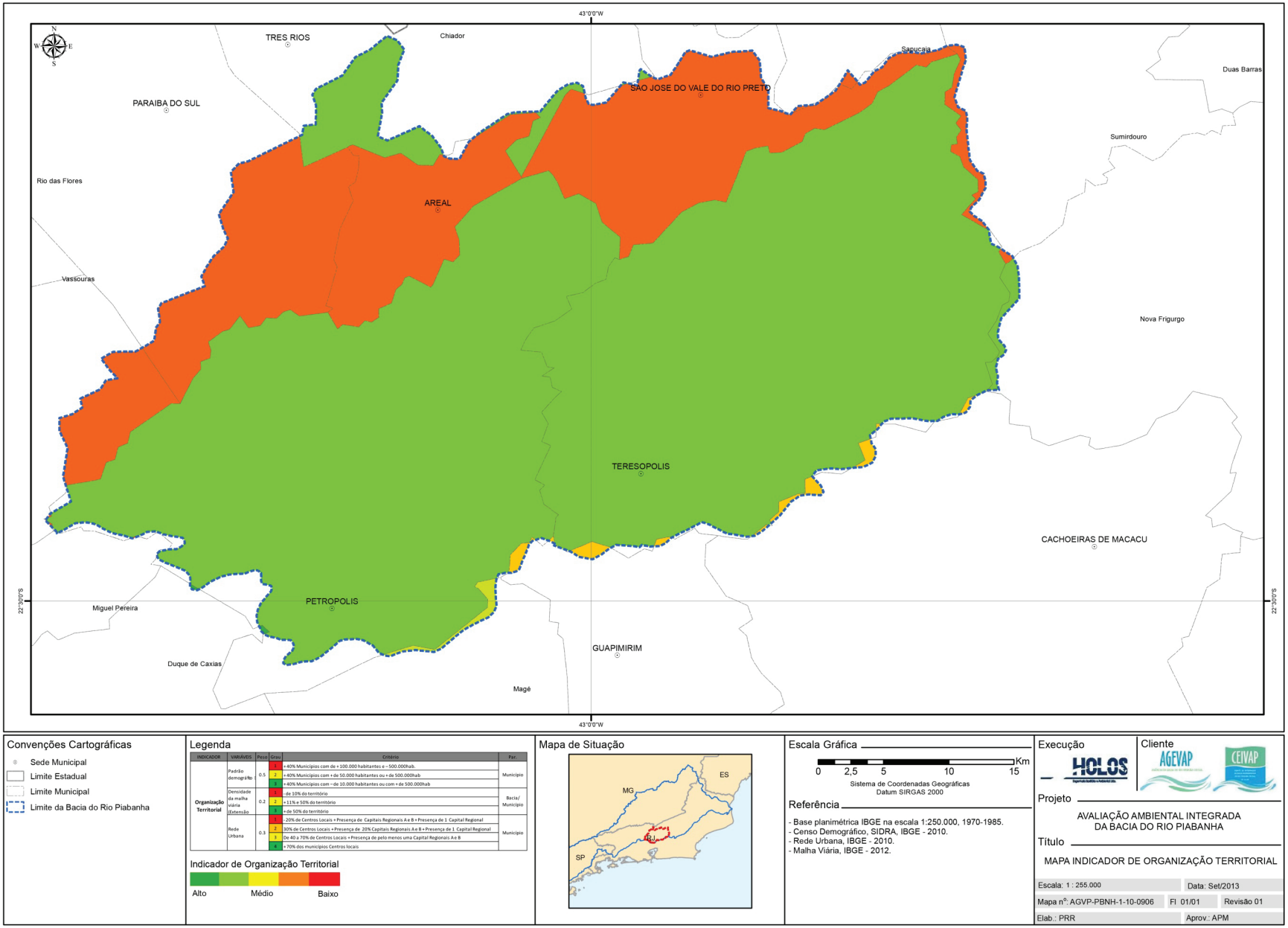
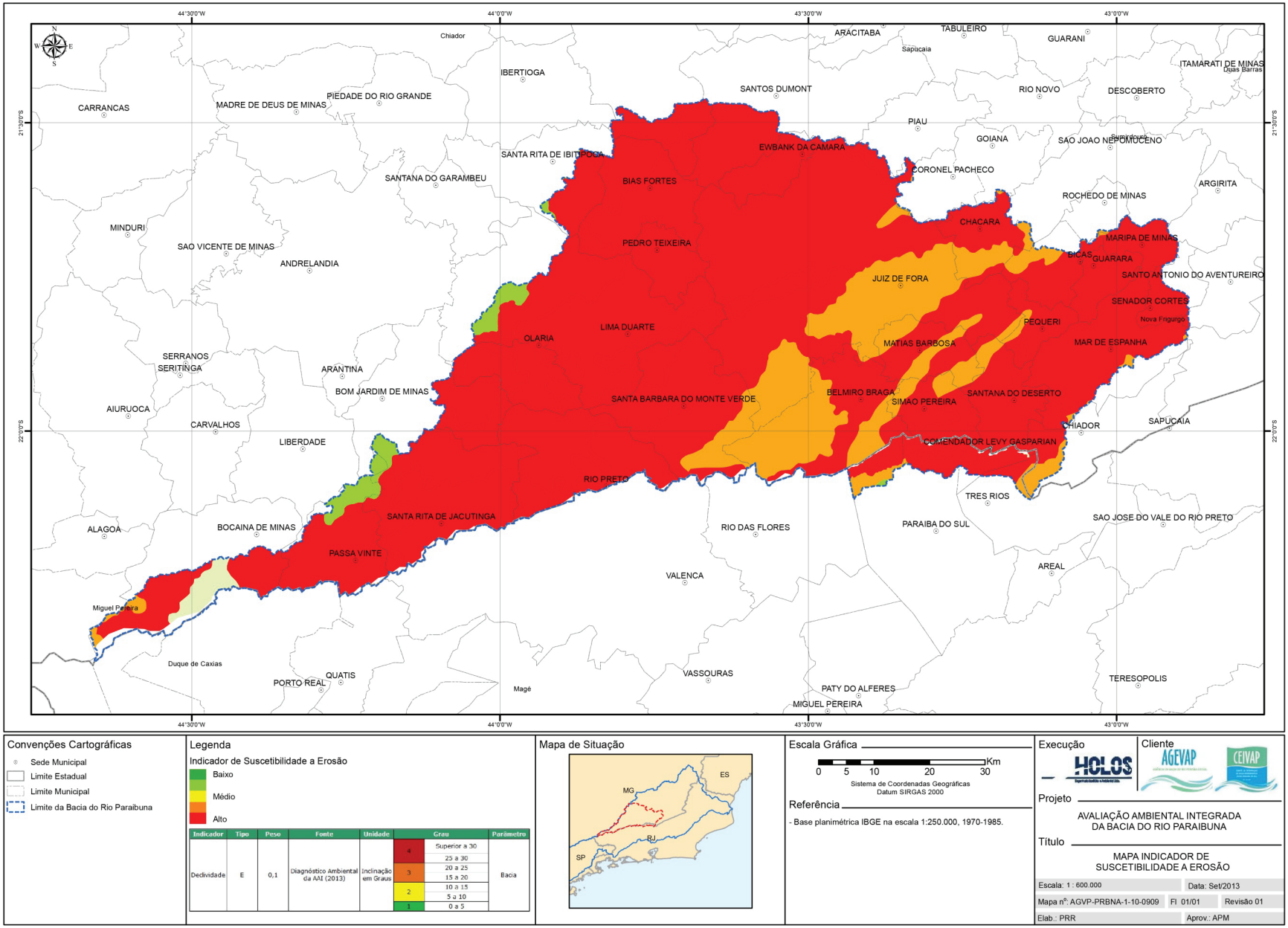


Figura 5.36 Indicador de recursos minerais da bacia do rio Paraibuna



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Paraibuna

Legenda

Indicador de Suscetibilidade a Erosão

- Baixo
- Médio
- Alto

Indicador	Tipo	Peso	Fonte	Unidade	Grau		Parâmetro
Declividade	E	0,1	Diagnóstico Ambiental da AAI (2013)	Inclinação em Graus	4	Superior a 30	Bacia
						25 a 30	
					3	20 a 25	
						15 a 20	
					2	10 a 15	
						5 a 10	
					1	0 a 5	

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

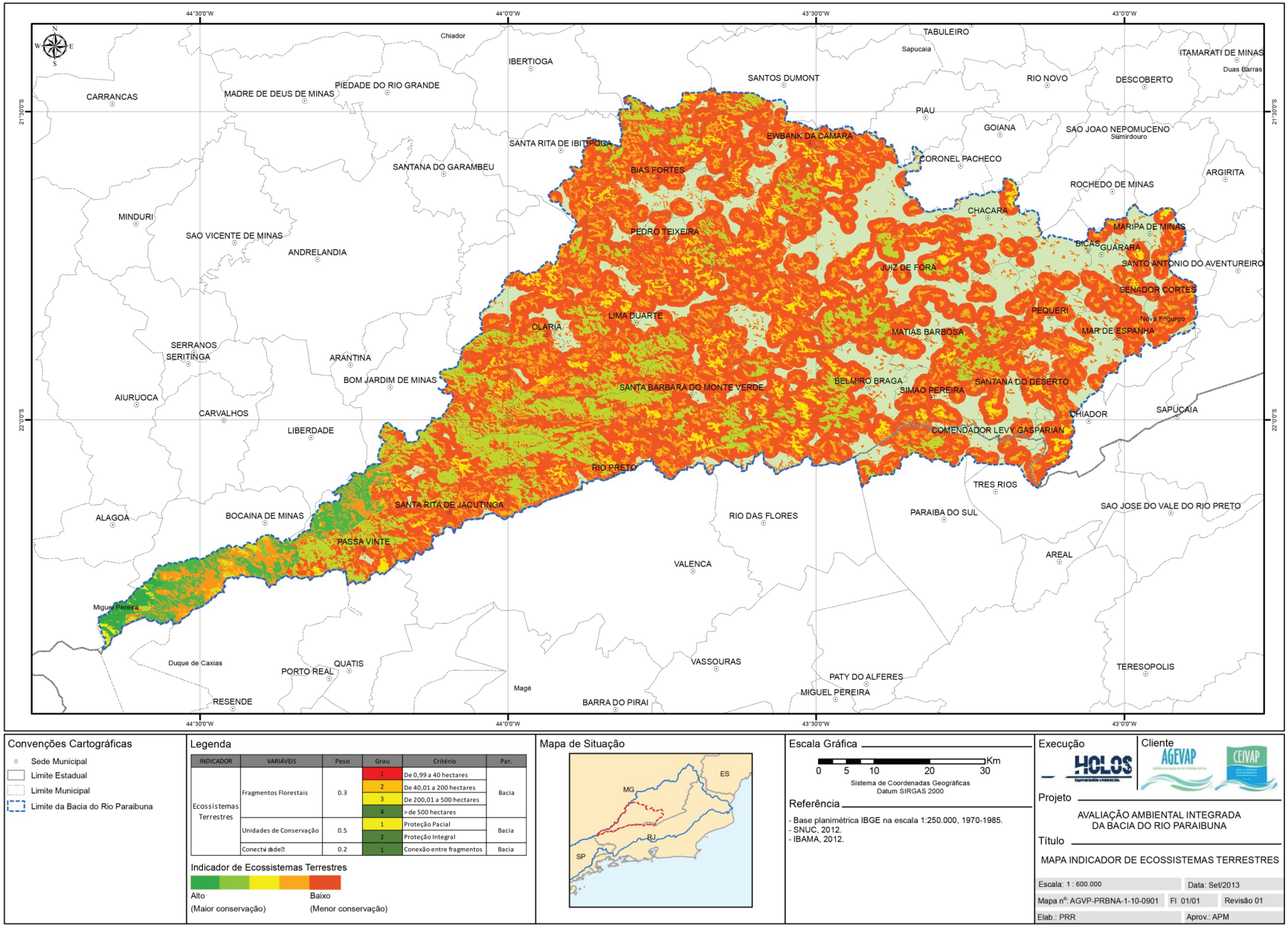
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PARAIBUNA

Título

MAPA INDICADOR DE SUSCETIBILIDADE A EROSÃO

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PRBNA-1-10-0909	Fl 01/01 Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.37 Indicador de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Paraibuna



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Paraibuna

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Ecossistemas Terrestres	Fragmentos Florestais	0.3	1	De 0,99 a 40 hectares	Bacia
			2	De 40,01 a 200 hectares	
			3	De 200,01 a 500 hectares	
			4	> de 500 hectares	
	Unidades de Conservação	0.5	1	Proteção Pacial	Bacia
			2	Proteção Integral	
	Conectividade	0.2	1	Conexão entre fragmentos	Bacia

Indicador de Ecossistemas Terrestres

Alto (Maior conservação) — Baixo (Menor conservação)

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- SNUC, 2012.
- IBAMA, 2012.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PARAIBUNA

Título

MAPA INDICADOR DE ECOSSISTEMAS TERRESTRES

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PRBNA-1-10-0901	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.38 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Paraibuna

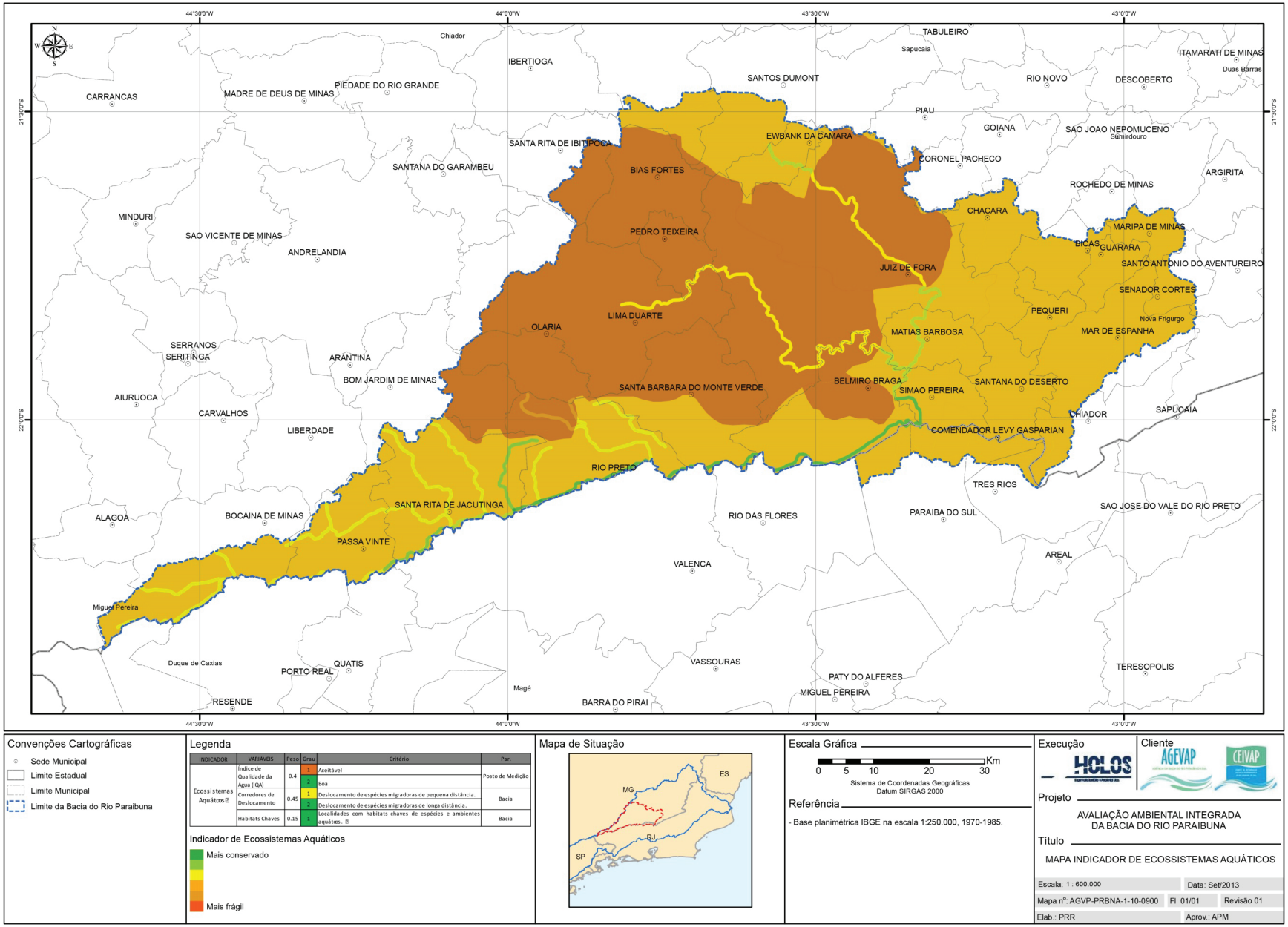


Figura 5.39 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Paraibuna

5.4.2.2 Meio Socioeconômico

Os indicadores escolhidos para tratar os principais aspectos socioambientais da bacia do rio Paraibuna permitem avaliar o padrão de organização e dinâmica territorial, as condições de vida disponíveis, os principais aspectos definidores da base econômica e a presença de grupos especiais, notadamente as populações tradicionais e os assentamentos rurais.

As áreas mais sensíveis na bacia correspondem às áreas de maior adensamento demográfico (**Figura 5.40** e **Figura 5.43**).

A **Figura 5.41** permite observar as Condições de Vida na bacia, sugerindo um padrão médio de qualidade de vida, no qual apenas os indicadores de analfabetismo apresentam condições muito ruins. O índice de Rede de Esgoto não representa a realidade na bacia no que consiste o destino adequado dos efluentes. Um exemplo disso é Juiz de Fora, que apesar de ter população atendida pela rede de esgoto com 98%, apresenta apenas 10% dos seus efluentes direcionados à Estações de Tratamento de Esgoto. Outra análise é que os municípios menores pertencentes à esta bacia, possuem não somente deficiência no que consiste o tratamento de efluentes, como também em sua rede de esgoto

No que se refere à base econômica da bacia (**Figura 5.42**), a leitura da distribuição do valor adicionado pelos setores da economia sugere que ainda ocorre um desnivelamento entre as atividades, ocorrendo forte concentração no setor terciário e na administração publica. Em contrapartida, a leitura do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal confirma a hegemonia do município de Juiz de Fora como o que detém a melhor situação, mantendo os demais patamares de médios para baixo.

A **Figura 5.44** a seguir apresenta a distribuição na bacia das populações tradicionais e dos grupos sociais em condições de vulnerabilidade.

.

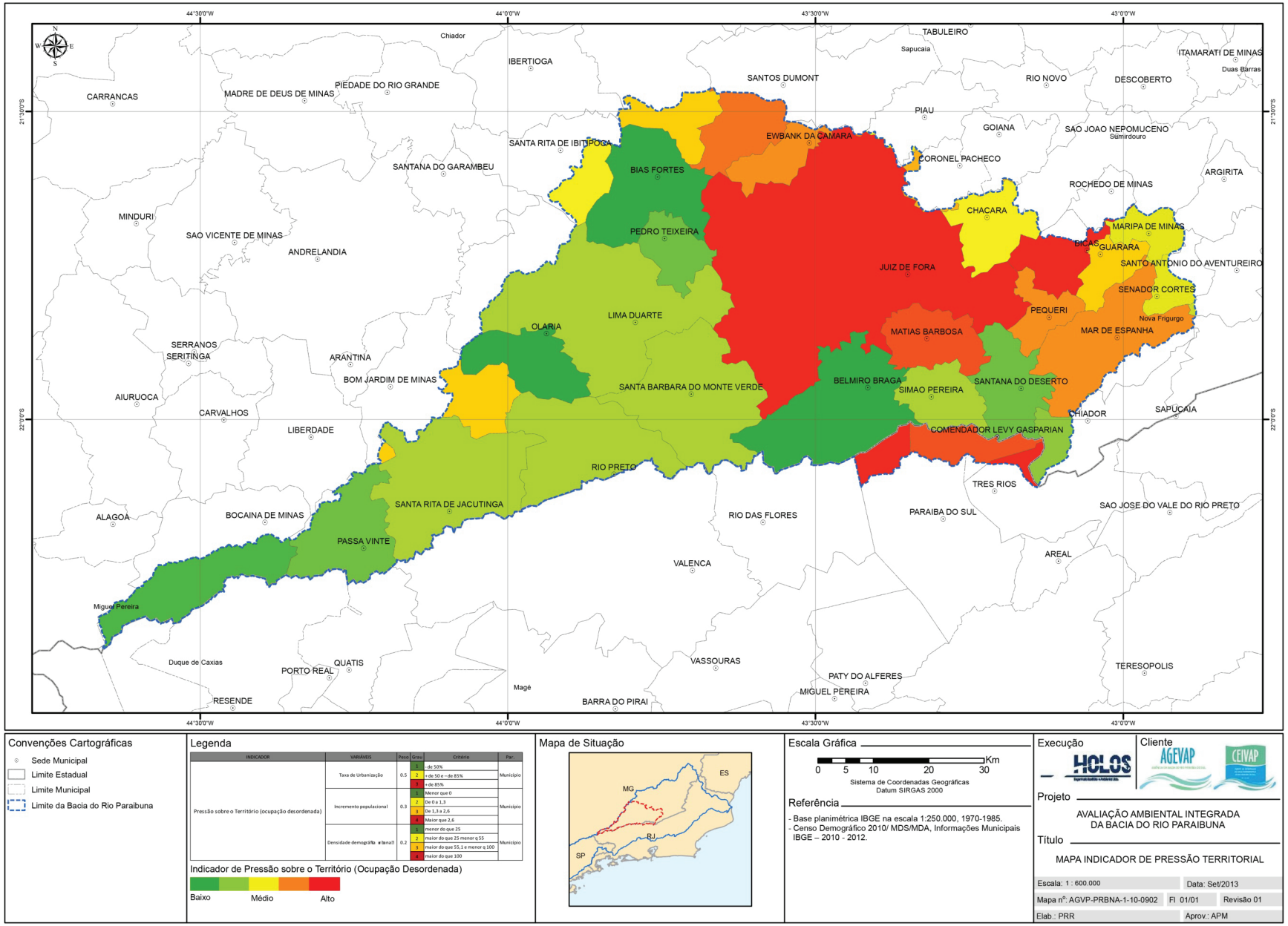


Figura 5.40 Indicador de Pressao Territorial da bacia do rio Paraibuna

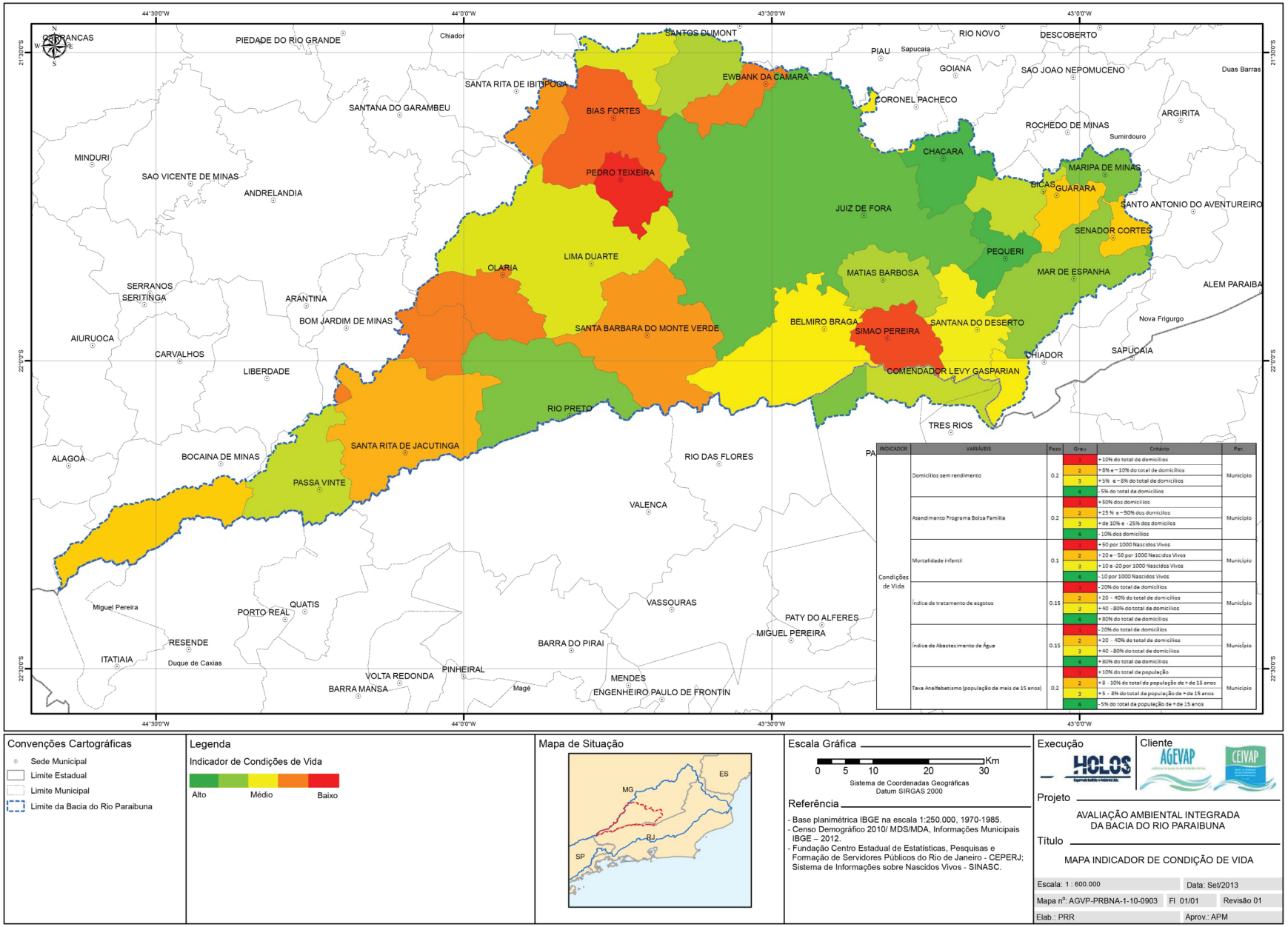


Figura 5.41 Indicador de Condicoes de Vida da bacia do rio Paraibuna

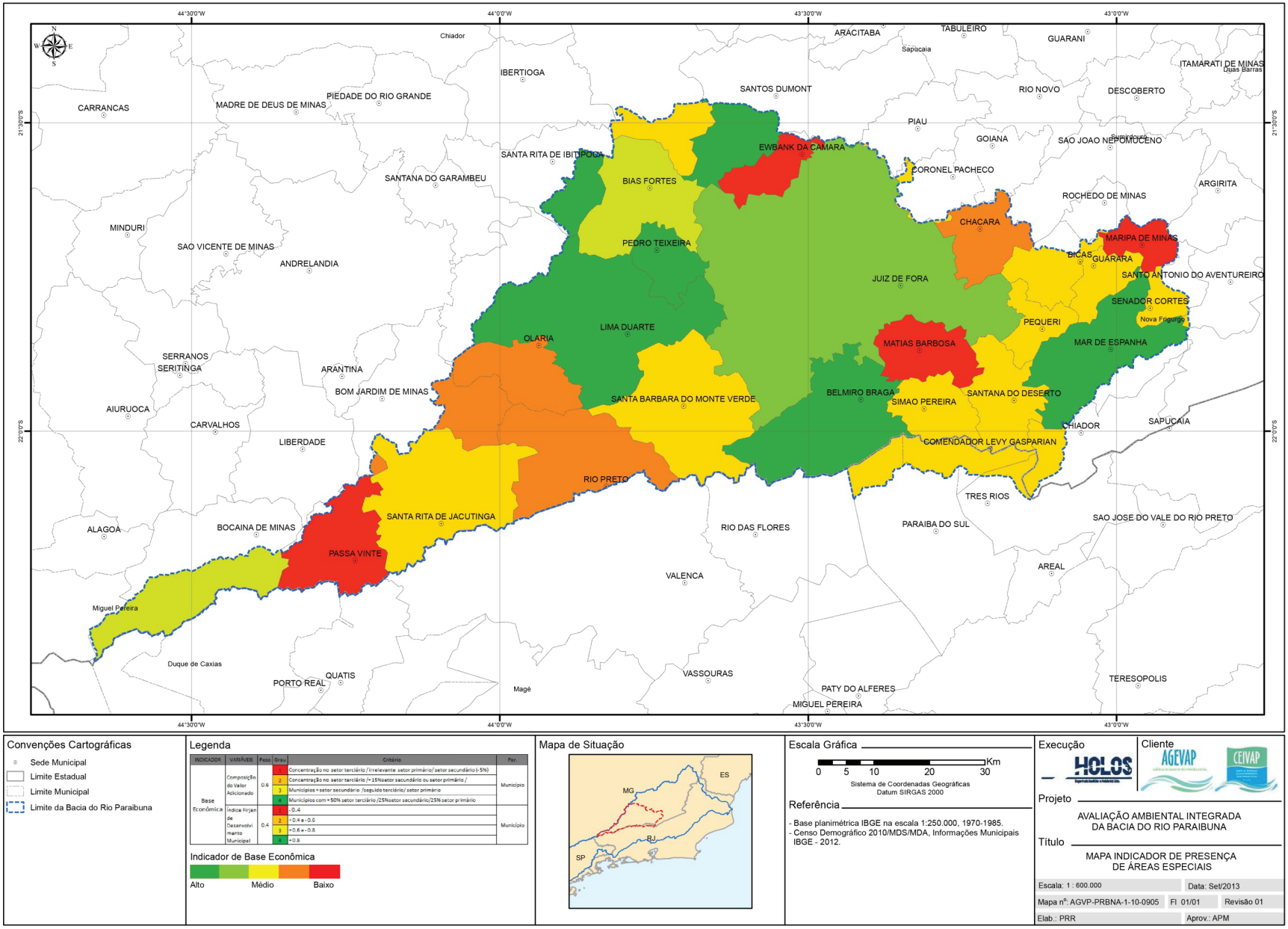
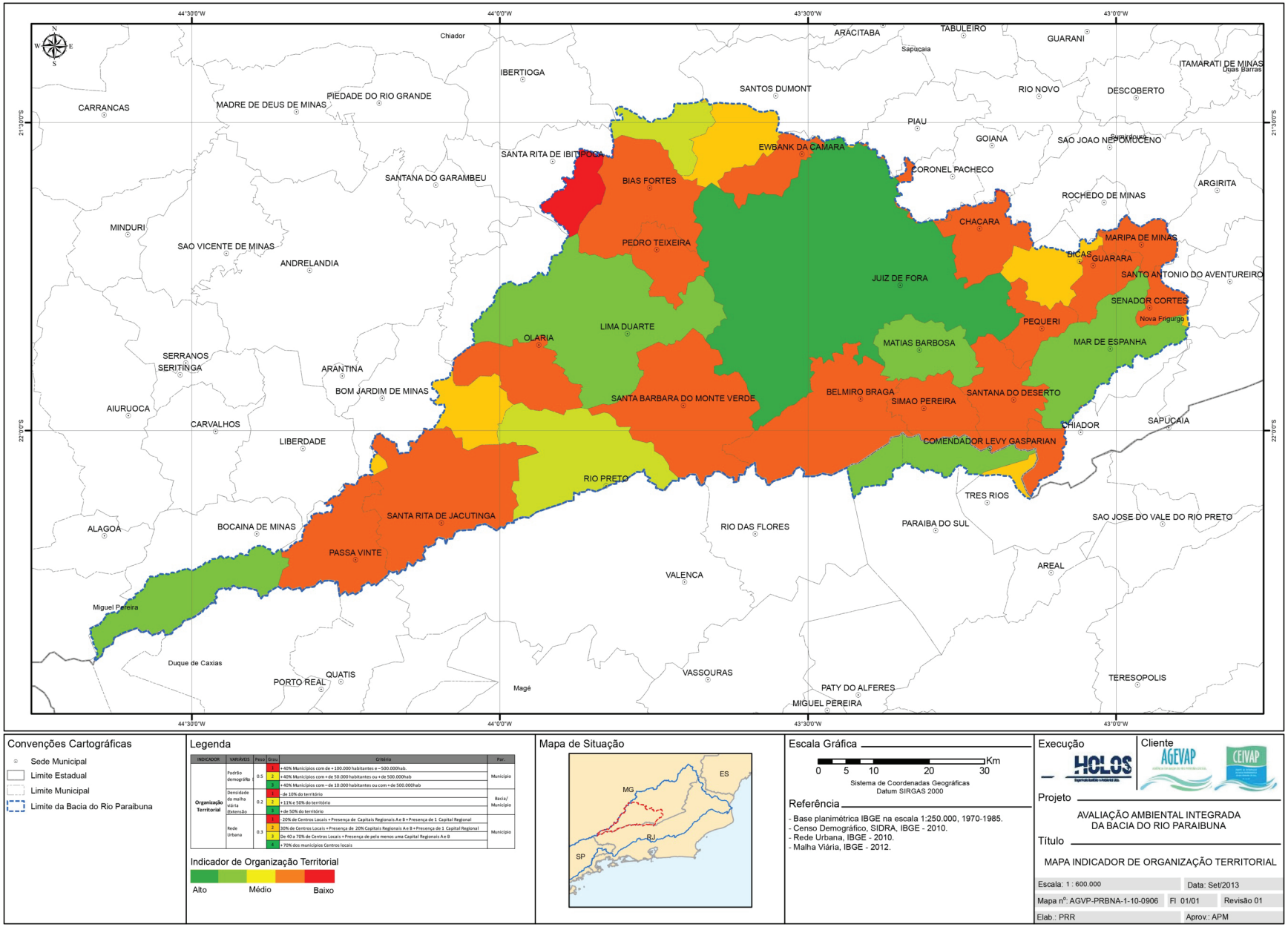


Figura 5.42 Indicador de Base Economica da bacia do rio Paraibuna



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Paraibuna

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Organização Territorial	Padrão demográfico	0.5	1	+ 40% Municípios com de + 100.000 habitantes e – 500.000hab.	Município
			2	+ 40% Municípios com + de 50.000 habitantes ou + de 500.000hab	
			3	+ 40% Municípios com – de 10.000 habitantes ou com + de 500.000hab	
	Densidade da malha viária Extensão	0.2	1	- de 10% do território	Bacia/ Município
			2	+ 11% e 50% do território	
			3	+ de 50% do território	
	Rede Urbana	0.3	1	- 20% de Centros Locais + Presença de Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	Município
			2	30% de Centros Locais + Presença de 20% Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	
			3	De 40 a 70% de Centros Locais + Presença de pelo menos uma Capital Regionais A e B	
			4	+ 70% dos municípios Centros locais	

Indicador de Organização Territorial

Alto — Médio — Baixo

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- Censo Demográfico, SIDRA, IBGE - 2010.
- Rede Urbana, IBGE - 2010.
- Malha Viária, IBGE - 2012.

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto: AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PARAIBUNA

Título: MAPA INDICADOR DE ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PRBNA-1-10-0906	Fl 01/01 Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.43 Indicador Organizacao Territorial da bacia do rio Paraibuna

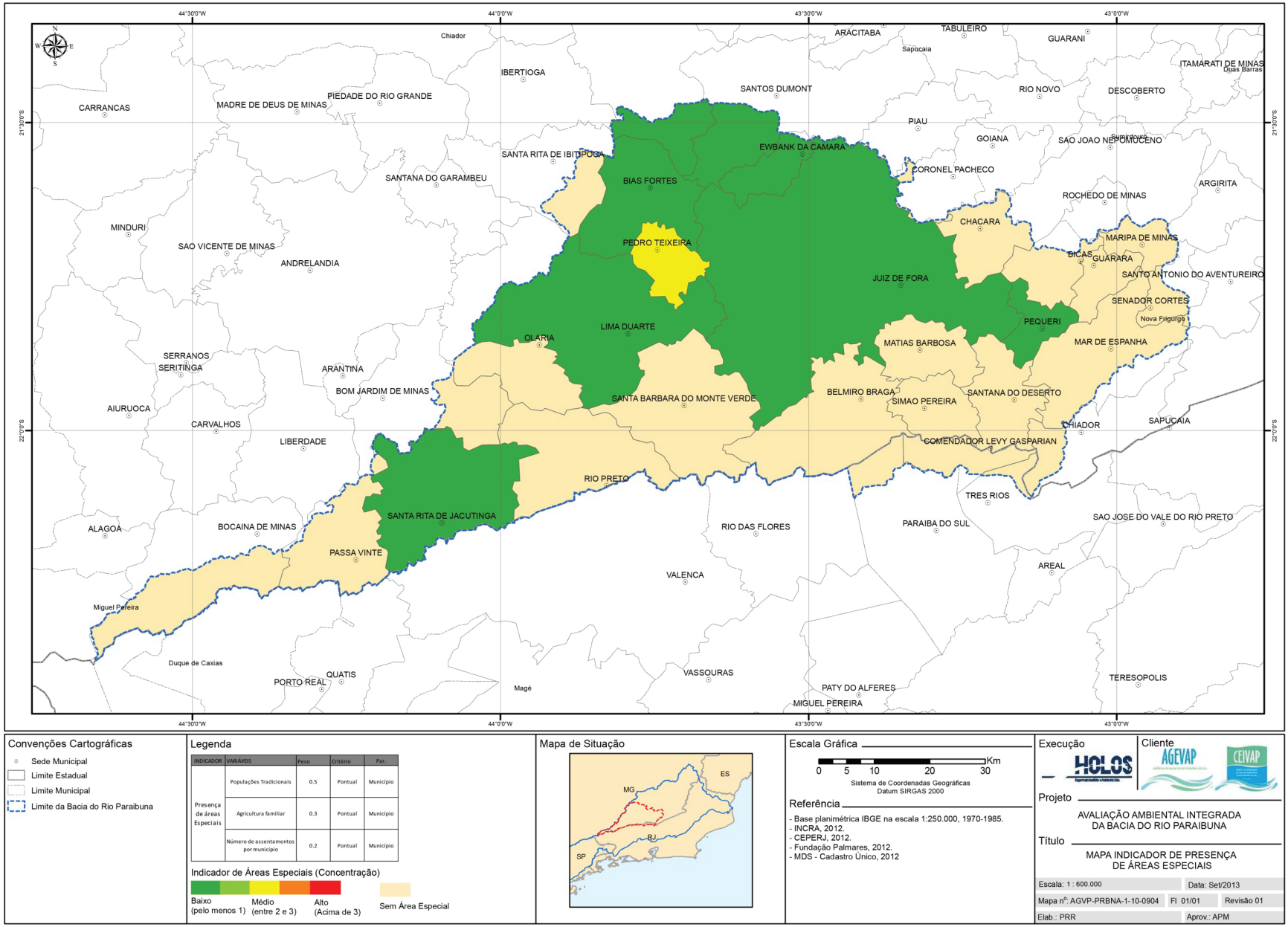


Figura 5.44 Indicador de Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Paraibuna

5.4.3 Bacia do rio Preto

5.4.3.1 Indicadores do meio físico-biótico

a) Indicador de qualidade da água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia mostra:

- Falta de monitoramento de qualidade da água na maior parte da bacia;
- O monitoramento de parâmetros resultou no cálculo de indicadores de qualidade da água como o IQA;
- A contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos não tratados;
- E a capacidade do curso d´água em depurar parte dessa contaminação.

Podem-se notar más condições para o índice trófico em alguns postos pelo provável aporte de nutrientes orgânicos e fósforo, devido a efluentes domésticos não tratados, principalmente a jusante de áreas urbanas.

b) Indicador de recursos minerais

A bacia do rio Preto não tem um potencial tão relevante do ponto de vista de geologia e recursos minerais, mas apresenta requerimentos de exploração nas áreas vizinhas ao rio Paraibuna (ferro e manganês) e de areia.

c) Indicador de recursos minerais

A bacia do rio Preto não tem um potencial tão relevante do ponto de vista de geologia e recursos minerais, mas apresenta requerimentos de exploração nas áreas vizinhas ao rio Paraibuna (ferro e manganês) e de areia.

d) Indicador de suscetibilidade à erosão

O mapeamento dos solos (uso do solo e cobertura vegetal e hipsometria) permitiu apresentar as áreas com maior ou menor sucetibilidade à erosâo estando a maior parte da bacia na classificação de alta suscetibilidade, sujeita à erosâo nos eventos de chuvas intensas.

e) Indicador de ecossistemas terrestres

O mapa do indicador de ecossistemas terrestres evidencia a importância dos remanescentes de vegetação notadamente nas vertentes da Serra da Mantiqueira e presentes também nas unidades de conservação.

Pode-se notar que os remanescentes estão sob enorme pressão por atividades agrícolas.

f) Indicador de ecossistemas aquáticos

A porção inferior integra o conjunto de ambientes que, originalmente, garantiam a produtividade do Domínio das Corredeiras (sensu BIZERRIL, 1997) do rio Paraíba do Sul, o que conferiria a este setor uma condição de habitat-chave.

Entretanto, a fragmentação do sistema do Paraibuna compromete a atuação original do rio Preto dentro do contexto de dinâmica ecológica natural do domínio em questão.

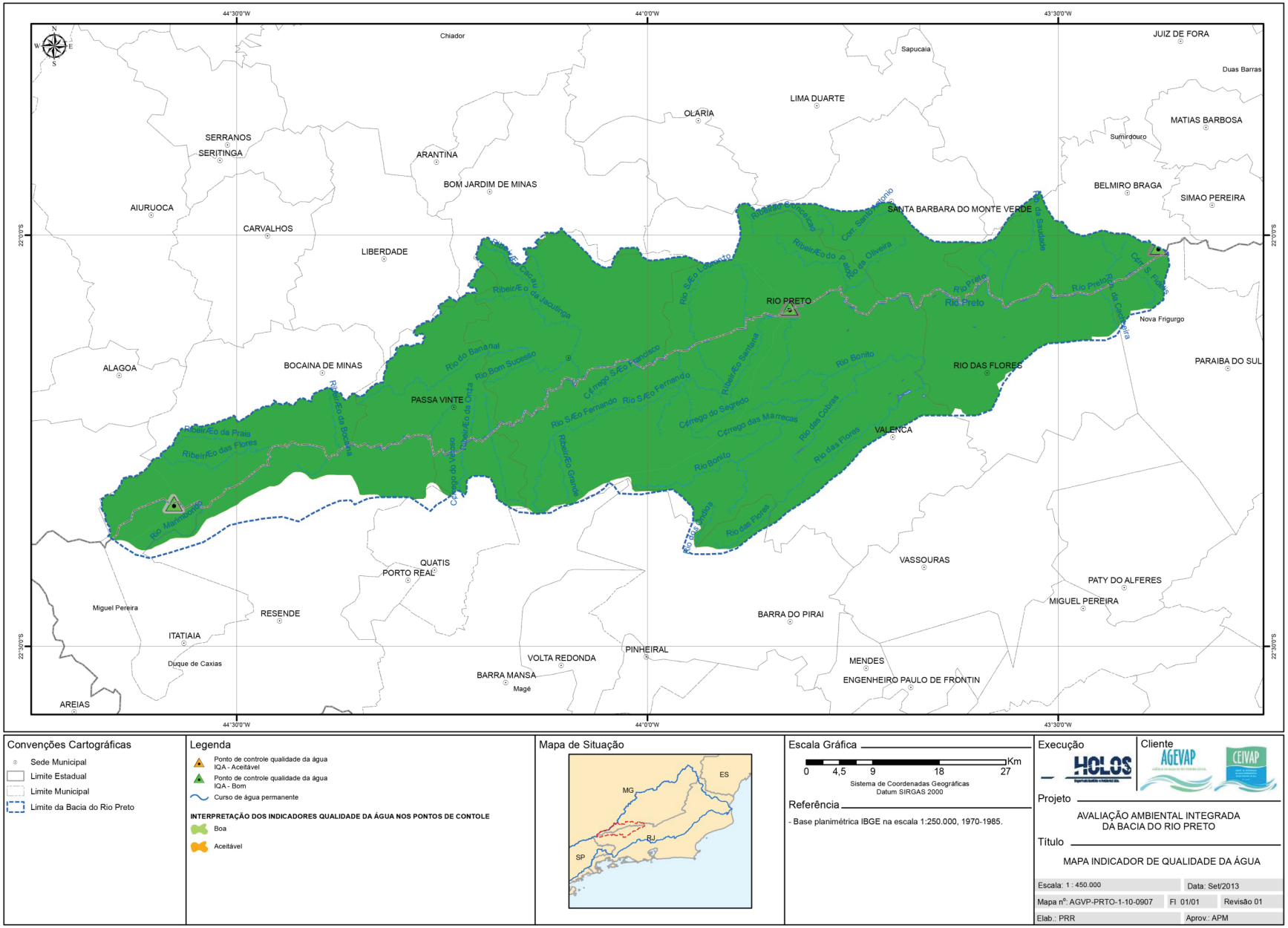
Em paralelo, fica magnificada sua importância como rota de deslocamento de grandes e pequenos migradores, cujos limites aproximados são apresentados nos mapas deste documento. Destaca-se a necessidade de que sejam empreendidadas análises detalhadas quanto a este aspecto nos principais afluentes do curso inferior do rio Preto. Na ausência de dados estes foram mapeados como habitats de espécies sedentárias.

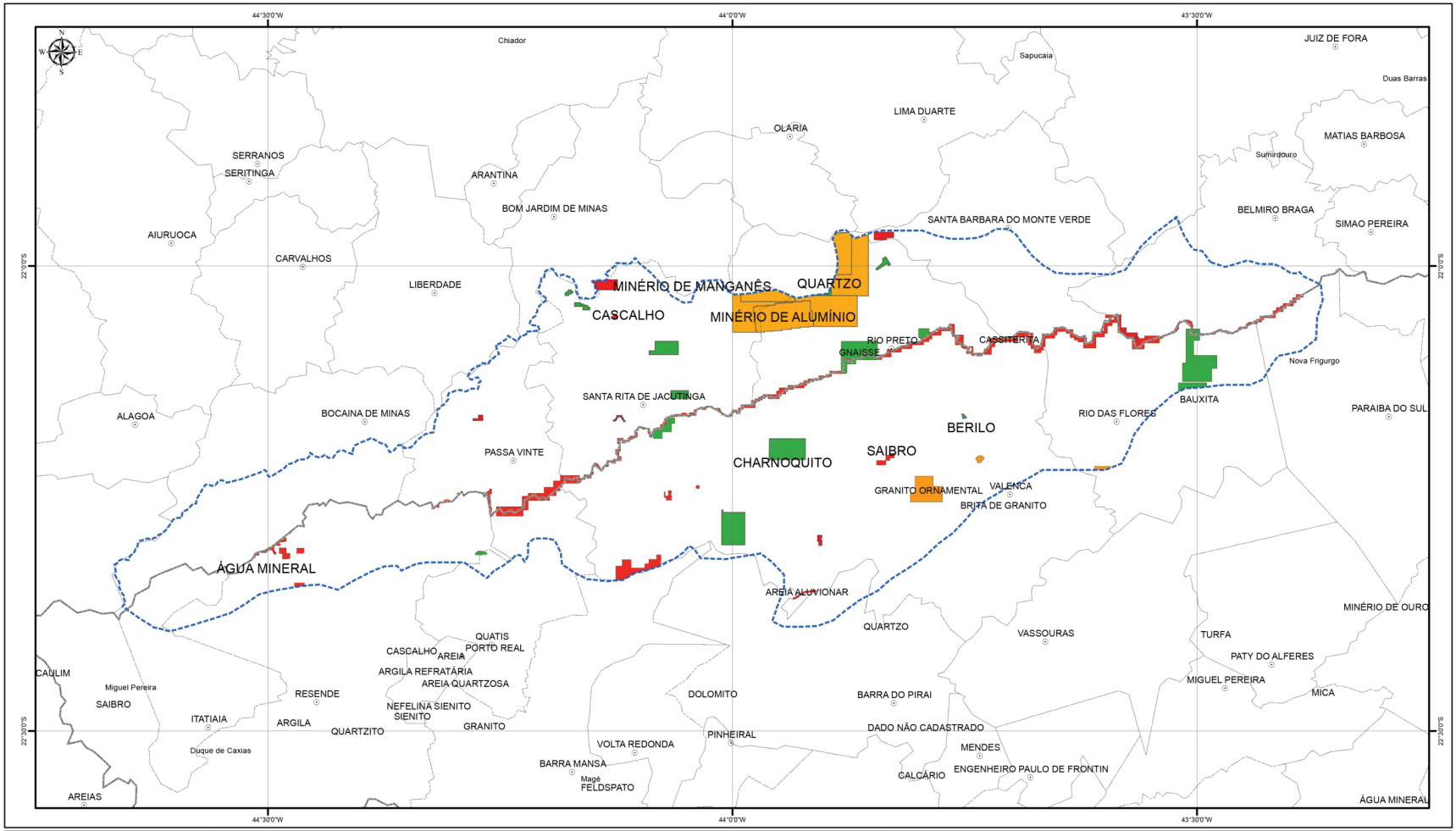
Dentro da conceituação adotada nesta avaliação ambiental integrada de habitat-chave observa-se que o alto curso do rio, assim como as principais drenagens de sua margem esquerda, enquadra-se nesta categoria por manter endemismos que derivam da captura fluvial da bacia do rio Grande.

É possível que endemismos similares ocorram em afluentes na margem direita, porem esta condição ainda não é conhecida face a carência de estudos.

Comparativamente com outros recortes da bacia do rio Paraibuna, o rio Preto como um todo se destaca pela maior integridade em sua cobertura vegetal, a despeito da antropização sofrida pelo sistema. Dentro de seus limites a porção média e superior da bacia, notadamente sua margem esquerda se destaca como área de maior relevância. Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distância, onde se delimitou as rotas e sua conexão com o Paraibuna;
- Os habitats estratégicos que se pode mapear nessa bacia;
- A baixa contaminação e boas condições da qualidade da água, apesar da existência de efluentes domésticos não tratados;
- E as áreas prioritárias para conservação.


Convenções Cartográficas
Sede Municipal
Limite Estadual
Limite Municipal
Limite da Bacia do Rio Preto
Legenda
Ponto de controle qualidade da água IQA - Aceitável
Ponto de controle qualidade da água IQA - Bom
Curso de água permanente
INTERPRETAÇÃO DOS INDICADORES QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTOLE
Boa
Aceitável
Mapa de Situação
MG
ES
RJ
SP
Escala Gráfica
0 4,5 9 18 27 Km
Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000
Referência
- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
Execução
HOLOS
Cliente
AGEVAP
CEIVAP
Projeto
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PRETO
Título
MAPA INDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA
Escala: 1 : 450.000
Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PRTO-1-10-0907
Fl 01/01
Revisão 01
Elab.: PRR
Aprov.: APM
RIO PRETO
SANTA BARBARA DO MONTE VERDE
PASSA VINTE
RIO DAS FLORES
VALENCA
BOCAINA DE MINAS
LIBERDADE
CARVALHOS
SERRANOS
SERITINGA
ARANTINA
BOM JARDIM DE MINAS
LIMA DUARTE
OLARIA
JUIZ DE FORA
Sapucaia
Duas Barras
MATIAS BARBOSA
Sumidouro
BELMIRO BRAGA
SIMAO PEREIRA
Nova Friburgo
PARAIBA DO SUL
AIURUOCA
ALAGOA
QUATIS
PORTO REAL
RESENDE
Miguel Pereira
ITATIAIA
Duque de Caxias
AREIAS
VOLTA REDONDA
BARRA MANSA
Magé
PINHEIRAL
BARRA DO PIRAI
VASSOURAS
MENDES
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN
PATY DO ALFERES
MIGUEL PEREIRA
Rio Preto
Rio Bonito
Rio das Flores
Rio das Cobras
Rio São Fernando
Rio São Francisco
Rio Bananal
Rio Bom Sucesso
Rio São Lourenço
Rio Manso
Ribeirão das Flores
Ribeirão da Praia
Ribeirão da Bocaina
Ribeirão Grande
Ribeirão Santana
Córrego do Segredo
Córrego das Mamecas
Córrego São Francisco
Córrego da Costa
Córrego Santo Antonio
Córrego da Saudade
Córrego da Oliveira
Córrego da Cachoeira
Córrego da Fortaleza
Ribeirão da Lavrinha
Ribeirão Santa Rosa
Ribeirão da Cachoeira
Ribeirão da Jacutinga
Ribeirão da Oliveira
Ribeirão Santa Rosa
Ribeirão da Saudade
Ribeirão da Cachoeira
Ribeirão da Fortaleza



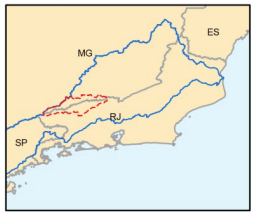
Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Preto

Legenda

Indicador	Tipo	Peso	Fonte	Unidade	Grau		Parâmetro
Recursos Minerais	P	0,1	DNPM (2013)	Tipo/ conflito	4	Água Mineral	Existência
						Ouro	
						Areias e Cascalho	
					3	Minério de Alumínio	
						Rochas Carbonáticas	
						Ferro e Manganês	
					2	Rochas Ornamentais	
						Gemas	
						Minerais Talcosos	
					1	Argilas	
						Minerais Diversos	
						Minerais não Identificados	

Mapa de Situação



Escala Gráfica

0 4,5 9 18 27 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- DNPM - 2013.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PRETO

Título

MAPA INDICADOR DE RECURSOS MINERAIS

Escala: 1 : 450.000	Data: Set/2013	
Mapa nº: AGVP-PRTO-1-10-0908	Fl 01/01	Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM	

Figura 5.46 Indicador dos Recursos Mineirais da bacia do rio Preto

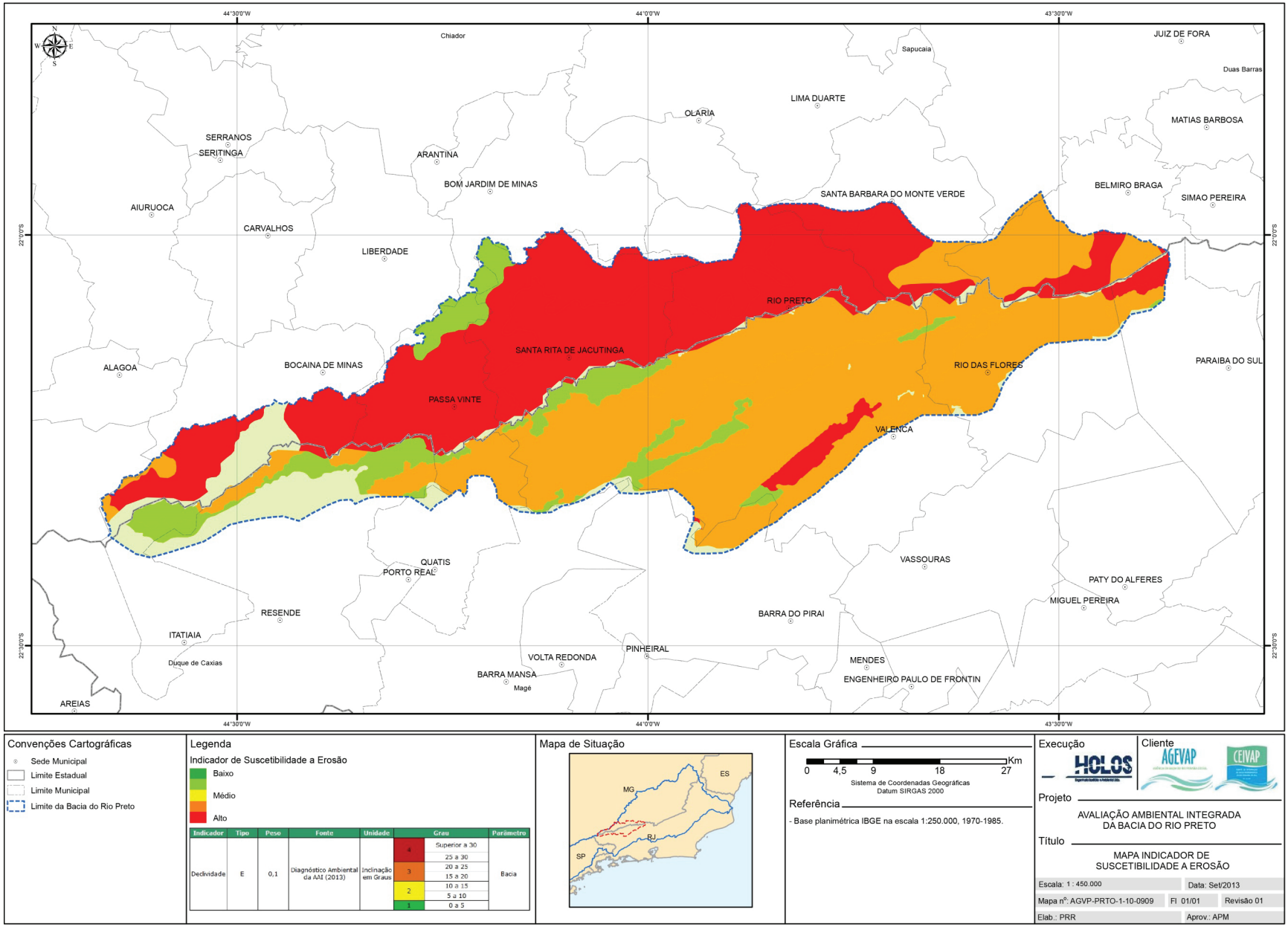


Figura 5.47 Indicador de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Preto

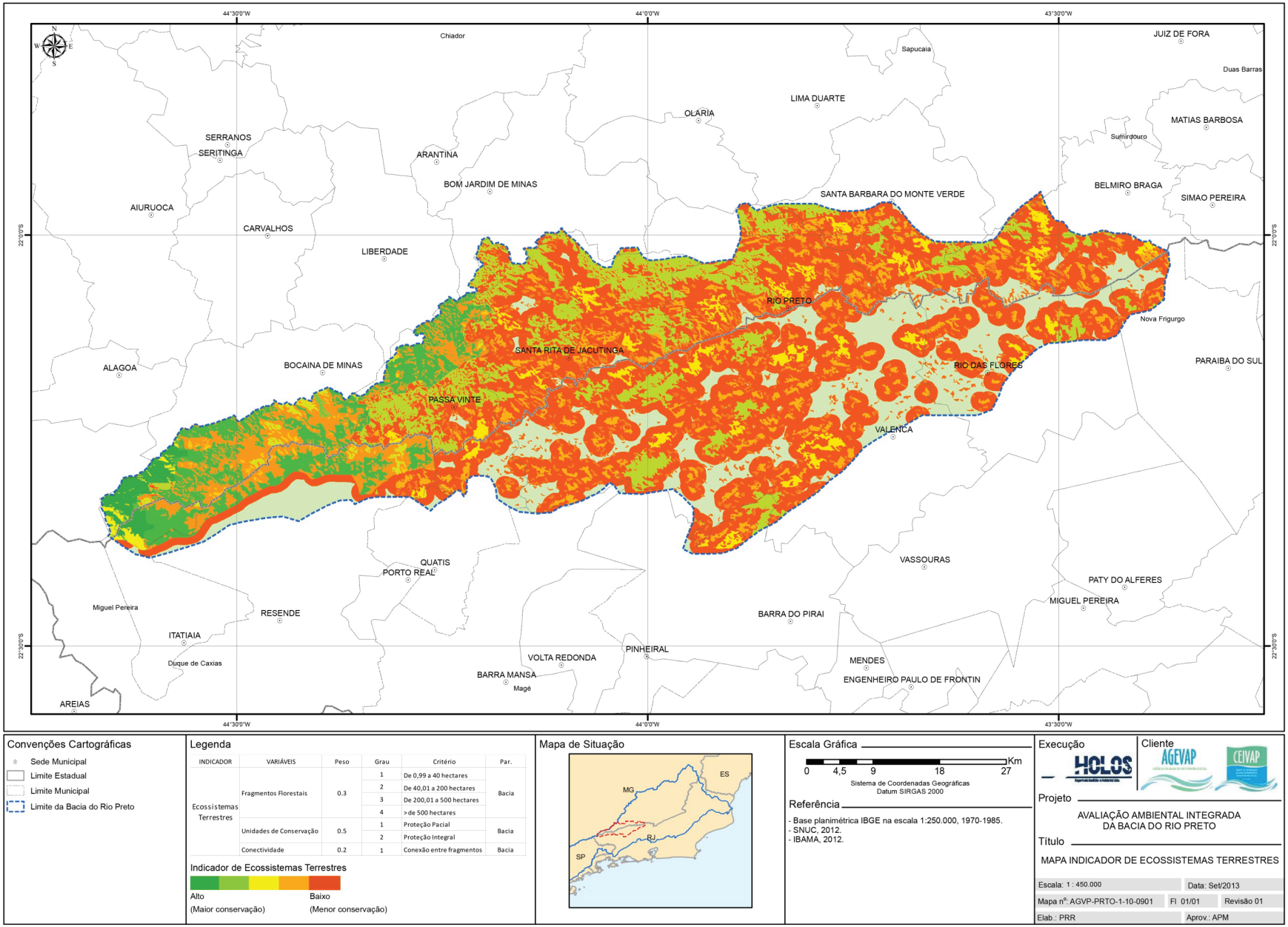
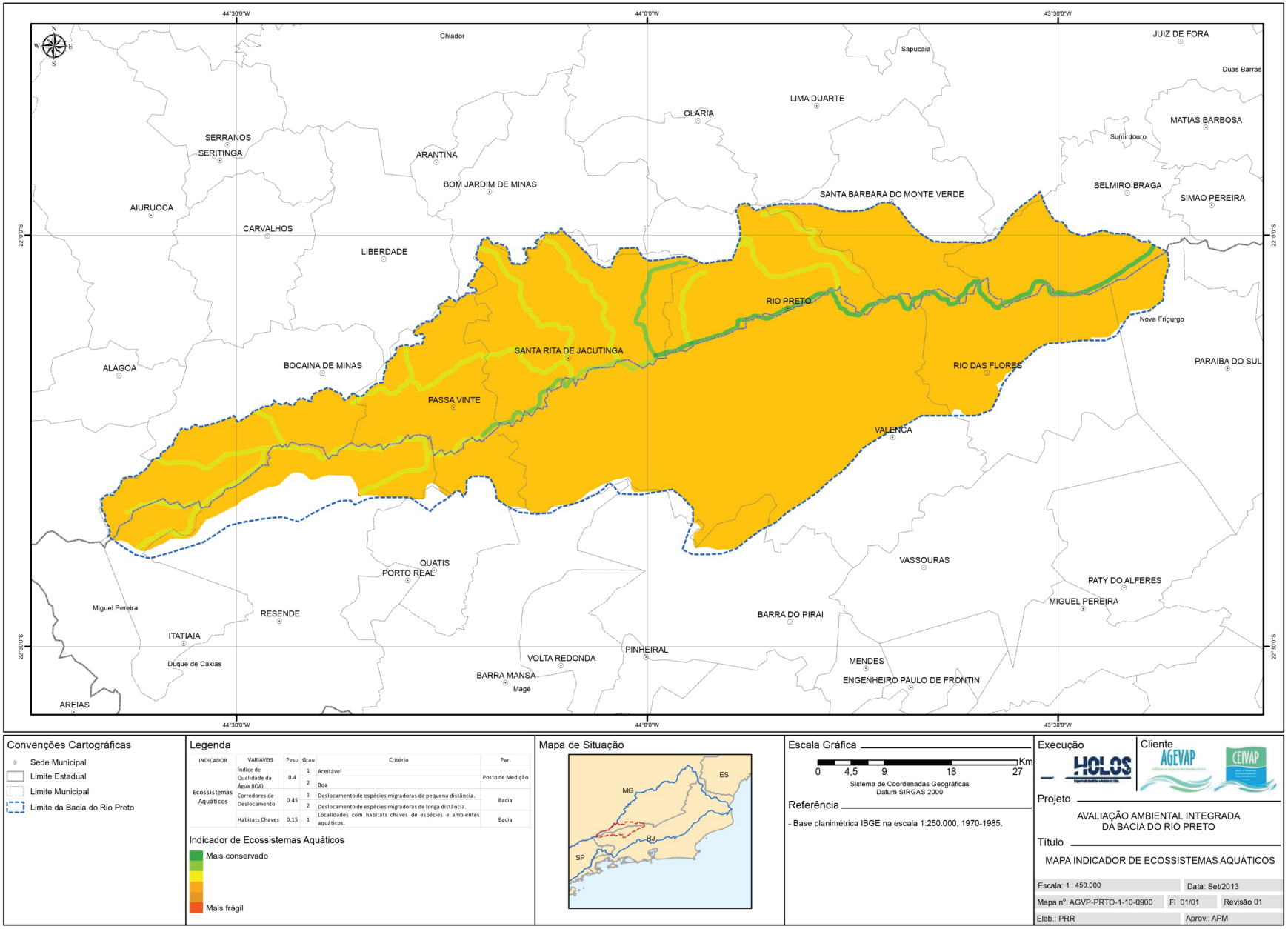


Figura 5.48 Indicador dos Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Preto



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Preto

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Ecossistemas Aquáticos	Índice de Qualidade da Água (IQA)	0.4	1	Aceitável	Posto de Medição
			2	Boa	
	Corredores de Deslocamento	0.45	1	Deslocamento de espécies migradoras de pequena distância.	Bacia
			2	Deslocamento de espécies migradoras de longa distância.	
	Habitats Chaves	0.15	1	Localidades com habitats chaves de espécies e ambientes aquáticos.	Bacia

Indicador de Ecossistemas Aquáticos

Mais conservado

Mais frágil

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 4,5 9 18 27 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PRETO

Título

MAPA INDICADOR DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

Escala: 1 : 450.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PRTO-1-10-0900	Fl 01/01 Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.49 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Preto

5.4.3.2 Meio Socioeconômico

Na bacia hidrográfica do rio Preto as áreas sensíveis decorrem da pressão sobre o território, nos termos do adensamento demográfico (**Figura 5.50** e **Figura 5.53**)

No que se refere às condições de vida disponíveis na bacia do rio Preto pode-se considerar que a região da bacia dispõe de condições médias para os diferentes indicadores avaliados, embora alguns apresentem patamares muito críticos (**Figura 5.51**). As condições de rendimento e de acesso ao Programa Bolsa Família confirmam a situação comentada. Aqui se tem patamares de médios para baixo, especialmente no que se refere a utilização do Programa Bolsa Família. As condições de saneamento disponíveis na bacia são muito desfavoráveis no que se refere aos índices de esgotamento sanitário, o que poderá contribuir para a degradação da bacia nos termos do descarte inadequado de resíduos, especialmente nas cidades situadas as margens do rio. As taxas de analfabetismo ainda são muito altas e dramáticas em parcela dos municípios da bacia, tendendo a piorar se considerado as taxas de analfabetismo funcional. Com relação à taxa de mortalidade infantil têm-se situações diversas, com poucos municípios apresentando condições críticas.

A observação da Base Econômica (**Figura 5.52**) foi realizada a partir da avaliação do padrão de distribuição do valor adicionado e do indicador FIRJAN de desenvolvimento municipal. Os resultados obtidos apontam para a constatação de que a maioria dos municípios da bacia ainda possui forte concentração de atividades no setor terciário e apenas uma minoria possui economia diversificada.

A **Figura 5.54** apresenta a distribuição espacial das populações tradicionais e dos grupos vulneráveis.

