GUANDU
Comitê de Bacia Hidrográfica

PERH GUANDU

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU MIRIM

DIAGNÓSTICO
TOMO II

Outubro de 2017

Execução:

PROFILL

Acompanhamento:

AGEVAP
AGÊNCIA DE BACIA

APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste do Relatório de Diagnóstico da Região Hidrográfica II (Relatório Parcial 02 – RP02) referente a atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, pertencentes a Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro.

O RP02 tem por base a proposta técnica apresentada no processo licitatório realizado junto a AGEVAP, o Plano de Trabalho aprovado e está orientado de modo a atender os termos de referência e a Resolução CNRH 145/2012.

Outubro de 2017.

SUMÁRIO

6. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS 25
6.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA 25
6.1.1. Rede de monitoramento hidrometeorológica 25
6.1.2. Estudos anteriores de disponibilidade hídrica 46
6.1.3. Estudo de Regionalização de vazões da RH II 50
6.1.4. Disponibilidade Hídrica na RH II 64
6.2. QUALIDADE DA ÁGUA 83
6.2.1. Inventário das estações de monitoramento do INEA 83
6.2.2. Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 86
6.2.3. Distribuição dos valores dos principais parâmetros de qualidade entre os anos de 2014 e 2015 92
6.2.4. Intrusão Salina 106
6.3. AVALIAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO 120
6.4. DEMANDAS HÍDRICAS 127
6.4.1. Abastecimento Urbano e Rural 128
6.4.2. Indústria 140
6.4.3. Termoelétricas 155
6.4.4. Mineração 162
6.4.5. Irrigação 185
6.4.6. Dessedentação de Animais 195
6.4.7. Pesca e Aquicultura 214
6.4.8. Turismo e Lazer 240
6.4.9. Potencial Hidrelétrico 243
6.4.10. Reuso da água 247
6.4.11. Síntese das Demandas 255
6.4.12. Cadastro de Usuários da RH II 269
6.4.13. Cadastro de Outorgas da RH II 280
6.5. BALANÇO HÍDRICO 286
6.5.1. Descrição do modelo de balanço hídrico quantitativo 286
6.5.2. Descrição da alocação das demandas hídricas por setor 291
6.5.3. Definição do cenário de balanço hídrico global 301
7. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS 306

7.1. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 307
7.1.1. Sistemas Aquíferos 307
7.1.2. Sistema Aquífero Cristalino (SAC) 310
7.1.3. Sistema Aquífero Piranema (SAP) 314
7.2. CADASTROS DE POÇOS 315
7.2.1. Cadastro de pontos de água de ANA/Sondotécnica (2006) 316
7.2.2. Cadastro de poços do sistema SIAGAS 318
7.2.3. Cadastro de poços do Projeto Rio de Janeiro – CPRM (2001) 323
7.2.4. Cadastro do COPPETEC (2014) 328
7.2.5. Cadastro de poços do INEA (2017) 329
7.2.6. Estimativa do número de poços existentes na RH II 332
7.3. CADASTRO DE USUÁRIOS E CONSUMO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA 333
7.4. RESERVAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS 341
7.4.1. Reservas renováveis 341
7.4.2. Reservas permanentes 344
7.4.3. Reservas totais 346
7.4.4. Disponibilidades 349
7.5. BALANÇO HÍDRICO SUBTERRÂNEO 352
7.6. QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA 355
7.7. CADASTRO ÁREAS CONTAMINADAS 356
7.8. REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 361
8. MAPEAMENTO ANALÍTICO PARA INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS 362
8.1. AGROPECUÁRIA 363
8.2. CONSERVAÇÃO AMBIENTAL 366
8.3. SANEAMENTO (ÁGUA E ESGOTO) 368
8.4. INDÚSTRIA E ENERGIA 372
8.4.1. Indústria 372
8.4.2. Energia 374
8.5. RECURSOS HÍDRICOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS 376
8.5.1. Recursos Hídricos Quantitativos 376
8.5.2. Recursos Hídricos Qualitativos 378
9. ANÁLISE INTEGRADA POR AGENDAS TEMÁTICAS 380
9.1. AGENDA MARROM – Saneamento e Urbanização 386

9.1.1. Sub agenda – Abastecimento de Água 387
9.1.2. Sub agenda – Esgotamento Sanitário 391
9.1.3. Sub agenda – Resíduos Sólidos 395
9.1.4. Sub agenda – Drenagem Pluvial 399
9.1.5. Sub agenda – Urbanização 403
9.1.6. Síntese - Agenda Marrom 407
9.2. AGENDA CINZA - INDÚSTRIA e MINERAÇÃO 410
9.2.1. Sub agenda – Indústria 410
9.2.2. Sub agenda – Mineração 414
9.2.1. Síntese - Agenda Cinza 418
9.3. AGENDA LARANJA – AGROPECUÁRIA 420
9.4. AGENDA AMARELA 424
9.4.1. Sub agenda – Energia 424
9.4.2. Sub agenda – Infraestrutura Hídrica 428
9.4.3. Síntese – Agenda Amarela 432
9.5. AGENDA VERDE 434
9.6. AGENDA AZUL 438
9.6.1. Sub agenda – Água Subterrânea 438
9.6.2. Sub agenda – Água Superficial 442
9.6.3. Síntese – Agenda Azul 446
9.7. SÍNTESE DAS AGENDAS TEMÁTICAS 448
10. ANÁLISE SINTÉTICA DO DIAGNÓSTICO 452
10.1. Caracterização geral da RH II 453
10.2. Unidadades Hidrológicas de Planejamento da RH II 454
10.3. Socioeconomia e População da RH II 455
10.4. Uso e Cobertura do Solo da RH II 456
10.5. Recursos hídricos superficiais da RH II 457
10.6. Saneamento básico da RH II 458
10.7. Demandas de uso da água na RH II 460
10.7.1. Indústria 460
10.7.2. Mineração 461
10.7.3. Irrigação e Dessedentação de Animais 461
10.7.4. Geração de Energia 462

10.7.5. Cadastro de Usuários 462
10.8. Intrusão Salina 462
10.9. Balanço Hídrico 463
10.10. Água Subterrânea na RH II 463
10.11. Gestão de Recursos Hídricos da RH II 464
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 474
ANEXOS 495

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1 – Distribuição das estações fluviométricas por bacia hidrográfica de acordo com os critérios de classificação. 26

Quadro 6.2 - Relação dos postos fluviométricos com disponibilidade de séries de vazões. 33

Quadro 6.3 - Distribuição da disponibilidade de dados ao ano dos postos fluviométricos com regime natural de vazões. 34

Quadro 6.4 - Distribuição da disponibilidade de dados ao ano dos postos fluviométricos com séries de vazões alteradas pelas transposições. 34

Quadro 6.5 – Estações fluviométricas instaladas recentemente pelo INEA. 36

Quadro 6.6 – Disponibilidade de dados de precipitação por estação pluviométrica agrupadas por períodos de cinco anos. 41

Quadro 6.7 – Disponibilidade Hídrica nas Unidades Hidrológicas de Planejamento definidas no âmbito do PERH. Fonte: INEA, 2014 49

Quadro 6.8 – Estações fluviométricas da RH II incluídas no estudo de regionalização 50

Quadro 6.9 – Estações fluviométricas no entorno da RH II selecionadas para inclusão no modelo de regionalização. 51

Quadro 6.10 – Valores de $Qmlt$ e $Qesp$ dos postos fluviométricos da RH II e das amostras selecionadas de outras regiões 53

Quadro 6.11 – Resultados da regionalização das vazões médias de longo termo para os postos fluviométricos da RH II e entorno. 56

Quadro 6.12 - Resultados da regionalização das vazões mínimas de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno para os postos fluviométricos da RH II e entorno. 62

Quadro 6.13 – Valores observados, calculados e diferença percentual dos valores de permanência analisados. 63

Quadro 6.14 – Vazões de referência observadas e calculadas no posto Faz. Nova Esperança (58350001). 70

Quadro 6.15 - Vazões de referência observadas e calculadas no posto Fazenda Bela Vista (58350000). 71

Quadro 6.16 – Definição das regras de operação da defluência da Barragem de Tócos, no rio Piraí. 71

Quadro 6.17 – Definição das vazões defluentes nos principais reservatórios da RH II. 75

Quadro 6.18 – Disponibilidade hídrica natural e modificada por UHP 76

Quadro 6.19 – Estações de monitoramento da qualidade dos cursos de água da RH II sob responsabilidade do INEA 83

Quadro 6.20 – Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivo peso 86

Quadro 6.21 – Classificação do IQA adotada pelo INEA 87

Quadro 6.22 – Classificação dos pontos de monitoramento de acordo com as classes de enquadramento da Resolução CONAMA n° 357/2005. 103

Quadro 6.23 – Faixa de valores de vazões e respectivas ocorrências de salinidade 119

Quadro 6.24 – Relação do número de estações hidroclimáticas em operação por UHP 120

Quadro 6.25 – Relação das estações fluviométricas atualmente em operação na RH II. 124

Quadro 6.26 - Relação das estações pluviométricas atualmente em operação na RH II. 126

Quadro 6.27 – Distribuição da população dos municípios da RH II 129

Quadro 6.28 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população interna à RH II 130

Quadro 6.29 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população interna e externa à RH II 131

Quadro 6.30 – Demanda, perdas, consumo e retorno para abastecimento humano (urbano), por UHP 133

Quadro 6.31 – Demanda, consumo e retorno para abastecimento humano (rural), por UHP 133

Quadro 6.32 – Número de captações e vazões média e máxima captadas para abastecimento público na RH II, por município 136

Quadro 6.33 - Número de captações e vazões média e máxima captadas para abastecimento público na RH II, por UHP 136

Quadro 6.34 – Informações sobre os distritos industriais localizados na RH II 141

Quadro 6.35 – Unidades industriais com captações na RH II por setor produtivo na RH II 143

Quadro 6.36 – Número de captações e vazão para abastecimento industrial nos municípios da RH II 144

Quadro 6.37 – Número de captações e vazão para abastecimento industrial nas UHPs da RH II ... 145

Quadro 6.38 – Captações mais expressivas e UHPs de lançamento das vazões de retorno 148

Quadro 6.39 – Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos segundo tipologias do CNAE 149

Quadro 6.40 – Captações, consumo e lançamentos por UHP na RH II 150

Quadro 6.41 – Informações de demanda para abastecimento industrial que constam nos cadastros de usuários e da outorga para a RH II 154

Quadro 6.42 – Oito captações mais demandantes dos cadastros de usuários e outorga 154

Quadro 6.43 – Usinas Termelétricas localizadas na RH II 156

Quadro 6.44 – Vazões captadas pelas Usinas Termelétricas localizadas na RH II 156

Quadro 6.45 – Vazões captadas e lançadas cadastradas pelas Usinas Termelétricas localizadas na RH II 157

Quadro 6.46 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II 158

Quadro 6.47 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II 161

Quadro 6.48 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II 161

Quadro 6.49 – Substâncias requeridas e quantidade de processos. 163

Quadro 6.50 – Fases dos processos minerários na RH II. 164

Quadro 6.51- Áreas requeridas na RH II por UHP 165

Quadro 6.52 – Substâncias com concessão de lavra por UHP na RH II 167

Quadro 6.53- Substâncias com licenciamento por UHP na RH II 169

Quadro 6.54 – Interações da água em processos de mineração 170

Quadro 6.55- Processos Minerários no Polígono de Piranema no ano de 2017. 174

Quadro 6.56 – Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016 180

Quadro 6.57 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016 por UHP. 180

Quadro 6.58 - Pontos de lançamento de água em mananciais de atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016 181

Quadro 6.59 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Outorgas do INEA. 184

Quadro 6.60 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Outorgas do INEA, por UHP. 184

Quadro 6.61 –Área plantada e irrigada por município dentro da RH II. 186

Quadro 6.62 - Culturas irrigáveis e respectivas demandas hídricas. 188

Quadro 6.63– Municípios, UHPs e área irrigada na RH II 189

Quadro 6.64 – Municípios, UHPs e demanda hídrica na RH II 190

Quadro 6.65 – Comparação entre demandas anuais de irrigação. 192

Quadro 6.66 – Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA, 2016. 193

Quadro 6.67- Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA, 2016 por UHP. 193

Quadro 6.68 – Coeficientes de demanda per capita por espécie 198

Quadro 6.69 – Demandas por espécie, comparativo entre as demandas atuais e obtidas no PERH (2006) em m³/dia. 200

Quadro 6.70–Comparativo das demandas (m³/dia) de criação nos municípios da RH II entre os anos de 2006 e 2015. 204

Quadro 6.71 – Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal para os anos de 2006, 2013 e 2015. 206

Quadro 6.72 – Demandas Cadastradas por UHPs (m³/dia). 209

Quadro 6.73 – Estações de pesquisa e escritórios regionais administrados pela FIPERJ 218

Quadro 6.74 - Lista de espécies de peixes ocorrentes na RH II e na Baía de Sepetiba, considerando seu status de conservação 224

Quadro 6.75 – Valores de produção aquícola em águas salgadas nos municípios litorâneos da RH II 235

Quadro 6.76 – Registro de produção por município (Censo Agropecuário IBGE, 2006). 235

Quadro 6.77 – Demandas de água calculadas para aquicultura para cada município da RH II. 239

Quadro 6.78 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por UHP 242

Quadro 6.79 – Aproveitamentos hidrelétricos em operação na RH II 244
Quadro 6.80 – Aproveitamentos hidrelétricos em estudo na RH II..... 246
Quadro 6.81 – Coeficientes de retorno/consumo da água conforme o setor usuário 256
Quadro 6.82 – Demandas estimadas para cada segmento usuário de água, por UHP..... 258
Quadro 6.83 – Consumos estimados para cada segmento usuário de água, por UHP..... 259
Quadro 6.84 – Número de captações e vazões máximas de captação significantes e insignificantes por atividade. 271
Quadro 6.85 – Vazão máxima significante cadastrada por UHP..... 272
Quadro 6.86 - Vazão máxima insignificante cadastrada por UHP..... 273
Quadro 6.87- Carga orgânica de abastecimento público e esgotamento sanitário cadastrada por UHP. 277
Quadro 6.88 - Carga orgânica de indústrias e termelétricas cadastradas por UHP..... 277
Quadro 6.89 - Carga orgânica de outras atividades cadastradas por UHP. 278
Quadro 6.90 – Vazões máximas captadas significantes contidas no Cadastro de Outorgas do INEA. 282
Quadro 6.91 - Vazões máximas captadas insignificantes contidas no Cadastro de Outorgas do INEA. 283
Quadro 6.92 Dados de entrada do modelo de balanço hídrico por UHP e setor de uso. 292
Quadro 6.93 – Sistemas de abastecimento da RH II com comprometimento acima de 50% da $Q_{7,10}$. 300
Quadro 6.94 – Vazões remanescentes por setor de uso e em relação ao cenário global 301
Quadro 6.95 – Resultado do balanço hídrico por setor de uso e em relação ao cenário global. 302
Quadro 7.1 – Síntese das características dos poços tubulares profundos da RH II 318
Quadro 7.2 – Poços cadastrados por COPPETEC (2014) na RH II..... 329
Quadro 7.3 – Número de poços obtidos de cadastros na RH II 332
Quadro 7.4 – Estimativa do número de poços em operação na RH II 333
Quadro 7.5 – Vazões extraídas por poços na RH II 334
Quadro 7.6 – Estimativa dos volumes de água subterrânea consumidos na RH II 335
Quadro 7.7 – Vazões extraídas por poços cadastrados..... 335
Quadro 7.8 – Número de poços e vazões médias cadastrais 335
Quadro 7.9 – Consumo estimado de água subterrânea pela população rural dos municípios da RH II 336
Quadro 7.10 – Consumo de águas subterrâneas na zona rural das UHPs da RH II 337
Quadro 7.11 – Consumo de água subterrânea extraída dos aquíferos na RH II 338
Quadro 7.12 – Estimativa do consumo total 338
Quadro 7.13 – Áreas de drenagem e vazões mínimas $Q_{7,10}$ das sub-bacias da RH II 343

Quadro 7.14 – Contribuição específica das vazões mínimas $Q_{7,10}$ das sub-bacias da RH II 343

Quadro 7.15 – Reservas renováveis dos aquíferos da RH II 344

Quadro 7.16 – Reservas hídricas subterrâneas permanentes dos aquíferos da RH II 346

Quadro 7.17 – Reservas hídricas subterrâneas totais dos aquíferos da RH II 346

Quadro 7.18 – Distribuição das reservas hídricas subterrâneas por UHP da RH II. 347

Quadro 7.19 – Disponibilidades hídricas subterrâneas dos aquíferos da RH II 350

Quadro 8.1 – Temas propostos para o mapeamento analítico 363

Quadro 9.1 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom. 387

Quadro 9.2 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom 388

Quadro 9.3 – Classificação final das UHPs na sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom. 389

Quadro 9.4 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom. 391

Quadro 9.5 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom 392

Quadro 9.6 – Classificação final das UHPs na sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom. 393

Quadro 9.7 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom. 395

Quadro 9.8 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom 396

Quadro 9.9 – Classificação final das UHPs na sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom .. 397

Quadro 9.10 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom. 399

Quadro 9.11 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom 400

Quadro 9.12 – Classificação final das UHPs na sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom.401

Quadro 9.13 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Urbanização na Agenda Marrom. 403

Quadro 9.14 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Urbanização na Agenda Marrom. 404

Quadro 9.15 – Classificação final das UHPs na sub agenda Urbanização na Agenda Marrom. 405

Quadro 9.16 – Classificação final das UHPs, conforme a Agenda Marrom. 408

Quadro 9.17 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Indústria na Agenda Cinza. 410

Quadro 9.18 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Indústria na Agenda Cinza. 411

Quadro 9.19 – Classificação final das UHPs na sub agenda Indústria na Agenda Cinza. 412

Quadro 9.20 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Mineração na Agenda Cinza. 414

Quadro 9.21 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Mineração na Agenda Cinza. 415

Quadro 9.22 – Classificação final das UHPs na sub agenda Mineração na Agenda Cinza. 416

Quadro 9.23 – Classificação final das UHPs, na Agenda Cinza. 418

Quadro 9.24 – Variavéis e critério de pontuação da Agenda Laranja (Agropecuária) 420

Quadro 9.25 – Classiticação das UHPs, conforme as variáveis da Agenda Laranja (Agropecuária). 421

Quadro 9.26 - Classiticação final das UHPs na agenda Agenda Laranja. 422

Quadro 9.27 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Energia na Agenda Amarela. 424

Quadro 9.28 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Energia na Agenda Amarela. 425

Quadro 9.29 - Classiticação final das UHPs na sub agenda Energia..... 426

Quadro 9.30 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Infraestrutura Hídrica na Agenda Amarela. 428

Quadro 9.31 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Infraestrutura Hídrica na Agenda Amarela..... 429

Quadro 9.32 – Classificação final das UHPs na sub agenda Infrasetrutura Hídrica 430

Quadro 9.33 – Resultado final da Agenda Amarela..... 432

Quadro 9.34 – Variáveis e critérios de pontuação da Agenda Verde..... 434

Quadro 9.35 – Classificação das UHPs conforme as variáveis da Agenda Verde. 435

Quadro 9.36 – Classificação final das UHPs na Agenda Verde. 436

Quadro 9.37 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul. 438

Quadro 9.38 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul. 439

Quadro 9.39 – Classificação final das UHPs na sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul.440

Quadro 9.40 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Águas Superficiais, na Agenda Azul. 442

Quadro 9.41 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Águas Superficial, na Agenda Azul. 443

Quadro 9.42 – Classificação final das UHPs na sub agenda Águas Superficiais, na Agenda Azul... 444

Quadro 9.43 – Classificação final das UHPs, conforme a Agenda Azul..... 446

Quadro 9.44 – Síntese dos resultados das Agendas Temáticas..... 448

Quadro 10.1 – Entes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da RH II 464

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 - Curvas de permanência adimensionais dos postos fluviométricos com séries naturais de vazão da RH II 36

Figura 6.2 - Distribuição das estações pluviométricas em função dos órgãos responsáveis pelas suas operações. 42

Figura 6.3 – Precipitação média mensal dos postos pluviométricos com dados disponíveis entre 1981 e 2000. 45

Figura 6.4 – Disponibilidade hídrica ao longo do rio Guandu ($Q_{7,10}$). 48

Figura 6.5 - Disponibilidade hídrica ao longo do rio Guandu (vazões médias). 48

Figura 6.6 - Vazões diárias médias adimensionais versus probabilidade de não superação (postos fluviométricos da RH II representativos de vazões naturais). 55

Figura 6.7 - Vazões diárias médias adimensionais versus probabilidade de não superação (inclusão dos postos localizados fora da RH II). 55

Figura 6.8 - Vazões diárias mínimas adimensionais versus variável adimensional da distribuição de Gumbel. 60

Figura 6.9 - Vazões diárias mínimas adimensionais versus variável adimensional da distribuição de Gumbel (inclusão dos postos fluviométricos das bacias vizinhas dentro da região homogênea). 60

Figura 6.10 – Curva de ajuste entre a vazão mínima adimensional e a variável reduzida. 61

Figura 6.11 – Diferença entre os valores observados e calculados em relação aos valores de permanência analisados. 64

Figura 6.12 – Resultado do processo de discretização da RH II em segmentos de bacia. 66

Figura 6.13 – Precipitação média anual em cada uma das unidades de discretização definidas para a RH II. 66

Figura 6.14 – Curva de permanência da estação 59306000 (saída do túnel da transposição de Tócos). 70

Figura 6.15 – Curva de permanência do posto 58359000 (jusante reservatório de Santana – rio Piraí). 72

Figura 6.16 – Séries de vazões afluente e defluente do reservatório Ribeirão das Lajes, no período de 2010 a 2017. 73

Figura 6.17 – Séries de defluências observadas no reservatório Pereira Passos no período entre 2010 e 2017. Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (ANA, 2017). 74

Figura 6.18 – Perfil de vazões ao longo do rio Piraí, desde a nascente até o início do reservatório de Santana (vazões médias). 79

Figura 6.19 - Perfil de vazões ao longo do rio Piraí, desde a nascente até o início do reservatório de Santana ($Q_{7,10}$). 80

Figura 6.20 - Perfil de vazões ao longo do Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco, desde a nascente até o exutório na Baía de Sepetiba (vazões médias). 81

Figura 6.21 - Perfil de vazões ao longo do Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco, desde a nascente até o exutório na Baía de Sepetiba ($Q_{7,10}$). 81

Figura 6.22 - Perfil de vazões ao longo do rio do Braço, desde a nascente até a confluência com o rio Piraí. 82

Figura 6.23 – Perfil de vazões ao longo do rio Campinho e rio Guandu-Mirim. 82

Figura 6.24 - Perfil de vazões ao longo do rio Cabuçu 83

Figura 6.25 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 02, 04, 07 e 08 (Rio Piraí, Rio Macaco, Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco). 88

Figura 6.26 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 05 e 06 (Rio Santana, Rio São Pedro, Rio dos Poços, Rio Cabuçu, Rio Ririí e Rio Queimados). 88

Figura 6.27 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 09 e 10 – Rio da Guarda e Guandu-Mirim (Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí, Rio da Guarda, Vala do Sangue e Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim). 89

Figura 6.28 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 11 e 12 – Bacias Litorâneas (Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Itinguçú, Rio Sahy, Rio Engenho Velho e Rio Piraquê). 89

Figura 6.29 – Elementos estatísticos representados em gráfico boxplot. 92

Figura 6.30 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Piraí (UHP-02), Rio dos Macacos, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08). 93

Figura 6.31 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08). 94

Figura 6.32 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08). 94

Figura 6.33 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08). 95

Figura 6.34 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06). 96

Figura 6.35 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06). 96

Figura 6.36 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06). 97

Figura 6.37 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06). 97

Figura 6.38 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10). 98

Figura 6.39 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10). 99

Figura 6.40 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10). 99

Figura 6.41 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10). 100

Figura 6.42 – Distribuição das concentrações de DBO: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12). 101

Figura 6.43 - Distribuição das concentrações de OD: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12). 101

Figura 6.44 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12). 102

Figura 6.45 - Distribuição das concentrações de coliformes totais: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12). 102

Figura 6.46 – Resultados do estudo de intrusão salina no Canal de São Francisco apresentado pelo PERHI-RJ. Fonte: (INEA, 2014) 109

Figura 6.47 – Salinidade máxima mensal observada no período de maio de 2012 a junho de 2013 no ponto de captação da TKCSA. Fonte: Odebrecht Ambiental (2013) 110

Figura 6.48 – Mapa de localização dos pontos de coleta de dados a serem utilizados no estudo de intrusão salina. 112

Figura 6.49 – Dados observados de condutividade no Canal de São Francisco no ponto de captação da empresa FCC. 113

Figura 6.50 – Curva de permanência da série bruta e da média diária dos valores de salinidade estimados a partir da condutividade elétrica. 114

Figura 6.51 - Variação da maré durante um mês em ponto próximo à saída do Canal de Sepetiba (Ilha de Itacuruçá) 115

Figura 6.52 – Relação entre salinidade e nível de maré para um período de 15 dias. 116

Figura 6.53 – Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2014 a junho de 2015. 117

Figura 6.54 - Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2015 a junho de 2016. 118

Figura 6.55 - Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2016 a junho de 2017. 118

Figura 6.56 – Distribuição das entidades responsáveis pela operação dos postos fluviométricos por UHP. 121

Figura 6.57 - Distribuição das entidades responsáveis pela operação dos postos pluviométricos por UHP. 122

Figura 6.58 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população urbana e rural da RH II, por município 132

Figura 6.59 - Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população urbana e rural da RH II, por UHP 134

Figura 6.60 - Demanda Hídrica Potencial por UHP 135

Figura 6.61 - Demanda Hídrica Real, por UHP 137

Figura 6.62 – Comparação entre a demanda Real e a demanda Potencial, por UHP. 138

Figura 6.63 – Esquema de distribuição das vazões captadas para abastecimento humano na RH II, considerando-se apenas a população atendida por sistema público de abastecimento 140

Figura 6.64 – Vazão captada e número de captações industriais nas UHPs da RH II 146