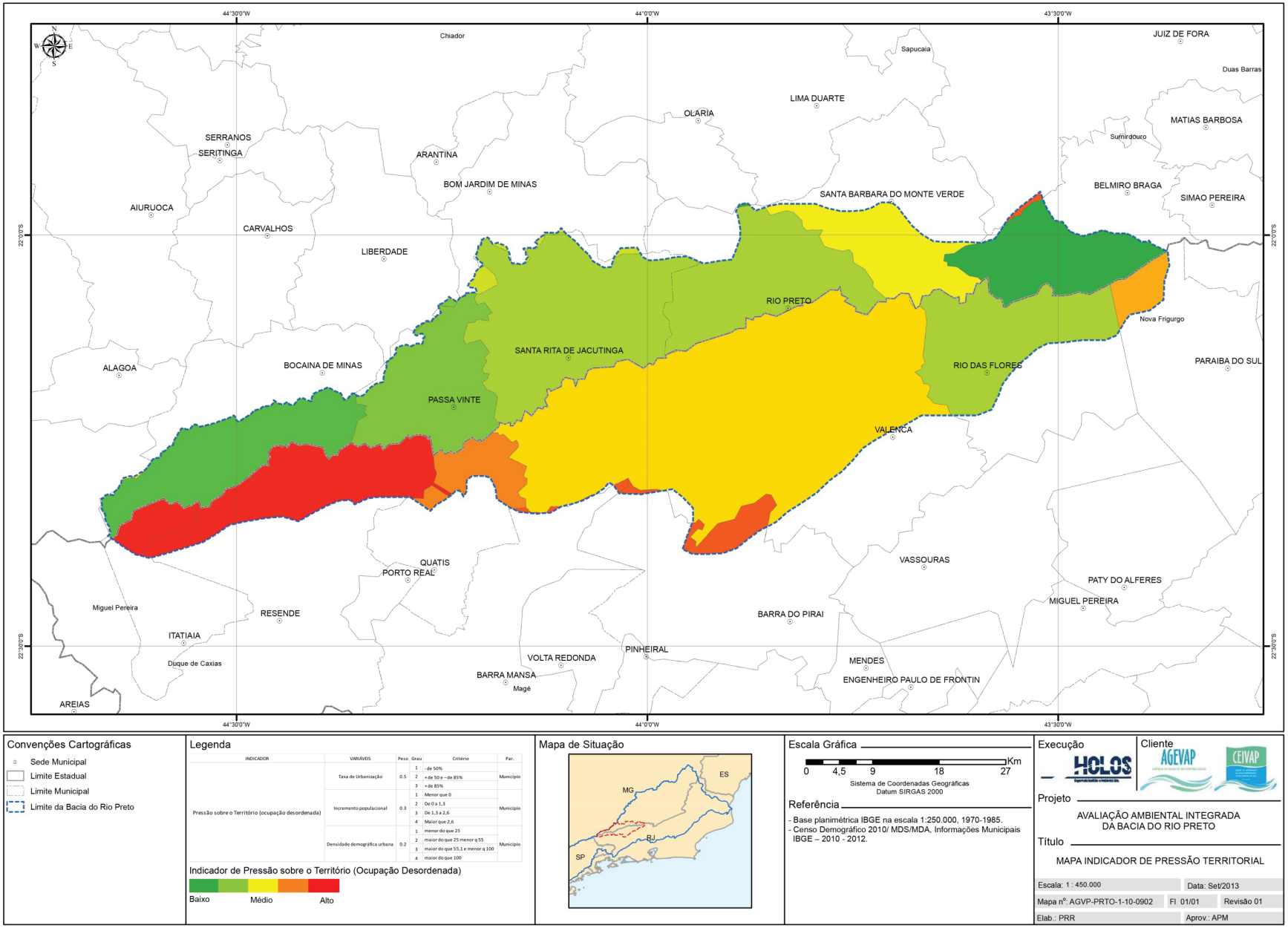


Figura 5.50 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Preto

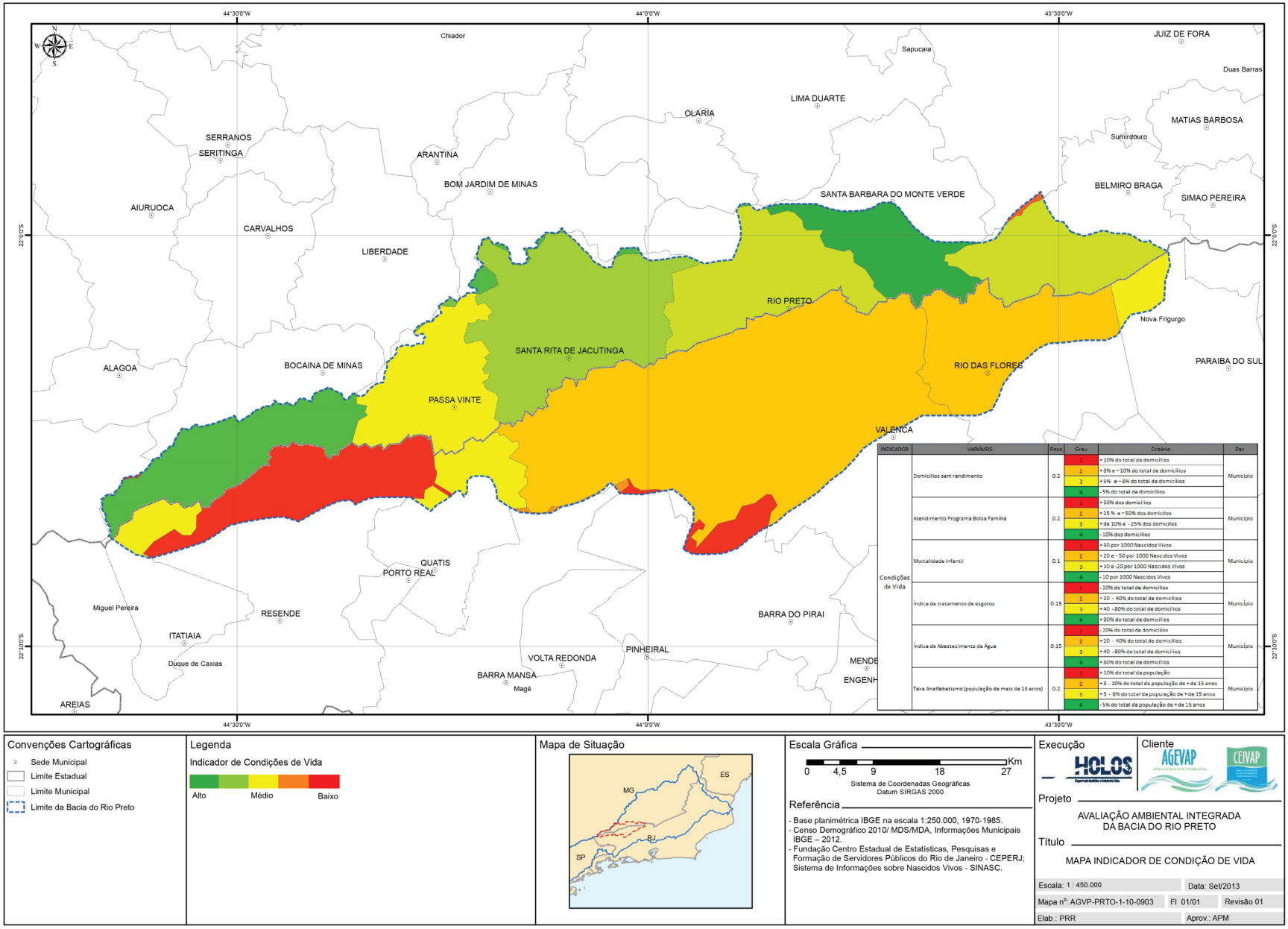


Figura 5.51 Indicador de Condicao Social da bacia do rio Preto

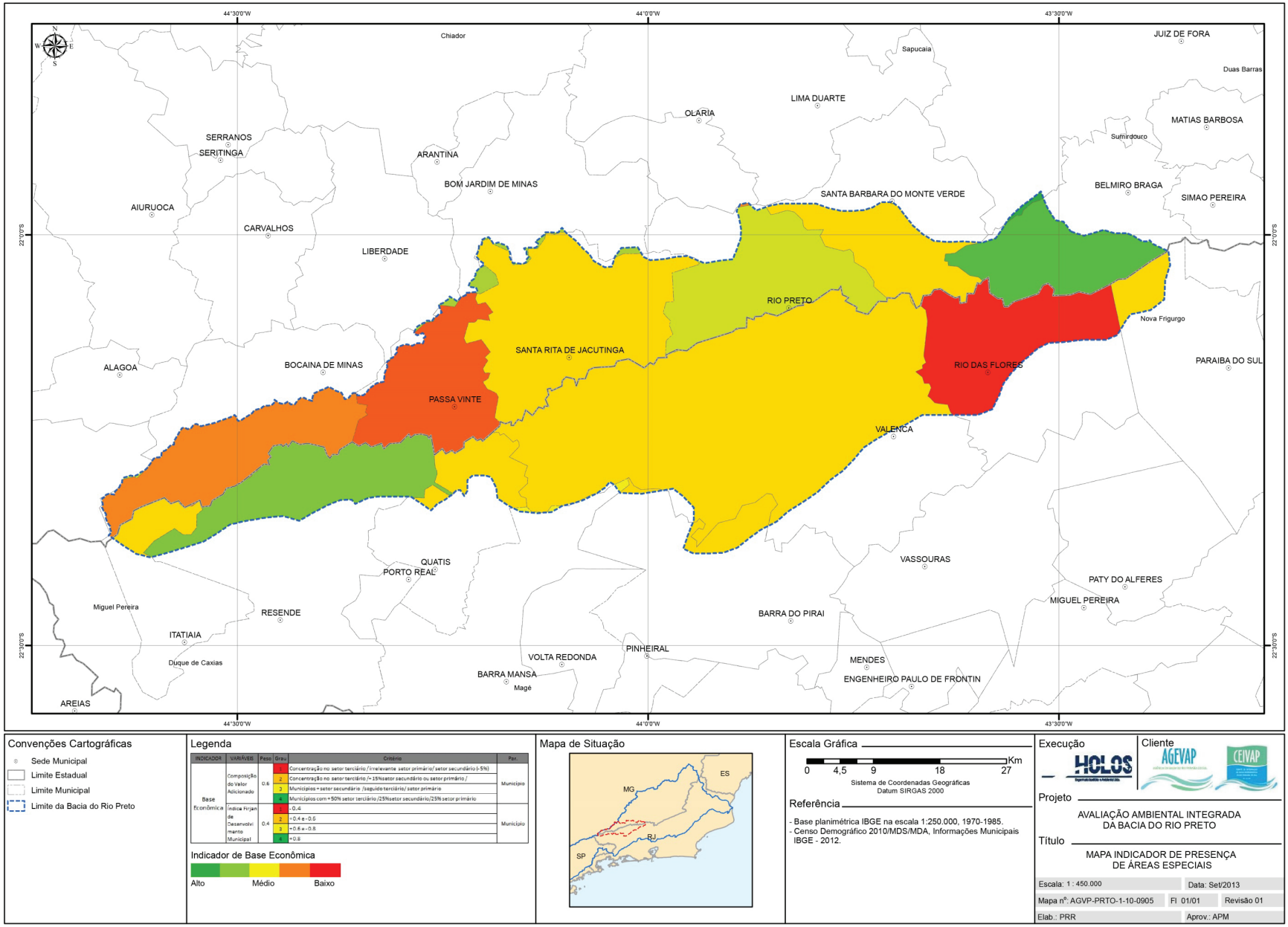


Figura 5.52 Indicador de Base Economica da bacia do rio Preto

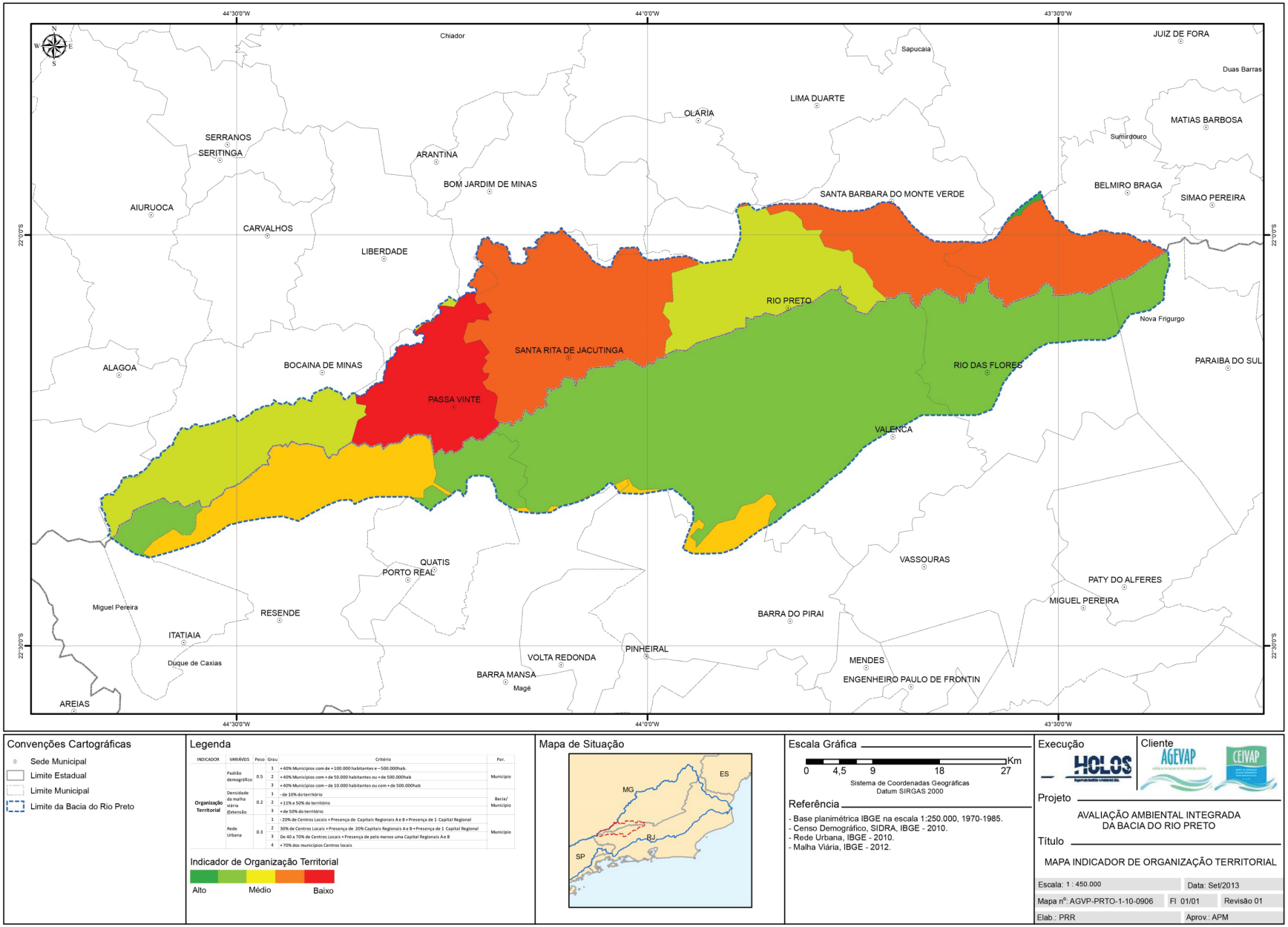


Figura 5.53 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Preto

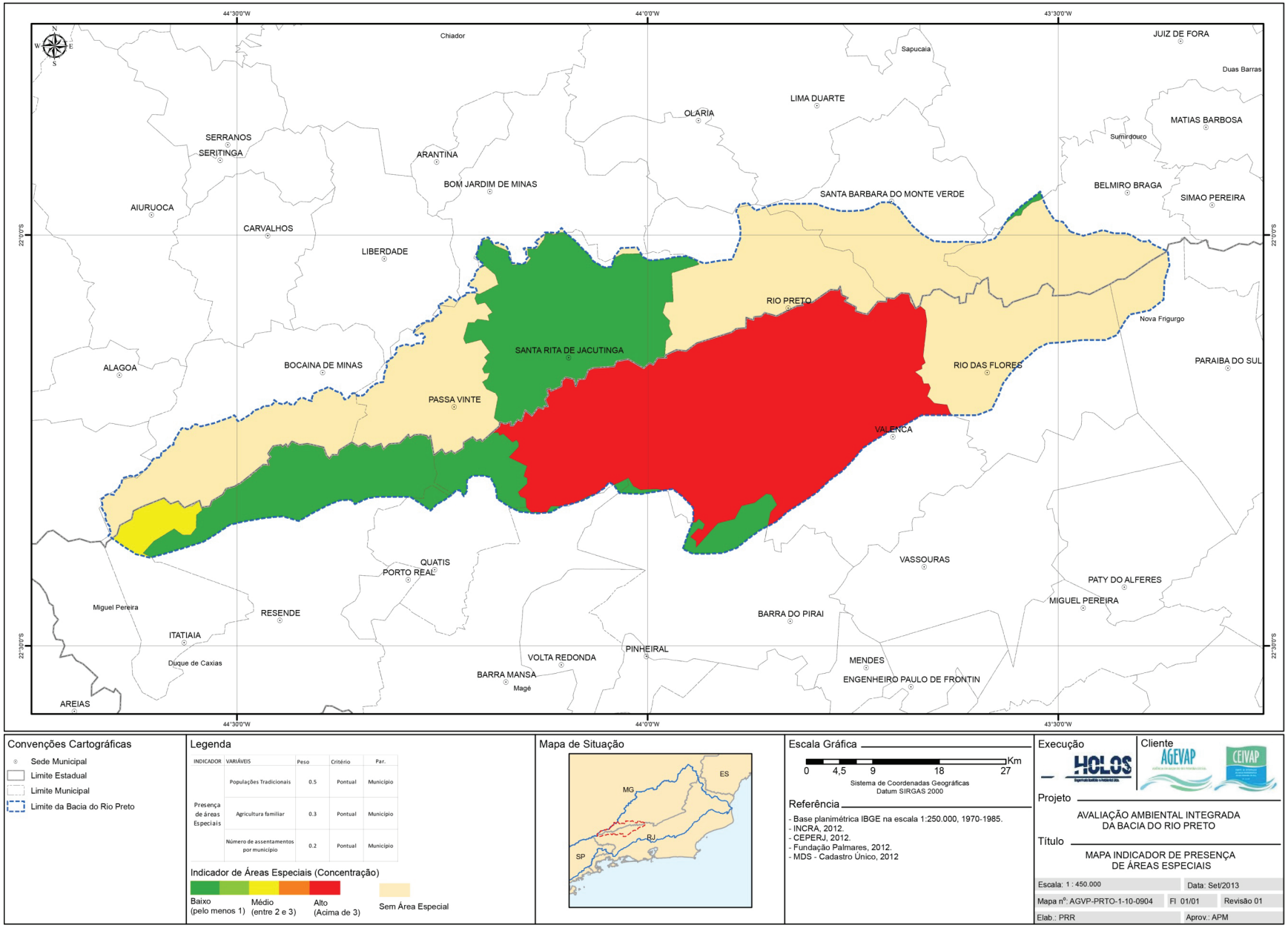


Figura 5.54 Indicador da Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Preto

5.4.4 Bacia do rio Pomba

5.4.4.1 Indicadores do meio físico-biótico

a) Indicador de qualidade da água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia mostra:

- A bacia tem uma boa rede de monitoramento de qualidade da água;
- Os indicadores de qualidade da água como o IQA;
- Apesar da contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos não tratados e efluentes agrícolas a água apresenta de forma geral boas condições, com exceção de alguns trechos próximos a áreas urbanas como na cidade de Ubá;
- O rio Pomba também tem uma razoável capacidade em depurar parte dessa contaminação.

Podem-se notar más condições para o índice trófico em vários postos pelo provável aporte de nutrientes orgânicos, fósforo, devido a efluentes domésticos não tratados, principalmente a jusante de áreas urbanas.

O mapeamento desse indicador mostra esses resultados para o IQA, IET e ICE.

b) Indicador de recursos minerais

A bacia do rio Pomba tem um potencial relevante do ponto de vista de geologia e recursos minerais, e apresenta requerimentos de exploração para bauxita, ferro e manganês, fato que devido aos recentes acidentes nessa atividade com o rompimento de barragens de rejeito na bacia do rio Paraíba do Sul, com consequências muito sérias para a ictiofauna de seu baixo curso, transmite preocupação para os cenários futuros de conflitos com a conservação dos ecossistemas e da qualidade da água.

c) Indicador de sucetibilidade à erosâo

O mapeamento dos solos (uso do solo e cobertura vegetal e hipsometria) permitiu apresentar as áreas com maior ou menor suscetibilidade à erosão, estando a maior parte da bacia na classificação de alta suscetibilidade, sujeita à erosão nos eventos de chuvas intensas.

d) Indicador de risco de escorregamentos de massa

Após os eventos de chuvas intensas na bacia do rio Paraíba do Sul foi elaborado o mapeamento de áreas de riscos de movimentos de massa.

Esse mapeamento possibilitou a seleção desse aspecto como um indicador ambiental para essa bacia, onde esse problema é mais relevante pela precipitação dessa região e de sua recente ocupação de população de forma desordenada.

Esse mapeamento deverá ser cruzado com os indicadores de socioeconomia, mas já permite entrever a motivação de revisão dos planos diretores nesses municípios e de construção e operação de uma rede de alerta.

e) Indicador de ecossistemas terrestres

O mapa do indicador de ecossistemas terrestres evidencia a importância dos remanescentes de vegetação, notadamente nas cabeceiras da bacia do rio Pomba.

O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, que possuem o maior peso na construção desse indicador, mostram que existem poucos remanescentes de vegetação, e que esses estão muito isolados.

O mapeamento desse indicador mostra que os remanescentes estão sob enorme pressão por atividades agrícolas.

f) Indicador de ecossistemas aquáticos

O rio Pomba originalmente atuava com grande corredor de fauna aquática, com elevada riqueza derivada da influência das ilhas fluviais do rio Paraíba do Sul. Sua fragmentação progressiva limitou a existência de deslocamentos de grandes migradores ao trecho de cerca de 60 km situado a jusante da UHE Barra do Braúna.

A montante deste empreendimento e ao longo do rio Xopotó mantém-se um trecho livre que viabiliza a manutenção de estoques de pequenos migradores. É possível que algumas espécies que realizam pequenas migrações, notadamente Leporinus copelandi, possam manter populações viáveis no setor lótico remanescente situado a montante dos aproveitamentos existentes no rio principal. Esta informação, entretanto ainda não foi confirmada, razão pela qual se restringiu as áreas de deslocamento dos pequenos migradores aos setores mapeados.

O sistema apresenta condições geomorfológicas em sua porção final (nas proximidades de Aperibé) que se enquadram dentro daquelas que caracterizam os habitats-chave do baixo curso do rio Paraíba do Sul, condição que confere especial valor conservacionista ao local.

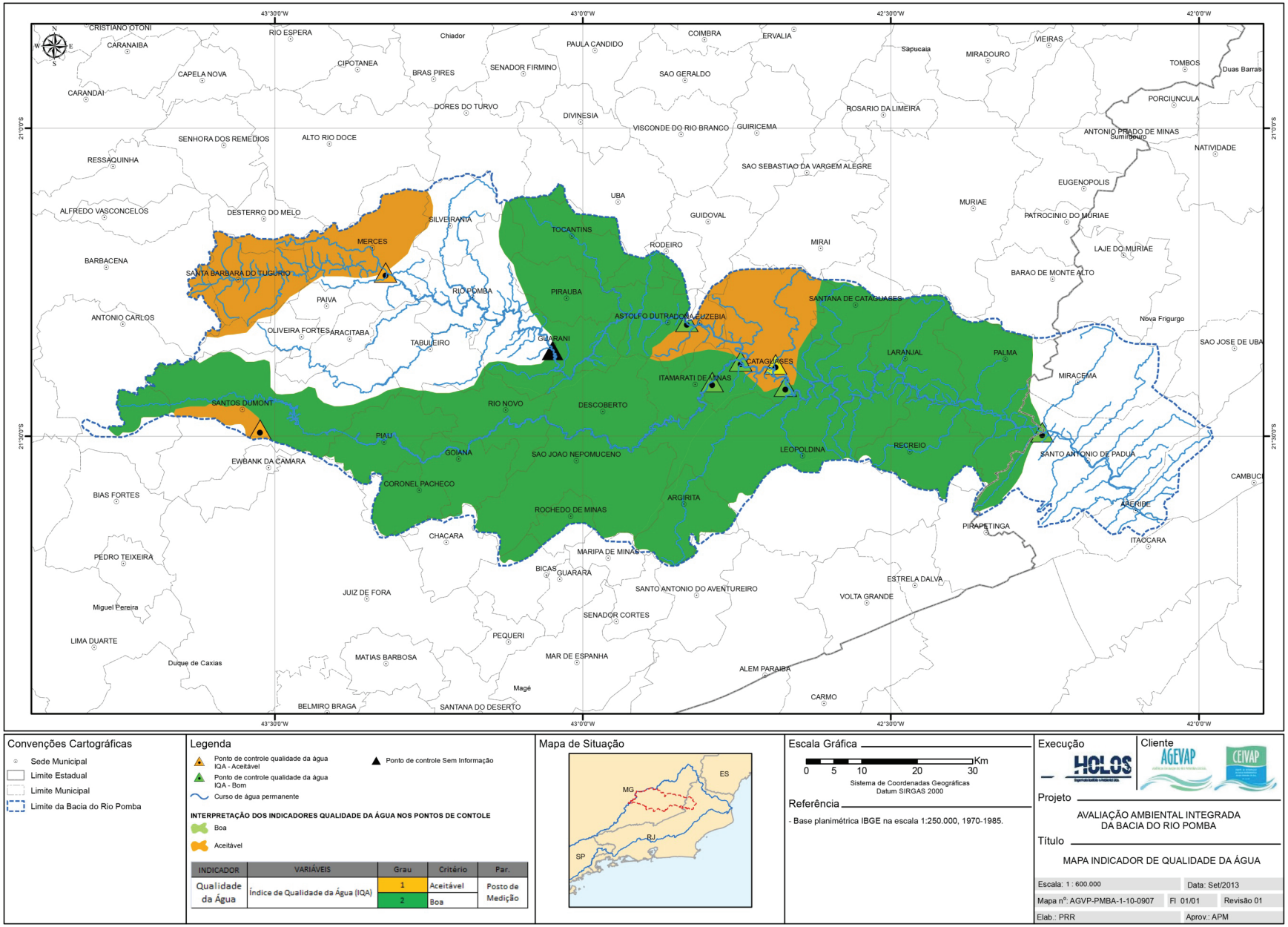
Este setor, assim como todo o estirão entre a confluência com o rio Paraíba do Sul e a UHE Barra do Braúna foi identificado como de alta relevância pelo PAN.

Os estudos de qualidade da água apontam para baixo comprometimento dos níveis de integridade, como indicado pelo IQA, com exceção de pontos isolados, dentre os quais se destaca o entorno da cidade de Cataguazes.

Assim como verificado na bacia do rio Muriaé, o rio Pomba apresenta, dentro do contexto dos ecossistemas terrestres duas áreas com maior nível de integridade, a primeira correspondendo ao alto curso da bacia e a segunda um setor central, que compreende os municípios de Descoberto, Dona Eusébia, Itamarati de Minas e Rochedo de Minas, dentre outros.

A despeito da existência de fragmentos mais expressivos neste último setor, a conectividade é baixa em vista do relevo e da distribuição dos remanescentes fortemente concentrada no topo de morros. Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distân-cia, o que atesta apesar da enorme pressão sobre os ecossistemas na bacia a relevância de seu curso principal;
- Os habitats estratégicos que se pode mapear nessa bacia na sua parte baixa já na conexão com o rio Paraíba do Sul;
- A baixa contaminação e boas condições da qualidade da água, apesar da existência de efluentes domésticos não tratados;
- E as áreas prioritárias para conservação (PAN).



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

- Ponto de controle qualidade da água IQA - Aceitável
- Ponto de controle qualidade da água IQA - Bom
- Ponto de controle Sem Informação
- Curso de água permanente

INTERPRETAÇÃO DOS INDICADORES QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONTOLE

- Boa
- Aceitável

INDICADOR	VARIÁVEIS	Grau	Critério	Par.
Qualidade da Água	Índice de Qualidade da Água (IQA)	1	Aceitável	Posto de Medição
		2	Boa	

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

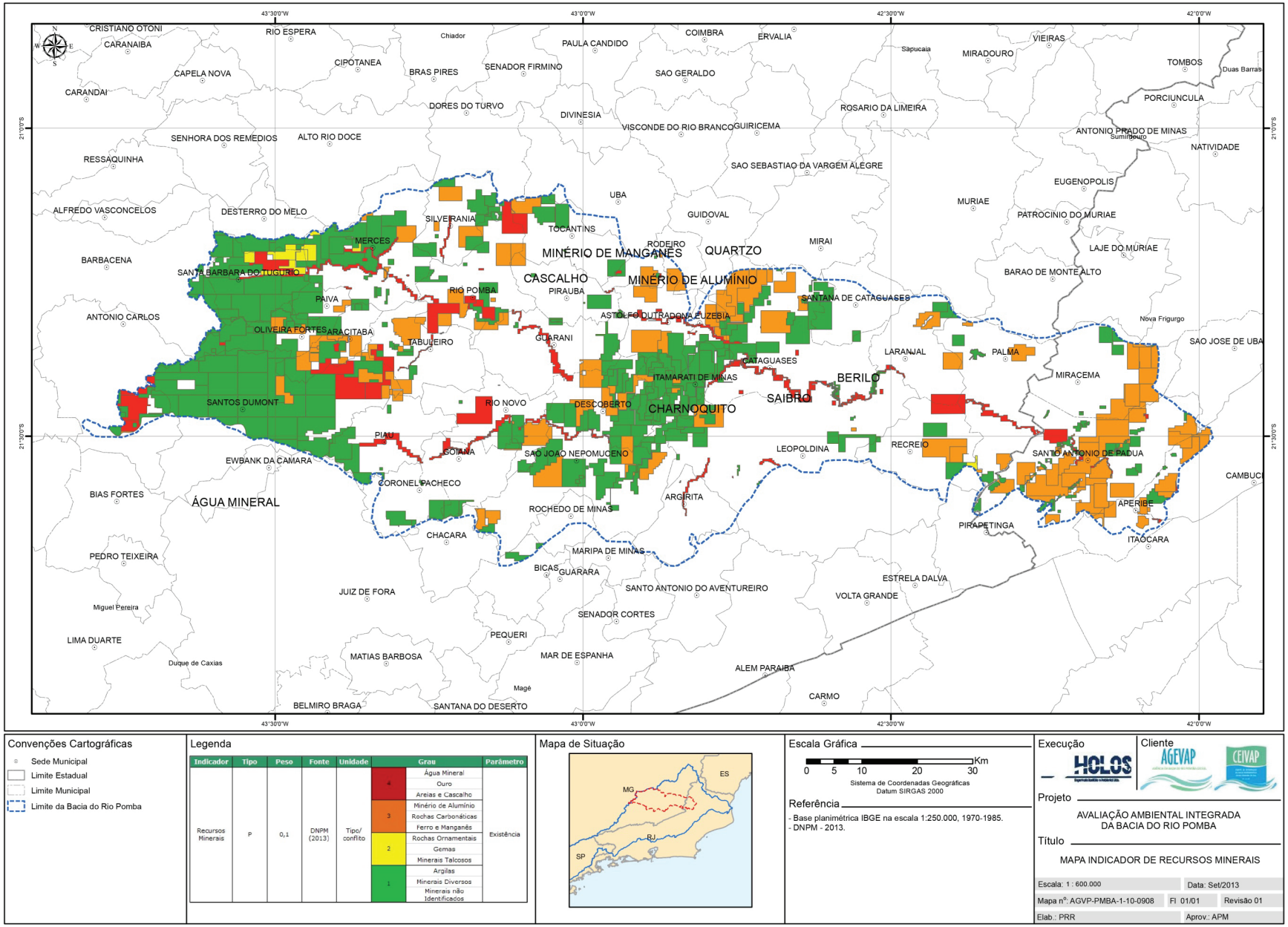
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título

MAPA INDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0907	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.55 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

Indicador	Tipo	Peso	Fonte	Unidade	Grau		Parâmetro
Recursos Minerais	P	0,1	DNPM (2013)	Tipo/ conflito	4	Água Mineral	Existência
						Ouro	
						Areias e Cascalho	
					3	Minério de Alumínio	
						Rochas Carbonáticas	
						Ferro e Manganês	
					2	Rochas Ornamentais	
						Gemas	
						Minerais Talcosos	
					1	Argilas	
						Minerais Diversos	
						Minerais não Identificados	

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- DNPM - 2013.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

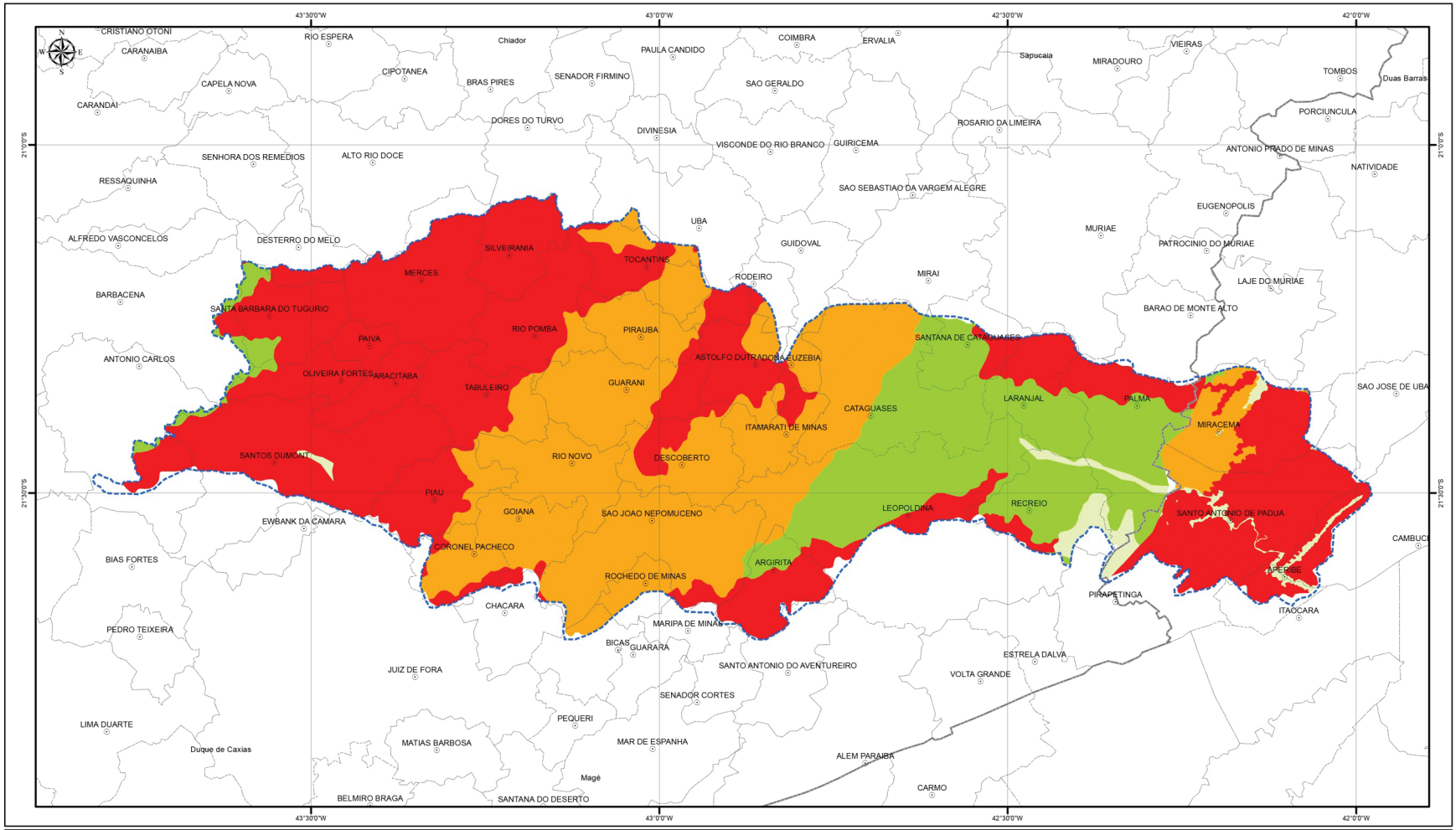
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título

MAPA INDICADOR DE RECURSOS MINERAIS

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013	
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0908	Fl 01/01	Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM	

Figura 5.56 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

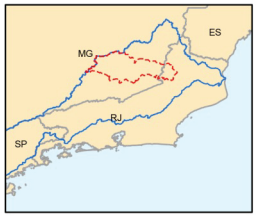
Legenda

Indicador de Suscetibilidade a Erosão

- Baixo
- Médio
- Alto

Indicador	Tipo	Peso	Fonte	Unidade	Grau		Parâmetro
Declividade	E	0,1	Diagnóstico Ambiental da AAI (2013)	Inclinação em Graus	4	Superior a 30	Bacia
						25 a 30	
					3	20 a 25	
						15 a 20	
					2	10 a 15	
						5 a 10	
					1	0 a 5	

Mapa de Situação



Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto: AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título: MAPA INDICADOR DE SUSCETIBILIDADE A EROSÃO

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0909	Fl 01/01 Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.57 Indicador de Suscetibilidade à Erosão da bacia do rio Pomba

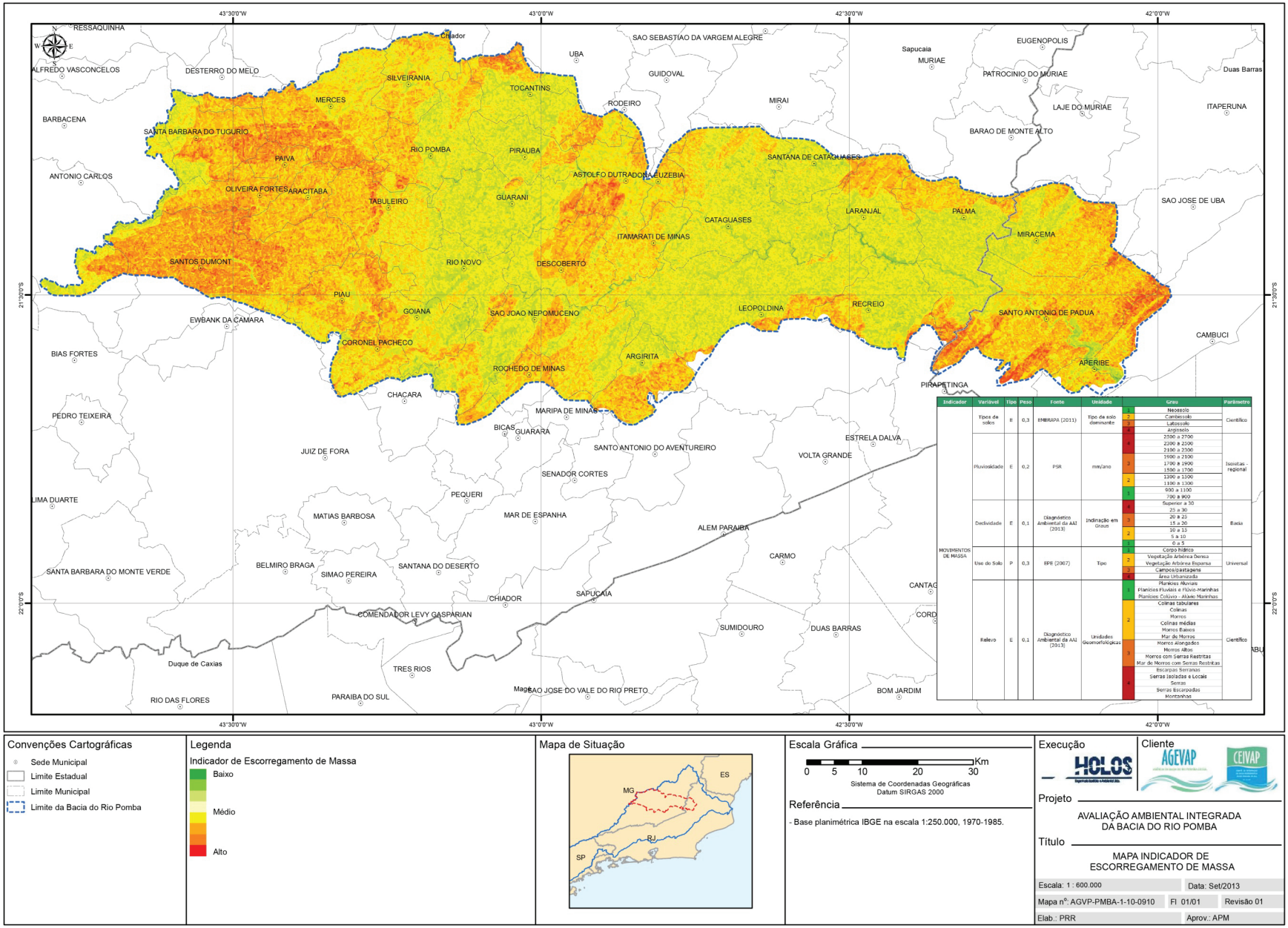
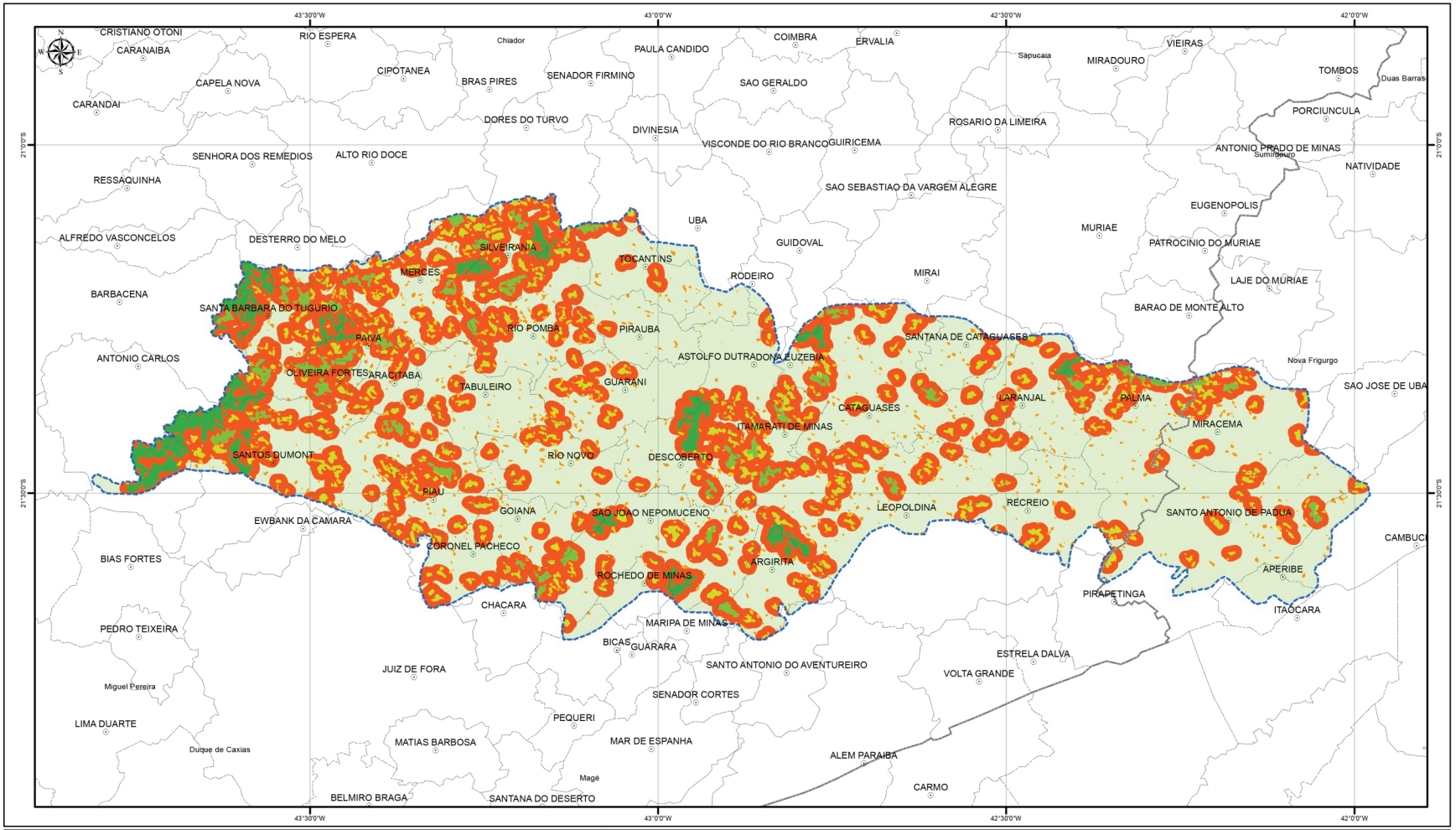


Figura 5.58 Indicador de Escorregamento de Massa da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Ecossistemas Terrestres	Fragmentos Florestais	0.3	1	De 0,99 a 40 hectares	Bacia
			2	De 40,01 a 200 hectares	
			3	De 200,01 a 500 hectares	
			4	> de 500 hectares	
	Unidades de Conservação	0.5	1	Proteção Pacial	Bacia
			2	Proteção Integral	
	Conectividade	0.2	1	Conexão entre fragmentos	Bacia

Indicador de Ecossistemas Terrestres

Alto (Maior conservação) — Baixo (Menor conservação)

Mapa de Situação



Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- SNUC, 2012.
- IBAMA, 2012.

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto

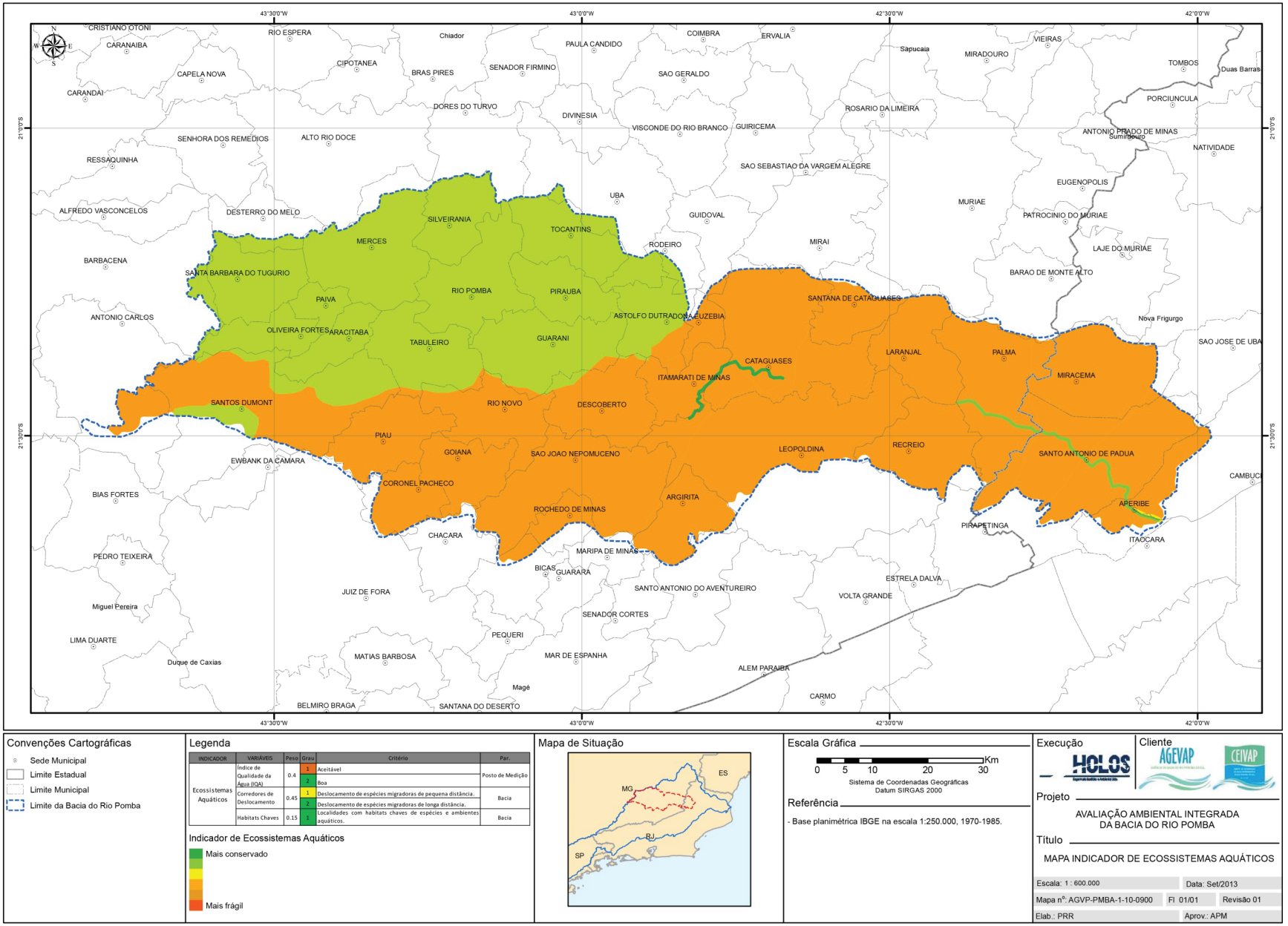
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título

MAPA INDICADOR DE ECOSSISTEMAS TERRESTRES

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0901	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.59 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Ecossistemas Aquáticos	Índice de Qualidade da Água (IQA)	0.4	1	Aceitável	Posto de Medição
			2	Boa	
	Corredores de Deslocamento	0.45	1	Deslocamento de espécies migradoras de pequena distância.	Bacia
			2	Deslocamento de espécies migradoras de longa distância.	
	Habitats Chaves	0.15	1	Localidades com habitats chaves de espécies e ambientes aquáticos.	Bacia

Indicador de Ecossistemas Aquáticos

Mais conservado

Mais frágil

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução HIDROS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título

MAPA INDICADOR DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013	
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0900	Fl 01/01	Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM	

Figura 5.60 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Pomba

5.4.4.2 Meio Socioeconômico

No contexto da bacia do rio Pomba têm-se indicadores que permitem avaliar o padrão de organização e dinâmica territorial, as condições de vida disponíveis, os principais aspectos definidores da base econômica e a presença de grupos especiais, notadamente as populações tradicionais e os assentamentos rurais.

Pode-se destacar que na bacia hidrográfica do rio Pomba as áreas sensíveis decorrentes da pressão sobre o território, nos termos do adensamento demográfico, conforme se pode observar na **Figura 5.61** e **Figura 5.65** a seguir.

Com relação às condições de vida disponíveis pode-se considerar que a região da bacia dispõe de condições médias para os diferentes indicadores avaliados, embora alguns apresentem patamares ainda críticos, conforme se pode observar na **Figura 5.62**. As condições de rendimento e de acesso ao Programa Bolsa Família confirmam a situação comentada e se destacam patamares médios, especialmente no que se refere ao acesso ao Programa Bolsa Família. Com relação às condições de saneamento, tal como para as demais regiões do país os índices de abastecimento de água são favoráveis, em contrapartida os índices de esgotamento sanitário deixam a desejar em alguns municípios, situação que poderá contribuir para a degradação da bacia nos termos do descarte inadequado de resíduos, especialmente nas cidades situadas as margens do rio. As taxas de analfabetismo ainda são muito altas e dramáticas em alguns municípios tendendo a piorar se considerado as taxas de analfabetismo funcional. A taxa de mortalidade infantil na bacia apresenta parâmetros baixos, com apenas um município detendo taxas muito altas.

A Base Econômica da bacia (**Figura 5.63)** foi avaliada a partir do indicador FIRJAN de desenvolvimento municipal e da observação da composição do valor adicionado que sugere que ocorre um desnivelamento entre as atividades, ocorrendo forte concentração no setor terciário e na administração publica. Em contrapartida, a leitura do indicador utilizado sugere condições favoráveis de desenvolvimento.

A Figura 5.64 apresenta a distribuição das populações tradicionais e de grupos vulneráveis na bacia.

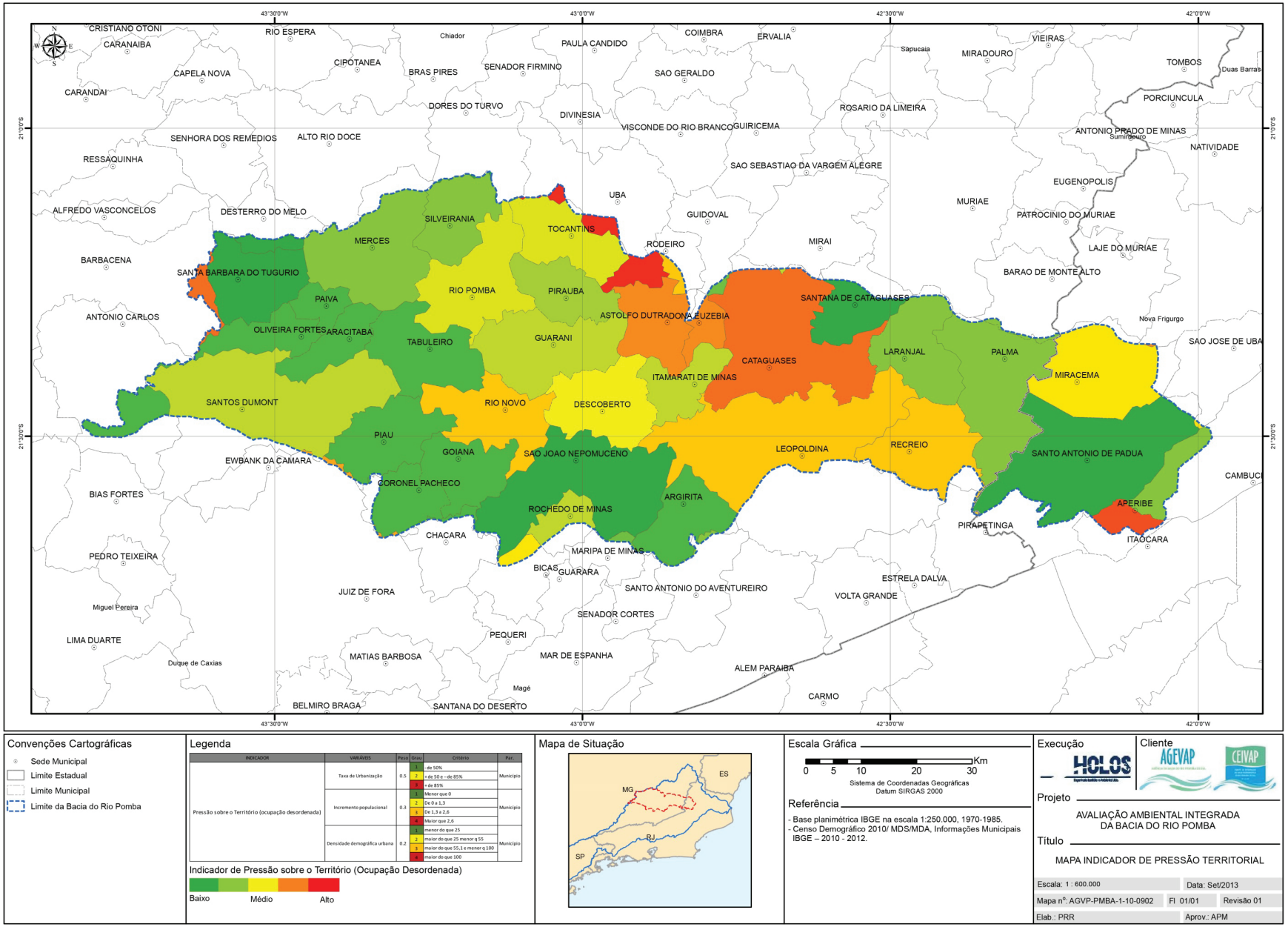


Figura 5.61 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Pomba

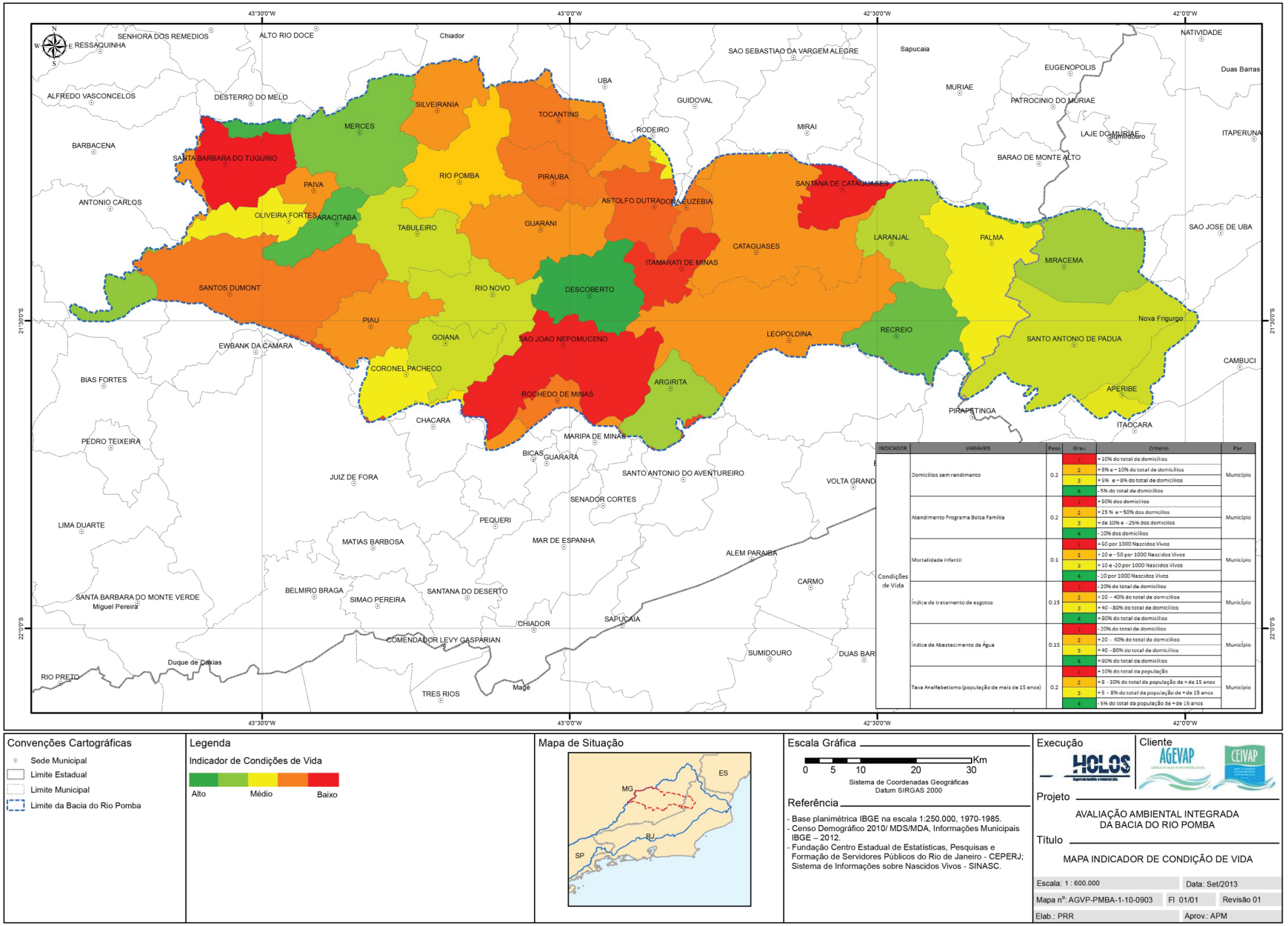
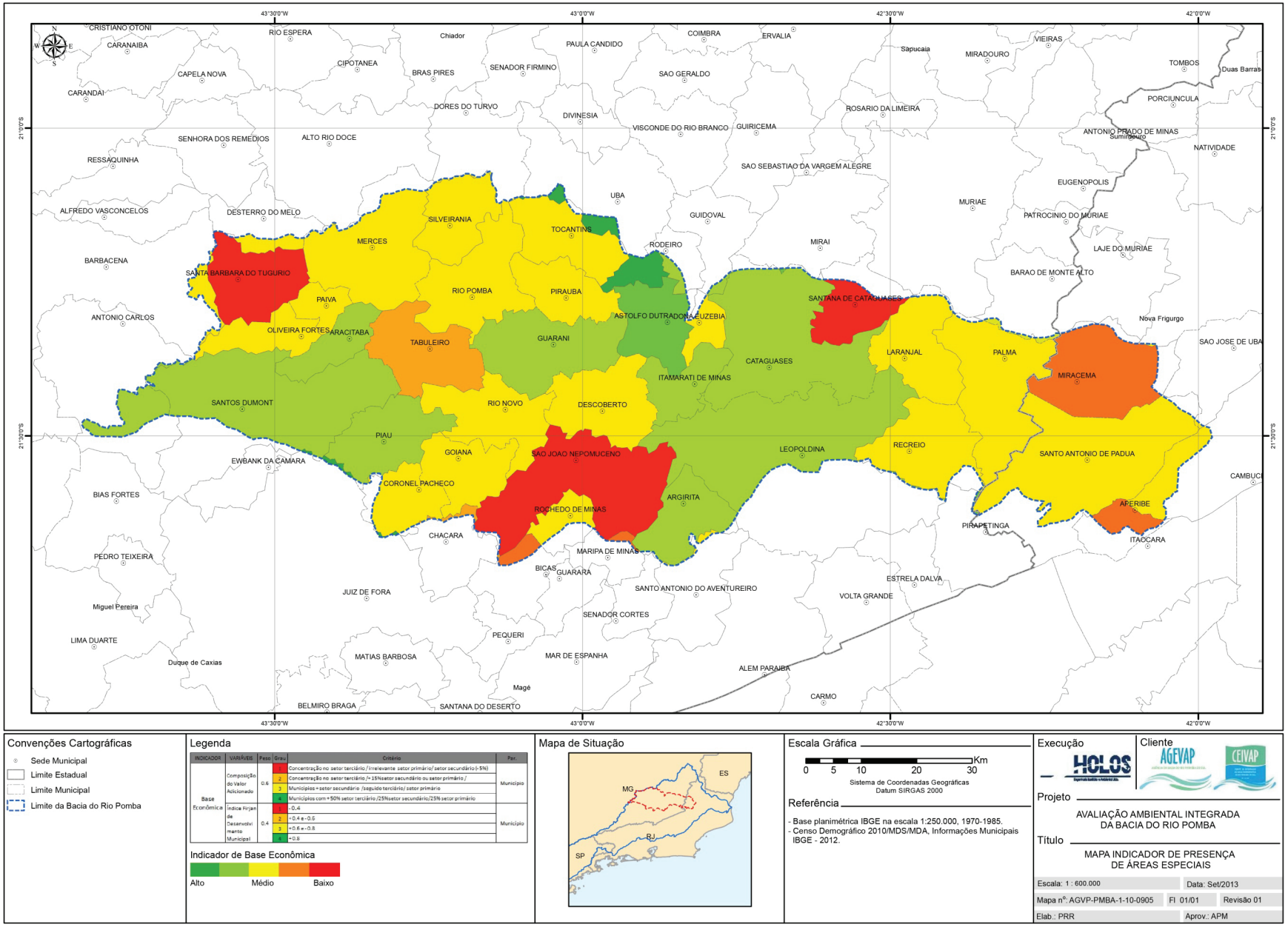


Figura 5.62 Indicador de Condicao de Vida da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Base Econômica	Composição do Valor Adicionado	0.6	1	Concentração no setor terciário / irrelevante setor primário/ setor secundário (-5%)	Município
			2	Concentração no setor terciário /+ 15%setor secundário ou setor primário /	
			3	Municípios + setor secundário /seguido terciário/ setor primário	
			4	Municípios com + 50% setor terciário /25%setor secundário/25% setor primário	
	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal	0.4	1	- 0,4	Município
			2	+ 0,4 e - 0,6	
			3	+ 0,6 e - 0,8	
			4	+ 0,8	

Indicador de Base Econômica

Alto — Médio — Baixo

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- Censo Demográfico 2010/MDS/MDA, Informações Municipais IBGE - 2012.

Execução: HOLOS

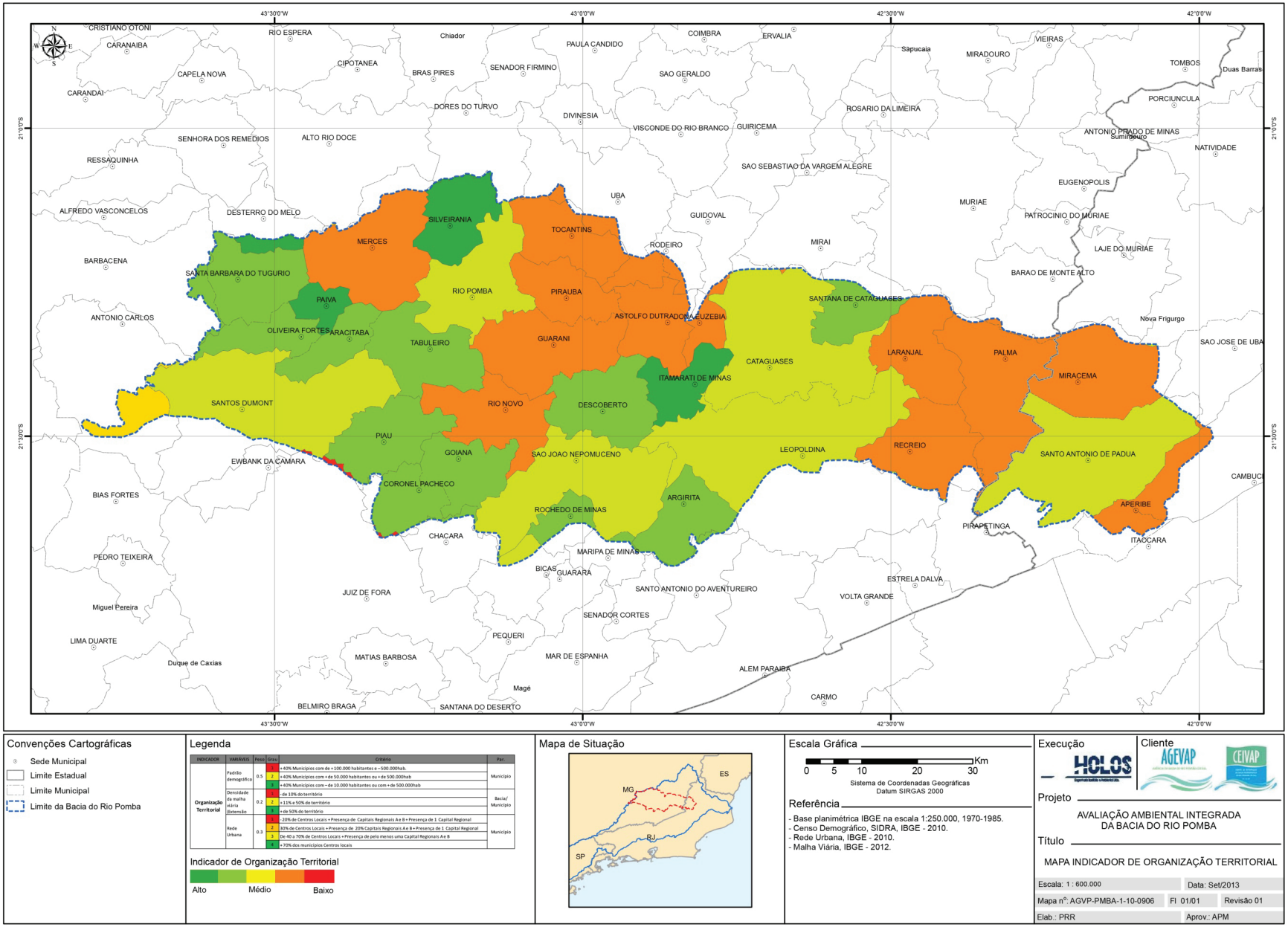
Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto: AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título: MAPA INDICADOR DE PRESENÇA DE ÁREAS ESPECIAIS

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0905	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.63 Indicador de Base Economica da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Grau	Critério	Par.
Organização Territorial	Padrão demográfico	0.5	1	> 40% Municípios com de > 100.000 habitantes e – 500.000hab.	Município
			2	> 40% Municípios com > de 50.000 habitantes ou > de 500.000hab	
			3	> 40% Municípios com – de 10.000 habitantes ou com > de 500.000hab	
	Densidade da malha viária Extensão	0.2	1	– de 10% do território	Bacia/ Município
			2	> 11% e 50% do território	
			3	> de 50% do território	
	Rede Urbana	0.3	1	- 20% de Centros Locais + Presença de Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	Município
			2	30% de Centros Locais + Presença de 20% Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	
			3	De 40 à 70% de Centros Locais + Presença de pelo menos uma Capital Regionais A e B	
			4	> 70% dos municípios Centros locais	

Indicador de Organização Territorial

Alto — Médio — Baixo

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- Censo Demográfico, SIDRA, IBGE - 2010.
- Rede Urbana, IBGE - 2010.
- Malha Viária, IBGE - 2012.

Execução: HOLOS

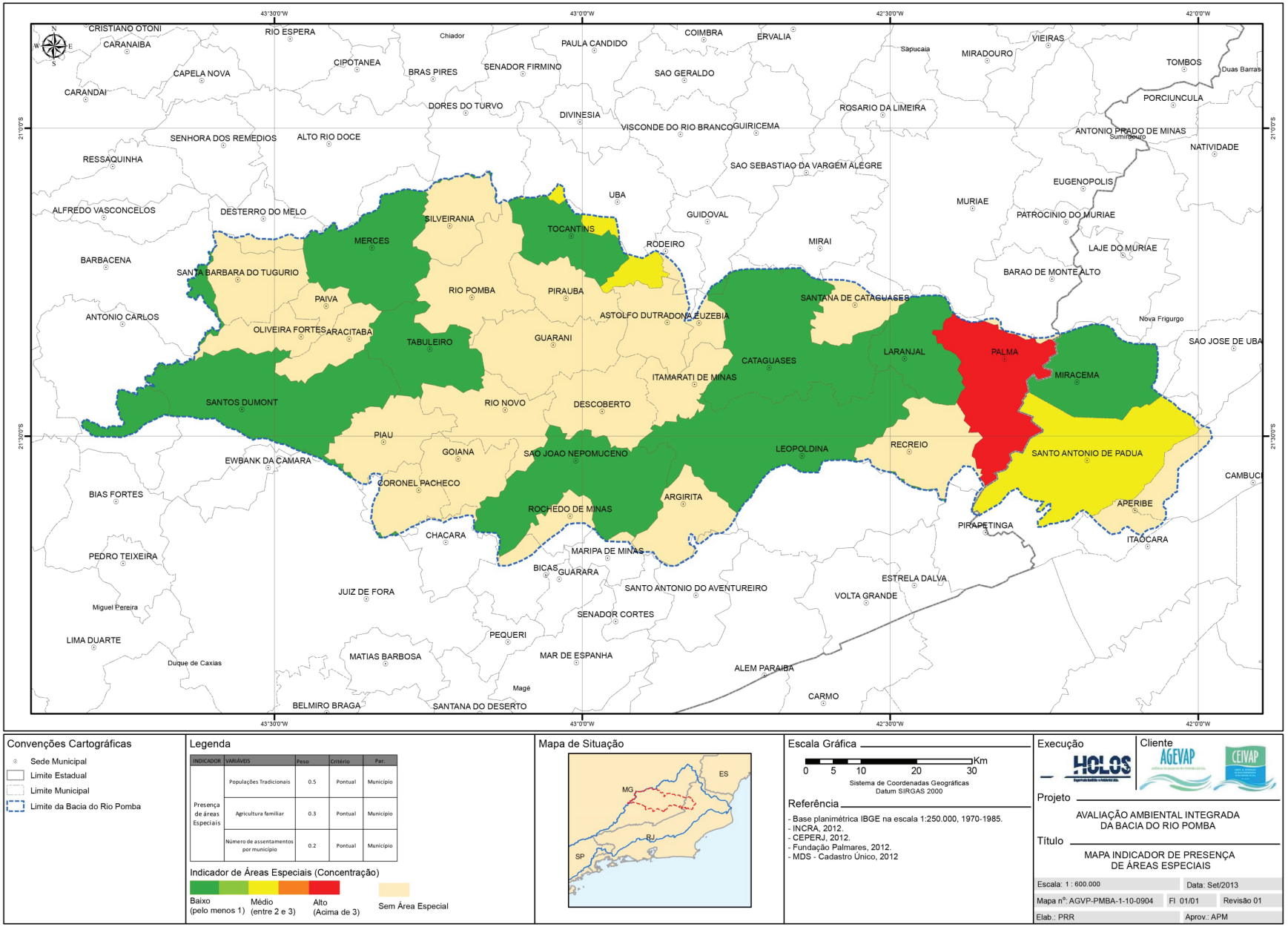
Cliente: AGEVAP / CEIVAP

Projeto: AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título: MAPA INDICADOR DE ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0906	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.64 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Pomba



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Pomba

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Critério	Par.
Presença de áreas Especiais	Populações Tradicionais	0.5	Pontual	Município
	Agricultura familiar	0.3	Pontual	Município
	Número de assentamentos por município	0.2	Pontual	Município

Indicador de Áreas Especiais (Concentração)

Baixo (pelo menos 1) | Médio (entre 2 e 3) | Alto (Acima de 3) | Sem Área Especial

Mapa de Situação

Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- INCRA, 2012.
- CEPERJ, 2012.
- Fundação Palmares, 2012.
- MDS - Cadastro Único, 2012

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP, CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO POMBA

Título

MAPA INDICADOR DE PRESENÇA DE ÁREAS ESPECIAIS

Escala: 1 : 600.000	Data: Set/2013	
Mapa nº: AGVP-PMBA-1-10-0904	Fl 01/01	Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM	

Figura 5.65 Indicador de Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Pomba

5.4.5 Bacia do Rio Muriaé

5.4.5.1 Indicadores do meio físico-biótico

a) Indicador de qualidade da água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia mostra que:

- A bacia tem uma rede deficiente de monitoramento de qualidade da água principalmente no curso baixo da bacia;
- O monitoramento de parâmetros resultou no cálculo de indicadores de qualidade da água como o IQA, que mostram melhores condições nos formadores da bacia e condições ruins nas proximidades de áreas urbanas, como na cidade de Muriaé;
- Apesar da contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos não tratados e efluentes agrícolas, a água apresenta de forma geral boas condições, com exceção de alguns trechos próximos a áreas urbanas;

O rio Muriaé também tem uma razoável capacidade em depurar parte dessa contaminação.

Podem-se notar más condições para o índice trófico em vários postos pelo provável aporte de nutrientes orgânicos e fósforo, devido a efluentes domésticos não tratados, principalmente a jusante de áreas urbanas ou áreas agrícolas com aviários ou pocilgas.

b) Indicador de recursos minerais

A bacia do rio Muriaé tem um potencial relevante do ponto de vista de recursos minerais, e apresenta muitos requerimentos de exploração para bauxita, ferro e manganês, e frente aos recentes acidentes nessa atividade decorrentes do rompimento de barragens de rejeito, transmite preocupação para os cenários futuros de conflitos com a conservação dos ecossistemas e da qualidade da água.

c) Indicador de suscetibilidade à erosão

O mapeamento dos solos (uso do solo e cobertura vegetal e hipsometria) permitiu apresentar as áreas com maior ou menor suscetibilidade à erosão, estando a maior parte da bacia na classificação de alta suscetibilidade, sujeita à erosão nos eventos de chuvas intensas.

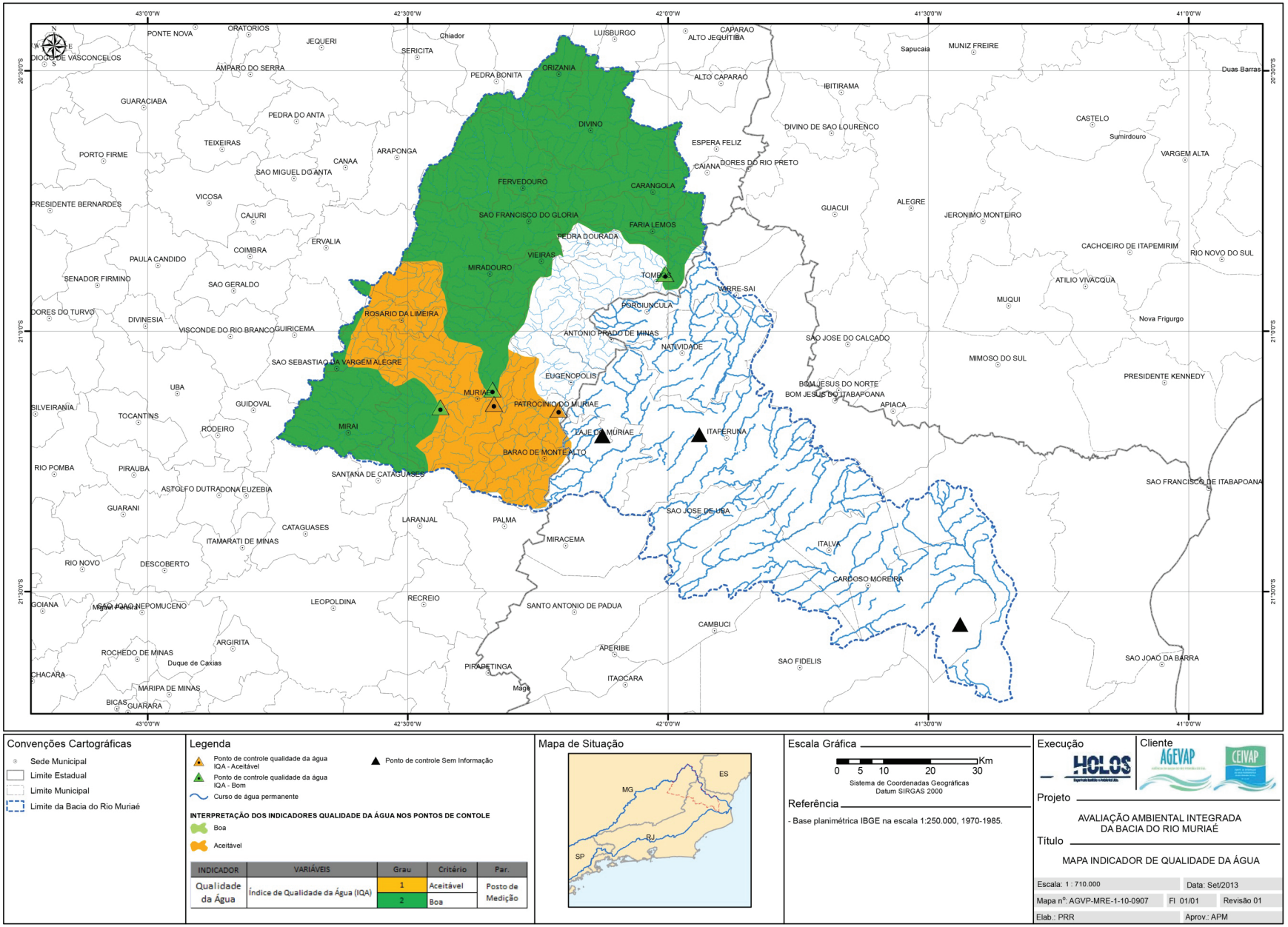
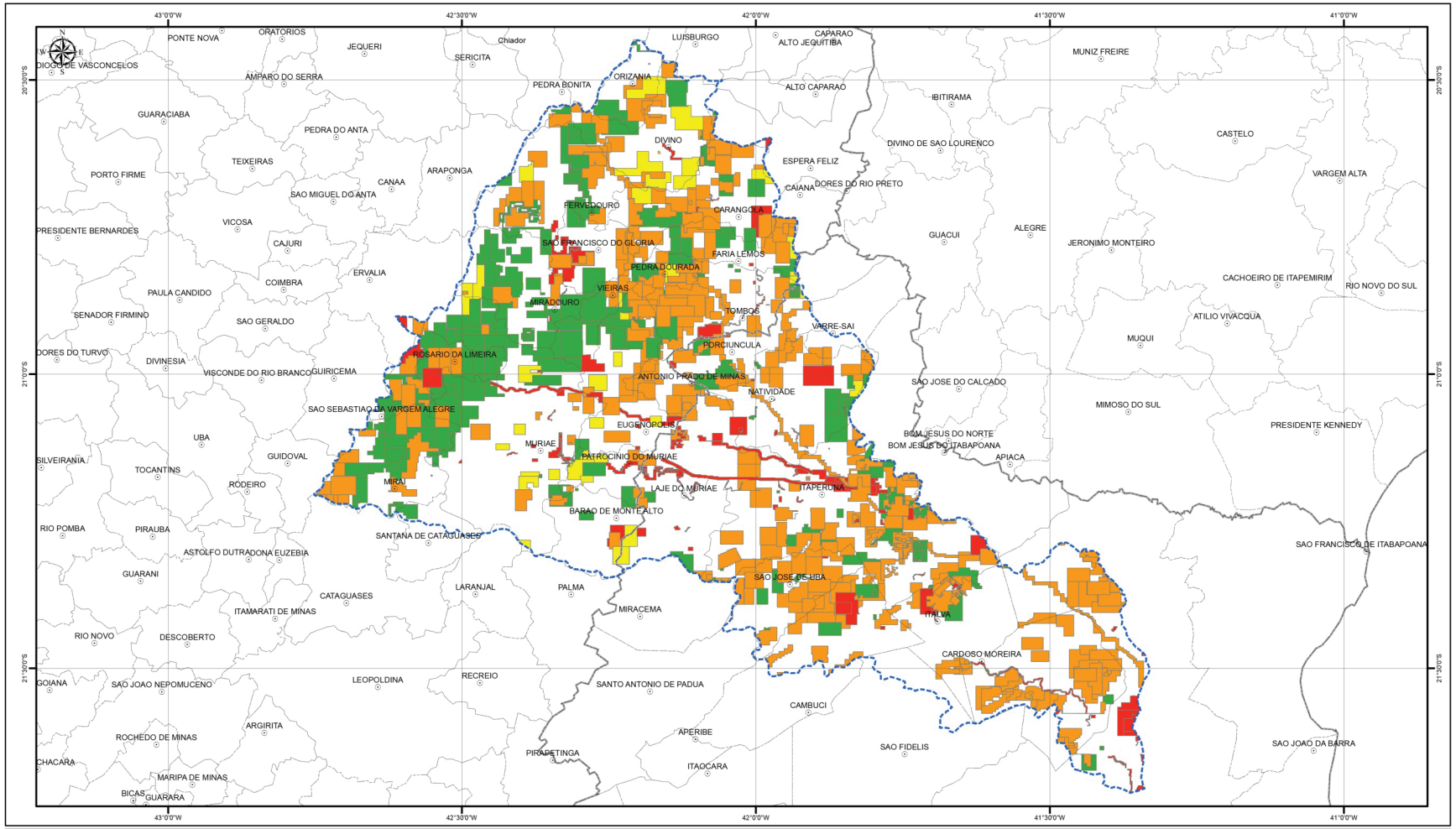


Figura 5.66 Indicador de Qualidade da Água da bacia do rio Muriaé



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Muriaé

Legenda

Indicador	Tipo	Peso	Fonte	Unidade	Grau		Parâmetro
Recursos Minerais	P	0,1	DNPM (2013)	Tipo/ conflito	4	Água Mineral	Existência
						Ouro	
						Areias e Cascalho	
					3	Minério de Alumínio	
						Rochas Carbonáticas	
						Ferro e Manganês	
					2	Rochas Ornamentais	
						Gemas	
						Minerais Talcosos	
					1	Argilas	
						Minerais Diversos	
						Minerais não Identificados	

Mapa de Situação



Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- DNPM - 2013.

Execução HOLOS

Cliente AGEVAP / CEIVAP

Projeto

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO MURIAÉ

Título

MAPA INDICADOR DE RECURSOS MINERAIS

Escala: 1 : 710.000	Data: Set/2013	
Mapa nº: AGVP-MRE-1-10-0908	Fl 01/01	Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM	

Figura 5.67 Indicador de Recursos Minerais da bacia do rio Muriaé

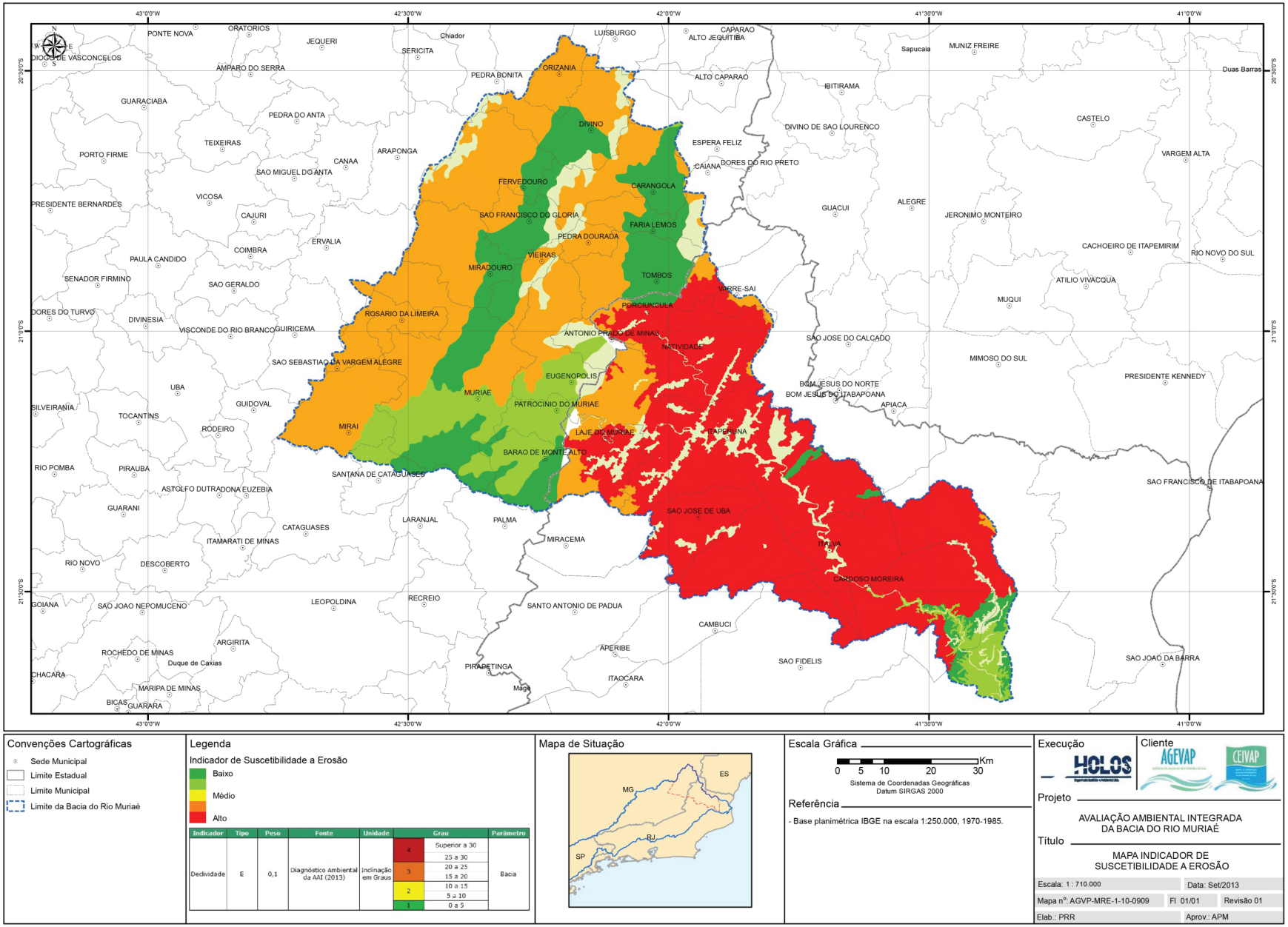


Figura 5.68 Indicador de Sucetibilidade à Erosão da bacia do rio Muriaé

5.4.5.2 Indicador de Risco de Escorregamentos de Massa

Após os eventos de chuvas intensas na bacia do rio Paraíba do Sul foi elaborado o mapeamento de áreas de riscos de movimentos de massa na sub-bacia do rio Muriaé, conforme mostrado na **Figura 5.69**.

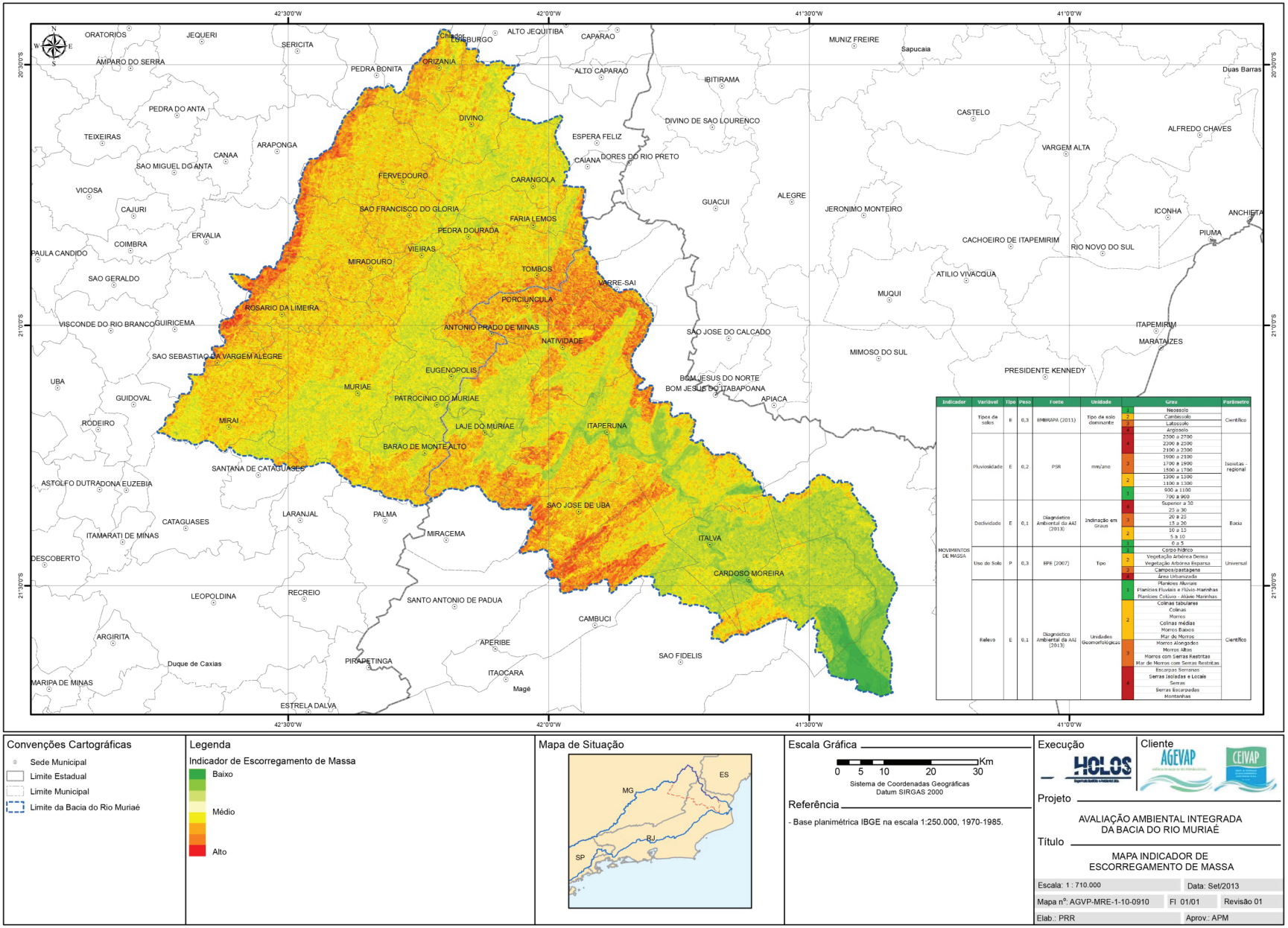
Esse mapeamento possibilitou a seleção desse aspecto como um indicador ambiental para essa bacia, onde esse problema é mais relevante pela precipitação dessa região e de sua recente ocupação de população de forma desordenada.

Esse mapeamento deverá ser cruzado com os indicadores de socioeconomia, mas já sugere a motivação para a revisão dos planos diretores nesses municípios e da construção e operação de uma rede de alerta. Esse problema é menor nessa bacia do que na bacia do rio Piabanha em função de características meteorológicas e topográficas distintas.

5.4.5.3 Indicador de Ecossistemas Terrestres

O mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal na sub-bacia do rio Muriaé, que possuem o maior peso na construção desse indicador, mostra que existem muito poucos remanescentes de vegetação, e que esses estão muito isolados, conforme **Figura 5.70**.

Pode-se notar que os remanescentes estão sob enorme pressão por atividades agrícolas.



Convenções Cartográficas
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Muriaé

Legenda
Indicador de Escorregamento de Massa
- Baixo
- Médio
- Alto

Mapa de Situação

Escala Gráfica
0 5 10 20 30 Km
Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência
- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.

Execução: HOLOS
Cliente: AGEVAP CEIVAP

Projeto
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO MURIAÉ

Título
MAPA INDICADOR DE ESCORREGAMENTO DE MASSA

Escala: 1 : 710.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-MRE-1-10-0910	Fl 01/01 — Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.69 Indicador de escorregamento de massa da bacia do rio Muriaé

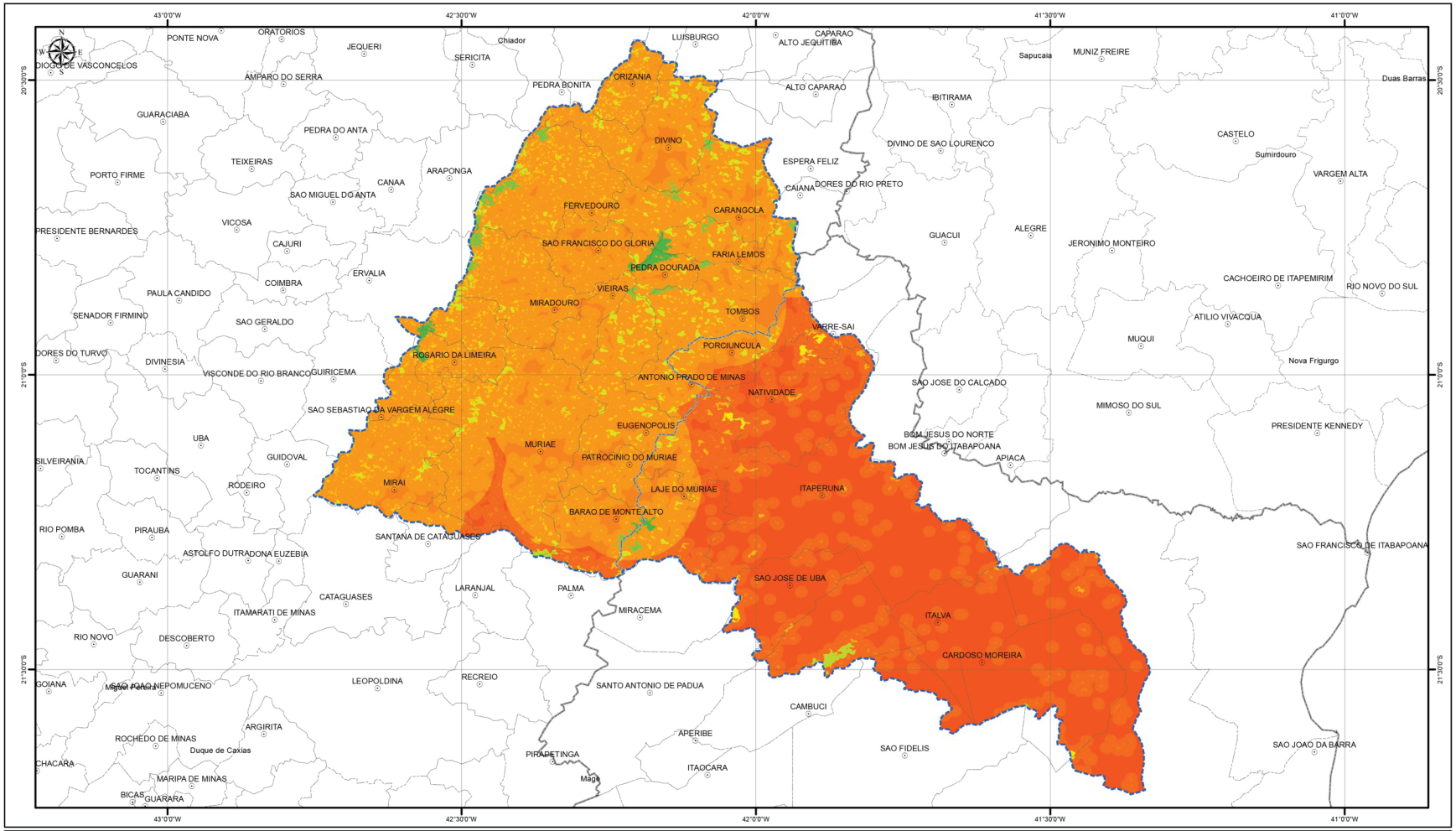


Figura 5.70 Indicador de Ecossistemas Terrestres da bacia do rio Muriaé

5.4.5.4 Indicador de Ecossistemas Aquáticos

O rio Muriaé se destaca dentro do contexto do baixo curso do rio Paraiba do Sul pela sua alta conectividade, interrompida, no canal principal, acerca de 125 km de sua confluência pela PCH Comendador Venâncio. Ao longo deste estirão se dá a migração de diversas espécies classificadas como grandes migradores, assim como migradores de pequena distância.

O processo de deslocamento de migradores de grande distância também ocorre a montante do referido empreendimento, a julgar pelas informações apresentadas por VIEIRA (2011). Como neste trecho não há uma delimitação precisa quanto a extensão das migrações adotou-se a condição geomorfológica do rio como indicador de área de provável migração.

Neste sistema, o PAN identificou áreas de relevância, pela presença de peixes, crustáceos e quelônios ameaçados de extinção. Estas áreas incluem um trecho do rio principal e parte da bacia do rio Carangola. Na presente análise a totalidade da bacia do rio Carangola foi considerada como relevante para a Mesoclemys hogei.

A despeito da existência de fontes poluidoras diversas, o IQA da bacia indica boa qualidade da água, a exceção do entorno da cidade de Muriaé.

Quanto aos ecossistemas terrestres duas áreas de destacam dentro do contexto de forte antropização que predomina nesta bacia. Estas correspondem ao alto curso da bacia e sua porção central, onde se observa maior proximidade entre os fragmentos existentes. Deve-se destacar que esta proximidade não implica necessariamente em conexão haja vista que a maioria dos fragmentos situa-se em topo de morros. Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distância, o que atesta apesar da enorme pressão sobre os ecossistemas na bacia a relevância de seu curso principal;
- Boas condições da qualidade da água, apesar da existência de efluentes domésticos não tratados;
- E presença das áreas prioritárias para conservação (PAN).

O rio Muriaé se destaca dentro do contexto do baixo curso do rio Paraiba do Sul pela sua alta conectividade, interrompida, no canal principal, acerca de 125 km de sua confluência pela PCH Comendador Venâncio. Ao longo deste estirão se dá a migração de diversas espécies classificadas como grandes migradores, assim como migradores de pequena distância.

O processo de deslocamento de migradores de grande distância também ocorre a montante do referido empreendimento, a julgar pelas informações apresentadas por VIEIRA (2011). Como neste trecho não há uma delimitação precisa quanto a extensão das migrações adotou-se a condição geomorfológica do rio como indicador de área de provável migração.

Neste sistema, o PAN identificou áreas de relevância, pela presença de peixes, crustáceos e quelônios ameaçados de extinção. Estas áreas incluem um trecho do rio principal e parte da bacia do rio Carangola. Na presente análise a totalidade da bacia do rio Carangola foi considerada como relevante para a Mesoclemys hogei.

A despeito da existência de fontes poluidoras diversas, o IQA da bacia indica boa qualidade da água, a exceção do entorno da cidade de Muriaé.

Quanto aos ecossistemas terrestres duas áreas de destacam dentro do contexto de forte antropização que predomina nesta bacia. Estas correspondem ao alto curso da bacia e sua porção central, onde se observa maior proximidade entre os fragmentos existentes. Deve-se destacar que esta proximidade não implica necessariamente em conexão haja vista que a maioria dos fragmentos situa-se em topo de morros.

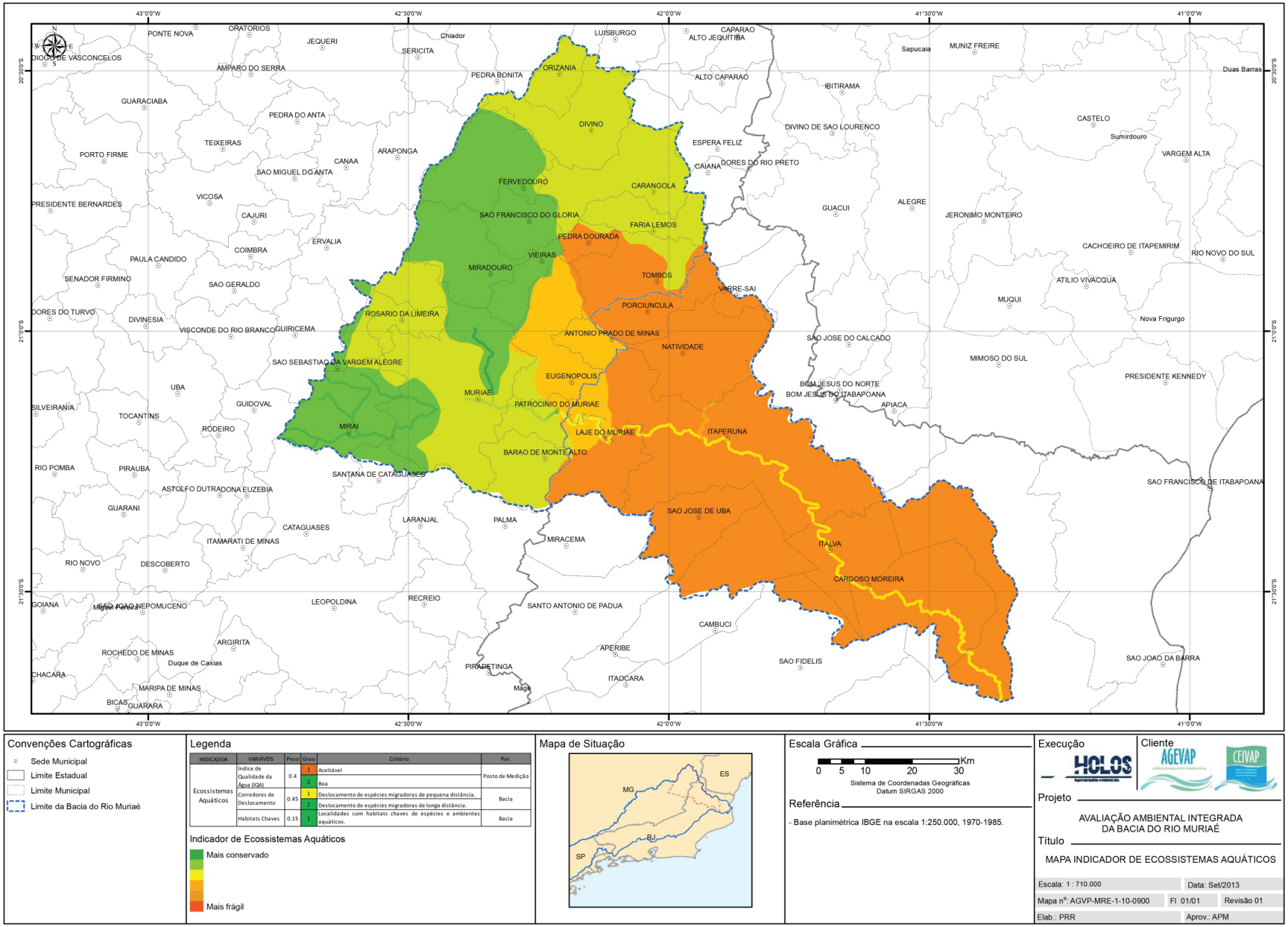


Figura 5.71 Indicador de Ecossistemas Aquáticos da bacia do rio Muriaé

5.4.5.5 Indicadores de Socioeconomia

A leitura da bacia do rio Muriaé foi realizada a partir de indicadores que permitem avaliar o padrão de organização e dinâmica territorial, as condições de vida disponíveis, os principais aspectos definidores da base econômica e a presença de grupos especiais, notadamente as populações tradicionais e os assentamentos rurais.

Pode se destacar que na bacia hidrográfica do rio Muriaé tal como nas demais, as áreas sensíveis decorrentes da pressão sobre o território, nos termos do adensamento demográfico tendem a ocorrer ao longo dos principais eixos rodoviários, conforme se pode observar nas **Figura 5.72** e **Figura 5.75**.

No que se refere às condições de vida disponíveis pode-se considerar que a região da bacia dispõe de condições médias para os diferentes indicadores avaliados, embora alguns apresentem patamares ainda críticos, conforme se pode observar na **Figura 5.73**. As condições de rendimento e de acesso ao Programa Bolsa Família revelam condições precárias de renda para alguns número significativo de munícipios. Com relação às condições de saneamento, tal como para as demais regiões do país os índices de abastecimento de agua são melhores do que os índices de esgotamento sanitário deixam a desejar, situação que poderá contribuir para a degradação da bacia nos termos do descarte inadequado de resíduos, especialmente nas cidades situadas as margens do rio. As taxas de analfabetismo ainda são muito altas e dramáticas em alguns municípios, tendendo a piorar se consideradas as taxas de analfabetismo funcional. Com relação à taxa de mortalidade infantil, predominam parâmetros médios, com dois municípios apresentando patamares críticos.

A observação da Base Econômica (**Figura 5.74**) foi realizada a partir da avaliação do padrão de distribuição do valor adicionado e do indicador FIRJAN de desenvolvimento municipal. A leitura da distribuição do valor adicionado pelos setores da economia sugere que ainda ocorre um desnivelamento entre as atividades, ocorrendo forte concentração no setor terciário e na administração pública. Em contrapartida, a leitura do indicador utilizado sugere condições favoráveis de desenvolvimento.

A **Figura 5.76** a seguir apresentam a distribuição espacial das populações tradicionais e grupos vulneráveis.

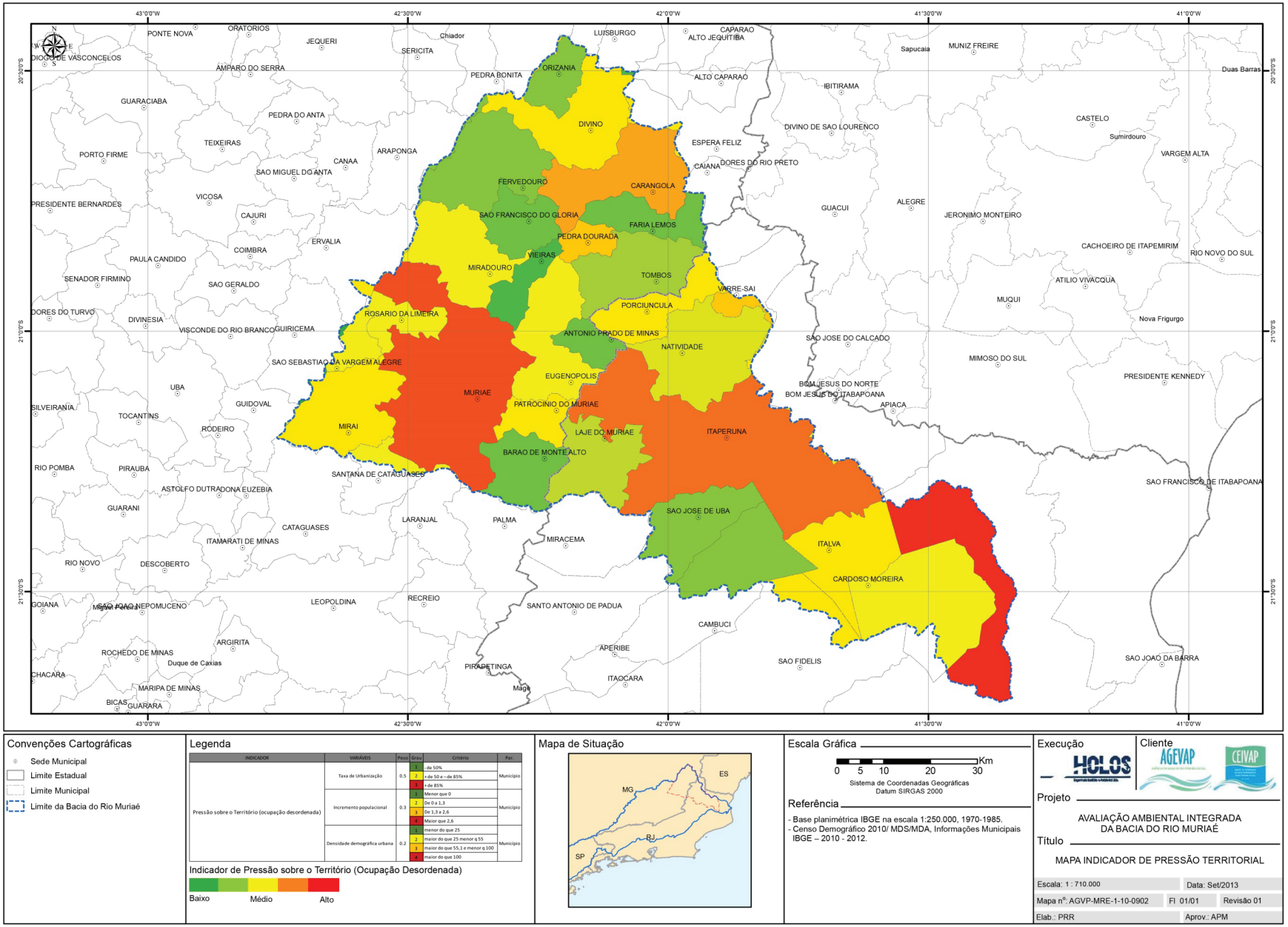


Figura 5.72 Indicador da Pressão Territorial da bacia do rio Muriaé

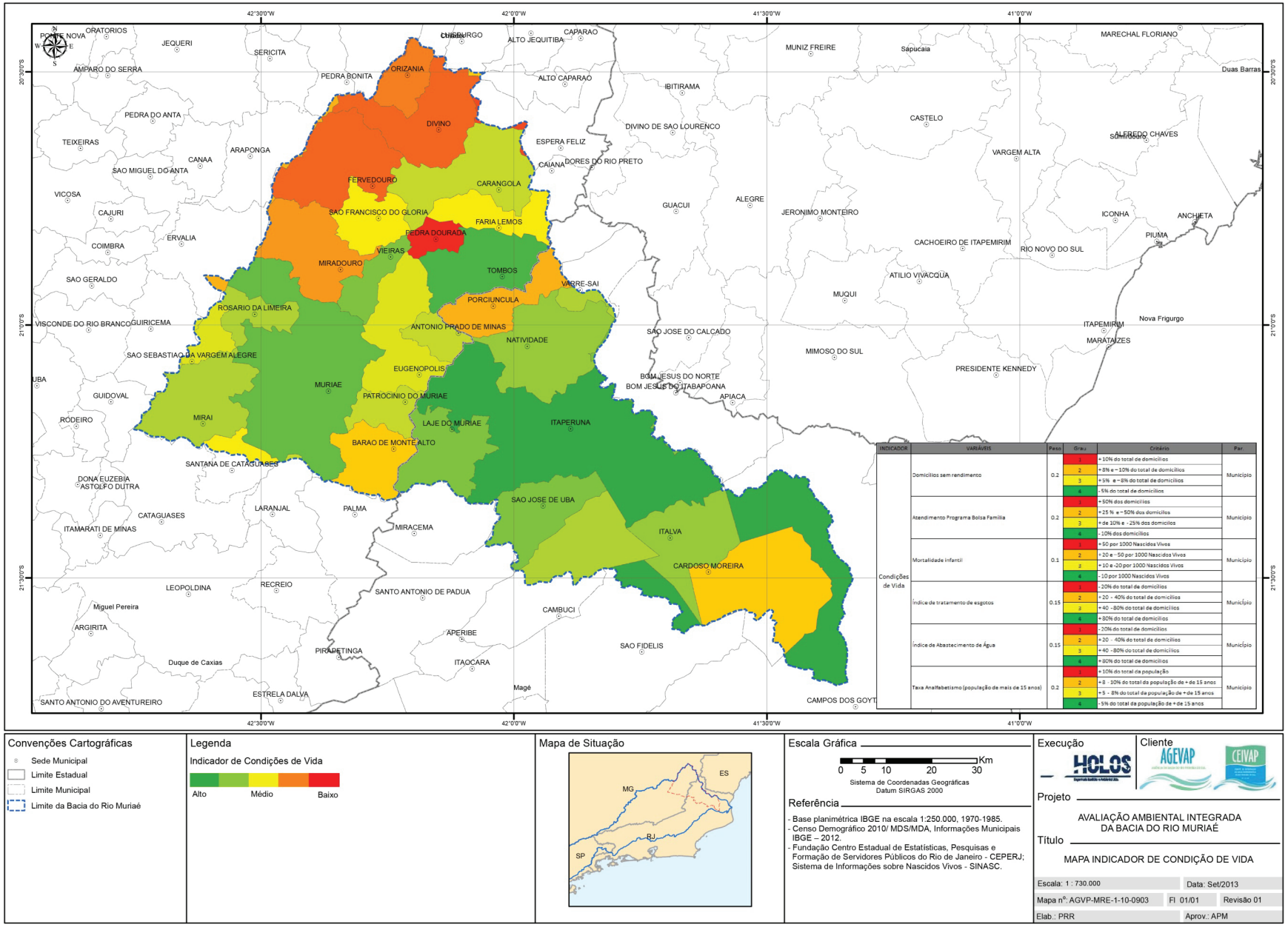


Figura 5.73 Indicador de Condicao de Vida da bacia do rio Muriaé

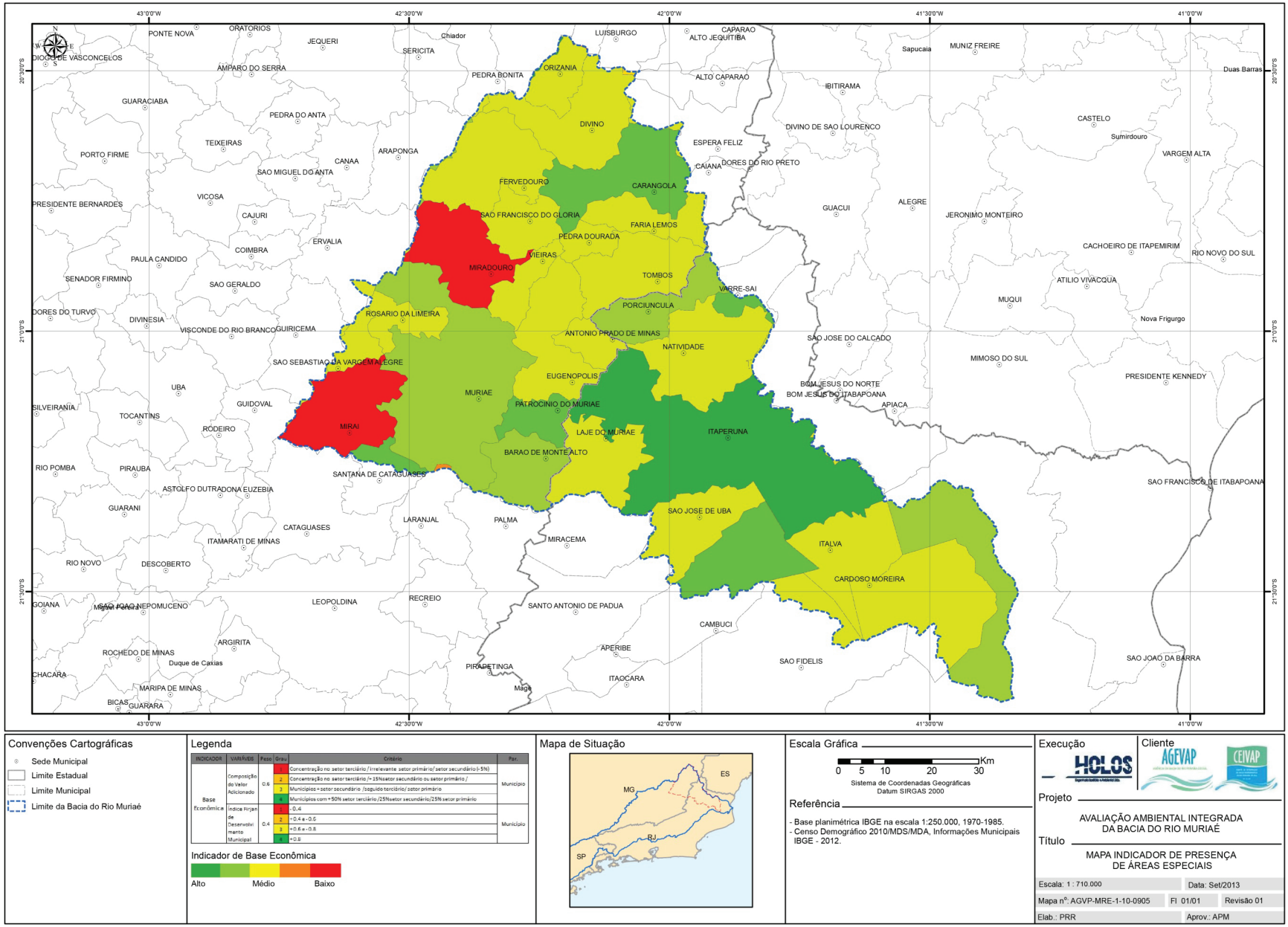


Figura 5.74 Indicador de Base Economica da bacia do rio Muriaé

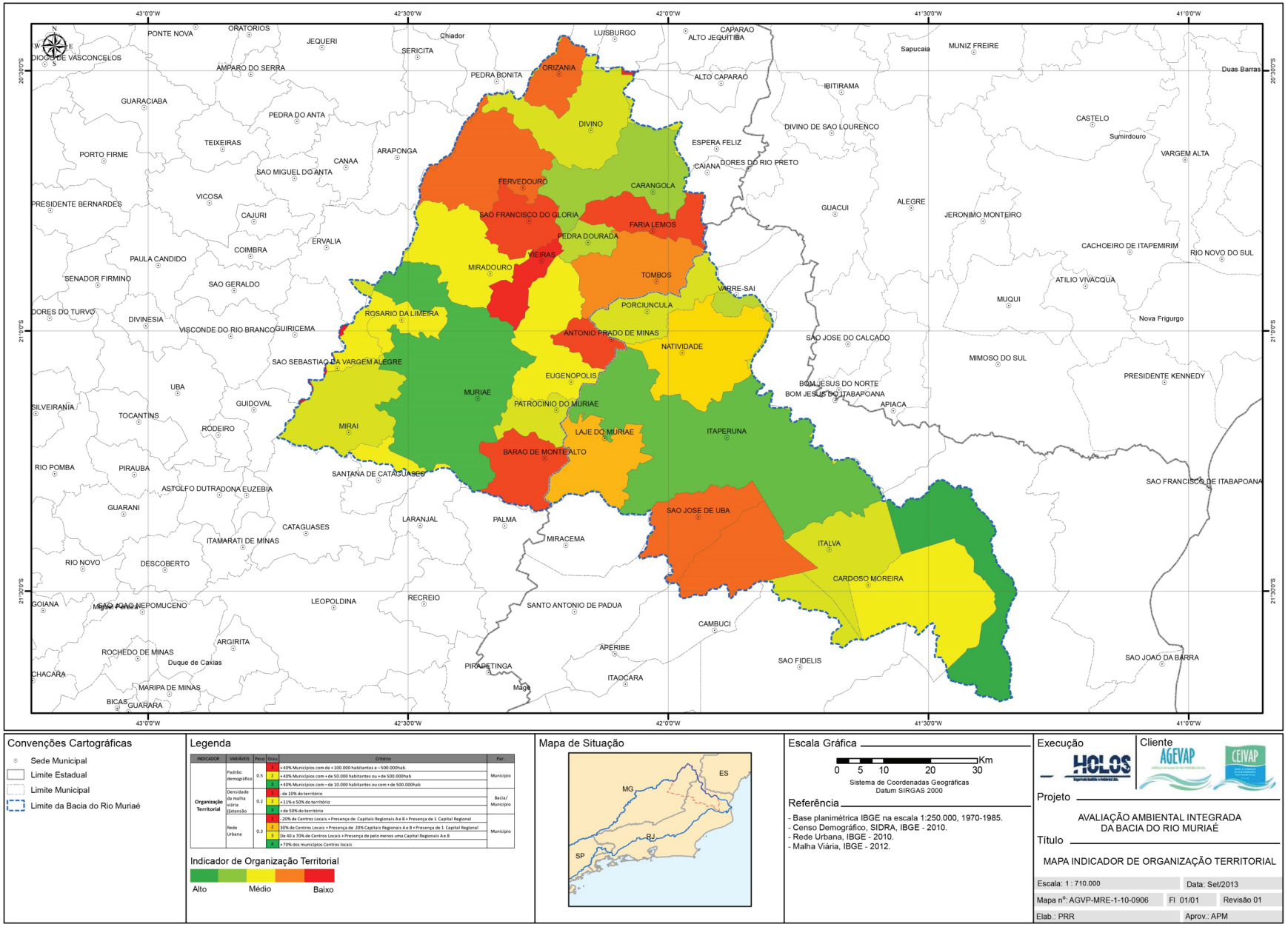
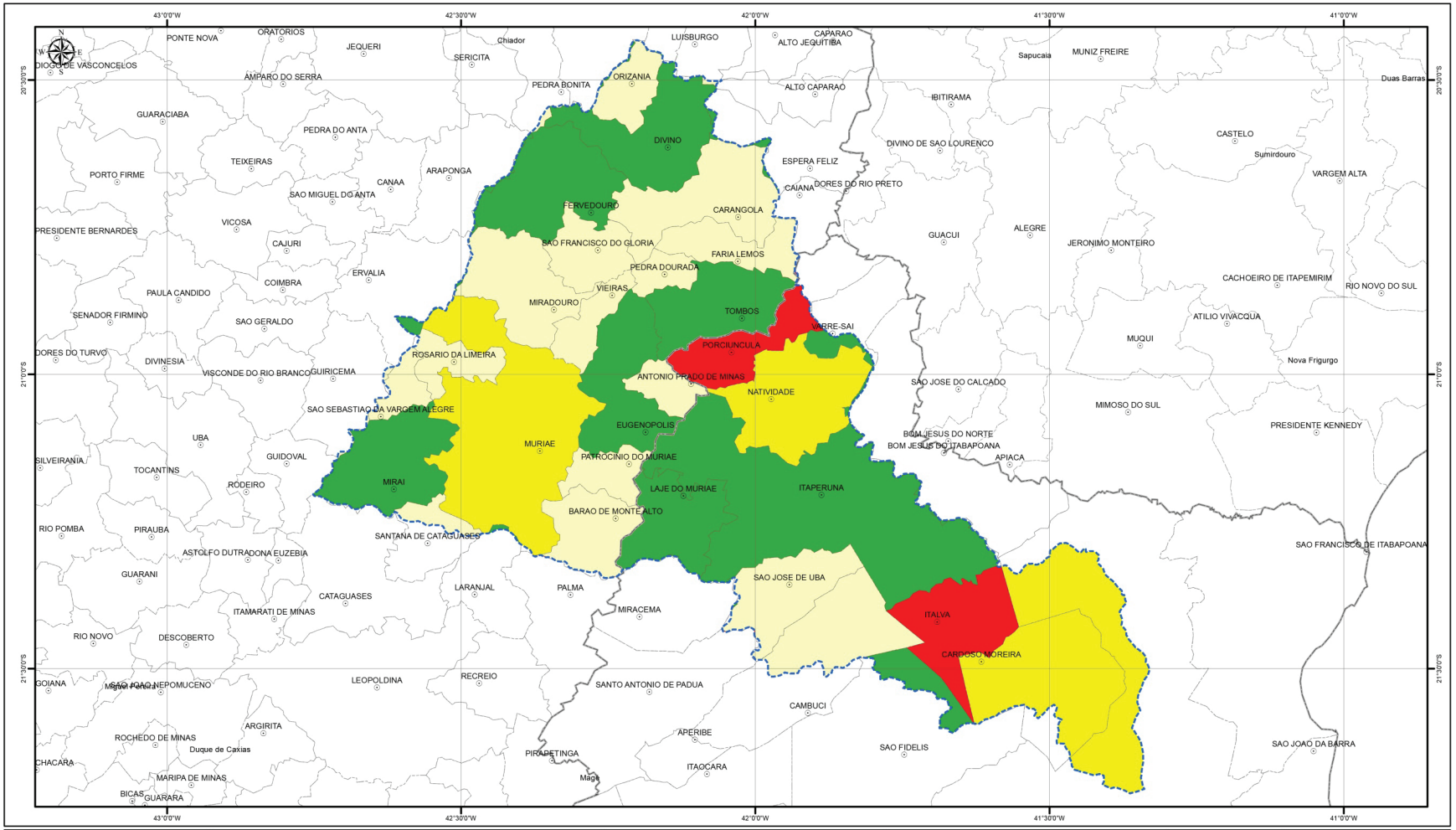


Figura 5.75 Indicador de Organização Territorial da bacia do rio Muriaé



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Rio Muriaé

Legenda

INDICADOR	VARIÁVEIS	Peso	Critério	Par.
Presença de áreas Especiais	Populações Tradicionais	0.5	Pontual	Município
	Agricultura familiar	0.3	Pontual	Município
	Número de assentamentos por município	0.2	Pontual	Município

Indicador de Áreas Especiais (Concentração)

Baixo (pelo menos 1) | Médio (entre 2 e 3) | Alto (Acima de 3) | Sem Área Especial

Mapa de Situação



Escala Gráfica

0 5 10 20 30 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Referência

- Base planimétrica IBGE na escala 1:250.000, 1970-1985.
- INCRA, 2012.
- CEPERJ, 2012.
- Fundação Palmares, 2012.
- MDS - Cadastro Único, 2012

Execução: HOLOS

Cliente: AGEVAP, CEIVAP

Projeto: AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO MURIAÉ

Título: MAPA INDICADOR DE PRESENÇA DE ÁREAS ESPECIAIS

Escala: 1 : 710.000	Data: Set/2013
Mapa nº: AGVP-MRE-1-10-0904	Fl 01/01 Revisão 01
Elab.: PRR	Aprov.: APM

Figura 5.76 Presença de Áreas Especiais da bacia do rio Muriaé

5.5 CONCLUSÕES OBTIDAS DOS ESTUDOS DE AAI E DOS LEVANTAMENTOS REALIZADOS.

Os estudos de AAI realizados na bacia do rio Paraíba do Sul e nas sub-bacias dos rios Grande, Piabanha, Paraibuna, Preto, Pomba e Muriaé mostraram as áreas mais sensíveis do ponto de vista ambiental, os efeitos sinérgicos e cumulativos das UHEs, e PCHs, e os estudos em andamento na bacia irão mostrar inclusive os efeitos das CGHs.

Vale ressaltar que os estudos de Avaliação Ambiental Integrada, seja do rio Paraíba do Sul, seja do rio Grande, seja dos rios Pomba, Muriaé, Preto, Piabanha e Paraibuna, não foram elaborados pela COHIDRO e deverão ser consultados juntamente ao órgão contratante do mesmo, sendo estes respectivamente EPE, INEA e AGEVAP.

No entanto, o que se viu nos mapeamentos de indicadores ambientais, notadamente pelos resultados da bacia do rio Grande, feitos especificamente para PCHs, que existem muitos conflitos de usos dos recursos naturais de vários setores da economia regional:

- Mineração;
- Ocupação de encostas e nascentes;
- Atividades agropecuárias
- Desmatamentos em áreas protegidas;
- Efluentes não tratados de indústrias e áreas urbanas.

Esses efeitos negativos estão muito evidentes nas bacias assim como a presença das usinas hidrelétricas, mesmo as PCHs com pequenos reservatórios, que também trazem impactos negativos, principalmente à ictiofauna.

As usinas tem implantado sistemas de monitoramento e controle, mas o que se vê é a falta de uma ação coordenada e conjunta para tornar tais medidas mais efetivas nas bacias, tais como sistemas de transposição de peixes. Se planejados junto com as obras de engenharia podem ser uma boa solução para o manejo da ictiofauna.

No entanto, ficou evidente na avaliação de conjunto da bacia é que os mais relevantes efeitos negativos ficaram demarcados no entorno e na superposição de efeitos das usinas hidrelétricas(com potência superior a 30 MW), principalmente aquelas de maior porte e com efeitos de maiores áreas alagadas e, em alguns casos, com efeitos de regularização.

No caso de qualidade da água os efeitos de efluentes não tratados da bacia são muito mais relevantes do que os provocados pelos lagos criados pelas barragens, mesmo nos maiores reservatórios.

Tratados os efluentes, os efeitos das PCHs seriam muito reduzidos, e mesmo das UHEs, que funcionam hoje como filtros. Por exemplo, a água a jusante da UHE Funil tem melhores valores para os indicadores de fósforo, OD e mesmo IQA do que a montante.

Nos últimos eventos de chuvas intensas ficou evidente que os conflitos de ocupação desordenada são muito graves. Mas algumas ações já cobradas e adotadas nos licenciamentos das usinas já mostram um melhor manejo ambiental. Na vistoria se verificou que as ações nos programas ambientais das UHEs e nas PCHs trouxeram um ganho ambiental e diminuíram as vulnerabilidades, apesar dos inegáveis impactos ambientais locais.

Na bacia do rio Grande se verificaram:

- Continuidade dos monitoramentos da ictiofauna e qualidade da água, que antes não existiam;
- O reflorestamento da APPs que na prática eram pastagens, antes das usinas.

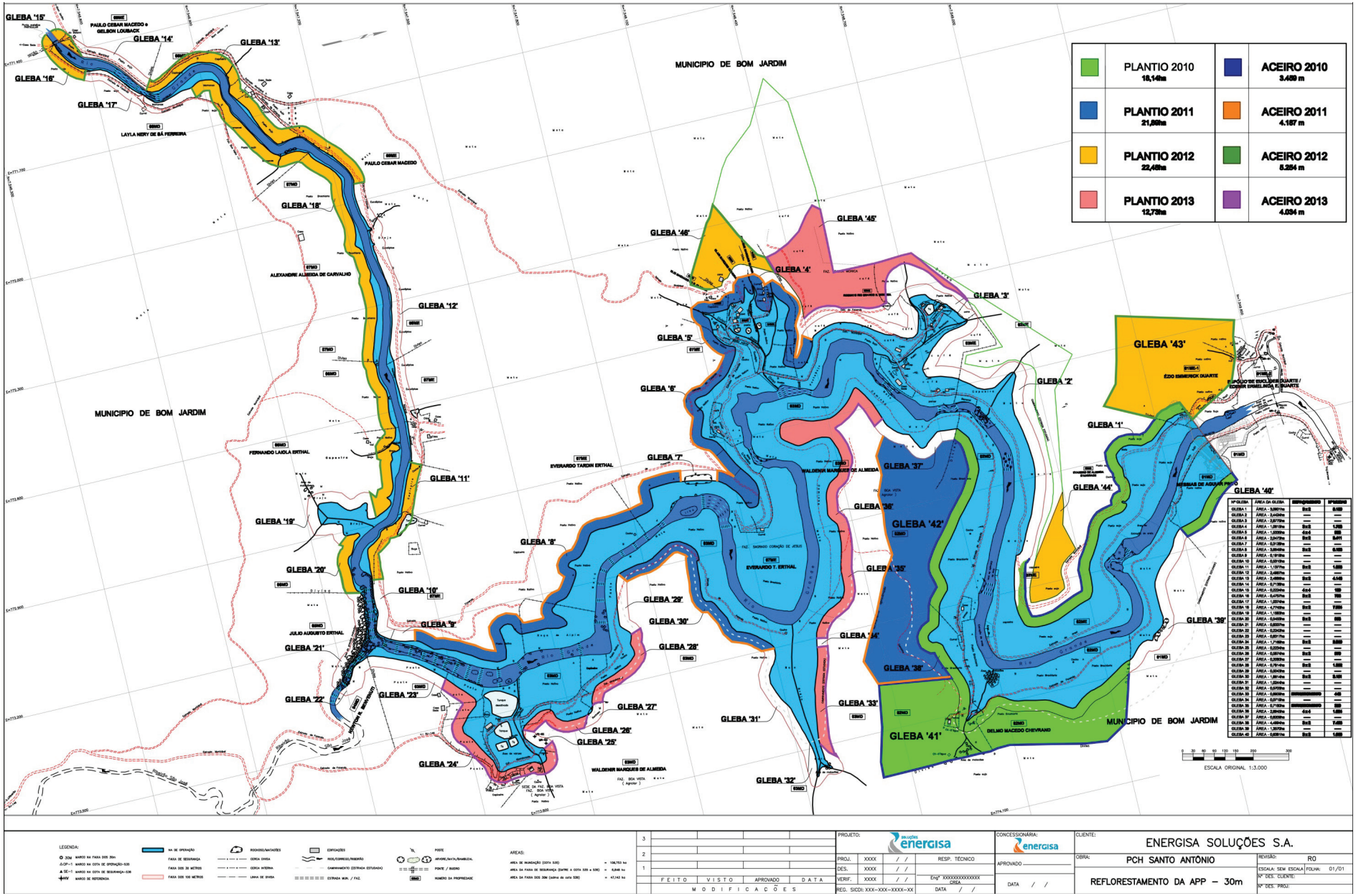


Figura 5.77 Reflorestamento da APP da PCH Santo Antônio na bacia do rio Grande



Figura 5.78 Reflorestamento da APP da PCH Santa Rosa na bacia do Rio Grande

- Implantação de rede de alerta meteorológico na bacia

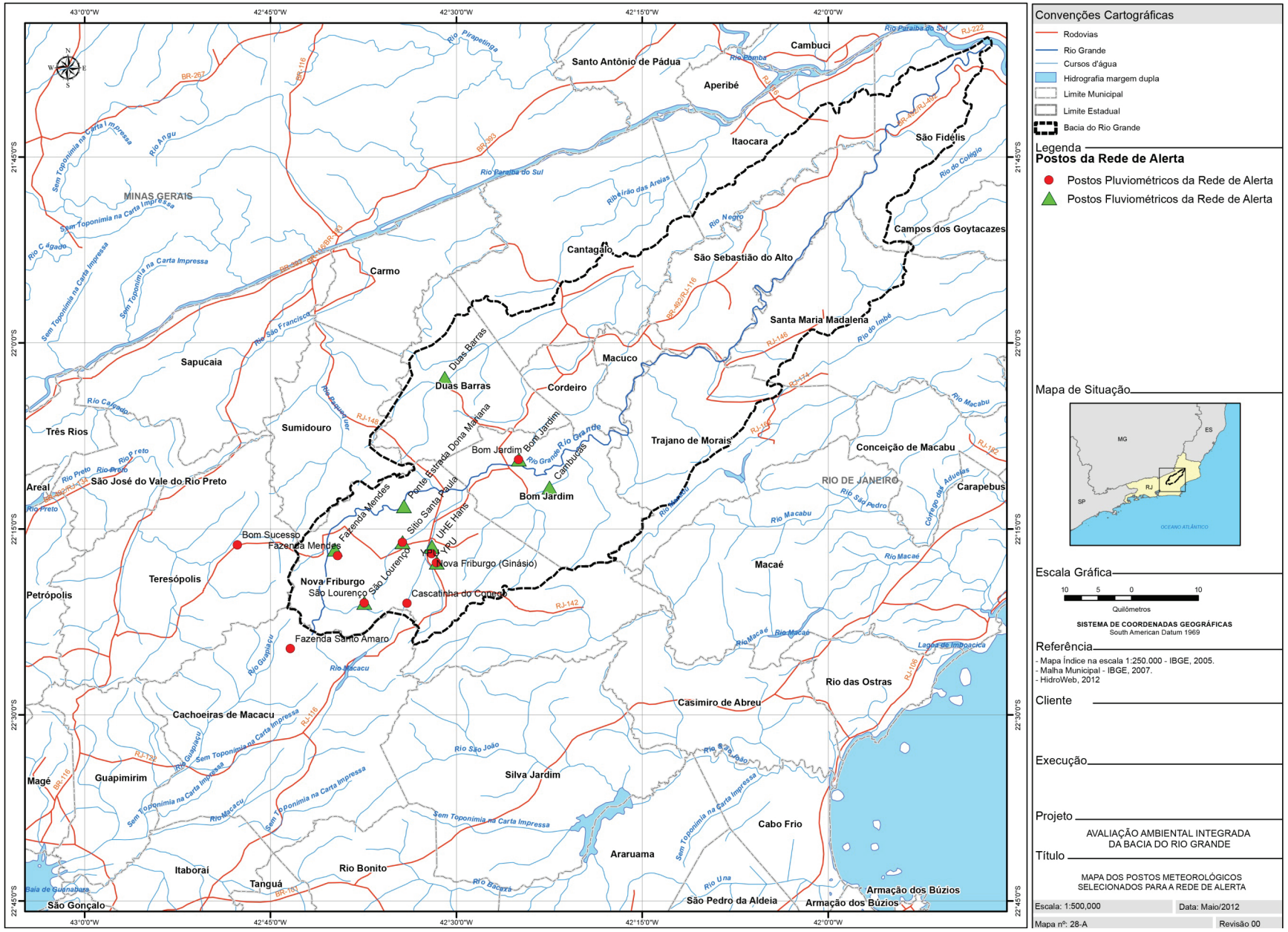


Figura 5.79 Rede de alerta projetada a ser operada pelos empreendedoresna bacia do rio Grande

- Negociação com os atingidos onde se pode notar o relativamente pequeno número de pessoas afetadas para as quais não se encontrou passivos nas inspeções realizadas.

Quadro 5.9 Rede de alerta projetada a ser operada pelos empreendedores na bacia do rio Grande

Empreendimento	Área alagada (ha)	Número de propriedades	Número de famílias	População atingida (nº hab.)	População realocada	Atividade ligada a agropecuária
PCH Boa Vista	70.15	8	6	12	-	sim
PCH Caju	143.1	17	15	-	20	sim
PCH São Sebastião do Alto	299.4	21	21	43	20	sim
PCH Santa Rosa	79.42	16	25	47	-	sim
PCH Sossego	172.9	9	20	-	60	sim
PCH Santo Antonio	83.92	17	20	-	83	sim
PCH Bonança	53	7	13	-	27	sim
PCH Jambo	-	-	-	-	-	-

No caso da bacia do rio Paraíba do Sul os principais efeitos cumulativos e sinérgicos, e também as maiores fragilidades foram identificadas no trecho médio da bacia a jusante da confluência dos rios Piabanha e Paraibuna pelo conjunto de usinas hidrelétricas nesse trecho, Simplício, Ilha dos Pombos e Itaocara, pela proximidade da captação da barragem de Santa Cecília, e das PCHs previstas e instaladas nas bacias dos rios Piabanha, e Paraibuna.

Os maiores conflitos de uso foram delimitados em função dos usos de mineração de areia, falta de saneamento básico com os ecossistemas e recursos naturais. E também com a ocupação desordenada nas áreas ribeirinhas. Além disso foram mapeadas áreas de conflitos com populações tradicionais no baixo Paraíba do Sul com agricultura familiar e com colônias de pescadores(São Fidélis e Itaocara).

Com relação aos processo de implantação de UHEs, o licenciamento e os estudos ambientais trouxeram ganhos, como na UHE Simplício, onde um lixão que havia na margem do rio Paraíba do Sul foi relocado e ali construído um aterro sanitário, além da implantação de rede de esgotos e tratamento de efluentes no município de Sapucaia, no trecho de vazão reduzida.

Assim, esse instrumento de avaliação ambiental integrada pode e deve servir para a AGEVAP e os órgãos ambientais iniciarem uma cobrança em uma ação conjunta para melhorar os indicadores ambientais de sensibilidade e minimizar os efeitos cumulativos não

somente das usinas hidrelétricas, mas também das demais atividades antrópicas na bacia, podendo-se sugerir, como já existe em alguns lugares, o pagamento pelos serviços ambientais de algumas atividades difusas, para que os próprios usuários tenham interesse em investir em conservação dos recursos naturais.



Figura 5.80 Lixão de Anta hoje já relocado



Figura 5.81 Aterro sanitário implantado



Figura 5.82 Sistema de esgotamento e tratamento de esgotos em Sapucaia e Anta

No caso das bacias dos rios Piabanha, Paraibuna, Preto, Pomba e Muriaé foram identificados os principais conflitos:

- Qualidade da água e contaminação por efluentes domésticos e industriais e conservação e diversidade de ecossistemas aquáticos;
- Ocupação desordenada nas áreas urbanas e riscos de escorregamentos de massa;
- Potencial mineral e preservação dos recursos naturais;
- Usinas hidrelétricas e preservação dos ecossistemas aquáticos.

Os principais efeitos sinérgicos foram delimitados nas bacias dos rios Paraibuna, Pomba e Muriaé pela identificação de um grande número de PCHs e CGHs nessas bacias.

As recomendações ainda estão em curso nos seminários de discussão com a Agevap.

Dessa forma é muito razoável, e hoje já realidade em algumas sub-bacias, como no rio Grande, que hajam ações na bacia que envolvam os empreendedores para minimizar os efeitos do conjunto das usinas, indústrias e outras atividades, inclusive aqueles considerados sinérgicos e cumulativos.

6 USOS INSIGNIFICANTES

6.1 DEFINIÇÃO

Com a Constituição Federal de 1988, as águas tornaram-se de domínio público, sendo necessário que o Poder Público estabelecesse um instrumento através do qual pudesse autorizar o uso dos recursos hídricos. Os usos e intervenções em recursos hídricos (tais como captações, barramentos, pontes, poços, cisternas e outros) estão sujeitos à autorização do órgão responsável pela sua gestão que é concedida pelo poder público ao particular, empresa ou pessoa física.

Essa autorização tem prazo e feita por meio de 2 instrumentos:

- Outorga de direito de uso de recursos hídricos
- Cadastro de usos insignificantes

Algumas captações de águas superficiais e/ou subterrâneas, bem como acumulações, derivações e lançamentos não estão sujeitas à outorga. Eles são considerados insignificantes.

A Lei 9.433/97 e a Resolução CNRH nº 16/2001 institui o conceito de usos insignificantes e o vincula diretamente ao instrumento de outorga pelo uso da água e consequentemente ao instrumento de cobrança pelo uso da água, desobrigando-os destes dois instrumentos. Não obstante, via de regra, eles devem ser registrados, mediante um cadastro simplificado, para conhecimento do órgão outorgante e considerados nos balanços hídricos da bacia uma vez que um grande número desses usos poderá resultar em um uso significativo de água.

No âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul, as leis estaduais dos estados em que o CEIVAP está inserido também acompanham e regulamentam o previsto na legislação federal.

De acordo com a Lei 9.433/97, os limites para o uso insignificante deverá ser proposto pelos comitês de bacias e referendado pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos, Federal ou Estadual, dependendo da dominialidade do corpo hídrico do CBH.

Um volume de água pode ser caracterizado como insignificante, do ponto de vista da outorga, quando sua retirada não causar alteração mensurável na quantidade, qualidade ou regime do recurso hídrico ou quando o procedimento de outorga implicar um ônus desnecessário para o outorgado ou para o órgão outorgante.

O Relatório RP5 - Estudo para a redefinição de uso insignificante dos estudos de Metodologia da Cobrança dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, (GAMA, 2011), define usos insignificantes como aqueles que:

1. são associados a pequenos montantes de uso de água, seja na captação, no consumo ou no lançamento de efluentes;
2. por serem de pequena monta, isoladamente não afetam os balanços hídricos, em quantidade e em qualidade;
3. se fossem cobrados, os custos de faturamento superariam a arrecadação pretendida;
4. seus usuários teriam dificuldades de cumprir com as demandas de informação e os trâmites necessários para a obtenção da correspondente outorga de direitos de uso.

O Relatório ainda destaca que “em um estudo sobe mecanismos de cobrança pelos usos de água seja demandada a redefinição de uso insignificante pode ser considerado sob duas óticas”:

1. *Racionalidade econômica: dado que um grande número de pequenos usuários insignificantes resulte em um uso significativo, que afetará os recursos hídricos, a introdução da cobrança pelos usos de água seria um modo de induzir a racionalidade de uso e, portanto, em um melhor gerenciamento de recursos hídricos.*
2. *Arrecadação financeira: como um grande número de pequenos usos pode na soma se tornar significativo, um grande número de pequenos faturamentos poderá resultar em uma arrecadação com alguma relevância”.*

Como se pode ver, no estudo sobre revisão da metodologia de cobrança a definição de usos insignificantes está muito mais relacionada à racionalidade econômica e arrecadação financeira que não conseguem sustentar a coerência da redefinição dos usos insignificantes, cabendo a busca de outros conceitos apontando para o social, e ainda assim não considerando a questão hidrológica que é o que preconiza a Lei 9.433/97.

A associação de definição de uso insignificante ao tipo de uso e ao suprimento das atividades básicas de subsistência de seu usuário e núcleo familiar é uma questão social, não hidrológica; que dependerá dos custos que incidem sobre o usuário, e da consequente receita que se obtém. E, somente analisando caso a caso uma questão como essa pode ser respondida.

O abastecimento público no meio urbano, individualmente, não pode por sua dimensão, ser considerado uso insignificante, uma vez que a outorga para este uso é dada às companhias

de saneamento; no uso industrial da água, às pequenas indústrias situadas nas zonas urbanas, recebem suas águas e lançam seus efluentes também nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Portanto, é um uso não individualizado, visto que cabe à empresa de saneamento solicitar a outorga.

Sendo assim, o estudo indica que é no meio rural, e geralmente nas atividades agropecuárias que deve ser buscada a linha divisória entre o que é uso insignificante ou não.

6.2 HISTÓRICO

Cumprindo o estabelecido legalmente, que cabe ao comitê estabelecer os limites considerados usos insignificantes, em 4 de novembro de 2002 a deliberação CEIVAP Nº 15/2002 estabelece os usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul e posteriormente, os CBHs de bacias afluentes nos estados de SP e MG acompanham o estabelecido pelo CEIVAP. Já o estado do Rio de Janeiro estabelece pela Lei 4247/2003 para todo o estado os usos que são considerados insignificantes para fins de outorga e cobrança e, concedendo aos CBHs estaduais por meio de deliberações próprias definir outros limites que não os que estipulou, o que não foi feito por nenhum CBH estadual do RJ no âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul até o momento.

Desta forma, são considerados usos insignificantes de recursos hídricos de domínio da União e dos estados de SP e MG no âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul, para fins de outorga e cobrança, as derivações e captações para usos de abastecimento público industriais ou na mineração com características industriais e a aqüicultura, com vazões de até 1,0 (um) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes; os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas (CGHs) com potência instalada de até 1 (um) MW (megawatt).