Figura 6.65 – Distribuição das vazões captadas por UHP da RH II 147

Figura 6.66 – Vazões captadas e de retorno por UHP da RH II 151

Figura 6.67 - Retorno e consumo para abastecimento industrial nas UHPs da RH II 151

Figura 6.68 - Captação e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II 159
Figura 6.69 – Distribuição de requerimentos minerários por UHP da RH II. 163
Figura 6.70 – Áreas em fase de concessão de lavra na RH II. 166
Figura 6.71 – Áreas em fase de licenciamento na RH II. 167
Figura 6.72 – Vista geral da área de extração de areia no Polígono de Piranema, ano de 2006. 173
Figura 6.73 - Vista geral da área de extração de areia no Polígono de Piranema, ano de 2017. 173
Figura 6.74 – Exemplo de redução dos rebanhos de vacas ordenhadas (de 2000 a 2015). Fonte IBGE (2017). 199
Figura 6.75 – Comparativo entre as demandas (m³/dia) de criação animal (rebanho) de 2006 e 2015. 201
Figura 6.76 – Comparativo da distribuição da demanda hídrica para criação (m³/dia) por rebanho (2006 e 2015) 202
Figura 6.77 – Redução no número de cabeças de cabras em Nova Iguaçu (2001-2016) 203
Figura 6.78 - Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal por município 205
Figura 6.79 - Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal para os anos de 2006, 2013 e 2015 207
Figura 6.80 – Comparativo entre as demandas cadastradas e estimadas para criação animal. 212
Figura 6.81 – Ilustração da produção pesqueira em relação as principais espécies desembarcadas no Estado do Rio de Janeiro em 2015 (Fonte: Adaptado de FIPERJ, 2015) 215
Figura 6.82 – Demanda hídrica (m³/dia) para aquicultura por município da RH II identificadas em 2006 e em 2017. 238
Figura 6.83 – Cachoeira do Monte Líbano 240
Figura 6.84 – Cachoeira de Santa Branca 240
Figura 6.85 – Clube de Pesca de Piraí, Reservatório Ribeirão das Lajes. Fonte: Clube de Pesca de Piraí. 241
Figura 6.86 – Registros de usos não consuntivos de água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por UHP. 243
Figura 6.87 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em operação na RH II 245
Figura 6.88 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em estudo na RH II 247
Figura 6.89 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por UHP 260
Figura 6.90 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rios Santana e São Pedro 261
Figura 6.91 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rios Queimados e Ipiranga 261
Figura 6.92 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, UHP Bacias Litorâneas (MD) 262
Figura 6.93 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Bacias Litorâneas (ME) 262

Figura 6.94 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Canal de São Francisco 263

Figura 6.95 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ilhas e Restinga de Marambaia 263

Figura 6.96 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ribeirão das Lajes – jusante reservatório 264

Figura 6.97 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ribeirão das Lajes – montante reservatório 264

Figura 6.98 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio da Guarda 265

Figura 6.99 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Guandu 265

Figura 6.100 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Guandu Mirim 266

Figura 6.101 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Piraí – montante res. Santana 266

Figura 6.102 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Piraí – res. Santana e afluentes 267

Figura 6.103 – Distribuição das demandas hídricas entre as UHPs 267

Figura 6.104 – Proporção da demanda estimada para cada segmento usuário de água, relativo à demanda total da UHP 268

Figura 6.105 – Distribuição do Consumo estimado por UHP 268

Figura 6.106 - Proporção do consumo estimado para cada segmento usuário de água, relativo à demanda total da UHP 269

Figura 6.107- Pontos de captação de água com vazões significantes e insignificantes por atividade na RH II. 270

Figura 6.108 - Pontos de captação de água com vazões significantes e insignificantes por atividade na RH II contidos no Cadastro de Outorgas. 281

Figura 6.109 - Interface do SiGBAH-IPH associado ao software MapWindow GIS. 286

Figura 6.110 - Exemplo de rede de drenagem ilustrando a estrutura topológica da bacia 288

Figura 6.111 - Formas de inserção dos usuários de água da bacia: (a) inserção manual através da seleção do trecho, (b) inserção automática através de uma tabela de valores, e (c) inserção automática através do carregamento de um arquivo vetorial. 289

Figura 6.112 – Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no módulo de balanço hídrico considerando o suprimento da rede de drenagem. 290

Figura 7.1 – Distribuição das áreas dos aquíferos nas UHPs da RH II. 310

Figura 7.2 – Perfil esquemático de alteração de rochas cristalinas e respectivas condutividades hidráulicas (modificado de Rebouças, 1992). 311

Figura 7.3 – Perfil típico de alteração de rochas cristalinas e correlação com as propriedades hidráulicas (modificado de Acworth, 1987) 312

Figura 7.4 – Distribuição do número de poços perfurados no SAC nas classes de favorabilidade e de vazão, segundo Barreto et al. (2001). 314

Figura 7.5 – Cadastro de poços da RH II..... 317

Figura 7.6 – Número de poços profundos do cadastro SIAGAS nas UHPs e municípios da RH II. .. 321

Figura 7.7 – Profundidades dos poços profundos cadastrados no SIAGAS. 321

Figura 7.8 – Frequência das profundidades dos poços cadastrados no SIAGAS..... 322

Figura 7.9 – Frequência das vazões específicas dos poços cadastrados no SIAGAS. 322

Figura 7.10 – Frequência das vazões dos poços cadastrados no SIAGAS. 323

Figura 7.11 – Número de poços do cadastro CPRM (2001) nas UHPs e municípios. 325

Figura 7.12 – Profundidades dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001. 326

Figura 7.13 – Frequência das profundidades dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001..... 327

Figura 7.14 – Frequência das vazões específicas dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001. 327

Figura 7.15 – Frequência das vazões dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001. 328

Figura 7.16 – Número de poços do cadastro INEA (2017) nas UHPs..... 331

Figura 7.17 – Número de poços do cadastro INEA (2017) nos municípios..... 331

Figura 7.18 – Frequência das vazões de poços cadastrados no INEA (2017). 332

Figura 7.19 – Consumo anual estimado de água subterrânea nas UHPs da RH II. 339

Figura 7.20 – Disponibilidades subterrâneas das UHPs na RH II. 350

Figura 7.21 – Balanço hídrico subterrâneo estimado por UHP da RH II. 353

Figura 7.22 – Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por munícipio da RH II. 359

Figura 7.23 - Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por UHP da RH II. 360

Figura 7.24 - Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por atividade econômica na RH II. 360

Figura 9.1 - Síntese dos resultados das Agendas Temáticas 450

Figura 10.1 - Diagrama de Blocos dos Compartimentos e UHPs da Região Hidrográfica II 472

LISTA DE MAPAS

Mapa 6.1 – Postos Fluviométricos da RH II: Classificação quanto ao status de operação..... 28

Mapa 6.2 – Postos Fluviométricos da RH II: Classificação quanto à entidade responsável pela estação 29

Mapa 6.3 – Postos fluviométricos da RH II: Classificação quanto à disponibilidade de dados de vazões 30

Mapa 6.4 – Médias mensais de vazões nos postos selecionados. 35

Mapa 6.5 – Postos Pluviométricos da RH II: Classificação quanto ao status de operação 38

Mapa 6.6 – Postos Pluviométricos da RH II: Classificação quanto à entidade responsável..... 39

Mapa 6.7 - Postos Pluviométricos da RH II: Disponibilidade de dados entre 1986 e 2015..... 40

Mapa 6.8 – Distribuição da precipitação média anual na RH II e entorno..... 44

Mapa 6.9 - Localização das estações fluviométricas da RH II e entorno selecionadas para o estudo de regionalização 52

Mapa 6.10 - Principais obras de infraestrutura hídrica na Bacia do rio Piraí..... 68

Mapa 6.11 – Disponibilidade hídrica superficial: Distribuição dos valores de vazões médias de longo período. 77

Mapa 6.12 - Disponibilidade hídrica superficial: Distribuição dos valores de vazões mínimas..... 78

Mapa 6.13 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água do INEA na RH II..... 85

Mapa 6.14 – Histórico do IQA médio anual nos pontos de monitoramento entre 2012 e 2016 91

Mapa 6.15 – Classificação dos pontos de monitoramento de acordo com as classes de enquadramento para os principais parâmetros de qualidade 104

Mapa 6.16 – Rede de monitoramento hidrometeorológico atual na RH II..... 125

Mapa 6.17 – Localização das captações para abastecimento industrial na RH II 153

Mapa 6.18 – Localização das captações e lançamentos termelétricos na RH II 160

Mapa 6.19 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016..... 182

Mapa 6.20 - Pontos de lançamento de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016..... 183

Mapa 6.21 - Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA, 2016. 194

Mapa 6.22 – Distribuição das demandas de água para criação animal estimadas nos planos de 2006 e 2015 por UHP..... 208

Mapa 6.23 – Distribuição da demanda animal cadastrada..... 210

Mapa 6.24 – Comparativo entre a demanda animal cadastrada e estimada. 213

Mapa 6.25 – Usuários cadastrados de uso significante e uso insignificante..... 274

Mapa 6.26 – Usuários cobrados e cadastrados de uso insignificante..... 275

Mapa 6.27 - Cursos d'água com $Q_{7,10}$ superior e inferior a 80 L/s e pontos de lançamento com carga orgânica inferior a 35 kg/dia. 279

Mapa 6.28 - Usuários cadastrados no cadastro de outorgas de uso significante e uso insignificante. 284
Mapa 6.29 - Usuários cobrados e cadastrados no cadastro de outorgas de uso insignificante. 285
Mapa 6.30 – Balanço Hídrico da RH II Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Setor: Abastecimento Público 294
Mapa 6.31 – Balanço Hídricos na RH II – Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Setor Industrial 295
Mapa 6.32 - Balanço Hídricos na RH II – Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Termoelétricas e Mineração 296
Mapa 6.33 - Balanço Hídricos na RH II – Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Outros Usos Pontuais 297
Mapa 6.34 - Balanço Hídricos na RH II – Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Setor Criação Animal 298
Mapa 6.35 - Balanço Hídricos na RH II – Disponibilidade $Q_{7,10}$ – Setor Irrigação 299
Mapa 6.36 – Balanço hídrico na RH II Disponibilidade: $Q_{7,10}$ Setores: Total 304
Mapa 6.37 – Balanço hídrico na RH II Disponibilidade: $Q_{7,10}$ e liberação de vazão mínima na UHE Pereira Passos – Setores: Total 305
Mapa 7.1 – Distribuição dos sistemas aquíferos da RH II (modificado de Silva, 2001). 309
Mapa 7.2 – Localização dos poços cadastrados no SIAGAS. 320
Mapa 7.3 – Localização dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001. 324
Mapa 7.4 – Localização dos poços (usuários) cadastrados no INEA (2017). 330
Mapa 7.5 – Distribuição do consumo de água subterrânea nas UHPs da RH II. 340
Mapa 7.6 – Distribuição das reservas totais de água subterrânea nas UHPs da RH II. 348
Mapa 7.7 – Distribuição das disponibilidades totais de água subterrânea nas UHPs da RH II. 351
Mapa 7.8 – Distribuição do balanço hídrico de água subterrânea nas UHPs da RH II. 354
Mapa 7.9 – Localização das áreas contaminadas e reabilitadas na RH II. (INEA, 2015). 358
Mapa 8.1 – Mapeamento Analítico – Agropecuária 365
Mapa 8.2 – Mapeamento Analítico – Conservação Ambiental 367
Mapa 8.3 – Mapeamento Analítico – Urbanização e Saneamento (água) 370
Mapa 8.4 - Mapeamento Analítico – Urbanização e Saneamento (esgoto) 371
Mapa 8.5 – Mapeamento Analítico - Indústria 373
Mapa 8.6 – Mapeamento Analítico - Energia 375
Mapa 8.7 – Mapeamento Analítico – Recursos Hídricos Quantitativos 377
Mapa 8.8 – Mapeamento Analítico – Recursos Hídricos Qualitativos 379
Mapa 9.1 – Sub agenda – Abastecimento de Água 390
Mapa 9.2 – Sub agenda – Esgotamento Sanitário 394
Mapa 9.3 – Sub agenda – Resíduos Sólidos 398
Mapa 9.4 – Sub agenda – Drenagem Pluvial 402
Mapa 9.5 – Sub agenda - Urbanização 406

Mapa 9.6 – Agenda Marrom 409
Mapa 9.7 – Sub agenda - Indústria 413
Mapa 9.8 – Sub agenda – Mineração 417
Mapa 9.9 – Agenda Cinza 419
Mapa 9.10 – Agenda Laranja 423
Mapa 9.11 – Sub agenda – Energia 427
Mapa 9.12 – Sub agenda – Infraestrutura Hídrica 431
Mapa 9.13 – Agenda Amarela 433
Mapa 9.14 – Agenda Verde 437
Mapa 9.15 – Sub agenda – Água Subterrânea 441
Mapa 9.16 – Sub agenda – Água Superficial 445
Mapa 9.17 – Agenda Azul 447
Mapa 9.18 – Síntese das Agendas Temáticas 451

LISTA DE SIGLAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACI – Área Contaminada sob Intervenção

AI – Área Contaminada sob Investigação

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

AMR – Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APA – Área de Preservação Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

AR – Área reabilitada para uso declarado

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CEDAE – Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro

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

CEMANDEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

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

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CGH – Central Geradora Hidrelétrica

CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recurso Hídricos

CODIN – Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPPETEC – Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CSA – Companhia Siderúrgica do Atlântico

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

CT – Câmara Técnica

CTR – Centro de Tratamento de Resíduos

DAM – Drenagem Ácida de Mina

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento

DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral

DRM – RJ – Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro

EMATER – RJ – Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Rio de Janeiro

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

FCC – Fábrica Carioca de Catalisadores S.A.

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente

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

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GTA - Grupo Técnico de Acompanhamento do Plano do Comitê Guandu

HGE – Hidrologia de Grande Escala

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

IPH – UFRGS – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

IQA – Índice de Qualidade de Água

MD – Margem Direita

MDE – Modelo Digital de Elevação

ME – Margem Esquerda

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

OD – Oxigênio Dissolvido

PAM – Pesquisa Agrícola Municipal

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PERH – Guandu - Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim

PERH- Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH – Plano de Recursos Hídricos

$\mathbf{Q_{7,10}}$ – Vazão mínima para 7 dias de duração e tempo de recorrência de 10 anos

$\mathbf{Q_{90\%}}$ **–** Vazão com 90% de permanência

$\mathbf{Q_{95\%}}$ **–** Vazão com 95% de permanência

$\mathbf{Q_{98\%}}$ **–** Vazão com 98% de permanência

Qesp - Vazão específica média

$\mathbf{Q_{MLT}}$ - Vazão média de longo termo

RH II – Região Hidrográfica II

RJ – Estado do Rio de Janeiro

RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro

SAC – Sistema Aquífero Cristalino

SAP – Sistema Aquífero Piranema

SEA – RJ – Secretaria Estadual do Ambiente

SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas do Serviço Geológico do Brasil

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SIGA – GUANDU – Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu – Mirim

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico

SIGBAH – Sistema de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas

SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração

SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Internacional de Informações sobre Saneamento

TAC - Termo de Ajustamento de Conduta

TKCSA - Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico[1]

TR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UEL – Usina Elevatória

UHE – Usina Hidrelétrica

UHP - Unidade Hidrológica de Planejamento

UTE – Usina Termelétrica

[1] Destaca-se que a *Ternium* concluiu a aquisição da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), que passa a ser *Ternium Brasil*. Contudo, neste diagnóstico optou-se em manter o nome TKCSA pelo fato de ser esta a razão social apresentada em todos os bancos de dados utilizados. A alteração foi anunciada no dia 07/09/2017 (http://br.ternium.com/noticias/portugues-ternium-conclui-aquisicao-de-usina-no-rio-de-janeiro/). Logo, onde houver TKCSA leia-se, *Terniun*.

INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o TOMO II do Diagnóstico **(RP-02)** elaborado pela empresa Profill Engenharia e Ambiente, para atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PERH-Guandu).

O relatório objetiva materializar e apresentar, de forma sucinta, a consolidação do Diagnóstico, refletindo as proposições metodológicas e conceituais apresentadas na proposta técnica, submetida à apreciação da AGEVAP quando do desenvolvimento do processo licitatório que deu origem ao contrato, já incorporando as solicitações de revisão apresentadas nas reuniões de partida com a AGEVAP e o Grupo Técnico de Acompanhamento do Plano (GTA).

No TOMO II estão apresentados os aspectos relativos a Recursos Hídricos com uma abordagem quantitativa e qualitativa, abrangendo mananciais superficiais e subterrâneos. São apresentadas as disponibilidades hídricas, as demandas por água, as cargas poluidoras e a qualidade das águas. Todos estes itens servem de insumo para a avaliação dos Balanços Hídricos quali-quantitativos que encerram este tema (capítulos 6 e 7).

Para finalizar o diagnóstico da RH II, apresenta-se a avaliação integrada, com um Mapeamento Analítico de temas estratégicos para Integração de Resultados (capítulo 8), Análise Integrada por Agendas Temáticas (capítulo 9) e com as Conclusões e Recomendações do Diagnóstico (capítulo 10).

6. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

6.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

6.1.1. Rede de monitoramento hidrometeorológica

6.1.1.1. Análise das estações fluviométricas

Neste item será apresentado um inventário das estações fluviométricas presentes na Região Hidrográfica II (RH II). Inicialmente, consultou-se o sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), sendo completado por informações fornecidas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e pela companhia Light[2], que dispunham de dados que não constavam na base da ANA.

Numa primeira parte, será feita uma descrição geral dos postos fluviométricos em operação e também dos postos que se encontram atualmente desativados, e num segundo momento será feita uma seleção dos postos com séries históricas de dados disponíveis para a realização de análises um pouco mais aprofundadas.

6.1.1.1.1. Descrição geral dos postos fluviométricos

Ao todo, foram identificados 56 postos fluviométricos em toda a região, sendo 30 deles (50%) de responsabilidade da Light, 9 do antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 8 estações do INEA, 5 estações da ANA, e 4 estações sob responsabilidade de PCH's locais (Rio do Braço e Tairetá). No Quadro 6.1 são apresentadas todas as estações fluviométricas verificadas na RH II e uma descrição mais completa de cada posto é apresentada no ANEXO I.

No entanto, apesar da grande quantidade de estações cadastradas, a maioria não dispunha de séries históricas ou então correspondem a registros das estruturas hídricas presentes na RH II, como reservatórios e túneis.

A fim de proporcionar uma visão mais completa da situação dos postos fluviométricos na região hidrográfica, foram eleitos alguns critérios de classificação das estações, sendo contabilizadas por bacia de acordo com as seguintes características:

[2] A Light é uma empresa privada de geração, distribuição, comercialização e soluções de energia elétrica (disponível em: http://www.light.com.br/grupo-light/SitePages/default.aspx)

- Status de operação (estação ativada ou desativada);
- Disponibilidade de séries hidrológicas;
- Representatividade das condições hidrológicas naturais;
- Entidade operadora.

O Quadro 6.1 apresenta o número total de estações segundo cada critério citado acima por bacia hidrográfica. Observa-se que embora exista um número considerável de estações no banco de dados, menos da metade está atualmente em operação, e apenas 27% deste total possui algum registro de séries históricas de dados de vazão, ou que o dado foi liberado pela entidade responsável pela estação.

Quadro 6.1 – Distribuição das estações fluviométricas por bacia hidrográfica de acordo com os critérios de classificação.

Bacia	Estações (total)	Estações em operação	Estações com dados	Est. com Séries naturais	Entidade responsável			
					ANA	INEA	DNOS	Light / PCH's
Piraí	29	14	6	2	4	0	0	25
Guandu	17	11	7	0	1	3	4	9
Rio da Guarda e Rio Mazomba	6	1	0	0	0	3	3	0
Guandu-Mirim	3	0	1	1	0	1	2	0
Litorâneas (MD)	0	0	0	0	0	0	0	0
Litorâneas (ME)	1	0	1	1	0	1	0	0
Total RH II	56	26	15	4	5	8	9	34

É importante também verificar se as séries de dados destas estações sofreram alguma alteração devido à existência das transposições e outras obras de infraestrutura hidráulica nas bacias.

A partir da localização dos postos, e também analisando a própria série de dados, pode-se constatar que apenas quatro estações poderiam representar o regime natural de vazões da RH II.

Como exemplo, as estações localizadas no curso principal do Ribeirão das Lajes e Rio Guandu não foram consideradas como representativas do regime natural, uma vez que sofrem a influência da transposição do Paraíba do Sul.

Outro exemplo de estações não consideradas são aquelas localizadas à jusante da barragem de Tócos, uma vez que a transposição que ali ocorre acarreta em uma grande diminuição do regime de vazões a partir deste ponto.

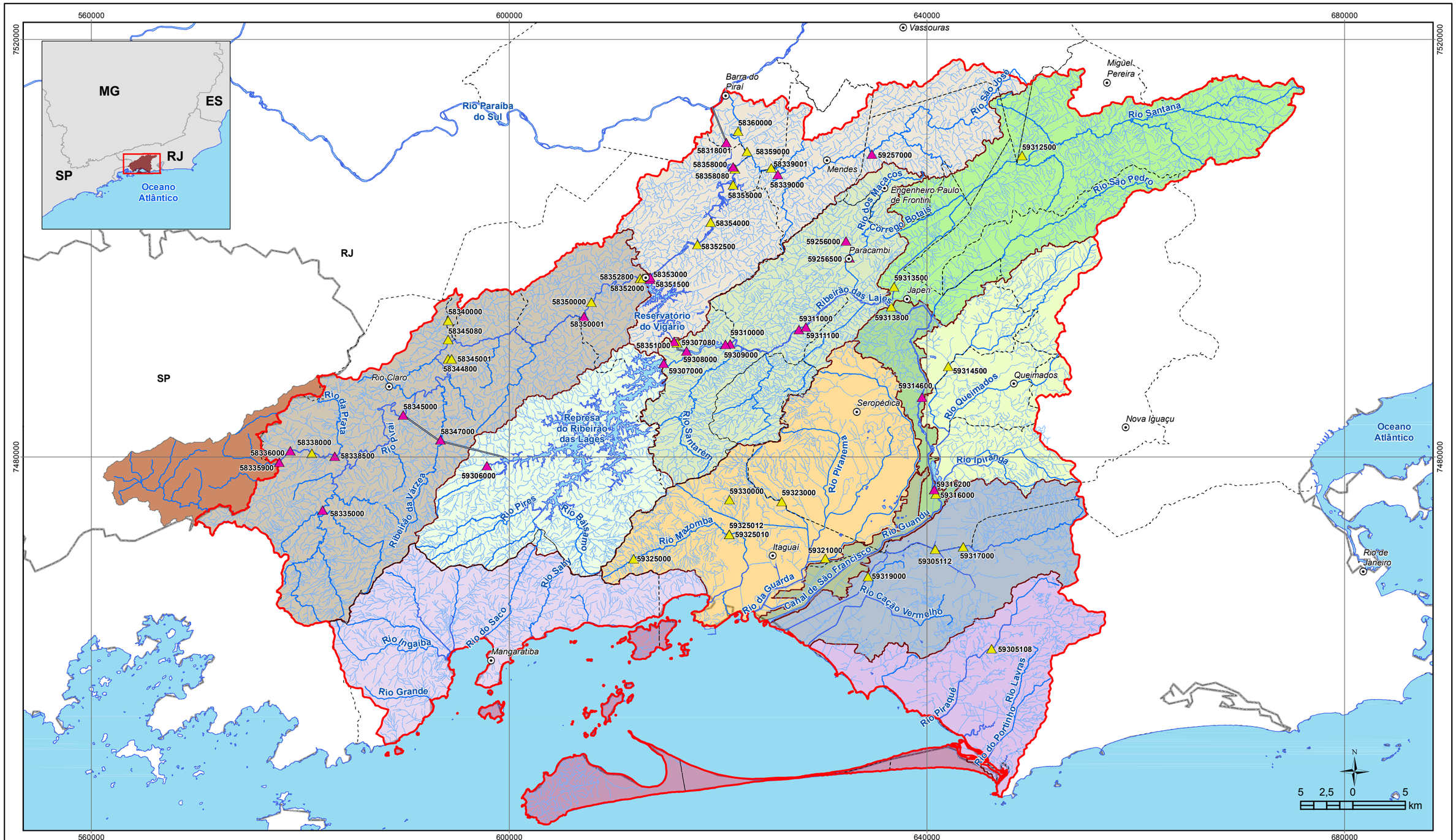
Este critério é muito importante para que posteriormente seja possível realizar a caracterização hidrológica das bacias constituintes da RH II. Com isto, verifica-se que apenas as bacias do Piraí e do Guandu-Mirim possuem algum registro natural de vazões. As estações com séries alteradas poderão ser utilizadas na caracterização das operações das transposições.

O quadro também avalia o número de estações por entidade responsável pela operação das mesmas, podendo-se constatar que a grande maioria dos postos está ou foi operado pela empresa Light, e estão localizadas na bacia do rio Piraí ou na bacia do Guandu.

Estas estações representam o controle de estruturas como as estações elevatórias, túneis e reservatórios que compõem os sistemas de transposição das águas do Piraí e do Paraíba do Sul, e tão pouco são úteis na caracterização hidrológica das bacias.

O Mapa 6.1 apresenta a distribuição de todos os postos fluviométricos encontrados na RH II, classificando-os de acordo com o status da operação de cada estação, ou seja, se está ativada ou não.

Em seguida, o Mapa 6.2 apresenta a distribuição dos postos fluviométricos conforme a entidade responsável por sua operação e manutenção, e por fim o Mapa 6.3 apresenta a distribuição dos postos fluviométricos de acordo com a disponibilidade de dados. Neste mapa, cabe destacar que as estações foram diferenciadas entre as que não apresentavam nenhum registro de vazões e as que continham observações, e destas, foram diferenciadas aquelas consideradas representativas do regime natural, daquelas afetadas por transposições ou mesmo que apresentavam séries inconsistentes.