No CEIVAP os limites para usos insignificantes estão estabelecidos através dos seguintes instrumentos:

1. DELIBERAÇÃO CEIVAP Nº 15/2002 estabelece os usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul (art. *4º*) – referendada pela Resolução CNRH nº 27, de 29 de novembro de 2002;
2. DELIBERAÇÃO CEIVAP N.º 65/2006 estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de RH na BH do rio Paraíba do Sul no exercício 2007. Delibera a aprovação dos mecanismos de cobrança e os valores a serem aplicados – *art. 1º* –, define os usos insignificantes de RH para fins de outorga e cobrança – mantendo a obrigação de cadastramento dos respectivos usuários

junto aos órgãos outorgantes – e estabelece prazo até 31/08/2007 para a AGEVAP apresentar proposta de redefinição de tais usos ao CEIVAP – *art. 2º*. Referendada pela Resolução CNRH nº 64, de 7 de dezembro de 2006

Em Minas Gerais os limites para usos insignificantes estão definidos para os afluentes mineiros da bacia do rio Paraíba do Sul no âmbito dos CBHs Preto e Paraibuna – PS1 e Pomba e Muriaé - COMPÉ, por intermédio dos seguintes instrumentos:

1. Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004 - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, definiu os usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais;
2. Plano Estadual de Recursos Hídricos de MG aprovado por meio da Deliberação Normativa CERH-MG nº 260, de 26 de novembro de 2010, o qual foi posteriormente aprovado pelo Governador por meio do Decreto nº 45.565, de 22 de Março de 2011.
3. Deliberações do CERH 238 e 239 de 2010 – aprovam os Planos de Recursos Hídricos do PS1 e COMPË respectivamente; e
4. Deliberação 9/2007 do COMPÉ que define a metodologia de cobrança e estabelece os limites para usos insignificantes (o PS1 ainda não deliberou sobre o tema).

No âmbito do estado de SP os limites para usos insignificantes foram estabelecidos através dos seguintes instrumentos:

1. 1 - Portaria DAEE nº 2.292, de 14 de dezembro de 2006 - disciplina os usos que independem de outorga de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Estado de São Paulo, no artigo 1º do Decreto Estadual nº 41.258, de 1996, com redação dada pelo Decreto Estadual nº 50.667, de 2006. Referida norma definiu os usos a serem considerados isentos de outorga, conforme análise do DAEE estabeleceu critérios para definição de usos insignificantes ou usos não sujeitos à outorga e as obrigações dos detentores de usos não sujeitos a outorga. Por último, determinou que os critérios previstos na Norma aprovada, para os usos e acumulações que independem de outorga, ficarão suspensos quando outros forem aprovados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, de acordo com o previsto no artigo 1º do Decreto Estadual nº 41.258, de 1996;
2. Deliberação CRH nº90, de 10 de dezembro de 2008, aprovou procedimentos, limites e condicionantes para a cobrança, dos usuários urbanos e industriais, pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, tendo sido estabelecido, por aquela norma, que ela seria reavaliada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, no segundo semestre de 2010, para efeito da continuidade da cobrança a partir de 2011.

   Em atendimento a essa disposição, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos prorrogou sucessivamente a validade da referida deliberação por meio da Deliberação Ad Referendum CRH nº 123, de 21 de março de 2011, até 31 de

dezembro de 2011, e da Deliberação CRH nº 140, de 13 de dezembro de 2011, até 31 de dezembro de 2013;

3. Deliberação CRH nº 67, de 06 de dezembro de 2006 - referendou a proposta apresentada pelo Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul – CBH-PS quanto aos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul bem como os usos insignificantes isentos de cobrança;
4. Decreto nº 51.450, de 29 de dezembro de 2006 - aprovou e fixou os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, nos termos apresentados pelo CBH-PS e referendados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Já no âmbito dos CBHs estaduais do RJ a Lei 4247/2003 prevê que são considerados usos insignificantes de recursos hídricos de domínio estadual, para fins de outorga e cobrança:

I. as derivações e captações para usos de abastecimento público com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes;
II. as derivações e captações para usos industriais ou na mineração com características industriais, com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes;
III. as derivações e captações para usos agropecuários com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes;
IV. as derivações e captações para usos de aqüicultura com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes;
V. os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), com potência instalada de até 1 MW.

A deliberação nº15 do CEIVAP também estabelece que a caracterização como usos insignificantes não desobriga os respectivos usuários ao atendimento de outras deliberações ou determinações do CEIVAP ou dos órgãos de recursos hídricos competentes, inclusive cadastramento ou solicitação de informação.

Ainda, compete ao CNRH definir critérios gerais de outorga e consequente usos insignificantes, o que estabeleceu por meio da Resolução 16 de 08 de maio de 2001. E hoje, no âmbito da CTPOAR - Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras, encontra-se em discussão uma minuta de Resolução que dispõe sobre o estabelecimento de critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações que independem de outorga onde, além dos estabelecidos em normativas já instituídas, acrescenta:

1. Para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações que independem de outorga, os entes competentes deverão considerar as características hidrológicas das bacias ou regiões hidrográficas contempladas;
2. Para definição de acumulações que independem de outorga deverão ser considerados os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e volume do reservatório conforme o estabelecido nas Resoluções CNRH 143 e 144;
3. Na definição dos usos insignificantes dos recursos hídricos, o ente competente poderá definir um valor limite de captação, bem como de carga de poluente lançada, que corresponda a um percentual do comprometimento da vazão de referência de um determinado rio ou corpo hídrico, devendo ainda discutir critérios para corpos hídricos subterrâneos;
4. O ente competente poderá definir um limite percentual de comprometimento quantitativo e qualitativo do corpo hídrico para aplicação dos usos insignificantes definidos.
5. Os efluentes lançados em reservatórios, lagos ou cursos d'água com evidências de eutrofização e que contenham cargas significativas de fósforo ou nitrogênio não serão considerados insignificantes.
6. Para fins de atendimento aos limites estabelecidos pelo ente competente, deverá considerar o efeito cumulativo de todas as captações e lançamentos do empreendimento em um mesmo corpo hídrico.
7. Poderão se tornar passíveis de outorga de direito de usos dos recursos hídricos, os usos ou as interferências consideradas insignificantes que ocorrerem em bacias hidrográficas, corpos hídricos ou trechos deles considerados críticos do ponto de vista de disponibilidade hídrica, em seus aspectos quantitativos e qualitativos, ou em outras situações que se tornem significativos para a gestão dos recursos hídricos.
8. São ainda considerados usos que independem de outorga pelo Poder Público:
    I. Usos de recursos hídricos destinados ao atendimento emergencial de atividade de interesse público;
    II. Usos de recursos hídricos de curta duração que não se estabeleçam como uso permanente. (definir curta duração e uso não permanente)

O enquadramento como insignificantes dos usos de recursos hídricos mencionados nos incisos I e II acima dependerá de fundamentação técnica do ente competente.

6.3 LEVANTAMENTO DE USOS INSIGNIFICANTES NOS DEMAIS COMITÊS FEDERAIS

CBH Piranhas Açu

Em fase de instalação, com diretoria provisória instituída. Ainda sem Plano aprovado e consequente definição de usos considerados insignificantes**.**

CBH São Francisco

A Deliberação nº 05, de 02 de outubro de 2003,dispôs que as derivações e captações de água com capacidade instalada de até 4,0 l/s, na calha do rio São Francisco, seriam consideradas de pouca expressão, e, portanto, independentes de outorga e, consequentemente, não sujeitas à cobrança.

CBH Verde e Grande

A Deliberação n° 27/2008 dispõe sobre o estabelecimento de Prioridades para Outorga de Direito de Usos dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, mas não define critérios para usos considerados insignificantes

A Deliberação CBHSF nº 05, de 02 de outubro de 2003, alterada pela Deliberação CBHSF nº 45, de 06 de novembro de 2009, dispõe sobre parâmetros para usos de pouca expressão no rio São Francisco. O art. 2º estabelece que as derivações e captações de água com capacidade instalada de até 4,0 l/s, nos corpos d'água de domínio da União na BHSF serão consideradas de pouca expressão, e, portanto, independem de outorga. Como o Verde e grande é um afluente de domínio da União da bacia do São Francisco, este é o parâmetro definido para a bacia do Verde e Grande.

CBH Paranaíba

Instalado em 2013 e com seu Plano de Recursos Hídricos sendo elaborado pela Agência Nacional de Águas sem DN de aprovação de usos insignificantes**.**

CBH Doce

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Doce), foi aprovado pelo CBH-Doce por meio da Deliberação no 24, de 14 de julho de 2010.

A Deliberação CBH-Doce no 26 "dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Doce" e a Deliberação CBH-Doce no 28, de 31 de março de 2011, "dispõe sobre parâmetros para usos de pouca expressão nos corpos d'água de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Doce".

O art. 1o da Deliberação CBH-Doce no 28, de 2011, estabelece que:

Art. 1o As derivações e captações de água em corpos d'água de domínio da União serão consideradas de pouca expressão, e, portanto, independem de outorga, conforme segue:

I. derivações e captações em território do Estado de Minas Gerais com capacidade instalada de até 1L/s; e

II. derivações e captações em território do Estado do Espírito Santo com capacidade instalada de até 1,5 L/s.

CBH Grande

Instalado em agosto de 2012, ainda sem Plano aprovado e consequente definição de usos considerados insignificantes.

CBH Piracicaba, Capivari e Jundiaí

A DN conjunta 078/07 que aprova a cobrança na bacia define como uso insignificante o valor de até 5 (cinco) metros cúbicos por dia para captação de águas superficiais de um mesmo usuário bem como, para os lançamentos de efluentes líquidos delas decorrentes.

CBH Paranapanema

Foi instalado em 06 de dezembro de 2012 e seu Plano de Recursos Hídricos está na fase de elaboração, não tendo portanto definição e aprovação de usos insignificantes.

6.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Além dos usos considerados insignificantes, vale destacar que independem de outorga pelo poder público o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, ou o de caráter individual, para atender às necessidades básicas da vida, distribuídos no meio rural ou urbano, e observa-se que as deliberações que definem os limites para usos insignificantes não definem o que é considerado pequeno núcleo populacional e nem mesmo os valores necessários para atender as necessidades básicas da vida.

De acordo com os estudos de revisão da metodologia de cobrança (GAMA, 2011) – "... a proposta de uso insignificante não pode ser indissociada do tipo de uso e do suprimento das atividades básicas de subsistência de seu usuário e núcleo familiar. Cabe, portanto, a proposta: a redefinição do uso insignificante da água, que independe de outorga e, por isto, não será cobrado, é uma questão social, não hidrológica; uso insignificante é aquele uso que supre as necessidades básicas de subsistência do núcleo familiar e que dependerá do

tipo de uso de água, dos custos que incidem sobre o usuário e da receita que obtém, fixada pelas leis de mercado...”

Tem-se ainda, no âmbito da Agência Nacional de Águas, a Nota Técnica Conjunta nº 03/2012/SRE/SPR-ANA e a Resolução ANA 326 de 23 de julho de 2012 que identifica e declara críticos trechos de rios de domínio da União na bacia do rio Paraíba do Sul.

E no âmbito do CNRH, na minuta de resolução em discussão que dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações que independem de outorga, verifica-se a mesma preocupação aqui colocada quanto aos critérios a serem considerados, indo além ainda nos critérios para definição de acumulações que independem de outorga, considerando os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e volume do reservatório.

No âmbito de um Plano de Bacia é preciso prever ainda as propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, seja por motivos de elevadas demandas de água e disponibilidades hídricas limitadas, seja devido à elevada concentração de cargas poluidoras, ou então, por motivos de pressão de uso e ocupação do solo ou necessidades de preservação de mananciais e as vazões mínimas estabelecidas para as diversas seções e estirões do rio, que deverão ser consideradas para efeito de outorga.

Diante do exposto verifica-se que um Plano de Bacia, ao sugerir ao CBH os critérios para definição de usos insignificantes deve considerar, além dos motivos expostos individualmente acima, uma visão mais abrangente de todos estes elementos e conseguir apresentar uma proposta que contemple todas as questões apontadas, devendo inclusive não esquecer que além destas, um valor de uso não pode ser considerado insignificante apenas pelo tipo de uso, mas também pela vazão disponível no local da captação. Um bom exemplo é que 1 l/s não tem o mesmo peso na calha do rio Paraíba do Sul ou em um pequeno tributário de 3ª ou 4ª ordem, como, por exemplo, o Rio Novo, em MG. Como definir então o mesmo valor pra uso insignificante para estes corpos d’água de vazões tão distintas?

Para se contemplar todos os parâmetros acima expostos, talvez o caminho não fosse nem por corpo hídrico, mas por trecho de rio, levando em conta inclusive o apontamento pela ANA de trechos considerados críticos na bacia.

Em um levantamento no âmbito dos demais comitês federais a definição de uso insignificante, como também no CEIVAP, é tomada com base na questão hidrológica,

estando associado à outorga e consequentemente à cobrança pelo uso da água. Em todos os CBHs federais que já defiram seus usos insignificantes, para os setor elétrico, é unanimidade a definição do limite serem as CGHs, de até 1 MW.

Para a redefinição dos usos insignificantes considerando as diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, será necessário o aprofundamento dos dados secundários e levantamento de dados primários, seleção de áreas para estudos-teste, verificar as eventuais variações regionais ou locais, consultas junto aos CBHs das bacias afluentes,órgãos outorgantes e representantes dos usuários, atividades que teriam um prazo estimado em 9 meses de trabalho, e estão fora do escopo contratado neste PIRH. Dessa forma, a COHIDRO contratou uma consultoria especializada para elaboração de um Termo de Referência para a execução desses serviços. O item 6.6 apresenta o TR para execução desses serviços, elaborado pela empresa AlphaSigma Consultoria, com participação do Engenheiro. Dr. Antonio Eduardo Lanna e do Geólogo. Dr. André Luiz Bonacin Silva. Dr Antonio Eduardo. Lanna coordenou os serviços apresentados em GAMA (2011). Os serviços poderiam ser contratados pela AGEVAP de maneira a serem desenvolvidos durante a as etapas seguintes a deste Diagnóstico e incorporados ao PIRH na etapa de consolidação dos Relatórios Finais.

6.5 TERMO DE REFERÊNCIA PARA ESTUDO DE AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E REDEFINIÇÃO DOS USOS INSIGNIFICANTES

Elaboração de Termo de Referência para futura contratação de estudo de avaliação da situação atual e proposição de patamares de redefinição dos usos insignificantes considerando as diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

6.5.1 Objetivos da Presente Consultoria

A necessidade de se avaliar a situação atual e a proposição de eventuais patamares de redefinição dos usos insignificantes, considerando diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes, na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, demandará a contratação futura de serviços especializados de consultoria com esta finalidade. O presente relatório apresenta um Termo de Referência (TR), como subsídio à futura contratação.

6.5.2 Introdução à Questão dos Usos Insignificantes e Justificativas para o Estudo Proposto

Sob o ponto de vista gerencial, usos insignificantes são aqueles que: a) são associados a pequenos montantes de uso de água, seja na captação, no consumo ou no lançamento de efluentes; b) por serem de pequena monta, isoladamente não afetam os balanços hídricos, em quantidade e em qualidade; c) se fossem cobrados, os custos de faturamento superariam a arrecadação pretendida; e d) seus usuários teriam dificuldades de cumprir com as demandas de informação e os trâmites necessários para a obtenção da correspondente outorga de direitos de uso. Por isso, via de regra, eles devem ser registrados, mediante um cadastro simplificado, para conhecimento do órgão outorgante e consideração nos balanços hídricos da bacia (GAMA, 2011).

Do ponto de vista dos órgãos outorgantes, há diversas definições e critérios, a depender do órgão considerado. Na esfera estadual, incluindo águas superficiais e subterrâneas, os órgãos dentro da área de abrangência da bacia do rio Paraíba do Sul, são: DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica (São Paulo), IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Minas Gerais) e INEA - Instituto Estadual do Ambiente (Rio de Janeiro). Na esfera federal (para águas superficiais de domínio federal), a ANA – Agência Nacional de Águas.

Atualmente não há um levantamento abrangente e sistemático sobre a situação dos usos insignificantes e dos registros nos diversos órgãos oficiais, nem se os dados disponíveis são representativos da realidade atual e se sua qualidade é adequada segundo critérios e padrões técnicos requeridos. Por isso mesmo, um importante passo inicial será o levantamento das bases de dados e estudos existentes e o elenco de sugestões para seu aprimoramento futuro.

Pela pequena monta em termos quantitativos e por questões de ordem socioeconômica, é bem provável que parte dos usuários que se enquadre na categoria de usos insignificantes esteja fora dos registros dos órgãos oficiais.

Outra questão que se apresenta são as eventuais diferenças ou diversidades, regionais ou locais, dentro da bacia do rio Paraíba do Sul, correlacionando aspectos de natureza socioeconômica com recursos hídricos na avaliação dos usos insignificantes, como:

- áreas industrializadas x áreas não industrializadas;
- eixos das principais rodovias (notadamente BR-116) e ferrovias x outras áreas;
- área urbana x área rural;

- atividades associadas ao turismo e lazer, incluindo turismo rural / histórico, aquicultura e pesca para lazer, áreas com montanhas etc.;
- maiores aglomerações urbanas x pequenos núcleos urbanos;
- sazonalidades e eventos críticos (clima, disponibilidade hídrica etc.);
- realidade de distritos e bairros situados fora da sede de municípios;
- características e variações dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos disponíveis em diferentes partes da bacia;
- uso das águas subterrâneas e questões de proteção sanitária;
- uso de sistemas de saneamento *in situ* (fossas) e incremento de cargas poluidoras sobre aquíferos e mesmo nas águas superficiais interconectadas;
- impactos da ocupação e atividades antrópicas nos recursos hídricos, seja em quantidade, seja em qualidade;
- variações de perfil de usuários de água em diferentes partes da bacia;
- variações das características socioeconômicas e de uso do solo em relação aos aspectos observados anteriormente; entre outros.

Estes aspectos já foram objeto de diversos Planos, como os de recursos hídricos (Plano de Recursos Hídricos das bacias do Rio Paraíba do Sul 2007-2010 – elaborado pela COPPETEC; Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, em elaboração pela COHIDRO; Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – em elaboração pela COPPETEC; entre outros), mas não abordando especificamente os usos insignificantes, os quais demandarão uma análise mais detalhada e local – tal qual proposto para este estudo - , mas sem perder de vista o contexto geral da bacia do rio Paraíba do Sul.

Além dos aspectos e abordagens técnicos, há de se considerar ainda uma dimensão mais “humana” na análise e avaliação dos usos insignificantes. Neste sentido, GAMA (2011), em estudo sobre o aperfeiçoamento de métodos de cobrança dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul, observa que “dado que as óticas da racionalidade econômica e da arrecadação financeira não conseguem sustentar a coerência da redefinição dos usos insignificantes, cabe a busca de outros conceitos para fazê-lo. Estes conceitos poderão ser encontrados na ótica humana: que volume de água, devido à sua essencialidade para atender as necessidades básicas do ser humano deve ser considerado insignificante, e por

isto ser dispensado da outorga (mas não do registro) e, consequentemente, não cabendo a sua cobrança?"

GAMA (2011) observa ainda que a análise de uso insignificante "não pode ser dissociada do tipo de uso, e do suprimento das atividades básicas de subsistência de seu usuário e núcleo familiar. Cabe, portanto, a proposta: a redefinição do uso insignificante da água, e que independe de outorga e, por isto, não será cobrado, é uma questão social, não hidrológica; uso insignificante é aquele uso que supre as necessidades básicas de subsistência do núcleo familiar e que dependerá do tipo de uso de água, dos custos que incidem sobre o usuário, e da receita que obtém, fixada pelas leis de mercado. Esta deve ser a questão a ser respondida, na redefinição do uso insignificante, e que somente poderá ser respondida analisando cada caso".

Deve-se observar que o sucesso deste estudo estará atrelado não somente a sua boa execução pela contratada, mas também à qualidade e representatividade dos dados e informações obtidos e o acesso aos mesmos. Sua realização criteriosa significará avanço no conhecimento deste setor carente de dados e informações, e a eventual verificação de diversidades dentro da bacia do rio Paraíba do Sul.

6.5.3 Objetivos E Premissas Do Estudo Proposto

O estudo terá por objetivo avaliar a situação atual e a proposição de eventuais patamares de redefinição dos usos insignificantes da água, considerando-se diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes, na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. As premissas iniciais a serem consideradas no estudo são aquelas abordadas, quanto aos usos insignificantes, nos Planos de Recursos Hídricos existentes ou em processo de elaboração na bacia do rio Paraíba do Sul, e nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos (SP, MG e RJ); nos estudos sobre outorga e cobrança pelo uso da água, bem como outros que abordem a questão dos usos insignificantes; os conceitos e critérios existentes ou em discussão pelos órgãos outorgantes (ANA, DAEE, IGAM e INEA); estudos disponíveis na literatura especializada nacional e internacional; e a caracterização atual, socioeconômica, de uso do solo e dos recursos hídricos da bacia. Também se deve levar em consideração uma ponderação sobre a "dimensão humana" atrelada aos usos considerados insignificantes, à luz do que está abordado por GAMA (2011) para a bacia do rio Paraíba do Sul.

6.5.4 Área de Abrangência

A área de abrangência será a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, em seus trechos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, totalizando 61.307 km^2 – **Figura 6.1**.

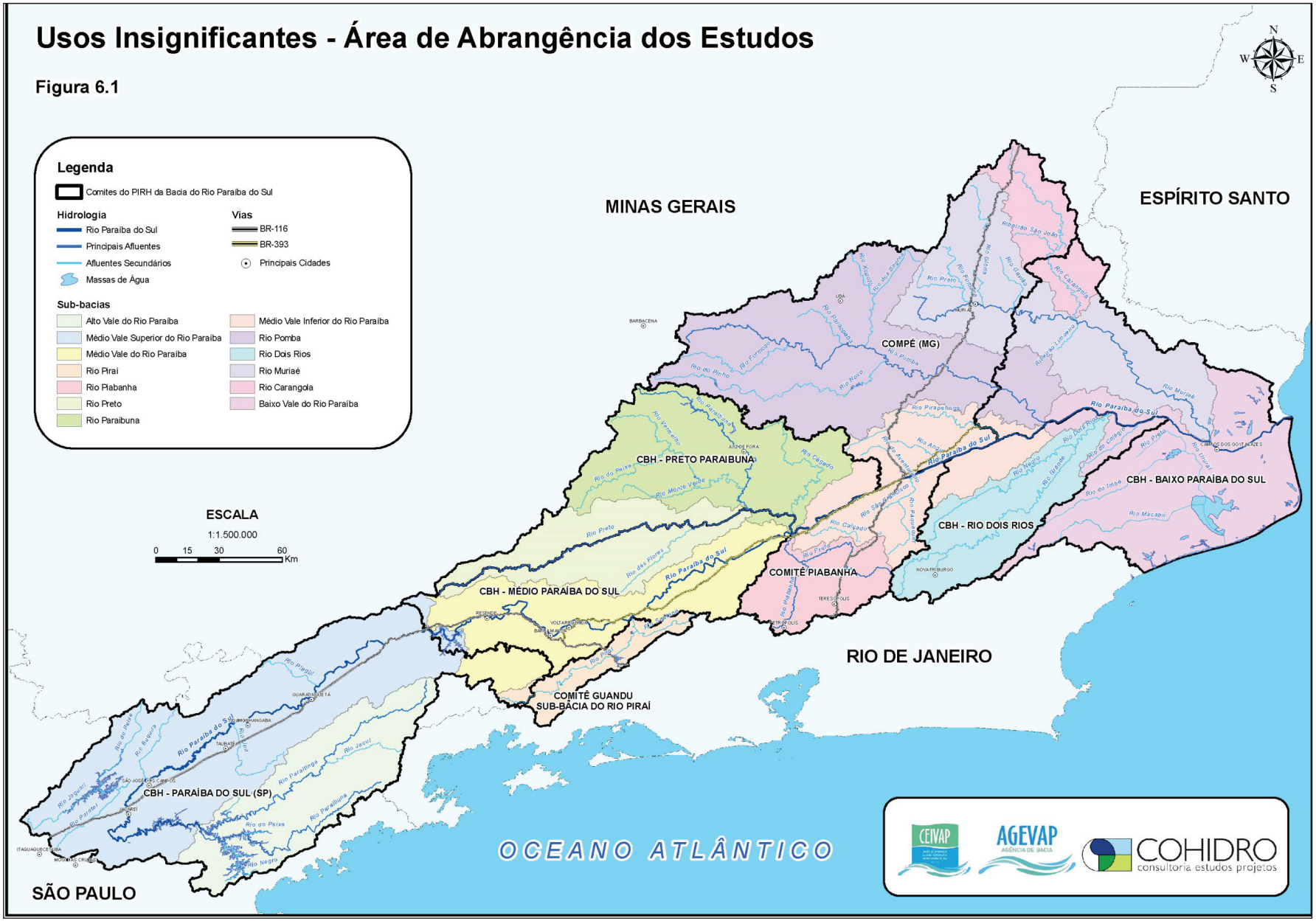


Figura 6.1 Área de Abrangência dos Estudos – Bacia do rio Paraíba do Sul

6.5.5 Síntese dos Critérios dos Órgãos Outorgantes

São apresentados a seguir os conceitos, discussões e critérios considerados pelos diversos órgãos outorgantes, sejam aqueles estaduais (IGAM-MG, DAEE-SP e INEA-RJ), sejam de domínio federal (ANA).

Estado de Minas Gerais

Em Minas Gerais, a outorga para uso das águas de domínio estadual é emitida pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

A Lei Estadual nº 13.199/1999 estabelece, em seu Art. 18, que independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento, o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, bem como as acumulações, as derivações, as captações e os lançamentos considerados insignificantes.

Segundo a Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de junho de 2004, que define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais, são considerados como usos insignificantes:

- as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrição Hidrográfica do Estado de Minas Gerais, exceto para as Unidades SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MU1, Rio Jucuruçu e Rio Itanhaém, as quais apresentam valor diferente, onde a vazão máxima permitida é de 0,5 litro/ segundo (Paraíba do Sul atende ao critério de 1L/s);

- as acumulações superficiais com volume de até 5000 m^3 para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrição Hidrográficas do Estado de Minas Gerais, exceto para as unidades SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MU1, Rio Jucuruçu e Rio Itanhaém, para as quais o volume máximo permitido é de 3000 m^3 (Paraíba do Sul atende ao critério de 5000 m^3);

- as captações subterrâneas, tais como poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m^3/dia para todo estado.

Em 17 de agosto de 2010 foi publicada a Deliberação Normativa CERH-MG nº 34/2010, considerando critérios adicionais para usos insignificantes da água. No Art. 1º da DN CERH-

MG no 34/2010, está estabelecido que as captações de águas subterrâneas em poços tubulares, em área rural, menores ou iguais a 14.000 litros/dia, por propriedade, serão consideradas como usos insignificantes nos municípios localizados nas Unidades SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1 e MU1 ou nas bacias dos rios do Jucuruçu e Itanhém (não é o caso do Paraíba do Sul, que atende ao critério de 10 m^3/dia).

Os usuários que fizerem utilização de recursos hídricos considerados insignificantes e não sujeitos a outorga ficam obrigados a requerer junto ao IGAM o Cadastro de Uso Insignificante.

Estado de São Paulo

Em São Paulo, a outorga para uso das águas de domínio estadual é emitida pelo Departamento de Água e Energia Elétrica - DAEE.

Segundo o Art. 2º da Portaria DAEE nº 2.292 de 14/12/2006, reti-ratificada em 03/08/2012, ficam sujeitos à análise do DAEE, para serem considerados isentos de Outorga de Recursos Hídrico:

- Os usos de recursos hídricos destinados às necessidades domésticas de propriedades e de pequenos núcleos populacionais localizados no meio rural; e
- As acumulações de volumes de água, as vazões derivadas, captadas e os lançamentos de efluentes que, isoladamente ou em conjunto, por seu pequeno impacto na quantidade de água dos corpos hídricos, possam ser considerados insignificantes.

Segundo a mesma Portaria, em seus Artigos 3º e 4º, são:

- volume de extração de águas subterrâneas, derivações ou captação de águas superficiais, bem como os lançamentos de efluentes em corpos d'água seja inferior ao volume de 5 m^3/dia, isoladamente ou em conjunto;
- nos casos de vários usos em um mesmo empreendimento, o valor corresponderá à: I – somatória dos usos de mesmo tipo localizados em um mesmo curso d'água superficial; e II – somatória das extrações de águas subterrâneas em um mesmo aquífero;

- em relação às acumulações, são consideradas insignificantes: I - aquelas em tanques decorrentes de escavação em várzea, com volume de até 5.000 m^3; e II - aquelas formadas por barramentos, com volume de até 3.000 m^3.

Cabe ressaltar que no caso de várias acumulações em um mesmo empreendimento, o valor estipulado corresponde à somatória dos volumes, por tipo de interferência, localizados em um mesmo corpo de água.

Os usuários que fizerem utilização de recursos hídricos considerados insignificantes e não sujeitos a Outorga ficam obrigados a requer ao DAEE a dispensa e o cadastramento de acordo com o Anexo I da Portaria DAEE nº 2.292.

Estado do Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro, a outorga para uso das águas de domínio estadual é emitida pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA.

De acordo com as Leis Estaduais 4247/2003 e 5234/2008, do Estado do Rio de Janeiro, são considerados limites insignificantes, para fins de outorga e cobrança:

- As derivações e captação para usos com vazões de até 0,4 (quatro décimos) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes e volume máximo diário de 34.560 (trinta e quatro mil, quinhentos e sessenta) litros.

- As extrações de água subterrânea inferiores ao volume diário equivalente a 5.000 (cinco mil) litros e respectivos efluentes, salvo se tratar de produtor rural, caso em que se mantém os mesmo limites discriminados para as derivações e captações.

- Os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas, com potência instalada de até 1 MW (um megawatt).

Cabe observar que independem de outorga pelo poder público, o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, ou de caráter individual, para atender às necessidades básicas da vida, distribuídos no meio rural e urbano. E também vale ressaltar que os pedidos para aproveitamentos referentes a energia hidráulica com potência igual ou inferior a 1 MW, somente serão autuados mediante verificação do registro emitido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Domínio federal - ANA – Minuta de Resolução Interna

No caso da ANA, há uma Nota Técnica (Nota Técnica no 13/2012/SRE-ANA) e uma minuta de Resolução interna que "Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes, acumulações e outras interferências em corpos de água de domínio da União que independem de outorga, que não estão sujeitos à outorga e dá outras providências".

Esta minuta aperfeiçoa a regulamentação atual sobre usos que independem de outorga e usos não sujeitos a outorga, para os corpos d'água de domínio federal (Art. 6º da Resolução ANA 707, de 21/12/2004), definindo novos limites para os usos que independem de outorga - na Tabela 1 de seu Anexo 1, em que considera, no caso do Paraíba do Sul, o que for definido pelo CNRH para captação ou derivação máxima de água; lançamento máximo de carga orgânica de 15,0 kg/dia ($DBO_{5,20}$); e de lançamento máximo de efluentes com temperatura superior à do corpo hídrico (e inferiores a 40°C) de 850m^{3}/dia.

Além disso, também estabelece, como independentes de outorga, as derivações, captações e lançamentos destinados a usos temporários, mediante fundamentação técnica. Mantém a obrigatoriedade de registro no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH, a qual já consta da Resolução ANA nº 317/2003, com o acréscimo da exigência de que haja um processo de validação das informações no CNARH para que a regularização seja efetivada, mediante emissão de documento de comprovação.

Minuta de Resolução - CNRH

Existe também uma minuta de resolução no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, em discussão em sua Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras (CTPOAR), de 2012, que "dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes, acumulações e outras interferências em corpos de água que independem de outorga", considerando-os usos insignificantes.

Em seu Art. 2º, observa que "são considerados usos independentes de outorga pelo Poder Público:

I. As derivações e captações em corpos de águas superficiais, por usuário em um mesmo corpo de água, para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, cujas vazões captadas sejam iguais ou inferiores a 1,5 L/s.

II. As derivações e captações em corpos de águas superficiais com vazão de referência até 300L/s, por usuário em um mesmo corpo de água, cujas vazões captadas sejam iguais ou inferiores a 1,5 L/s, limitadas a um volume máximo diário de 43.200 L.

III. As derivações e captações em corpos de águas superficiais com vazão de referência superior a 300L/s, por usuário em um mesmo corpo de água, cujas vazões captadas sejam iguais ou inferiores a 2,5 L/s, limitadas a um volume máximo diário de 72.000 L.

IV. IV - As acumulações superficiais, em tanques decorrentes de escavação em várzea, com volume máximo de 5.000 m3 e as acumulações superficiais formadas por barramentos, por usuário em um mesmo corpo de água, com volume de até 10.000 m3, desde que respeitados os valores estabelecidos nos incisos II ou III.

V. Os lançamentos de efluentes para diluição de efluentes domésticos em corpos de água superficiais, por usuário em um mesmo corpo de água, cujas concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio sejam iguais ou inferiores aos valores de referência estabelecidos para as respectivas classes de enquadramento dos corpos receptores, em consonância legislação vigente;

VI. Os lançamentos de efluentes para diluição de carga poluente não domésticas, em corpos de água superficiais, por usuário em um mesmo corpo de água, cujas concentrações do parâmetro de referencia sejam iguais ou inferiores aos valores de referência estabelecidos para as respectivas classes de enquadramento dos corpos receptores, em consonância legislação vigente;

VII. os usos itinerantes, referentes a captações esporádicas realizadas durante o período máximo de 30 dias.

VIII. As extrações de águas subterrâneas, por usuário em um mesmo corpo de água, que não ultrapassem a vazão de até 5 m3/dia, isoladamente ou em conjunto".

Em seu Art. 5º, observa que "as definições de usos insignificantes propostas pelos comitês de bacia hidrográfica e aprovadas pelo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, prevalecerão sobre os valores definidos no Art. 2º desta resolução, em suas respectivas áreas de atuação".

Condições Gerais

A não obrigatoriedade de outorga, pelas retiradas ou lançamentos de pequenas vazões e as pequenas acumulações de água considerados insignificantes, não desobriga o poder público de inspecionar e fiscalizar tais usos, sendo os mesmos passíveis de cadastramento ou registro. Também não isenta os usuários (de usos considerados insignificantes) do atendimento de normas, leis, deliberações ou determinações vigentes. Na prática, ações de gestão junto a estes usuários, como capacitação, educação ambiental e aprimoramento técnico-científico podem trazer resultados bastante interessantes à preservação ou recuperação, em quantidade e qualidade, dos recursos hídricos disponíveis.

Deve-se observar que no caso das águas subterrâneas, pela legislação vigente, a outorga pelo uso da água e os eventuais cadastros dos usos insignificantes serão pelos órgãos estaduais, dada a dominialidade destas águas estarem atreladas a cada unidade da federação, independentemente à extensão e características dos aquíferos. Neste caso, a gestão integrada de aquíferos pode ser uma ferramenta complementar muito útil, na soma de informações interestaduais.

Por fim, devem ser considerados ainda as discussões, deliberações e estudos já efetuados, em execução ou propostos no âmbito dos diversos comitês de bacia que fazem parte do sistema de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, bem como pela ANA e pelos órgãos de estados que fazem parte desta bacia.

6.5.6 Peculiaridades sobre a Temática dos Usos Insignificantes

Conforme exposto anteriormente, há a necessidade destes usos insignificantes ou não sujeitos à outorga de serem registrados, mediante um cadastro simplificado, para conhecimento do órgão outorgante. Além dos eventuais impactos negativos na qualidade das águas, tais usos podem ter papel nos balanços hídricos da bacia, uma vez que um grande número desses usos poderá resultar em um uso significativo de água.

GAMA (2011), em estudo sobre o aperfeiçoamento de métodos de cobrança dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul, pondera a questão dos usos insignificantes sob duas óticas:

- Racionalidade econômica: dado que um grande número de pequenos usuários insignificantes resulte em um uso significativo, que afetará os recursos hídricos, a introdução da cobrança pelos usos de água seria um modo de induzir a racionalidade de uso e, portanto, em um melhor gerenciamento de recursos hídricos.

- Arrecadação financeira: como um grande número de pequenos usos pode na soma se tornar significativo, um grande número de pequenos faturamentos poderá resultar em uma arrecadação com alguma relevância.

Com bases em alguns dados disponíveis, GAMA (2011) analisa a realidade dos usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul segundo estas óticas:

- Analisando inicialmente a ótica da racionalidade econômica, subsídios importantes podem ser obtidos na Nota Técnica nº 165/GEREG/SOF-ANA de 6 de junho de 2008, cujo tema é “Outorga dos usuários de água da bacia do rio Paraíba do Sul

cadastrados no CNARH". Esta NT apresenta estimativas de usos e de disponibilidades de água, e realiza balanços hídricos em quantidade e em qualidade da bacia do rio Paraíba. Conclui que, do ponto de vista quantitativo, o balanço hídrico é sempre positivo e que as demandas de outorga de quantidades de água poderiam ser atendidas sem maiores restrições. Porém, o balanço hídrico qualitativo mostra diversos trechos comprometidos.

- Destacam-se como causadores dos problemas de qualidade de água na bacia oito municipalidades, com seus correspondentes departamentos ou serviços autônomos de água e esgotos, e cinco indústrias com usos de água que ultrapassariam as vazões de diluição de 10 m^3/s, e mais uma indústria cujos despejos afetam a qualidade de água já comprometida de um curso de água. Conclui que os problemas de quantidade de água na bacia são gerenciáveis; e os de qualidade podem ser gerenciados pelo tratamento dos efluentes de grandes usuários de água. E, portanto, sobre a ótica da racionalidade econômica induzida pela cobrança pelo uso da água, não será imputando-a sobre usos ora considerados insignificantes que os problemas qualitativos serão solucionados. Ao contrário, o aumento da cobrança aos grandes usuários, ou a redução dos abatimentos nos valores cobrados, seria a forma mais efetiva de resolver tais problemas. Ademais, pode-se pensar em promover a racionalidade no uso de água por parte de usuários insignificantes por meio de campanhas de esclarecimento, educação de base, e outras atividades que, por sinal já são razoavelmente amparadas na bacia, inclusive com apoio dos recursos obtidos pela cobrança pelos usos de água.

- Sob a ótica arrecadatória, cabe questionar a coerência de se buscar o aumento de arrecadação junto aos usos insignificantes, e se haverá efetividade, dada a possível inadimplência, dificuldades de controle e custos de faturamento. Ou seja, também sob esta ótica, a definição, ou redefinição de usos insignificantes não se sustenta.

Dado que as óticas da racionalidade econômica e da arrecadação financeira não conseguem sustentar a coerência da redefinição dos usos insignificantes, GAMA (2011) sugere a busca de outros conceitos para fazê-lo, sob a ótica humana: "que volume de água, devido à sua essencialidade para atender as necessidades básicas do ser humano deve ser considerado insignificante, e por isto ser dispensado da outorga (mas não do registro) e, consequentemente, não cabendo a sua cobrança?"

Do ponto de vista legal e dos tipos de uso da água, GAMA (2011) observa:

- A Lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos traz em suas orientações relacionadas às outorgas o conceito de que “Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento: I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes (Art. 12, § I)”. Portanto, seja por ser insignificante, algo a ser definido em regulamento, seja por atender “a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural”, o uso de água para abastecimento público rural entra nessa classe.

- O abastecimento público no meio urbano, obviamente, não pode por sua dimensão ser considerado uso insignificante, embora a mesma política o considere prioritário (seja urbano ou rural), em situações de escassez, juntamente com a dessedentação animal: “em situações de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais” (Art. 1, § III).

- O uso industrial da água, como regra, também não costuma ser insignificante. Quando o é, pertence a pequenas indústrias situadas nas zonas urbanas, que se suprem dos sistemas de abastecimento público de água e de esgotamento sanitário. Portanto, é um uso não individualizado, visto que cabe à empresa de saneamento solicitar a outorga, de quantidades não insignificantes.

- Por essas razões, conclui-se que é no meio rural, e geralmente nas atividades agropecuárias que deve ser buscada a linha divisória entre o que é uso insignificante ou não. Novamente buscando introduzir a dimensão humana no raciocínio, cabe a consideração da questão: qual a quantidade de água que um indivíduo, ou um núcleo de indivíduos, no meio rural, teriam direito de dispor, por sua essencialidade na sustentação de suas vidas, em um nível adequado de subsistência? E por ser essencial, não caberiam restrições de outorga e tão pouco a incidência de cobrança por esse uso de água?

Quanto à realidade na bacia do rio Paraíba do Sul, GAMA (2011) observa: “considerando que na bacia do Paraíba do Sul, a captação de água para irrigação por aspersão da cana de açúcar demanda 4.500 m^3/ha/ano e que tenha um rendimento de 50 t/ha e o preço seja da ordem de R$ 40/t, haverá uma receita líquida de R$ 2.000/ha. Como a irrigação ocorrerá em uma taxa máxima de 0,5 l/s/ha, a partir de 2 hectares o pequeno irrigante entrará na faixa de

uso maior que 1 l/s, considerada atualmente não insignificante. Porém, cabe considerar se uma receita bruta de R$ 2.000/ha, supondo 3 cortes por ano, ou seja, R$ 6.000/ano, seria suficiente para atender às suas necessidades básicas de subsistência e de sua família. Dependerá, obviamente, a margem que obtém com a comercialização de seu produto, após o pagamento dos custos diversos".

GAMA (2011) conclui que "a proposta de uso insignificante não pode ser dissociada do tipo de uso, e do suprimento das atividades básicas de subsistência de seu usuário e núcleo familiar. Cabe, portanto, a proposta: a redefinição do uso insignificante da água, e que independe de outorga e, por isto, não será cobrado, é uma questão social, não hidrológica; uso insignificante é aquele uso que supre as necessidades básicas de subsistência do núcleo familiar e que dependerá do tipo de uso de água, dos custos que incidem sobre o usuário, e da receita que obtém, fixada pelas leis de mercado. Esta deve ser a questão a ser respondida, na redefinição do uso insignificante, e que somente poderá ser respondida analisando cada caso".

6.5.7 Etapas Previstas do Estudo

Estão previstas as seguintes Etapas para o estudo:

- Etapa 1: Detalhamento do Plano de Trabalho e Síntese Bibliográfica inicial;
- Etapa 2: Caracterização da situação atual do nível de conhecimento sobre usos insignificantes na área de abrangência e seleção de áreas para estudos-teste;
- Etapa 3: Execução de levantamento de dados, informações e diagnóstico dos usos insignificantes nas áreas selecionadas; verificação de eventuais variações regionais ou locais;
- Etapa 4: Execução de etapa participativa, com consultas junto aos Comitês de bacias, órgãos outorgantes e representantes de usuários;
- Etapa 5: Elaboração de Relatório Técnico Final.

<u>Descrição da Etapa 1</u>

A Etapa 1, a ser executada em um mês, incluirá o detalhamento do Plano de Trabalho e uma síntese bibliográfica inicial.

O Plano de Trabalho deverá detalhar o que será efetuado em cada uma das Etapas seguintes (notadamente as Etapas 2 a 4), incluindo elenco de atividades (escritório, campo, eventos e contatos) e as especificidades de cada uma, e produtos a serem apresentados.

A síntese bibliográfica inicial deverá incluir conceitos, estudos de caso, normas, legislações, deliberações e demais documentos, técnico-científicos e/ou legais sobre usos insignificantes, a partir de buscas e síntese na forma de texto, das literaturas internacional e nacional, além de buscas e contatos junto aos órgãos outorgantes (ANA-federal, INEA-RJ, DAEE-SP e IGAM-MG), estudos efetuados por instituições de ensino e pesquisa e para os comitês de bacia e estados que fazem parte da bacia do rio Paraíba do Sul.

O produto desta etapa será um relatório técnico (RT1).

Descrição da Etapa 2

A Etapa 2, a ser executada em três meses, incluirá a caracterização da situação atual do nível de conhecimento sobre usos insignificantes na área de abrangência e seleção de áreas para estudos-teste.

Na execução desta Etapa, deverão ser obtidas inicialmente todas as bases de dados existentes sobre registros, cadastros ou equivalentes de usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul (órgãos outorgantes - ANA-federal, INEA-RJ, DAEE-SP e IGAM-MG; estudos para comitês de bacia; estudos e pesquisas de universidades; levantamentos efetuados por sindicatos patronais ou grupos setoriais etc.), incluindo captações superficiais e subterrâneas e pontos de lançamento, sejam superficiais, sejam sobre o solo ou através de fossas. Estes levantamentos deverão ser organizados, sistematizados e interpretados, avaliando-se inclusive sua representatividade e rigor técnico dos dados/informações, e propondo-se sugestões para seu aprimoramento futuro.

O entendimento e a análise da situação atual dos usos insignificantes na área de abrangência do estudo deverão levar em consideração a existência, à luz dos dados e estudos disponíveis, de eventuais diferenças ou diversidades, regionais ou locais, correlacionando aspectos de natureza socioeconômica, uso do solo e recursos hídricos, e considerando-se as ponderações de GAMA (2011), e não apenas critérios de ordem hidrológica, demandas x disponibilidade hídrica e dados ou indicadores de qualidade das águas.

Nesta análise, deverão ser consideradas eventuais variações, ao longo da área de abrangência, das seguintes características: áreas industrializadas x áreas não industrializadas; eixos das principais rodovias (notadamente BR-116) e ferrovias x outras áreas com menor densidade de vias de transporte; área urbana x área rural; atividades associadas ao turismo e lazer, incluindo turismo rural / histórico, aquicultura e pesca para lazer, áreas com montanhas etc.; maiores aglomerações urbanas x pequenos núcleos urbanos; sazonalidades e eventos críticos (clima, disponibilidade hídrica etc.); realidade de distritos e bairros situados fora da sede de municípios; características e variações dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos disponíveis em diferentes partes da bacia; uso das águas subterrâneas e questões de proteção sanitária; uso de sistemas de saneamento *in situ* (fossas) e incremento de cargas poluidoras sobre aquíferos e mesmo águas superficiais associadas; impactos da ocupação e atividades antrópicas nos recursos hídricos, seja em quantidade, seja em qualidade; variações de perfil de usuários de água em diferentes partes da bacia; variações das características socioeconômicas e de uso do solo em relação aos aspectos observados anteriormente; entre outros.

A partir da sistematização e interpretação dos dados e informações obtidos, deverá ser elaborado um diagnóstico inicial, com caracterização da situação atual do nível de conhecimento sobre usos insignificantes na área total de abrangência. E com base nas variações dos itens e aspectos anteriormente observados, deverão ser sugeridas algumas áreas para estudos-teste mais detalhados, a serem efetuados na Etapa 3. O número final de áreas e quais serão efetivamente selecionadas deverá passar pelo crivo prévio (aprovação) da contratante.

O produto desta etapa será um relatório técnico (RT2), com caracterização da situação atual do nível de conhecimento sobre usos insignificantes na área total de abrangência (bacia do rio Paraíba do Sul) e proposição de áreas para estudos-teste (com apresentação de justificativas circunstanciadas para sua seleção).

Descrição da Etapa 3

A Etapa 3, a ser executada em três meses, incluirá o levantamento de dados e informações primários (e secundários complementares), e diagnóstico dos usos insignificantes nas áreas selecionadas na Etapa 2, dando um realismo maior em relação à abordagem apenas com dados secundários disponíveis e considerando-se eventuais diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes, na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Esta etapa deverá ter como ponto de partida os levantamentos efetuados nas Etapas 1 (síntese bibliográfica) e 2 (caracterização da situação atual), mas com ênfase às áreas selecionadas na Etapa 2.

Entende-se por dados secundários complementares aqueles que serão obtidos junto a agentes regionais ou locais dentro da abrangência das áreas selecionadas, bem como eventuais complementos ou atualizações em relação ao conjunto de dados obtidos até a Etapa 2. Já os levantamentos primários serão em caráter piloto, dentro das áreas selecionadas, incluindo captações superficiais e subterrâneas e pontos de lançamento, sejam superficiais, sejam sobre o solo ou através de fossas. Também deverão ser observados aspectos do uso do solo, atividades socioeconômicas associadas aos usos insignificantes e peculiaridades regionais, locais, setoriais e/ou socioculturais, visando a uma caracterização mais realista da situação atual dos usos insignificantes.

O produto desta etapa será um relatório técnico (RT3), do levantamento de dados e informações e diagnóstico dos usos insignificantes nas áreas selecionadas e verificação de eventuais variações regionais ou locais. Deve-se enfatizar a relevância deste produto, no sentido de um maior realismo ao nível atual de conhecimento sobre os usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul.

Descrição da Etapa 4

A Etapa 4, a ser executada em um mês, será de caráter consultivo e participativo, através de eventos junto a atores sociais envolvidos na questão dos usos insignificantes.

Deverão ser realizados pelo menos três eventos:

- um com participação dos órgãos outorgantes (ANA-federal, INEA-RJ, DAEE-SP e IGAM-MG), para diálogo e aferições entre os critérios adotados por estes órgãos e a realidade retratada nos levantamentos efetuados nas Etapas 2 e 3;

- um com representantes de usuários de água, notadamente aqueles considerados de usos insignificantes e ainda aqueles cujas características (em relação à quantidade usada ou armazenada de água, ou aos impactos na qualidade das águas pelos seus lançamentos) estejam indefinidas ou próximas aos limiares observados nas normas, legislações e/ou critérios vigentes;

- um com comitês das bacias do rio Paraíba do Sul, visando a um balizamento do todo, após as abordagens mais locais (Etapa 3) e encontro com representantes de usuários e órgãos outorgantes.

A contratada para os estudos deverá organizar estes eventos com a devida antecedência, sugerindo-se a realização das seguintes atividades, para cada evento: apresentações iniciais (resultados obtidos nas Etapas 1 a 3 pela contratada e considerações gerais pelos representantes dos participantes de cada evento), seguidos de oficina(s) de trabalho (com representantes da contratada como facilitadores) e fechamento com apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos participantes. Estes resultados deverão ser considerados pela contratada no elenco de proposições e recomendações técnicas a serem detalhadas na Etapa 5.

O produto desta etapa será um relatório técnico (RT4), com descritivo de cada evento e resultados obtidos.

Descrição da Etapa 5

A Etapa 5, a ser efetuada em um mês, será da redação do Relatório Técnico Final (RT5), com apresentação, na íntegra, dos resultados obtidos nas Etapas 1 a 4, e consistidos neste Relatório Final, com ênfase a conclusões obtidas e elenco detalhado de propostas e recomendações sobre a temática dos usos insignificantes na bacia do rio Paraíba do Sul, e à avaliação e eventual proposição de patamares de redefinição dos usos insignificantes da água, considerando-se diversidades regionais quanto à disponibilidade hídrica, à sazonalidade e os usos e usuários existentes, na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

6.5.8 Cronograma dos Trabalhos

O estudo será realizado em nove meses, conforme cronograma físico do **Quadro 6.1**.

Quadro 6.1 Cronograma físico de execução do estudo

Etapa	Descrição	Produto	Mês								
	Detalhamento do Plano de Trabalho e Síntese bibliográfica inicial	RT1									
	Caracterização da situação atual do nível de conhecimento sobre usos insignificantes na área de abrangência e seleção de áreas para estudos-teste	RT2									
	Execução de levantamento de dados e informações e diagnóstico dos usos insignificantes nas áreas selecionadas e verificação de eventuais variações regionais ou locais	RT3									
	Execução de etapa participativa, com consultas a Comitês de bacias, órgãos outorgantes e de usuários de água	RT4									
	Elaboração de Relatório Final	RT5									

Os produtos a serem apresentados, na forma de relatórios técnicos (RT-1 a RT-5) deverão obedecer às regras vigentes para confecção de relatórios técnicos por parte da contratante. Serão sempre apresentados na forma de minuta (em uma via impressa e cinco digitais em CD ou DVD), a serem avaliados pela contratante. A contratante poderá aprová-los ou reprová-los e ainda poderá solicitar complementações ou ajustes, com base no que estiver no Termo de Referência e no contrato (entre a contratada e contratante). Os produtos finais, devidamente revisados e aprovados pela contratante, deverão ser apresentados nas formas impressa (duas vias) e digital (em cinco vias em CD ou DVD).

6.5.9 Equipe Técnica da Presente Consultoria

Os trabalhos da presente consultoria foram executados pela empresa AlphaSigma Consultoria, com participação do Eng. Dr. Antonio Eduardo Lanna (CREA-RS 6.673 e RNP 2206411024) e do Geól. Dr. André Luiz Bonacin Silva (CREA-SP 5060931217), responsáveis técnicos pela sua execução.

7 MACRÓFITAS

7.1 INTRODUÇÃO

No ano de 2011 a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, divulgou o Ato Convocatório nº 009/2011 para contratação de estudos que permitisseme identificar, localizar e quantificar as causas da proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas, ao longo da calha do Rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e alguns afluentes. A empresa Tecnogeo, foi então contratada em 23/09/2011 para elaborar o referido estudo, apresentando 4 relatórios até Julho de 2012. Nestes relatórios as plantas aquáticas são descritas como importantes componentes de lagos, rios, reservatórios e outros corpos d'água, pois constituem significativa parcela do estoque de energia e matéria do primeiro nível trófico da rede alimentar, constituindo fonte de alimento aos peixes, aves e mamíferos além de proporcionar abrigo para desova e proteção das fases jovens de organismos aquáticos. Promovem a heterogeneidade espacial e a diversificação de habitats, servindo inclusive de substrato, possibilitando uma maior biodiversidade local, além de favorecerem a estabilização de sedimentos e a liberação de nutrientes (por morte ou excreção). Segundo Junk (1980), tem papel fundamental na transferência de nutrientes entre a fase aquática e terrestre. A seguir apresenta-se uma compilação dos relatórios da Tecnogeo.

7.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Plantas aquáticas (ou hidrófitas) são aquelas capazes de resistir à submersão permanente ou periódica ao menos de seu sistema radicular.

Algumas noções básicas sobre plantas aquáticas podem ser encontradas em livros-texto (Esteves, 1998; Wetzel,1983).

Macrófitas aquáticas são definidas como plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Podem ser consideradas plantas que vivem na água ou sobre a água, ou ainda, plantas de margem que têm relação com água em abundância. Outra definição considera estes organismos como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente (ou por diversos meses) total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra. São caracterizadas como vegetais que durante sua evolução retornaram do ambiente terrestre para o aquático, apresentando várias características de vegetais terrestres, como a presença de cutícula (embora fina) e de estômato (não funcionais, na maioria das espécies).

Em geral, as macrófitas aquáticas são fanerógamas e pertencem ao grupo das plantas superiores vascularizadas. É usual, contudo, incluir entre as hidrófitas espécies de macroalgas, pteridófitas e briófitas.

Principais benefícios das plantas aquáticas:

- Proporcionam locais para reprodução;
- Constituem alimentação de pequenos mamíferos, peixes e aves;
- reduzindo a entrada de sedimentos, nutrientes e substancias toxicas para os sistemas aquáticos;
- Mitigam o impacto da chuva no solo e retardam a intensidade do fluxo da agua diminuindo a transferência de sedimento e a erosão de solos superficiais;
- Favorecem a oxigenação da água circundante, no caso de submersas;
- Estocam nutrientes tanto para a cadeia de herbívora quanto para a cadeia de detritos
- Podem ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade da água;
- Fornecem substrato para o estabelecimento da comunidade perifítica;

Principais problemas proporcionados pelas plantas aquáticas:

Os inúmeros benefícios proporcionados pelas plantas aquáticas se transformam em problemas quando estas deixam de coexistir em equilíbrio nos ecossistemas aquáticos. O desequilíbrio decorrente da poluição, mudança do regime hídrico de rios e lagos e/ou da falta de competidores, parasitas, predadores, ou simplesmente inimigos naturais, ou outras condições que alteram o ambiente aquático, promove um desenvolvimento excessivo das plantas aquáticas, com efeitos prejudiciais ao ambiente, à saúde humana e ao uso do corpo hídrico e da água.

O carreamento de fertilizantes, aplicados em áreas de atividade agrícola e agropecuária, para pequenos cursos d'água, riachos, lagos e reservatórios artificiais, além da descarga de efluentes residenciais e industriais, levam esses ambientes a uma condição de eutrofização (enriquecimento por nutrientes), provocando alterações físico-químicas que proporcionam e sustentam a produtividade da vegetação aquática, criam condições para posterior

deterioração da qualidade da água e iniciam uma sucessão na qual as plantas aquáticas competem pela dominância. Além da eutrofização do corpo hídrico, outros fatores são bastante importantes para o estabelecimento e crescimento das populações de macrófitas, podendo ser citadas: a introdução de plantas exóticas, a introdução de animais exóticos predadores de organismos herbívoros, as alterações das características do fluxo d'água e o desequilíbrio da rede trófica local favorecendo as macrófitas.

Nessas condições, determinadas espécies proliferam-se de maneira desordenada e desenvolvem grandes populações promovendo uma série de interferências na dinâmica do corpo hídrico e no uso múltiplo da água, incluindo:

- Alteração das características da água especialmente redução da disponibilidade de oxigênio dissolvido e o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Alteração das características de navegabilidade e de utilização do corpo hídrico para esportes náuticos;
- Prejuízos à produção de peixes e para a captura do pescado;
- Interferência na operação dos sistemas geradores de energia das usinas hidrelétricas, pela necessidade de remoção periódica de biomassa vegetal acumulada nas grades de proteção das tomadas d'água, redução da capacidade de armazenamento e da durabilidade de reservatórios;
- Redução do fluxo d'água e da vida útil de canais de irrigação e drenagem,
- Interferência na captação de água para irrigação e uso público;

7.3 CAUSA DE SUA PROLIFERAÇÃO

Foram considerados os seguintes temas sobre a causa da proliferação de plantas aquáticas no estudo desenvolvido pela Tecnogeo: características associadas à qualidade da água que determinam condições favoráveis à proliferação das plantas aquáticas (aspectos físicos e químicos); características do leito do rio que determinam condições favoráveis à proliferação das plantas aquáticas (aspectos sedimentológicos, físicos e químicos); características do corpo d´água que determinam condições favoráveis à proliferação das plantas aquáticas (profundidade, velocidade da água e outros); características da ecologia das plantas aquáticas (principalmente as macrófitas), incluindo 'ciclo de vida', associada ao sistema aquático e terrestre adjacente que determinam condições favoráveis para a sua proliferação

(reprodução, dispersão, entre outros); levantamentos de dados relativos ao monitoramento e controle efetuados por órgãos gestores, de saneamento ou empresas que operam reservatórios; identificação, localização e quantificação das principais fontes de poluição (pontuais ou difusas) relacionadas com a infestação; identificação e localização das fontes de sementes da(s) macrófita(s) (arrozais e outras áreas produtivas); tendências relativas ao avanço da infestação das macrófitas no rio Paraíba do Sul e projetos de remoção de macrófitas já executados ou em andamento. Além disso, foram também sintetizadas informações sobre medidas mitigadoras e de monitoramento já implementadas na bacia do Paraíba do Sul para controle de infestações de macrófitas aquáticas.

Segundo relatório de prognóstico – R4 Os principais fatores identificados como propiciadores do crescimento de plantas aquáticas foram – eutrofização (principalmente por fósforo) e mudança da hidrodinâmica (criação de reservatórios para geração de energia, “polders” para rizicultura e canais e diques), introdução de espécies exóticas (gramíneas usadas em pastagens e espécies de macrófitas originadas de aquários/pisciculturas), uso do solo em APPs.(agropecuária).

As áreas com maior número de colonizações ou colonizações mais expressivas em termos de área estimada (acima de 0,5 km^2) foram registradas:

- Na sub-bacia do Alto Vale do Paraíba foram mapeadas 20 colonizações, em braços e ou relacionadas ao complexo de reservatórios Paraibuna/Paraitinga e Santa Branca;

- Na sub-bacia do Rio Piraí foram mapeadas apenas duas colonizações, relacionadas aos reservatórios de Santana e Vigário. A colonização com maior área estimada nesta sub-bacia (1,566 km2) ocorreu no reservatório Santana no período seco de 2011;

- Na sub-bacia do rio Pomba o número de colonizações mapeadas foi relativamente baixo (cinco colonizações de macrófitas) porém destaca-se a extensa área estimada (2,523 km2) no reservatório Barra do Braúna, no período seco de 2011. Neste local predominam as espécies de macrófitas flutuantes Eichhorniacrassipes, Salvinia molesta e suas associações com Oxycaryumcubense;

- Na sub-bacia do rio Pomba o número de colonizações mapeadas foi relativamente baixo (cinco colonizações de macrófitas) porém destaca-se a extensa área estimada (2,523 km2) no reservatório Barra do Braúna, no período seco de 2011. Neste local

predominam as espécies de macrófitas flutuantes Eichhorniacrassipes, Salvinia molesta e suas associações com Oxycaryumcubense;

- Na sub-bacia do baixo Vale do Paraíba foram mapeadas 25 colonizações de macrófitas. As colonizações mapeadas, que ocorrem nas lagoas e canais, além de numerosas são extensas e mistas (com presença de numerosas espécies). Em alguns trechos foi observada, no entanto, dominância das espécies emergentes Typhadominguensis, Paspalumrepens, Oxycariumcubense, Eichhorniacrassipes, Eichhorniaazurea e das espécies submersas Potamogetonnatans e Egeria densa. As colonizações com maiores áreas estimadas ocorreram no Rio Ururaí/Lagoa Feia (2,733 km2, no período chuvoso de 2011), na Lagoa do Campelo (2,612km2, no período seco de 2004) e no Rio Macabu (1,083km2 no período seco de 2011).

A associação entre plantas flutuantes e plantas com crescimento epifítico é comum em reservatórios, especialmente envolvendo as flutuantes aguapé e salvínia como populações suporte e *Oxycaryumcubense*, *Paspalumrepens, Urochloasubquadripara, Polygonumlapathifolium e Caperoniapalustris,* como plantas de crescimento epifítico.

No trecho do Rio Paraíba do Sul que não está alagado por reservatórios (calha), os grandes problemas estão relacionados às colonizações mono-específicasdas áreas litorâneas com plantas exóticas invasoras, especialmente *Urochloasubquadripara, Hymenachneamplexicaulis*e*Echinochloapolystachya*. Áreas alagadas e várzeas anteriormente colonizadas por algumas espécies das famílias Cyperaceae (*Cyperus*spp, *Rynchospora*spp, *Kulingia*spp, *Eleocharis*spp), Onagraceae (*Ludwigia*spp), Polygonaceae (*Polygonum*spp), Pontederiacae (*Pontederia*spp, *Heteranthera*spp, *Eichhornia*spp,), Alistamataceae (*Sagittaria*spp) e outras, hoje estão completamente tomadas por *Urochloasubquadripara e U.mutica.*

7.4 QUANTIDADE EXISTENTE

Através de informações obtidas do caderno especial - Tema C: Colonização de Macrófitas, PSR-018-R0 do Plano de Recursos Hídricos referentes ao período 2007/2008.

Destacam-se como resultados finais:

- Foram localizadas 107 colonizações, sendo 20 na sub bacia do Alto Vale do Paraíba, 29 na sub bacia do Médio Vale Superior do Paraíba, 9 na sub-bacia do Médio Vale do Paraíba, 2 na sub-bacia do Rio Piraí, 4 na sub-bacia do Rio Paraibuna, 1 na sub-

bacia do Rio Piabanha, 5 na sub-bacia do rio Pomba, 2 na sub-bacia do Médio Vale Inferior do Paraíba, 1 na sub-bacia do Rio Dois Rios, 7 na sub-bacia do Rio Muriaé, 1 na sub-bacia do rio Carangola e 26 na sub bacia do Baixo Vale do Paraíba;

- As colonizaçõesmais extensas (com área acima de 0,5 km²) foram registradas:
  - na sub-bacia do Alto Vale do Paraíba (colonização 7, em braço do reservatório Paraibuna) –0,57 km² estação seca de 2004;
  - na sub-bacia do Médio Vale Superior do Paraíba – (colonização 21, no reservatório Jaguari) - 0,72 km² na estação seca de 2004, (colonização 29 no Rio Paraíba do Sul) – 0,90 km² na estação seca de 2004 e 0,62 km² na estação secade 2011,(colonização 31 no Rio Paraíba do Sul) – 1,06 km² e 0,83 km² na estação seca de 2011 e 2004 respectivamente e(colonização 47 no reservatório do Funil) – 0,63 km² em 2011, época seca;
  - na bacia do Rio Piraí2011, (colonização 58 no reservatório Santana) – 1,57 km², na estação seca de 2011, 0,59 km² na estação seca de 2004, 0,58 km² na estação chuvosa de 2011 e 0,53 km² na estação chuvosa de 2004;
  - na bacia do Rio Pomba em 2011 (colonização 77) – 2,52 km² período seco e 0,662 km² período chuvoso;
  - na bacia do Baixo Vale do Paraíba (colonização 85) – 1,08 km² e (colonização 88) – 0,75 km², ambas na estação seca de 2011, época chuvosa (colonização 89) – 0,580, (91) 0,624 km², 2011 época seca, e 2,733 km², 2011 época chuvosa, (107) – 0,956 km², 0,651 km² e 2,612 km², para 2011 período seco e chuvoso e 2004 período seco respectivamente;
- De maneira geral foram registradas colonizações mais extensas no período seco;
- No Alto Vale do Paraíba as colonizações foram relacionadas ao Reservatório Paraitinga/Paraibuna e ao uso do solo com pecuária, principalmente colonizações com dominância de gramíneas utilizadas para pastagem como *Urochloa subquadripara*.mas também de macrófitas flutuantes como *Salvinia*sp;
- No Médio Vale Superior do Paraíba ascolonizações foram relacionadas a características naturais da região (várzea - Vale do Paraíba Paulista), ao intenso uso dos corpos hídricos para captação de água e lançamento de carga orgânica

(estações de captação de água e de tratamento de esgoto das prefeituras e captações e lançamentos de indústrias) e ao uso do solo com agricultura, principalmente cultivo de arroz e mineração (cavas de areia). Nesta sub-bacia foram observadas colonizações com dominância de gramíneas (*Urochloa subquadripara*, *Paspalum repens*, *Leersia hexandra*, *Panicum repens* e *Echinochloa* spp) além de colonizações mistas de gramíneas com *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia*sp., *Oxycaryum cubense*, *Limnobium spongiae*;

- No Médio Vale Superior do Paraíba o reservatório do Funil destaca-se pela ocorrência frequente de florações de cianobactérias enquanto em geral a bacia do Paraíba do Sul apresenta problemas referentes a macrófitas aquáticas. Além do grau de eutrofização, características do reservatório e de sua operação favorecem a proliferação das cianobactérias no local;

- Na sub-bacia do Médio Vale do Paraíba as colonizações foram relacionadas a lançamentos de carga orgânica e ao uso do solo;

- Na sub-bacia do Rio Piraí as colonizações por plantas aquáticas foram relacionadas aos reservatórios de Santana, Vigário e Ribeirão das Lajes. O reservatório de Santana é muito assoreado e há densas colonizações de plantas de hábito emergente como *Sagittaria montavidensis*, *Alternanthera philoxeroides*;*Typha* spp.. No reservatório do Vigário, mais profundo, as maiores colonizações são de plantas flutuantes como *Salvinia molesta*,*Pistia stratiotes* e *Eichornia crassipes.* Em ambos os reservatórios ocorrem também colonizações de *Egeria densa;*

- Colonizações na sub-bacia do Rio Paraibuna foram relacionadas à represa Dr. João Penido em Juiz de Fora e ao reservatório Santa Fé e ao uso do solo com pecuária sem respeito a áreas de preservação permanente;

- Colonização na sub-bacia do rio Piabanha está relacionada ao uso do solo (agropecuária) em APPs e aos processos erosivos com carreamento de nutrientes para o reservatório da UHE Areal;

- Colonizações na sub-bacia do Rio Pomba foram relacionadas aos reservatórios da PCH Palestina; da PCH Nova Maurício e da UHE Barra do Braúna;

- Colonizações na sub-bacia do Médio Vale Inferior do Paraíba

- Colonizações na sub-bacia do Rio Muriaéestão relacionadas ao desmatamento das áreas marginais, às práticas agrícolas como a monocultura da cana de açúcar ocupando APPs e propiciando o carreamento de fertilizantes para os cursos d'água e aos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento, conjunto de fatores agravados pelas características naturais da região, de planície e com grande número de ambientes lênticos (lagoas);

- Na sub-bacia do Baixo Vale do Paraíba, características naturais, aporte de nutrientes tanto de agricultura como oriundo de esgotos domésticos e modificações na hidrodinâmica (diques e canais) propiciam a proliferação de plantas aquáticas na região.

- Foram feitas considerações pertinentes a cada sub-bacia e respectivas colonizações de plantas aquáticas, considerando características naturais regionais, modalidade de uso do solo, pontos de captação de água e de lançamentos de carga orgânica;

- O desenvolvimento de planos de ação integrados e monitoramento incluindo parâmetros de qualidade da água para toda a bacia do Paraíba do Sul é fundamental para um manejo eficiente das plantas aquáticas;

- Há pouco conhecimento das espécies de plantas aquáticas que causam problemas na bacia, especialmente da composição e ecologia das comunidades de macrófitas. Estudos anteriores concentraram esforços em controle de capim capituva (*Echinochloa polystycha*) no corpo do Rio Paraíba do Sul quando existem grandes colonizações de outras espécies, algumas atécom morfologia similar, (o que dificulta a caracterização das populações), porém com características eco-fisiológicas diferentes que demandam ações diferenciadas de manejo. Problemas relacionados a colonizações de macrófitas submersas são maisrecentes e necessitam de atenção especial.

7.5 CONCLUSÃO

Plantas aquáticas são componentes importantes de ecossistemas aquáticos, mas quando se desenvolvem excessivamente podem causar problemas. Na bacia do Paraíba do Sul existem regiões afetadas pelo desenvolvimento de extensas colonizações de macrófitas aquáticas e outras afetadas por florações de cianobactérias que demandam ações preventivas, de controle/manejo e monitoramento.

A empresa Tecnogeo relacionou técnicas para controle de plantas invasoras, seus benefícios e seus impactos negativos e relacionou as técnicas em 4 (quatro) grupos: controle mecânico, controle físico, controle biológico e controle químico.

7.5.1 Medidas Mecânicas

As medidas mecânicas de controle de plantas daninhas apresentam uma grande variação de formas, desde a retirada manual (utilizada em pequenas áreas como tanques de piscicultura)até a utilização de modernas colheitadeiras com percurso orientado por satélite. Nesta escala não há técnicas mais ou menos modernas ou eficientes. Apenas há adequação às condições específicas de cada corpo hídrico ou trecho deste.

As medidas mecânicas são as mais complexas técnicas para o controle de macrófitas aquáticas, pois envolvem (i) o deslocamento da planta de seu banco de colonização, (ii) transporte desde o local de coleta até as margens do reservatório, (iii) transferência da macrófitas do corpo hídrico para o ambiente terrestre e (iv) transporte e descarte desta biomassa. Estas etapas podem ser efetuadas por equipamentos diferentes ou em alguns casos apenas um equipamento pode deslocar a planta do banco, transportar e descarregar na margem do corpo hídrico.

Todas estas etapas devem ser realizadas com cuidado e critério, pois envolvem ressuspensão do sedimento (deslocamento e transporte das macrófitas dentro do corpo hídrico), destruição de locais de reprodução e abrigo da fauna e muitos organismos aquáticos podem ser removidos na própria biomassa transportada para fora do reservatório.