LEGENDA

- Sede municipal

Postos fluviométricos - Classificação quanto ao status de operação

- Ativada
- Desativada
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

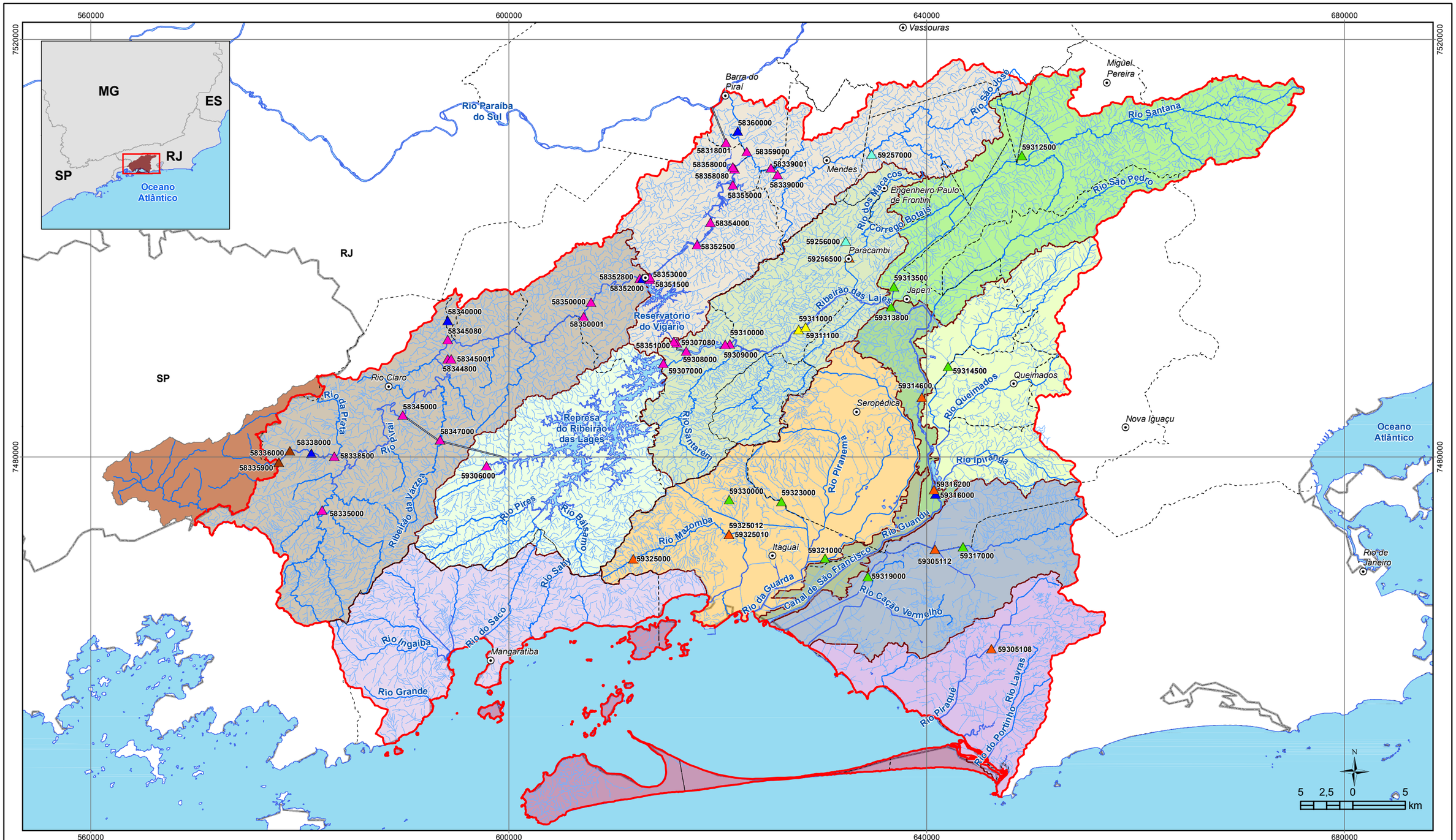
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.1 – Postos Fluviométricos da RH II: Classificação quanto ao status de operação

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Posto fluviométricos: ANA, 2017



LEGENDA

- Sede municipal

Postos fluviométricos - Classificação quanto à entidade responsável pela estação

- ANA
- DNOS
- INEA
- LIGHT
- LIGHTGER
- RIO DO BRAÇO
- TAIRETÁ

- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

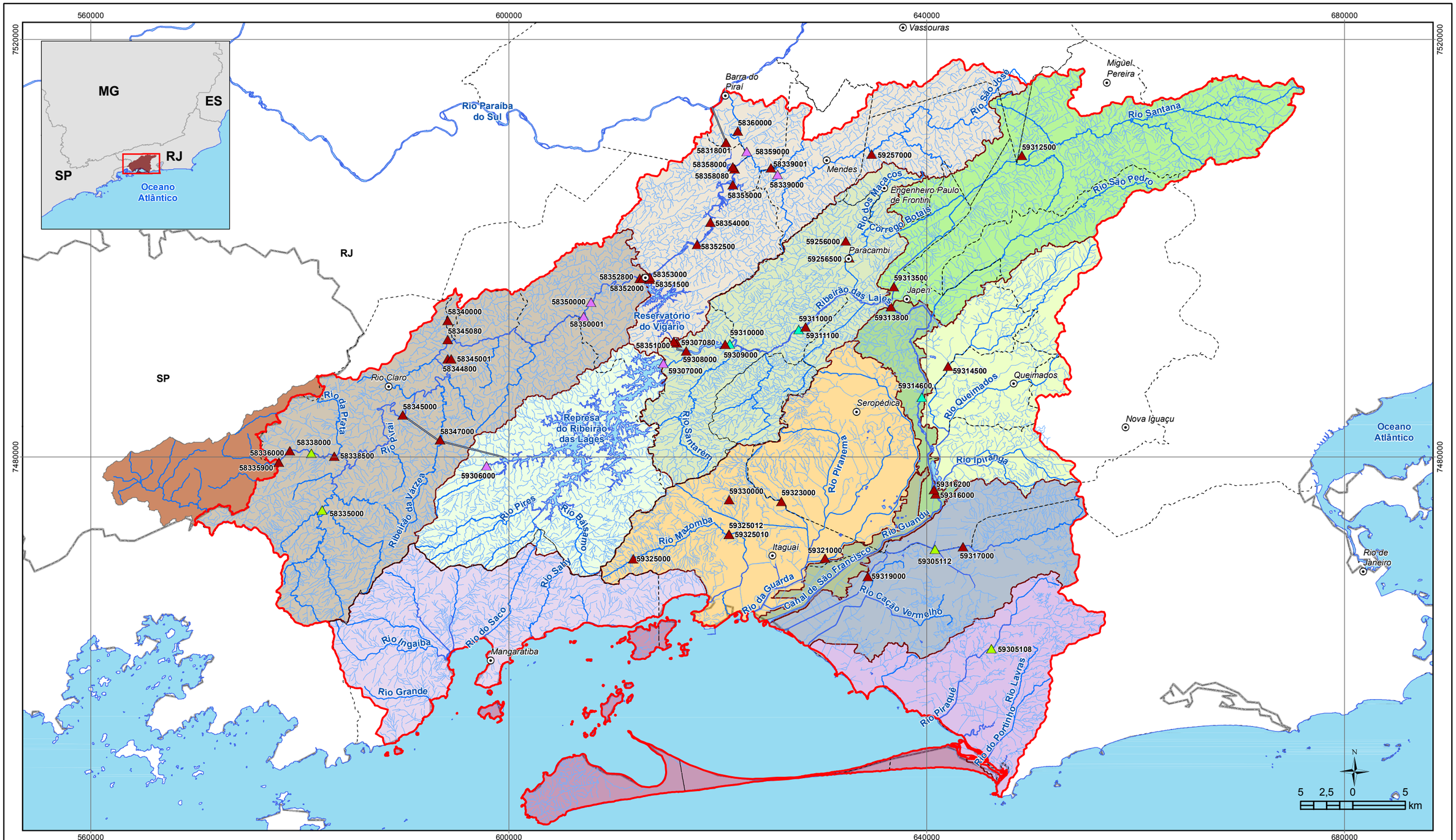
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.2 – Postos Fluviométricos da RH II: Classificação quanto à entidade responsável pela estação

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Posto fluviométrico: ANA, 2017



LEGENDA

- Sede municipal

Postos fluviométricos - Classificação quanto à disponibilidade de dados de vazões

- Com séries de vazão
- Dados afetados pela transposição
- Dados alterados pela infraestrutura hídrica
- Sem dados
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.3 – Postos Fluviométricos da RH II: Classificação quanto à disponibilidade de dados de vazões

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Posto fluviométrico: ANA, 2017

6.1.1.1.2. Seleção dos postos fluviométricos com dados disponíveis

Neste item será feita uma caracterização das 15 estações com séries de dados disponíveis, apresentando análises como a disponibilidade de dados e o cálculo das vazões médias observadas. A maior parte das estações possui sua série de dados à disposição no portal Hidroweb da ANA, já no formato de vazões consistidas.

No entanto, algumas estações operadas pelo INEA na RH II ainda não estão disponíveis no banco de dados da ANA, sendo que os mesmos foram cedidos diretamente pelo instituto. Observa-se ainda que estes dados foram cedidos no formato de cotas, sendo necessário algum estudo prévio de curva-chave destas estações. Os postos referidos são o Estrada do Mato Alto (cód. ANA 59305108) e Avenida Brasil (cód. ANA 59305112), cujo estudo de curva-chave é apresentado em ANA/SONDOTÉCNICA (2006).

As estações ditas com séries de vazão não representativas do regime natural podem ser classificadas de acordo com os seguintes critérios:

- **Estações afetadas pelas transposições:** referem-se às estações UHE Pereira Passos Jusante (cód. 59310000), PCH Paracambi (cód. 59311000), Faz. Ilha Mineiros (cód. 59314600) e Ponte do Guandu (cód. 59316000), em relação à transposição das águas do Paraíba do Sul, modificando profundamente o regime de vazões a partir do Ribeirão das Lajes, além das estações Faz. Bela Vista (cód. 58350000) e Faz. Nova Esperança (cód. 58350001), localizadas no rio Piraí à jusante da barragem de Tócos, havendo neste caso uma redução significativa em função da transposição direta das águas do Piraí para o reservatório Ribeirão das Lajes.
- **Estações localizadas a jusante de barramentos:** referem-se às estações Santanésia (cód. 58359000), situada a jusante do reservatório Santana, além da estação Res. Lajes - Barramento (cód. 59307000), a qual representa as séries defluentes do reservatório de Lajes.
- **Estação localizada na saída de túnel de transposição:** a estação Rosário (cód. 59306000) é situada no reservatório de Lajes, na saída do túnel que conduz as águas transpostas do Piraí na barragem de Tócos.
- **Estação com dados inconsistentes: a estação Morsing (cód. 58339001),** localizada no Rio Sacra Família, apresenta uma série de dados bastante inconsistente, com sequências de valores repetidos e inúmeras falhas, não podendo ser utilizada.

A listagem e a descrição dos postos fluviométricos com dados de vazão disponíveis encontram-se no Quadro 6.2. Em seguida, o Quadro 6.3 e o Quadro 6.4 apresentam gráficos com disponibilidade anual de dados, desde 1951 até 2016, tanto para as estações com séries naturais de vazões, quanto para as estações localizadas à jusante de transposições, respectivamente.

De modo geral, a partir do mapa, observa-se uma grande escassez de dados de vazão na região. Nota-se também que a estação com maior disponibilidade de dados e com o menor grau de alteração devido à efeitos antrópicos é a estação 58335000, Posto Lídice, localizada na cabeceira do rio Piraí.

Em seguida, o Mapa 6.4 apresenta as vazões médias mensais dos postos fluviométricos, calculados a partir dos registros disponíveis. Analisando-se os gráficos, pode-se observar a caracterização de dois períodos distintos, o primeiro de maior estiagem entre abril e setembro, e outra com médias mais elevadas, entre outubro e março. No entanto, este padrão não é visível em todos os postos, principalmente em relação às estações afetadas pelas transposições.

Quadro 6.2 - Relação dos postos fluviométricos com disponibilidade de séries de vazões.

Série de vazões		Código ANA	Nome	Bacia	Resp./ Operadora	Município	Área bacia (km²)	Curso d'água	Em operação	Coordenadas		Série de vazões	
										Long.	Lat.	Início	Fim
Vazões naturais		58335000	UHE NILO PEÇANHA LÍDICE	Piraí	LIGHT	RIO CLARO	108	RIO PIRAÍ	Sim	-44,2	-22,83	out/51	mar/96
		58338000	FAZENDA SANTANA	Piraí	ANA	RIO CLARO	134	RIO DO BRAÇO	Não	-44,2	-22,79	out/51	dez/61
		59305112	AVENIDA BRASIL	Guandu-Mirim	INEA	RIO DE JANEIRO	32.2	RIO CAMPINHO	Não	-43,63	-22,87	jul/69	ago/78
		59305108	ESTRADA DO MATO ALTO	Cabuçu (Litorâneas)	INEA	RIO DE JANEIRO	60.6	RIO CABUÇU	Não	-43,57	-22,95	mar/75	nov/86
Vazões alteradas	Jusante de transposições	58350000	FAZENDA BELA VISTA	Piraí	LIGHT	PIRAÍ	648	RIO PIRAÍ	Não	-43,95	-22,65	mar/51	ago/01
		58350001	FAZENDA NOVA ESPERANÇA	Piraí	LIGHT	PIRAÍ	626	RIO PIRAÍ	Sim	-43,96	-22,66	jan/98	dez/12
		59310000	UHE PEREIRA PASSOS JUSANTE	Guandu	LIGHT	PIRAÍ	1.760	RIBEIRÃO DAS LAJES	Sim	-43,82	-22,69	jan/11	nov/15
		59311000	PCH PARACAMBI BARRAMENTO	Guandu	LIGHTGER	PARACAMBI	161	RIBEIRÃO DAS LAJES	Sim	-43,76	-22,67	nov/10	fev/16
		59314600	FAZ. ILHA MINEIROS - VIA DUTRA	Guandu	INEA	NOVA IGUAÇU	831	RIO GUANDU	Sim	-43,64	-22,73	mai/86	dez/01
		59316000	PONTE DO GUANDU	Guandu	INEA	NOVA IGUAÇU	630	RIO GUANDU	Não	-43,63	-22,81	ago/63	set/70
	Outros critérios	58359000	SANTANÉSIA	Piraí	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	1.060	RIO PIRAÍ	Não	-43,82	-22,52	out/40	dez/75
		59307000	UHE FONTES NOVA RES. LAJES BARRAMENTO	Guandu	LIGHT	PIRAÍ	302	RIBEIRÃO DAS LAJES	Sim	-43,88	-22,7	abr/00	dez/16
		59306000	UHE FONTES NOVA ROSÁRIO	Guandu	LIGHT	RIO CLARO	0	RESERVATÓRIO DE LAJES	Sim	-44,05	-22,79	out/10	dez/16
		58339001	UEL SANTA CECÍLIA MORSING	Piraí	LIGHT	MENDES	270	RIO PARAÍBA DO SUL	Sim	-43,78	-22,54	fev/00	dez/11

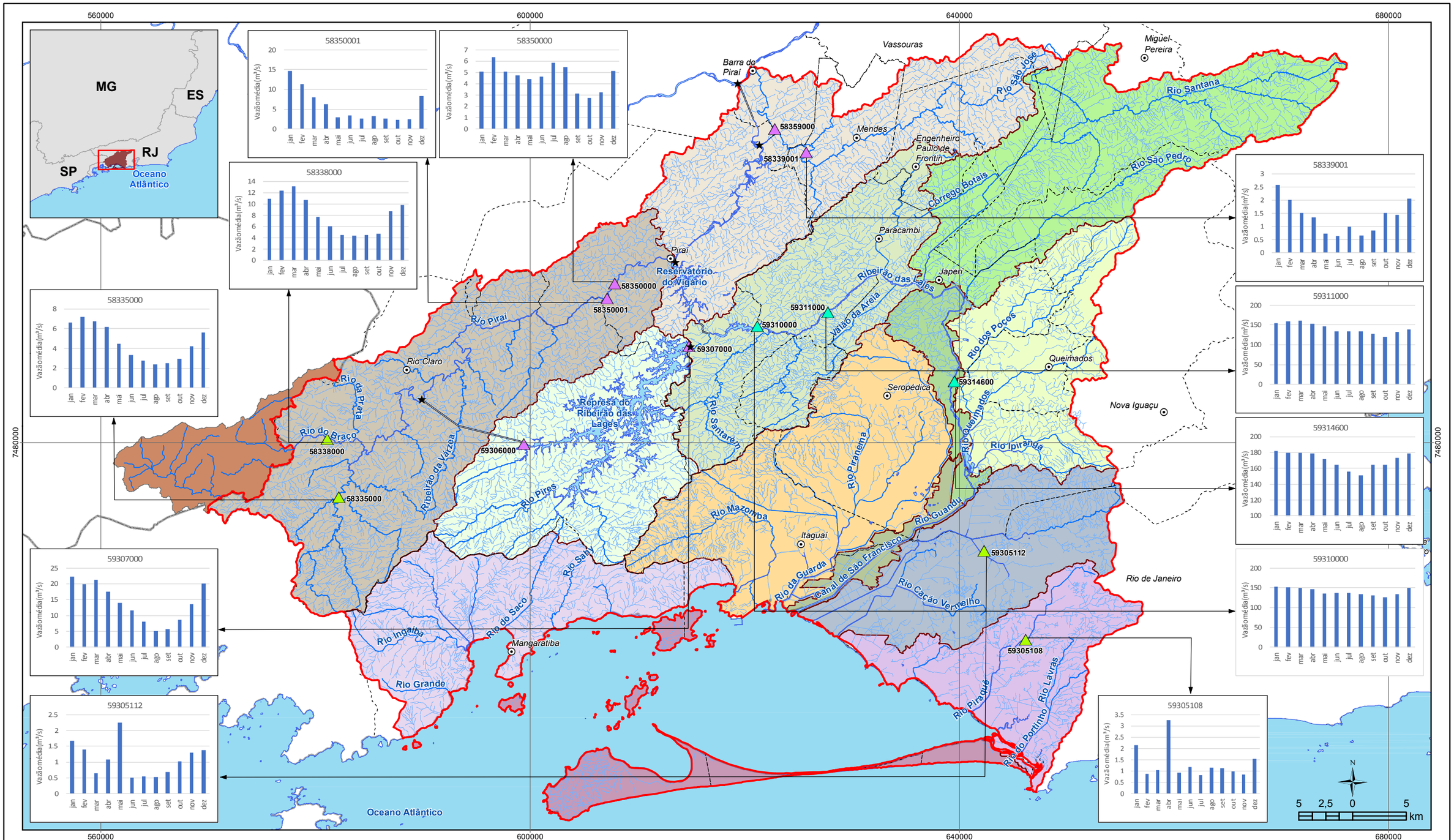
Quadro 6.3 - Distribuição da disponibilidade de dados ao ano dos postos fluviométricos com regime natural de vazões.

Código	Nome	Disponibilidade de dados por ano (%)
58335000	LÍDICE	
58338000	FAZ. SANTANA	
59305112	AV. BRASIL	
59305108	EST. MATO ALTO	

Quadro 6.4 - Distribuição da disponibilidade de dados ao ano dos postos fluviométricos com séries de vazões alteradas pelas transposições.

Código	Nome	Disponibilidade de dados por ano (%)
58350000	FAZ. BELA VISTA	
58350001	FAZ. NOVA ESP.	
59310000	UHE PP. JUS.	
59311000	PCH PARACAMBI	
59314600	FAZ. ILHA MIN.	
59316000	PONTE DO GUANDU	

100% dos dados disponíveis
Dados parcialmente disponíveis



LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens

Postos fluviométricos

Classificação quanto à presença / qualidade dos dados

- Com séries de vazão
- Dados afetados pela transposição
- Dados alterados pela infra-estrutura hídrica
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:350.000

Mapa 6.4 – Médias mensais de vazões nos postos selecionados

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Posto fluviométricos: ANA, 2017

A Figura 6.1 apresenta um gráfico com curvas de permanência adimensionais dos postos fluviométricos considerados como representativos do regime natural de vazões da RH II. Podemos verificar que as séries possuem algumas características semelhantes, principalmente em relação ao comportamento das vazões mínimas.

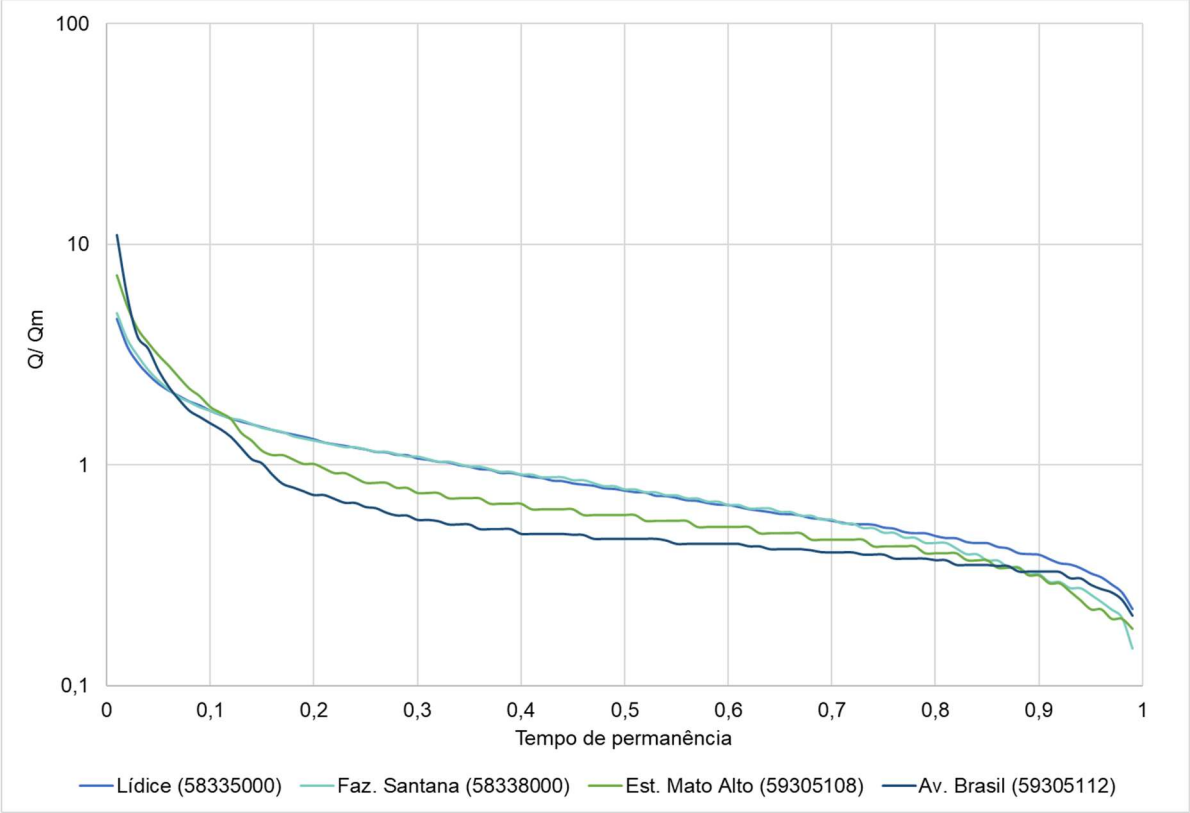


Figura 6.1 - Curvas de permanência adimensionais dos postos fluviométricos com séries naturais de vazão da RH II

Cabe ainda destacar as estações operadas pelo INEA não citadas anteriormente, mas que compõem a rede básica de monitoramento da RH II. O posto de Paracambi foi instalado em 2012 e o de Guandu Seropédica em 2014, e devido à curta série de registros disponíveis, além da falta dos dados da curva-chave dos referidos postos para obtenção dos valores de vazão a partir do registro de cotas, não puderam ser incluídos na caracterização hidrológica preliminar (Quadro 6.5).

Quadro 6.5 – Estações fluviométricas instaladas recentemente pelo INEA.

Código ANA	Nome	Município	Área bacia (km²)	Curso d'água	Tipo de coleta	Long.	Lat.
59256500	PARACAMBI	PARACAMBI	67	RIO DOS MACACOS	CONV. / TELEMÉTRICA	-44,7109	-22,6098
59316200	GUANDU SEROPÉDICA	SEROPÉDICA	1391	RIO GUANDU	CONV. / TELEMÉTRICA	-43,6264	-22,8139

6.1.1.2. Análise das estações pluviométricas da RH II

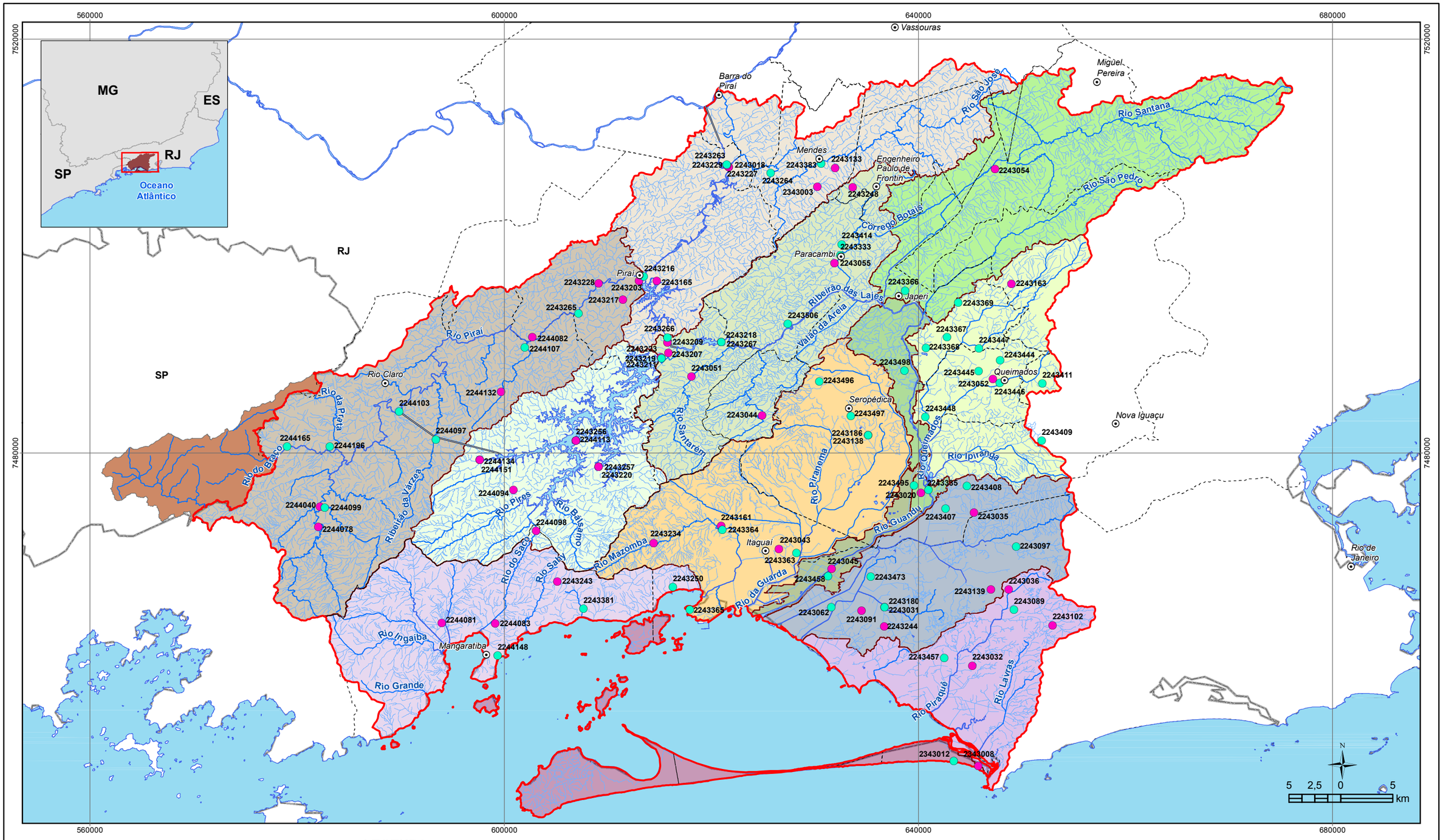
6.1.1.2.1. Caracterização geral

A análise do regime pluviométrico da RH II foi realizada a partir dos dados de estações pluviométricas disponíveis no sistema *Hidroweb* (www.hidroweb.ana.gov.br), mantido pela Agência Nacional de Águas (ANA). Foram identificados 101 postos localizados dentro dos limites da RH II, estando contabilizadas tanto as estações em operação quanto as estações desativadas. O Mapa 6.5 apresenta as estações classificadas quanto ao status de operação, e uma descrição mais completa de cada posto é apresentada no ANEXO II.

A seguir, o Mapa 6.6 apresenta a distribuição das estações pluviométricas em relação aos órgãos responsáveis por sua instalação e manutenção, verificando-se que a rede de monitoramento da RH II é composta principalmente por estações da Light e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

Apesar da grande quantidade de postos, a maior parte deles possui séries históricas escassas ou mesmo inexistentes. O Mapa 6.7 apresenta uma classificação das estações em relação à quantidade de dados disponíveis entre os anos de 1986 e 2015, observando-se uma distribuição espacial bastante ruim em relação à quantidade de dados disponíveis nos últimos 30 anos.

Esta análise de disponibilidade de séries de dados de chuva é complementada no Quadro 6.6, o qual mostra a quantidade de dados disponíveis a cada 5 anos por posto pluviométrico. Observa-se que o período de 1960 a 1980 apresenta maior disponibilidade de dados, tanto em número de estações quanto ao tamanho da série.



LEGENDA

- Sede municipal
- **Postos pluviométricos**
- **Em operação**
  - Não
  - Sim
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação
- **UHP**
  - Rio Piraí - montante res. Santana
  - Rio Piraí - res. Santana e afluentes
  - Rios Santana e São Pedro
  - Rios Queimados e Ipiranga
  - Ribeirão das Lajes - montante reservatório
  - Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
  - Rio Guandu
  - Canal de São Francisco
  - Rio da Guarda
  - Rio Guandu-Mirim
  - Bacias Litorâneas (MD)
  - Bacias Litorâneas (ME)
  - Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

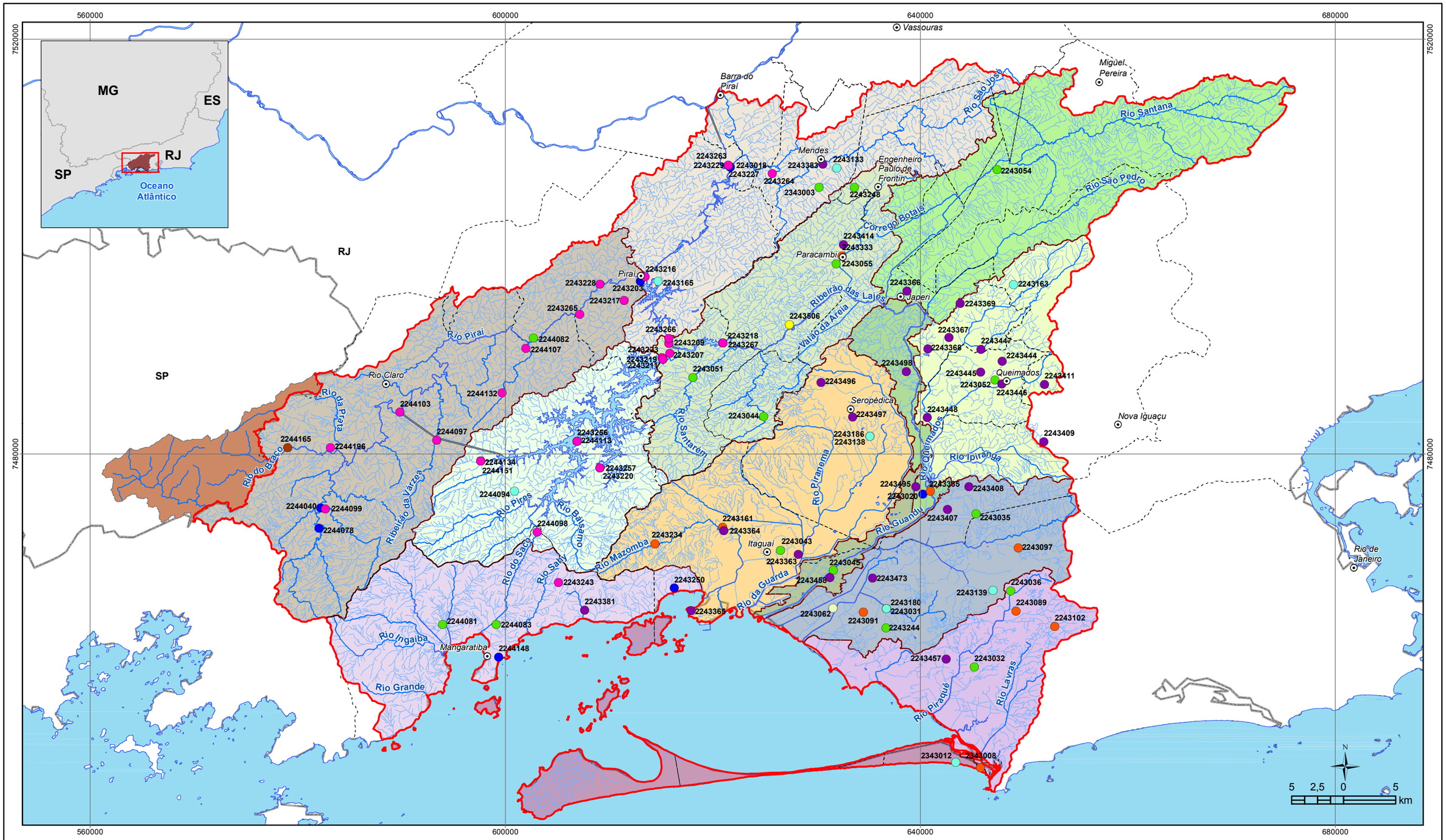
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.5 – Postos Pluviométricos da RH II: Classificação quanto ao status de operação

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Posto pluviométricos: ANA, 2017



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Postos pluviométricos

Entidade responsável

- ANA
- CEMADEN
- DEPV
- DNOS
- INEA
- INMET
- LIGHT
- LIGHTGER
- RIO DO BRAÇO

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

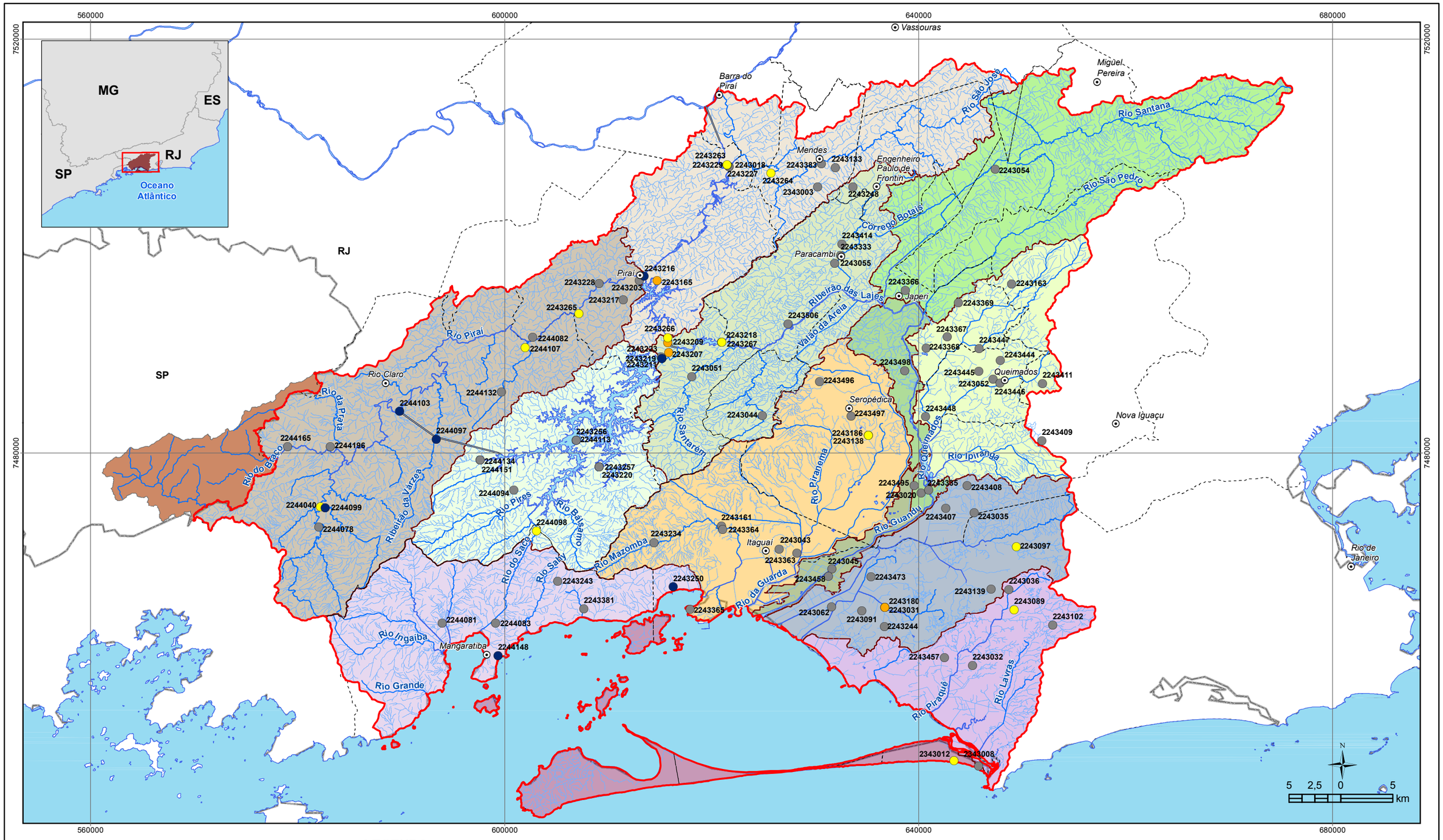
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.6 – Postos Pluviométricos da RH II: Classificação quanto à entidade responsável

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Postos pluviométricos: ANA, 2017



LEGENDA

- Sede municipal

Postos pluviométricos - Disponibilidade de dados entre 1986 e 2015 (%)

- 0,00
- 0,01 - 25,00
- 25,01 - 50,00
- 50,01 - 98,50
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.7 - Postos Pluviométricos da RH II: Disponibilidade de dados entre 1986 e 2015

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Postos pluviométricos: ANA, 2017

Quadro 6.6 – Disponibilidade de dados de precipitação por estação pluviométrica agrupadas por períodos de cinco anos.

Estação	UHP	Disponibilidade de dados em períodos de cinco anos (%)														
		41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-00	01-05	06-10	11-15
2244148	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,6	96,6	100	100	99,6	100
2243250	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,6	99,8	100	99,6	99,6	98,6
2244103	1	0	69,6	0	0	0	0	25	80	100	99,8	40	60	96	99,2	40
2243216	2	0	23,6	100	99,8	97,6	96	89	96,6	97,2	96,8	99,2	99,8	95,8	99,4	100
2244097	1	100	99,4	100	100	100	100	100	100	100	98,4	98,4	99,8	95,6	97,4	39,2
2244099	1	0	0	100	95,8	93	99,8	98,8	100	100	99,6	98,4	98,4	92,8	98,2	39,8
2243219	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,8	40	57,8	87,8	99,2	79,8
2244107	1	0	0	96,6	62,6	0	0	0	0	0	0	0	0	61	99,6	40
2243265	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	99,4	79,8
2243264	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	99,4	39,8
2243267	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	99,2	100
2243263	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	60,8	99,2	40
2243266	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,8	99	100
2244040	1	0	0	85	100	100	100	100	100	96,8	100	100	5	0	0	0
2243186	9	0	0	0	0	99	100	20	74,6	37,2	96,4	98	60	0	0	0
2343012	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,2	97,6	41,6	0	0	0
2244098	3	55	96,6	98,8	89,8	100	100	98,4	98,6	97,4	97,4	96,2	26,4	0	0	0
2243089	12	0	0	0	0	20	99,6	95	99,4	100	100	81,4	0	0	0	0
2243097	10	0	0	0	0	0	10	96,2	100	100	96,4	79,2	0	0	0	0
2243180	10	0	0	0	0	43,4	94	20	10	0	0	32,8	8,2	0	0	0
2243209	4	50	99,2	99,8	99,2	97,6	99,2	99,8	80	98,4	75,6	31,2	0	0	0	0
2243165	2	0	0	0	0	98	92	20	86,8	42,4	69,4	5	33,4	0	0	0
2243207	4	89,8	96,2	87,4	96,4	97	99,8	99,6	79,8	100	57,4	0	0	0	0	0
2243091	10	0	0	0	0	20	100	100	100	8,2	0	0	0	0	0	0
2343008	13	0	0	0	0	15	97,4	97,8	100	8,2	0	0	0	0	0	0
2243102	12	0	0	0	0	0	0	71,6	100	8,2	0	0	0	0	0	0
2243211	4	85,8	100	100	100	100	100	95	69,8	0	0	0	0	0	0	0
2243020	7	0	0	0	0	0	78,2	9,8	0	0	0	0	0	0	0	0
2244078	1	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243163	6	0	0	0	0	98,4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243018	2	0	0	85	100	80	96,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243218	4	0	0	0	28,8	79,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243138	9	0	0	0	0	72,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243217	1	0	0	83,4	100	63,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243227	2	0	0	0	11,6	62,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243220	3	0	100	98	58,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2244113	3	0	100	100	58,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243043	9	78,4	97,8	100	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2244083	11	0	33,4	99,8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243032	12	0	30	98,4	53,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243228	1	0	0	96,8	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2244132	1	0	0	96	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2244081	11	0	65	95	88,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243052	6	100	85,2	76,6	18,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243229	2	53,2	100	68,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243203	1	26,4	100	65,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243036	12	13,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2244134	3	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2243223	4	0	69,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A Figura 6.2 apresenta a distribuição das estações pluviométricas em função das entidades responsáveis por sua operação. Observa-se que 29% das estações é de responsabilidade da empresa Light, e que atualmente o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) é a segunda maior instituição da RH II em termos de estações, e a primeira em relação às estações em atividade.

As estações do CEMADEN iniciaram a ser instaladas no ano de 2014 e por esse motivo ainda não dispõem de dados consistentes de precipitação. Seus dados não foram incluídos nas análises de dados disponíveis, no entanto, na página do instituto é possível ter acesso aos mesmos.

É possível verificar também as estações do antigo DNOS, com 17% do total de postos, e em seguida, as estações da ANA, INEA E INMET, cada uma com cerca de 8% do total de estações.

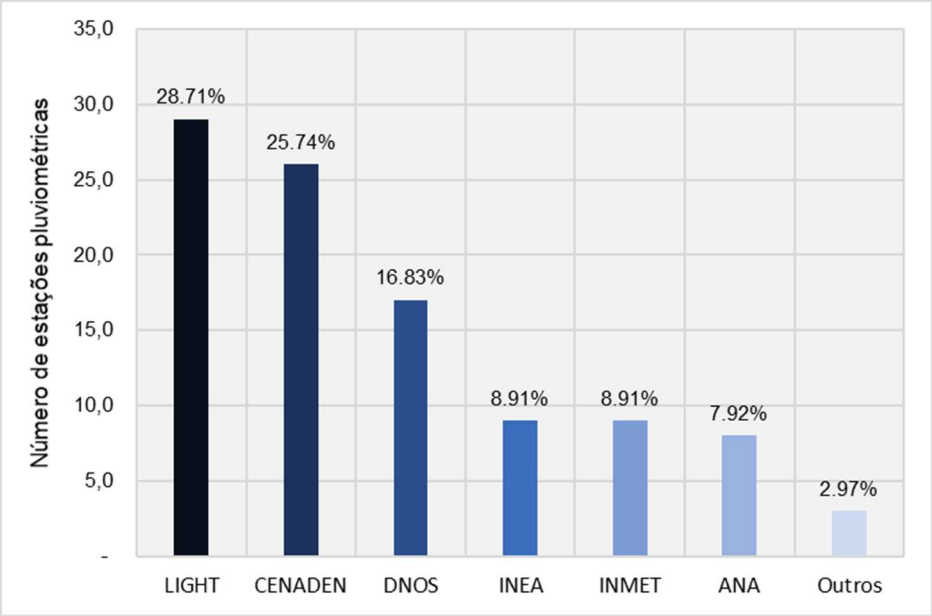


Figura 6.2 - Distribuição das estações pluviométricas em função dos órgãos responsáveis pelas suas operações.

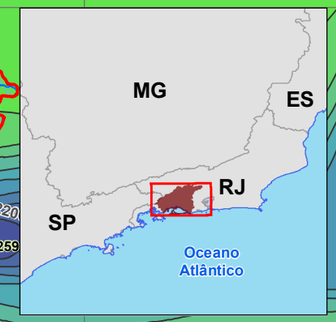
6.1.1.2.2. Distribuição espacial e temporal da precipitação

Neste item serão analisados os valores de precipitação, contemplando tanto o aspecto temporal quanto a distribuição espacial. Neste aspecto, utilizou-se um produto disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), no âmbito do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, o qual apresenta as isoietas de precipitações médias anuais em todo

o Brasil na escala 1:5.000.000. Utilizou-se dados de precipitação de 1977 a 2006, sendo contemplado também o efeito orográfico no cálculo da distribuição das médias anuais.

O Mapa 6.8 apresenta a distribuição de isoietas anuais produzido pela CPRM, juntamente com os postos pluviométricos e seus respectivos valores de precipitação média anual. Observa-se que os maiores índices anuais de precipitação estão localizados nas cabeceiras das UHPs do Rio Piraí, além das regiões mais altas da UHP dos rios São Pedro e Santana. Observa-se ainda uma tendência de menores índices pluviométricos na região do Vale do Paraíba do Sul, acompanhando o efeito orográfico, que certamente influencia no regime pluviométrico da região.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Postos Pluviométricos
- Hidrografia
- Rio Principal
- Túneis / Estações elevatórias
- Isolinhas de Prec. média anual (1977-2006)
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Precipitação média anual (mm)

- 952.2 - 1,000
- 1,001 - 1,100
- 1,101 - 1,200
- 1,201 - 1,300
- 1,301 - 1,400
- 1,401 - 1,500
- 1,501 - 1,600
- 1,601 - 1,700
- 1,701 - 1,800
- 1,801 - 1,900
- 1,901 - 2,000
- 2,001 - 2,100
- 2,101 - 2,200
- 2,201 - 2,300
- 2,301 - 2,400

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.8 – Distribuição da precipitação média anual na RH II e entorno

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Precipitação média: CPRM, 2006

Analisou-se também as médias mensais de precipitação em cada posto pluviométrico. A Figura 6.3 apresenta a precipitação média mensal dos postos pluviométricos da RH II no período entre 1981 e 2000.

No entanto, observa-se também um conjunto de estações onde as médias são relativamente menores, sendo que estes estão concentrados no interior da RH II, além de um conjunto onde verifica-se em geral maiores índices de precipitação distribuídos ao longo ao ano, localizados junto à faixa litorânea.

De um modo geral, observa-se dois padrões distintos de precipitação média mensal, assinalados com cores diferentes no gráfico. De modo geral, observa-se a existência de um período mais chuvoso, entre outubro e março, além de um período mais seco, entre abril e setembro.

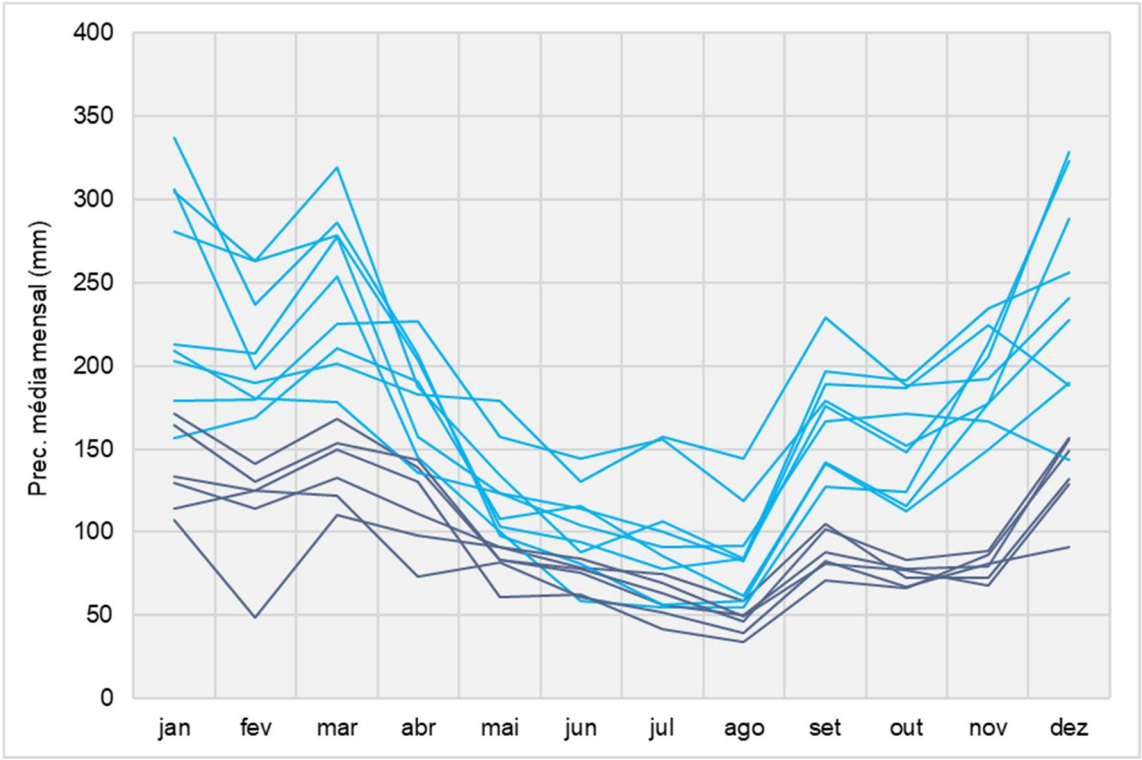


Figura 6.3 – Precipitação média mensal dos postos pluviométricos com dados disponíveis entre 1981 e 2000.

6.1.2. Estudos anteriores de disponibilidade hídrica

Neste item será feita uma breve descrição acerca da metodologia utilizada no processo de definição da disponibilidade hídrica na RH II em trabalhos anteriores, mais precisamente em relação à primeira versão do plano de recursos hídricos (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006), além do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2014).

6.1.2.1. Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim

O Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006) apresenta estudos referentes ao cálculo da disponibilidade hídrica das três bacias que então formavam a Unidade de Planejamento.

Para a determinação das vazões mínimas e médias em diversos locais, o consórcio ANA/Sondotécnica (2006) avaliou os resultados de dois estudos de regionalização de vazões desenvolvidos para a região, elaborados pela CPRM (2002) e por CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998). Para as vazões máximas, além do estudo de regionalização de vazões elaborado pela CPRM, foram reunidos e analisados os resultados dos estudos desenvolvidos por COPPETEC/FURNAS (2004).

O estudo apresentado pela CPRM (2002) representa valores médios de toda a bacia 59, a qual engloba também todas as regiões hidrográficas do Rio de Janeiro que drenam diretamente para o Oceano Atlântico, uma vez que apenas uma região homogênea foi definida. Dessa forma, o plano recomendou a utilização do estudo de regionalização desenvolvido pelo CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998) no contexto da elaboração do Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba.

Com relação a $Q_{7,10}$, devido ao número reduzido de estações com dados necessários para o cálculo desta vazão (apenas 5 postos com áreas de drenagem variando de 10 a 797 km^2), foi estabelecida uma equação de regionalização em função da vazão média. A expressão estabelecida nos estudos do Macro Plano é a seguinte:

$$Q_M = 0{,}426\ H_M - 65{,}04 \quad (6.1)$$

$$Q_{7,10} = 0{,}062\ Q_M - 0{,}018 \quad (6.2)$$

Onde:

Q_M = vazão média de longo termo (mm/ano)

H_M = precipitação média anual (mm/ano)

$Q_{7,10}$ = Vazão mínima média de sete dias e dez anos de recorrência (mm/ano)

As vazões $Q_{7,10}$ foram calculadas com base nas precipitações médias anuais obtidas do mapa de isoietas elaborado pela CPRM, (Brandão, 2000). Para efeito de comparação, foram calculadas também, na foz dos rios Guandu/Canal de São Francisco, da Guarda e Guandu Mirim, as vazões $Q_{7,10}$ com base nas precipitações elaboradas em CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998).