Vários sistemas têm sido utilizados nos reservatórios da bacia do Rio Paraíba do Sul. Por exemplo, no reservatório de Santana uma retroescavadeira embarcada desloca as comunidades de macrófitas das áreas assoreadas e as transfere para locais onde o fluxo da corrente as transporta para jusante. Em seções planejadas do reservatório há barreiras flutuantes inclinadas em relação ao fluxo, as quais acumulam estas plantas no ângulo agudo deste bisel. Uma retroescavadeira munida de grua adaptada retira estas plantas e as deposita sobre uma base de concreto para que as plantas percam água. Após algumas horas, esta mesma grua coleta esta biomassa e as coloca em caminhões de transporte. O destino desta biomassa eram depósitos licenciados, mas atualmente parte está sendo utilizada como fertilizante orgânico para recuperação de áreas degradadas. Este sistema tem a vantagem de que quando a biomassa se desloca espontaneamente na corrente para jusante, os organismos aquáticos vão paulatinamente se deslocando para locais mais seguros e praticamente não há transporte destes animais com a biomassa de macrófitas.

A última fase do controle mecânico das macrófitas aquáticas é a disposição final da biomassa colhida. Este é um processo que até pouco tempo atrás não era considerado e na realidade se tratava de uma transferência de passivo ambiental, com grandes desperdícios de matéria orgânica de qualidade em aterros sanitários ou áreas de descarte específicas.

No entanto, estudos realizados na última década mostraram que esta biomassa pode ser utilizada como ração animal,na melhoria das condições de fertilidade dos solos e como material de construção civil.

Esteves (1981), Thomas & Esteves (1985), Oliveira *et al.* (2004) e Graeff*et al.* (2007) estudaram a digestibilidade e valor nutritivo de macrófitas aquáticas e concluíram que é possível a sua utilização como complemento da ração diária.

O emprego de macrófitas aquáticas como fertilizante é feito por meio de compostagem, que reduz pela metade a massa vegetal processada e permite obter em curto espaço de tempo um produto final bioestabilizado (composto orgânico) que pode ser lançado no solo sem risco ambiental significativo, desde que não haja alto percentual de metais pesados (Guimarães, 2000).

Estudos realizados com biomassa de macrófitas aquáticas colhidas no reservatório de Santana em Piraí (Convênio ANEEL, Light Energia e UNESP) mostraram que o uso da biomassa como fertilizante:

- Recupera para o ambiente terrestre grandes quantidades de nutrientes sem fase gasosa em seu ciclo biogeoquímico como o fósforo, cálcio, magnésio. Estes elementos iriam para os oceanos com baixo retorno ao continente. É importante considerar que os solos tropicais são álicos e a produção de plantas depende muito da correção da acidez com calcário e de complementação fosfatada;

- Em condição de reservatório, as macrófitas aquáticas não acumulam teores preocupantes de metais pesados (Pitelli, R., obs. pessoal) e promovem grandes melhorias na fertilidade de solos degradados (Figura 3), viabilizando a rápida recuperação de áreas degradadas (Figura 4); As melhorias das condições do solo são suficientes para promover o crescimento de plantas nativas e cultivadas (Figura 5), permitindo o uso com adubo orgânico. O mercúrio constitui um caso especial, sendo encontrado em concentrações mais elevadas nas macrófitas dos reservatórios Santana e Vigário que em ambientes contaminados (molisariet al, 2006). No solo o mercúrio forma quelados insolúveis, não biodisponíveis, enquanto na água as

densas colonizações de macrófitas podem contribuir para a metilação deste elemento, formando metil-mercúrio, altamente tóxico (Miranda et al; Pitelli et al, 2008);

- Esta utilização da biomassa garante sustentabilidade no processo, amenizando a parte econômica, mas podendo promover expressivos ganhos ambientais e sociais.

7.5.2 Medidas Químicas

O controle químico das macrófitas aquáticas consiste na aplicação de substâncias com ação herbicida para matar ou reduzir o crescimento de uma ou mais populações que são indesejáveis naquela situação. Este método é utilizado em vários países pelo baixo custo e rapidez de ação.

O uso de herbicidas para o controle de macrófitas envolve não somente aspectos relacionados às características físico-químicas do produto como também a toxicidade para humanos, para organismos aquáticos e ainda para plantas não alvo (Viana, 1998).

A eficiência do controle químico varia entre aplicações e dependerá de fatores da qualidade da água como turbidez, pH, condutividade elétrica e temperatura. Nos corpos d'água de maior profundidade, como lagoas e represas, melhores resultados são obtidos com aplicações setorizadas em baixas doses, o que permite um controle mais eficiente das plantas daninhas e com menor risco para espécies não-alvo e a fauna associada (Negrisoli*et al*., 2006).

As características do produto poderão determinar sua persistência no ambiente aquático e a possibilidade de atingir locais diferentes do alvo.

No Brasil o único herbicida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para controle de macrófitas aquáticas das espécies *Egeria densa, Egeria najas, CeratophyllumdemersumeHydrillaverticillata* é o fluridone (registro nº 3298/93 IBAMA).Este registro foi concedido devido ao grande risco que estas plantas oferecem à geração de energia elétrica e ao potencial pesqueiro dos reservatórios.

Quando testado experimentalmente no reservatório de Jupiá, Município de Itapura, SP, na concentração de 20 ppb, o fluridone (marca comercial Sonar AS, concentrado solúvel 480 g i.a. fluridone L^{-1}) foi eficiente no controle de *Egeria densa* e *Egeria najas*, mas ao cessar seu efeito, aconteceu a reinfestação. Este herbicida não foi eficiente para o controle de

*Ceratophyllumdemersum*nem das espécies não-alvo, como *Salviniaauriculata*,*Ipomoea*spp., *Merremia*sp., *Typhalatifolia*e *Cyperus*spp. (Marcondes*et al*., 2008).

Outros ingredientes ativos têm sido testados experimentalmente em sistemas fechados, porém seu uso não é permitido no país (Moura *et al*, 2009).

O “uso emergencial” de herbicidas é permitido no Brasil para espécies invasoras. O Artigo 8º da Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário, determina aos países participantes a adoção de medidas preventivas, e medidas de erradicação e controle de espécies exóticas invasoras; o que implica na possibilidade de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins para uso emergências quarentenárias, fitossanitárias, sanitárias e ambientais, de que trata o art. 18 de Decreto n° 4.074, de 4 de janeiro de 2002, publicado no DOU de 8 de janeiro de 2002 (CPFL, 2008).

Segundo os defensores deste método, o controle químico promove resultado rápido, com baixo investimento econômico e especificidade. Entretanto, já se observou que o glyphosate, um herbicida pós-emergente de amplo espectro e baixa persistência no ambiente (cerca de 47 dias) e uma das moléculas mais empregadas no mundo todo, pode promover mutações genéticas em tilápias (*Tilapiarendalli*) (Grisolia, 2002) e mudanças comportamentais em peixes como o mato-grosso (*Hyphessobryconeques*) e o paulistinha (*Daniorerio*) (Moura *et al*, 2008).

Outro problema relacionado ao método químico é a possibilidade de aparecimento de biótipos de plantas resistentes aos herbicidas como aconteceu com *Sagittaria* na região de Itajaí (Santa Catarina) (Noldin&Eberhardt, 2001)ou, como citado no item 2 deste relatório, a possibilidade de privilegiar espécies não alvo resistentes como nos reservatórios de Santana e Vigário onde o uso de 2,4D para controle de aguapé (*Eichhornia*) propiciou o crescimento de populações de*Salvinia* sp. e capituva (*Echinochloapolystachya*), ambas tolerantes ao herbicida utilizado (Fiorillo, 2007).

Além da obtenção de licença especial para aplicação de herbicidas, a qual depende de avaliação de risco, a utilização de herbicidas diretamente no ambiente aquático deve ser precedida de umasérie de medidas, que incluem testes de toxicidade, envolvendo organismos nativos da região onde os herbicidas vão ser aplicados e acompanhada pelo monitoramento dos possíveis impactos no ecossistema. A análise da biota não deve se restringir aos efeitos agudos, mas efeitos crônicos também devem ser considerados (Thomaz, 2002).

Para o monitoramento dos impactos no ecossistema há necessidade de informações relativas às condições do ambiente (espécies de plantas presentes e suas biomassas, variações naturais do ambiente, características físico-químicas da água, comunidades aquáticas) antes e após a aplicação do produto, dados do produto e seus metabólitos (limites máximos permissíveis em águas e organismos) (Lampareli&Zagatto, 1998).

7.5.3 Medidas Físicas

Medidas físicas incluem a aplicação de barreiras/cobertura do sedimento, alterações no nível de água, uso de calor (chamas) e alterações de cor da coluna d'água.

A cobertura do sedimento pode ser feita com tela. Seu objetivo é reduzir ou bloquear a luz disponível impedindo o crescimento de macrófitas aquáticas enraizadas. A tela de fundo deve ser durável e pesada, para não flutuar e de fato reduzir a disponibilidade de luz, impedindo o desenvolvimento de plantas abaixo da tela. Além do mais, deve permitir a passagem de gases, evitando que seu acúmulo sob a manta arraste a estrutura para a superfície. As telas de fundo podem ser instaladas em volta de docas e em áreas de recreação. Como materiais podem ser empregadas telas de mosquiteiro, fáceis de encontrar e instalar. A vantagem desse método é criar uma área aberta no espelho d'água. As desvantagens são a redução da área para organismos bentônicos, a possibilidade de prejuízo a animais que revolvem o sedimento ou constroem ninhos, como algumas espécies de peixes, potencial de risco a nadadores e barqueiros. Além disso, em ambientes rasos as macrófitas podem colonizar a superfície superior da tela (Pompêo, 2008).

A alteração do nível de água é outro procedimento empregado no controle do crescimento de plantas aquáticas. Consiste em alterar a altura da lâmina, modificando o regime de luminosidade para as plantas submersas e reduzindo a área potencial para colonização do sedimento tanto para emersas como para submersas. A rápida liberação da água pelo abaixamento de todas as comportas de um reservatório também pode ser utilizada como procedimento para remoção das macrófitas do sistema (Pompêo, 2008).

Dentre os métodos físicos, a manipulação dos níveis de água pode ser considerado o único com potencial para ser utilizado em grande escala, pois a totalidade da região litorânea poderia ser atingida simultaneamente com essa manipulação. Dessa forma, sua utilização fica restrita a ecossistemas que permitem esse tipo de interferência, como os reservatórios, por exemplo (Thomaz, 2002).

A elevação dos níveis d'água pode controlar espécies emergentes por afogamento; a elevação rápida seguida por rápida volta aos níveis originais pode ser útil no controle de macrófitas flutuantes e espécies submersas podem ser controladas pela elevação dos níveis com a consequente redução da zona eufótica (Thomaz &Bini, 1998).

A despeito de terem sido utilizados com sucesso em alguns reservatórios de região temperada, poucos exemplos podem ser citados nos trópicos. No reservatório de Paulo Afonso (rio São Francisco, BA), uma combinação entre o controle dos níveis de água (aumento da vazão) e a retirada de grandes bancos de *Egeria densa* do sedimento alcançou relativo sucesso no manejo desta espécie (Itaipu Binacional, 1997).

Na bacia do Rio Paraíba do Sul quando ocorreram problemas devido ao acúmulo de capim capituva junto aos pilares, e a consequente erosão das margens do rio, próxima aos encontros de pontes na região entre Caçapava e São José dos Campos,o Operador Nacional do Sistema Elétrico(ONS)reduziu as vazões de reservatórios a montante para facilitar processo de limpeza e remoção da vegetação aquática acumulada (ANA, 2006).

A operação dos reservatórios dabacia pôde ser adequada temporariamente, com a redução das vazõesdefluentes dos reservatórios Paraibuna, Santa Branca e Jaguari (a montante),mitigando os danos que se apresentavam junto às cabeceiras das pontes (ANA, 2006).

Neste caso o regime de operação dos reservatórios foi alterado apenas para permitir a remoção da vegetação mas é possível alterar este regime por mais tempo como estratégia de controle das macrófitas. Por exemplo, Vallenge (2011) atribui melhorias no Índice de Qualidade da Água (IQA) ocorridos entre 2006 e 2009 na estação de monitoramento da CETESB PARB2100 ao aumento do volume operacional do reservatório Santa Branca e das vazões do Rio Paraíba do Sul aumentando a capacidade de diluição de lançamentos.

Como ponto negativo desse método destaca-se a interferência na hidrodinâmica de todo o sistema, alterando o padrão de estratificação e de luminosidade, com reflexos em toda a biota (Pompêo, 2008) e, no caso do Paraíba do Sul, há possibilidade de redução na produção de energia elétrica e dificuldades na manutenção das vazões para o abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiroe para cidades como Serra Branca, Guararema, Jacareí, São José dos Campos,Caçapava, Tremembé, Pindamonhangaba, Aparecida, Guaratinguetá, Lorena eCruzeiro, realizadas quase que totalmente no próprio rio Paraíba do Sul (ANA, 2006).

O método de controle de plantas com utilização de chamas depende de fatores como temperatura, tempo de exposição e consumo de energia. Menores tempos de exposição necessitam de maiores temperaturas e maior consumo de combustível.

Marchi *et al*. (2005) listam dois tipos de equipamentos utilizados no controle térmico de plantas daninhas: - pela emissão de uma chama de aproximadamente 1.900°C, utilizando um bico difusor, ou pela emissão de uma chama não visível de 900°C, através de difusor infravermelho. Ambos os equipamentos utilizam gás liquefeito de petróleo (GLP) ou misturas à base de propano/butano como combustível e possuem como vantagem o fato de não provocarem distúrbios nem deixarem resíduos químicos no solo ou na água da área tratada.

Os mesmos autores conduziram estudos com aplicação de chama no controle de *Eichhorniacrassipes*, *Brachiariasubquadripara*, *Pistiastratiotes* e *Salviniaauriculata* e observaram redução chegando a 90%da biomassa seca de *E*. *crassipes* e *B*. *subquadripara*.

O uso de lança-chama após colheita mecânica foi testado no reservatório de Aimorés (Pitelli, 2007).

As desvantagens do método são o alto custo relativo e o consumo de combustíveis fósseis (Marchi *et al*, 2005) e a falta de seletividade (Pitelli, 1987).

7.5.4 Controle Biológico

Como controle biológico é considerado toda e qualquer pressão biótica que limite o crescimento de uma determinada população, com expressiva redução do crescimento, da capacidade reprodutiva ou aumento da mortalidade de indivíduos. As pressões bióticas mais comuns utilizadas no controle biológico são a competição, o amensalismo (relação em que uma espécie – inibidora - prejudica a outra espécie – amensal - sem com isso se beneficiar), o parasitismo e a predação.

A competição é uma medida bastante eficiente no controle do crescimento de espécies indesejáveis, mas esta pressão pressupõe a presença das populações desejáveis que pudessem exercer esta pressão.

Em áreas colonizadas por plantas exóticas invasoras por muito tempo, *Urochloasubquadripara* e *Echinochloapolystachya* no caso da bacia do Rio Paraíba do Sul, praticamente houve a extinção dos bancos de sementes das plantas nativas, Qualquer outro tipo de controle apenas será sustentável quando houver remoção das plantas exóticas invasoras com imediato plantio de espécies nativas para ocupação daquele habitat.

Também é importante considerar que nas condições em que as áreas alagadas ou marginais da calha estiverem ocupadas por vegetação nativa é importante não removê-la, mesmo que parcialmente, para que sua capacidade competitiva seja preservada evitando a invasão por exóticas que venham a causar problemas futuros.

Ainda para as áreas alagadas, outra alternativa seria o uso de relações amensais ou alelopatia mas estas não são conhecidas o suficiente para que se teça qualquer consideração de sua relevância no controle de macrófitas aquáticas no Brasil.

Vários grupos de organismos têm sido utilizados no controle biológico de macrófitas, desde plantas competidoras, fungos, insetos, peixes, até mamíferos como o peixe-boi (Fiorillo, 2007).

Considerando os inimigos naturais parasitas e predadores é importante considerar trêstipos de estratégia de controle biológico para o manejo das macrófitas aquáticas na bacia do Rio Paraíba do Sul:

1. O controle biológico que mantém sob controle algumas populações nas condições naturais.

Um exemplo é o controle natural da *Sagittariamontevidensis* no reservatório de Santana (**Figura 7.1**). Esta macrófita é bastante comum como pioneira nas áreas assoreadas do reservatório e é uma das primeiras populações que se instala após as colheita mecânica. No entanto, na fase pré-florescimento grande parte das plantas são infectadas pelo fungo *Cylindrocarpon*sp. Algumas plantas morrem, mas a grande maioria tem sua capacidade reprodutiva reduzida, sendo uma forma de controle biológico (Pitelli). Esta relação deve ser protegida.



Figura 7.1 Plantas de *Sagittariamontevidensis* mostrando sintomas de *Cylindrocarpon*sp.
Estes sintomas são de plantas inoculadas em laboratório

2. Quando o inimigo natural é nativo ou de ocorrência muito antiga na área e está em equilíbrio com o ambiente, pode ser utilizado em controle biológico manipulado pelo homem numa estratégia denominada aumentativa. A estratégia consiste da criação massiva do agente de controle biológico em laboratório e liberação em grandes quantidades quando a população da macrófita já está fragilizada por um ataque natural, provocando colapso ainda maior na planta aquática. Este aumento artificial da população do inimigo natural também pode ser utilizado para iniciar um ciclo da população do inseto quando este não está ocorrendo naturalmente.

Este método é seguro porque os agentes de controle das macrófitas também têm seus inimigos naturais que devem posteriormente reduzir as populações do inseto em níveis compatíveis com o equilíbrio anterior. Este tipo de controle biológico funciona apenas como agente acelerador ou complementar do processo, dependendo do propósito da liberação: iniciar um processo de ataque ou complementar o efeito de um processo que ocorreu naturalmente.

Este tipo de estratégia foi testado experimentalmente em laboratório. Os indivíduos de *Sameamultiplicalis* coletados em Piraí foram levados ao laboratório de controle biológico de

plantas daninhas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal, criados em plantas de alface-d'água e suas pupas foram depositadas no centro da roseta de plantas da *Pistiastratiotes*. Foram colocadas duas pupas por planta adulta, não considerando os rebentos jovens ainda ligados à planta-mãe. As plantas da macrófita estavam sendo cultivadas em tanques de 1000 litros. Na **Figura 7.2** estão apresentadas as fotografias das plantas que demonstram a evolução dos sintomas de predação de uma elevada população de *Sameamultiplicalis* sobre a alface-d'água. Os resultados, embora bastante animadores, devem ser considerados com moderação, uma vez que foi obtido em condições experimentais. No entanto, mostram o alto poder de predação desta mariposa e a possibilidade de sua utilizaçãoem casos de grandesinfestações da bacia do Rio Paraíba do Sul.

O controle biológico natural não tem custos, é necessário apenas não interferir no processo. Não há dados disponíveis sobre custos de controle biológico aumentativo no Brasil, porém estes são comparativamente mais baixos que os outros métodos de controle (mecânicos, químicos, físicos), em locais onde já existem estudos e produção das espécies-controle em larga escala. Um exemplo, nos Estados Unidos, apenas como curiosidade, é o caso da empresa Biological Control of Weeds, Inc. que trabalha especificamente com controle de plantas aquáticas invasoras e vende insetos como os besouros *Aphthonanigriscutis*por US$ 50 (500 indivíduos) e *Larinusobtusus*por US$ 75 (105 indivíduos) pela *internet* (http://www.bio-control.com/pricing.php).

Há outras relações bióticas já estudadas entre macrófitas aquáticas e seus inimigos naturais como é o caso do aguapé e os *insetos Neochetinaeichhorniae, N. brucchi, Bellura densa, Cercosporarodmanii*e outros. As populações de *Alternantheraphiloxeroides*têm sido satisfatoriamente controladas por *Agasicleshigrofila*. É importante ressaltar que estas relações bióticas são muito pouco conhecidas nas condições brasileiras e que esta modalidade de controle de macrófitas aquáticas até hoje não recebeu a atenção que merece por parte dos pesquisadores e dos órgãos de incentivo à pesquisa.

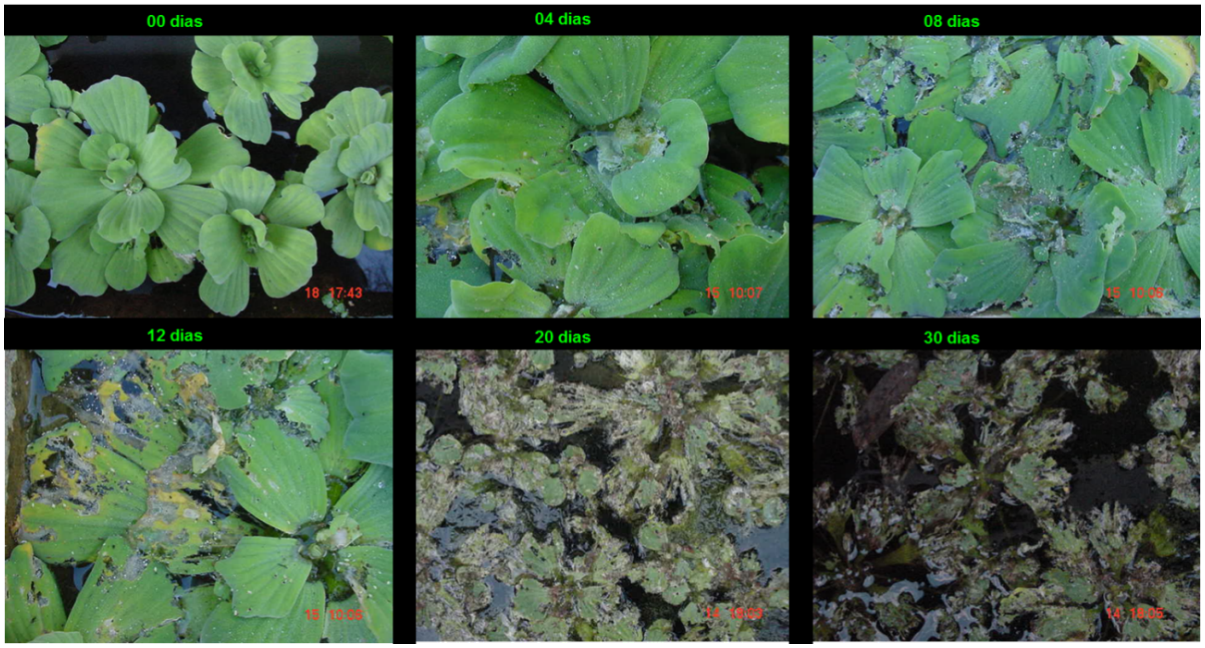


Figura 7.2 Evolução dos sintomas de predação de *Sameamultiplicalis* em *Pistiastratiotes* utilizando a estratégia aumentativa

O controle biológico com estratégia aumentativa poderia ser utilizado também para *Salvinia*. As plantas do gênero Salvinia são pteridófitas originárias da América do Sul.Híbridos entre espécies deste gênero, especialmente das espécies pertencentes ao complexo *auriculata* constituem sérios problemas como invasoras em coleções de águas, em diversos países (Kismann&Groth, 1999). A eliminação das plantas é muito difícil, tanto por meios mecânicos como químicos, havendo em geral rápida re-infestação. No Brasil, as plantas do gênero Salvínia têm um inimigo natural bastante eficiente no controle de suas populações, o besouro *Cyrtobagoussalvineae*, encontrado com frequência no reservatório de Santana. No entanto, neste reservatório suas populações não atingem magnitudes suficientes para manter as populações da macrófita em baixas densidades (Pitelli, 2006).

Outra possibilidade de uso de controle biológico com estratégia aumentativa na bacia do Paraíba do Sul é o uso de peixes nativos para controle de plantas submersas. Um local onde essa técnica seria indicada é a captação de água do município de Barra do Piraí, onde foram relatados problemas com macrófitas aquáticas prejudicando o processo de captação e causando gastos expressivos para a solução transitória do problema. Foram detectadas duas macrófitas aquáticas submersas que estariam causando problemas à captação de água: *Egeria densa* e *Potamogetonpectinatus* (Pitelli, 2007).

A espécie *Egeria densa* é bastante conhecida nos reservatórios de Santana e Vigário. Neste último, sua taxa de colonização já se encontra em nível de alerta. *Potamogetonpectinatus* não tem sua ocorrência citada nos reservatórios da Light (Pitelli, 2007).

Neste caso a retirada mecânica não é viável, o controle químico não é permitido e não seria eficiente devido à rápida renovação da água (praticamente instantânea) e grande quantidade de argilas minerais e orgânicas em suspensão da água (Pitelli, 2007).

A opção aparentemente viável seria a utilização do peixe taguara (*Schizodonnasutus*) um peixe vegetariano e nativo da Bacia do rio Paraíba do Sul. Este peixe existe no referido corpo hídrico, mas sua população não tem magnitude suficiente para manter estas macrófitas submersas sob controle. Outro peixes também podem ser sugeridos e testados, mas observações realizadas no Rio Paraná e Paranapanema mostram a grande preferência alimentar do taguara por plantas submersas(Pitelli, 2007).

O desenvolvimento deste peixe como agente de controle biológico passa por um programa de longo prazo o que resultaria em um custo relativamente elevado (Pitelli, 2007).

3. Uma terceira estratégia é denominada inundativa, com a utilização não de insetos ou predadores, mas de organismos causadores de doenças (patógenos). Neste caso utiliza-se microrganismos de uma forma maciça sobre uma população de planta daninha a fim de gerar um rápido e alto nível de doença, com consequente morte ou supressão de populações da planta daninha em questão (Charudattan, 1991).

Neste tipo de controle biológico, normalmente se empregam microrganismos nativos da área onde são aplicados que podem ser fungos, bactérias ou vírus. O produto formulado que contém o microrganismo é chamado de bioherbicida e normalmente necessita de reaplicação (Tebeest, 1988).

A estratégia inundativa, além de apresentar menor risco às espécies não alvo,apresenta um forte apelo comercial já que não é esperado que o organismo se perpetueno ambiente. Uma das maiores dificuldades dessa estratégia refere-se à utilização de um inimigo natural atuando sobre uma única espécie de planta daninha, já que em climas tropicais e subtropicais as comunidades infestantes são altamente diversas (Mello & Ribeiro, 1998).

Estudos promissores utilizando controle biológico inundativoforam realizados com o fitopatógeno*Fusariumgraminearum*para controle de submersas(Pitelli, 1998;Borges Neto 2004;*Tanaka, 2011*).

O controle biológico utilizando organismos nativos é extremamente eficiente, oferece praticamente risco zero e é uma solução definitiva, porém requer estudos de médio/longo prazo.

Há outra estratégia de controle biológico conhecida como estratégia clássica que é utilizada para macrófitas aquáticas exóticas. Este método se baseia no fato de que o comportamento altamente invasor das plantas exóticas tem como um dos motivos a ausência de inimigos naturais que criem pressões bióticas limitantes às suas expansões populacionais. Estas plantas foram trazidas de seus centros de origem e seus inimigos naturais não as acompanharam. No ambiente de introdução não encontramnovos predadores ou parasitas suficientemente agressivos afetar seus crescimentos e reprodução. A estratégia clássica consiste na importação de inimigos naturais de seus centros de origem.

No caso da bacia do Paraíba do Sul ocorrem extensas colonizações de plantas exóticas como *Echinochloapolystachya* (capituva), *Hymenachneamplexicaulis* (canarana) e *Urochloasubquadripara, no entanto* a importação de inimigos naturais destas espéciesnão é recomendável,porque:

- A introdução de qualquer inimigo natural deve ser precedida de um extenso e caro estudo de segurança ambiental, com grande foco à especificidade do agente para a planta alvo, visando assegurar de que não coloque em risco qualquer outra planta da biodiversidade local. Pelos trabalhos realizados no mundo estimam-se gastos de um a dois milhões de dólares num estudo completo, desde a prospecção até a liberação do agente. Estes estudos têm demorado entre 10 e 15 anos. Estes dados são baseados nas recentes introduções do inseto *Heteroperreyiahubrichi*para controle biológico *de Schinusterebentifolius* (aroeira-pimenteira) na Florida (USA);

- A introdução mesmo após estudos bastante aprofundados sobre o comportamento alimentar do inseto ou etiologia da doença (no caso de fungos e bactérias) pode não ser bem sucedida, pois o agente pode não se adaptar à nova condição e não ter o mesmo poder de controle que tinha na área original.

7.6 RECOMENDAÇÕES PARA OS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

O manejo integrado das plantas aquáticas, com a combinação de várias estratégias de controle e monitoramento é o mais recomendado para a bacia do rio Paraíba do Sul, com geração de melhores resultados, menor custo e redução dos danos secundários ao ambiente. A premissa para o controle e manejo de plantas aquáticas é que estas são importantes componentes do ambiente natural e que sua proliferação excessiva está ligada a ações antrópicas.Deve-se considerar, portanto, a manutenção das populações de plantas nativas em densidades controladas. A presença de macrófitas nativas em populações equilibradas além de propiciar o controle biológico natural das próprias macrófitas também evita, por competição, a ocorrência de florações de cianobactérias.

O manejo destas comunidades pode significar a não interferência, ações de controle para eliminação de populações, ou ações de controle para incremento de populações.A simples presença de plantas aquáticas não significa necessidade de aplicação de controle.

7.6.1 Plano De Ação/Manejo

Diretrizes:

- O objetivo do plano é o manejo integrado das plantas aquáticas, com a combinação de várias estratégias de controle e monitoramento;
- O manejo deve envolver ações de prevenção (monitoramento preventivo), controle (controle das causas e das populações de plantas aquáticas), monitoramento (da qualidade da água e sedimento e das ações de controle) e informação/educação ambiental (como parte das estratégias para evitar introdução de espécies exóticas);
- O manejo deve ser coordenado por um grupo envolvendo especialistas e órgãos/instituições que tem atuação na bacia relacionada ao problema, incluindo AGEVAP, ANA, prefeituras, concessionárias de empreendimentos hidrelétricos, DAEE, órgãos estaduais de meio ambiente e recursos hídricos (CETESB, IGAM, INEA), IBAMA e ONS;
- Há necessidade de adoção de políticas conjuntas de controle e manejo. As macrófitas aquáticas apresentam alta capacidade reprodutiva e eficiente dispersão. Estratégias localizadas de controle ou manejo não alcançam resultados satisfatórios a médio prazo;

- A execução das ações de controle e monitoramento devem sempre contar com a participação de especialistas;

- Devem ser parte do plano as ações visando aeliminação/controle das causas (no caso da bacia do rio Paraíba do Sul, principalmente eutrofização, mudanças na hidrodinâmica e introdução de espécies exóticas);

- Para facilitar o acesso às informações evitando duplicidade de ação é adequada a criação de um banco de dados com referências bibliográficas e relatórios de todos os projetos realizados na bacia sobre o assunto incluindo aqueles de ações de controle realizadas por prefeituras ou outros órgãos e de controle e monitoramento de reservatórios realizados por concessionáriase

- Os dados e questões referentes às plantas aquáticas devem ser consideradosem outros planos/programas/projetos desenvolvidos na bacia, em particular aqueles propostos no Plano de Recursos Hídricos (COPPE, 2007): redução de cargas poluidoras - coleta e tratamento de esgotos domésticos, tratamento de efluentes industriais; planejamento local para recuperação ambiental - área de influência da transposição das vazões do Rio Paraíba do Sul para o sistema Light; planejamento local para recuperação ambiental -sistema de canais e complexo lagunar da baixada dos Goytacazes; planejamento local para recuperação ambiental - áreas de conflito nos rios Piagui e Pirapitinga e nos ribeirões Serragem e Guaratinguetá; ampliação da base de dados e informação – desenvolvimento do sistema de monitoramento de quantidade e qualidade dos recursos hídricos; ampliação da base de dados e informação – desenvolvimento de um sistema de monitoramento da poluição difusa; plano de proteção de mananciais e sustentabilidade no uso do solo – recuperação e proteção de áreas de preservação permanente; plano de comunicação social e tratamento da informação qualificada – criação de um banco de dados inteligente.

Estratégias:

Atenção imediata deve ser dada aos locais críticos onde as colonizações são numerosas, ocupam maiores áreas e/ou colonizações com espécies exóticas particularmente invasoras ou áreas sensíveis, descritas no item 2. Nestas áreas, para controle inicial, podem ser utilizados métodos mecânicos complementados por métodos químicos (herbicidas) ou físicos (chama). É importante salientar que para uso de herbicidas é necessária realização

de avaliação de risco, monitoramento e solicitação de licença para uso emergencial junto ao IBAMA.

No caso da sub-bacia do Baixo Paraíba deve ser desconsiderado o método de controle químico por tratar-se de unidade de conservação e ambiente sensível. Neste caso recomenda-se que as ações de controle sejam incorporadas/associadas ao plano de manejo da unidade e ao projeto de "Planejamento local para recuperação ambiental – sistema de canais e complexo lagunar da baixada dos Goytacazes" proposto no Plano de Recursos Hídricos da bacia (COPPE, 2007).

O controle mecânico de plantas exóticas invasoras que estão reduzindo a biodiversidade marginal nos corpos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul deverá vir acompanhado do pronto início da recuperação da vegetação nativa.

O controle biológico deve ser parte de plano de ação com atividades de curto e longo prazo. É importante : (i) preservar e tentar recuperar os agentes de controle biológico que já estão atuando nas condições atuais, preservando áreas de refúgio e aumentando a biodiversidade vegetal nativa nas margens dos corpos hídricos (curto prazo) e (ii) estabelecer um grupo de estudo para prospecção, avaliação do potencial de controle biológico e criação de agentes já presentes do meio e que podem ter sua atuação amplificada pela estratégia aumentativa (médio/longo prazo).

Nos reservatórios o controle mecânico deve ser complementado com a utilização da biomassa de forma ambientalmente compatível e deve continuar a ser a principal estratégia de controle porém deve ser complementado tanto com estratégias que otimizem os resultados como métodos químicos como com controle biológico e manutenção de áreas sem intervenção.

O controle mecânico será muito mais eficiente, no entanto, quando houver remoção química das plantas exóticas invasoras (com morte da parte aérea e sistema radicular) com imediato plantio de espécies nativas para ocupação daquele habitat. Mesmo assim, a manutenção deste controle deverá se prolongar até que a vegetação nativa esteja completamente estabelecida.

Sugere-se um contato com os órgãos oficiais de meio ambiente para que a possibilidade de controle químico seja avaliada em termos de recuperação da biodiversidade nas áreas alagadas, com os devidos estudos de segurança ambiental.

Quando usado o controle mecânico nas margens das regiões lóticas o aproveitamento da biomassa também é indicado.

As várzeas e lagoas marginais devem ser protegidas ao máximo das águas antrópicas, mas nas condições em que a plantas exóticas invasoras (especialmente as do gênero *Urochloa*, *Echinochloapolystachya* e *Hymenachneamplexicaulis*) tiverem ocupado grande parte deste ambientes, o controle mecânico deverá ser aplicado.

Deve ser avaliada a possibilidade de controle físico com alteração do nível d'água por meio do controle da vazão dos reservatórios em períodos e/ ou trechos críticos. Um caso particular é a operação do reservatório Santana. A defluência da barragem de Santana no período normal é de 32 m^3/s durante 15 minutos, em dias alternados. Esse volume extremamente reduzido não cumpre o papel de vazão ecológica ou sanitária, sendo, portanto, incapaz de garantir a autolimpeza da calha no trecho de 11 km. Os esgotos domésticos ficam represados e refluem para as residências de Barra do Piraí na ocorrência de vazões mais elevadas (COPPE, 2007).

7.6.2 Monitoramento Preventivo

O meio mais eficiente e efetivo para minimizar os prejuízos causados pela proliferação exagerada de plantas aquáticas é o de prevenir a infestação em novas áreas, impedindo que as plantas se estabeleçam se espalhem e se tornem um problema.

O monitoramento e o registro das informações são essenciais para detectar, identificar e planejar as estratégias para combater as novas espécies de plantas, ou novas áreas infestadas com plantas potencialmente prejudiciais.

Para toda a bacia do rio Paraíba do Sul recomenda-semonitoramento das populações de macrófitas aquáticas presentes nos reservatórios e nas margens das áreas não inundadas. Este monitoramento deverá ser realizado por especialistas com periodicidade sazonal (duas vezes ao ano, uma no segundo terço da estação das chuvas e outra no segundo terço da estiagem de inverno).

São fatores relevantes para determinar as ações de controle: o conhecimento das espécies de plantas envolvidas, sua biologia e ecologia, a sazonalidade (dinâmica de crescimento das plantas relacionada aos períodos seco e chuvoso) e o local onde ocorrem as colonizações/florações de cianobactérias (reservatórios, calhas inundadas, braços ou lagos marginais).

De maneira geral o grau de desenvolvimento das macrófitas aquáticas em um dado reservatório pode ser associado a fatores morfométricos (como a profundidade, o índice de desenvolvimentode margem, o grau de exposição ao vento e declividade das margens), além do aporte de nutrientes e dos padrões de flutuação dos níveis d'água. Essas características permitem predizer, dentro de certos limites, quais reservatórios e, nestes,quais locais estarão mais propícios ao desenvolvimento de macrófitas. Espera-se um maior desenvolvimento dessa comunidade em reservatórios com menor profundidade, com níveis de água relativamente constantes, com maior aporte de nutrientes e maiores valores do índice de desenvolvimento das margens (Thomaz &Bini, 1998).

Estas campanhas de monitoramento deverão gerar relatório com identificação correta das espécies, indicação da ocorrência de novas espécies, estimativa de área ocupada/biomassa, níveis de colonização de plantas exóticas invasoras e avaliações de risco de problemas com macrófitas nos vários trechos de rio, correlacionando-os com dados de qualidade da água e sedimento e hidrológicos.

Este monitoramento é fundamental como subsídio à elaboração de modelos preditivos e para que se programe qualquer atitude.

É importante ressaltar que em vários reservatórios as concessionárias já realizam este monitoramento mas não há repasse das informações e as ações realizadas têm consequências de curto prazo já que ocorrem re-infestações originadas dos afluentes.

Os dados de monitoramento obtidos por diferentes instituições devem ser disponibilizados a todos os atores envolvidos em ações de controle/manejo e em particular ao grupo coordenador.

7.6.3 Controle Das Causas

As principais causas da proliferação excessiva de plantas aquáticas identificadas na bacia do Rio Paraíba do Sul, conforme descrição no item 2, são a eutrofização dos corpos d'água, modificações na hidrodinâmica e o desequilíbrio da comunidade de macrófitas com eliminação de espécies nativas e seus inimigos naturais e introdução de espécies exóticas.

a) A eutrofização é um processo de enriquecimento do ambiente com nutrientes, principalmente fósforo, originado em sua maior parte pelo lançamento de esgotos sanitários sem tratamento adequado e de fertilizantes utilizados em agropecuária realizada em APPs.

Tem sido feito um grande esforço por parte da AGEVAP, da ANA e dos municípios na construção e implementação de sistemas de coleta e de tratamento de esgotos, entretanto em 2012 a bacia ainda trata apenas cerca de 25% dos esgotos domésticos. Considerando que a maior parte dos municípios com tratamento de esgoto tem apenas tratamento convencional, a situação é ainda mais crítica já que somente o tratamento terciário consegue remover nutrientes. Mesmo nos municípios onde foram implantadas recentemente ETEs com tratamento terciário estas não respondem pelo tratamento de todo o município e as estações mais antigas continuam apenas com tratamento convencional.

Embora no presente estudo tenha se tentado relacionar as colonizações de macrófitas mapeadas e as ocorrências de florações de cianobactérias aos pontos de lançamentos de esgoto doméstico conhecidos mais próximos este não é o único critério a ser consideradona priorizaçãoda construção de ETEs com tratamento terciário.Há interferência de outros fatores que devem ser avaliados caso a caso. Em áreas de várzea, locais onde a vazão e/ou a velocidade da água é menor, por exemplo, uma concentração de nutrientes mais baixa pode ter o mesmo efeito nas comunidades de plantas aquáticas que concentrações muito mais altas de nutrientes lançadas em locais com maior vazão e velocidade da água, com corpo d'água com maior capacidade de diluição.

A indicação de priorizar a construção de ETEs com tratamento terciário nos municípios onde foram constatadas as colonizações de macrófitas mais extensas é válida mas nestes locais já existe uma elevada concentração de nutrientes no sistema, seja na água, no sedimento ou nos organismos (como as próprias macrófitas).

Uma alternativa bastante apropriada para esses locais, para pequenas comunidades pequenas e para complementar o tratamento de esgoto de municípios onde já existem ETEs mas nem todas tem tratamento terciário é o emprego das próprias macrófitas na remoção de nutrientes e no controle da eutrofização.

O tratamento terciário convencional é considerado um processo muito dispendioso. Várias técnicas utilizando macrófitas têm sido consideradas como alternativa, por seu baixo custo de implantação e manutenção, alta eficiência na remoção de nutrientes e contaminantes como metais pesados, gastos reduzidos de energia e reduzida necessidade de utilização de produtos químicos. Além disso como oprocesso exige a remoção das plantas periodicamente, há geração de biomassa que pode ser utilizada para geração de energia e biofertilizantes (Salati, 2006; Antunes, 2009).

Ahidroponia, cultivo em água sem solo de vegetais superiores,é feita de forma que as raízes da planta fiquem submersas, absorvendo nutrientes, mantendo as partes aéreas acima do nível da água.

A utilização de plantas aquáticas como "agente purificador" em hidroponia, lagoas ou sistemas construídos justifica-se pela sua intensa absorção de nutrientes e pelo seu rápido crescimento, como também por oferecer facilidades de sua retirada das lagoas e ainda pelas amplas possibilidades de aproveitamento.Plantas como *Lemna*. *Eichhornia*, *phragmites*, *Typha*, *Juncus* e *Bambus* tem grande capacidade de redução de concentração de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e metais (Pompêo, 1996).

Outra sistema de utilização de plantas aquáticas como tratamento é o de "wetlands" construídas. O termo "wetland" é utilizado para caracterizar vários ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano e tem sido traduzido com "áreas alagadas" ou "banhados". Estes sistemas tem importantes funções como a regularização dos fluxo de água e a modificação e o controle da qualidade da água (Salati, 2006).

Existem numerosas experiências internacionais com uso de "wetlands" contruídas para remoção de nutrientes e contaminantes da água. Segundo Verhoeven&Meuleman (1999),*wetlands* construídas tem sido utilizadas para a purificação de água desde 1950, em diferentes partes do mundo.

No Brasil as primeiras experiências foram feitas em um lago artificial em Piracicaba, em 1982 (Salati, 2006) e o sistema tem sido usado não apenas para tratamento de esgotos domésticos mas também para tratamentos de efluentes de suinocultura e industriais (Curia, 2010).Como exemplo da utilização de alagados construídos para tratamentos e esgoto doméstico pode-se citar as experiências: da ETE do SEMAE Engenho Central I e II em Piracicaba e da Comunidade de Serviços de Emaús em Ubatuba e o sistema de alagados construídos no Parque Ecológico do Tietê, em São Paulo, pela parceria SABESP/DAEE e PET (Parque Ecológico do Tietê) (Antunes, 2009).

Com relação à a carga difusa proveniente de agropecuária em APPs. Neste estudo foram relacionadas assub-bacias onde há maior uso de APPs com agropecuária e essas áreas devem ser priorizadas em projetos de desocupação e revegetação de APPs.

Além de estudos mais detalhados focados em contribuição da carga difusa para a eutrofização dos corpos d'água da bacia do rio Paraíba do Sul, é importante a recuperação de APPs e programas de educação ambiental voltados ao setor agropecuário.

Uma terceira técnica de tratamento da água especialmente interessante para controle da poluição difusa baseia-se na otimização das propriedades de sistemas alagados naturais na remoção de nutrientes (Cunha, 2006).

Uma proposta de manejo para a área natural do ro Atibaia, visando a melhoria da qualidade do reservatório Salto Grande foi elaborada por Lopes-Ferreira (2000). Um outro estudo foi realizado por Andrade (2005) visando analisar a atuação da várzea do Ribeirão Parelheirosque recebe água de transposição da Represa Billings para a Represa Guarapiranga (Cunha,2006).

Essa seria uma alternativa para as áreas do Vale Paulista e da baixada de Campos do Goytacazes porém devem ser realizados estudos antes de realizar qualquer interferência, especialmente em Campos, por tratar-se de unidade de conservação.

Embora nesta bacia, tenham contribuição pequena comparativamente ao lançamento de esgotos domésticos, é recomendável que as indústrias sejam incentivadas a implantar tratamentos de efluentes com remoção de nutrientes, principalmente fósforo.

b) Modificações na hidrodinâmica (por exemplo com a criação de reservatórios) alteram habitats e criam condições propícias ao desenvolvimento de plantas aquáticas.

Em corpos d'água eutróficos com alta velocidade de corrente onde as populações de macrófitas e cianobactérias são mantidas em baixas densidades, modificações na hidrodinâmica podem propiciar explosões populacionais destas comunidades.

Dadas as condições eutróficas da bacia do Rio Paraíba do Sul e dos problemas já existentes de proliferação excessiva de macrófitas e de cianobactérias (especialmente no reservatório do Funil), inclusive com grandes perdas econômicas, é recomendável que este tipo de interferência seja evitado em toda a bacia e especialmente em áreas onde já foram registradas colonizações extensas de macrófitas e/ou florações de cianobactérias.

Em caso imprescindível da implantação de PCHs, UHEs, construção de canais, diques e obras do gênero, é recomendável que seja feito o monitoramento preventivo e implementado plano de controle/manejo.

c) A introdução de espécies exóticas é apontada como uma das principais causas de perda da biodiversidade, juntamente com a destruição de habitats e a exploração dos recursos naturais.

Na bacia do Rio Paraíba do Sul espécies introduzidas como *Urochloasubquadripara, Hymenachneamplexicaulise Echinochloapolystachya* têm causado muitos problemas.

A introdução de espécies exóticas na bacia está relacionada principalmente à pecuária (em vários trechos) e à piscicultura ornamental (no caso específico de *Limnophilasessiliflora* - ambulia-anã, em Muriaé).

A educação ambiental e informação sobre o risco de introdução de espécies é uma das formas de minimizar o problema.

Após a introdução o monitoramento preventivo é o que torna possível que medidas de controle sejam adotadas antes que as espécies invasoras se instalem.

7.6.4 Monitoramento das Ações

Recomenda-se que os locais sujeitos a qualquer técnica de controle ou manejo sejam monitorados antes, durante e depois da aplicação do controle ou manejo, para que seja avaliada a eficácia da técnica aplicada e os impactos dela derivados.

Da mesma forma que no monitoramento preventivo é importante que sejam incluídos dentre os parâmetros avaliados a concentração de nutrientes (fósforo e nitrogênio), características do corpo d'água (profundidade, transparência, largura e declividade das margens).

7.7 MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO E RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS COMPLEMENTARES

O estudo da Tecnogeo representa um avanço no conhecimento da situação das plantas aquáticas na bacia do Paraíba do Sul, no entanto, ainda segundo a Tecnogeo, vários estudos complementares são indicados.

Há carência de alguns dados básicos como concentração de nutrientes no sedimento. Mesmo para a água é recomendável a inserção de algumas estações de monitoramento em Minas Gerais (sub-bacia do rio Carangola) e no Rio de Janeiro (sub-bacias do rio Piraí e Baixo Vale do Paraíba).

O programa de monitoramento de qualidade da água realizado no estado do Rio de Janeiro é especialmente precário. Os dados disponibilizados, segundo o próprio INEA são brutos e não tem garantia de consistência.

Um parâmetro que poderia ser inserido nos programas de monitoramento dos três estados é a contagem de cianobactérias.

O uso de modelos depende desses dados básicos.O enfoque preditivo, por exemplo, fornece modelos quantitativos que podem ser aplicados com sucesso no manejo de ecossistemas aquáticos (Hakanson&Peters, 1995; Rigler&Peters, 1995). Esse enfoque tem sido utilizado para a predição de diferentes parâmetros (por exemplo, concentrações de fósforo ou clorofila-a), processos (por exemplo, produção primária e taxas de respiração) ou biomassa e potencial de colonização de diferentes espécies aquáticas e terrestres.

Em regiões em que as variações temporais do foto período, da intensidade luminosa e da temperatura ocorrem normalmente em condições acima dos níveis limitantes (como na bacia do Rio Paraíba do Sul onde não ocorrem temperaturas extremamente baixas ou períodos de baixíssima intensidade luminosa), as velocidades de crescimento das macrófitas dependem, basicamente: da hidrodinâmica do sistema aquático; do estado trófico do ambiente e/ou da disponibilidade de nutrientes do sedimento; do número inicial de organismos e da ação de herbívoros. Modelos matemáticos que tratam do crescimento de macrófitas devem incorporar termos (funções, variáveis e/ou parâmetros) sensíveis às variações temporais destes fatores. As estimativas de densidade das macrófitas e da área total afetada são imprescindíveis para a aplicação adequada de modelos de crescimento, visando à administração de recursos hídricos. A capacidade suporte das populações de macrófitas varia, basicamente, em função da estratégia de sobrevivência da espécie (submersa, emersa, flutuante, enraizada, livre-flutuante) (Bianchini Jr.,2003).

Outras opções são:

- Modelos determinísticos são boas ferramentas de avaliação e predição da dinâmica do crescimento da vegetação. Estes modelos também podem ser usados para geração de hipóteses a serem testadas em campo ou em laboratório. Cada grupo funcional demacrófita pode ser modelado por compartimento: peso seco, carbono, nitrogênio e fósforo. (Fragoso Jr. *et al*, 2009) e
- Modelos hidrodinâmicos 3D – ELCOm/CAEDYM são utilizados para predição da ocorrência de macrófitas, considerando morfometria do sistema (batimetria, variabilidade do sedimento), regime hidrológico e hidráulico (flutuações de níveis e fluxo), condiçõesmeteorológicas (temperatura, radiação, ventos), condições geoquímicas (pH, penetração de luz, disponibilidade de nutrientes), dentre outros parâmetros. Esses modelos com simulação e medição podem ser utilizados para estudar a melhor forma de operação dos reservatórios com vistas ao controle de macrófitas e cianobactérias (Saggio, 2002).

O uso de qualquer um desses modelos depende, portanto, de dados básicos. A aquisição desses dados pode ser feita pelos programas estaduais de monitoramento da qualidade da água e também podem ser parte do monitoramento preditivo.

7.8 FONTE DE REFERÊNCIA

Estudos para identificação, localização e quantificação das causas da proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas, ao longo da calha do rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e afluentes - Elaboração Execução:Tecnogeo Informática S/S Ltda.

8 PROJETO PILOTO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA SUSTENTÁVEL DE ÁREAS URBANAS SITUADAS NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA DO SUL – TRECHO BARRA MANSA

8.1 INTRODUÇÃO

O trabalho que é apresentado nesse texto constitui a consolidação dos resultados obtidos, até o momento, na execução do "Projeto Piloto de Regularização Fundiária Sustentável de Áreas Urbanas situadas nas margens do rio Paraíba do Sul, trecho Barra Mansa – RJ", objeto do Contrato nº 025/2011 realizado entre a AGEVAP – Agência de Águas do Vale do Paraíba e a COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos Ltda. Os serviços são regulamentados pelo Termo de Referência – Anexo I do Ato Convocatório nº 023/2011.

O Projeto tem por objetivo o desenvolvimento de um estudo de viabilidade da promoção da regularização fundiária sustentável em um trecho urbano do rio Paraíba do Sul. O rio é fortemente impactado pela urbanização dos municípios fluminenses, paulistas e mineiros que se desenvolveram às suas margens. Ao mesmo tempo, a população que ocupa a Faixa Marginal de Proteção – FMP do rio Paraíba do Sul, sofre com as constantes inundações de suas casas, estabelecimentos de comércio e até mesmo prédios públicos. A cada cheia do rio Paraíba do Sul os prejuízos se multiplicam e o efeito mais nefasto é a exposição da população a situações de risco de vida, por enchentes e desmoronamentos.

Imbuída do propósito de compatibilizar o crescimento das cidades ao longo do rio Paraíba do Sul e a ocupação de suas margens com a necessidade de preservação do corpo hídrico para as presentes e futuras gerações, a AGEVAP optou por contratar a consultoria especializada da COHIDRO. Seu objetivo foi desenvolver uma experiência piloto de análise de viabilidade da regularização fundiária sustentável de áreas urbanas situadas nas margens do rio Paraíba do Sul.

A área de abrangência do Projeto compreende um trecho urbano de 2,5km de extensão, em ambas as margens do rio Paraíba do Sul. Foi estabelecido que a área selecionada para estudo deveria contemplar não somente uma faixa de 100m de largura – que é a FMP para o rio Paraíba do Sul, de acordo com a Lei federal 12.651, de 25 de maio de 2012([5]) – mas

[5] A Lei federal 12.651, de 25 de maio de 2012 é o novo Código Florestal brasileiro. Com a edição dessa Lei, ficou revogado o Código Florestal anterior (Lei federal 4717/65), que igualmente previa a FMP de 100m para rios com 50 a 200m de largura. Atualmente, as Faixas Marginais de Proteção – que constituem Áreas de Preservação Permanente – são estabelecidas pelo artigo 4º da Lei federal 12.651/2012, nos termos seguintes:

uma faixa de 200m, a fim de que se possa contemplar regiões muito próximas da FMP, e eventualmente ainda impactadas pelas cheias.

Foram previstas, no Termo de Referência supramencionado, sete etapas para a execução dos serviços. Ao término de cada uma dessas etapas, um relatório é elaborado e entregue para análise da AGEVAP e, também, do INEA – Instituto Estadual do Ambiente, que supervisiona a execução dos serviços devido ao escopo ambiental do Projeto e sua validade para outros trechos do rio Paraíba do Sul, igualmente inseridos na malha urbana das cidades fluminenses.

Tais etapas serão apresentadas nos tópicos que se seguem.

8.2 PLANO DE TRABALHO

O R1 – Plano de Trabalho descreve as fases compreendidas na execução do Projeto. Cada fase abrange um grupo de atividades adequadas àquele grau de desenvolvimento dos trabalhos.

Desse modo, para cada etapa de execução do Projeto, foi estabelecida a elaboração de um Relatório, que traz a consolidação dos resultados obtidos naquela fase. São eles([6]):

- R1 – Plano de Trabalho;
- R2 – Atividades Preliminares;
- R3 – Estudos Hidrológicos;
- R0 – Modelagem Hidrodinâmica (que, embora não prevista no Termo de Referência, revelou-se fundamental, devido à necessidade de exposição dos parâmetros utilizados na definição das manchas de inundação);
- R4 – Mapeamentos – Uso Atual do Solo, Sensibilidade Ambiental e Mapeamento das Áreas de Conflito;

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

[6] Em que pese a apresentação de cada uma das etapas do trabalho na relação acima, importa ressaltar que o Projeto ainda não foi concluído. Consequentemente, até a data da elaboração deste resumo, haviam sido desenvolvidos os Relatórios R1, R2, R3, dois relatórios R4 parciais, além de um R5-parcial, como será melhor esclarecido nos tópicos que se seguem.

- R5 – Análise do Plano Diretor e Proposta de Zoneamento Ambiental;
- R6 – Proposições;
- R7 – Final.

Igualmente, o Plano de trabalho apresentou um cronograma da execução dos serviços, e definiu critérios técnicos para apresentação dos produtos ([7]).

Além disso, apresentou-se a equipe multidisciplinar da COHIDRO, envolvida, diretamente, nas diversas etapas do Projeto.

8.3 ATIVIDADES PRELIMINARES

O R2 - Atividades Preliminares é resultado da coleta de dados obtidos de diversas fontes, que foram fundamentais para o desenvolvimento das etapas subsequentes.

Inicialmente, obteve-se, junto ao Núcleo de Geoprocessamento da Prefeitura de Barra Mansa, os estudos e os mapas elaborados para melhor compreensão da dinâmica territorial do município.

A seguir, foram selecionadas imagens de alta resolução tomadas pelo satélite *WorldView*-2, contemplando o território do município de Barra Mansa e imediações, que serviram como base para os mapas desenvolvidos pela COHIDRO nas etapas seguintes do Projeto.

A essas informações se somaram os dados coletados pelo IBGE, notadamente a localização dos setores censitários compreendidos nos bairros de Barra Mansa. Dessa forma, foi possível definir o universo populacional atingido diretamente pelo Projeto – moradores da área urbana que se formou às margens do rio Paraíba do Sul – bem como entender suas principais características socioeconômicas, além de reunir outras informações fundamentais para a consecução das etapas seguintes do Projeto.

Após a coleta desses dados, foi realizada uma análise de bases cartográficas de toda a área urbana compreendida na FMP do rio Paraíba do Sul, que resultou no oferecimento de três alternativas para a seleção da área de estudo do Projeto.

[7] Foram estabelecidos critérios para apresentação dos produtos, sendo fixado, por exemplo, que as bases restituídas em arquivos digitais teriam as seguintes características: As informações geográficas estariam referenciadas ao SIRGAS 2000; Os produtos finais (desenhos) seriam apresentados devidamente georreferenciados a uma malha de coordenadas UTM; Os arquivos em AutoCAD seriam gerados no sistema WORLD UCS (User Coordinate Systems); Os polígonos e as linhas seriam entregues na forma contínua (sem segmentação ou preenchimento). Os polígonos estariam fechados e as linhas, como curvas de nível e rios, estariam em layers independentes.

Foi então definida a área de estudo do Projeto -- trecho urbano do município de Barra Mansa, com 2,5km de extensão e 200m de largura, em ambas as margens do rio Paraíba do Sul, tendo como limite de montante o Córrego Cotiara e o Rio Barra Mansa, como limite de jusante. Compreende os bairros parcialmente contidos na faixa de 200m, na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a saber, Vila Coringa (compreendido na região administrativa de Vila Nova), Ano Bom e Delgado (este o único bairro inteiramente situado na área de estudo do Projeto), como também na margem direita do rio Paraíba do Sul, a saber, os bairros de Roberto Silveira, Centro, Estamparia e Barbará.

8.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O R3 – Estudos Hidrológicos apresentou os resultados das análises de dados pluviométricos, fluviométricos e topo-batimétricos relacionados ao rio Paraíba do Sul, não somente para o trecho urbano selecionado como área de estudo, mas também para toda a área de influência. Os resultados dos estudos hidrológicos foram utilizados como parâmetros para a elaboração da modelagem matemática do comportamento do rio na área de estudo. Para a modelagem hidrodinâmica do trecho estudado, forma foi realizado um levantamento topo-batimétrico de 12 seções transversais ao longo do trecho de 2,5 km de extensão do rio Paraíba do Sul, selecionado como área de estudo do Projeto.

O objetivo desses levantamentos foi o cálculo estimativo das vazões máximas para o rio Paraíba do Sul, considerando-se o trecho desse rio que atravessa o município de Barra Mansa. Para esse cálculo, foram consideradas as regras de operação dos reservatórios existentes a montante.

Foram considerados, nos estudos hidrológicos, os volumes de espera no reservatório de Funil para diferentes tempos de recorrência. Assim, apurou-se que a vazão máxima de restrição defluente ao reservatório é de, no máximo, 700 m³/s; em decorrência de problemas com inundações nas cidades de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí, situadas a jusante do reservatório de Funil([8]).

Segundo os estudos de cheias no Paraíba do Sul, fornecidos pela COPPETEC-CEIVAP, a cidade de Barra Mansa está sujeita a inundações a partir de vazões de 800 m³/s.

[8] De acordo com as regras de operação da UHE Funil adotada pela ONS estabelecida pela resolução nº 37, de 26 de março de 2004 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

Quadro 8.1 Características da Usina Hidroelétrica de Funil

LOCAL	PARÂMETRO	VALOR	PROBLEMA
Barragem de Funil	Nível Máximo	466,70 m	Problemas no aterro da estrada de ferro
	Vazão Máxima	700 m³/s	Inunda bairros ribeirinhos, Barra Mansa, Resende e Volta Redonda
	Vazão Mínima	80,0 m³/s	Resolução ANA Nº 211

Fonte: Adaptado COPPETEC, 2007

Verificou-se que, antes da determinação das vazões máximas do rio Paraíba do Sul no trecho do município de Barra Mansa, era necessário estudar as vazões máximas ocorridas na bacia incremental que se situa entre a barragem de Funil e o próprio município. Somente a partir desses resultados seria possível identificar a vazão que é, de fato, resultado das contribuições da bacia incremental, e a vazão que é derivada do fluxo liberado pela barragem de Funil.

Para obter os valores das vazões equivalentes à bacia incremental, foram selecionados os dados de vazões da estação de Barra Mansa (58300000) e subtraídos das vazões efluentes da barragem de Funil.

Para este cálculo, considerou-se uma defasagem de tempo de um dia entre as duas vazões, pois o tempo de percurso entre os dois pontos é de aproximadamente 24 horas.

Os resultados obtidos nesta etapa do trabalho foram fundamentais para o desenvolvimento do modelo matemático que possibilitou a delimitação das manchas de inundação e a identificação das edificações atingidas.

8.5 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

Embora o Relatório de Modelagem Hidrodinâmica não tenha sido previsto no Termo de Referência, revelou-se fundamental a exposição dos parâmetros utilizados na definição das manchas de inundação.

A modelagem hidrodinâmica constituiu-se na aplicação do modelo matemático desenvolvido pelo *Hydrologic Engineering Center* (*U.S Army Corps of Engineers*). Esse modelo matemático é denominado de HEC-4.2.0.

Desenvolvido pelo HEC (*Hydrologic Engineering Center*) do Corpo de Engenheiros do Exército norte-americano, o software RAS (*River Analysis System*) foi concebido para efetuar cálculos hidráulicos em um sistema completo de canais naturais ou construídos.

O consagrado modelo matemático foi utilizado para verificação da capacidade da calha principal do rio Paraíba do Sul. A técnica consistiu em distintas simulações da modelagem hidrológica na bacia do rio Paraíba do Sul, no trecho localizado no município de Barra Mansa.

Para a obtenção desses resultados, foram selecionados, inicialmente, os dados coletados da Estação 58300000 (Barra Mansa). Tais dados foram subtraídos das vazões efluentes do reservatório de Funil, medidas pela operadora da barragem. A diferença entre as vazões foi considerada como vazão de contribuição da bacia incremental.

A partir da série histórica de vazões obtidas para a bacia incremental foram feitos os estudos de vazões máximas do rio Paraíba do Sul para trecho entre a Barragem de Funil e o município de Barra Mansa.

Observe-se, porém, que foram considerados somente os registros de vazões entre 1969 até 2007, pois 1969 é a data de início da construção da Barragem de Funil.

A partir destes dados, foi utilizado o Software SisCAH 1.0, para a determinação das vazões máximas. Para cada método apresentado, foi obtido o ajuste dos dados e estimada a distribuição de probabilidade para os diferentes tempos de recorrência.

O programa soma todos os incrementos de vazões para obter uma vazão nas margens esquerda e direita. A vazão no canal principal é calculada como um único elemento de fluxo. A vazão total na seção transversal é obtida somando-se as vazões nestas três subdivisões.

Quadro 8.2 Resumo das vazões máximas (m³/s) para o trecho de Barra Mansa

Tempo de Retorno (anos)	Vazão Máxima (m³/s)		
	Bacia Incremental (Lognormal 2)	Restrição de Defluência da Barragem de Funil	Trecho do Paraíba do Sul (Barra Mansa)
10	694 m³/s	700 m³/s	1.394 m³/s
25	900 m³/s	700 m³/s	1.600m³/s
50	1.055 m³/s	700 m³/s	1.755m³/s
100	1.210 m³/s	700 m³/s	1.910 m³/s

Para o trecho do rio Paraíba do Sul compreendido na área de estudo, foram simulados quatro diferentes cenários. Desse modo, foram utilizadas as vazões máximas de cheias correspondentes aos tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos.

Os resultados podem ser observados na **Figura 8.3**.

A análise da sobreposição das manchas de inundação em relação à área de estudo permite constatar que, para todas as vazões de cheia simuladas, as seções ocorrentes mostram-se insuficientes para confinar o escoamento em sua calha principal, pois houve transbordamento do rio.

8.6 MAPEAMENTOS – IDENTIFICAÇÃO DO USO ATUAL DO SOLO

O Relatório R4 – Mapeamentos (parcial) – Identificação do uso atual do solo constitui parte do Relatório R4 – Mapeamentos, que tem por objetivo descrever e apresentar mapas que ilustrem o uso atual do solo, a identificação das áreas com sensibilidade ambiental e o mapeamento das áreas de conflito. Todos os mapeamentos são aplicações dos estudos previamente desenvolvidos no Projeto.

Na Identificação do uso atual do solo, foi realizada uma pesquisa de campo, no trecho selecionado para o desenvolvimento do Projeto. Nessa etapa, o estudo identificou as áreas nas quais predominam os usos residencial e comercial e os locais destinados a equipamentos urbanos e comunitários. Foi produzido, também, um Relatório Fotográfico.

Com base nesses levantamentos, foram elaborados mapas de uso atual do solo sobre a área de estudo (**Figura 8.1**).

Na segunda parte deste estudo, houve a análise da permeabilidade do solo, classificando-se em um mapa (**Figura 8.2**) as áreas permeáveis e não permeáveis.

Na terceira parte, o relatório mostra o produto do levantamento da densidade ocupacional dos imóveis na área de estudo. Para realização dessa pesquisa houve uma sobreposição dos setores censitários, utilizados no censo demográfico de 2010 pelo IBGE, em relação aos bairros compreendidos na área de estudo, que resultou na produção da Figura 1 – Densidade Ocupacional.

8.6.1 Identificação do Uso Atual do Solo

Para a elaboração de diagnóstico do uso atual do solo na área de estudo, identificou-se o principal uso dos terrenos, com o registro das informações obtidas, rua a rua. Caracterizou-se a tipologia do uso preponderante através de fotografias, com coleta de suas coordenadas georreferenciadas (*datum* WGS 84).

Após a identificação dos bairros e dos logradouros contidos na área de estudo, os dados coletados em campo, quanto aos tipos de utilização do solo urbano, foram lançados nos mapas.

Para a elaboração dos mapas obteve-se a planta cadastral do município, que foi fornecida pela Coordenação de Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Barra Mansa. A planta cadastral oferece a base com todos os logradouros públicos reconhecidos no perímetro urbano da cidade – estradas, avenidas, ruas, praças([9]).

Sobre a base cadastral do Município, com o arquivo vetorial dos logradouros, foi feita a sobreposição de uma imagem de satélite de alta resolução, com o recurso do programa ArcGis 9.3.

Por se tratar de área urbana, foi realizada a classificação dos usos dos terrenos nas categorias comercial, residencial, serviços públicos, transportes e áreas verdes.

Relativamente aos usos comercial e residencial, observou-se que alguns imóveis apresentavam usos mistos. Nesses casos, para a classificação das zonas como residenciais ou comerciais, adotou-se o critério de prevalência do uso predominante naquela área. Além disso, na classificação das zonas residenciais, houve a preocupação de identificar as zonas ocupadas por comunidades de baixa renda, sobretudo aquela declarada como Zona de Especial Interesse Social.

Quanto aos prédios destinados à prestação de serviços públicos, identificaram-se diversas modalidades de instituições, sobretudo porque a área de estudo coincide, em parte, com a área central da cidade. Dentre as instituições públicas identificadas, foram selecionadas, para destaque nos mapas de uso e ocupação do solo, aquelas consideradas como mais representativas, que constituem pontos de referência para a localização da área de estudo.

Dentro da categoria áreas verdes, buscou-se identificar as áreas nas quais se encontram matas ciliares, já que a existência de vegetação nas margens dos rios foi fundamental para a estabilização e existência dos leitos.

---

[9] A área de estudo abrange os bairros de Roberto Silveira, Centro, Estamparia e Barbará, situados na margem direita do rio Paraíba do Sul, e os bairros de Vila Coringa, Ano Bom e Delgado (ou Vila Delgado), situados na margem esquerda do mesmo rio.
Os bairros Centro, Estamparia e Roberto Silveira estão compreendidos na Região Administrativa I – RA I – Centro. O bairro de Vila Coringa é abrangido pela Região Administrativa III – RA III – Vila Nova. Os bairros de Ano Bom e Delgado são localizados na RA IV – Ano Bom. Já o bairro de Barbará pertence à RA VII – Boa Sorte.

Identificaram-se, também, as áreas nas quais se verificou a presença de solo exposto, sem cobertura vegetal, cujo desflorestamento foi ocasionado pelo preparo do solo, em geral para uso agrícola.

Por fim, dentro da categoria áreas verdes, foram identificados os parques públicos, que são exemplos de compatibilização do uso urbano com a proteção ao meio ambiente, buscando minimizar o impacto ambiental.

Na categoria transportes, foram identificadas as pontes e a ferrovia situada nas proximidades do córrego Cotiara, que marca o início da área de estudo. As pontes constituem importantes meios de ligação da Cidade, conectando uma margem do rio Paraíba do Sul à outra.

Na **Figura 8.1** é possível identificar 36 pontos visitados na área de estudo do Projeto.

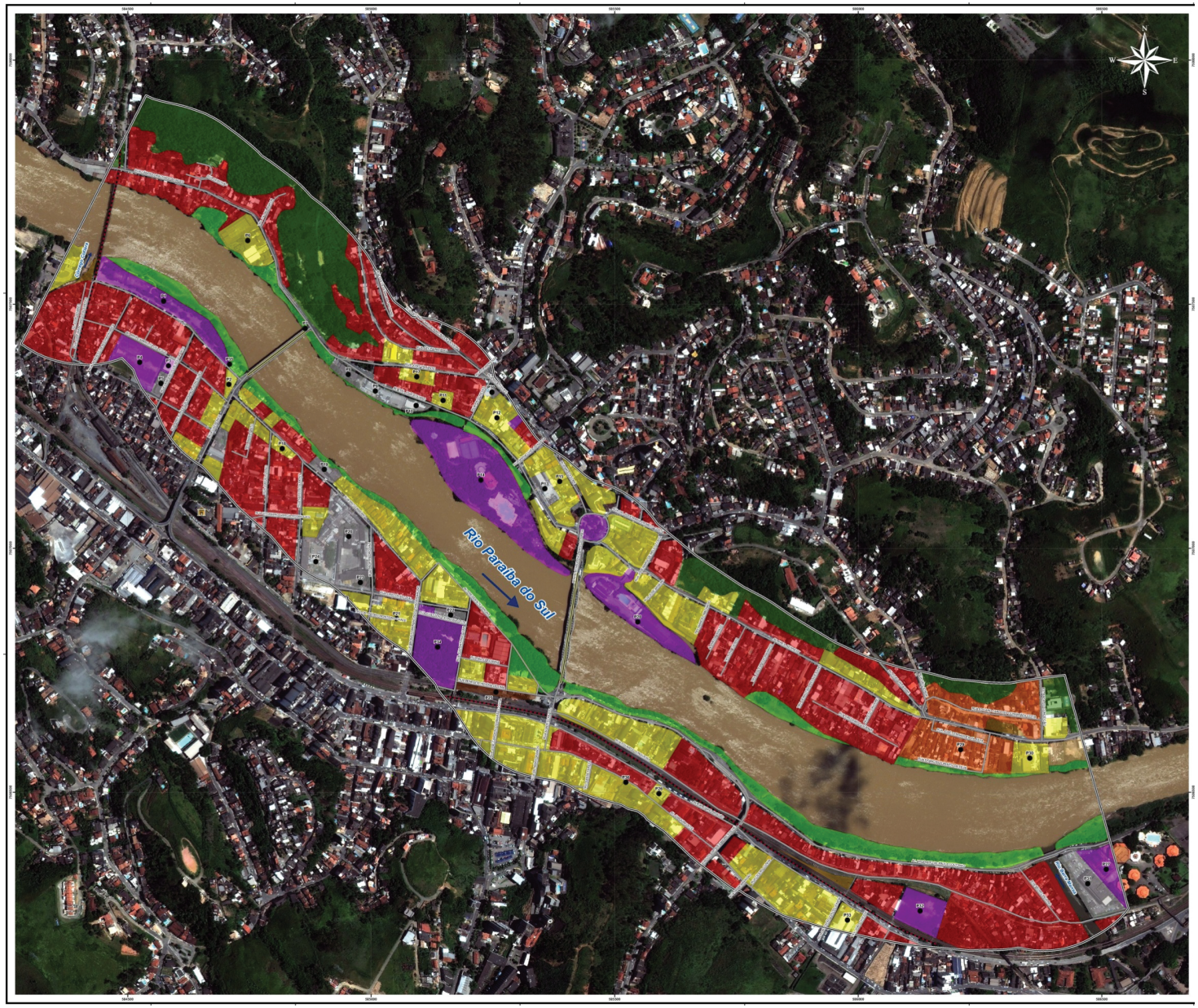


Figura 8.1 Levantamento do Uso Atual do Solo – Mapa Geral
Fonte: DE-0712-1401-0617-001, COHIDRO/AGEVAP, Fevereiro/2013

8.6.2 Permeabilidade do Solo

Permeabilidade é a maior ou menor dificuldade com que a percolação da água ocorre através dos poros do solo.

Para a avaliação da permeabilidade do solo em Barra Mansa, foi realizada visita a campo entre os dias 28 e 31 de outubro de 2012.

A seguir, elaborou-se um mapa (**Figura 8.2**), resultado da sobreposição de uma imagem de satélite de alta resolução sobre a base cadastral do Município, com o arquivo vetorial dos logradouros. O recurso utilizado para a sobreposição foi o programa ArcGis 9.3.

Para diagnosticar a permeabilidade do solo na área de estudo, foi feita uma classificação do território nas seguintes categorias: curso d'água, vegetação e solo não edificado, área edificada, asfalto, paralelepípedo, ferrovia e ponte, devidamente destacadas, conforme exposto na **Figura 8.2** .

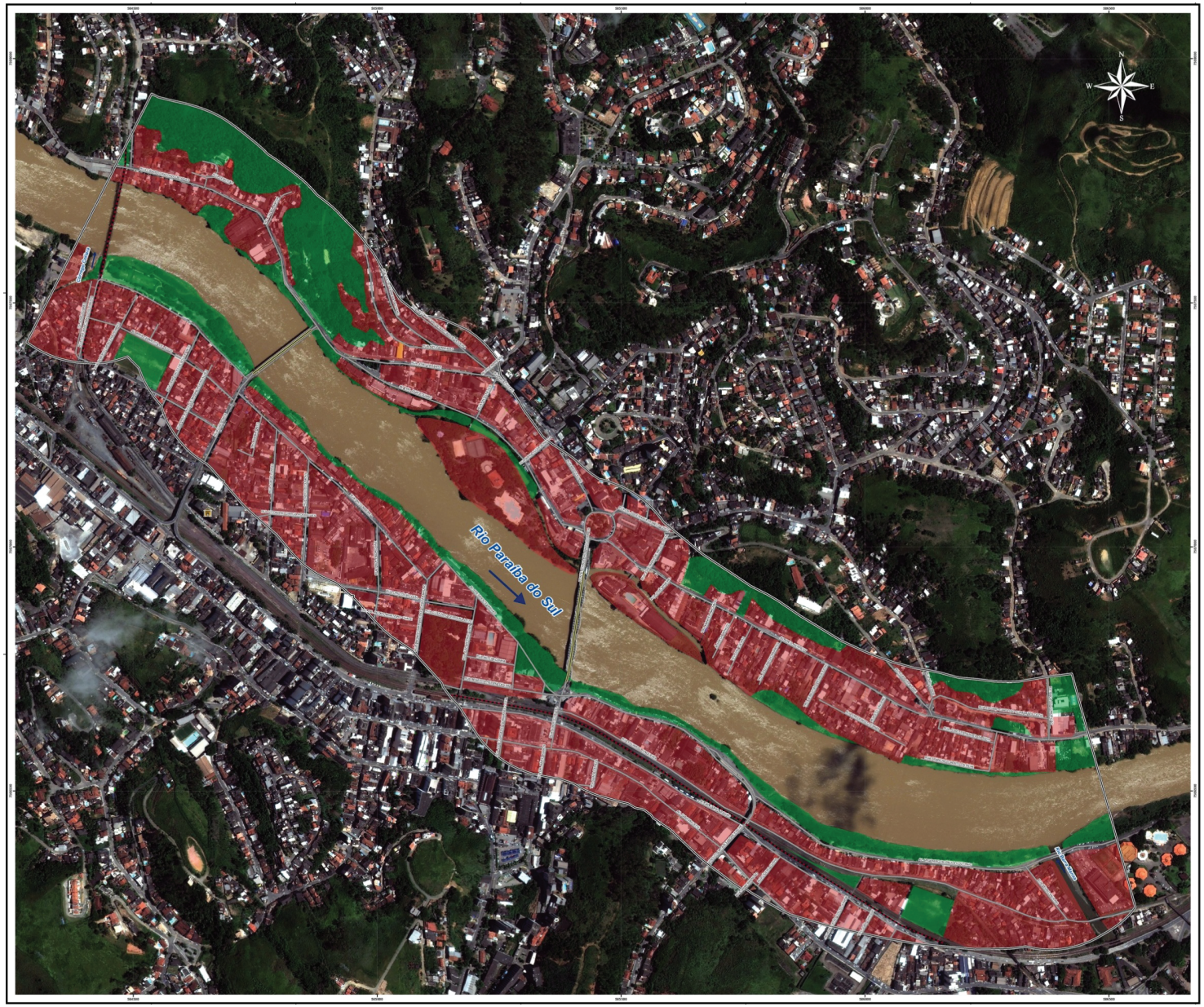


Figura 8.2 Mapa de Permeabilidade do Solo
Fonte: DE-0712-1401-0617-009, COHIDRO/AGEVAP, Fevereiro/2013

As pontes foram destacadas no desenho, conforme se depreende da leitura da legenda, mas, por serem asfaltadas, sua área foi somada à área de asfalto, para efeito de cálculo de permeabilidade.

A diferenciação entre as vias asfaltadas e as vias calçadas com paralelepípedos foi complementada com auxílio da ferramenta *Street View*, do programa *Google Earth*. Essa ferramenta permite maior aproximação da área de estudo, imprescindível para que se possa perceber o tipo de pavimentação utilizado.

Note-se que não foi verificada a presença de ruas de terra na área de estudo, o que explica a ausência dessa categoria na legenda da **Figura 8.2**.

Quadro 8.3 Solo edificado e não edificado, por bairros compreendidos na área de estudo

Bairros	Area Total (Km²)	Área de Vegetação e Solo Não Edificado (Km²)	Area Edificada (Km²)	Área de Vegetação e Solo Não Edificado (%)	Area Edificada (%)
Ano Bom	0,457	0,124	0,333	27,17	72,83
Barbará	0,028	0,010	0,018	36,09	63,91
Centro	0,400	0,054	0,346	13,39	86,61
Delgado	0,035	0,003	0,032	9,18	90,82
Estamparia	0,185	0,045	0,140	24,25	75,75
Roberto Silveira	0,124	0,030	0,094	24,36	75,64
Vila Coringa	0,134	0,055	0,079	41,08	58,92

Como pode ser identificado na **Figura 8.3**, a presença marcante de solo edificado na área atingida por cheias de recorrência agrava o problema das inundações. Observa-se que são mais frequentes as inundações nos bairros Roberto Silveira, Centro e Delgado, que também são os bairros mais edificados da área de estudo.



Figura 8.3 Mapeamento das Áreas de Risco de Inundação
Fonte: DE-0712-1401-0617-008, COHIDRO/AGEVAP, Maio/2013

8.6.3 Densidade Ocupacional dos Imóveis compreendidos na Área De Estudo

A validade do estudo da densidade ocupacional, realizado neste tópico, é permitir uma melhor compreensão da área de estudo do Projeto, no que se refere à relação entre a população e o território. Assim, é possível saber: 1)qual o número estimado de habitantes que serão atingidos na implementação das medidas baseadas nas conclusões deste Projeto; 2) Qual a situação do território, quanto à densidade habitacional (número de habitantes) e ocupacional (distribuição dessa população na área de estudo).

De posse dessas informações, é possível antecipar a necessidade de previsão de áreas para habitação de interesse social, na hipótese de realocação de moradores ocupantes da FMP. Observado o modo como essa população está distribuída no território, será possível prever qual a área (extensão) necessária para a acomodação dessa população, de modo a não gerar uma distribuição espacial indesejada (excessiva densidade populacional em novas áreas).

A presença de um estudo dessa natureza, portanto, permite evitar futuros reflexos negativos da má distribuição espacial da população. Será uma ferramenta bastante útil para a Proposta de Zoneamento Ambiental para a área de estudo.

Barra Mansa tem extensão territorial de 547,2 km², que corresponde a 8,84% da área da Região do Médio Paraíba e possui, em média, 324,9 habitantes por km².

Para avaliação da densidade ocupacional dos imóveis situados na área de estudo, foram utilizados os setores censitários ([10]) constantes do censo demográfico de 2010, realizado pelo IBGE([11]).

Segue abaixo o número estimado de habitantes por domicílio em cada um desses bairros, de acordo com o Censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010.

[10] Os setores são as menores unidades territoriais estabelecidas pelo IBGE para fins de coleta do Censo. A demarcação dos setores censitários é realizada com obediência a critérios de operacionalização da coleta de dados, de tal maneira que abranjam uma área que possa ser percorrida por um único recenseador em um mês e que possua em torno de 250 a 350 domicílios (em áreas urbanas). Para o município de Barra Mansa o IBGE desenvolveu 492 setores censitários. Para o presente trabalho, foram utilizados 107 setores censitários, que têm relação com a área de estudo, abrangendo, total ou parcialmente, os bairros de Vila Coringa, Roberto Silveira, Centro, Delgado, Estamparia, Ano Bom e Barbará.

[11] IBGE. Setores censitários do censo demográfico 2010. Disponível em <geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/Censo_2010>

Quadro 8.4 Estimativa de habitantes por domicílio

Bairro	Número estimado de habitantes por domicílio (hab/dom)
Ano Bom	2,99
Barbará	3,52
Centro	2,56
Delgado	3,55
Estamparia	2,80
Roberto Silveira	2,97
Vila Coringa	3,13

Após a seleção dos setores censitários pertinentes, foram somados os quantitativos populacionais, bairro a bairro.

A seguir, foi calculada a área de cada bairro utilizando-se a *South America Albers Equal Area Conic* como parâmetro -- uma projeção que é considerada mais adequada para cálculo de área, por gerar menores distorções.

Em seguida, recalculou-se a área dos bairros, em quilômetros quadrados, que está de fato compreendida na área de estudo. Então, estabeleceu-se a relação entre a densidade ocupacional -- encontrada de acordo com os critérios acima explicitados -- e a área do bairro abrangida pelo Projeto.

A densidade ocupacional dos bairros do entorno foi mantida, para possibilitar a comparação e facilitar a situação espacial do leitor, como se pode avaliar na análise da **Figura 8.4,** apresentada a seguir.

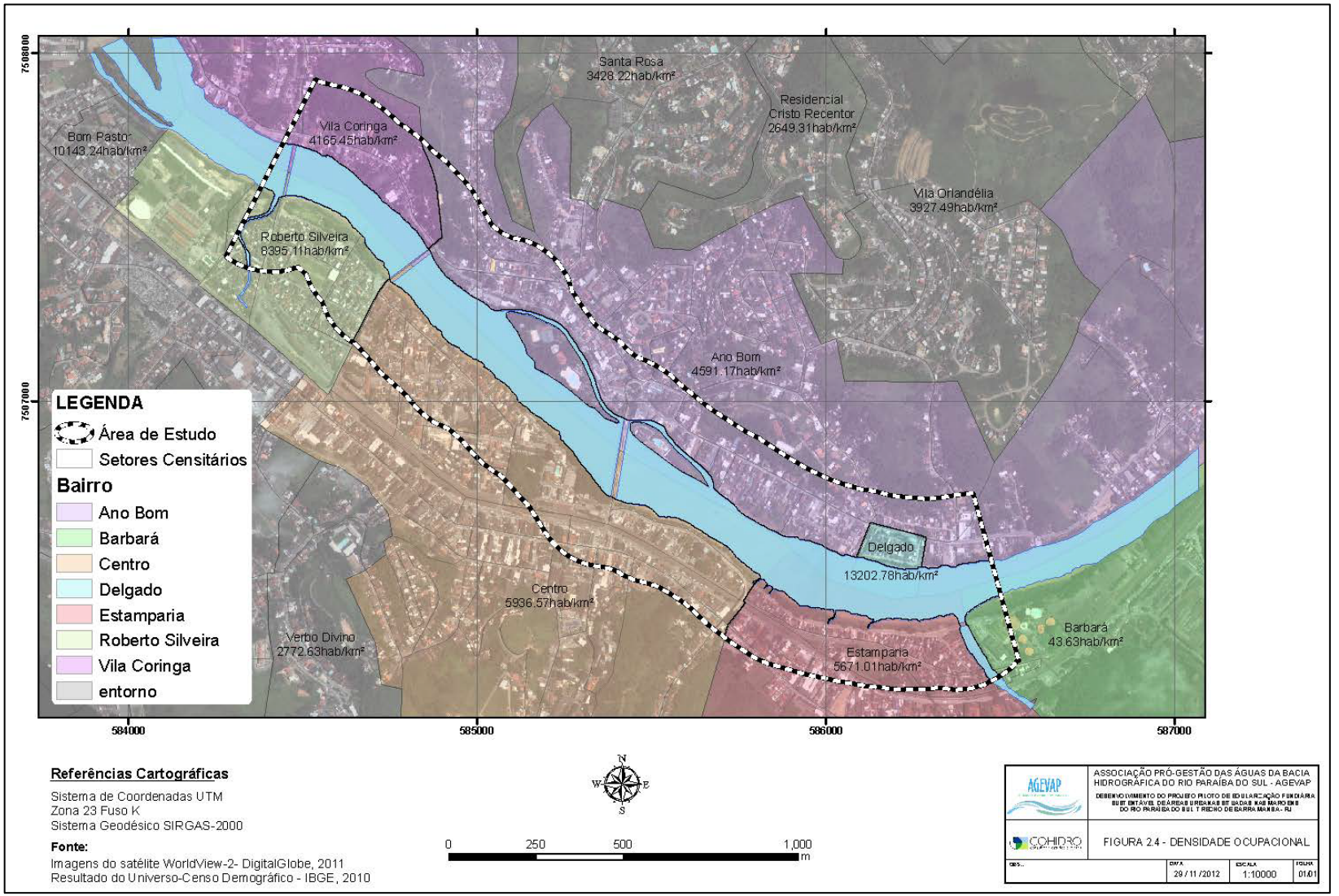


Figura 8.4 Densidade ocupacional

8.7 MAPEAMENTOS – SENSIBILIDADE AMBIENTAL

8.7.1 PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS

Análise da sensibilidade ambiental é a identificação de áreas com vegetação e desprovidas de cobertura vegetal que possam vir a ser elementos conectores de biodiversidade. Diz respeito ao grau de suscetibilidade do meio ambiente a qualquer dano, principalmente à poluição. Estudos correlatos visam, ainda, identificar áreas passíveis de recuperação ambiental, objetivando a implantação de corredores ecológicos interligando a faixa marginal de proteção (dos rios) com remanescentes florestais externos.

Este estudo oferece técnicas de recomposição das margens de trechos do Rio Paraíba do Sul situados em Barra Mansa – na área de estudo do Projeto e também em áreas contíguas que com ela se interligam necessariamente.

As áreas foram mapeadas para indicação da extensão a ser reflorestada após a realocação de construções, cujo reassentamento será sugerido em local que não constitua Área de Preservação Permanente.

Na **Figura 8.5** pode-se visualizar a área de interesse do Projeto, com a mata ciliar recomposta.

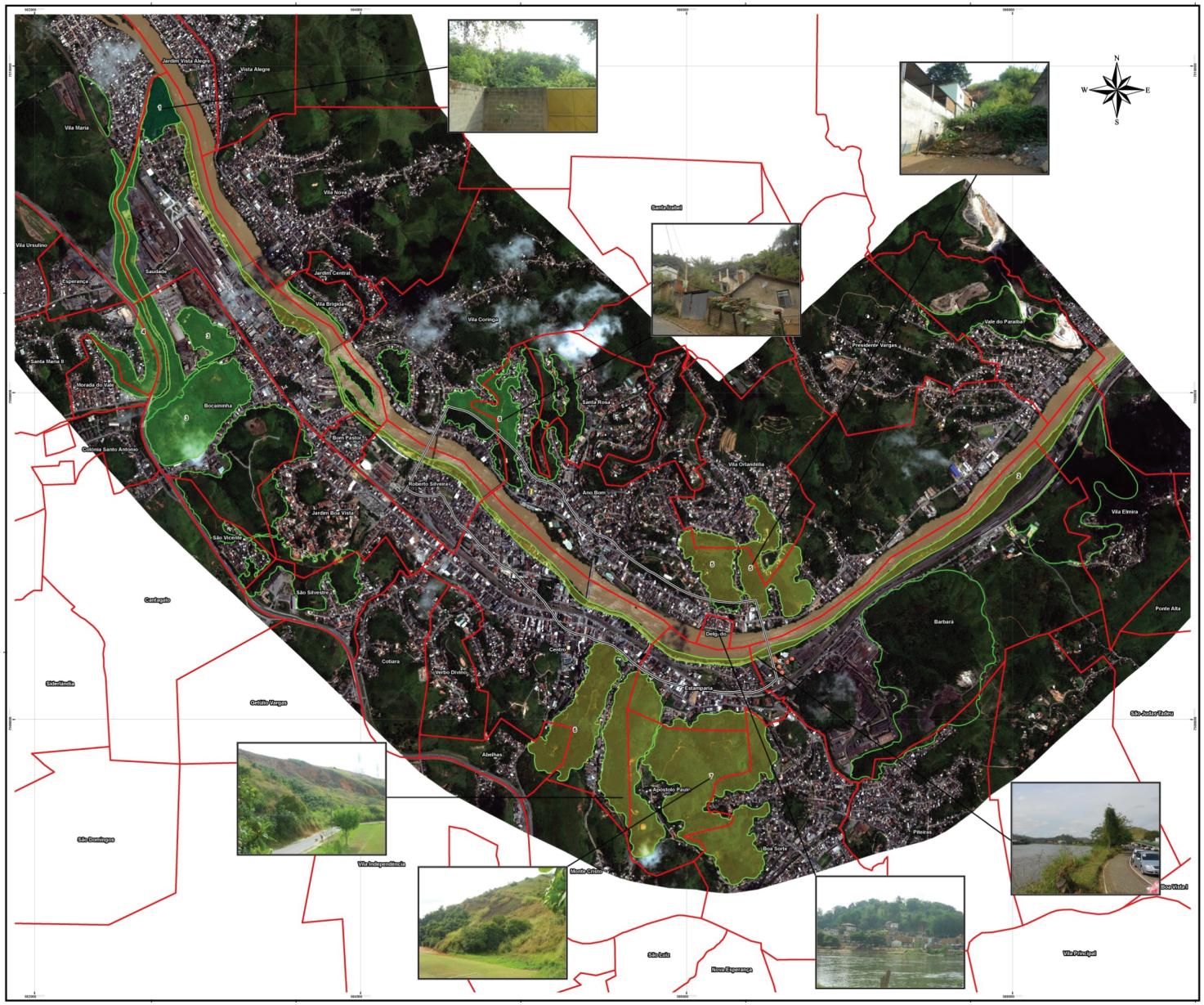


Figura 8.5 Mapa de Fragilidades Ambientais e Proposta de Corredores Ecológicos
Fonte: DE-0712-1401-0617-015, COHIDRO/AGEVAP, Maio/2013

Observe-se que a recomposição da mata ciliar foi feita não apenas no espaço territorial compreendido na área de estudo do Projeto – trecho com 2,5km de extensão e 200m de largura, em ambas as margens do rio Paraíba do Sul -- como também em trecho que limita com a área de estudo, à direita, e se prolonga por 2,86 km, e ainda à esquerda, em trecho de 3 km ([12]).

Para a formação de corredores ecológicos, foram divididas em oito áreas às margens direita e esquerda do rio Paraíba do Sul e margens direita e esquerda do rio Bananal, como pode ser observado no Mapa de Fragilidades Ambientais e Proposta de Formação de Corredores Ecológicos (**Figura 8.5**).

Identificadas as áreas, metodologicamente as mesmas foram classificadas como:

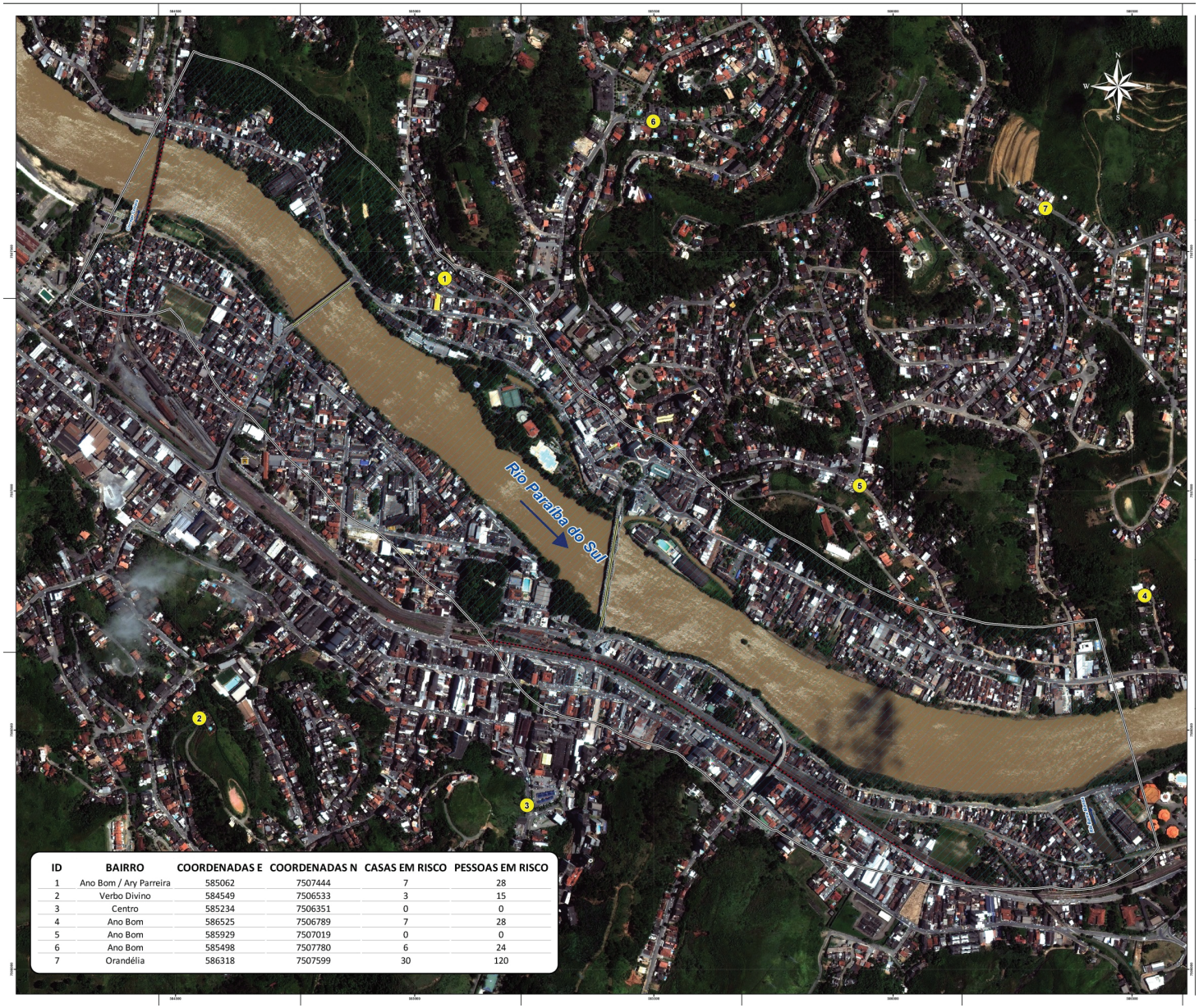
a) Classe A – Área totalmente recuperada passível de monitoramento e levantamento de espécies da mata atlântica: 53.363 m²
b) Classe B – Área mista, com nichos de mata recomposta, áreas passíveis de reflorestamento e áreas passíveis de serem recuperadas: 642.642 m².
c) Classe C – Áreas passíveis de serem totalmente reflorestadas: 2.431.143 m².

8.7.2 Identificação de Riscos Geomorfológicos Urbanos

A seleção de áreas representativas dos padrões de ocupação nas frentes de expansão urbana constituiu o primeiro passo para a construção de cenários de risco atuais e futuros.

Para essa finalidade, foi feito o Mapa de Riscos a Escorregamento em Encostas no Município de Barra Mansa – Área do Projeto e Entorno (**Figura 8.6**).

[12] Foi utilizado, em alguns trechos o parâmetro dos 15m (quinze metros) de largura da faixa marginal de proteção, e em outros trechos a faixa de 30m (trinta metros), conforme disponibilidade de território, em ambas as margens do rio Paraíba do Sul, para a recomposição da mata ciliar, uma vez considerado que esse seria o limite mínimo para a fixação da faixa marginal de proteção, de acordo com o artigo 65 §2º do Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012).



ID	BAIRRO	COORDENADAS E	COORDENADAS N	CASAS EM RISCO	PESSOAS EM RISCO
1	Ano Bom / Ary Parreira	585062	7507444	7	28
2	Verbo Divino	584549	7506533	3	15
3	Centro	585234	7506351	0	0
4	Ano Bom	586525	7506789	7	28
5	Ano Bom	585929	7507019	0	0
6	Ano Bom	585498	7507780	6	24
7	Orandélia	586318	7507599	30	120

Figura 8.6 Mapa de Riscos a Escorregamento em Encostas no município de Barra Mansa
Fonte: DE-0712-1401-0617-013, COHIDRO/AGEVAP, Março/2013

8.8 ANÁLISE DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL

O Relatório tem por objetivo apresentar uma avaliação da legislação urbanística aplicável ao Município de Barra Mansa, com a finalidade de compreender o contexto em que serão aplicadas as medidas de recomposição ambiental da Faixa Marginal de Proteção.

8.8.1 Limites Mínimos para a FMP – Conflitos entre Normas Federais, Estaduais e Municipais

Neste estudo, foram identificados os eventuais problemas normativos e pontuada a necessidade de compatibilização dos instrumentos de política urbana com vistas à preservação ambiental dessas áreas frágeis.

A Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, admitiu a autorização de intervenção em Área de Preservação Permanente, com vistas à implantação de obras, planos ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

Atualmente, as FMP mínimas estão regulamentadas pelo novo Código Florestal – Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012. O novo Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012 trouxe novas disposições sobre a possibilidade de regularização fundiária em áreas de preservação permanente – incluídas as faixas marginais de proteção.

Do mesmo modo, admitiu-se a possibilidade de licenciamento ambiental a projeto, com redução dos limites mínimos previstos no Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012), se existisse ocupação consolidada das margens dos cursos d'água, mediante impermeabilização da FMP e capeamento do curso d'água.

Em todos os casos, é necessário que a recuperação da área de preservação permanente seja de todo inviável, devido aos custos manifestamente excessivos para a comunidade.

Ainda que se trate de área urbana consolidada, o limite mínimo da FMP deverá ser mantido em 15 (quinze) metros, exceto nos casos de cursos d'água de pequeno porte ou canalizados com margem revestida.

No âmbito estadual, a Faixa Marginal de Proteção apenas poderá ser reduzida após a emissão de parecer técnico sobre a demarcação e utilização, e consequente licenciamento ambiental, a ser procedido pelo INEA.

Assim, como condição para o licenciamento ambiental de empreendimentos que importem em supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente, exige-se a

implementação de medidas de recuperação, que deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica, nos termos do artigo 5º da Resolução 369 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente(2).

Para regulamentar a emissão do licenciamento ambiental referido na Resolução acima citada, o Estado do Rio de Janeiro conta com o Decreto 42.356 de 16 de março de 2010(3).

Observe-se que o Decreto equiparou, para efeito de tratamento legal, as Faixas Marginais de Proteção (FMP) às Áreas de Preservação Permanente (APP).

O Decreto previu a possibilidade de redução dos limites mínimos para as faixas marginais de proteção (FMP). A norma estadual traz um complemento em relação ao Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012), já que informa a maneira como se fixa o limite de 15 (quinze) metros.

Em matéria de gestão ambiental, a competência é da União e dos Estados. Não podem os Municípios emitir licenciamento ambiental, a não ser que haja convênio com o INEA, para delegação da competência (4).

Ocorre, porém, que, em se tratando de Faixa Marginal de Proteção em área urbana, pode haver um conflito entre as esferas urbanística e ambiental, como ocorre no caso de Barra Mansa.

As edificações em área urbana são reguladas por legislação municipal, pois a regulação do uso do solo urbano é de competência dos Municípios, nos termos do artigo 30 da Constituição da República.

É o Município que detém a competência constitucional para gerir a matéria urbanística, concedendo licenças para edificação, através das Secretarias Municipais de Planejamento Urbano. Desse modo, é possível que haja conflito entre lei federal e estadual, que trata da Faixa Marginal de Proteção. Neste estudo, constatou-se a existência de conflito entre a Lei Complementar 53/2007, do Município de Barra Mansa, e, de outro lado, a Lei Federal 12.651/2012 (Código Florestal) e o Decreto Estadual 42.356/2010.

Com base na Lei Complementar 53/2007, no município de Barra Mansa, construções podem ser legalizadas na FMP do rio Paraíba do Sul, desde que sejam erguidas a menos de 30 (trinta) metros.

Não há esclarecimento sobre a maneira como se medem os 30 (trinta) metros, se a partir da margem, da borda da calha do leito do rio, ou algum outro parâmetro.

8.8.2 Análise dos Instrumentos Previstos no Plano Diretor de Barra Mansa

A análise do Plano Diretor do Município de Barra Mansa e das leis que regulamentaram os instrumentos de política urbana teve por objetivo verificar se a utilização dos mesmos é adequada para que se atinja o objetivo de recuperação gradual das margens do rio Paraíba do Sul, ou se, ao contrário, os institutos de política urbana, no âmbito desse Município, nada contribuem ou até mesmo agravam o problema da ocupação e utilização predatória da Faixa Marginal de Proteção.

Constatou-se que alguns instrumentos previstos no Plano Diretor, e já regulamentados por leis complementares municipais, são danosos para o meio ambiente, caso venham a ser efetivados da maneira como foram previstos em lei.

Assim, por exemplo, a Lei Complementar municipal 46 de 13 de Junho de 2006 criou a Operação Urbana Consorciada (OUC) Glaziou, estabelecendo um programa de melhorias para parte da área central da cidade de Barra Mansa, na porção compreendida entre o rio Paraíba do Sul e a linha férrea. Ocorre, porém, que o estímulo ao uso dessa área da cidade é desaconselhável, já que o perímetro Glaziou está compreendido na área sujeita a cheias de recorrência, consideradas as cheias dos últimos 10 (dez) anos.

Igualmente, quanto ao coeficiente de aproveitamento dos terrenos, de acordo com o Plano Diretor, a despeito dos problemas da gestão urbana-ambiental de uma cidade que se formou às margens do rio Paraíba do Sul e é mais adensada na área central, a disciplina legal das construções é francamente favorável à edificação nessa área. Com o agravante de que não há qualquer ressalva à utilização dos terrenos situados na FMP.

Outros instrumentos de política urbana, que foram previstos no Plano Diretor, carecem de regulamentação, a ser feita por leis específicas. Assim, a utilização do instrumento do direito de preempção, por exemplo, seria recomendável para o atingimento do objetivo de revitalização das margens do rio Paraíba do Sul.

Com a adequação do Plano Diretor Municipal, para que sejam revistos e regulamentados os instrumentos urbanísticos no âmbito do município de Barra Mansa, será possível a adoção de políticas públicas que efetivamente assegurem o atingimento dos objetivos colimados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental.

9 ESTUDO SIEMEC/SISPREC ANA

Este capítulo apresenta uma compilação dos estudos desenvolvidos pela Agencia Nacional de Águas para elaboração do sistema de previsão de eventos críticos na bacia do rio Paraíba do Sul - SISPREC e do sistema de intervenções estruturais destinados à mitigação do efeito das cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba - SIEMEC.

Nos últimos anos, a ANA tem estimulado o desenvolvimento de Planos de Convivências com Eventos Hidrometeorológicos Críticos, os quais se constituem como importantes instrumentos de apoio à gestão de riscos de desastres naturais. A identificação dos eventos críticos, a caracterização dos seus potenciais impactos e a avaliação da vulnerabilidade do ambiente urbano servem de apoio aos Estados e Municípios no mapeamento das regiões mais susceptíveis a desastres naturais e no desenvolvimento de ações integradas estruturais e não-estruturais de mitigação dos efeitos. (ANA, 2011).

Com o objetivo de apoiar o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP, a ANA iniciou em 2011 o desenvolvimento do SISPREC e do SIEMEC, orçados em 4,6 milhões. (Informativo CEIVAP, 2012).

Para consecução dos objetivos, foram elaborados os seguintes estudos: Estudo de caracterização das cheias e da planície de Inundação; Estudo de propagação de poluentes; Estudo de ruptura de barragens; Estudo de previsão de inundações; Estudo de concepção de alternativas para mitigar as cheias nas Bacias do rios Pomba e Muriaé. Dentre os resultados obtidos, destacam-se os mapas de áreas inundáveis, que é um elemento fundamental para um planejamento urbano sustentável, o sistema de previsão SISPREC e o sistema de intervenções - SIEMEC.

Ressalta-se também que foram realizados os seguintes trabalhos de campo: levantamentos de seções topobatimétricas nos rios Paraíba do Sul, Paraibuna, Pomba, Carangola e Muriaé; levantamentos cartográficos nas cidades do SIEMEC e levantamento dos pontos críticos em relação às inundações nas cidades do SIEMEC. Deve-se destacar que os dados de levantamento de campo podem ser utilizados com outras finalidades, incluindo outros estudos específicos e pesquisa.

A ANA está disponibilizando os resultados, relatórios e dados utilizados com o objetivo de dar ciência da existência dos mesmos, viabilizar o seu uso por instituições públicas e privadas, estimular e orientar práticas semelhantes em outras regiões do país. (ANA, 2011)

Ao longo deste relatório são abordados os detalhes adotados pela ANA para a elaboração desses estudos como: SISPREC, proposta de organização dos estudos, históricos das inundações, informações sobre os 9 relatórios (R01: Detalhamento do Plano de Trabalho, R02: Coleta de Dados, R03: Avaliação e Consistência das Informações Hidrológicas e Hidráulicas, R04: Sistematização das Informações sobre Atividades com Potencial de Risco Ambiental, Pontos Vulneráveis e Barramentos existentes, R05: Estudo e Modelagem de Cheias, Previsão de Vazões e Estudos Relacionados, R06: Relatório do Estudo de Ruptura de Barragens, R07: Relatório do Estudo de Propagação de Poluentes, R08: Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Eventos Críticos, RF01: Relatório Final de Elaboração do SISPREC); SIEMEC - Sistema de intervenções estruturais para mitigação dos efeitos de cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba, seus objetivos, os relatórios previstos (R30: Relatório de Coleta de Dados e Reconhecimento de Campo, R31: Relatório sobre o Papel dos Afluentes nas Cheias e Pontos Críticos para o SIEMEC, R32: Relatório de Caracterização das Cheias e da Planície de Inundação, R33: Relatório sobre Locais Propícios para Implantação de Estruturas e Consolidação dos Critérios do SIEMEC, RF34: Relatório Final da Concepção Geral do SIEMEC.

9.1 SISPREC: SISTEMA DE PREVISÃO DE EVENTOS CRÍTICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

De acordo com informações obtidas no site da ANA e em outras fontes, o SISPREC é um sistema computacional desenvolvido com o intuito de fornecer previsões sobre a evolução de inundações, a propagação de poluentes e o potencial impacto da ruptura de barragens na bacia do rio Paraíba do Sul, propiciando o planejamento de ações de mitigação destes eventos críticos. A previsão é componente fundamental a integrar um futuro plano de contingência, já que planos dessa natureza necessitam dispor de ferramentas que permitam detectar o surgimento de condições capazes de deflagrar um evento crítico e simular o seu desenvolvimento no tempo e no espaço, de modo a acionar mecanismos de resposta em tempo hábil. (ANA, 2011)

As etapas para o desenvolvimento do SISPREC foram: coleta de dados junto a diversas instituições; levantamento de seções topobatimétricas em campo; avaliação e consistência das informações hidrológicas e hidráulicas; sistematização das informações sobre atividades com potencial de risco ambiental, pontos vulneráveis e barramentos existentes; estudo e modelagem de cheias; estudo de previsão de vazões; estudo de ruptura de barragens; e estudo de propagação de poluentes. O desenvolvimento de cada etapa está descrito detalhadamente nos relatórios que integram o SISPREC.

Em síntese, os estudos desenvolvidos compreendem a concepção de um sistema de previsão de eventos críticos (cheias e poluição ambiental) na bacia do rio Paraíba do Sul e de um sistema de intervenções estruturais para mitigação dos efeitos de cheias nas sub-bacias dos rios Muriaé e Pomba, contemplando, especificamente:

Desenvolvimento do Sistema de Previsão de Eventos Críticos na bacia do Rio Paraíba do Sul – SISPREC, para simulação e previsão de eventos de cheia, incluindo modelagem matemática para previsão de vazões e propagação de cheias ao longo do curso d'água e na planície de inundação, modelo para a simulação do rompimento de barragens e modelagem matemática para previsão da propagação de poluentes ao longo da bacia; e desenvolvimento do Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba - SIEMEC nas sub-bacias dos rios Muriaé e Pomba, para definição de medidas/intervenções para mitigar os efeitos das cheias nessas sub-bacias, as mais vulneráveis a acidentes ambientais, envolvendo também os serviços de campo associados, com foco nas seguintes cidades: Cardoso Moreira, Italva, Itaperuna, Laje do Muriaé e Muriaé, na sub-bacia do rio Muriaé; Mirai, na sub-bacia do rio Fubá; Natividade de Carangola, Porciúncula, Tombos e Carangola, na sub-bacia do rio Carangola; Cataguases e Santo Antonio de Pádua, na sub-bacia do rio Pomba.

As diretrizes que nortearam o desenvolvimento dos estudos partem do pressuposto básico de que eles apresentam grande complexidade, tendo em vista a multiplicidade de temas envolvidos e a extensão da área de interesse, além do objetivo principal visado, que é o de prover a bacia do Paraíba do Sul de sistemas eficientes para controle de cheias e acidentes de natureza semelhante aos que vêm ocorrendo cada vez com maior frequência, preparando as bases para elaboração do futuro Plano de Contingência. Do ponto de vista conceitual, a base metodológica pode ser subdividida em três grandes vertentes, levantamento de dados, modelagem quali-quantitativa e desenvolvimento dos sistemas, que constituem as variáveis centrais do desenvolvimento do trabalho.

9.1.1 Histórico das Inundações

Ao longo dos anos, a bacia do rio Paraíba do Sul sofreu inúmeras intervenções, capazes de produzir expressivas modificações no desempenho dos corpos hídricos em situações normais e de extremos. Ações antrópicas na bacia, tais como o desmatamento, o manejo inadequado da terra, a ocupação desordenada do solo e das encostas, os despejos in natura de efluentes domésticos e industriais e as extrações descontroladas de areia em

cavas e diretamente nas calhas, contribuíram para elevar a produção de sedimentos e acelerar o assoreamento dos cursos de água afluentes e do próprio rio Paraíba.

Verifica-se que na porção paulista da bacia, região do alto Paraíba do Sul, as inundações com prejuízos às áreas urbanas são provocadas na maioria das vezes por cursos de água afluentes ao Paraíba do Sul, já que os reservatórios de Paraibuna/Paraitinga e Jaguari exercem normalmente, um controle satisfatório das enchentes de caráter regional. Como exemplo, citam-se os municípios de Jacareí e Cachoeira Paulista, localizados nas várzeas do Paraíba, região naturalmente sujeita a inundações, porém a presença dos reservatórios Paraibuna/Paraitinga e Jaguari, e a retificação do leito do rio entre Caçapava e Cachoeira Paulista, com aumento da declividade de 19 cm/km para 28 cm/km, atenuaram a ocorrência de inundações nos centros urbanos localizados nessa área. Outro exemplo são as cheias de Lorena e Guaratinguetá, que estão parcialmente controladas pela presença de barramentos localizados nos ribeirões Santa Lucrécia, Taboão e Motas.

Já no trecho baixo da bacia e nas sub-bacias dos afluentes Pomba e Muriaé, ocorrem enchentes de caráter regional; as principais cidades afetadas nesse processo são: Campos, Cardoso Moreira, Italva, Itaperuna, Natividade, Laje do Muriaé, Patrocínio do Muriaé, Miraí, Porciúncula, Tombos, Cataguases, Cardoso de Pádua e Carangola.

Podem-se citar ainda no trecho fluminense, no estirão do rio que se estende de Funil à barragem de Santa Cecília, as inundações nas áreas urbanas e industriais em municípios como Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí. Tais cidades, principalmente as três primeiras, apresentam problemas com inundações de ruas importantes e bairros residenciais lindeiros à calha do rio.

As maiores cheias de caráter regional que ocorreram nos rios Pomba e Muriaé aconteceram nos anos de 1925, 1945, 1979, 1997, 2000, 2007e 2008. Ressalta-se que eventos críticos nessas sub-bacias são comuns, sendo que cidades são atingidas quase que anualmente por enchentes em pontos isolados. Cabe também destacar os eventos produzidos por despejos de grande quantidade de cargas poluidoras em cursos de água, tais como aqueles decorrentes de rompimento de barragens de rejeitos e vazamentos. (ANA, 2011)

9.1.2 Relatórios

Os relatórios relacionados às atividades são considerados como subprodutos do SISPREC, que possui abrangência para toda a bacia do rio Paraíba do Sul. Entretanto, devido à maior necessidade de detalhamento nas bacias dos rios Pomba e Muriaé para o estudo das

intervenções estruturais, foram desenvolvidos relatórios complementares como subprodutos do SIEMEC. Os subprodutos do SISPREC são: R01- Detalhamento do Plano de Trabalho, R02- Coleta de Dados, R03- Avaliação e Consistência das Informações Hidrológicas e Hidráulicas, R04- Sistematização das Informações sobre Atividades com Potencial de Risco Ambiental, Pontos Vulneráveis e Barramentos existentes, R05- Estudo e Modelagem de Cheias, Previsão de Vazões e Estudos Relacionados, R06- Relatório do Estudo de Ruptura de Barragens, R07- Relatório do Estudo de Propagação de Poluentes, R08- Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Eventos Críticos, RF01- Relatório Final de Elaboração do SISPREC.

Esses relatórios foram concluídos em novembro de 2012 e serão disponibilizados para o público em geral brevemente pela Agência Nacional de Águas – ANA.

9.1.2.1 Detalhamento do Plano de Trabalho - R01

Este relatório apresenta as diretrizes dos estudos, com descrição de cada atividade e da metodologia empregada. É importante para o entendimento de como cada ação se relaciona com o objetivo do SISPREC e SIEMEC.

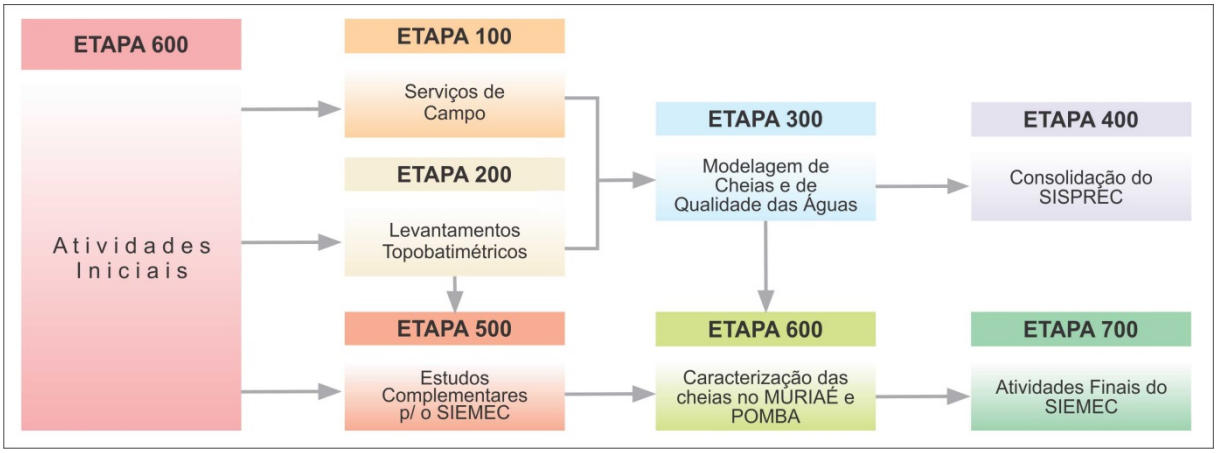


Figura 9.1 Detalhamento do Plano de Trabalho

9.1.2.2 Coleta de Dados - R02

Apresenta o resultado da coleta de dados cartográficos, socioeconômicos, dos aspectos físicos, a caracterização geral das barragens e as principais fontes de poluição.

9.1.2.3 Avaliação e Consistência das Informações Hidrológicas e Hidráulicas - R03

Apresenta a análise e seleção das estações fluviométricas e pluviométricas utilizadas nas demais etapas dos estudos, bem como um estudo de consistência dos dados.

9.1.2.4 Sistematização das Informações sobre Atividades com Potencial de Risco Ambiental, Pontos Vulneráveis e Barramentos existentes - R04

O relatório sistematiza as informações dos potenciais poluidores na bacia do Paraíba do Sul (esgoto, barragens de rejeito, resíduos sólidos e as vias onde são transportadas cargas perigosas), bem como dos pontos vulneráveis (captações para abastecimento e sedes urbanas nas margens) e dados complementares sobre os principais barramentos.

9.1.2.5 Estudo e Modelagem de Cheias, Previsão de Vazões e Estudos Relacionados – R05

Este é um dos principais relatórios do estudo, pois apresenta a descrição da modelagem hidrológica e hidráulica e os resultados. Devido à complexidade dos estudos, foi necessário elaborar preliminarmente dois relatórios parciais para verificar a eficácia da metodologia proposta, RP01 - Estudo e Modelagem de Cheias e de Geração dos Mapas de Inundação e do Perfil da Linha D'água e RP02 - Módulo de Previsão de Vazões. O R05 apresenta a consolidação e detalhamento da metodologia empregada e os resultados obtidos.

Estão disponíveis os mapas de inundação dos rios Pomba, Paraibuna, Muriaé, Carangola e Paraíba do Sul para 2, 10, 25, 50, 100 e 500 anos de período de recorrência: Os mapas de alerta indicam que localidades estão sujeitas aos níveis de alerta "aviso", "salvamento" e "remoção", que foram estabelecidos em função da profundidade e da velocidade das águas.

Os mapas de inundação apresentam as marcas das inundações para cada recorrência os mapas de profundidade indicam a altura da inundação nas localidades.

9.1.2.6 Relatório do Estudo de Ruptura de Barragens - R06

Este relatório apresenta o estudo de ruptura de barragens, incluindo a definição dos tipos de ruptura (galgamento e falha estrutural), cenários de ruptura (individual ou em cascata), a descrição da modelagem empregada e os resultados.

A ruptura por falha estrutural ou "piping" se produz por uma falha estrutural da barragem.

No caso de barragens de terra ou enrocamento, essa falha ocorre quando existem infiltrações através do corpo da barragem, de tal modo que se produz uma erosão e arraste dos materiais, que acabam causando uma ruptura. A ruptura também pode ser ocasionada por algum problema na compactação do maciço da barragem, criando-se um caminho para o fluxo de água, que acaba arrastando partículas de solo, progressivamente, resultando no fenômeno de piping.

No caso de barragens de concreto, a falha estrutural normalmente ocorre devido a problemas relacionados a deficiências do próprio concreto utilizado.

A ruptura por galgamento ocorre quando o nível d'água no reservatório se eleva além da cota da crista da barragem. Normalmente, devem-se a chuvas muito intensas, que produzem cheias nos cursos fluviais superiores à capacidade do vertedouro. Outro causa de uma ruptura por galgamento pode ser a ruptura a montante de outra barragem, de tal modo que a barragem de jusante é incapaz de laminar e verter todo volume advindo da barragem de montante, elevando-se o nível acima da cota da crista e provocando uma ruptura em cascata.

No caso das barragens de terra, o galgamento produz um arraste de materiais e a posterior ruptura.

No caso das barragens de concreto, um galgamento não produz necessariamente uma ruptura, porém, as sobrecargas a que a barragem pode ser submetida podem conduzi-la à ruptura.

Foram analisados as barragens dos:principais reservatórios da bacia: Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca, Jaguari, Funil, Chapéu d'Uvas.

9.1.2.7 Relatório do Estudo de Propagação de Poluentes - R07

Este relatório apresenta a avaliação da qualidade das águas e a modelagem matemática da qualidade das águas nos rios Pomba, Paraibuna, Muriaé, Carangola e Paraíba do Sul.

9.1.2.8 Dimensionamento da Rede de Monitoramento de Eventos Críticos - R08

Este relatório apresenta a avaliação da rede de monitoramento hidrológico e de qualidade das águas na Bacia do Rio Paraíba do Sul e propõe um dimensionamento da rede com foco nos eventos críticos, a ser implantada em duas fases. São apresentadas também as especificações mínimas dos equipamentos e a estimativa de custos.

9.1.3 Relatório Final de Elaboração do SISPREC - RF01

O SISPREC é o sistema computacional que realiza as previsões de eventos críticos na bacia do Rio Paraíba do Sul, sendo estruturado em três grandes Subsistemas:

- Previsão de cheias na bacia do rio Paraíba do Sul;
- Simulação do rompimento de barragens, incluindo grandes reservatórios existentes e barragens de rejeito;
- Simulação da propagação de poluentes nos cursos d'água da bacia.

O RF01 apresenta a estrutura do sistema computacional SISPREC, incluindo plano de projeto, documento de requisitos, especificação suplementar, caso de uso, especificação de caso de uso, documento de arquitetura, plano de implantação e manual do usuário.

9.2 SIEMEC: SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE CHEIAS NAS BACIAS DOS RIOS MURIAÉ E POMBA

O SIEMEC é o sistema de intervenções estruturais destinados à mitigação do efeito das cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba. Este sistema guarda relação direta com o SISPREC, na medida em que se valeu das simulações deste último para identificar necessidades de mitigação dos eventos críticos nas bacias e programar dispositivos de atenuação de seus efeitos, mitigando os efeitos adversos previstos.

Os estudos que nortearam o SIEMEC consideram três subsistemas de intervenções estruturais:

A concepção do Subsistema 1 tem por diretrizes a implantação de reservatórios de detenção, que visam reduzir localmente a vazão de pico, diminuindo a onda de cheia nos trechos a jusante. Com a redução dos picos de cheia, esse subsistema gera um impacto de menores proporções em relação aos demais subsistemas no que se refere à desapropriações/relocação de populações urbanas. No entanto, resulta em um passivo ambiental e social decorrente da área ocupada pelo lago da barragem;

A concepção do Subsistema 2 tem por diretriz básica a adoção de soluções que garantam o incremento de capacidade das calhas fluviais que atravessam as cidades do SIEMEC, de forma a acomodar adequadamente a cheia de projeto sem ocasionar transbordamentos e/ou inundações nas áreas ribeirinhas. Esse subsistema gera impactos sociais importantes, visto que é necessária a desapropriação de lotes nas áreas ribeirinhas para implantação das obras;

A concepção do Subsistema 3 busca incorporar soluções que minimizem os problemas de desapropriação e, em especial, de remoção/relocação de moradores ribeirinhos. Desta

forma, como critério geral, considera a construção de dispositivos que desviem parte do fluxo da calha principal para um “by-pass” construído em áreas disponíveis. Estes dispositivos são combinados com outras soluções, complementando a capacidade de vazão dos canais existentes. Em contraposição, esse subsistema tende a resultar em custos elevados, e é dependente da topografia local e do percurso do curso d’água principal.

Ao final dos estudos, não foram propostas obras do Subsistema 3, uma vez que as intervenções dos Subsistemas 1 e 2 se mostraram suficientes para a contenção das cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba, para o risco de inundações considerado, conforme se verifica no quadro a seguir.

Quadro 9.1 Mitigação dos Efeitos das Cheias obtida com a implantação das obras propostas para os subsistemas 1 e 2 do SIEMEC

Cidade	TR de Projeto (Anos)	Vazão Cheia para o TR de Projeto (m³/s)	Vazão Amortecida	Abatimento das Cheias Resultante (%)	Vazão Escoada pelo Canal Projetado ou Canal Natural (m³/s)
Carangola	50	355	227	36,1	227
Tombos	100	459	255	44,4	255*
Porciúncula	100	548	309	43,6	309
Natividade	25	552	374	32,2	374
Miraí	100	185	185	0**	185
Laje do Muriaé	25	801	651	18,7	651
Itaperuna	100	1.971	1.541	21,8	1.541
Italva	25	1.808	1.503	16,9	1.503
Cardoso Moreira	25	1.904	1.587	16,6	1.587
Cataguases	25	1.584	1.482	6,4	1.482
Santo Antônio de Pádua	25	2.101	1.975	6,0	1.975

* Canal Natural
** Não está previsto barramento a montante da cidade
Elaboração: ENGECOPS, 2012

Entretanto, caso se decida realizar intervenções complementares para reduzir ainda mais os riscos de inundação, foram indicadas as vazões não controladas pelas estruturas previstas para tempos de recorrência igual a 50 e 100 anos, transcritas no quadro a seguir.

Quadro 9.2 Resultados das simulações das obras do Subsistema 2

Cidade	Vazão de dimensionamento do canal (m³/s)	Vazão TR 25 (m³/s)	Vazão TR 50 (m³/s)	Vazão TR 100 (m³/s)	Vazões não controladas TR 100 anos (m³/s)	Vazões não controladas TR 50 anos (m³/s)
Carangola	227	212	227	243	16	-
Tombos	255	239	247	255	-	-
Porciúncula	309	275	295	309	-	-
Natividade	374	374	404	432	58	30
Miraí	185	138	162	185	-	-
Laje do Muriaé	651	651	776	895	244	125
Itaperuna	1.541	1.201	1.372	1.541	-	-
Italva	1.503	1.503	1.717	1.934	431	214
Cardoso Moreira	1.587	1.587	1.819	2.055	468	232
Cataguases	1.482	1.482	1.689	1.897	415	207
Santo Antônio de Pádua	1.975	1.975	2.257	2.539	564	282

Elaboração: ENGECOPS, 2012

Assim, o SIEMEC envolve um conjunto expressivo de intervenções que contribuem de forma integrada para o resultado final e, por essa razão, deverá ser implantado gradualmente ao longo do tempo. Na bacia do Paraíba do Sul, o foco das intervenções são as sub-bacias dos rios Muriaé e Pomba em virtude dos recorrentes e graves impactos das inundações.

As obras selecionadas para compor o SIEMEC são:

- Barragens Carangola e Tombos, no rio Carangola (Bacia do Muriaé);
- Barragem Muriaé, no rio Muriaé (Bacia do Muriaé);
- Barragem Xopotó, no rio Xopotó (Bacia do Pomba);
- Melhoramentos na calha do rio Carangola, nos trechos urbanos das cidades de Carangola/MG, Porciúncula/RJ e Natividade/RJ;
- Melhoramentos na calha do rio Fubá, no trecho urbano de Miraí/MG;
- Melhoramentos na calha do rio Muriaé, nos trechos urbanos de Laje do Muriaé/RJ, Itaperuna/RJ, Italva/RJ e Cardoso Moreira/RJ;
- Melhoramentos na calha do rio Pomba, nos trechos urbanos de Cataguases/MG e Santo Antonio de Pádua/RJ.

Observação: os estudos consideraram como já viabilizados a Barragem no rio Preto, à montante da cidade de Muriaé/MG, e os melhoramentos hidráulicos na calha do rio Muriaé no trecho urbano de Muriaé/MG, ambos frutos de estudos anteriores.

9.2.1 Relatórios

Os relatórios elaborados para o SIEMEC trazem informações sobre as áreas sujeitas a inundações, informações importantes sobre o papel dos afluentes nas cheias e pontos críticos para o SIEMEC, caracterização das cheias e da planície de inundações, além de indicações de locais para implantação de estruturas, serviços de campo e detalhamento de intervenções previstas.

9.2.1.1 Relatório de Coleta de Dados e Reconhecimento de Campo - R30

Este relatório apresenta o levantamento em campo das áreas sujeitas a inundações e as propostas de soluções para prevenção de cheias.

9.2.1.2 Relatório sobre o Papel dos Afluentes nas Cheias e Pontos Críticos para o SIEMEC - R31

O R31 apresenta o estudo da contribuição dos afluentes na formação das inundações nas Bacias do Pomba e Muriaé, identifica os pontos críticos nas cidades (controle geológico, travessia em pontes, estrangulamento da calha, confluências e barragens) e analisa os planos e projetos preexistentes.

9.2.1.3 Relatório de Caracterização das Cheias e da Planície de Inundação - R32

Este relatório consiste num diagnóstico hidráulico das cidades do SIEMEC, fornecendo informações gerais, a identificação dos pontos inundáveis e a determinação da planície de inundação e do grau de vulnerabilidade das áreas de risco (similar aos mapas de alerta apresentados no Relatório R05).

O Relatório R32 apresenta as vazões extremas para as cidades do SIEMEC, com base nos resultados finais da modelagem hidrológica e hidráulica apresentados no relatório R05.

Quadro 9.3 Vazões Externas para as cidades do SIEMEC para od diversos Tipos de Retorno (TR) simulados

Cidade	Vazão (m³/s)				
	TR 2 anos	TR 10 anos	TR 25 anos	TR 50 anos	TR 100 anos
Carangola	115,2	234,3	301,5	354,7	409,2
Tombos	124,9	259,8	336,5	396,8	459,2
Porciúncula	147,5	309,0	401,1	474,0	548,4
Natividade	213,3	429,6	551,6	646,5	743,6
Miraí	54,8	108,3	138,3	161,5	185,2
Muriaé (rio Preto)	64,5	137,0	178,3	211,1	244,7
Muriaé (rio Muriaé)	96,8	186,8	236,6	275,0	314,1
Muriaé (rio Preto + rio Muriaé)	161,3	323,6	414,9	486,1	558,8
Laje do Muriaé	320,5	628,9	800,6	933,5	1076,1
Itaperuna	537,4	1138,6	1456,6	1701,9	1970,8
Italva	721,5	1418,4	1807,8	2117,6	2435,3
Cardoso Moreira	753,5	1490,4	1904,1	2232,4	2568,3
Cataguases	660,8	1256,4	1584,2	1836,2	2091,9
Santo Antônio de Pádua	885,0	1670,3	2101,2	2430,7	2765,0

Elaboração: ENGECOPS, 2012

O texto apresenta também as vazões de restrição para cada seção levantada, as áreas alagadas nas cidades e no Anexo I consta os mapas de grau de vulnerabilidade às inundações definidas com base na profundidade e velocidade das águas para 25, 50 e 100 anos de tempo de retorno.

Quadro 9.4 Comparação entre as cheias simuladas e as cotas de referência de cada seção levantada, ao longo do rio Pomba, no trecho que cruza a cidade de Cataguases

Seção Topobatimétrica	Cota inferior do tabuleiro da ponte (m)	Cota superior do tabuleiro da ponte (m)	Cota do leito menor (m)	Nível d'água TR de 2 anos (m)	Nível d'água TR de 10 anos (m)	Nível d'água TR de 25 anos (m)	Nível d'água TR de 50 anos (m)	Nível d'água TR de 100 anos (m)	Cota da rua da margem direita (m)	Cota da rua da margem esquerda (m)
125875,80	-	-	166,18	166,50	169,34	170,67	171,49	172,26	172,41	172,94
125088,50	-	-	167,21	166,02	168,73	170,14	170,95	171,64	168,39	167,21
123716,10	167,44	170,03	-	165,49	168,28	169,78	170,62	171,35	-	-
123363,40	170,18	171,68	-	165,35	168,14	169,33	170,13	170,86	-	-
121758,80	-	-	164,04	164,92	167,73	168,93	169,74	170,47	168,74	172,54
121193,60	-	-	163,23	164,79	167,59	168,79	169,59	170,33	165,48	169,09
118887,40	-	-	166,18	164,47	167,22	168,40	169,21	169,95	167,21	172,00

Nível ultrapassa o leito menor ou nível em que a ponte trabalha em carga

Nível ultrapassa a cota da via marginal ou ultrapassa tabuleiro superior da ponte

Elaboração: ENGECOPS, 2012

9.2.1.4 Relatório sobre Locais Propícios para Implantação de Estruturas e Consolidação dos Critérios do SIEMEC - R33

A definição dos locais propícios para implantação de estruturas foi objeto de um relatório parcial intitulado RP33 - Relatório Parcial de Identificação de Locais Propícios para Implantação de Estruturas do SIEMEC, o qual apresenta de forma preliminar os locais propícios. Além daqueles identificados em relatórios anteriores, constam locais adicionais para canais de desvio nas cidades do SIEMEC.

Ressalta-se, porém, que a implantação de reservatórios de detenção e a melhoria da capacidade das calhas fluviais nas cidades se mostraram suficientes para a contenção das cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba e, por esta razão, dispensa-se a implantação dos canais de desvio para o nível de segurança avaliado.

Assim, o R33 apresenta a descrição dos critérios de seleção das obras a comporem o SIEMEC, com concepção das alternativas a partir da combinação das intervenções identificadas, seleção do conjunto de intervenções final e seleção do período de retorno adequado para o dimensionamento de cada uma.

As alternativas foram comparadas por critério econômico e de impacto ambiental e socioeconômico. Ressalta-se que os valores de custos foram estimados com apoio em curvas paramétricas, não devendo ser considerados como custos reais.

Quadro 9.5 Resumo das Alternativas Analisadas

Alternativa	TR	Descrição	Barragem			
			Barragem Xopotó	Barragem Muriaé	Barragem Carangola	Barragem Tombos
A1	25	Todas as Barragens	x	x	x	x
	50		x	x	x	x
	100		x	x	x	x
A2	25	Nenhuma Barragem	-	-	-	-
	50		-	-	-	-
	100		-	-	-	-
A3	25	Todas as Barragens, exceto Tombos	x	x	x	-
	50		x	x	x	-
	100		x	x	x	-
A4	25	Todas as Barragens, exceto Carangola	x	x	-	x
	50		x	x	-	x
	100		x	x	-	x
A5	25	Todas as Barragens, exceto Muriaé	x	-	x	x
	50		x	-	x	x
	100		x	-	x	x
A6	25	Todas as Barragens, exceto Tombos e Muriaé	x	-	x	-
	50		x	-	x	-
	100		x	-	x	-
A7	25	Todas as Barragens, exceto Tombos e Carangola	x	x	-	-
	50		x	x	-	-
	100		x	x	-	-
A8	25	Todas as Barragens, exceto Carangola e Muriaé	x	-	-	x
	50		x	-	-	x
	100		x	-	-	x

Elaboração: ENGECOPS, 2012

Quadro 9.6 Indicadores calculados para as obras de canalização constituintes da Alternativa 1 e período de retorno selecionado – Subsistema 2

Indicador		Iq			Ic			Il			It			Composição dos Indicadores		
Tempo de Retorno		25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100
Cidade do SIEMEC	Carangola	0,68	0,68	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,28	1,00	1,00	0,63	0,67	0,67	0,34
	Tombos	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,26	0,30	0,34
	Porciúncula	0,69	0,82	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,28	-0,28	-0,28	0,64	0,64	0,64	0,28	0,30	0,34
	Natividade	0,71	0,84	1,00	0,21	0,09	0,00	-0,26	-0,30	-0,33	0,87	0,76	0,70	0,38	0,35	0,34
	Miraí	0,75	0,87	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,26	-0,26	0,38	0,38	0,38	0,22	0,25	0,28
	Laje do Muriaé	0,67	0,77	1,00	0,27	0,21	0,00	-0,50	-0,55	-0,69	0,70	0,66	0,56	0,28	0,27	0,22
	Itaperuna	0,66	0,81	1,00	0,07	0,07	0,00	-0,35	-0,35	-0,38	1,00	1,00	0,95	0,35	0,38	0,39
	Italva	0,72	0,85	1,00	0,30	0,15	0,00	-0,36	-0,43	0,51	0,93	0,80	0,70	0,39	0,34	0,30
	Cardoso Moreira	0,70	0,87	1,00	0,32	0,13	0,00	-0,35	-0,44	-0,51	0,61	0,50	0,44	0,32	0,26	0,23
	Cataguases	0,78	0,89	1,00	0,27	0,12	0,00	-0,73	-0,88	-1,00	0,65	0,58	0,53	0,24	0,18	0,13
	Santo Antônio de Pádua	0,77	0,89	1,00	0,29	0,13	0,00	-0,64	-0,78	-0,89	0,57	0,50	0,45	0,25	0,18	0,14

Elaboração: ENGECOPS, 2012

9.2.1.5 Relatório Final da Concepção Geral do SIEMEC - RF34

Os relatórios RP34, R34 e RF34 constituem uma sequência de relatórios sobre as estruturas previamente identificadas com diferentes níveis de aprofundamento, podendo seus conteúdos ser distinguidos da seguinte forma:

RP34 - Minuta da Concepção do SIEMEC. Este relatório contém a análise dos resultados das simulações e indica as características básicas das estruturas necessárias integrantes dos três subsistemas do SIEMEC.

R34 - Relatório de Concepção do SIEMEC. Este relatório contém: o arranjo geral preliminar das intervenções estruturais; as estimativas de volumes de armazenamento e tempo de esvaziamento (subsistema 1); as interferências físicas, particularmente com cidades e infra-estrutura (subsistema 1); a atenuação que pode produzir no pico da descarga (subsistema 1); os benefícios produzidos; a necessidade de operação e estruturas de vertimento (subsistema 1); as características hidráulicas gerais de cada intervenção; a avaliação de performance e atendimento aos critérios estabelecidos para concepção do sistema.

RF34 - Relatório Final de Concepção do SIEMEC. Este relatório apresenta a descrição das atividades executadas para concepção do SIEMEC, os critérios adotados com os resultados das avaliações do desempenho esperado de cada intervenção e dos subsistemas e os desenhos definitivos (plantas e seções) do arranjo geral das intervenções integrantes do subconjunto Nível 1 em cada bacia, com a respectiva ficha técnica, e de cada intervenção individualmente.

Assim, observa-se que o RF34 é a consolidação dos estudos anteriores. Aborda de forma sumária os trabalhos executados e as investigações de campo empreendidas, descreve os critérios adotados para análise de alternativas e apresenta a ficha técnica das intervenções por bacia. Apenas não constam os anteprojetos das melhorias hidráulicas nos trechos urbanos, os quais foram apresentados no R34.

9.2.1.6 Relatório de Diretrizes para Detalhamento das Intervenções Previstas no SIEMEC - RF35

Este relatório apresenta o escopo e sequenciamento dos estudos a serem desenvolvidos e o cronograma de implantação do SIEMEC.

Quadro 9.7 Cronograma Genérico de Implantação do SIEMEC

Atividade	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5				Ano 6				Ano 7				Ano 8				Ano 9			
	Duração (trimestres)																																			
▪ Elaboração de Edital e Termos de Referência para Contratação do Projeto Básico																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração do Projeto Básico																																				
▪ Elaboração de Edital e Termos de Referência para Contratação do EIA/RIMA																																				
▪ Elaboração da Documentação para Solicitação de Outorga à ANA																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração do EIA/RIMA e obtenção da LP																																				
▪ Elaboração de Edital e Termo de Referência para Contratação do Projeto Executivo																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração do Projeto Executivo																																				
▪ Elaboração de Edital e Termos de Referência para Contratação do PBA ou PCA																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração do PBA e obtenção da LI																																				
▪ Elaboração de Edital e Termo de Referência para Contratação do Gerenciamento das Obras																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração de Edital e Termo de Referência pra Contratação da Fiscalização das Obras																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Elaboração de Edital e Termo de Referência para Contratação das Obras																																				
▪ Processo Licitatório e Contratação da Empresa Vencedora																																				
▪ Gerenciamento das Obras																																				
▪ Fiscalização das Obras																																				
▪ Execução das Obras																																				
– Barragens (quatro)																																				
– Canalizações (dez cidades)																																				

9.2.1.7 Programação da Primeira Campanha de Levantamentos de Campo para a Concepção do SIEMEC - P31

O relatório de programação - P31 apresenta a relação das seções topobatimétricas previstas para o levantamento de campo dos rios Carangola, Pomba e Muriaé. As especificações apresentadas foram as mesmas utilizadas no levantamento das seções topobatimétricas dos rios Paraibuna e Paraíba do Sul.

9.2.1.8 Relatórios de Serviços de Campo de Topobatimetria - RSC-ST

Estes relatórios apresentam os resultados do levantamento de campo. Em virtude dos tamanhos dos arquivos, estão sendo compartilhados apenas a parte mais relevante dos relatórios: Cadastro de estruturas; Planilha dos Pontos da Topobatimetria; e os arquivos de texto dos relatórios.

Programação da Segunda Campanha de Levantamentos de Campo para Concepção do SIEMEC - P32

O relatório de programação - P32 apresenta as áreas previstas para levantamentos cartográficos e investigações geofísicas do SIEMEC. Para identificação das áreas de levantamento, foram feitas simulações preliminares das estruturas previstas, o que resultou na seleção de 4 barragens na bacia do Muriaé e de 1 barragem na bacia do Pomba, além do descarte de outras 3 barragens no Muriaé e de 1 no Pomba.

Observa-se que programação inicial foi retificada posteriormente, tendo sido retiradas a barragem do rio Preto, cujo projeto foi elaborado pela Prefeitura Municipal de Muriaé, e os 2 canais de desvio previstos em Laje do Muriaé-RJ, tendo em vista que o estudo priorizou ações que beneficiam a bacia em vez de unicamente a cidade; foi também inserida no levantamento a barragem de Xopotó, pois foi a melhor alternativa de barramento identificada na bacia do rio Pomba.

9.2.1.9 Relatório de Serviços de Campo de Cartografia (RSC-C01)

Apresenta os resultados e o detalhamento dos levantamentos cartográficos nas cidades do SIEMEC e nos locais das 4 barragens. São disponibilizadas a restituição aerofotogramétrica na escala de 1:10.000, com curvas de nível de 5 em 5 metros e pontos cotados e as ortofotocartas.

9.2.1.10 Relatório de Serviços de Campo de Sondagens Elétricas (RSC-SE01)

Apresenta os resultados e o detalhamento dos levantamentos geofísicos realizados nos eixos das 4 barragens estudadas.

9.2.2 Resultados dos Estudos de Desempenho das Intervenções Propostas (RF-34)

O desempenho das intervenções propostas foi avaliado mediante simulações hidrológico/hidráulicas das obras propostas para os Subsistemas 1 e 2, com o objetivo de

demonstrar a proteção obtida para cada cidade considerando o TR adotado, bem como as vazões que não são controladas, para TRs maiores.

O Quadro a seguir apresenta as vazões naturais afluentes a cada uma das cidades do SIEMEC e a mitigação obtida com a implantação das obras propostas.