Nesse sentido, cabe uma análise crítica em relação à metodologia do Macro Plano, uma vez que a área de drenagem normalmente é uma variável com peso muito maior na regionalização, e adoção da precipitação como única variável pode incorrer em erros na estimativa das vazões

A Figura 6.4 e Figura 6.5 apresentam os perfis de vazões de referência mínima e média, calculadas a partir das equações de regionalização do CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998).

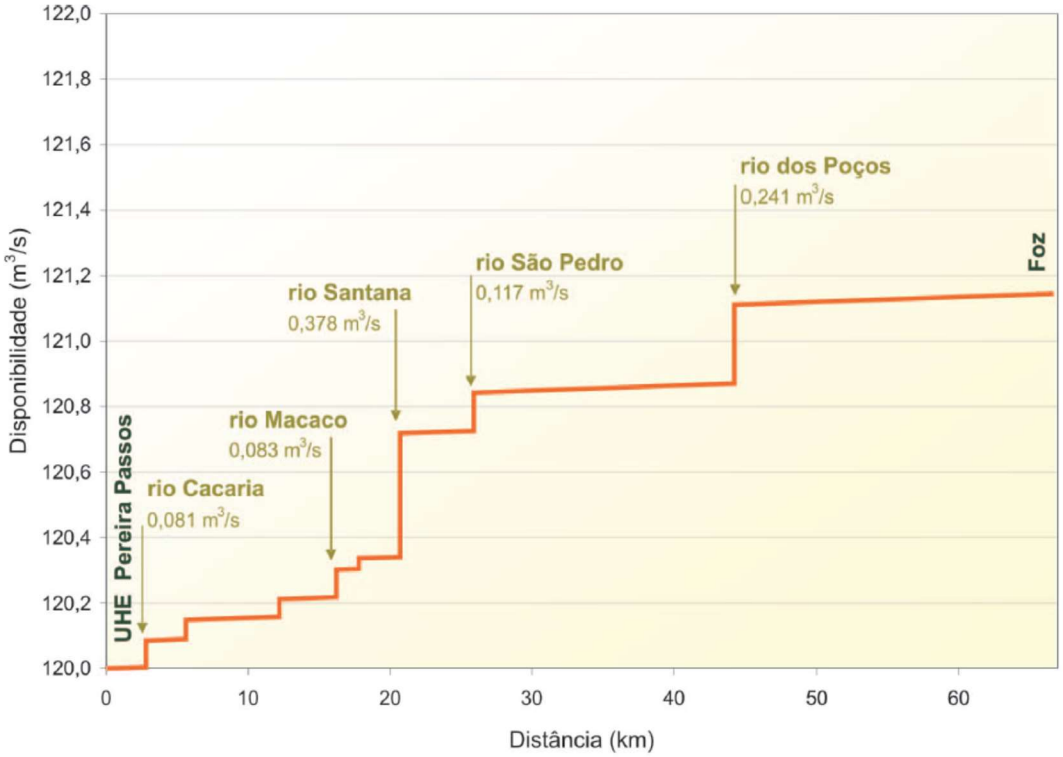


Figura 6.4 – Disponibilidade hídrica ao longo do rio Guandu ($Q_{7,10}$).
Fonte: ANA/SONDOTÉCNICA (2006)

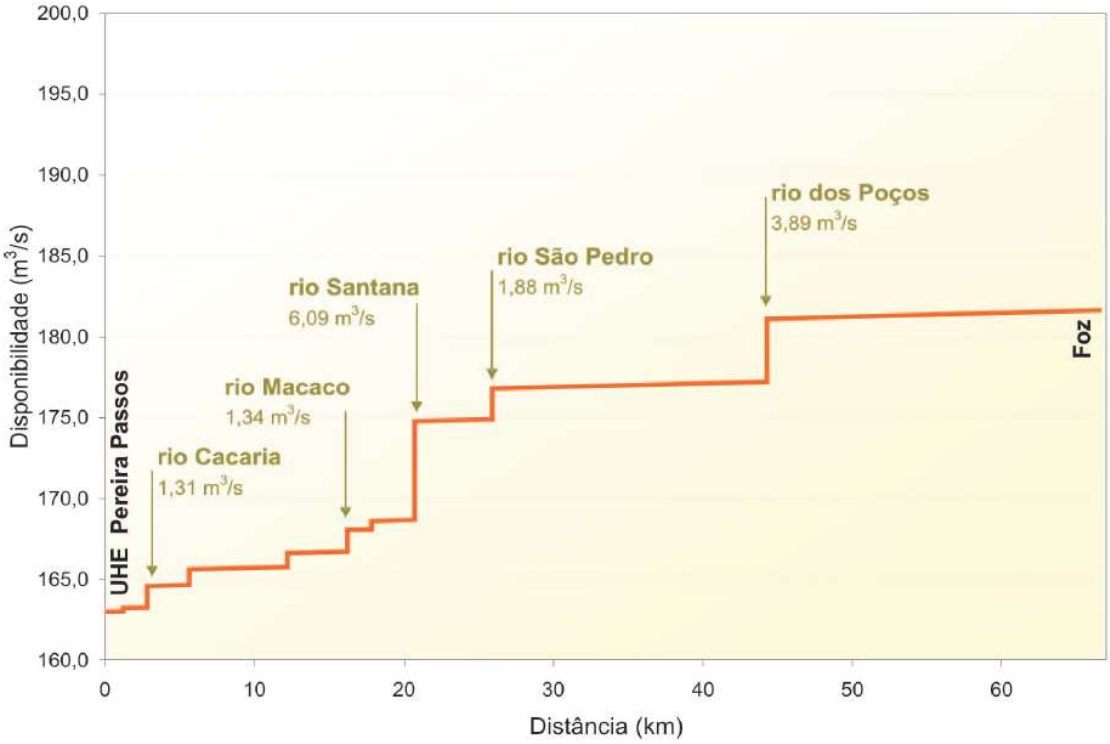


Figura 6.5 - Disponibilidade hídrica ao longo do rio Guandu (vazões médias).
Fonte: ANA/SONDOTÉCNICA (2006)

6.1.2.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos

No âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2014), as disponibilidades hídricas foram calculadas em cada uma das Unidades Hidrológica de Planejamento (UHP) de todas as Regiões Hidrográficas do Estado. Para isto, foram utilizadas metodologias de regionalização, além de uma etapa anterior de análise de consistência de dados das estações do INEA e do DNOS.

Foram calculados os valores de $Q_{7,10}$ (vazão mínima média de sete dias consecutivos e dez anos de recorrência), $Q_{95\%}$ (vazão com 95% de permanência) e Q_{MLT} (vazão média de longo termo) a partir dos dados observados dos postos fluviométricos de Lídice e Avenida Brasil, e em seguida, aplicando-se uma relação com a área de drenagem, foram estabelecidas as vazões para cada UHP.

O Quadro 6.7 apresenta a síntese de obtenção das vazões de referência e os respectivos valores de $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e Q_{MLT}.

Quadro 6.7 – Disponibilidade Hídrica nas Unidades Hidrológicas de Planejamento definidas no âmbito do PERH. Fonte: INEA, 2014

UHP	Nome UHP	Vazões (m³/s)			Metodologia
		$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	Q_{MLT}	
II-a	Rio Piraí – montante Tócos	2,5	3,7	11,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico de Lídice no rio Piraí.
II-b	Rio Piraí	4,6	6,7	20,9	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico de Lídice no rio Piraí.
II-c	Foz Rio Piraí – Rio Sacra Família	-	1	-	Vazão de referência adotada pela ANA.
II-d	Reservatório de Lajes	-	-	-	Disponibilidade Mínima igual a 16,5 m³/s. Vazão regularizada pelo reservatório de Lajes. Fonte: PERH-Guandu.
II-e	Rio Guandu	-	129,3	188,6	Vazões calculadas somando a vazão mínima e média defluente da UHE Pereira Passos (120 e 160 m³/s) com a $Q_{95\%}$ e Q_{MLT} da área incremental (foz-UHE Pereira Passos), obtidas por relação de área com o posto de Av. Brasil no rio Campinho.
II-f	Rios Litorâneos	-	3,4	10,4	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto Av. Brasil no rio Campinho.
II-g	Rio da Guarda	-	3,0	9,3	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto Av. Brasil no rio Campinho.
II-h	Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos	-	4,21	12,9	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto Av. Brasil no rio Campinho.

6.1.3. Estudo de Regionalização de vazões da RH II

Neste capítulo será apresentada a metodologia definida para o cálculo da disponibilidade hídrica na RH II. A região possui um elevado grau de modificação do regime de vazões devido à presença da infraestrutura hídrica que abastece a região metropolitana do Rio de Janeiro. Por esse motivo, a utilização dos registros históricos dos postos fluviométricos presentes na RH II deve ser analisada com cautela para a caracterização da disponibilidade natural hídrica da região.

6.1.3.1. Conjunto de dados utilizados

A metodologia utilizada para a realização da regionalização de vazões implica na utilização de dados observados dos postos fluviométricos, além de outras variáveis explicativas, como a área de drenagem e a precipitação.

Em relação aos dados de vazões, conforme visto no capítulo anterior, a região carece de dados, tanto em relação à disponibilidade de dados quanto à consistência dos mesmos. Para a aplicação do estudo de regionalização, selecionou-se apenas as quatro estações características do regime natural de vazões (Quadro 6.8).

Quadro 6.8 – Estações fluviométricas da RH II incluídas no estudo de regionalização.

Código ANA	Nome	Bacia	Resp./ Operadora	Área bacia (km²)	Curso d'água	Período de dados consistidos	
						Início	Fim
58335000	UHE NILO PEÇANHA LÍDICE	Piraí	LIGHT	108	RIO PIRAÍ	out/51	mar/96
58338000	FAZENDA SANTANA	Piraí	ANA	134	RIO DO BRAÇO	out/51	dez/61
59305112	AVENIDA BRASIL	Guandu-Mirim	INEA	32,2	RIO CAMPINHO	jul/69	ago/78
59305108	ESTRADA DO MATO ALTO	Cabuçu (Litorâneas)	INEA	60,6	RIO CABUÇU	mar/75	nov/86

Observa-se uma carência de registros de dados fluviométricos em bacias com áreas de drenagem acima de 150 km², o que decorre que qualquer análise de regionalização utilizando apenas estas estações estará incorrendo em extrapolações para trechos com área de drenagem acima deste patamar.

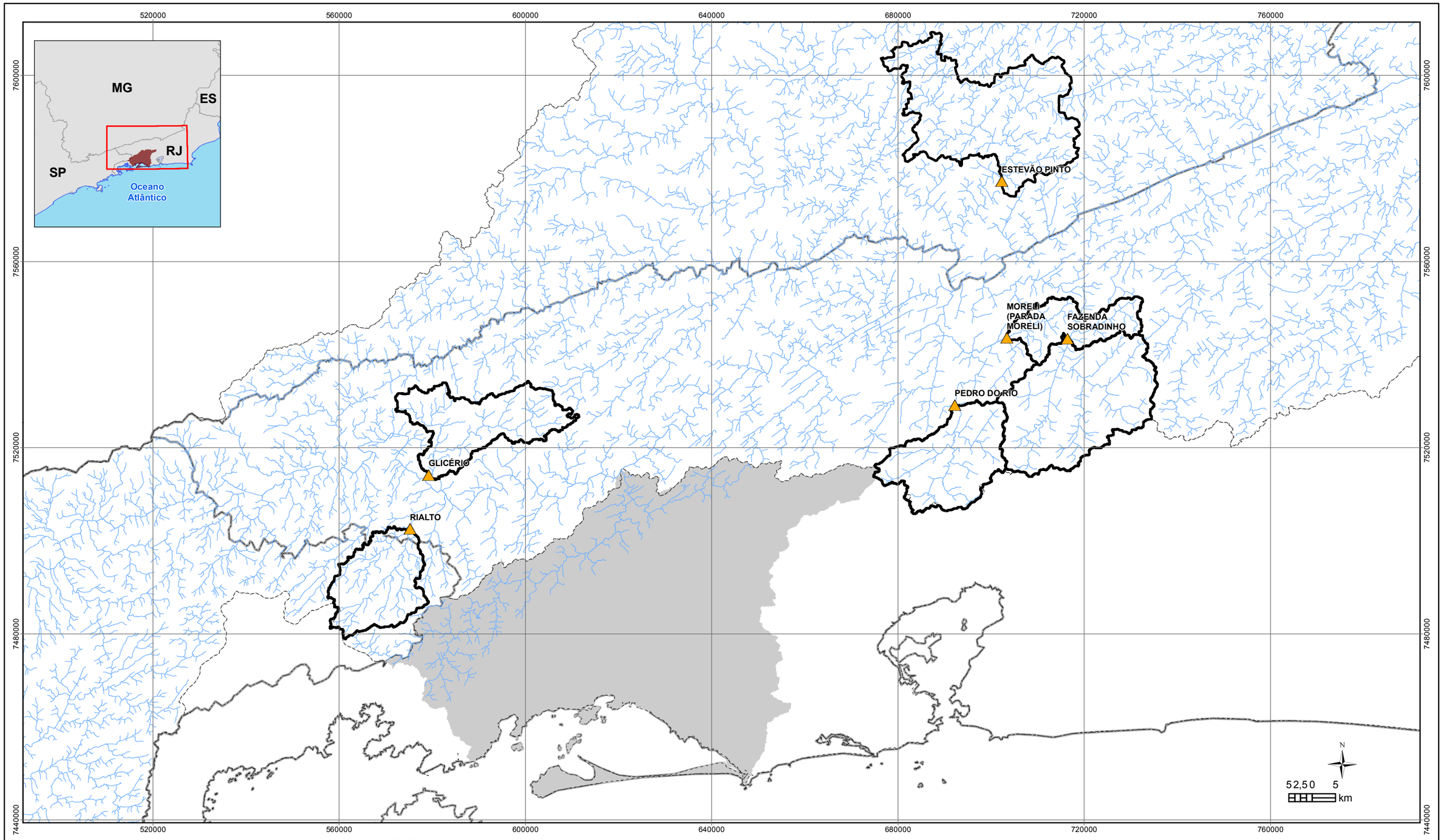
Por esse motivo, selecionou-se também algumas estações localizadas no entorno da RH II, conforme recomendação indicada em Tucci (2002), contemplando registros com áreas de drenagem um pouco maiores.

O Mapa 6.9 apresenta a localização de todas as estações utilizadas no estudo, tanto as localizadas dentro da RH II, quanto as selecionadas no seu entorno, e em seguida, o Quadro 6.9 lista as seis estações selecionadas no entorno da RH II.

Quadro 6.9 – Estações fluviométricas no entorno da RH II selecionadas para inclusão no modelo de regionalização.

Código	Nome	Município	Período de dados consistidos		Resp.	Rio	Área de drenagem (km²)
			Início	Fim			
58270000	Glicério	Barra Mansa (RJ)	set/67	dez/05	ANA	Rio Turvo	407
58287000	Rialto	Barra Mansa (RJ)	jun/96	dez/05	ANA	Rio Bananal	342
58420000	Fazenda Sobradinho	Teresópolis (RJ)	dez/35	dez/08	ANA	Rio Preto	719
58425000	Moreli	Petrópolis (RJ)	jan/62	dez/05	ANA	Rio Preto	930
58405000	Pedro do Rio	Petrópolis (RJ)	dez/31	dez/05	ANA	Rio Piabanha	435
58610000	Estevão Pinto	Mar de Espanha (MG)	out/31	dez/05	ANA	Rio Cagado	783

Os dados referentes a estes postos foram avaliados quanto à possibilidade de inclusão numa mesma região homogênea, tanto para as vazões médias quanto para as vazões mínimas, sendo analisadas separadamente nos itens que seguem.



LEGENDA

- Postos fluviométricos usados para o estudo de regionalização
- Hidrografia
- Massa d'água
- Limite da RH II
- Unidade da Federação
- Área de contribuição dos postos Fluviométricos

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:800.000

Mapa 6.9 - Localização das estações fluviométricas daRH II e entorno selecionadas para o estudo de regionalização

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Postos Fluviométricos: ANA, 2016

6.1.3.2. *Regionalização da vazão média*

A vazão média de longo termo (Q_{mlt}) é definida como a média das vazões da série temporal disponível. Já a vazão específica média (Q_{esp}) corresponde à relação entre a Q_{mlt} e a área de drenagem da bacia. A mesma representa a produção de vazão por unidade de área e se constitui em um indicador regional de escoamento. O Quadro 6.10 apresenta os valores de Q_{mlt}e Q_{esp}, tanto dos postos selecionados na RH II, quanto nas seis amostras em regiões vizinhas.

Quadro 6.10 – Valores de Q_{mlt} e Q_{esp} dos postos fluviométricos da RH II e das amostras selecionadas de outras regiões

Localização	Posto (código)	Posto (nome)	Área de drenagem (km²)	Q_{mlt} (m³/s)	Q_{esp} (L/s.km²)
RH II	58335000	Lídice	108	4,53	41,98
	58338000	Fazenda Santana	134	8,19	61,14
	59305108	Est. do Mato Alto	60	1,01	16,86
	59305112	Avenida Brasil	32	0,94	29,27
Regiões Vizinhas	58270000	Glicério	407	8,80	21,62
	58287000	Rialto	342	5,72	16,72
	58420000	Fazenda Sobradinho	719	16,37	22,77
	58425000	Moreli	930	18,94	20,37
	58405000	Pedro do Rio	435	10,90	25,05
	58610000	Estevão Pinto	783	14,46	18,47

6.1.3.2.1. *Metodologia de regionalização*

O procedimento para a regionalização das vazões médias é descrito a seguir:

- Cálculo da vazão média em cada ano da série de cada posto;
- Cálculo do valor médio da série de vazões médias anuais para cada posto;
- Obtenção da série adimensional da vazão média para cada ano para cada posto;
- Reordenamento dos valores adimensionais em ordem crescente para cada posto;
- Obtenção da curva de probabilidade adimensional *versus* variável adimensional de vazão;
- Identificação de regiões homogêneas;
- Exclusão dos postos considerados fora da região homogênea;
- Analise de regressão linear múltipla considerando os postos selecionados.

A probabilidade de não excedência para cada valor anual adimensional de vazão em cada posto, ou seja, a probabilidade com que valores amostrais igualem ou não superem o valor amostral considerado, pode ser interpretada como uma distribuição normal para o caso das vazões médias. Tucci (2002) apresenta a seguinte equação, onde m é a ordem da vazão amostral e N é o tamanho da amostra:

$$P(q \geq Q) = \frac{m - 3/8}{N - 1/4} \quad (6.3)$$

6.1.3.2.2. Identificação das regiões homogêneas

A seguir, serão apresentadas as curvas de probabilidade adimensional *versus* variável adimensional de vazão, considerando duas diferentes avaliações: inclusão dos postos previamente selecionados da RH II e inclusão das amostras de postos fluviométricos pertencentes a esta região homogênea.

A Figura 6.6 apresenta os valores anuais adimensionais de vazão versus a probabilidade de não superação dos postos da RH II representativos de séries naturais de vazões, conforme descrito no item anterior. Em seguida, na Figura 6.7 são incluídos os postos fluviométricos pertencentes às amostras selecionadas de outras bacias que tiveram uma distribuição semelhante à verificada na figura anterior. Dos seis postos previamente selecionados, apenas um deles não foi considerado na mesma região homogênea definida para a RH II (estação Rialto – cód. 58287000).

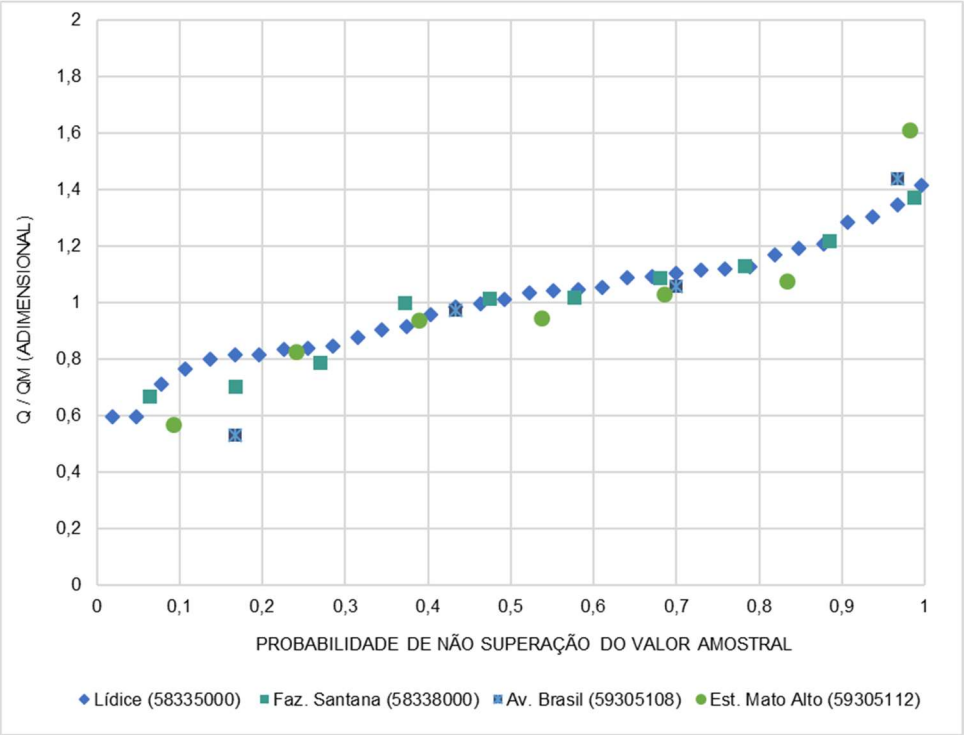


Figura 6.6 - Vazões diárias médias adimensionais *versus* probabilidade de não superação (postos fluviométricos da RH II representativos de vazões naturais).

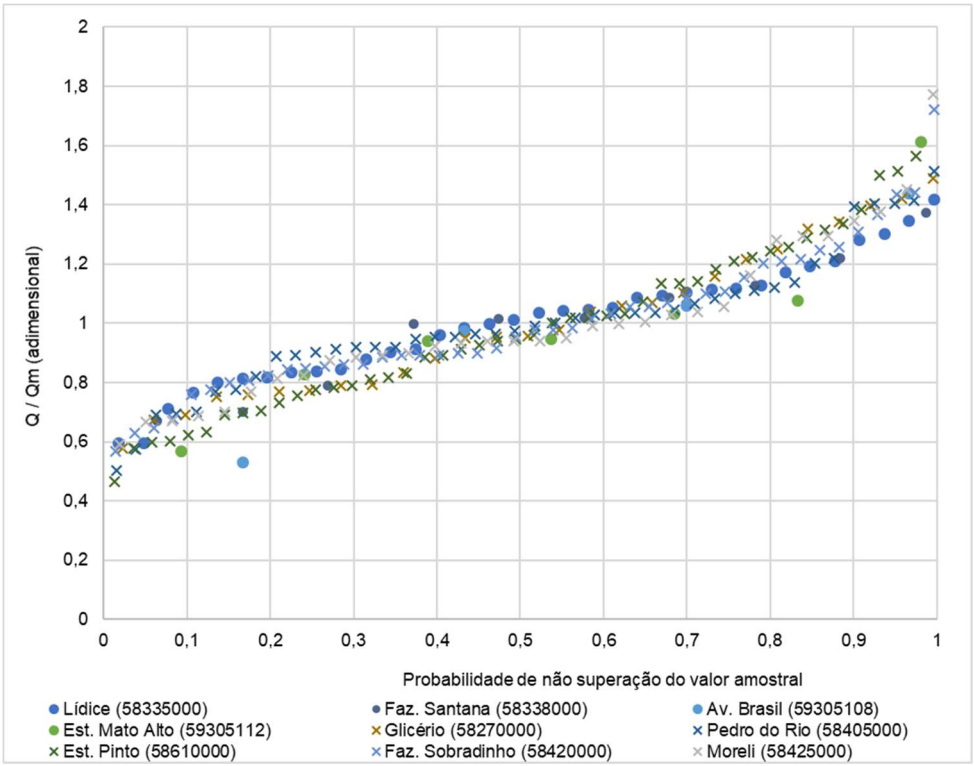


Figura 6.7 - Vazões diárias médias adimensionais versus probabilidade de não superação (inclusão dos postos localizados fora da RH II).

6.1.3.2.3. Resultado da regressão linear

A análise de regressão investiga como uma ou mais variáveis independentes podem afetar a variação da variável dependente. A função matemática que relaciona as variáveis é da seguinte forma:

$$Q = f(A, P_m, D_d, D) \quad (6.4)$$

Onde a variável dependente (vazão) pode ser relacionada através de variáveis como a área da bacia (A), precipitação média (Pm), densidade de drenagem (Dd), declividade do rio principal (D), entre outros.

Definidos os postos que possam ser enquadrados num mesmo padrão para a definição das vazões médias, o próximo passo é a aplicação de um modelo de regressão linear múltipla, relacionando a vazão média com a área de drenagem e a precipitação média anual. A aplicação da metodologia de regressão linear múltipla resultou na seguinte equação:

$$Q_{mlt} = 0.028\, {A_d}^{0,798} {P_m}^{2,460} \quad (6.5)$$

Onde A_d é a área de drenagem da bacia (km²) e P_m é a precipitação média anual da bacia (mm). O Quadro 6.11 apresenta os valores calculados de vazão média para todos os postos fluviométricos da RH II e para os postos de outras regiões utilizados na regressão. A memória de cálculo da regionalização das vazões médias é apresentada no ANEXO III, incluindo indicadores estatísticos como o R².

Quadro 6.11 – Resultados da regionalização das vazões médias de longo termo para os postos fluviométricos da RH II e entorno.