Quadro 9.8 Mitigação Dos Efeitos Das Cheias Obtida Com A Implantação Das Obras Propostas Para os Subsistemas 1 E 2 do SIEMEC

Cidade	TR de Projeto (Anos)	Vazão de Cheia para o TR de Projeto (m³/s)	Vazão Amortecida (m³/s)	Abatimento das Cheias Resultante (%)	Vazão Escoada pelo Canal Projetado ou Canal Natural (m³/s)
Carangola	50	355	227	36,1	227
Tombos	100	459	255	44,4	255*
Porciúncula	100	548	309	43,6	309
Natividade	25	552	374	32,2	374
Miraí	100	185	185	0**	185
Laje do Muriaé	25	801	651	18,7	651
Itaperuna	100	1.971	1.541	21,8	1.541
Italva	25	1.808	1.503	16,9	1.503
Cardoso Moreira	25	1.904	1.587	16,6	1.587
Cataguases	25	1.584	1.482	6,4	1.482
Santo Antônio de Pádua	25	2.101	1.975	6,0	1.975

*Canal natural, **Não está previsto barramento a montante da cidade, Fonte: ANA/ENGECORPS, 2012

O Quadro abaixo apresenta, para cada cidade do SIEMEC, as vazões de dimensionamento dos canais propostos, as vazões de cheia resultantes para cada TR, considerando a inserção das quatro barragens previstas para o Subsistema 1, além da barragem do rio Preto, prevista pela Prefeitura Municipal de Muriaé, e as vazões não controladas pelo sistema de obras proposto,para os mesmos Períodos de Retorno.

Quadro 9.9 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS OBRAS DO SUBSISTEMA 2

Cidades	Vazão de dimensionamento do canal (m³/s)	Vazão TR 25 anos (m³/s)	Vazão TR 50 anos (m³/s)	Vazão TR 100 anos (m³/s)	Vazões não controladas TR 100 anos (m³/s)	Vazões não controladas TR 50 anos (m³/s)
Carangola	227	212	227	243	16	-
Tombos	255	239	247	255	-	-
Porciúncula	309	275	295	309	-	-
Natividade	374	374	404	432	58	30
Miraí	185	138	162	185	-	-
Laje do Muriaé	651	651	776	895	244	125
Itaperuna	1.541	1.201	1.372	1.541	-	-
Italva	1.503	1.503	1.717	1.934	431	214
Cardoso Moreira	1.587	1.587	1.819	2.055	468	232
Cataguases	1.482	1.482	1.689	1.897	415	207
Santo Antônio de Pádua	1.975	1.975	2.257	2.539	564	282

Elaboração ANA/ENGECORPS, 2012

A título de conclusões e recomendações, o RF34 - Relatório Final de Concepção do SIEMEC, apresenta as considerações a seguir, para cada cidade beneficiada pelo SIEMEC. Reitera-se que as considerações e recomendações são de autoria da ANA/ENGECORPS e devem ser avaliadas pelo PIRH da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Bacia do Rio Muriaé – Sub-Bacia do Rio Carangola:

Cidades de Carangola e Tombos

As barragens de Carangola e Tombos, propostas para a mitigação das cheias das cidades deCarangola e Tombos constituem uma boa alternativa para amenizar picos de cheias, gerando proteção para períodos de retorno de 50 anos e 100 anos, para os municípios de Carangola e Tombos, respectivamente, havendo a necessidade de execução de obras complementares nos trechos fluviais que atravessam as áreas urbanas do município de Carangola, devido à forte urbanização presente ao longo das margens do rio. O amortecimento das vazões provocado pelas barragens previstas é de 36,1% e 44,4%, nas cidades de Carangola e Tombos, respectivamente. Além disso, as barragens estão previstas na cabeceira do rio Carangola, proporcionando benefícios às cidades do SIEMEC localizadas a jusante. Na cidade de Tombos não foi necessária a implantação de obras de canalização, pelo fato dos reservatórios de Carangola e Tombos amortecerem as vazões afluentes em nível suficiente para a passagem da cheia no trecho fluvial natural.

Cidades de Porciúncula e Natividade as obras dos Subsistemas 1 e 2, visando à mitigação das cheias nas cidades de Porciúncula e Natividade constituem alternativas que representam as melhores soluções para esses municípios, visto que obras do Subsistema 3 seriam de grande porte e altos custos.

Bacia do Rio Muriaé

Cidades de Miraí e Laje do Muriaé:

De acordo com as análises realizadas, a obra de canalização proposta na cidade de Miraí, que resulta numa proteção da área urbana para TR de 100 anos é a alternativa mais adequada. Como essa cidade se encontra nas proximidades das nascentes do rio Muriaé, a implantação de uma obra do Subsistema 1 não beneficiaria as demais cidades do SIEMEC; além disso, o relevo no entorno da cidade é montanhoso, dificultando a inserção de obras do Subsistema 3.

Quanto à cidade de Laje do Muriaé, as obras de canalização propostas mostraram ótimo resultado, oferecendo proteção da área urbana para TR de 25 anos. No entanto, a conformação do curso do rio Muriaé nas proximidades da cidade possibilita o estudo de obras do Subsistema 3, a exemplo do que vem sendo cogitado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro. Observa-se que para mitigar a cheia de 100 anos na cidade de Laje do Muriaé, seria necessário, além da canalização proposta, desviar uma vazão de 244 m³/s. Caso a cheia a ser desviada fosse a correspondente a um TR de 50 anos, a vazão seria de 125 m3/s.

Futuros projetos de obras de desvio deverão levar em conta, entre outros, os seguintes aspectos quando da elaboração do projeto hidráulico: extensão do canal, o que pode resultar em custos muito elevados; baixa declividade do rio Muriaé no local, demandando a eventual construção de barragens para elevação de nível para permitir o desvio por gravidade; limitação da altura dessas barragens aproximadamente de 3 m, visando reduzir impactos socioambientais; realização de estudos de remanso.

A real viabilidade de implantação de obras do Subsistema 3 deverá ser verificada quando da fase de projetos mais avançados, com informações mais adequadas e precisas para a tomadade decisão.

Quanto a obras do Subsistema 1, não se recomenda implantá-las a montante da cidade de Laje do Muriaé, em virtude das restrições existentes nesse trecho, tais como a cidade de

Patrocínio do Muriaé e a cidade de Muriaé, situadas a montante e eventualmente afetadas pelo remanso de um reservatório.

Cabe salientar que, para a cidade de Muriaé, foram consideradas como preexistentes as obras de canalização do rio Muriaé no trecho que atravessa a área urbana e da barragem do rio Preto, ambas definidas pela prefeitura municipal.

Cidades de Itaperuna, Italva e Cardoso Moreira:

As obras de canalização propostas para Itaperuna e Italva se mostraram a melhor alternativa para essas cidades, já que obras do Subsistema 1 nesse trecho do rio Muriaé são inexequíveis, tendo em vista que para amortecer as cheias, seria necessária a construção de grandes reservatórios, dificultando a sua viabilização sob o ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

Obras do Subsistema 3, nesse segmento do rio Muriaé, tendem a ter alto custo, devido às baixas declividades do rio nos trechos a montante e a jusante dessas cidades. Tal fato resultaria na necessidade de implantação de grandes barragens, para elevar o nível do rio e permitir o desvio por gravidade; os reservatórios dessas barragens aumentariam ainda mais os impactos ambientais das obras de desvio e, uma vez que operam vazios, enchendo apenas nos períodos de vazões extremas, não poderiam ser aproveitados para outros usos, tais como abastecimento público ou irrigação.

A cidade de Cardoso Moreira, com 12.600 habitantes, é a mais critica do SIEMEC. Está situada nas proximidades da foz do rio Muriaé no rio Paraíba do Sul, em uma região de extensa planície de inundação, e sujeita a grandes vazões de cheia. A solução encontrada foi a implantação de obras do Subsistema 2, com a ampliação da capacidade hidráulica do trecho fluvial natural mediante mudanças de declividades e alargamento do canal existente. A jusante da região com maior urbanização, ocorre inundação do leito maior do rio Muriaé, devendo haver restrição de ocupação; a inundação neste trecho é proveniente dos efeitos combinados entre o remanso causado pelo desague do rio Muriaé no rio Paraíba do Sul e a vasta planície de inundação existente.

Recomenda-se, adicionalmente, estudar a possibilidade de realocar a população atingida pelas cheias, que ocupam as áreas ribeirinhas apresentadas no relatório R32.

Bacia do Rio Pomba

Cidades de Cataguases e Santo Antônio de Pádua.

Nas cidades de Cataguases e Santo Antônio de Pádua, as obras apresentadas, integrantes dos Subsistemas 1 e 2, constituem alternativas adequadas, oferecendo proteção em ambas as cidades para cheias com TR de 25 anos. O reservatório de Xopotó alaga uma área desocupada, controla as cheias do rio Glória e ameniza as cheias em Cataguases e em cidades que não fazem parte dos estudos específicos do SIEMEC, como por exemplo, Dona Eusébia. Obras do subsistema 3, nessas cidades, resultariam em canais de desvio extensos e de elevado custo, devendo ser verificada sua real viabilidade através de estudos mais detalhados, em fases posteriores à do presente trabalho.

Finalmente, cabe salientar que não foram propostos diques laterais ao longo das canalizações previstas ou dos leitos naturais dos rios Carangola, Muriaé e Pomba, pois essas obras, apesar de causarem uma sensação de conforto à população, são muito susceptíveis a rompimento quando a vazão de projeto é superada.

Nesses casos, as consequências são piores que as da própria enchente, visto que o nível d'água na cidade sobe em pouco tempo, impossibilitando a remoção da população.

9.3 FONTES DE REFERÊNCIA

Pelas Águas do Paraíba, informativo CEIVAP, Edição Nº 26, outubro de 2012.

Terceira apresentação realizada pelo Engenheiro. Othon Fialho de Oliveira, técnico da Superintendência de Usos múltiplos e Eventos Críticos da Agência Nacional de Águas, realizada na reunião ordinária do CEIVAP no dia 19 de setembro de 2012, sobre os estudos de concepção do sistema de previsão de eventos críticos na Bacia do rio Paraíba do Sul (SISPREC) e dos sistemas de intervenções estruturais para mitigação dos efeitos de cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba (SIEMEC).

ANA/ENGECORPS, RF 34, Relatório final de concepção geral do SIEMEC, Novembro 2012.

ANA/ ENGECORPS, RF 35 Relatório de diretrizes para Detalhamento das intervenções do SIEMEC, Janeiro 2013.

Site da Agencia Nacional de Águas - http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx

10 REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA

Com o objetivo de incorporar ao PIRH os estudos elaborados pela AGEVAP relativos à Revisão da Metodologia de Cobrança, apresenta-se a seguir um resumo dos estudos apresentados em GAMA (2011).

O Relatório Final tem por propósito realizar a consolidação de todos os estudos realizados visando subsidiar os aprimoramentos dos mecanismos de cobrança pelos usos de água na bacia do rio Paraíba do Sul. Ele vem atender as demandas do Termo de Referência anexo ao Ato Convocatório 002/2009 da AGEVAP visando a "Seleção de fornecedores para a contratação de pessoa jurídica para prestação de serviços de consultoria para a elaboração de estudos para o aperfeiçoamento da metodologia da cobrança dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul": O relatório apresenta os seguintes tópicos:

- Propostas de alternativa de cobrança apresentadas em seus relatórios parciais anteriores;
- Apreciações e sugestões obtidas nas Oficinas dos Usuários de Água, realizadas para obtenção de subsídios dos usuários dos setores industrial, mineração, saneamento e do meio rural;
- Simulação dos valores de cobrança de acordo com os mecanismos atuais e com a inserção das alternativas propostas;
- Simulação dos impactos sobre os usuários e sobre a arrecadação, e
- Considerações sobre a redefinição de vazões insignificantes.

De acordo com as demandas dos Termos de Referência, a simulação dos valores de cobrança e de seus impactos sobre os usuários e sobre a arrecadação, as demandas adicionais inserem:

- Simulação dos valores de cobrança para os usuários selecionados segundo as metodologias propostas;
- Cálculo dos impactos sobre as receitas líquidas e custos operacionais desses usuários;

- Cálculo do impacto das metodologias propostas à arrecadação com a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na bacia como um todo;
- Estudo sobre o aumento de preços unitários;
- Desenvolvimento de um modelo em planilha eletrônica ou banco de dados possibilitando simulações de cobrança e impactos considerando as metodologias propostas.

Este relatório tem como principal objetivo, assegurar uma maior racionalidade ao gerenciamento dos recursos hídricos, tendo em vista os custos de transação envolvidos. Foram apresentados argumentos de que na bacia do rio Paraíba do Sul, não existe um levantamento cadastral de usuários de água atualizado, sendo assim, não haveria possibilidade de se realizar as análises necessárias.

Mas em uma análise mais detalhada sobre os estudos de balanço hídrico, em quantidade e em qualidade, apresentados na Nota Técnica no 165/GEREG/SOF-ANA de 6 de junho de 2008, cujo tema é “Outorga dos usuários de água da bacia do rio Paraíba do Sul cadastrados no CNARH”, mostrou a inexistência de problemas de balanço hídrico quantitativo na bacia. Porém há problemas qualitativos que são decorrentes da falta de tratamento de esgotos domésticos por parte de alguns municípios e pela insuficiência de tratamento de efluentes por parte de algumas grandes indústrias.

A racionalidade do uso da água não deve ser buscada nos usuários insignificantes, pois eles:

- Pouco afetam o balanço hídrico quantitativo que, por outro lado, não apresenta comprometimentos;
- Pouco afetam também o balanço hídrico qualitativo, ou pelo menos não com o impacto dos grandes usuários.

Descreve-se o que foi considerado para desenvolvimento do Sistema de Apoio à Cobrança pelos Usos de Água da bacia do rio Paraíba do Sul – SAQUAPBS, um sistema desenvolvido na forma de uma planilha eletrônica de cálculo, tendo por base os registros do Cadastro Nacional de Usuários de Água – CNARH para a bacia em tela. Esse sistema possibilita a realização de simulações de cobrança pelos usos de água, estimando as arrecadações e os

consequentes impactos, considerando as metodologias propostas e outras mais que sejam de interesse do Comitê de Integração da Bacia do rio Paraíba do Sul - CEIVAP.

Dois tipos de simulação serão apresentados:

- Simulações investigatórias: Têm por objetivo avaliar as consequências de alternativas de mecanismos de cobrança, considerados isoladamente, sobre a arrecadação e os impactos nos usuários de água, estabelecendo subsídios para as simulações propositivas;

- Simulações propositivas: Apresentam mecanismos completos de cobrança alternativos, em conjunto com seus efeitos na arrecadação e os consequentes impactos nos usuários de água.

10.1 PROPOSTAS DE APERFEIÇOAMENTO DOS MECANISMOS DE COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

No Relatório Parcial 1 é observado que o levantamento dos dados de uso de recursos hídricos, que são objetivos da cobrança, não têm sido alcançados em virtude dos baixos valores praticados. Qualquer tentativa de aperfeiçoamento, deverá necessariamente envolver a negociação de novos mecanismos e valores, que resultarão em incrementos nos valores cobrados em relação aos atualmente praticados.

Os principais setores considerados foram:

1. Saneamento,
2. Indústria,
3. Mineração - que inclui mineração de areia e de outros minérios -, e
4. Meio rural - que inclui usos para criação animal e irrigação.

De acordo com a Resolução CNRH nº 64, de 07 de dezembro de 2006 que aprovou os valores e mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, cobra-se pela captação, pelo consumo e pelo lançamento de carga orgânica.

No quadro abaixo, encontra-se os Preços Públicos Unitários – PPU atualmente fixados de cobrança de cada parcela.

Quadro 10.1 Valores dos Preços Públicos Unitários de cobrança pela captação, consumo e lançamento de carga orgânica.

TIPO DE USO	PPU	UNIDADE	VALOR (R$)
Captação de Água superficial	PPU cap.	M³	0,01
Consumo de água bruta	PPU cons.	M³	0,02
Lançamento de carga orgânica	PPU lanç.	KG	0,07

10.1.1 Saneamento e Indústria

Os setores de saneamento e Indústria são cobrados:

a) Pela captação,
b) Pelo consumo;
c) Pelo lançamento.

a) Captação

A cobrança atual dos setores saneamento e indústria são aplicadas às parcelas de captação, consumo de água, e lançamento de poluentes no meio hídrico. Para a captação aplica-se a Equação 1.

Os valores de K_{out}, K_{med} e K_{med}^{extra} são fixados em função dos valores de Q_{cap}^{med} e Q_{cap}^{out}.

- $Se\ \frac{Q_{cap}^{med}}{Q_{cap}^{out}} \geq 0{,}7, K_{out} = 0{,}2, K_{med} = 0{,}8\ e\ K_{med}^{extra} = 0;$
- $Se\ \frac{Q_{cap}^{med}}{Q_{cap}^{out}} < 0{,}7, K_{out} = 0{,}2, K_{med} = 0{,}8\ e\ K_{med}^{extra} = 1.$
- $Se\ \frac{Q_{cap}^{med}}{Q_{cap}^{out}} > 1, K_{out} = 0, K_{med} = 1\ e\ K_{med}^{extra} = 0;$
- $Se\ Q_{cap}^{med}\ não\ é\ medido, K_{out} = 1, K_{med}\ e\ K_{med}^{extra} = 0.$

Os valores de Kcap foram fixados de acordo com a classe do enquadramento do corpo de água onde é feita a captação, como no **Quadro 10.2**.

Foi proposto que futuramente na valoração desse coeficiente Kcap sejam levadas em conta as boas práticas de uso e conservação de água, por meio de um coeficiente K*setorial*. Desta forma, o Kcap seria obtido pela equação (2) do tipo:

$$K_{cap} = K_{cap}^{classe} * K_{setorial}$$

Quadro 10.2 Classe do enquadramento do corpo de água onde é feita a captação – Valores do K_{cap}

CLASSE DE USO DO CORPO DE ÁGUA	Kcap
ESPECIAL	-
1	1,0
2	0,9
3	0,9
4	0,7

A medição das vazões captadas representa uma redução no valor desta parcela como mostra a **Figura 10.1**. Um usuário que não fizesse medições iria pagar os valores apresentados na linha vermelha; caso realizasse medições os valores cobrados seriam representados pela linha azul. Caso mantivesse suas captações menores que a outorga, ele pagaria menos quando medisse suas captações.

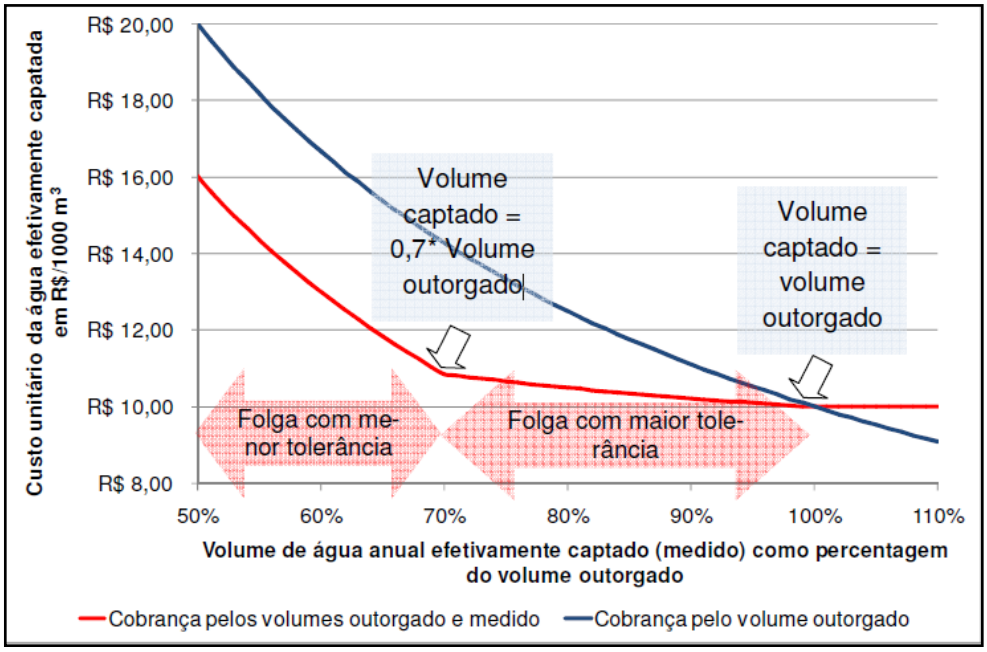


Figura 10.1 Valores unitários de cobrança pela captação com PPU = R$0,01/m³ e K_{cap} unitário.

b) Consumo

A cobrança pelo consumo de água nos setores de saneamento e industrial é realizada de acordo com a Equação 3.

$$\$_{cons} = \left(Q_{cap}^{tot} - Q_{lanç}^{tot}\right) * PPU_{cons} * Q_{cap}/Q_{cap}^{tot}$$

Ou, não havendo captação em água de domínio estadual:

$$\$_{cons} = \left(Q_{cap} - Q_{lanç}\right) * PPU_{cons}$$

Devido à possibilidade de ocorrerem captações tanto em corpos hídricos de domínio federal, quanto em estadual, o consumo é estimado proporcionalmente à relação entre a captação em águas federais e a total, dada por Qcap/ Qtot/cap.

Quando houver responsáveis distintos pelos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, e os dados informados não permitirem estabelecer a cobrança pelo consumo de água poderá ser realizada utilizando-se a Equação 4. Esta alternativa não se aplica ao meio industrial.

$$\$_{cons} = Q_{cap} * PPU_{cons} * K_{consumo}$$

c) Lançamento de Carga Orgânica

A cobrança da parcela para o saneamento e indústria está calculada na equação 5.

$$\$_{lanç} = C_{DBO} * Q_{lanç}^{fed} * PPU_{lanç}$$

10.1.2 Mineração

Em geral aplicam-se os mesmos mecanismos de cobrança adotados para os setores saneamento e indústria.

O Plano de Utilização da Água – PUA definido na Resolução CNRH n° 29/ 2002 e detalhado na Resolução CNRH n° 55 de 28 de novembro de 2005, indicam as informações que devem constar, incluindo os valores captados e dos lançamentos de água, em quantidade e qualidade, possibilitando desta forma a aplicação das equações referenciadas.

A mineração de areia, atividade que é intensa na bacia, foi deliberada uma alternativa que associa o uso à água que é agregada aos grãos de areia, tanto na captação quanto no consumo.

a) Captação

Considera-se captação de água, a água que junto com a areia é retirada de seu meio estimada por uma relação entre a polpa dragada e a areia retirada. A Equação 6 apresenta o cálculo da cobrança.

$$\$_{cap} = (Q_{areia} * R) * PPU_{cap} * K_{cap}^{classe}$$

b) Consumo

Para consumo, considera-se como uso da água adsorvida no grão de areia, função de seu teor de umidade. Como é mostrado o calculo na Equação 7.

$$\$_{cons}^{areia} = Q_{areia} * U * PPU_{cons}$$

10.1.3 Meio Rural

Este meio inclui os usos de água para criação animal, aquicultura e irrigação. A irrigação é o meio mais relevante e que deverá ser objeto de maiores considerações.

a) Captação

Como ponto de partida, a Equação 1 também é adotada para o cálculo da parcela de cobrança pela captação de água. Como geralmente não existe medição permanente das vazões captadas, os valores de cobrança incidem sobre a vazão de captação outorgada, e a Equação 2 é adotada, embora a Resolução CNRH 64/2006 não determine que assim seja. Aplica-se sobre o montante calculado um fator de abatimento representado pelo coeficiente Kagropec, que na bacia do Paraíba do Sul tem como valor 0,05. Portanto, insere-se um abatimento de 1/20 em relação ao valor cobrado de outros usuários.

A cobrança pela captação de água no meio rural é calculada pela Equação 8.

$$\$_{cap} = \left[K_{out} * Q_{cap}^{out} + K_{med} * Q_{cap}^{med} + K_{med}^{extra} * \left(0{,}7 * Q_{cap}^{out} - Q_{cap}^{med}\right)\right] * PPU_{cap} * K_{cap} * K_{agropec}$$

Ou, na falta de medição das vazões captadas:

$$\$_{cap} = Q_{cap}^{out} * PPU_{cap} * K_{cap} * K_{agropec}$$

Confrontando-se a Equação 8 simplificada com a Equação 2, percebe-se que o *Kagropec* é o *Ksetorial* para o meio rural que, em vez de ser considerado como unitário é nesse momento 0,05, embora não atrelado às práticas de bom uso e conservação da água.

b) Consumo

A cobrança pelo consumo de água no meio rural é estimada pela Equação 3, em função da estimativa de volume de água consumido, dada pela diferença entre o volume captado e o volume lançado de volta ao meio hídrico.

No caso da irrigação, face à possível dificuldade de estimativa dos volumes de retorno, foram adotados coeficientes que levaram ao cálculo da cobrança pelo consumo de água à Equação 9, similar à Equação 4:

$$\$_{cons} = Q_{cap} * PPU_{cons} * K_{consumo} * K_{agropec}$$

c) Lançamento de Carga Orgânica

O fato da Resolução CNRH no 64/2006 ser omissa quanto à cobrança pelo lançamento de carga orgânica no meio rural, não impede que essa parcela seja cobrada. Neste caso deverá ser adotada a Equação 5, que calcula esta parcela para qualquer usuário com lançamento de carga orgânica.

10.2 PROPOSTA DE ALTERNATIVAS GENÉRICAS DE MECANISMOS DE COBRANÇA

10.2.1 Cobrança pela Captação de Água

Os mecanismos adotados de cobrança pela captação de água são bastante abrangentes, ao considerarem os valores de captação outorgados e medidos, e a classe de enquadramento do corpo de água onde é feita a captação. Algumas delas serão a seguir consideradas.

Alternativa 1 – Coeficiente Sazonal

A introdução de um coeficiente sazonal que aumentasse relativamente ao regime de escassez hidrológica poderia ser justificada como forma de sinalizar ao usuário o aumento do valor da água nas estações de menor disponibilidade. Este coeficiente poderia assumir um valor unitário na estação de chuvas de outubro a março, quando a água é abundante, e um valor superior à unidade, nas estações de estiagem, de abril a setembro.

A crítica que pode ser feita é que isto faria com que a cobrança fosse atrelada a duas informações sobre captações e lançamentos em cada ano, tornando complexo o mecanismo. E que possivelmente não haveria grandes alterações no sentido desejado, uma vez que:

- Os baixos valores praticados de cobrança não são indutores de modificações do comportamento dos usuários;

- Dificilmente, por questões de mercado e de clima, poderiam ser promovidas alterações no uso de água como, por exemplo:

  - Na irrigação, sempre o uso de água ocorrerá mais na estiagem;
  - Na indústria de bebidas o uso de água acompanhará o aumento da demanda no verão, que é a estação chuvosa.

- No rio Paraíba do Sul, a regularização de vazões proporcionada pelos reservatórios hidrelétricos, além das regras operativas próprias do sistema elétrico, podem alterar o padrão de variação sazonal, dificultando a adoção deste tipo de medida.

Considerações da oficina dos usuários - houve unanimidade de que esta alternativa não deveria ser testada, sendo acatados os argumentos que a criticaram. Por isto, ela não fará parte das opções de simulação SAQUAPBS.

10.2.2 Cobrança pelo Consumo de Água

No caso da extração de areia, foi adotado um artifício para medir o consumo de água, baseado na umidade residual da areia, como mostrou a Equação 2.

Uma das dificuldades do cálculo dessa cobrança é a estimativa da quantidade consumida de água, igual à diferença entre as captações e os lançamentos.

Mesmo quando os lançamentos podem ser estimados com alguma precisão e informados, como no caso do saneamento, existe a dificuldade devido ao domínio das águas da União e dos Estados.

Quando existem dificuldades ou mesmo impossibilidades de medição dos lançamentos, como no meio rural, os mecanismos adotam abordagens um tanto simplificadas, baseadas no tipo de cultura, como na bacia do Paraíba do Sul, ou no método de irrigação, como na bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

No caso específico de transposição interbacias, o consumo, deve ser considerado como fator de redução das disponibilidades hídricas.

Em virtude dos argumentos apresentados apresenta-se a próxima alternativa de alteração dos mecanismos de cobrança que não aplicável à mineração de areia.

<u>Alternativa 2 – Eliminação da Cobrança pelo Consumo de Água</u>

Como ocorre nos mecanismos adotados na França. No caso de transposições, intra e interbacias, haverá necessidade de ser considerado o efeito de diminuição de disponibilidade de água.

Caso se deseje a manutenção ou o aumento dos valores atualmente praticados, haveria que se incrementar os valores cobrados pela captação de água e lançamento de poluentes.

Considerações da Oficina dos Usuários: não houve consenso sobre a retirada da parcela consumo da metodologia de cobrança. De modo geral, o mecanismo atualmente aplicado de cobrança desta parcela funciona relativamente bem, e é também bem entendido pelos usuários, o que descaracteriza o argumento da retirada apenas para fins de simplificação. Mas cabe ressaltar que, além de taxar o consumo, a parcela traz embutida um mecanismo de desincentivo à práticas de pequenas "transposições" intra e interbacias, como é o caso de usuários que captam em rios de domínio federal e lançam em rios de domínio estadual. Do ponto de vista ambiental, esta não é uma opção interessante e pode ser desincentivada a partir da cobrança do consumo na bacia que tem sua água extraída. Percebe-se que os usuários não têm muita noção da diferença que seria produzida por essa proposta. A cobrança pelo consumo não parece incomodar ninguém, portanto sua supressão não é prioridade. Diante desta argumentação, não foi simulada esta alternativa com o SAQUAPBS, embora isso seja possível, bastando para tanto zerar o Preço Público Único PPUcons.

Alternativa 3 – Cobrança pela Captação de Água para Transposição Intra e Interbacias (e Consequente Consumo)

Há necessidade de ser cobrada a abstração de água, que deveria ser proporcionalmente maior, quanto maior for o trecho afetado.

Isto deveria ser observado para as transposições usuais interbacias, quando a água é extraída e não mais retorna à bacia doadora. E também para as transposições intrabacia, quando a água retorna à mesma bacia, em seção mais distante da captação, reduzindo a disponibilidade no trecho entre a captação e o retorno.

Cabe alertar que a cobrança pela transposição de vazões é independente de se cobrar (ou não) pelo consumo de uso de água, cuja eliminação foi proposta nesta Alternativa.

Considerações da Oficina dos Usuários: foi argumentado que a questão das transposições não pode ser discutida de forma genérica. Devido a essas considerações, esta alternativa não foi introduzida no SAQUAPBS para simulação.

10.2.3 Cobrança pelo Lançamento de Cargas Poluentes

É na cobrança da parcela que é possível a proposta de maior número de aperfeiçoamentos.

Alternativa 4 – Consideração nos Lançamentos da Classe de Enquadramento do Corpo Receptor

Por esta proposta, na equação 5 haveria um coeficiente de lançamento Klanç que teria seus valores fixados em função da classe de qualidade em que fosse enquadrado o corpo de água receptor. Quanto melhor o objetivo de qualidade de água, maior seria o valor de *Klanç*. Esta particularidade foi adotada nos mecanismos de cobrança tanto no Comitê do Piracicaba, Capivari e Jundiaí, quanto no da bacia do rio São Francisco e nessas bacias, o valor de *Klanç* foi fixado como unitário.

Considerações da Oficina dos Usuários: foi alegado pelos usuários que esta questão não apresenta relevância. Pode ser mais sensato que os valores cobrados sejam fixados tendo por referência uma negociação sobre os investimentos necessários, e o prazo que será necessário para atingir as metas do enquadramento, quando houver. Diante destes argumentos, esta alternativa também não foi introduzida no SAQUAPBS.

Alternativa 5 – Estímulo ao Aumento de Eficiência do Tratamento dos Lançamentos de Carga Orgânica

Este estímulo é aplicado na bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiaí, de acordo com o coeficiente Kpr da equação 11:

$$\$_{lanç} = C_{DBO} * Q_{lanç}^{fed} * PPU_{lanç} * K_{lanç} * K^{pr}$$

Os valores atribuídos à K^{pr} são fixados de acordo com a eficiência da remoção da carga orgânica, pela função descrita no **Quadro 10.3**.

Quadro 10.3 Valores de K^{pr}

Faixa de PR	K^{pr}
$pr \leq 80\%$ ou não delcarado ou não comprovado	1,0
$80\% \leq pr \leq 95\%$	$K^{pr} = (31 - 0{,}2 * pr)/15$
$pr \geq 95\%$	$K^{pr} = 16 - 0{,}16 * PR$

A **Figura 10.2** abaixo ilustra a variação de Kpr em função do percentual de redução da carga orgânica, medida pela DBO.

Considerações da Oficina dos Usuários: esta proposta foi considerada válida. Isto pode ser interpretado como uma vontade dos usuários em reforçar o caráter incitativo da cobrança.Em função das manifestações, esta alternativa foi introduzida no SAQUAPBS.

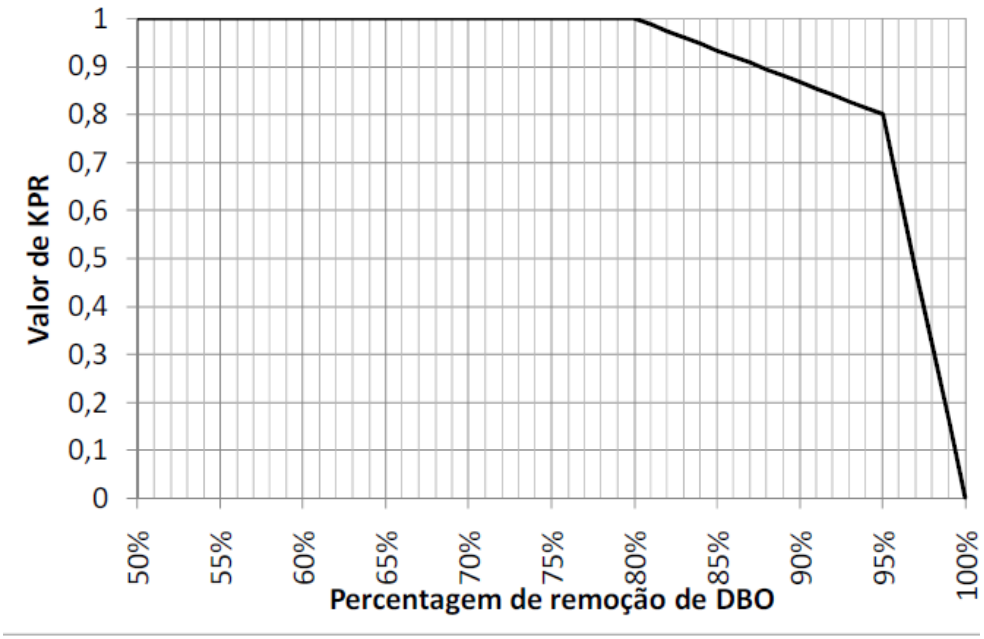


Figura 10.2 Variação do valor de Kpr em função do percentual de remoção de carga orgânica.

Alternativa 6 – Consideração da Carga de Lançamento de Outros Poluentes

Esta parece ser a abordagem mais adequada no tratamento da cobrança pelo lançamento da poluição. Embora a carga orgânica seja um dos principais fatores de poluição dos corpos de água no Brasil outras substâncias também contribuem para tais efeitos deletérios.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul observou em 2006 que as substâncias que apresentavam maior número de violações médias dos limites de concentração estabelecidos pelo enquadramento em vigor seriam, conforme a **Figura 10.3**, pela ordem: Alumínio (98,9%), Fósforo Total (90,3%), Coliformes Fecais (77,8%),

Coliformes Totais (58,7%), Fenóis (34,4%) e Ferro Solúvel (33,7%). A DBO, que atualmente é considerada na cobrança, apresentava violações de apenas 11,8%.

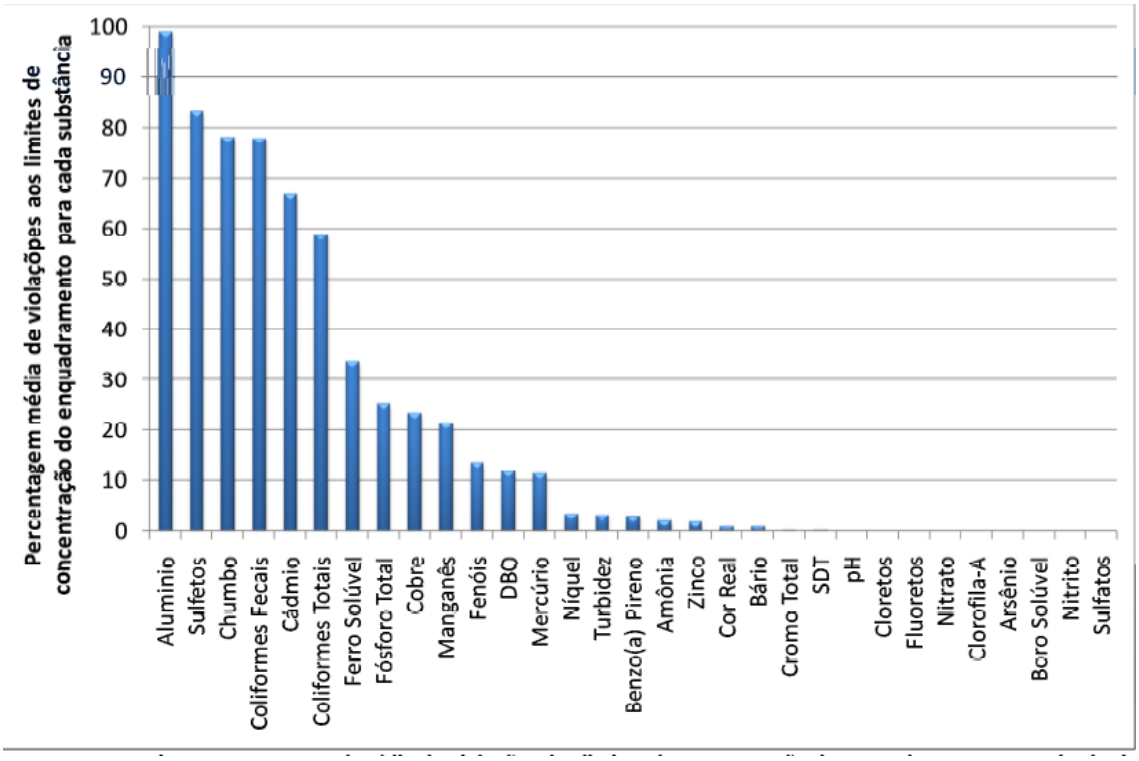


Figura 10.3 Percentual médio de violações dos limites de concentração do enquadramento por substância.
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul, 2006.

Nos Termos de Referência são indicados para consideração a DBO, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Metais Pesados, Fenóis, Sólido Dissolvido Total e outro parâmetro. Para consideração desses e de outros parâmetros não existem maiores dificuldades teóricas. Basta ampliar a Equação 5, tornando-a um somatório sobre as substâncias a serem consideradas, como na Equação 12.

$$\$_{lanç} = \sum_{i=1}^{n} [C_i * Q_{lanç}^{fed} * PPU_i^{lanç}]$$

Alguns critérios simplificadores podem ser adotados, embora sem dificuldades teóricas.

- Adoção apenas de substâncias que estejam violando, ou em vias de violar, os limites das concentrações para a classe de enquadramento do trecho de lançamento;

- Adoção do critério da vazão de diluição, abaixo considerado, para fixação dos valores relativos dos *PPUlanç/i* - quanto maior a vazão necessária à diluição da substância, maior seria proporcionalmente o PPU relativo à mesma;

- Uma terceira possibilidade seria a de considerar a toxicidade para determinação das substâncias a serem consideradas – partindo da lista de violações do Plano de Recursos Hídricos; por exemplo, os metais pesados Chumbo, Cádmio e Mercúrio tendem a implicar em efeitos de magnificação e poderiam ser considerados em especial.

Considerações da Oficina dos Usuários: as impressões sobre esta alternativa foram diversas. Para os representantes da Indústria a proposta válida. Os representantes do setor Saneamento, consideraram a alternativa pouco interessante, alegando que a implementação da cobrança ainda não está estabilizada, e que não seria hora de complicar ainda mais, aumentando o número de parâmetros.

Em função das manifestações do Setor Industrial, e de um possível equívoco de posicionamento do Setor Saneamento, esta alternativa foi introduzida no SAQUAPBS.

Alternativa 7 - Estímulo ao Aumento de Eficiência do Tratamento de Lançamentos de Cargas Genéricas

Trata-se da generalização da Equação 11 para qualquer tipo de lançamento de poluentes.

O valor de Kpr seria estabelecido em função dos objetivos a serem alcançados em termos de redução de carga, tendo por referências as tecnologias disponíveis de tratamento. Para cada tipo de poluente deveria ser esboçada uma função, analogamente ao que foi estabelecido para a carga orgânica na bacia do Capivari, Piracicaba e Jundiaí. A Equação 13 apresenta o mecanismo.

$$\$_{lanç} = \sum_{i=1}^{n} [C_i * Q_{lanç}^{fed} * K_i^{pr} * PPU_i^{lanç}]$$

Considerações da Oficina dos Usuários: as mesmas observações apresentadas para a Alternativa 5 foram válidas para esta alternativa, no sentido de sua aprovação e, em função delas, esta alternativa foi introduzida no SAQUAPBS.

Alternativa 8 - Consideração da Carga de Lançamento de Outros Poluentes pela Vazão de Diluição

Nesta alternativa o uso de água pelo lançamento de poluentes é associado ao uso de água para as suas diluições. Suponha-se que na classe em que o corpo de água se acha enquadrado o limite de concentração de dado poluente é Cm.

Como concentração de uma substância é dada pelo quociente entre seu peso (K, em kg,) e o volume de diluição (V, em m³), para que uma concentração Cm (em mg/l, por exemplo) seja atingida no meio hídrico, a carga K deverá ser diluída por um volume de água igual a V = μ.K/Cm, sendo μ uma constante de transformação de unidades. Esta é a água que é usada pelo usuário, para diluir sua carga.

Se, como é mais comum, o usuário lança um efluente com uma vazão Qe [l/s] com uma concentração Ce [mg/l] de dada substância ele estará usando uma vazão de diluição e não um volume. Neste caso o cálculo será:

- Vazão lançada da substância: Qk = Ce . Qe [mg/s]
- Vazão total para diluição: Q = Qk/Cm = Ce.Qe/Cm [l/s]

É possível a consideração de várias substâncias para cálculo das suas respectivas vazões de diluição. Cabe considerar, porém, que o mesmo volume de água pode ser usado para diluir todas as substâncias. Desta forma, a vazão de diluição usada pelos lançamentos será a maior entre as vazões de diluição calculadas. Como na equação 14. Ou seja:

$$Q = Sup\{[(Ce_i * Q_e)/Cm_i]_{i=1,\dots n}\}$$

Onde *Sup* é o operador “Supremum”, que seleciona o maior valor da série de n valores.

Considerações da Oficina dos Usuários: esta proposta foi considerada pouco pertinente, por ser complicada e difícil de implementar. Em função das manifestações, esta alternativa não foi introduzida no SAQUAPBS.

Alternativa 9 – Fixação dos Preços Públicos Unitários (PPUs) de Lançamento de Poluentes Proporcionalmente às Respectivas Vazões de Diluição

No caso anterior da cobrança do lançamento de polução incidindo sobre as cargas de cada substância lançada, o critério da vazão de diluição poderia ser adotado como critério de

proporcionalidade para fixação dos *PPUlanç/i*. Supondo que a cada substância corresponderia uma vazão de diluição Qi os valores de *PPUi* seriam fixados para cada substância como na equação 15:

$$PPU_i^{lanç} = PPU_{ref}^{lanç} * Q_i / \sum_{i=1}^{n} \{Q_i\}$$

Sendo *PPUlanç/ref* um valor de referência de cobrança pelas cargas lançadas.

Considerações da Oficina dos Usuários: foi considerada pouco pertinente, devido aos mesmos argumentos que foram aplicados à alternativa anterior. Houve uma tentativa de se introduzir esta alternativa no SAQUAPBS, mas se constatou que não há possibilidade de adoção de uma ponderação automática dos *PPUlanç/i*.

Diante disto, na medida em que esta alternativa seja adotada, os *PPUlanç/i* deverão ser objeto de negociação, usando-se o SAQUAPBS para as simulações.

10.3 ALTERNATIVAS SETORIAIS DE MECANISMOS DE COBRANÇA

As alternativas a serem apresentadas e analisadas se dirigem especificamente aos setores usuários de água; saneamento, indústria, mineração - que inclui mineração de areia e de outros minérios e meio rural que inclui usos para dessedentação animal e irrigação.

10.3.1 As Questões de Equidade

- Equidade horizontal - Busca o tratamento idêntico aos idênticos.
- Equidade vertical - Busca o tratamento desigual dos desiguais.

Na cobrança pelos usos de água implicará em se estabelecer os mesmos mecanismos e preços para cobrança de usuários idênticos. No sistema de cobrança atualmente adotado na bacia do rio Paraíba do Sul ocorrem especificidades nos esquemas adotados para a mineração de areia, por questões relacionadas à caracterização dos usos de água, e no meio rural, devido aos alegados problemas de capacidade de pagamento. Nesse caso, é introduzido um subsídio ao setor, por meio do coeficiente Kagropec, atualmente fixado em 0,05.

Subsídios são inerentes a uma política distributiva de renda e justificáveis no meio rural por diversas razões: contenção do êxodo rural, riscos envolvidos na atividade (clima, preços de mercado, concorrência com produtos subsidiados em mercados internacionais, etc.), produção de alimentos a preços baixos visando a beneficiar consumidores de baixa renda,

etc. É no meio rural onde ocorre ou deve ocorrer a conservação ambiental naturalmente e por meios legais; no meio urbano, que já alterou o ambiente natural, cabe a proteção ambiental e o controle de poluição. Sempre que for possível substituir subsídios por serviços, especialmente, neste caso, por serviços ambientais, haverá um aperfeiçoamento inegável nos mecanismos adotados.

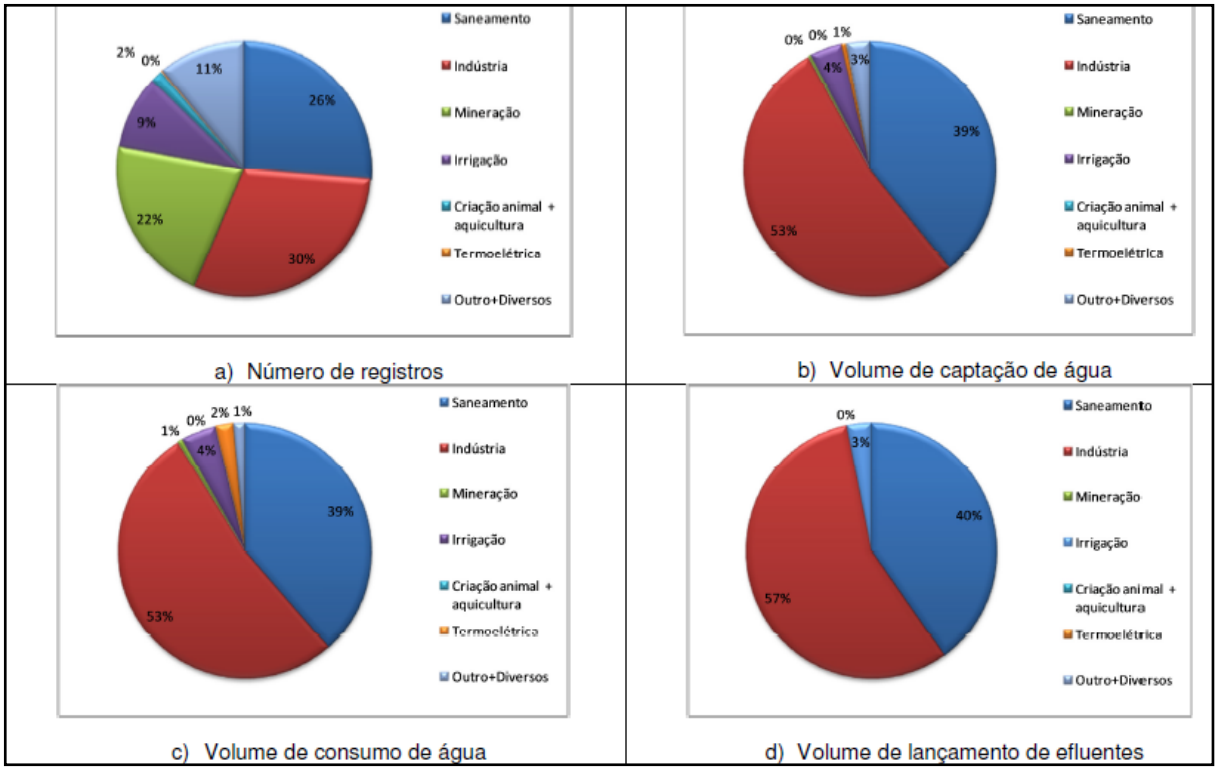


Figura 10.4 Usos de água na bacia do rio Paraíba do Sul em 2010

Estas serão as premissas das propostas a serem apresentadas setorialmente para a cobrança pelo uso de água:

- Equidade horizontal;
- Equidade vertical;
- Troca de subsídios por serviços ambientais.

10.3.2 Setor Saneamento

Podem ser propostas duas alternativas relacionadas às parcelas de captação e de lançamento de poluentes no meio hídrico. Elas serão detalhadas em sequência.

Alternativa 10 – Repasse aos Usuários de Parte dos Valores Cobrados às Concessionárias dos Serviços de Abastecimento Público

Esta prática é adotada no sistema francês de cobrança e é justificada pelo fato de que são os usuários que estabelecem a demanda a ser atendida pela concessionária. Considerando as questões de equidade poderia ser admitido que seria repassado aos usuários finais do setor conforme a visão de uso racional que se projeta para a bacia.

Exemplificando, consumo per capita até 50 litros/dia – considerado por diversos estudos como sendo um mínimo minimorum para manutenção das atividades essenciais das pessoas – não seria repassado. Consumo entre 50 e 120 litros/dia per capita – sendo este segundo valor considerado como uso racional dada a tecnologia existente – seria cobrado conforme a norma vigente e consumo acima de 120 litros/dia per capita teria um repasse com aumento progressivo.

Considerações da Oficina dos Usuários: na discussão com o Setor Saneamento constatou-se que esta possibilidade é muito mais da ordem da regulação dos serviços de saneamento de que do debate sobre mecanismos de cobrança.

A questão discutida é se deve cobrar das empresas de saneamento ou diretamente dos usuários, como faz a França desde 1975. As modalidades de repasse da cobrança para os usuários é um assunto importante que deve ser tratado com todos os atores envolvidos, inclusive órgãos de regulação do setor.

Por ser esta situação um tanto indefinida, esta alternativa não foi introduzida entre as opções de simulação do SAQUAPBS.

Alternativa 11 – Cobrança da Carga de Poluentes do Setor de Saneamento Proporcionalmente à Captação de Água

O setor Saneamento é responsável pela maior contribuição à poluição de origem orgânica na bacia do rio Paraíba do Sul resultante das carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos. O Plano de Recursos Hídricos da bacia[3] indica que, “da população urbana das principais localidades, onde se situam 82,3% da população urbana total da bacia, 82,02% são servidos por rede coletora e somente 17,6% têm esgotos tratados. A situação é ainda pior quando se constata que nas parcelas fluminense e mineira os percentuais de tratamento são inferiores a 12,0%”.

Os índices de esgotos tratados são significativamente baixos em uma bacia que gera parcela substancial do PIB brasileiro, algo em torno de 10%. Diante disto entende-se ser cabível a implementação, como verificado na França, à partir de 2008, da cobrança para modernização das redes de coleta de esgoto.

A Equação 16 apresenta a formulação proposta:

$$\$_{lanç} = \sum_{i=1}^{n} [K_i^{lanç} * Q_{cap}^{san} * K_{cob} * K_i^{pr} * PPU_i^{lanç}]$$

Eventualmente, por decisão do CEIVAP, poderá ser determinado que a arrecadação gerada por este tipo de cobrança seja aplicada exclusivamente em investimentos destinados ao aumento da cobertura de coleta de esgotos e aos seus tratamentos.

Considerações da Oficina dos Usuários: os representantes do Setor Saneamento consideraram interessantes as alternativas que preveem a introdução de um coeficiente que reduziria a cobrança inversamente proporcional ao índice de coleta e simultaneamente introduzir o coeficiente que abateria o valor cobrado proporcionalmente à eficiência da redução da carga. No entanto, ficou a impressão de que isso resultou mais de uma expectativa de redução dos valores cobrados do que propriamente do entendimento das implicações dessa alternativa. Diante disto, e para não tornar ainda mais complexa a análise, optou-se por fazer com que no SAQUAPBS apenas o coeficiente estabelecesse incentivos para a redução da poluição.

10.3.3 Setor Industrial

Apesar das evidências apresentadas no Relatório Parcial 1, resumidas na **Figura 10.5**, não parece ser correta a suposição que o setor de Saneamento é o maior responsável pela poluição de qualquer origem na bacia, mas apenas as de origem orgânica. Pelo que demonstram as estatísticas de violações médias dos limites das concentrações das substâncias poluentes, tendo o Plano da Bacia como referência, os Coliformes Totais, que podem ter origem na falta de esgotos domésticos (mas também podem ter origem na poluição animal) encontram-se em quarto lugar com 77,8% dos eventos. Mais relevantes são as violações das concentrações de Alumínio, que podem ter origem no solo da bacia, conforme o Plano, com 98,9% de eventos, os Sulfetos, com 83,1%, o Chumbo, com 78%, o Cádmio com 66,7%, que podem ter outras origens: industrial, agricultura e mineração.

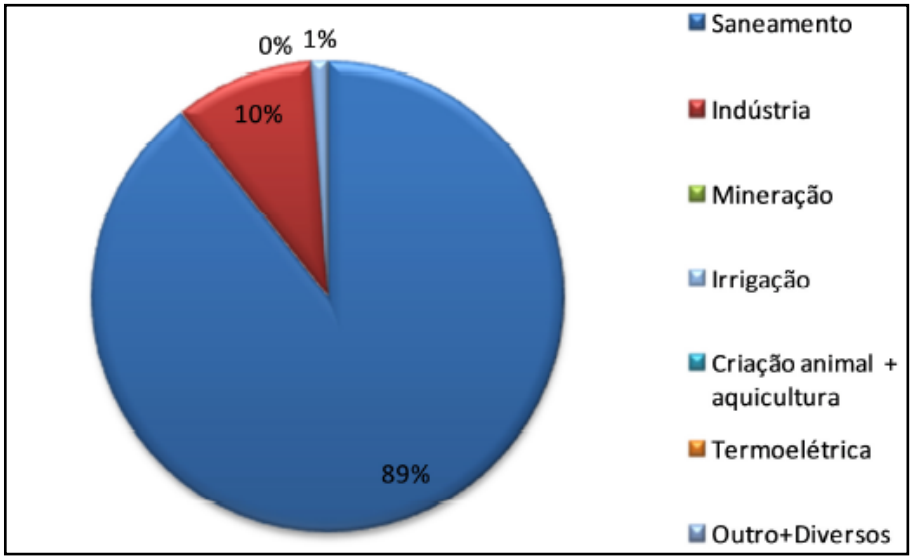


Figura 10.5 Carga de DBO por setor usuário em 2010

Em virtude desses dados é justificada a cobrança na bacia pelos lançamentos de vários tipos de poluentes, de acordo com as Equações 12 ou 13, estabelecendo a equidade horizontal no que se refere aos seus problemas de poluição. Enfatiza-se a Equação 13, na qual é introduzido estímulo à maior remoção de poluentes em Estações de Tratamento, como alternativa adequada para considerar a poluição industrial e dos demais setores usuários de água.

10.3.4 Setor Mineração

Para o setor mineração aplica-se o mesmo mecanismo de cobrança adotado para os setores Saneamento e Indústria. No que se refere à mineração de areia, especificamente, entende-se como captação de água a parcela desse elemento que vai agregada à areia retirada, e que retorna ao corpo de água em pouco tempo.

O exemplo francês apresentado no Relatório Parcial 1 mostra a cobrança pela captação em função do valor informado ou por estimativas tendo por base um coeficiente técnico da ordem de 0,1m3 por tonelada de minério produzido; a cobrança pelo lançamento de sólidos dissolvidos totais (SDT), igualmente em função do valor informado ou por estimativas tendo por base coeficientes técnicos que na extração em aluviões é igual a 3,5 kg/t e nas demais atividades minerárias é igual a 15 kg/t de mineral produzida. Caso exista tratamento de efluentes supõe-se redução de carga que vai de 50%, para simples decantação, a 100%, com a reciclagem integral ou evaporação de efluentes.

Esses elementos permitem a formulação da alternativa de aperfeiçoamento dos mecanismos de cobrança na mineração.

Alternativa 12: Introdução dos Sólidos Dissolvidos Totais nos Mecanismos de Cobrança pelo Lançamento de Poluição

A introdução de SDT na equação de cobrança pelo lançamento de poluentes, como no sistema francês, poderá ser realizada em função da declaração do usuário de água em mineração ou, na falta desta, por coeficientes técnicos a serem adotados; na França eles são:

- Em extração em aluviões, o que inclui a mineração de areia: 3,5 kg SDT/tonelada de minério produzido;
- Nas demais atividades minerárias: 15 kg SDT/tonelada de minério produzido.

Considerações da Oficina dos Usuários: não foram percebidas maiores reações, fossem elas favoráveis ou não. Esta alternativa foi introduzida no SAQUAPBS, que permite o uso de até 8 tipos de poluentes em suas simulações.

10.3.5 Meio Rural

O meio rural apresenta dois tipos de usuários com situações significativamente distintas: a irrigação e a aquicultura e criação animal.

A irrigação corresponde ao maior uso de água, tendo sido observado no Relatório Parcial 1 que estimativas realizadas apontam que nos municípios contidos, mesmo que parcialmente na bacia a captação atingiria cerca de 27 m3/s. Porém, os valores de captação de água para irrigação registrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH atinge menos de 1m3/s. Este diferencial pode ser em parte atribuído às áreas irrigadas situadas em municípios contidos parcialmente na bacia, mas que não se acham, estas áreas, na bacia. Outra possibilidade seria de irrigantes que captam águas de domínio estadual e que não são computados no CNARH. É possível também a existência de irrigantes que não declararam seus usos e equívocos no Censo Agropecuário do IBGE. No caso da criação animal repete-se a mesma situação, com estimativas de captação significativamente maiores que os usos cadastrados no CNARH.

Alternativa 13 – Meio Rural: Aplicação da Cobrança pela Captação e Lançamento de Poluição com Consideração dos Serviços Ambientais Mediante Pagamentos

Para esta categoria de usuários de água propõe-se de forma conjunta a implantação dos seguintes mecanismos de cobrança pelos usos de água:

- A aplicação dos preceitos de equidade horizontal por meio do uso da Equação 1para a cobrança pela captação, como forma de estimular a eficiência pelo uso da água;
- Mantendo-se a aplicação dos mesmos preceitos, introduzir-se a cobrança pelo lançamento de poluição, tendo por base a estimativa da carga de agroquímicos na irrigação e de estimativas da carga orgânica animal, no caso da pecuária;
- A aplicação dos preceitos de equidade vertical, face à vulnerabilidade que apresenta este setor, por meio do uso de pagamentos por serviços ambientais como substitutos dos atuais subsídios diretos, representados pelo coeficiente Kagropec;
- Devido à falta de base teórica e às dificuldades de medição, a não consideração da parcela de cobrança pelo consumo de água.

As seguintes observações são cabíveis em cada uma das duas parcelas que se propões que constituam os mecanismos de cobrança:

- **Cobrança pela captação**: o usuário poderá optar pelo uso da Equação 1 completa, na qual são considerados os volumes anuais outorgados e os volumes anuais efetivamente usados, por meio de medição ou outro critério indireto
- **Cobrança pelo lançamento de poluentes**: da mesma forma, propõe-se que sejam considerados os mesmos mecanismos que cobram pelo lançamento pela poluição dos demais usuários. O quantitativo de poluição lançada, para cada substância a ser considerada, seria estimado por coeficientes técnicos na pecuária e aquicultura, e na irrigação;
- **Pagamento por serviços ambientais**: propõe-se que os subsídios diretos ora introduzidos por meio do coeficiente Kagropec sejam substituídos pelo pagamento por serviços ambientais, de acordo com as propostas do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas.

Considerações da Oficina dos Usuários: esta proposta foi considerada válida e, por isto, foi introduzida no SAQUAPBS.

10.4 O SISTEMA DE APOIO À COBRANÇA PELOS USOS DA ÁGUA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – SAQUAPBS

O SAQUAPBS foi desenvolvido em planilha eletrônica Excel©, do Office 2007©. Ele também pode ser operado com o aplicativo livre OpenOffice na versão 3.35. Duas versões do SAQUAPBS são apresentadas:

1. SAQUAPBS-2010-Atual: usa as informações do CNARH relativas a 2010, bem como as planilhas geradas pela ANA para cálculo da cobrança pelos usos de água na bacia do rio Paraíba do Sul.
2. SAQUAPBS-2010-Beta: usa as mesmas informações do SAQUAPBS-2010-Atual para testar as alternativas de cobrança pelos usos de água que foram consideradas e previamente apresentadas neste relatório. Permite, assim, a avaliação separada ou conjunta da incorporação das alternativas de cobrança previamente apresentadas, bem como a alteração de coeficientes e de Preços Públicos Unitários – PPUs.

No SAQUAPBS-2010-Atual existem as seguintes planilhas:

- Res: apresenta os resultados em termos de faturamento pelos usos da água, por tipo de uso (captação, consumo e lançamento de poluentes), setor usuário (indústria, saneamento, mineração, meio rural e outros), estados (MG, RJ e SP).

Também são apresentados os coeficientes dos mecanismos de cobrança, bem como os Preços Públicos unitários – PPUs adotados nos cálculos. O objetivo de se apresentar os resultados, e os coeficientes e PPUs na mesma planilha foi o de oportunizar a avaliação instantânea as alterações em função de modificações desses últimos;

- Tabelas: planilha que organiza os resultados de faturamento pelos usos de água para facilitar a elaboração de relatórios;

- Leia-me: orientações para uso do SAQUAPBS.

As seguintes planilhas apresentam os cálculos para cada setor usuário, com os valores cobrados e os impactos correspondentes. Em certos casos, existem colunas que permitem a entrada de dados, em vez de se adotar estimativas expeditas.

- Ind: apresenta os cálculos realizados para o setor industrial;

- San: apresenta os cálculos realizados para o setor saneamento;
- Min: apresenta os cálculos realizados para o minerário;
- Rur; apresenta os cálculos realizados para o meio rural;
- Out: apresenta os cálculos realizados para os demais usuários, não classificados nos grupos anteriores.

O SAQUAPBS-2010-Beta tem todas as planilhas do SAQUAPBS-2010-Atual e ainda mais duas planilhas.

- Pol: apresenta os cálculos pelos lançamentos da poluição hídrica de cada usuário;
- PAE: apresenta uma tabela com os percentuais de abatimento de erosão – PAE, de acordo com proposta da ANA no Manual do Programa Produtor de Água e com inserções realizadas especificamente para a bacia do rio Paraíba do Sul.

10.4.1 Uso do SAQUAPBS-2010-Atual

Principais entradas de dados na planilha Res.

- Alteração dos Preços Públicos Unitários para captação, consumo e lançamento de Carga Orgânica (DBO);
- Valores do coeficiente de captação Kcap, em função das classes de uso em que a seção fluvial onde a água é captada foi enquadrada, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05;
- Coeficientes adotados na equação de cobrança pela captação de água quando esta é medida pelo usuário;
- Coeficientes que calculam o consumo de água em função da captação (Kirr) e que inserem um abatimento no valor total da cobrança (Krural);
- Os coeficientes referentes à mineração de areia são usados para estimar a carga de areia retirada por volume de água captado, sendo usados para avaliação do impacto da cobrança no setor;
- Coeficientes adotados na cobrança pela captação de água na mineração de areia;

- Apresenta a proporção de água em relação à areia existente na polpa dragada (60% de água e 40% de areia) e o teor de umidade da areia após drenagem7, podendo ser alterada;

- Visa a avaliação dos impactos na irrigação de cana de açúcar e arroz irrigados, deve ser introduzidos os coeficientes técnicos de demanda hídrica em m³/ha/ano.

10.4.2 Uso do SAQUAPBS-2010-Beta

Este sistema, ao permitir a alteração dos mecanismos de cobrança, bem como dos seus coeficientes e Preços Públicos Unitários, tem uma entrada de dados mais ampla que o SAQUAPBS-2010-Atual.

10.4.3 Estimativa dos Sólidos Dissolvidos Totais – SDT

Algumas informações sobre os critérios de estimativa dos SDT já foram apresentados. Cabe comentar que essa informação não é disponibilizada nos registros do CNARH e, portanto, não são apresentadas nas planilhas da ANA que calculam os valores a serem cobrados pelos usos da água. Procedimentos expeditos foram adotados para a estimativa de SDT para os usuários de água na Indústria, Saneamento e Irrigação.

Estimativa de SDT no Setor Industrial

Nesse setor foram usados dados do Industrial Pollution Projection System (IPPS) cujas tabelas foram disponibilizadas pelo Banco Mundial, com dados de poluição industrial levantados na década de 90. As indústrias foram consideradas por meio dos códigos ISIC - International Standard Industrial Classification, revisão 2. Para cada segmento industrial foram estimados os valores de lançamentos de carga orgânica e de SDT tendo por referência o número de empregados, o valor adicionado ou o valor da produção industrial. A ideia foi usar as tabelas com dupla entrada: com a carga de DBO informada em 2010 obtinha-se o número de empregados, ou o valor adicionado ou o valor da produção industrial; com um desses valores, buscava-se o valor de SDT.

As indústrias que constam da planilha de cobrança da ANA podem ser identificadas em função dos seus Códigos Nacionais de Atividade Econômica – CNAE, versão 2, na página da Receita Federal, com uso do número do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ. O IBGE apresenta uma tabela de conversão dos códigos CNAE 2 em códigos ISIC, revisão 4, que é a atual Existem também tabelas do IPPS que mostram os valores de carga orgânica e de SDT para as indústrias com código ISIC 2 de 4 e de 3 dígitos. Nos sistemas

de classificação industrial um código com 3 dígitos apresenta uma agregação maior do que um código de 4 dígitos.

Por isto, o procedimento adotado foi, dado o código CNAE 2 obter com entrada nas diversas tabelas de conversão o código ISIC 2. Com esse código, e o valor da carga orgânica, obteve-se a estimativa de valor da produção industrial e, na mesma linha, o valor do lançamento de SDT. Inicialmente se tentou obter a estimativa usando a tabela com os valores de poluição industrial para o código ISIC 2 com 4 dígitos; quando isso não foi possível, obteve-se o mesmo na tabela ISIC 2 com 3 dígitos.

Com o passar do tempo e as mudanças tecnológicas, a aproximação deve ter ficado cada vez mais imprecisa. Finalmente, a conversão de uma classificação moderna, a CNAE 2, em uma classificação de décadas atrás, certamente agrega maior erro nas estimativas. Apesar de todas essas alegações, foi a única forma de se obter, de forma indireta, essas valores. Observe-se que na planilha Pol os valores de SDT acham-se sobre células brancas, o que significa que havendo informações mais precisas elas poderão substituir as estimadas por esta abordagem um tanto imprecisa.

Estimativa de SDT no Setor Mineração de Areia

As estimativas das cargas de SDT nesse meio foram obtidas por meio da concentração dos SDT nas águas provenientes de atividades de extração de areia. Esta concentração foi obtida na literatura referente à bacia(8) com o valor de 1.146 mg/l. Em função desta informações supôs-se que a água captada para extração de areia retorna ao rio com esta concentração, subtraído o volume correspondente a umidade da areia, associada ao consumo de água na atividade.

Estimativa de SDT no Setor Saneamento

A estimativa de SDT nos efluentes de esgotos sanitários foi realizada de forma expedita tendo por base as concentrações típicas de DBO5 e de SDT. A referência (9) utilizada informou que para carga orgânica ela seria 350 mg/l e para SDT 1.100 mg/l. Esses foram os valores adotados, entendendo-se que se tem por informação a carga orgânica, que é dividida pela concentração de DBO5 e multiplicada pela concentração de SDT para estimativa da carga lançada deste parâmetro.

10.4.4 Estimativas de Outras Cargas de Poluentes

O SAQUAPBS-2010-Beta permite a introdução de até 8 cargas de diferentes poluentes. Os valores para as suas inserções, para cada usuário de água, é a planilha Pol, colunas H para a carga orgânica, J para SDT, e as colunas I, N, P, R, T e V para os demais poluentes. Por questões das concentrações que apresentam, de acordo com o que mostra a Figura 3, foram sugeridos outros 6 parâmetros, além da carga orgânica e de SDT. Mas quaisquer outros poderão ser adotados, desde que informações sobre as cargas lançadas existam, algo que nesse estudo não foi possível obter, nem de forma indireta, razão pela qual a demanda dos Termos de Referência não pode ser atendida.

10.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A COBRANÇA AOS DIVERSOS SETORES USUÁRIOS DE ÁGUA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Como introdução, deve ser ressaltado que as considerações da oficina são exclusivas do setor usuário tratado, e dos que o representaram, não refletindo, e nem devendo refletir, o ideário do CEIVAP como um todo. Sendo assim, propostas eventualmente "recusadas" pelos usuários, não seriam impedidas de serem apresentadas no relatório, para consideração e discussão do Comitê.

O cadastro é sem dúvida o principal aspecto a ser trabalhado em termos de aprimoramento da cobrança, na percepção dos usuários presentes nas oficinas. Há demandas de aprimoramento tanto na ampliação do cadastro e até mesmo a incorporação de outros segmentos os quais a cobrança não contempla. Porém, há também demandas de organização da base cadastral – inclusive ações junto à ANA, a quem compete a gestão do cadastro atualmente.

Uma segunda preocupação é com a aplicação dos recursos. Alguns usuários questionaram a necessidade de aprimoramento da cobrança, uma vez que os recursos arrecadados não estão sendo utilizados na íntegra, ou seja, o avanço da gestão não está sendo impedido por falta de recursos financeiros, mas pela sua utilização.

Enfim julgam que existe falta de informações/investimentos quanto a monitoramento para avaliação da eficiência da cobrança até o momento. Há necessidade de realizar uma avaliação da implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, como previsto na deliberação CEIVAP nº65/2006.

10.5.1 Cobrança ao Setor Minerário

A mineração, dentre os principais usuárias de água no Brasil, é a que apresenta maiores peculiaridades. Abrange desde empreendimentos complexos com impactos maiores, mas ao mesmo tempo com modernos e eficientes controles ambientais sobre tais impactos, incluindo medidas de mitigação e compensação, até pequenos oleiros, garimpeiros ou extratores de areia ou cascalho, sem nenhum planejamento e controle.

.A exploração de argila tem sofrido pressão constante dos órgãos ambientais, levando ao fechamento de várias argileiras e a intensos conflitos com os empresários. O setor de cerâmica vermelha no Rio de Janeiro tem se retraído cada vez mais, apesar da demanda crescente do mercado consumidor, que vem sendo suprida pela importação de outros estados. Já ouro, a exploração na bacia do rio Paraíba do Sul teve origem em 1986, por meio de balsas garimpeiras, envolvendo principalmente os municípios de Bom Jesus do Itabapoana, Itaperuna, Laje do Muriaé, Itaocara, Santo Antônio de Pádua, Porciúncula, Natividade, Miracema, Cambuci, Italva, São Fidélis, Cantagalo, Sapucaia e Três Rios.

Mesmo proibida pelos órgãos de meio ambiente do Estado, desde outubro de 1987, a atividade continua a ser exercida, de forma clandestina.

Minas Gerais é o estado em que a mineração na bacia do rio Paraíba do Sul apresenta maior variedade e significância. Além da areia, destaca-se a bauxita e o caulim.

Em face de peculiaridades do processo de extração são necessários cuidados ambientais rigorosos para a redução do impacto ambiental da mineração; normalmente a camada de concentração de bauxita possui uma espessura de poucos metros implicando em uma grande área de extração. Outro aspecto ambiental crítico diz respeito à produção de rejeito.

Em resumo, constata-se a existência de mineração de areia, argila, ouro, bauxita e caulim na bacia.

Em seu art. 2° a Resolução CNRH no 29/02 estabelece: Os usos de recursos hídricos relacionados à atividade minerária e sujeitos à outorga são:

I. A derivação ou captação de água superficial ou extração de água subterrânea, para consumo final ou insumo do processo produtivo;

II. O lançamento de efluentes em corpos de água;

III. Outros usos e interferências, tais como: captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água; desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa de lavra;barramento para decantação e contenção de finos em corpos de água;barramento para regularização de nível ou vazão;sistemas de disposição de estéril e de rejeitos;aproveitamento de bens minerais em corpos de água; e captação de água e lançamento de efluentes relativos ao transporte de produtos minerários.

Visando a detalhar a questão, o CNRH aprovou a Resolução no. 55/07 para regulamentação do Plano de Utilização da Água - PUA na mineração. Nela são estabelecidas diretrizes gerais para um Termo de Referência visando à elaboração do referido PUA, que deverá ser o documento base para a análise dos pedidos de outorga para mineração.

10.5.2 Cobrança pelo Uso de Água no Setor Industrial

Trata-se do setor melhor estruturado como grupo no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, possivelmente, o único setor que se apresenta com alguma coesão no seu discurso. A ele se agrega o segmento das grandes mineradoras que por realizarem frequentemente o processamento primário dos minérios são inseridas como indústria no CNARH.

10.5.3 Cobrança pelo Uso de Água no Setor Saneamento

Os representantes deste setor foram os que maiores resistências demonstraram as alterações nos mecanismos de cobrança, que não fosse a de reduzir os valores cobrados a suas empresas, especialmente aqueles das empresas públicas presentes. Um dos pilares desta argumentação é a razão cobrança/custos de produção, embora as diversas avaliações realizadas mostrem que ela se encontra em patamares relativamente baixos.

10.5.4 Cobrança pelos Usos de Água no Meio Rural

A aplicação de um programa de Pagamento por Serviços Ambientais foi a tônica das manifestações dos representantes do meio rural. As principais reivindicações foram relacionadas aos serviços que poderiam ser prestados, para proteger as nascentes, garantir a infiltração, minimizar o escoamento e reduzir a erosão.

10.6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NOS USUÁRIOS

Os impactos deveriam ser avaliados tendo por referência diferentes critérios, de acordo com os Termos de Referência, afetos a cada tipo de setor usuário. Contudo, não apenas em razão de questões de confidencialidade que envolve diversos aspectos do processo produtivo, mas também em razão da falta de coleta e agregação de informações no corte regional de bacia hidrográfica, essa análise torna-se bastante complexa, especialmente no meio industrial.

10.6.1 Mineração de Areia

Os Termos de Referência demandaram que a avaliação dos impactos da cobrança pelos usos de água fosse realizada tendo por referência as receitas líquidas e custos de produção dos usuários de mineração.

10.6.2 Setor Industrial

Para este setor os Termos de Referência demandam a avaliação dos impactos da cobrança considerando pelo menos 4 usuários estudados na Nota Técnica da ANA n° 57/2006, tendo por referência os valores de custos de produção e lucro líquido nela apresentados, bem como os que constam na página eletrônica da CVM – Comissão de Valores Mobiliários.

O setor industrial deveria identificar diversos parâmetros específicos ao setor, entre os quais:

- Forma de uso da água no processo produtivo;
- Eficiência tecnológica do setor;
- Escala de produção;
- Estrutura das atividades – principal e secundárias – desenvolvidas nas Unidades.

Dada a dificuldade de obtenção destas informações, e mesmo informações sobre os balanços acima referenciados, adotou-se para a avaliação de impactos a base de dados fornecida pelas pesquisas do IBGE, com destaque para:

- Produção Industrial Anual – Empresa (PIA-Empresa);
- Estatística do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE);

- Salários, retiradas e outras remunerações (total);
- Custos e Despesas (Total);
- Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI);
- Valor da Transformação Industrial (VTI).

10.6.3 Setor de Saneamento

As demandas dos Termos de Referência são levantar na última versão do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS os dados de custos e receitas dos nove usuários de saneamento estudados na NT ANA 57/2006, a saber: Total das Despesas Totais com Serviços (R$/ano); Total de economias ativas de água; Lucro Líquido sem Depreciação (1.000 R$/ano); Tarifa Média Água (R$/m³); e Tarifa Média Esgoto (R$/m³). Tendo essas informações por referência, deveriam ser calculados os impactos sobre o lucro líquido, despesas e tarifas de cada um desses nove usuários causados pela cobrança atual e pelas alternativas propostas.

10.6.4 Meio Rural

As demandas dos Termos de Referência com relação aos usos de água no meio rural foram dirigidas ao estabelecimento de consultas “a instituições ligadas à agricultura irrigada na bacia para o levantamento de dados de custos de produção e receitas líquidas das culturas relativas aos irrigantes selecionados, sendo que os dados levantados, se anteriores a 2009, deverão ser corrigidos mediante um índice adequado, tal como o Índice Geral de Preços de Mercado”.

10.6.5 Outros Usuários

Nessa categoria se insere usuários diversos com diferentes finalidades de uso de água: Cultivo de eucalipto, Transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional, Construção civil: de edifícios, de rodovias e ferrovias, de redes de transportes por dutos, exceto para água e esgoto, Geração de energia elétrica, Comércio atacadista de energia elétrica, Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores, Comércio atacadista de álcool carburante, biodiesel, gasolina e demais derivados de petróleo, exceto lubrificantes, não realizado por transportador retalhista (T.R.R.), Transporte dutoviário, Atividades de atendimento hospitalar, exceto pronto-socorro e unidades para atendimento a urgências, Clubes sociais,

esportivos e similares e Educação superior/graduação. Além de variados são poucos: apenas 23 usuários se encontram nessa categoria. O montante do faturamento com a cobrança é também pequeno, da ordem de 1,7% do total, na situação atual.

10.7 SIMULAÇÕES DE MECANISMOS ALTERNATIVOS DE COBRANÇA PELOS USOS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

As duas planilhas eletrônicas de cálculo que foram elaboradas para realização das simulações serão usadas nas simulações. O primeiro grupo de simulação é investigativo, visando esclarecer os resultados de alteração de algum mecanismo ou preço, de forma isolada. O segundo grupo é de simulações propositivas, em que se buscar avaliar alternativas de mecanismos de cobrança para a bacia do Paraíba do Sul. Inicialmente serão apresentadas as simulações investigatórias.

10.7.1 Simulações Investigatórias

Simulação Investigatória 0 – Situação Presente

Refere-se como situação presente a aplicação da planilha sobre as informações disponibilizadas pelo CNARH e processadas pela ANA para calcular os valores a serem cobrados aos usuários de água de rios federais da bacia. Devido a algumas diferenças entre os valores apresentados pela ANA e os valores calculados pelo SAQUAPBS, provavelmente causados por ajustes ad hoc, os valores dos faturamentos totais apresentam pequena divergência. Enquanto a ANA informa que em 2010 foram faturados R$ 10.622.003 no SAQUAPBS os resultados indicam o faturamento de R$ 10.660.720.

O **Quadro 10.4** apresenta um resumo dos resultados, por tipo de uso, setor usuário e estado.

Impactos no Setor Industrial

Para avaliar os impactos nesse setor apresenta-se o **Quadro 10.7** onde se encontram os percentuais que a cobrança representa dos valores referenciais, considerando a agregação das indústrias quanto aos códigos CNAE/3 dígitos. Os valores percentuais acham-se coloridos conforme suas intensidades: maior que 1%: cor verde; maior que 2%: cor amarela; maior que 3%: cor rosa.

Quadro 10.4 Resumo dos faturamentos na situação de 2010, mecanismo atual.

RESUMO DOS FATURAMENTOS POR USO				
Setor	**TOTAL POR TIPO DE USO**			**TOTAL GERAL**
	Captação	**Consumo**	**DBO**	
Industrial	R$ 2.978.531	R$ 1.714.615	R$ 230.615	R$ 4.923.761
Saneamento	R$ 2.159.438	R$ 1.251.886	R$ 2.068.053	R$ 5.479.377
Mineração	R$ 22.337	R$ 22.299	-	R$ 44.636
Rural	R$ 15.631	R$ 11.390	-	R$ 27.022
Outros	R$ 62.429	R$ 112.295	R$ 11.199	R$ 185.924
TOTAL	**R$ 5.238.367**	**R$ 3.112.486**	**R$ 2.309.867**	**R$ 10.660.720**

RESUMO DOS FATURAMENTOS POR ESTADO E SETOR USUÁRIO DE ÁGUA				
Setor	**MG**			
	Captação	**Consumo**	**DBO**	**Total**
Industrial	R$ 25.844	R$ 10.625	R$ 36.619	R$ 73.088
Saneamento	R$ 136.650	R$ 49.861	R$ 810.445	R$ 996.955
Mineração	R$ 6.344	R$ 1.033	-	R$ 7.377
Rural	R$ 131	R$ 163	-	R$ 293
Outros	R$ 664	R$ 1.475	R$ 11.060	R$ 13.199
TOTAL	**R$ 169.632**	**R$ 63.157**	**R$ 858.124**	**R$ 1.090.913**

RESUMO DOS FATURAMENTOS POR ESTADO E SETOR USUÁRIO DE ÁGUA				
Setor	**RJ**			
	Captação	**Consumo**	**DBO**	**Total**
Industrial	R$ 2.320.482	R$ 1.281.275	R$ 71.498	R$ 3.673.254
Saneamento	R$ 1.153.614	R$ 730.938	R$ 870.405	R$ 2.754.956
Mineração	R$ 5.737	R$ 438	-	R$ 6.175
Rural	R$ 8.563	R$ 9.529	-	R$ 18.092
Outros	R$ 59.183	R$ 108.812	R$ 51	R$ 168.047
TOTAL	**R$ 3.547.579**	**R$ 2.130.992**	**R$ 941.953**	**R$ 6.620.524**

RESUMO DOS FATURAMENTOS POR ESTADO E SETOR USUÁRIO DE ÁGUA				
Setor	**SP**			
	Captação	**Consumo**	**DBO**	**Total**
Industrial	R$ 632.205	R$ 422.715	R$ 122.498	R$ 1.177.419
Saneamento	R$ 869.175	R$ 471.087	R$ 387.204	R$ 1.727.465
Mineração	R$ 10.257	R$ 20.828	-	R$ 31.085
Rural	R$ 6.937	R$ 1.699	-	R$ 8.637
Outros	R$ 2.582	R$ 2.008	R$ 88	R$ 4.678
TOTAL	**R$ 1.521.156**	**R$ 918.338**	**R$ 509.790**	**R$ 2.949.284**

RESUMO DOS FATURAMENTOS POR ESTADO E SETOR USUÁRIO DE ÁGUA				
Setor	**MG**	**RJ**	**SP**	**TOTAL GERAL**
Industrial	R$ 73.088	R$ 3.673.254	R$ 1.177.419	R$ 4.923.761
Saneamento	R$ 996.955	R$ 2.754.956	R$ 1.727.465	R$ 5.479.377
Mineração	R$ 7.377	R$ 6.175	R$ 31.085	R$ 44.636
Rural	R$ 293	R$ 18.092	R$ 8.637	R$ 27.022
Outros	R$ 13.199	R$ 168.047	R$ 4.678	R$ 185.924
TOTAL	**R$ 1.090.913**	**R$ 6.620.524**	**R$ 2.949.284**	**R$ 10.660.720**

Impactos no Impactos no Setor Minerário

São avaliados em função do que representa a cobrança em comparação à receita anual estimada das mineradoras de areia, resultou em valores pequenos, diferenciados por estado. Em São Paulo o impacto seria de 0,02%, 0,04% em Minas Gerais e 0,05% no Rio de Janeiro. Em termos da bacia como um todo, o impacto médio seria de 0,02%, função de estar em São Paulo a maior parte da produção.

Impactos no Setor Saneamento

Duas análises devem ser realizadas: como relação aos índices IN0XX, que avaliam proporção da cobrança total por metro cúbico de água captada e indicadores do SNIS também expressos por metro cúbico de água.

A possível exceção ocorre em Minas Gerais no indicador referente ao esgoto, em que se divide a cobrança unitária por lançamento de esgotos (dada pelo quociente entre o valor cobrando por lançamento de esgotos e o volume de esgotos) pela tarifa média de esgotos por metro cúbico.

Impactos no Meio Rural

No meio rural verificou-se igualmente o pequeno impacto da cobrança. Em termos médios, a cobrança pelos usos de água em relação à receita bruta do irrigante é da ordem de 0,17% em Minas Gerais, 0,23% no Rio de Janeiro e 0,10% em São Paulo, com média na bacia de 0,17%. Os produtores de cana de açúcar tem impactos da ordem de 0,20% e os de arroz, um pouco mais reduzido, da ordem 0,13%, havendo um produtor no qual esse impacto atingiu 0,61%, causado pelo baixo rendimento da lavoura no município, de acordo com o IBGE-PAM/2009.

Simulação Investigatória 1 – Atualização dos Preços Públicos Unitários – PPUs

Uma proposta óbvia a ser simulada seria a alteração dos PPUs, acompanhando algum índice de preços, como o IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo por exemplo. Este índice tem como finalidade corrigir as demonstrações financeiras das companhias abertas, sendo o índice oficial do Governo Federal para medição das metas inflacionárias.

Simulação Investigatória 2 – Introdução do Abatimento de Acordo como Tratamento de Efluentes, Similar ao PCJ

Nesta simulação se deve usar a versão SAQUAPBS-2010-Beta que permite a utilização deste mecanismo.

Simulação Investigatória 3 – Introdução dos Sólidos Dissolvidos Totais na Cobrança pelo Lançamento de Poluentes

Nesta simulação se deve usar também a versão SAQUAPBS-2010-Beta que permite a consideração de até 8 poluentes.

Simulação Investigatória 4 – Adoção do Critério d PCJ de Cobrança do Meio Rural

Este critério se resume a adotar-se coeficientes Kirr e Krural específicos, distintos dos que foram adotados na situação atual de cobrança. Isso pode ser feito de forma automática na entrada de dados, como foi explicado na apresentação do SAQUAPBS-2010-Beta.

Simulação Investigatória 5 – Introdução do Programa Produtor de Água – PPA

Este mecanismo, introduzido de forma experimental no SAQUAPBS-2010-Teste foi avaliado considerando os valores do coeficiente O0 igual a 0,06 para a cana de açúcar e 0,05 para o arroz. Manteve-se no que se refere aos demais fatores a condição da situação atual.

10.7.2 Simulações Propositivas

Os Termos de Referência demandam a simulação de 5 alternativas de aumento dos Preços Públicos Unitários – PPUs com base em outras experiências no Brasil e no mundo.

Cinco simulações foram realizadas para atender essas demandas, de acordo com as orientações que serão apresentadas.

Simulação Propositiva 1

Nesta simulação adotam-se os valores de PPUs atuais do CEIVAP, acrescentando-se a cobrança pelo lançamento de SDT de forma que seu faturamento iguale ao obtido com o lançamento da carga orgânica.

Insere-se o abatimento da cobrança com o fator K^{pr} idêntico ao aplicado no PCJ, supondo-se que o esgoto tratado tem uma eficiência de remoção de carga orgânica e de SDT de 95%.

No Meio Rural, os critérios de abatimento da cobrança – Kr_{ural} - são baseados no Programa Produtor de Água, supondo-se que a cana irrigada abata 40% e o arroz irrigado 80% dos impactos hidroambientais do manejo convencional; os consumos de água são estimados pelos critérios atuais, com os coeficientes K_{irr};

Simulação Propositiva 2

Nesta simulação são adotados os mecanismos de cobrança das bacias PCJ. No que se refere ao abatimento da cobrança com o fator K^{pr}, supõe-se, como na Simulação 1, que o esgoto tratado tem uma eficiência de remoção de carga orgânica, não sendo cobrados os SDT.

Simulação Propositiva 3

Ajuste dos PPUs dos mecanismos de cobrança atuais de forma que a arrecadação total dobre. Para isto, a alternativa mais simples é dobrar os valores dos PPUs. Trata-se de uma simulação que explora os limites de aumento dos PPUs, no mecanismo de cobrança do CEIVAP.

Simulação Propositiva 4

Ajuste dos PPUs dos mecanismos de cobrança das bacias PCJ de forma que a arrecadação total dobre; da mesma forma como na Simulação 3, dobrou-se os PPUs. Trata-se igualmente de uma simulação que explora os limites de aumento dos PPUs, no mecanismo de cobrança das bacias PCJ.

Simulação Propositiva 5

Nesta simulação são adotados os valores de PPUs das bacias PCJ (que diferem dos adotados pelo CEIVAP apenas na PPU de lançamento de carga orgânica que é R$ 0,10/kg). Insere-se o abatimento da cobrança com o fator Kpr, supondo-se que o esgoto tratado tem uma eficiência de remoção de carga orgânica e de SDT de 95%. Porém, altera-se a sistemática de concessão de abatimentos da cobrança pela poluição, como forma de aliviar o impacto no meio industrial, onde mais se aplica o tratamento de efluentes: até 60% de abatimento de poluição nada é abatido na cobrança; acima de 60% iniciam-se os

abatimento lineares até que com 90% de abatimento de poluição, abate-se 75% da cobrança; a partir daí vai aumentando o abatimento da cobrança até 100% de abatimento da poluição e da cobrança.

Os faturamentos para cada setor são resumidos no **Quadro 10.5**. Do **Quadro 10.6** ao **Quadro 10.9** são apresentados os impactos nos setores usuários de água.

Quadro 10.5 Resumo dos faturamentos total, e por setor usuários de água, para cada simulação

FATURAMENTOS – R$/ANO						
Setor	**Atual**	**SIMULAÇÕES**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Industrial	R$ 4.923.761	R$ 7.195.509	R$ 4.976.339	R$ 9.847.523	R$ 9.952.677	R$ 7.280.467
Saneamento	R$ 5.479.377	R$ 5.460.592	R$ 6.338.705	R$ 10.958.754	R$ 12.677.410	R$ 6.338.806
Mineração	R$ 44.636	R$ 47.460	R$ 44.636	R$ 89.272	R$ 89.272	R$ 47.460
Rural	R$ 27.022	R$ 391.191	R$ 249.006	R$ 54.043	R$ 498.013	R$ 391.191
Outros	R$ 185.924	R$ 185.900	R$ 190.690	R$ 371.848	R$ 381.380	R$ 190.690
TOTAL	**R$ 10.660.720**	**R$ 13.280.654**	**R$ 11.799.376**	**R$ 21.321.441**	**R$ 23.598.752**	**R$ 14.248.615**

Quadro 10.6 Impactos no Setor Saneamento pata toda bacia, em função de diferentes indicadores

ÍNDICE	ATUAL	1	2	3	4	5
Cobrança unitária/IN003 - Despesa total com os serviços por m³ faturado [R$/m³]	0,77%	0,77%	0,85%	1,54%	1,70%	0,84%
Cobrança unitária/IN004 - Tarifa média praticada [R$/m³]	1,15%	1,14%	1,25%	2,29%	2,50%	1,24%
Cobrança unitária/IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]	1,04%	1,04%	1,13%	2,08%	2,26%	1,12%
Cobrança unitária/IN006 - Tarifa média de esgoto [R$/m³]	1,40%	1,39%	1,99%	2,80%	3,97%	1,96%
Cobrança unitária/IN026 - Despesa de exploração por m³ faturado [R$/m³]	1,00%	0,99%	1,09%	1,99%	2,18%	1,08%
Cob./FN001 - Receita operacional direta total [R$/ano]	1,01%	1,00%	1,13%	2,01%	2,26%	1,12%
Cob./FN023 - Investimento realizado em abastecimento de água [R$/ano]	51,90%	51,51%	63,41%	103,76%	126,83%	62,30%
Cob./FN024 - Investimento realizado em esgotamento sanitário [R$/ano]	20,00%	19,84%	23,67%	39,91%	47,34%	23,32%
Cob./FN033 - Investimentos totais [R$/ano]	24,30%	24,22%	27,51%	48,60%	55,02%	27,27%

Quadro 10.7 Impacto no Setor Industrial, nos segmentos mais sensíveis, em percentuais das despesas com salários, retiradas e outras remunerações

CNAE	DESCRIÇÃO	INDÚSTRIAS	ATUAL	1	2	3	4	5
17.1	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	2	8,99%	8,83%	9,10%	17,98%	18,20%	8,63%
17.2	Fabricação de papel	5	3,04%	2,90%	3,14%	6,07%	6,28%	2,71%
17.3	Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado	1	4,68%	4,40%	4,87%	9,35%	9,75%	4,04%
24.2	Produção de laminados de aço	4	3,38%	5,98%	3,38%	6,77%	6,77%	5,98%
08.1	Extração de areia, cascalho ou pedregulho e beneficiamento associado	2	2,36%	2,36%	2,36%	4,72%	4,73%	2,35%
13.4	Alvejamento, tingimento e torção em fios, tecidos, artefatos têxteis e peças de vestuário	2	1,63%	1,58%	2,11%	3,26%	4,21%	1,95%
19.2	Fabricação de produtos do refino de petróleo	1	2,18%	2,17%	2,19%	4,36%	4,38%	2,16%
20.9	Fabricação de produtos químicos	8	1,58%	1,54%	1,61%	3,16%	3,22%	1,48%

Quadro 10.8 Impacto no Setor Mineração em percentual da Receita Bruta

	Atual	1	2	3	4	5
MG	0,05%	0,04%	0,04%	0,08%	0,08%	0,04%
RJ	0,04%	0,06%	0,05%	0,10%	0,10%	0,06%
SP	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%
Bacia	0,02%	0,02%	0,02%	0,04%	0,04%	0,02%

Quadro 10.9 Impacto no Meio Rural, irrigação, em percentual

	Atual	1	2	3	4	5
MG	0,17%	2,45%	0,96%	0,35%	1,92%	1,01%
RJ	0,23%	3,53%	1,47%	0,47%	2,94%	1,18%
SP	0,10%	1,37%	1,62%	0,21%	3,24%	1,02%
Bacia	0,17%	2,42%	1,54%	0,33%	3,08%	1,09%
Cana	0,20%	3,09%	1,29%	0,41%	2,57%	1,03%
Arroz	0,13%	1,00%	2,50%	0,25%	5,00%	1,60%

Sugestão técnica: do ponto de vista da contratada, a Gama Engenharia de Recursos Hídricos, a simulação propositiva 5 incorporou o que no seu julgamento técnico teria maior consistência e, portanto, é a alternativa que é proposta, com as ressalvas realizadas.

10.8 ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS DOS TERMOS DE REFERENCIA

Os Termos de Referência relativos ao Ato Convocatório 002/2009 da AGEVAP apresentaram demandas para este estudo que foram atendidas na medida em que foi possível, e de acordo com as possibilidades de obtenção de informações que subsidiassem os produtos. Este problema informacional foi o principal óbice para o pleno atendimento das demandas. A seguir, para facilitar a análise dos contratantes, apresenta-se uma avaliação do atendimento das demandas.

10.8.1 Propostas de Aperfeiçoamento da Cobrança do Setor de Extração Mineral

Os Termos de Referência demandaram:

a) O levantamento e caracterização, com base no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, nos usos cadastrados no CNARH e em outros estudos relevantes, das atividades de mineração presentes na Bacia do Paraíba do Sul distintas da mineração de areia em leito de rio;

b) Levantamento e estimativas de dados de receitas líquidas e custos de produção para as atividades de mineração caracterizadas, sendo que os dados levantados deverão ser corrigidos mediante um índice adequado, tal como o Índice Geral de Preços de Mercado – IGPM, se anteriores a 2009;

c) Proposta de um mecanismo de cobrança pelo uso de recursos hídricos específico para as atividades de mineração caracterizadas, que contemple a Resolução nº 55 do CNRH, de 2005, e que esteja limitado aos campos de preenchimento de dados disponíveis no CNARH;

d) Cálculo dos valores de cobrança segundo a metodologia proposta e seus respectivos impactos sobre as receitas líquidas e custos de produção dos usuários de mineração

Esse item foi cumprido pelo SAQUAPBS, embora a referência dos impactos seja a Receita Bruta, devido à carência de informações.

10.8.2 Apresentação de Estudo de Viabilidade de Implantação de Peso Atribuído às Boas Práticas de Uso e Conservação de Água para os Setores de Saneamento e Agropecuária ($K_{setorial}$)

De acordo com os Termos de Referência "*a Deliberação nº 99 do CEIVAP, de 2008,* estabeleceu que a AGEVAP deverá apresentar ao CEIVAP um estudo de viabilidade de implantação de peso atribuído às boas práticas de uso e conservação de água para os setores sujeitos à cobrança ($K_{setorial}$). Estabelece, no entanto, que deverá, também, apresentar uma metodologia específica para o setor saneamento e uma proposta de cálculo

de valores de $K_{agropec}$ considerando as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural".

O mesmo TdR sugere que "tanto a proposta de cálculo do KAgropec, quanto a metodologia específica para o setor saneamento sejam inseridos dentro da proposta para o Ksetorial, o que atenderia plenamente às solicitações das deliberações nº 65, de 2006, e nº 99, de 2008, do CEIVAP". O $K_{setorial}$ "deverá abranger os três tipos de uso (captação, consumo e lançamento), sendo que os cálculos deverão variar em função dos tipos de uso e também do setor usuário".

Estes diversos fatores foram introduzidos nos mecanismos de cobrança simulados pelo SAQUAPBS. O fator K^{pr} de abatimento da cobrança pelo lançamento de poluentes foi introduzido, aplicando-se a todos os usuários que comprovem a adoção de estações de tratamento de efluentes.

Para o Meio Rural inseriu-se uma nova visão para as boas práticas, baseada no Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas.

10.8.3 Proposta de Metodologia de Cobrança Específica para o Setor de Saneamento ($K_{setorial}$)

Os Termos de Referência demandam:

a) A partir de consulta ao CNARH, levantar os usos de recursos hídricos dos nove usuários de saneamento estudados na Nota Técnica da ANA nº 57/2006/SAG, de 16 de outubro de 2006;

b) Levantar na última versão do SNIS os dados de custos e receitas desses nove usuários, a saber:

- Total das Despesas Totais com Serviços (R$/ano);
- Total de economias ativas de água;
- Lucro Líquido sem Depreciação (1.000 R$/ano);
- Tarifa Média Água (R$/m³); e
- Tarifa Média Esgoto (R$/m³).

c) Calcular os impactos sobre o lucro líquido, despesas e tarifas de cada um desses nove usuários causados pela cobrança calculada por meio da metodologia atual da Bacia do Paraíba do Sul;

d) Com base nos campos disponíveis para preenchimento no CNARH, desenvolver uma proposta de mecanismo de cobrança que utilize uma maneira de apurar uma melhoria na eficiência no uso da água durante o período anterior, na forma de um cálculo do Ksetorial dentro do Kcap e do Kcons;

e) Calcular os valores de cobrança para cada um dos nove usuários segundo a metodologia proposta;

f) Calcular e avaliar os impactos causados pela metodologia proposta sobre o lucro líquido, despesas e tarifas de cada um dos nove usuários causados pela metodologia proposta, inclusive comparando com os impactos causados pela cobrança segundo a metodologia vigente.

10.8.4 Proposta de Metodologia de Cobrança Específica para o Setor Industrial ($K_{setorial}$) – os Termos de Referência demandam

a) A partir de consulta ao CNARH, levantar os usos de recursos hídricos dos quatro usuários industriais (pelo menos) estudados na Nota Técnica da ANA nº 57/2006/SAG, de 16 de outubro de 2006;

b) Levantar na NT nº 57/2006/SAG e na página eletrônica da CVM – Comissão de Valores Mobiliários os dados de custos de produção e lucro líquido desses usuários;

c) Calcular os impactos sobre o custo de produção e lucro líquido de cada um desses usuários causados pela cobrança calculada por meio da metodologia atual da Bacia do Paraíba do Sul;

Estes dados não são disponibilizados com facilidade, devido à cláusulas de confidencialidade. Apenas empresas de Sociedade Anônima devem obrigatoriamente publicar seus balanços anuais. Geralmente, esse tipo de empresa é de grande porte, com várias unidades, territorialmente espalhadas e atuando em vários elos da cadeia produtiva. Seu balanço engloba as várias atividades, territorialmente e em termos de produto, não ficando evidenciado qual a parcela das receitas ou dos custos se refere à unidade específica da bacia do rio Paraíba do Sul. A única possibilidade de obtenção das informações demandadas seria uma pesquisa direta nas empresas selecionadas e se elas se dispusessem a prestar as informações, já que não são legalmente obrigadas a fazê-lo. Os dados utilizados foram da Produção Industrial Anual – Empresa (PIA-Empresa) e a Estatística do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE).

d) Com base nos campos disponíveis para preenchimento no CNARH, desenvolver uma proposta de mecanismo de cobrança que utilize uma maneira de apurar uma melhoria na eficiência no uso da água durante o período anterior, na forma de um cálculo do Ksetorial dentro do Kcap e do Kcons;

Novamente julga-se que dados sobre uso de água (captação, consumo e lançamentos de poluentes) são as melhores formas de avaliar a eficiência de uso. A introdução do fator K^{pr} de estímulo ao tratamento de esgotos, é uma forma de se atender à demanda. Também, a introdução dos SDT contribuem para aumento da eficiência do uso de água, ao penalizar não apenas um poluente.

e) Calcular os valores de cobrança para cada um desses usuários segundo a metodologia proposta;

f) Calcular e avaliar os impactos causados pela metodologia proposta sobre o custo de produção e lucro líquido de cada um desses usuários causados pela metodologia proposta, inclusive comparando com os impactos causados pela cobrança segundo a metodologia vigente.

O SAQUAPBS atende a estas demandas.

10.8.5 Proposta de Metodologia de $K_{setorial}$ para a Cobrança pela Diluição

Os Termos de Os Termos de Referência indicam que a atividade a ser desenvolvida pela Contratada será, com base na metodologia de cobrança desenvolvida no âmbito dos comitês PCJ (art. 6º do anexo 1 da Deliberação nº 78, de 05 de dezembro de 2007) para o KPR, desenvolver uma metodologia de cálculo para o $K_{SETORIALI}$ a compor o cálculo de $K_{diluição}$, considerando os setores de saneamento e indústria.

O fator Kpr foi introduzido no SAQUAPBS, permitindo, inclusive, sua generalização, como foi feito na Simulação Propositiva 5.

10.8.6 Proposta de Cálculo de Valores de $K_{agropec}$ ($K_{setorial}$) considerando as Boas Práticas de Uso e Conservação da Água na Propriedade Rural

Os Termos de Referência demandam:

a) Consultar ao CNARH para selecionar e exportar usos de recursos hídricos dos irrigantes usuários de rios de domínio da União da Bacia do Paraíba do Sul;

b) Calcular os valores de cobrança desses usuários irrigantes com base nos mecanismos das bacias PCJ, estabelecidos pelo artigo 5º do Anexo da Deliberação Comitês PCJ nº 78/2007 (no caso, o Kt da metodologia dos comitês PCJ será proposto ao CEIVAP como Ksetorial, que por sua vez comporá os cálculos de Kcap e Kcons para os irrigantes, conforme já mencionado);

c) Consultar a instituições ligadas à agricultura irrigada na bacia para o levantamento de dados de custos de produção e receitas líquidas das culturas relativas aos irrigantes selecionados, sendo que os dados levantados, se anteriores a 2009, deverão ser corrigidos mediante um índice adequado, tal como o Índice Geral de Preços de Mercado. As instituições a serem consultadas serão2, ao menos:

Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (Emater/MG); Instituto de Economia Aplicada (IEA/SP); Fundação de Apoio à Universidade Rural (FAPUR); e Fundação Getúlio Vargas (FGV);

d) Calcular os impactos sobre os custos e receitas anuais por hectare dos irrigantes causados pelos valores atuais de cobrança; e

e) Calcular e avaliar os impactos sobre os custos e receitas anuais por hectare dos irrigantes causados pelos valores calculados com base na metodologia de cobrança proposta.

Todos estas demandas são atendidas pelo SAQUAPBS, apesar da carência de informações que pudessem ser incorporadas.

10.8.7 Proposta de Cálculo de Valores de $K_{consumo}$ considerando as Boas Práticas de Uso e Conservação da Água na Propriedade Rural

Os Termos de Referência indicam:

a) Calcular os valores de cobrança dos mesmos usuários irrigantes mencionados no item 3.1.2.3 com base nos novos mecanismos das bacias PCJ, estabelecidos pelo artigo 4º do Anexo da Deliberação Comitês PCJ nº 78/2007;

b) Calcular e avaliar os impactos sobre os custos e receitas anuais por hectare dos irrigantes causados pelos valores calculados com base na metodologia de cobrança proposta.

Estas demandas foram atendidas no SAQUAPBS, permitindo não somente usar os critérios das bacias do PCJ, mas qualquer outro que venha a ser proposto.

10.8.8 Estudo de Cobrança pela Vazão de Diluição considerando DBO e Outros Parâmetros Relevantes para a Qualidade de Água na Bacia

Os Termos de Referência indicam que o estudo terá por base o Relatório Final do estudo "Cobrança pela Diluição de Efluentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul", produzido pela Fundação COPPETEC no âmbito da Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO-GRH – 01/2004. Este trabalho propôs uma evolução da metodologia de cobrança vigente na bacia até 2006. Atividades a serem desenvolvidas pela Contratada:

a) Selecionar o Fósforo Total como parâmetro adicional à metodologia de cobrança, de acordo com o recomendado no item 3.2 do referido relatório;

b) Considerar o mecanismo de cobrança para diluição de efluentes que é descrito no item 3.4 do relatório, realizando as devidas adaptações quanto à Deliberação CEIVAP nº 65, de 2006, e quanto à operacionalidade (disponibilidade de dados no CNARH), e ainda propondo uma adaptação para os casos em que o efluente

estiver em desacordo com os padrões de qualidade da água correspondente à Classe em que o trecho do curso d'água estiver enquadrado;

c) Simular, para cinco diferentes cenários de preços unitários para cada parâmetro considerado, a cobrança e os impactos sobre cada um dos usuários selecionados conforme os itens 3.1.2.1 e 3.1.2.2;

Foram simulados vários cenários, variando preços públicos unitários e mecanismos, e avaliados os impactos em todos os usuários.

10.8.9 Estudo do Aumento dos Preços Unitários

Os Termos de Referência demandam:

a) Elaborar cinco cenários de aumento de preços unitários com base em outras experiências no Brasil e no mundo;

b) Simular os impactos sobre o potencial de arrecadação com a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na bacia como um todo e sobre os usuários selecionados nos itens anteriores.

Dez cenários foram simulados, variando preços públicos unitários e mecanismos de cobrança. Foram 5 simulações investigatórias, e 5 simulação propositivas. As arrecadações e impactos foram avaliados em todos os usuários que dispõem de informações. Outras simulações poderão ser elaboradas com uso do SAQUAPBS. Julga-se, pois, que esta demanda foi amplamente atendida.

10.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve ser ressalvado que a adoção dos preceitos de equidade horizontal nos mecanismos de cobrança pelos usos de água orienta para se cobrar igualmente aos iguais; o preceito de equidade vertical orienta no sentido de se cobrar desigualmente aos desiguais. Em termos operacionais isto é interpretado por se reduzir ao máximo as diferenças nos mecanismos de cobrança, pois ao se particularizá-los para um determinado setor usuário de água se estará fatalmente ou onerando-o, ou desonerando-o em relação aos demais. Isto acarretará dificuldades de se atingir consensos por parte daqueles que se julguem prejudicados, o que comprometeria o aprimoramento da cobrança na bacia.

Por outro lado, é relevante considerar que sobre a ótica da equidade vertical, o meio rural apresenta dificuldades maiores de pagamento, devido ao grande uso de água e aos riscos envolvidos em suas atividades (meteorológicos, de mercado, de sanidade vegetal e animal, etc.). Por isto é aceito um abatimento à cobrança pelos seus usos de água, que nos mecanismos atuais é aplicada linearmente, independente do que seja realizado pelos seus

usuários. O que se propõe neste estudo é que existam contrapartidas reais a esse abatimento, na forma de redução de impactos hidroambientais de suas atividades na bacia.

Entende-se que, idealmente, a melhor medição de eficiência de qualquer usuário é realizada em termos de redução dos usos de água: captação, consumo e lançamento de poluentes. Ao se inserir abatimentos suplementares aos mais eficientes, se estaria criando um duplo processo de beneficiamento: eles pagarão menos, pois usam menos água, e ainda pagarão ainda menos, pois conseguiram aumentar as suas eficiências. Um mecanismo equânime de cobrança abateria a cobrança apenas sobre o que deixou de ser usado de água, evitando atribuir, de forma um tanto arbitrária, abatimento extra a setores usuários específicos, por conta de supostas diferenciações, nem sempre justificáveis.

O que deve ser considerado é que a cobrança pelo uso de água, nos moldes aplicados ao país, tem como premissa não causar impactos nos usuários. Portanto, sendo mostrado isto, não caberia adicionalmente criar abatimentos para ainda menos impactos ocorrerem, descaracterizando totalmente o instrumento. Ele foi implementado pela Lei nº 9.433/97, que destaca em seu Artigo 19:

"A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I. Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II. Incentivar a racionalização do uso da água;

III. Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos".

Como foi constado, nenhum desses objetivos é atualmente atingido e, se alguma precedência deve haver, seria sobre os objetivos dos incisos I e II. Especialmente, buscar uma maior racionalidade no uso da água, deve ser o objetivo perseguido por mecanismos de cobrança. E não será orientando as análises para abater eventuais - e muitas vezes hipotéticos - impactos nos usuários de água que ele será atingido.

10.10 ENCAMINHAMENTOS, DELIBERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DO CEIVAP SOBRE A REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA

A seguir apresenta-se um resumo das atas das reuniões da Câmara Técnica Consultiva – CTC/CEIVAP e do CEIVAP relativo à revisão da metodologia de cobrança.

A Deliberação CEIVAP nº 65/2006, estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2007. Essa Deliberação alterou a metodologia de cobrança que vinha sendo praticada

até 2006. Depois de aprovada pelo CEIVAP, a Deliberação nº65/2006 foi encaminhada para o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e se transformou na Resolução nº 66/2006 do CNRH publicada em 01 de janeiro de 2007. Essa Resolução aprovou valores e mecanismos para a cobrança pelo uso das águas na bacia do Paraíba do Sul e determinou que o CEIVAP devesse apresentar, no prazo de três anos, a partir da data de sua publicação, os estudos complementares e a avaliação da implementação da cobrança na bacia. O CEIVAP, no período de 2008 a 2011, aprovou seis deliberações estabelecendo novos prazos para a AGEVAP apresentar ao Comitê estudos para aperfeiçoamento da metodologia de cobrança pelo uso da água (Deliberações nº 99/2008, nº118/2009, nº 120/2009, nº 133/2010, nº 154/2011, nº 173/2011).

Para cumprir o disposto na Deliberação 65/2006, a AGEVAP lançou o Edital para contratação de consultoria especializada para elaborar os estudos de aperfeiçoamento da Metodologia da Cobrança dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, sendo contratada a empresa Gama Engenharia de Recursos Hídricos. Em 24 de março de 2011, a empresa Gama Engenharia, apresentou o relatório final para a Câmara Técnica Consultiva do CEIVAP – CTC. Muitos comentários foram feitos sobre o relatório apresentado. A câmara técnica registrou em sua ata que não participou da aprovação dos relatórios preliminares do estudo e por esse motivo solicitou que a AGEVAP postergasse a data de conclusão dos estudos para que CTC tivesse tempo de analisar o relatório final da empresa. Outra contribuição importante da CTC foi a recomendação de contratação de uma consultoria para complementar os estudos, principalmente nas questões de extração mineral e vazão de diluição.

Nas reuniões da Câmara Técnica Consultiva - CTC, ocorrida ao longo dos anos de 2011 e 2012, houve um amadurecimento dos questionamentos a cerca dos relatórios parciais e sobre o relatório final elaborado pela Gama Engenharia. A seguir destacam-se as contribuições de consenso entre os membros.

- O universo de usuários objetos da cobrança pelo uso da água deverá ser ampliado, incluindo-se, no segmento da mineração, a extração de outros minérios, além da areia;
- Não deverá ser retirada a parcela “consumo” dos cálculos de cobrança;
- Deverá ser feito um levantamento para avaliar o quanto melhorou a qualidade da água na bacia do Paraíba do Sul, depois da implantação da cobrança;
- Incluir o coeficiente de boas práticas do uso da água para o setor de agricultura.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1 CENÁRIOS DE TRANSPOSIÇÕES

- ALVAREZ,K.D.&PONTES,L.A.L., (1990), Os colegiados de bacias hidrográficas e o planejamento integrado dos recursos hídricos. A experiência do CEEIVAP e CEEIPEMA, Revista Engenharia, V. 478, p. 38-41.
- ANPED – Associação Nacional de Pesquisas em Ecodesenvolvimento. O Processo de Avaliação de Impactos Ambientais e Geral, a Hidrelétrica no Brasil. In: *Política Ambiental e Ecodesenvolvimento*. Rio de Janeiro: ANPED, 1992.
- BACHFISCHER, R. Métodos para Integração dos Recursos Ambientais no Processo de Planejamento Espacial: Métodos Voltados para a Análise de Efeitos Ecológicos Brasília. IBAMA, 2001.
- Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim Experiências para a gestão dos recursos hídricos. INEA,RJ- 2012.
- BANCO CENTRAL BRASILEIRO. *Pesquisa Focus semanal*. Brasília: BACEN, 2007.
- BARRETO, A.B.C., MONSORES, A.L.M., LEAL, A.S., et al., 2000, *Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro*. In: Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, MME (Ministério de Minas e Energia), SMM (Secretaria de Minas e Metalurgia), CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais),Brasília.
- BEARD,L.R. (1963), Flood Control Operation of Reservoirs, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 89, Proc. Paper 3380, pags 8-10, 21-23.
- CAETANO, L. C., 2000, Água *Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ): Uma Opção para o Abastecimento*. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- CALDAS, P.S.; AIRES, J.C.O.; PINHEIRO, L.F.; GUIMARÃES, L.F.A.; MOREIRA, J.O.S. (1995), Aumento da capacidade geradora do complexo de Lajes com otimização dos recursos hídricos e conjugado com o controle de cheias do rio Piraí. Encontro Técnico Nacional. Suplama/Bracier, Rio de Janeiro.
- CAMPOS, J. D. et all, Cobrança pelo Uso da Água nas Transposições da Bacia do Rio Paraíba Do Sul, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Curitiba, 2003.
- "Caracterização Hidrogeológica da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo", 2000, desenvolvido no âmbito do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PQA);
- CIA. VALE DO RIO DOCE. Efeito China: Implicações para o Planejamento Estratégico Empresarial. São Paulo: CVRD, outubro de 2005.
- CNEC. Serviços de revisão do plano diretor de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro, relativamente aos municípios atendidos pelos sistemas Guandu, Ribeirão das Lajes e Acari – RJ. Rio de Janeiro:CEDAE, 2004. (revisão 0);
- CPTI – Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais, “Planos de Bacia – Serra da Mantiqueira e Paraíba do Sul”, elaborado em 2000. O primeiro teve por propósito estabelecer o Programa de Investimentos para a Gestão Integrada e Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul;
- CONSÓRCIO ICF-KAISER-LOGOS, 1999, Caracterização *Hidrogeológica da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo – Nota Técnica NT-01-015 – Revisão A.* In: Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, São Paulo.
- Department of Environmental Affairs and Tourism, 2005. CUMULATIVE EFFECTS ASSESMENT. Integrated Environmental Management Information Series**.** South Africa.

- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1979, Estudos de Águas Subterrâneas – Região Administrativa 3 – São José dos Campos, v. 1 – Resumo.
- DIAS,N.L.C., PEREIRA,M.V.F, KELMAN,J. (1985), Optimization of flood con-trol and power generation requirements in a multipurpose reservoir. IFAC- Symposium on planning and operation of electric energy systems, Rio de Janeiro, Brasil.
- ELETROBRÁS (1987), Guia para cálculo de cheia de projeto de vertedores. Rio de Janeiro.
- EPE-EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO/SONDOTÉCNICA – AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2007, http://epe.gov.br/MeioAmbiente/Paginas/default.aspx?CategoriaID=101-
- Forrester, J. W. Industrial Dynamics. Portland, Oregon, EUA: Productivity Press, 1961. 464p.
- Forrester, J. W. System Dynamics and the Lessons of 35 Years. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1991.
- FUNDAÇÃO COPPETEC-2002, Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul – Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, fevereiro.
- FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. *World Economic Outlook Database*. EUA: FMI, April 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica**.** Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050**.** Revisão 2004. Brasília: IBGE, 2004.
- OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA-ONS/AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS-Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional -2003.
- SOUZA (1995), “Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais” Souza, S.M.T. HIDROSSISTEMAS-COPASA, Belo Horizonte, 525p..
- SONDOTÉCNICA ENGENHARIA DE SOLOS S. A.Plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: relatório gerencial. Brasília, DF: ANA, 2007.

11.2 CANAIS DE CAMPOS

- ACSELRAD, Henri. **Esboço sobre a Construção do Campo Ambiental e o Conceito de Conflitos Sócio-Ambientais**. Mimeo, texto para discussão apresentado no Curso Conflito Social e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 1997b.
- AGEVAP - Relatório Técnico: A Situação dos Reservatórios com Subsídios para Ações de Melhoria da Gestão na Bacia do Rio Paraíba do Sul nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais 2009.
- BOURDIEU, P. **O Poder Simbólico**, 5º ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2002. 322 p.
- _____. **Espaço Social e Espaço Simbólico**. Conferência proferida na Universidade de Todai, Japão, outubro de 1989.
- BIDEGAIN, Paulo, BIZZERIL, Carlos, SOFFIATI NETO, Aristides Arthur. **Lagoas do Norte Fluminense – Perfil Ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002. 148 p.: il. Inclui bibliografia. ISBN 85-87206-17-6.
- BARRETO, L. **Canal Campos-Macaé passa por limpeza**. Disponível em: http://www.campos.rj.gov.br/noticia.php?id=1847.
- BERNARDI, C. C. Reuso de água para irrigação. Brasília, 2003. 52 p. Monografia.

- CARNEIRO, P. R. F. **Dos pântanos à escassez: uso da água e conflito na** Baixa**da dos Goitacazes**. Disponível em: www.anppas.org.br/encontro-anual/ encontro2//GTO3/paulocarneiro.pdf. Acesso em: 30 nov. 2006.
- CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira. **Água e conflito na Baixada dos Goytacazes**. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/pdf/abep2004_825.pdf.
- CRUZ, M. J.; BRAZ, R. **A eutrofização dos sistemas aquáticos**. Disponível em: www.naturlink.pt/canais/artigo.asp?iArtigo=2499&iLingua=1 .
- DELFINO, J**. Fundecana já cadastrou dezenas de produtores na ASFLUCAN**. Disponível em:http://www.campos.rj.gov.br/notícia.php?id=7315. Acesso em: 14
- EIA/RIMA – Distrito Industrial de São João da Barra – http://www.CEIVAP.org.br/downloads/eia%20rima/EIA%20-%20DISJB/Volume%20II/VI.%20Diagnostico/VI.4.%20Aguas.pdf
- ENGENHARIA GALLIOLI LTDA. **Saneamento das Várzeas nas Margens do rio Paraíba do Sul a Jusante de São Fidélis: Estudo e Planejamento das Obras Complementares**. Departamento Nacional das Obras de Saneamento. no 379. Baixada Campista, set – 1969.
- FEAM - **Inventário Estadual de Barragens do Estado de MINAS GERAIS** – 2009/2010/2011/2012
- FRANCO, Maria Sylvia de Carvalho. **Homens Livres na Ordem Escravocrata**. São Paulo, Editora Unesp, 4º ed., 1997.
- GÓES, Hildebrando de Araujo. **O Saneamento da Baixada Fluminense**. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas. 1934. 475 p.
- LAMEGO, Alberto Ribeiro. **O Homem e o Brejo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Lidador, 1974. 217 p.
- MARQUES, Valdo S., et al. **Possíveis Modificações na Classificação Climática das Regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.** In: PARQUE DE ALTA
- MELLO, Marco Antônio da Silva; VALPASSOS, Carlos Abraão Moura. **O saneamento do Brasil: seus efeitos sobre a pesca artesanal e o manejo dos ecossistemas da Lagoa Feia e da Lagoa de Maricá-RJ.** Disponível em: http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/pop/pop-003.pdf.
- NETO, A. A. **Lagoas do Norte Fluminense: perfil ambiental.** Rio de Janeiro, SEMADS, 2002.
- NEVES, Delma Pessanha. **Os fornecedores de cana e o Estado intervencionista: estudo do processo de constituição social dos fornecedores de cana.** Niterói: EDUFF, 1997a. 383 p.
- OLIVEIRA, Vicente; GRANZIERA, M. L. M. **Projetos de Canais da Baixada Campista**. S.l., 2000. Xerocopiado.
- PERHI - R3-A – TEMAS **TÉCNICOS ESTRATÉGICOS RT-03 – Mapeamento de Áreas Vulneráveis a Eventos Críticos Extremos** – setembro de 2012.
- PERHI - Relatório de Gestãos dos Recursos Hídricos – R4, SEA/INEA/COPPETEC, Janeiro 2013 - http://www.hidro.ufrj.br/perhi/
- SANT'ANA, André Santos. **O Sucesso da Crise na Região de Campos**. 1984. 294 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Agrícola) - Instituto e Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SOFFIATI, A. **Gerenciamento Ecológico dos Canais do Norte Fluminense**. Revista Vitas – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade – www.uff.br/revistavitas nº. 1, setembro de 2011.
- SOFFIATI NETO, A. A. DNOS: **uma instituição mítica da República Brasileira. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 7, n. 2. Rio de Janeiro: ANPUR. Nov. 2005.

- Site do Governo do Estado do Rio de Janeiro – Subsecretaria de Comunicação Social do RJ. Imprensa RJ. Agricultra inaugura Sistemas de Comportas dos Canais da Baixada Campista – http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=943045 – 29/05/2012
- TECNOLOGIA DO NORTE FLUMINENSE – TECNORTE. Projeto de Revitalização dos Canais da Baixada Campista. Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/FENORTE, 2001.
- TECNORTE. Campos dos Goytacazes, RJ. **Irrigação e drenagem**. Disponível em: http://www.tecnorte.rj.gov.br/index.php?arquivo=irrigação.htm. Acesso em: 23 mar. 2007
- TEIXEIRA, Simone et al.Canal Campos-Macaé: representações: imagens e usos. In: FARIA, Teresa Peixoto (Org.),Seminário Saturnino de Brito: 100 anos do projeto de saneamento de Campos - Anais. Campos dos Goytacazes, RJ: 2003, p. 145/156.

11.3 BARRAGENS DE REJEITO

- ANA/ENGECORPS, **Sistema de Previsão de Eventos Críticos na bacia do Rio Paraíba do Sul – SISPREC** - R02- Coleta de Dados, R04 - Sistematização das Informações sobre Atividades com Potencial de Risco Ambiental, Pontos Vulneráveis e Barramentos Existentes, Novembro 2012, **Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba – SIEMEC**, RF 34 - Relatório Final de Concepção Geral do SIEMEC, Novembro 2012., RF 35 Relatório de Diretrizes para Detalhamento das Intervenções do SIEMEC, Janeiro 2013
- ARAUJO, 2006. "**Contribuição Estudo do Comportamento de Barragens de Rejeito de Mineração de Ferro**". [Rio de Janeiro], 2006. VII, 133. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, 2006.
- ÁVILA, Pimenta; ESPÓSITO, Terezinha. Programa de Implementação de Procedimentos de Gestão e Segurança das Barragens de Rejeitos. Belo Horizonte, 2008.
- BRASIL. **Lei 12.334**, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 62**, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 87**, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 124**, de 09 de outubro de 2008. Complementa a Deliberação Normativa COPAM Nº 87, de 06/09/2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 139**, de 09 de setembro de 2009. Prorroga prazo para apresentação da Declaração de Condição de Estabilidade de barragens de rejeitos e resíduos.
- DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. **Banco de dados fornecido à ANA.**

- FARIA, B. M.; F.A. ESTEVES. **Carbono Orgânico nas Lagoas Costeiras do Norte Fluminense:** Origem e Transferência Para a Cadeia Trófica. In: Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. Macaé-RJ: NUPEM/UFRJ. 2000
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010/2011/2012. ***Inventário Estadual de Barragens de Minas Gerais***. Belo Horizonte, 2010/2011/2012.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Barragens de rejeitos e resíduos em Minas Gerais: histórico, requisitos legais e resultados**. Belo Horizonte: Feam, 2008. 92 p.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Estadual de Barragens do ano de 2009**. Belo Horizonte: Feam, 2009. 27 p.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Estadual de Barragens do ano de 2011**. Belo Horizonte: Feam, 2012. 31 p.
- KNOPPERS, B.A. Aquatic primary production in coastal lagoon. 1994. In: **Caracterização especial e temporal da comunidade fitoplanctônica de uma lagoa costeira da região norte fluminense**: Lagoa do Açu, Campos dos Goytacazes / São João da Barra – RJ. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - UENF, Campos dos Goytacazes, 2003.
- LOZANO, Fernando Arturo Erazo. **Seleção de Locais para Barragens de Rejeitos usando o Método de Análise Hierárquica**. São Paulo, USP, 2006. 128 p.
- QUINTIERE, Marcelo. **"Passivos Ambientais – O Risco Nosso de Cada Dia".Ed. Publit.** Rio de Janeiro 2010.
- QUINTIERE, Marcelo. **"Auditoria Ambiental" Ed. Publit.** Rio de Janeiro. 2006.
- SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração. Disponível em: **<http://sigmine.dnpm.gov.br/>.** Acesso em: 18 fev. 2011.
- TONIDANDEL, Rodrigo de Paula. **Relatório Técnico Gesol nº 19/2009.** Gestão de Barragens de rejeitos e resíduos em empreendimentos industriais e minerários de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2008.
- VITÓRIO (2007). A gestão dos recursos hídricos e a mineração.

11.4 USOS INSIGNIFICANTES

- ANA – Agência Nacional das Águas (2013) Material (Nota Técnica e Minuta de Resolução) com critérios para interferências em corpos de água de domínio da União que independem de outorga. Disponível no site: www.ana.gov.br
- ANA – CBH – Comitês de Bacias hidrográficas – Disponível em http://www.cbh.gov.br/#not-interestaduais.
- COHIDRO (2013) Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - em elaboração pela COHIDRO.
- COPPETEC (2011) Plano de Recursos Hídricos das bacias do Rio Paraíba do Sul 2007-2010 – Fundação COPPETEC, disponível nos sites da AGEVAP/CEIVAP.
- CTPOAR/CNRH – Minuta de resolução que dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações que independem de outorga.
- DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica (2013) Critérios para usos considerados isentos de Outorga de Recursos Hídricos. Disponível no site: www.daee.sp.gov.br
- GAMA (2011) Elaboração de Estudos para o Aperfeiçoamento da Metodologia da Cobrança dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Relatórios Técnicos Parciais 4 e 5. Contrato com a AGEVAP, Porto Alegre, RS, 01.02.2011.

- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2013) Critérios para usos insignificantes da água no Estado de Minas Gerais. Disponível no site: www.igam.gov.br
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente (2013) Critérios para usos insignificantes da água no Estado do Rio de Janeiro. Disponível no site: www.inea.rj.gov.br

11.5 MACRÓFITAS

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (2012). Companhia de Saneamento de Minas Gerais firma parceria para obras de saneamento no Estado. Disponível em: http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-clippings/pt-br/ler/3020/companhia-de-saneamento-de-minas-gerais-firma-parceria-para-obras-de-saneamento-no-estado. Acesso em agosto/2012.
- ANA – Agência Nacional de Águas (2006). Nota Informativa nº 007-AG-2006, de 16/07/2006, sobre infestação de macrófitas na calha do rio Paraíba do Sul.
- Andrade, A.A.S. (2005). Anpalise da eficiência da várzea do Ribeirão Parelheiros na melhoria da qualidade das águas que afluem à represa do Guarapiranga. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP. 75p.
- Andrade, M.H.; Souza, C.F.; Varallo, A.C.T. & Peres, J.G. (2010). Impactos da produção de arroz inundado na qualidade da água do rio Paraíba do Sul – trecho Taubaté, SP – Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 5(1):114-133.
- Antunes, R.P. (2009) Análise do potencial de uso das macrófitas aquáticas do sistema de áreas alagadas da ETE da Comunidade de Serviços Emaús (Ubatuba, SP) como adubo orgânico. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP. 87p.
- Antuniassi, U.R.; Velini, E.D. & Martins, D. (2002). Remoção mecânica de plantas aquáticas: análise econômica e operacional. *PlantaDaninha*, 20: 35-43.
- Beltrame, L.S.; Louzada, J.A. (1991).Water use rationalization in rice irrigation by flooding. InternationalSeminaronEfficientWater Use. Cidade do México. Anais, IWRA: 337-345.
- Bezerra, T.P.; da Silva, C.P. & Lopes, J.P. (20070. Utilização da macrófita aquática Egeria densa Planchon, 1849 (Hydrocharitacea) na produção de tijolos para construção civil. *Rev. Bras. Enga. Pesca*., 2(1): 114-127.
- Bianchini Jr.(2003) Cap. 4. *Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas*. *In*: Thomaz, S.M. &Bini,M. (Eds.). Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. EDUEM.Pp. 85-126.
- Borges Neto, C.R.; Gorgati, C.Q. &Pitelli, R.A. (2004). Influência da concentração de inóculo e da idade da planta na intensidade de doença causada por *Fusariumgraminearum* em *Egeria densa* e *E. najas*.*Fitopatologia Brasileira*, 29: 282-288.
- CETESB (2011). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2010. São Paulo. (Série Relatórios).
- CETESB (2012). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2011. São Paulo. (SérieRelatórios).
- Charudattan, R. (1991). *The mycoherbicide approach with plant pathogens*.*In*: TEEBEST(Ed.). Microbial control of weeds. New York: Chapman and Hall, 1991. p. 24-57.
- COPPE (Fundação COPPETEC)- Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. (2007a). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul– Resumo Tema C: Infestação de Macrófitas* - Primeiro Termo Aditivo - Contrato AGEVAP-COPPETEC PSR-018-R0 (2007).
- COPPE (Fundação COPPETEC) – Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. (2007c). PEC2939. Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.*RE009*. 487p.

- COPPE (Fundação COPPETEC) - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. (2007d).Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de Ações. Área de Atuação da AMPAS. Anexo 2 do relatório contratual R-10. 123p.
- COPPE (Fundação COPPETEC) - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. (2007e).*Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul* – Resumo. Caderno de Ações Bacia do Rio Pomba. Relatório Contratual R-10. 113p.
- COPPE (Fundação COPPETEC) - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. (2007f).*Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul* – Resumo. Caderno de Ações Bacia do Rio Muriaé.
- COPPE (Fundação COPPETEC) - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente. (2007).*Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul* – Resumo. Caderno de Ações Bacia do Rio Pomba. Relatório Contratual R-10. 113p.
- CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz (2008). *Controle de plantas aquáticas no reservatório de Americana.* Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/CT-SAM_Plantas-Aquaticas-UHE-Americana.pdf , acesso em agosto/2012.
- Cunha, C.A.G. (2006). Análise da eficiência de um sistema combinado de alagados construídos na melhoria da qualidade das águas. Dissertação de mestrado. Escola de engenharia de São Carlos. USP. 174p.
- Curia, A.C. (2010). *Banhados construídos como sistema terciário para reuso da água industrial em uma empresa metal-mecânica*. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em engenharia de minas, metalúrgica e materiais. Universidade Federal do rio Grande do Sul. 195p.
- Da Silva, F.M.; Lucas Júnior, J.;Benincasa, M. & Oliveira, E. (2005) desempenho de um aquecedor de água a biogás. *Engenharia Agrícola*, 25(3): 608-614.
- Diário do Vale(2012). **Pezão pode assumir governo em 2013**. Disponível em: http://diariodovale.uol.com.br/noticias/2,62063,Pezao_pode_assumir_governo_em_2013.html #axzz24xbJZTAO. Acesso em agosto/2012.
- Esteves, F.A. (1981). Valor nutritivo de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais. *Anais da Reunião sobre Ecologia e Proteção de Águas Continentais*: 229-244.
- Ferrão Filho, A. S.; Soares, M. C.; Rocha, M. I. A.; Magalhães, V. F.;Azevedo&S. M. F. O.(2009). Florações de cianobactérias tóxicas no reservatório do Funil:dinâmica sazonal e consequências para o zooplâncton. *Oecologia Brasiliensis*, 13 (2): 346 – 365.
- Fiorillo, C.M.T. (2007). Controle biológico de *Sagittariamontevidensis*com*Cylindrocarpo*nsp. Tese de doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Campus de Jaboticabal.88p.
- Fragoso Jr., C.R.; Marques, D. da M. & Ferreira, T.F. (Eds.) *Modelagem ecológica em ecossistemas aquáticos*. São Paulo, Oficina de textos.
- Graeff, A.; Vianna, A.G.; Tonetta, D.&Pruner, E.N. (2007). Avaliação do potencial nutritivo da macrófita aquática *Lemna minor* por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinuscarpio L.*) na fase de recria.*Evidência*, Joaçaba,7 (1):37-50.
- Grisolia, C.K. (2002). A comparison between mouse andfish micronucleus test using cyclophosphamide,mitomycin C and various pesticides *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis,*518 (2): 145-150.
- **GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos e Secretaria do Desenvolvimento Metropolitano.(2011).***SP construirá estação de tratamento de esgotos em Santa Isabel*. Disponível em: http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=216909&c=5322. Acesso em agosto/2012.

- Guimarães, L.T. (2000) Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na bacia do Paquequer, município de Teresópolis – RJ. Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 172p.
- Haller, W.T. (1998).*Options for mechanical and chemical aquatic weed control*. *In*: WorkhospControle de PlantasAquáticas. IBAMA, p. 46-53.
- Håkanson, L. &Boulion, V.V.(2002). Empirical and dynamical models to predict the cover, biomass and production of macrophytes in lakes.*Ecologicalmodeling*, 151: 213-243.
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. (2010). *Mapa da Qualidade das Águas de Minas Gerais. Bacia do rio Paraíba do Sul*. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/733?task=view , acesso em novembro/2011.
- ITAIPU BINACIONAL.(1997). *Ocorrência de plantas aquáticas em reservatórios de usinas hidrelétricas*. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional. 9 p. (Relatório).
- Lampareli, M.C. &Zagatto, P.A. (1998). *Monitoramento de ambiente aquático, quando da aplicação de um determinado herbicida*. *In*: Workshop Controle de Plantas Aquáticas. IBAMA, p. 42-43.
- Lima, F.T. (2011). Capacidade de retenção e dinâmica de um “wetland” construído no tratamento de águas residuárias. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em aquicultura. UNESP, Jaboticabal. 135p.
- Lopes-Ferreira, C.M. (2000). Estudo de uma área alagada do rio Atibaia visando a elaboração de um plano de manejo para melhoria da qualidade da água no reservatório de Salto Grande (Americana, SP). Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP. 145p.
- Machado, S.L..O.; Marchezan, E.; Righes, A.A.; Carlesso, R.; Villa, S.C. & Camargo, E.R. (2006). Consumo de água e perda de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial do arroz irrigado*. Ciência Rural*, 36(1): 65-71.
- Madsen, J.D. (2000). Advantages and disadvantages of aquatic plant management techniques.*LakeLine*, 20(1):22-34.
- Magalhães, A.L.B. de. (2007) Pólo de Piscicultura Ornamental de Muriaé, Estado de Minas Gerais: maior fontedispersora de espécies exóticas do Brasil. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 86: 5-6.
- Magalhães, A.L.B de; Carvalho, P.A. de (2007). Ocorrência de peixes ornamentais exóticos em riachos nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, Brasil. *Natureza & Conservação*, 5 (2), pp. 54-59. Notas Técnicas.
- Marchi, S.R.; Velini, E.D.; Negrisoli, E. & Corrêa, M.R.(2005). Utilização de chama para controle de plantas daninhas emersas em ambiente aquático. *Planta Daninha*, 23(2):311-319.
- Marcondes, D.A.S., Velini, E.D., Martins, D.Tanaka, R.H.; Carvalho, F.T.; Cavenaghi, A.L.;Bronhara, A.A.(2003). Eficiência de fluridone no controlede plantas aquáticas submersas no reservatório deJupiá. *Planta daninha* .21(número especial):69-77.Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v21nspe/a10v21ns.pdf. Acesso em: agosto/2012.
- Marengo, J.A. & Alves, L.M (2005). Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, 215-226.
- Mello, S. C. M.; Ribeiro, Z. M. A. (1998).Fitopatógenos como agentes de controle biológicode plantas daninhas. *In*: Mello, I. S., Azevedo, J. L. (eds.). Controle biológico.Jaguariúna: EMBRAPA, p. 97-128.
- Miranda, M.R.;Coelho-Souza, S.A.; Guimarães, J.R.D.; Correia, R.R.S. & Oliveira, D. (2007)
- Mercúrio em sistemas aquáticos: fatores que afetam ametilação. *Oecologia Bras.*, 11: 240-251.

- Molisani, M.M.; Rocha, R.; Machado, W., Barreto, R. C. & Lacerda, L.D. (2006)Mercury contents in aquaticmacrophytesfromtworeservoirs in theParaiba do Sul: Guandu river system, Se Brazil." *Braz. J. Biol*., 66 (1a):101-107.
- Moura, C.A. 2006. Zoneamento Geoambiental como subsídio à análise dos indicadores ambientais nas área dos dutos: caracterização do clima como fator determinante da instabilidade das áreas de implantação de dutos. Trabalho de conclusão de curso – TCC. PRH05 Unesp. Instituto de Geociências e Ciências Exatas do campus de Rio Claro.
- Moura, M.A.M. de; Franco, D.A. de S. &Matallo, M.B. (2008). Impacto de herbicidas sobre os recursos hídricos. *Revta. Tecnologia & Inovação Agropecuária* (APTA):142-151.
- Moura, M.A.M.; Franco, D.A.S. &Matallo, M.B. (2009). Manejo Integrado de Macrófitas Aquáticas. *Instituto Biológico*, São Paulo, 71 (1):77-82. Divulgação Técnica.
- Müller, A.C. (1995). *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books, 421p.
- Negrisoli, E.; Corrêa, M.R.; Velini, E.D.; Bravin,L.F.; Marchi, S.R.; Cavenaghi, A.L.; Rossi, C.V.S.(2006). Estudo da degradação da biomassa de três espécies deplantas aquáticas no reservatório da UHE de Americana-SP. *Planta Daninha*, 24(2): 221-227. Disponívelem: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000200003. Acesso em agosto/2012.
- Noldin, J.A. &Eberhardt, D.S. (2001). Alternativas de controle químico de sagitaria resistente aos herbicidas inibidores da ALS. *In*: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 24. Porto Alegre. Anais IRGA:754-757.
- Novo, E. M. L. M.; Stech, J. L.; Londe, L. R.; Assireu, A.; Barbosa, C. C.; Alcântara, E. H.; Souza, A. F. (2009).Integração de dados do sistema automático de monitoramento de variáveis ambientais (SIMA) e de imagens orbitais na avaliação do estado trófico do Reservatório da UHE Funil. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, Brasil. INPE. p. 4797 – 4804. 25 – 30 abril 2009.
- O Globo (2012). *Os rios do Rio. Só 21% do esgoto na Bacia do Rio Paraíba do Sul são tratados*. Disponível em: http://oglobo.globo.com/rio/so-21-do-esgoto-na-bacia-do-rio-Paraiba-do-Sul-sao-tratados-5316209#ixzz24rAKZ8xH. Acesso em agosto/2012.
- Oliveira, R.J.F.; Carvalho, F.F.R.; Batista, A.M.V.; Andrade, M.F.; Silva Filha, O.L. & Medeiros, S.J.S, (2004). Efeito da adição de *Egeria densa* sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em caprinos. *Archivos de Zootecnia*, 53: 175-184.
- Pitelli, R.A. (1987). Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba,
- Pitelli, R.L. de C. M. (2006). *Abordagens multivariadas no estudo da dinâmica de comunidades de macrófitas aquáticas*. Tese de Doutorado. UNESP Botucatu. Faculdade de Ciências Agronômicas.67p.
- Pitelli, R.A. (2007). Relatório de visita à Secretaria do Meio Ambiente da cidade de Barra do Piraí. Documento não publicado.
- Pitelli, R.L.C.M., Toffaneli, C.M., Vieira, E.A., Pitelli, R.A. e Velini, E.D. (2008). Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. *Planta Daninha*, 26 (3):473-480.
- Pompêo, M.L.M. (1996). Culturas hidropônicas, uma alternativa não uma solução. Anais *Sem. Reg. Ecol*., São Carlos, SP, 8: 73-80.
- Pompêo, M.L.M. (2008). Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecol. Bras*., 12(3):406-424.
- Ruas, A.L.. (2006) Avaliação das alterações da qualidade de águas tropicais decorrentes da instalação de barramentos para fins de geração de energia elétrica – Estudo de caso do rio

Pomba. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. 287 p.

- SABESP – Companhia de Saneamento de São Paulo.(2010). *Rio Paraíba – consciência e esperança*. Pinto, O.E. Portal do Voluntário. Disponível em: http://portaldovoluntario.v2v.net/posts/9046.Acesso em agosto/2012.
- Salati, E. (2006). *Controle de qualidade da água através de sistemas de wetlands construídos*. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. 19p.
- Silva, R. de A.; Franco, M. W. & Aguiar, R. (2008). *Ocorrência de cianobactérias no Rio Pomba – MG, decorrentes de ações antrópicas na zona da mata mineira*. Resumos. XII Congresso Brasileiro de Ficologia, p. 127.
- Tanaka, R.H. (2011). *Manejo de plantas aquáticas*. CPFL. Disponível em http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv672/Aula_Plantas_aquaticas_2014-09-2011.pdf. Acesso em agosto/2012.
- TEBEEST, D. O. (1988).Additions to host range of *Colletotrichumgloeosporioides* f. sp.*aeschynomene*.*PlantDisease*, St. Paul, 72 (1): 16-18.
- Thomaz, S. M. (2002). Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macróofitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*, 20: 21-33. Edição especial.
- Thomaz, S.M. &Bini, L.M. (1998). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. Acta LimnologicaBrasiliensia, 10 (1):103-116.
- Thomas, S.M. & Esteves, F.A. (1985). Estudo da biomassa de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais quanto ao seu valor nutritivo. *IV Seminário Regional de Ecologia*, Anais: 439-467. São Carlos, UFSCAR.
- Velini, E.D. &Karam, D. (2008). *Importância do ensino da disciplina de plantas daninhas na fomração dos profissionais da área agrícola*. XXVI CBCPD Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. ALAM, p. 27-44.
- Verhoeven, J.T. &Meuleman, A.F.M. (1999). Wetlands for wastewater treatment: opportunities and limitations. *Ecologicalengineering*, 12:5-12.
- Viana, A.C. (1998). *Avaliação de risco do uso de herbicidas em ambientes aquáticos*. *In*: Workshop de Plantas Aquáticas. IBAMA, p. 39.

11.6 REVISÃO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA

- GAMA (2011) Elaboração de Estudos para o Aperfeiçoamento da Metodologia da Cobrança dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Relatório Final, contratado pela AGEVAP. Porto Alegre, RS, 01.02.2011.