Localização	Posto (código)	Posto (nome)	Área de drenagem (km²)	Prec. anual (mm)	Q_{mlp} obs. (m³/s)	Q_{mlt} calc. (m³/s)	Dif. (%)
RH II	58335000	Lídice	108	1.753	4,53	4,69	-3,5%
	58338000	Fazenda Santana	134	1.741	8,19	5,48	33,1%
	59305108	Est. do Mato Alto	60	1.314	1,01	1,44	-42,7%
	59305112	Avenida Brasil	32	1.273	0,94	0,81	13,6%
Outras regiões	58270000	Glicério	410	1.676	8,80	12,18	-38,4%
	58405000	Pedro do Rio	435	1.577	10,90	10,99	-0,9%
	58610000	Estevão Pinto	783	1.632	14,46	19,12	-32,2%
	58420000	Faz. Sobradinho	715	1.628	16,37	17,68	-8,0%
	58425000	Moreli	930	1.564	18,94	19,74	-4,2%

Em relação às diferenças entre os valores observados e calculados, verificam-se valores mais significativos em relação às estações Fazenda Santana e Estrada do Mato Alto. No primeiro caso, observa-se que o posto Lídice, localizado em região próxima e com área de drenagem bastante similar, possui um valor de vazão média muito menor, sendo que o modelo de regionalização teve um resultado bastante satisfatório para este caso. Possivelmente existam outras variáveis não incluídas na regionalização que estejam acarretando no aumento das vazões médias, ou ainda existe a possibilidade de que a PCH Rio do Braço, localizada à montante da estação Faz. Santana, esteja interferindo no regime de vazões, alterando a série hidrológica natural. Em relação ao posto Estrada do Mato Alto, ressalta-se que esta estação está localizada na Bacia do Rio Cabuçu, que além de possuir uma área de drenagem muito pequena, é uma bacia intensamente urbanizada dentro do município do Rio de Janeiro, fato que também pode estar interferindo no regime natural de vazões.

6.1.3.3. Regionalização da vazão mínima

Dentro da série histórica de vazões, os menores valores da série, ou as vazões que não atendem às necessidades das demandas são ditas mínimas ou de estiagem. Esta é uma definição muito subjetiva, já que a vazão de estiagem não é caracterizada a partir de um valor da série histórica (Tucci, 2002). Para a caracterização da vazão mínima, o menor valor de uma série não possui tanta importância, e sim a média das vazões entre um determinado período de tempo. Uma duração de 7 dias consecutivos apresenta maior interesse ao usuário, já que a sequência de vazões baixas é que representa uma situação desfavorável para o atendimento das demandas.

6.1.3.3.1. Metodologia de regionalização

O procedimento para a regionalização das vazões mínimas é descrito a seguir:

- Cálculo da vazão mínima de 7 sete dias consecutivos em cada ano da série de cada posto;
- Cálculo do valor médio da série de vazões mínimas anuais para cada posto;
- Obtenção da série adimensional da vazão média para cada ano para cada posto;
- Reordenamento dos valores adimensionais em ordem crescente para cada posto;

- Obtenção da curva de variável reduzida *versus* variável adimensional de vazão;
- Identificação de regiões homogêneas;
- Exclusão dos postos considerados fora da região homogênea;
- Regionalização de curva adimensional de frequência e do respectivo fator de adimensionalização;
- Análise de regressão linear múltipla e obtenção dos valores finais regionalizados

Para o cálculo das probabilidades dos dados adimensionais foi ajustada uma distribuição de extremos de Gumbel para as vazões mínimas. A distribuição de extremos de Gumbel é dada por:

$$P(q \geq Q) = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (6.6)$$

$$y = \frac{Q - \mu}{\alpha} \quad (6.7)$$

$$\alpha = 0{,}78.S \quad (6.8)$$

$$\mu = M - 0{,}5772.\alpha \quad (6.9)$$

Onde:

M é a média e S o desvio padrão da série;

$P(q \geq Q)$ é a probabilidade do valor de uma variável μ ser maior ou igual ao valor Q;

y é chamada de variável reduzida ; e

μ e α são parâmetros da distribuição estimados com base na média e o desvio padrão dos valores da série.

A vazão extrema para um dado tempo de retorno T será dada por:

$$Q(T) = \left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R * Q_{mr} \quad (6.10)$$

Onde:

$Q(T)$ é a vazão máxima ou mínima estimada para período de retorno T;

$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$ é o termo adimensional da curva de frequência regional para período de retorno T;

Q_m é a média aritmética das vazões máximas ou mínimas em cada estação, e Q_{mr} é a vazão média máxima ou média mínima estimada pela equação de regressão múltipla.

6.1.3.3.2. Definição das regiões homogêneas

Neste item será discutido o estabelecimento de regiões homogêneas para as vazões mínimas através das curvas de variável reduzida versus vazão mínima adimensional, aplicada em distribuições como a de Gumbel, que avaliam extremos. A variável reduzida também pode ser entendida como o tempo de retorno, dado pela relação $y = -ln[-ln(1 - {}^{1}/_{T})]$. Ou seja, para um tempo de retorno de 10 anos, temos por exemplo y=2,25.

A Figura 6.8 apresenta um gráfico indicando as vazões mínimas adimensionais versus variável adimensional das estações da RH II com séries naturais de vazões. Em seguida, a Figura 6.9 apresenta o mesmo gráfico incluindo as estações externas consideradas na mesma região homogêneas. No caso das vazões mínimas, das seis estações amostradas, apenas três puderam ser incluídas no estudo, correspondendo às estações Glicério (58270000), Pedro do Rio (58405000) e Estevão Pinto (58610000).

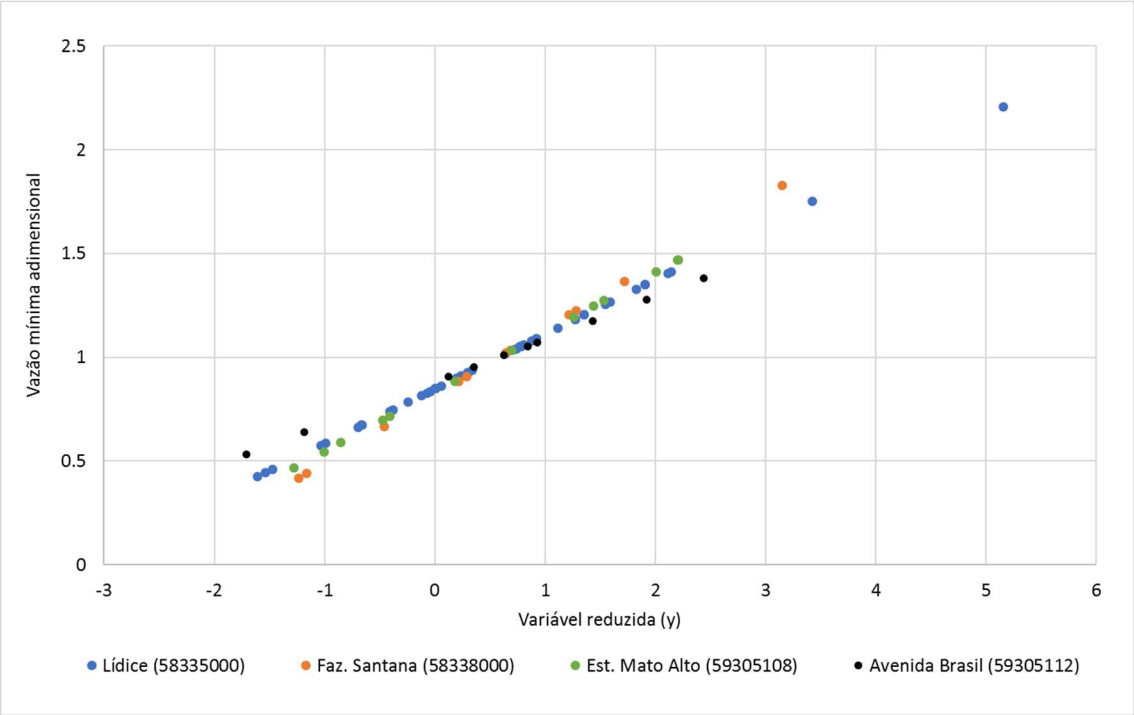


Figura 6.8 - Vazões diárias mínimas adimensionais versus variável adimensional da distribuição de Gumbel.

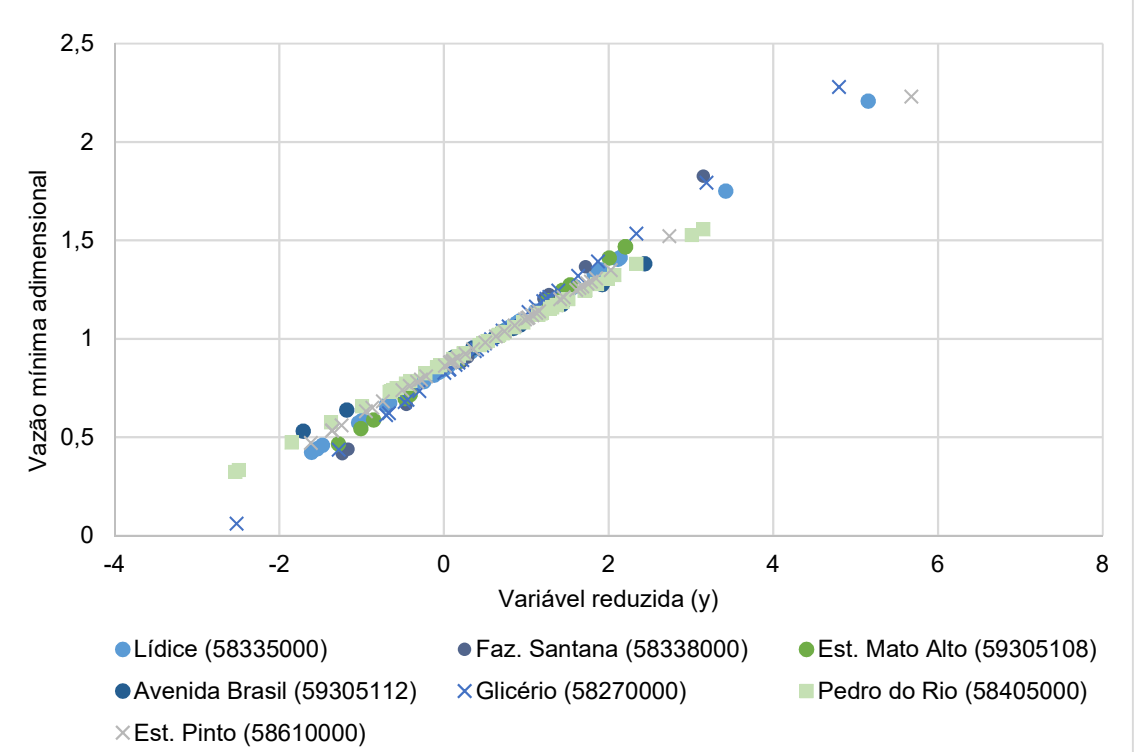


Figura 6.9 - Vazões diárias mínimas adimensionais versus variável adimensional da distribuição de Gumbel (inclusão dos postos fluviométricos das bacias vizinhas dentro da região homogênea).

Observa-se que incluindo os postos fluviométricos de bacias vizinhas, aumenta-se a faixa de interpolação da variável de área de drenagem, uma vez que os postos que podem ser utilizados na regressão possuem uma área máxima de 134 km², e os postos que foram acrescentados na análise possuem áreas que variam de 400 e 700 km². Utilizando os pontos plotados no gráfico da Figura 6.9 é possível criar uma curva média regional que representa um ajuste entre a vazão mínima adimensional em função da variável reduzida (Figura 6.10). A equação ajustada é a que segue, onde q é a vazão mínima adimensional e y é a variável reduzida.

$$q = 0{,}265\, y + 0.8519 \qquad (6.11)$$

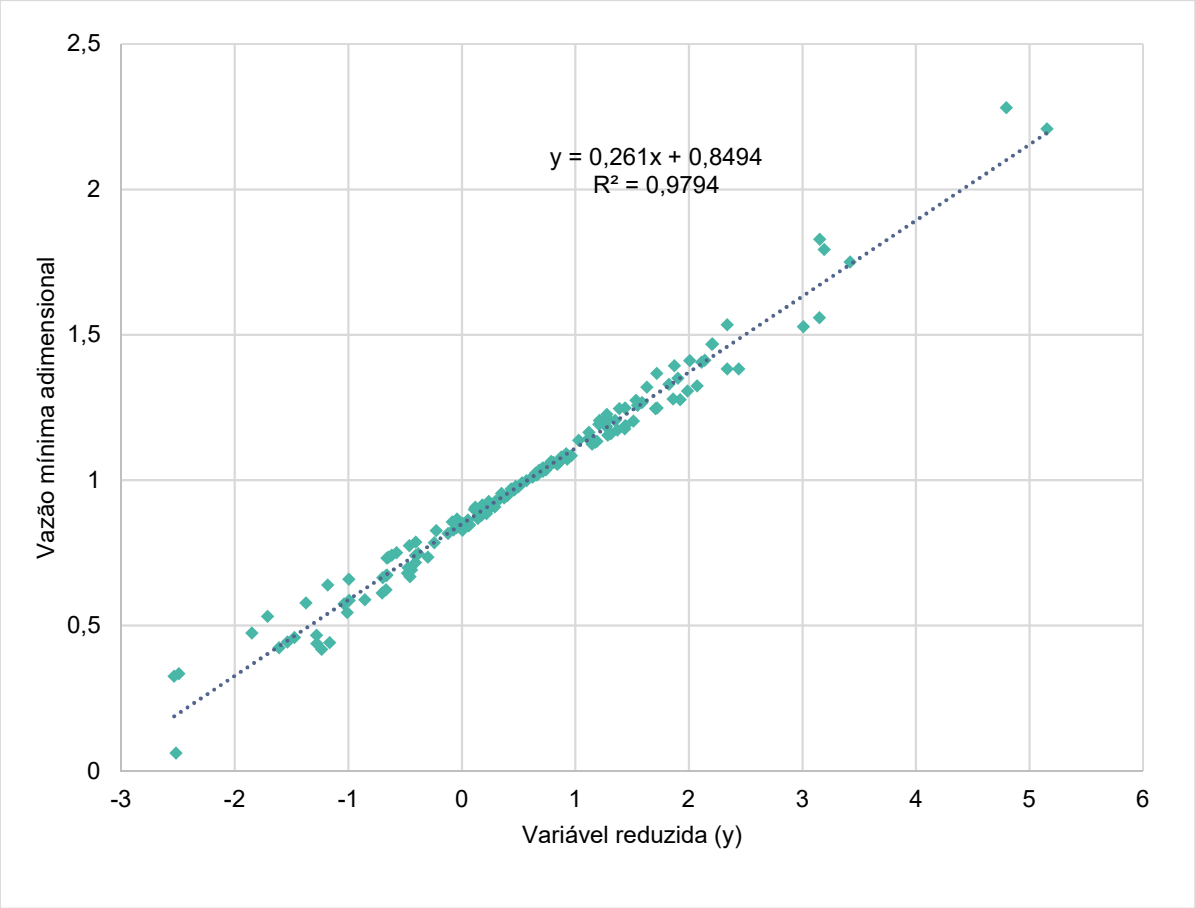


Figura 6.10 – Curva de ajuste entre a vazão mínima adimensional e a variável reduzida.

Assim sendo, para um tempo de retorno de 10 anos (y = -0,8340), temos um q = 0,6064, o qual será utilizado na regionalização da vazão mínima de sete dias consecutivos com 10 anos de tempo de retorno.

6.1.3.3.3. Resultado da regressão linear e da regionalização para um período de retorno de 10 anos

Definidos os postos que possam ser enquadrados numa mesma região homogênea para as vazões mínimas, o próximo passo é a aplicação de um modelo de regressão linear múltipla, relacionando a vazão média com a área de drenagem e a precipitação média anual. A aplicação da metodologia de regressão linear múltipla resultou na equação definida abaixo:

$$Q_{min} = 0{,}006\, {A_d}^{0{,}927} {P_m}^{1{,}976} \tag{6.12}$$

Onde A_d é a área de drenagem da bacia (km²) e P_m é a precipitação média anual da bacia (m).

De acordo com a equação 6.10, no caso das vazões mínimas, para a obtenção da vazão regionalizada com determinado período de retorno, é necessário multiplicar o valor obtido pela regressão pelo fator adimensional obtido na equação 6.11. Assim sendo, a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos será dada pela relação abaixo:

$$Q_{7,10} = 0{,}6064\, Q_r \tag{6.13}$$

$$Q_{7,10} = 0{,}0036\, {A_d}^{0{,}927} {P_m}^{1{,}981} \tag{6.14}$$

A Figura 6.11 apresenta os resultados da regionalização da vazão mínima nos locais correspondentes às estações incluídas no estudo. A vazão $Q_{7,10}$ obtida a partir dos dados observados foi calculada utilizando a distribuição estatística de Weibull. A memória de cálculo dos valores indicados é apresentada no Quadro 6.12 e no ANEXO IV, o qual inclui indicadores estatísticos como o R^2.

Quadro 6.12 - Resultados da regionalização das vazões mínimas de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno para os postos fluviométricos da RH II e entorno.

Localização	Posto (código)	Posto (nome)	Área de drenagem (km²)	Prec. anual (mm)	$Q_{7,10}$ obs. (m³/s)	$Q_{7,10}$ calc. (m³/s)	Dif. (%)
RH II	58335000	Lídice	108	1.753	1,047	0,841	19,7%
	58338000	Fazenda Santana	134	1.741	1,196	1,014	15,2%
	59305108	Est. do Mato Alto	60	1.314	0,163	0,275	-67,9%
	59305112	Avenida Brasil	32	1.273	0,165	0,144	12,8%
Outras regiões	58270000	Glicério	410	1.676	2,030	2,655	-30,5%
	58405000	Pedro do Rio	435	1.577	2,080	2,486	-19,3%
	58610000	Estevão Pinto	783	1.632	4,04	4,594	-13,6%

6.1.3.4. Regionalização da curva de permanência

Para o cálculo de vazões características da curva de permanência, foi adotado um procedimento semelhante ao cálculo das vazões médias de longo termo Neste caso, foram escolhidos três patamares da curva, relativos à $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{98\%}$, mantendo os postos fluviométricos verificados como característicos de uma mesma região homogênea para as vazões mínimas. Aplicou-se a metodologia de regressão linear múltipla para os quatro postos da RH II e para os três postos da região de entorno, resultando nas equações definidas abaixo:

$$Q_{90\%} = 0{,}007 {A_d}^{0{,}879} {P_m}^{2{,}361} \quad (6.15)$$

$$Q_{95\%} = 0{,}005 {A_d}^{0{,}890} {P_m}^{2{,}419} \quad (6.16)$$

$$Q_{98\%} = 0{,}007 {A_d}^{0{,}816} {P_m}^{1{,}956} \quad (6.17)$$

O Quadro 6.13 apresenta os valores observados e calculados das estações incluídas na regressão, em seguida, a Figura 6.11 apresenta os resultados das diferenças percentuais para cada vazão na forma gráfica. Observa-se, pelos valores e pelas figuras, que a diferença entre os valores observados e calculados gira em torno de 30%, em alguns casos, superestimando, e em outros casos subestimando em relação ao valor observado. As maiores diferenças foram encontradas no posto Estrada do Mato Alto (59305108) na bacia do rio Cabuçu (UHP 11), mas cabe destacar também o elevado grau de ocupação urbana desta área, o que pode estar influenciando na alteração do regime hidrológico.

Quadro 6.13 – Valores observados, calculados e diferença percentual dos valores de permanência analisados.

Posto (código)	$Q_{90\%}$			$Q_{95\%}$			$Q_{98\%}$		
	Obs. (m³/s)	Calc. (m³/s)	Dif. (%)	Obs. (m³/s)	Calc. (m³/s)	Dif. (%)	Obs. (m³/s)	Calc. (m³/s)	Dif. (%)
Lídice (58335000)	1,76	1,66	6%	1,45	1,35	7%	1,19	1,00	16%
Faz. Santana (58338000)	2,60	1,98	24%	2,10	1,61	23%	1,65	1,17	29%
Est. Mato Alto (59305108)	0,37	0,50	-37%	0,26	0,40	-55%	0,23	0,35	-50%
Av. Brasil (59305112)	0,31	0,27	14%	0,27	0,21	22%	0,23	0,20	14%
Glicério (58270000)	3,74	4,80	-28%	3,10	3,96	-28%	1,70	2,69	-58%
Pedro do Rio (58405000)	3,67	4,27	-16%	3,05	3,51	-15%	2,09	2,45	-17%
Est. Pinto (58610000)	6,06	4,77	21%	5,03	3,91	22%	4,05	2,84	30%

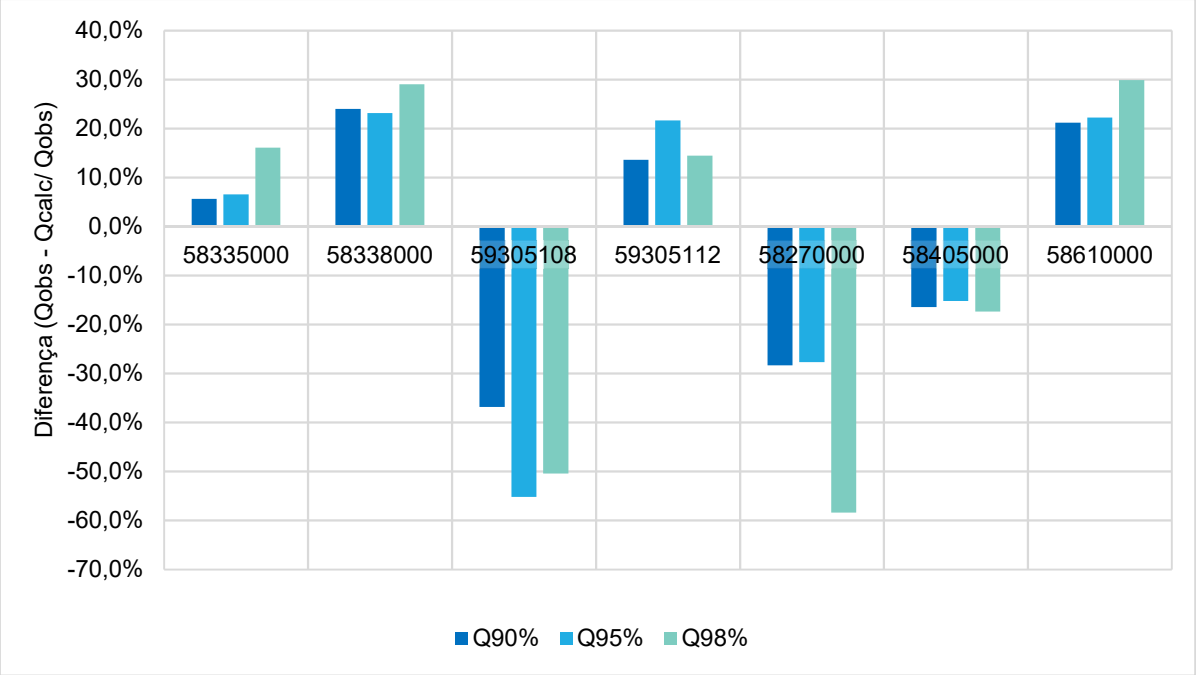


Figura 6.11 – Diferença entre os valores observados e calculados em relação aos valores de permanência analisados.

6.1.4. Disponibilidade Hídrica na RH II

Neste item será apresentado o processo de distribuição das equações de regionalização em toda a RH II, além da inserção das principais infraestruturas hídricas responsáveis pela alteração do regime natural de vazões.

Adotou-se uma segmentação em torno de 2000 microbacias de área variável, em processo similar às ottobacias da Agência Nacional de Águas. Serão geradas informações de disponibilidade hídrica para cada um dos segmentos gerados.

6.1.4.1. Processo de segmentação da RH II

O processo de segmentação da RH II em pequenas unidades de bacia é o mesmo no qual foram geradas as Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs), já descrito anteriormente.

Basicamente, são utilizadas técnicas de geoprocessamento, onde a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), é possível realizar a delimitação das bacias da RH II e sua segmentação em unidades menores.

O processo de delimitação de bacias é feito automaticamente, e para tanto utiliza-se uma ferramenta produzida pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) denominada IPH-Hydro Tools. O IPH-Hydro Tools é um pacote de ferramentas que funciona como um *plugin* do software livre de SIG MapWindow, permitindo ao usuário extrair atributos como rede de drenagem, bacias e sub-bacias a partir de modelos digitais de elevação disponível de forma gratuita (https://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/iph-hydro-tools/).

A Figura 6.12 apresenta o resultado do processo de discretização da RH II. Ao todo, foram definidos 2200 segmentos de bacia com área média de 1,7 km². Todos os segmentos carregam consigo informações importantes como área de drenagem e comprimento dos trechos de rio, além das informações topológicas de conectividade entre cada unidade.

Além disso, para que fosse possível a aplicação das equações de regressão em cada segmento de bacia, foi necessário adicionar os valores de precipitação média anual em cada um dos trechos.

Uma vez que a precipitação não está somente relacionada com a unidade de microbacia, mas sim com toda a área de drenagem, para cada uma das microbacias foi calculada a precipitação média de toda a área de montante.

A Figura 6.13 apresenta a precipitação média anual em cada um dos cerca de 2200 segmentos, considerando em cada trecho a sua área acumulada, e não somente os limites da unidade.

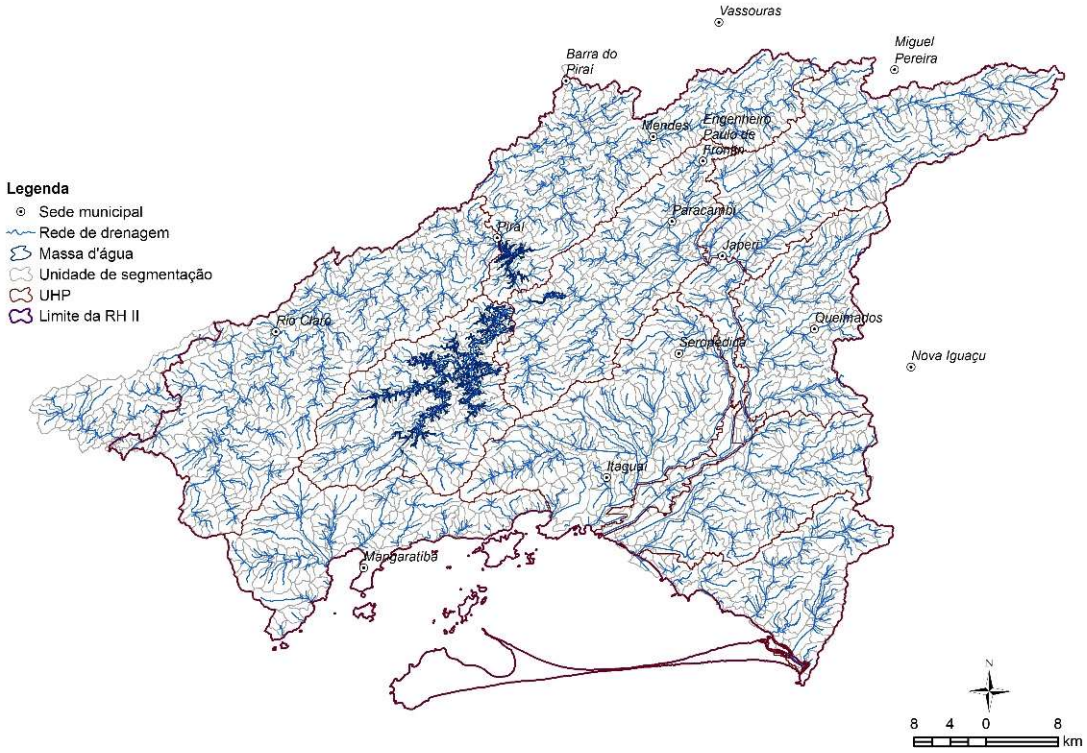


Figura 6.12 – Resultado do processo de discretização da RH II em segmentos de bacia.

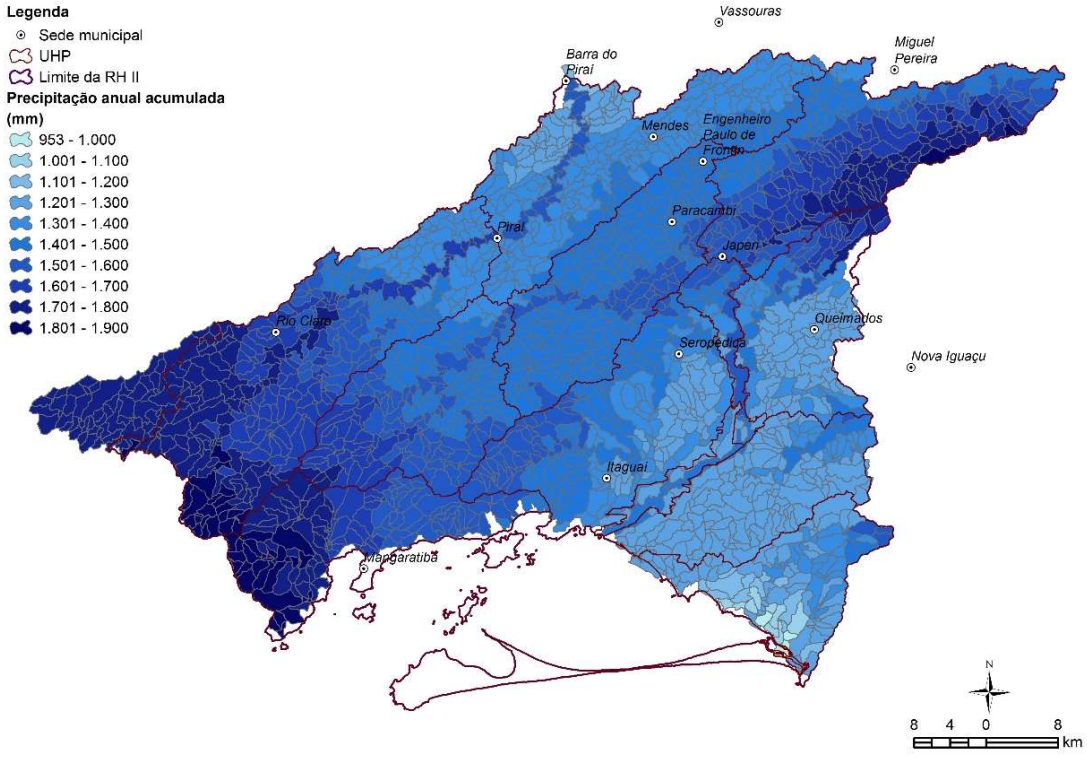
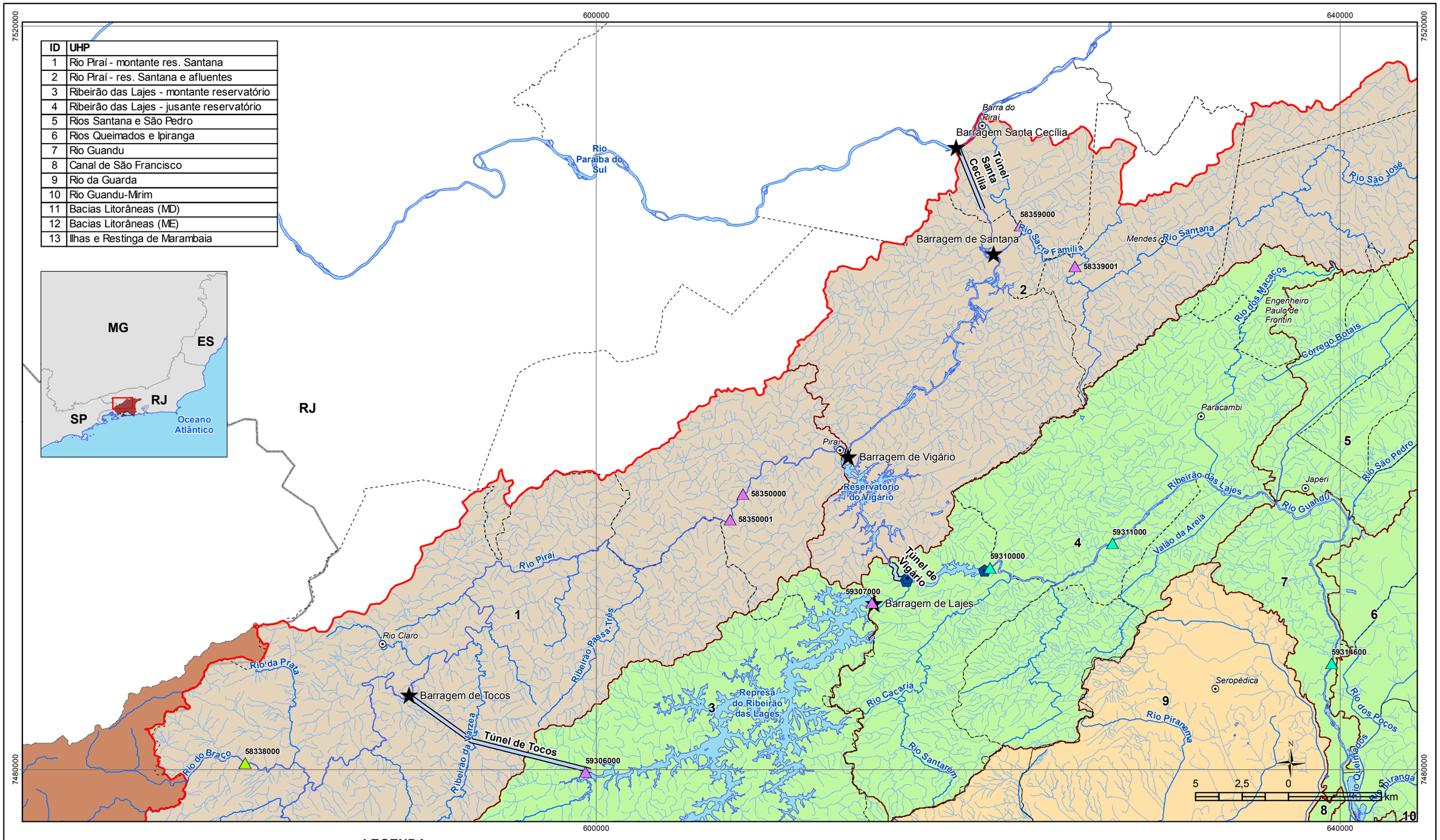


Figura 6.13 – Precipitação média anual em cada uma das unidades de discretização definidas para a RH II.

6.1.4.2. Definição das operações das infraestruturas hídricas

6.1.4.2.1. Reservatório de Tócos e transposição do rio Piraí

O rio Piraí, ao longo do século passado, recebeu algumas obras de infraestrutura hídrica que acabaram acarretando em modificações profundas no regime natural de vazões desta bacia. As principais obras referem-se à barragem de Tócos e seu túnel de transferência para o Reservatório de Lajes, além do Reservatório de Santana em seu curso final, fazendo parte da estrutura de transposição das águas do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, onde pode-se dizer que neste curso há uma inversão do fluxo natural das águas do Piraí. O Mapa 6.10 apresenta as principais obras existentes na bacia do rio Piraí, além da rede de monitoramento fluviométrico.



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Usina
- Barragem

Postos fluviométricos

Classificação quanto à presença / qualidade dos dados

- Com séries de vazão
- Dados afetados pela transposição
- Dados alterados pela infra-estrutura hídrica
- Túneis / Estações elevatórias

- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Bacias Hidrográficas

Bacia_Hidrografica

- Rio Guandu
- Rio Piraí
- Rio da Guarda

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:200.000

Mapa 6.10 - Principais obras de infraestrutura hídrica na Bacia do rio Piraí

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017

No ano de 1913, construiu-se o reservatório de Tócos, no Rio Piraí, e um túnel para que as águas desse reservatório desviassem para o reservatório de Lajes, no intuito de aumentar a vazão regularizada deste último.

Esse túnel desvia, por gravidade, as águas do Reservatório de Tócos para Lajes, tendo capacidade máxima de adução de 25 m³/s. O reservatório de Lajes é operado para atender a um grupo gerador da UHE Fontes Nova e não tem o objetivo de sustentar a operação normal para produção de energia na UHE Pereira Passos, uma vez que sua afluência média, considerando o desvio do reservatório de Tócos é de apenas 18 m³/s (VIEIRA, 1997).

A barragem de Tócos possui uma bacia com área de drenagem de 380 km², um volume útil de 5,29 hm³ e de acordo com a regionalização, possui uma vazão média de longo termo de 12,3 m³/s.

Existem poucas informações a respeito da operação da Barragem de Tócos e de sua defluência de jusante. Sabe-se, entretanto, que existe uma redução significativa da disponibilidade hídrica ao observarmos os registros de vazões dos postos fluviométricos localizados à jusante da barragem.

Para definição da defluência de jusante da barragem, analisou-se os registros da estação 59306000 (UHE Fontes Nova – Rosário), referente à saída do túnel que transpõe as águas de Tócos até o Reservatório de Lajes.

Obteve-se, no banco de dados de telemetria da ANA, séries de vazões de 2011 a 2017. A partir dela, verificou-se uma vazão média de 9,7 m³/s, e uma $Q_{90\%}$ de 4,12 m³/s, de acordo com a Figura 6.14.

Considera-se que estes valores representem as transferências médias e mínimas do rio Piraí a partir da barragem de Tócos, e uma vez que a barragem possui uma capacidade muito pequena de armazenamento, será admitida a hipótese de que ela não aconteça, e que haja uma redução da disponibilidade hídrica à jusante da barragem.

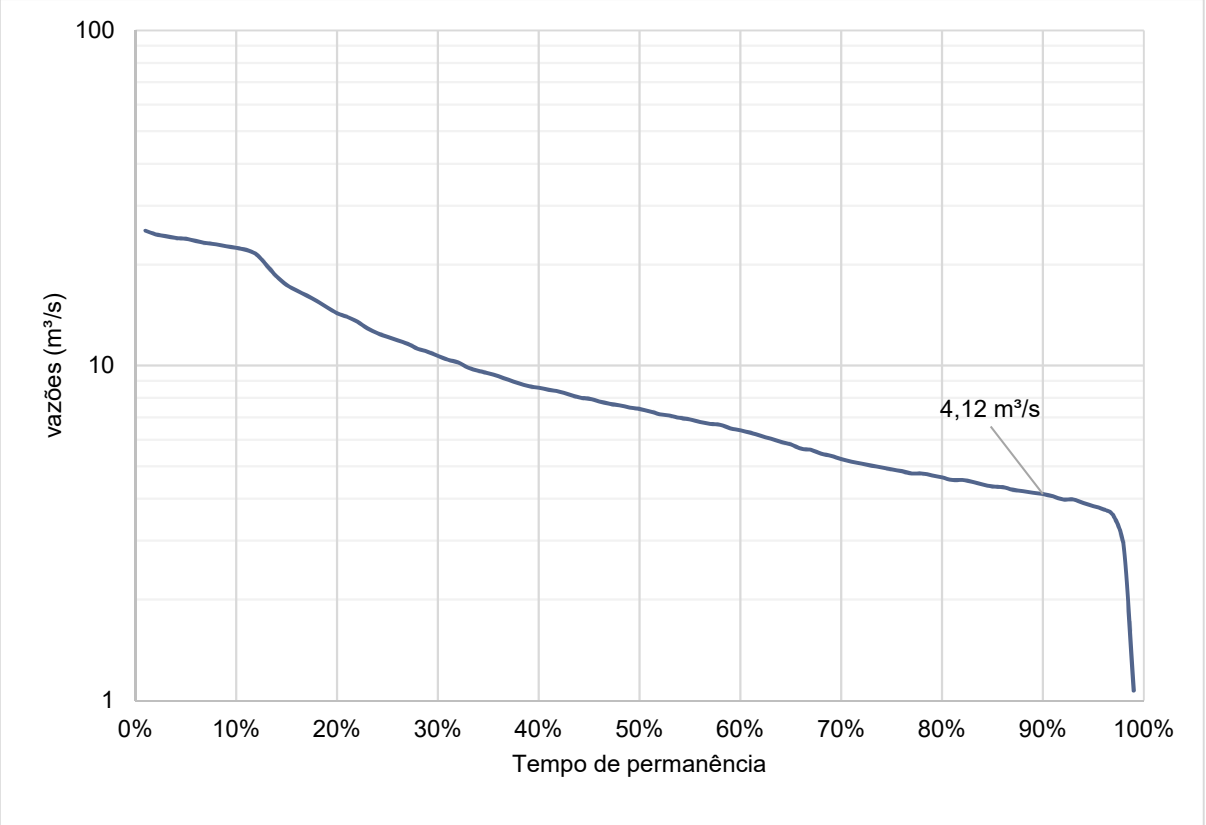


Figura 6.14 – Curva de permanência da estação 59306000 (saída do túnel da transposição de Tócos).

Esta hipótese pode ser confirmada ao analisarmos as séries de vazões dos postos Fazenda Nova Esperança (cód. ANA 58350001) e Fazenda Bela Vista (cód. ANA 58350000). O Quadro 6.14 e Quadro 6.15 apresentam uma análise comparativa das vazões de referência observadas e calculadas para cada um dos postos fluviométricos analisados. Pode-se observar uma diferença razoavelmente constante nas reduções da disponibilidade hídrica, podendo-se admitir a hipótese de que a defluência de Tócos está associada com a diferença observada nestes locais.

Quadro 6.14 – Vazões de referência observadas e calculadas no posto Faz. Nova Esperança (58350001).

	Vazões de referência (m³/s)				
	Q_{mlt}	**$Q_{90\%}$**	**$Q_{95\%}$**	**$Q_{98\%}$**	**Q_{710}**
Qcalc	16,129	6,638	5,494	3,658	3,702
Qobs	5,750	0,871	0,706	0,519	0,320
Dif (%)	64%	87%	87%	86%	91%

Quadro 6.15 - Vazões de referência observadas e calculadas no posto Fazenda Bela Vista (58350000).

	Vazões de referência (m³/s)				
	Q_{mlt}	$Q_{90\%}$	$Q_{95\%}$	$Q_{98\%}$	$Q_{7,10}$
Qcalc	16,33	6,74	5,58	3,72	3,77
Qobs	4,72	0,89	0,54	0,00	0,43
Dif (%)	71%	87%	90%	100%	89%

Observa-se que as reduções verificadas nos postos à jusante da barragem são razoavelmente similares com as vazões verificadas na saída no túnel na estação Rosário. Com base nesses critérios, foram definidos os seguintes valores de defluência à jusante do Reservatório de Tócos, alterando os valores de disponibilidade hídrica no trecho do Piraí entre Tócos e o Reservatório de Santana:

Quadro 6.16 – Definição das regras de operação da defluência da Barragem de Tócos, no rio Piraí.

Vazão ref.	Vazões (m³/s)		Regra de operação
	montante Tócos	jusante Tócos	
Q_{mlt}	12,26	2,26	Transferência de 10 m³/s da vazão média
$Q_{7,10}$	2,58	0,26	Redução de 90% das vazões mínimas

6.1.4.2.2. Vazões de referência nos trechos dos reservatórios Santana, Vigário e Ribeirão das Lajes

Para a definição das vazões de referência nos trechos referentes aos principais reservatórios e da transposição do rio Paraíba do Sul, utilizou-se as estações fluviométricas não incluídas no estudo de regionalização, mas que possuem registros de dados que traduzem as regras de operação adotadas nestas estruturas.

Primeiramente, analisou-se as séries de vazões disponíveis na estação Santanésia (cód. ANA 58359000), a jusante da barragem de Santana, próximo à foz do rio Piraí. O rio Piraí tem praticamente todo o seu curso desviado para a bacia do rio Guandu, tanto no seu curso médio, na barragem de Tócos, quanto em seu curso final, através do reservatório de Santana e do bombeamento pela UEL Vigário.

A referida estação, com dados de 1940 a 1975, representa as defluências operacionalizadas na barragem de Santana, e uma análise da curva de permanência desta série de dados é apresentada na Figura 6.15. Observa-se que aparentemente existe uma regra que garante a liberação de pelo menos 1 m³/s nos períodos mais secos. A vazão média de longo termo observada neste ponto é cerca de 4 m³/s, muito menor do que os 18 m³/s calculados pelo método de regionalização para este ponto.

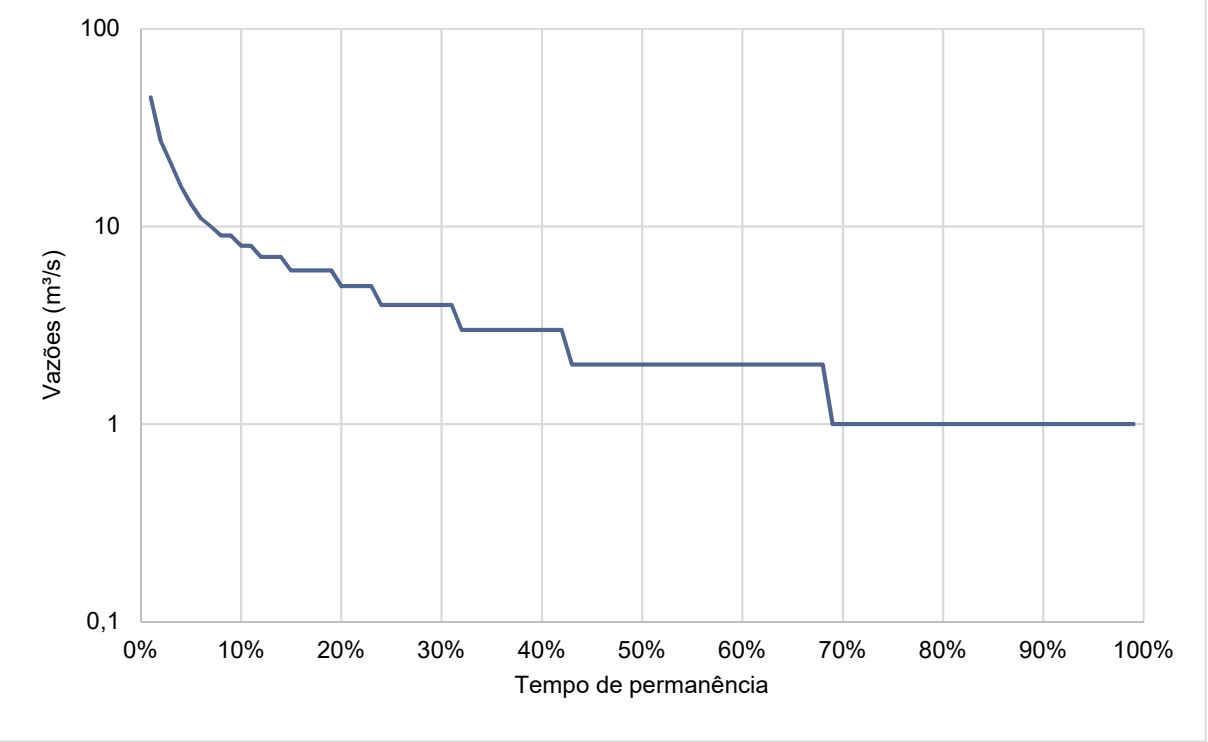


Figura 6.15 – Curva de permanência do posto 58359000 (jusante reservatório de Santana – rio Piraí).

Analisou-se também os valores de vazão afluente e defluente do reservatório Ribeirão das Lajes, no período de 2010 a 2017 (Figura 6.16). É possível observar claramente duas regras de operação em vigor, a primeira regularizando uma vazão de 16 m³/s, e a segunda, num patamar de 10 m³/s.

Isto é condizente com a regra de operação verificada no plano anterior, cuja vazão regularizada seria de 16,5 m³/s. Além disso, a média das vazões afluentes de longo período é de 13,5 m³/s, um pouco menor do que a vazão média de longo termo calculada no ponto de barramento (7,8 m³/s) somada com a contribuição da transposição do rio Piraí (9,7 m³/s).

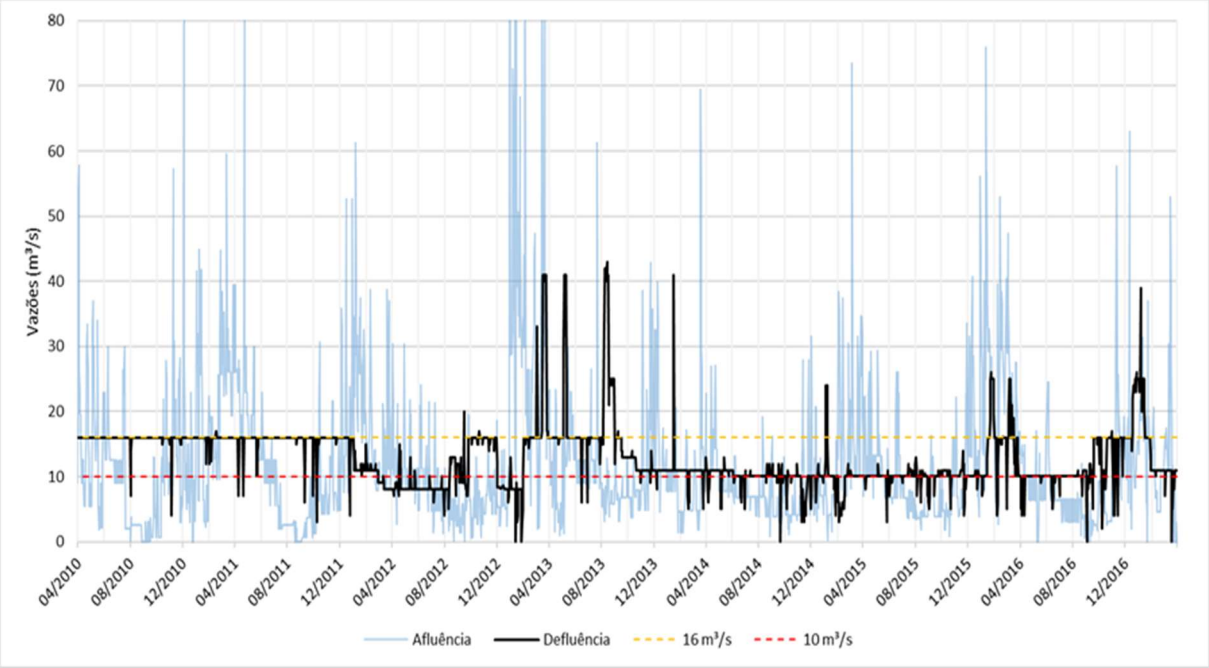


Figura 6.16 – Séries de vazões afluente e defluente do reservatório Ribeirão das Lajes, no período de 2010 a 2017.

A Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382, de 7 de dezembro de 2015, entrou em vigor no dia 30 de novembro de 2016, conforme acordado entre os gestores federal (ANA) e estaduais (DAEE, INEA e IGAM). Esta resolução define as novas regras de operação do Sistema Hidráulico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. A nova resolução reduz os limites mínimos de vazão e define estágios de deplecionamento para cada um dos reservatórios instalados na bacia hidrográfica. Cada reservatório passa a operar com os seguintes limites mínimos de vazão instantânea: Paraibuna: 10 m³/s; Santa Branca: 30 m³/s; Jaguari: 4 m³/s; Funil: 70 m³/s; Santa Cecília: 71 m³/s; e Pereira Passos: 120 m³/s. O bombeamento para o rio Guandu em Santa Cecília, responsável pelo abastecimento de cerca de nove milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, passa a ser de 119 m³/s, considerando a média diária.

Foram obtidas também as séries de defluências do reservatório Pereira Passos, cujos dados estão disponíveis na plataforma SAR (Sistema de Acompanhamento de Reservatórios), sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas. A Figura 6.17 apresenta as séries de defluência do reservatório a partir do ano de 2010. Foram incluídos também três patamares de vazão, o primeiro referente à defluência média até o ano de 2014 (160 m³/s), limite mínimo de 120 m³/s adotado pela resolução, além do valor mínimo de 70 m³/s observado em 2015, durante o período da crise hídrica na região sudeste.

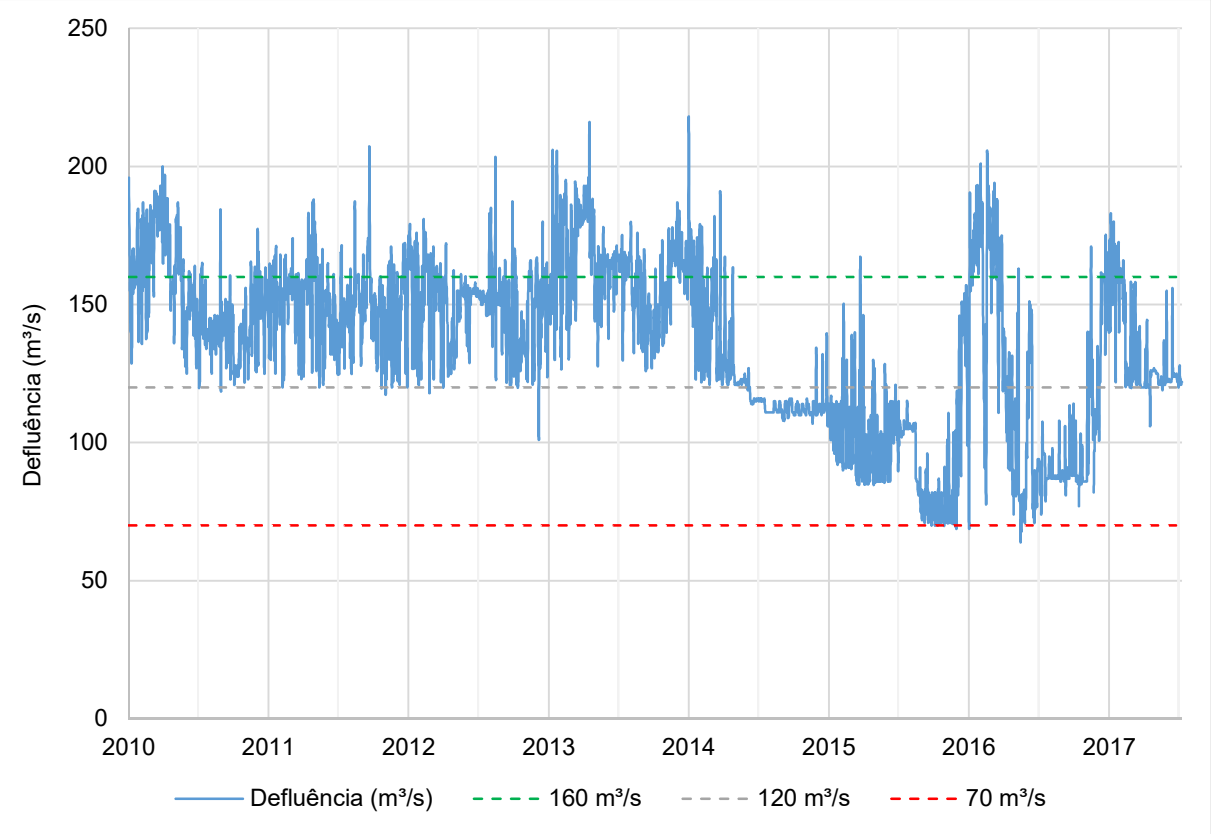


Figura 6.17 – Séries de defluências observadas no reservatório Pereira Passos no período entre 2010 e 2017. Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (ANA, 2017).

Reunindo estas informações, podemos construir um cenário modificado de disponibilidade hídrica, no qual as principais operações verificadas neste capítulo são incluídas, alterando os valores naturais de vazão.

O Quadro 6.17 apresenta as regras de operação adotadas na construção deste cenário modificado de vazões. Observa-se que foram adotadas regras tanto para os trechos que correspondem à reservatórios quanto para as defluências de cada barramento. Para o reservatório de Lajes, adotou-se sua vazão média afluente como sendo a vazão de referência nos trechos, tanto para as vazões médias quanto para as vazões mínimas.

Para a defluência, adotou-se os patamares de 16 e 10 m³/s observados na Figura 6.16. Para os trechos dos reservatórios de Santana, Vigário e Ponte Coberta, admite-se a hipótese de que a vazão disponível é equivalente a vazão bombeada em Santa Cecília, definida em 160 m³/s para as vazões médias, e dois patamares de vazão mínima (a liberação mínima operacional, definida em 120 m³/s, além de um mínimo excepcional observado nas séries de vazão defluente, definido em 70 m³/s).

Quadro 6.17 – Definição das vazões defluentes nos principais reservatórios da RH II.

Reservatórios	Defluência (m³/s)	
	Vazão média	Vazões mínimas
Res. Lajes	16	10
Res. Santana	4,4	1
Res. Vigário	-	-
Res. Ponte Coberta (UHE Pereira Passos)	160	120 / 70

6.1.4.3. Aplicação do modelo de balanço hídrico e distribuição final dos valores das vazões de referência

Definidas as vazões de referência e as regras de operação das principais estruturas hídricas da RH II, o próximo passo é a inserção destas modificações em relação à disponibilidade hídrica natural, para que enfim seja definido um cenário de disponibilidade hídrica que inclua a disponibilidade natural e as alterações por conta das transposições e reservatórios.

Para realização da inserção destas modificações, será feita uma aplicação inicial do modelo de balanço hídrico SIGBAH, num cenário sem nenhuma demanda e com a presença dos reservatórios. O modelo SIGBAH será apresentado com maiores detalhes no capítulo de balanço hídrico quantitativo.

6.1.4.3.1. Resultados da disponibilidade por UHP

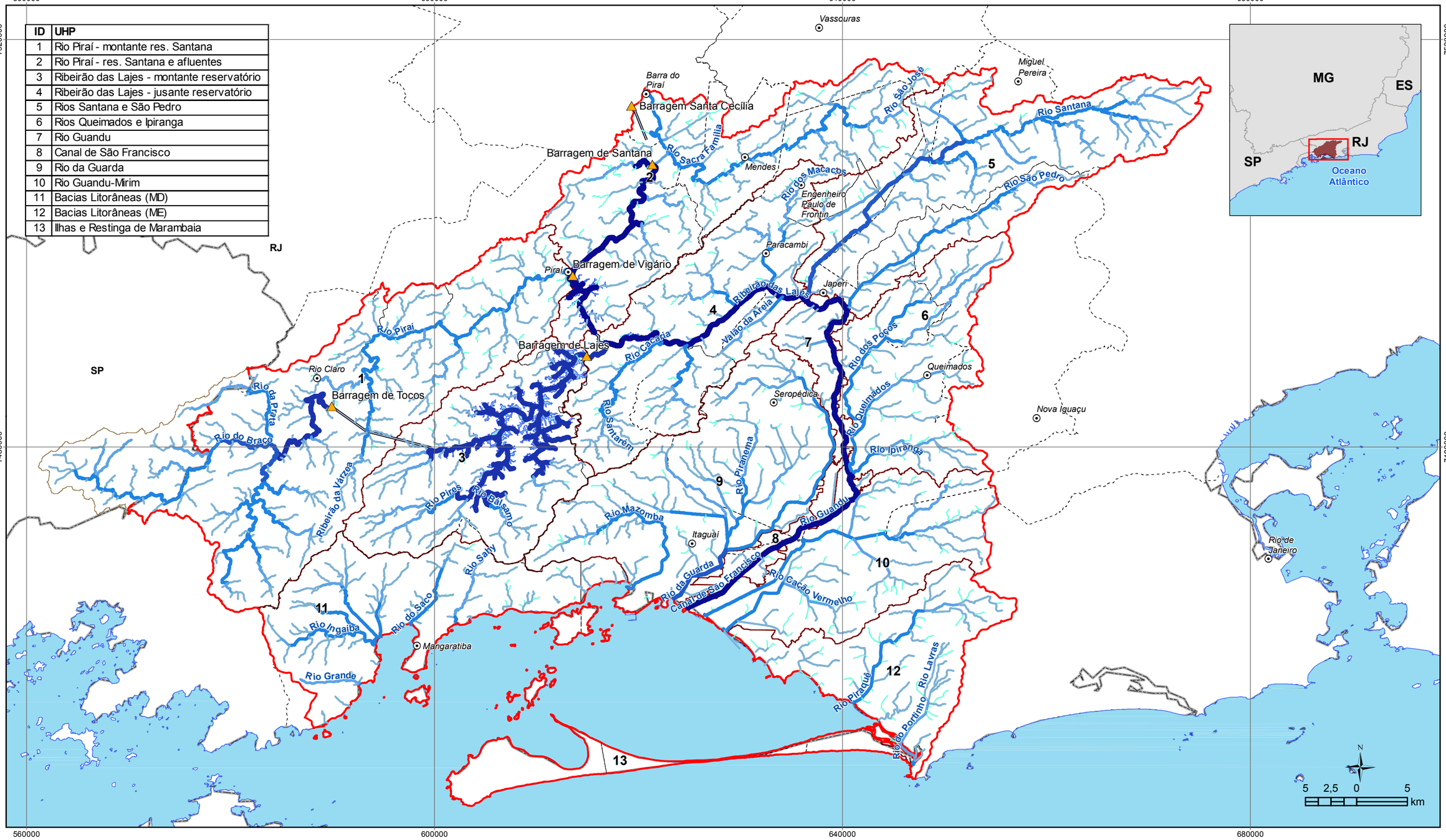
Neste item serão apresentados os valores finais de disponibilidade hídrica por UHP, considerando tanto o cenário natural, ou seja, aquele proveniente dos resultados da regionalização, quanto o cenário de vazões modificadas pela presença da infraestrutura hídrica na RH II, que é o cenário mais próximo da realidade.

Em relação a vazão operada em Pereira Passos, definiu-se um patamar de 120 m³/s para todos os cenários de vazão avaliados. O Quadro 6.18 a seguir apresenta os valores das vazões de referência calculadas para cada UHP.

As linhas em destaque representam a disponibilidade final em cada UHP, e as demais linhas representam a disponibilidade em trechos representativos dentro das UHPs.

Quadro 6.18 – Disponibilidade hídrica natural e modificada por UHP

UHP	Trecho	Q_{mlt} (m³/s)		$Q_{90\%}$ (m³/s)		$Q_{95\%}$ (m³/s)		$Q_{7,10}$ (m³/s)	
		Nat.	Mod.	Nat.	Mod.	Nat.	Mod.	Nat.	Mod.
01	Rio Piraí - montante Tócos	12,24	12,24	4,81	4,81	3,97	3,97	2,58	2,58
	Rio Piraí - montante res. Santana	**16,82**	**6,82**	**6,99**	**2,65**	**5,79**	**2,21**	**3,95**	**1,62**
02	Rio Sacra Família	4,05	4,05	1,54	1,54	1,25	1,25	0,89	0,89
	Rio Piraí - exutório	**20,97**	**6,59**	**9,12**	**2,17**	**7,56**	**1,97**	**5,39**	**1,78**
03	**Ribeirão das Lages – mont. barragem**	**7,90**	**16,09**	**3,10**	**10,04**	**2,54**	**10,03**	**1,75**	**10,02**
04	Rio dos Macacos	2,33	2,33	0,82	0,82	0,66	0,66	0,45	0,45
	Ribeirão das Lages – mont. rio Santana	**13,46**	**166,45**	**5,62**	**122,46**	**4,63**	**122,04**	**3,27**	**76,49**
05	Rio Santana	8,50	8,50	3,34	3,34	2,73	2,73	1,86	1,86
	Rio São Pedro	3,82	3,82	1,35	1,35	1,09	1,09	0,69	0,69
	Total UHP	**12,32**	**12,32**	**4,68**	**4,68**	**3,82**	**3,82**	**2,55**	**2,55**
06	Rio dos Poços	3,09	3,09	1,13	1,13	0,91	0,91	0,63	0,63
	Rio Queimados	4,00	4,00	1,52	1,52	1,23	1,23	0,88	0,88
	Rio Ipiranga	1,22	1,22	0,42	0,42	0,33	0,33	0,24	0,24
	Total UHP	**8,32**	**8,32**	**3,07**	**3,07**	**2,47**	**2,47**	**1,75**	**1,75**
07	**Rio Guandu**	**24,19**	**136,18**	**10,73**	**127,58**	**8,92**	**126,33**	**6,43**	**124,95**
08	**Canal de São Francisco**	**24,49**	**136,48**	**10,90**	**127,74**	**9,05**	**126,47**	**6,55**	**124,77**
09	Rio da Guarda	5,54	5,54	2,19	2,19	1,78	1,78	1,30	1,30
	Rio Mazomba	2,62	2,62	0,93	0,93	0,75	0,75	0,51	0,51
	Total UHP	**8,15**	**8,15**	**3,12**	**3,12**	**2,53**	**2,53**	**1,81**	**1,81**
10	Rio Guandu-Mirim	3,24	3,24	1,23	1,23	0,99	0,99	0,73	0,73
	Canal do Itá	1,74	1,74	0,63	0,63	0,50	0,50	0,37	0,37
	Total UHP	**4,98**	**4,98**	**1,86**	**1,86**	**1,49**	**1,49**	**1,09**	**1,09**
11	Rio Ingaíba	4,58	4,58	1,61	1,61	1,31	1,31	0,81	0,81
	Rio São Brás	1,53	1,53	0,49	0,49	0,39	0,39	0,24	0,24
	Total UHP	**14,15**	**14,15**	**4,49**	**4,49**	**3,60**	**3,60**	**2,20**	**2,20**
12	Rio Piraquê	2,04	2,04	0,75	0,75	0,60	0,60	0,44	0,44
	Rio do Portinho	1,04	1,04	0,36	0,36	0,28	0,28	0,21	0,21
	Total UHP	**4,24**	**4,24**	**1,46**	**1,46**	**1,15**	**1,15**	**0,84**	**0,84**



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Vazões médias modificadas (m³/s)

- 0,03 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 5,00
- 5,01 - 10,00
- 10,01 - 20,00
- 20,01 - 136,43

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

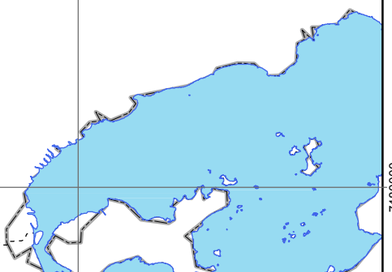
PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.11 – Disponibilidade hídrica superficial: Distribuição dos valores de vazões médias de longo período

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Vazões médias: Profill, 2017

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

RJ SP

Vassouras Miguel Pereira Barra do Piraí Barragem Santa Cecília Barragem de Santana Mendes Rio São José Rio Santana Rio Sacra Família Rio dos Macacos Engenheiro Paulo de Frontin Rio São Pedro Paracambi Barragem de Vigário Piraí Japeri Ribeirão das Lajes Rio Piraí Rio Claro Barragem de Lajes Rio Cachoeira Vala do Área Rio dos Poços Queimados Barragem de Tocos Seropédica Rio Queimados Nova Iguaçu Rio da Prata Rio do Braço Rio Santanésia Rio Ipiranga Ribeirão da Várzea Rio Pires Rio Bálsamo Rio Piranema Rio Mazomba Rio Guandu Itaguaí Rio Sahy Rio da Guarda Canal de São Francisco Rio Cação Vermelho Rio do Saco Rio Ingaíba Mangaratiba Rio Grande Rio Piraquê Rio Lavras Rio do Portinho

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N

5 2,5 0 5 km

560000 600000 640000 680000

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Vazões mínimas - Q7,10 (m³/s)

- 0,00 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 5,00
- 5,01 - 10,00
- 10,01 - 20,00
- 20,01 - 136,43

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.12 – Disponibilidade hídrica superficial: Distribuição dos valores de vazões mínimas

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Vazões mínimas: Profill, 2017

6.1.4.3.2. Resultados da disponibilidade através de perfis de vazão

6.1.4.3.2.1. Trechos principais

A seguir, são apresentados alguns gráficos representando a variação da vazão de referência ao longo do perfil longitudinal dos principais cursos d'água, representando tanto a vazão natural quanto as modificações geradas pela presença da infraestrutura hídrica.

A Figura 6.18 apresenta o perfil de vazões médias ao longo do rio Piraí até o início do reservatório de Santana. Destaca-se a verificação da vazão média na estação Lídice, a entrada da contribuição do rio do Braço, além do ponto definido como a barragem de Tócos, onde há uma profunda alteração na disponibilidade hídrica devido à transposição do Túnel de Tócos.

Em seguida, a Figura 6.19 apresenta a mesma comparação considerando o cenário de $Q_{7,10}$. Para o caso das vazões médias, observa-se que a regra adotada ajustou-se muito bem aos pontos observados de jusante, mas para o caso da $Q_{7,10}$ a transposição parece ter um efeito ainda mais restritivo na disponibilidade mínima.

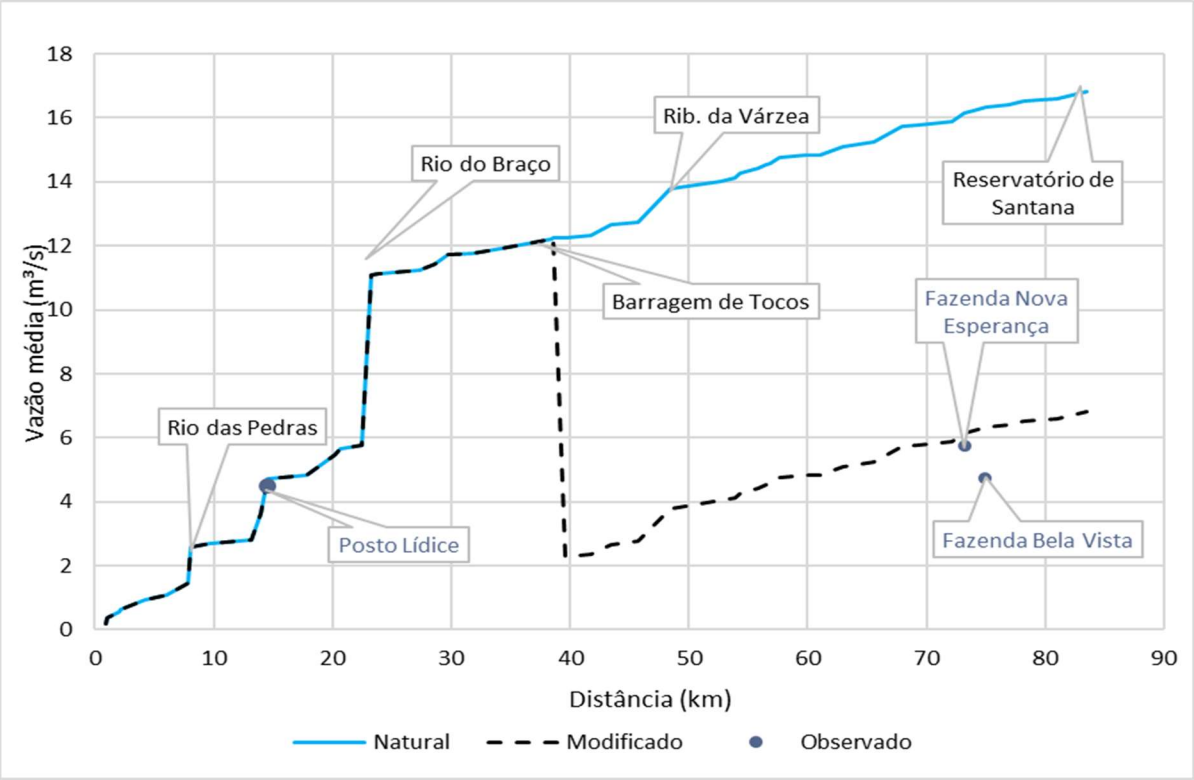


Figura 6.18 – Perfil de vazões ao longo do rio Piraí, desde a nascente até o início do reservatório de Santana (vazões médias).

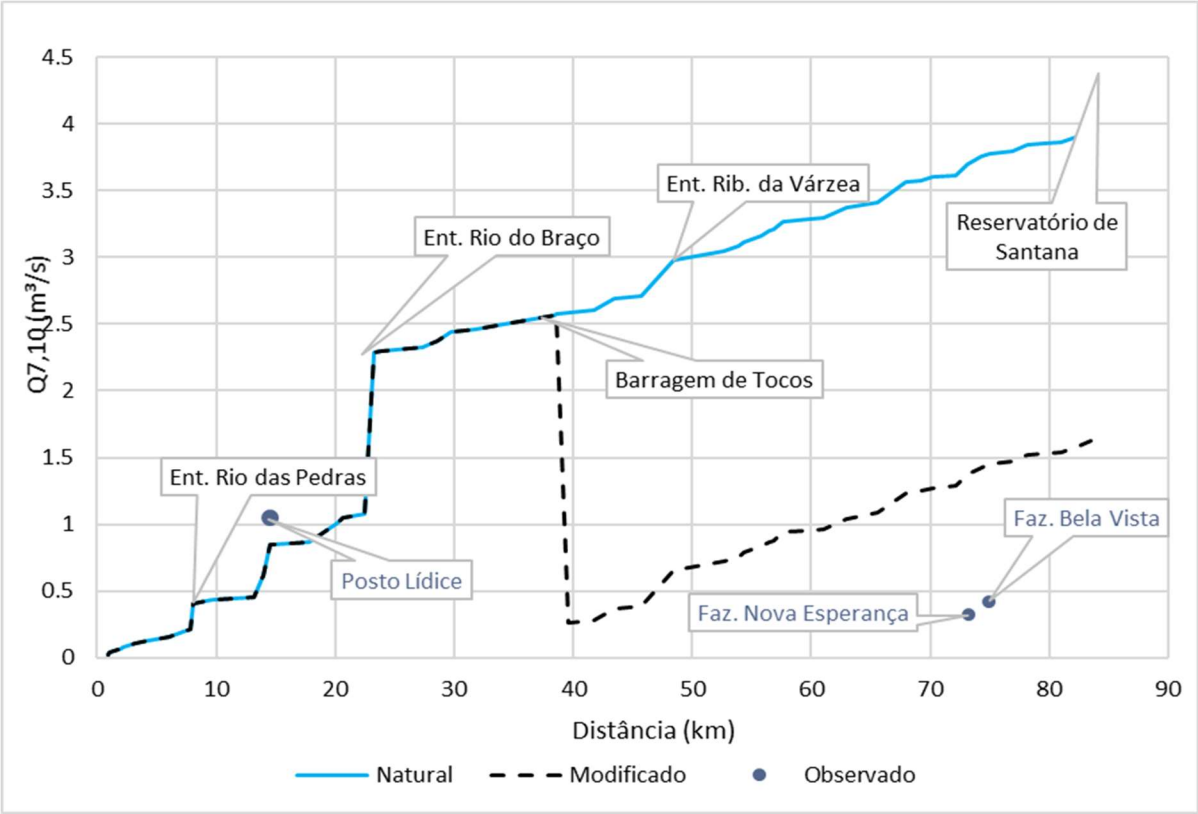


Figura 6.19 - Perfil de vazões ao longo do rio Piraí, desde a nascente até o início do reservatório de Santana ($Q_{7,10}$).

Em seguida, a Figura 6.20 e a Figura 6.21 apresentam os perfis de vazão média e mínima para todo o curso principal da bacia do Guandu, desde a cabeceira no ribeirão das Lajes, passando pelo reservatório de Lajes, pela UHE Pereira Passos e consequente acréscimo da disponibilidade, até chegar nos trechos correspondentes ao rio Guandu e Canal de São Francisco.

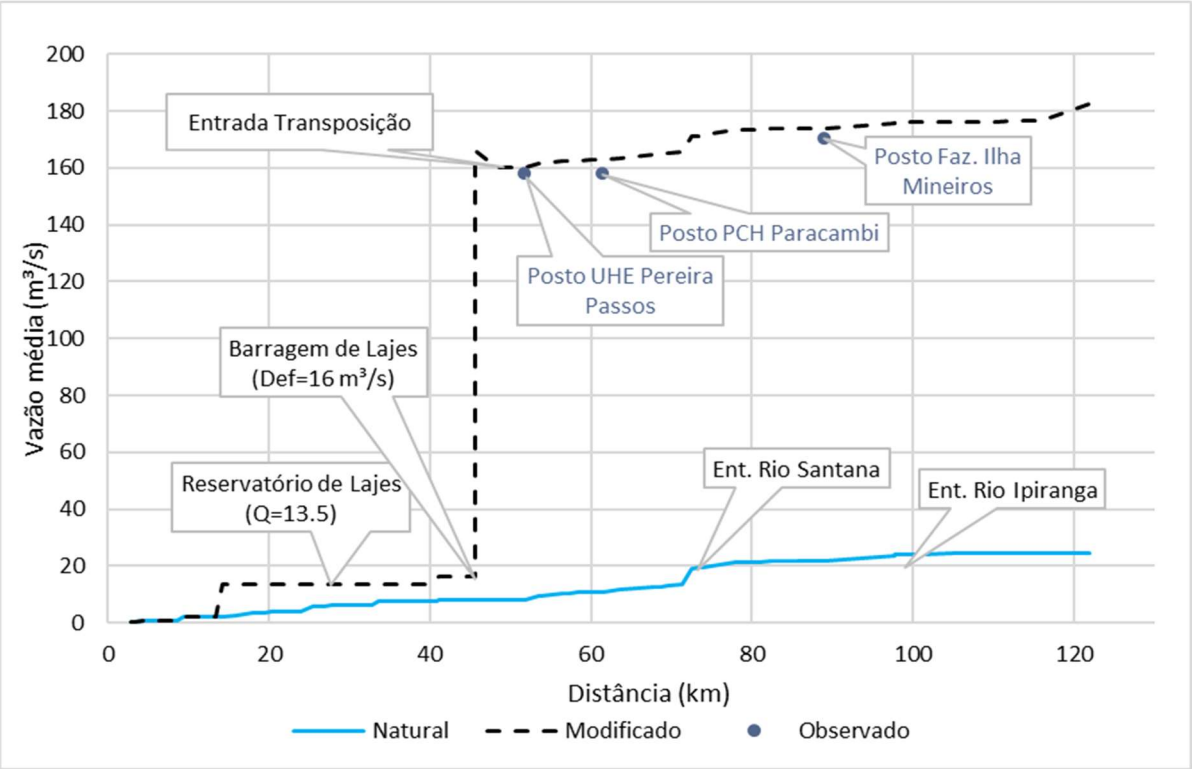


Figura 6.20 - Perfil de vazões ao longo do Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco, desde a nascente até o exutório na Baía de Sepetiba (vazões médias).

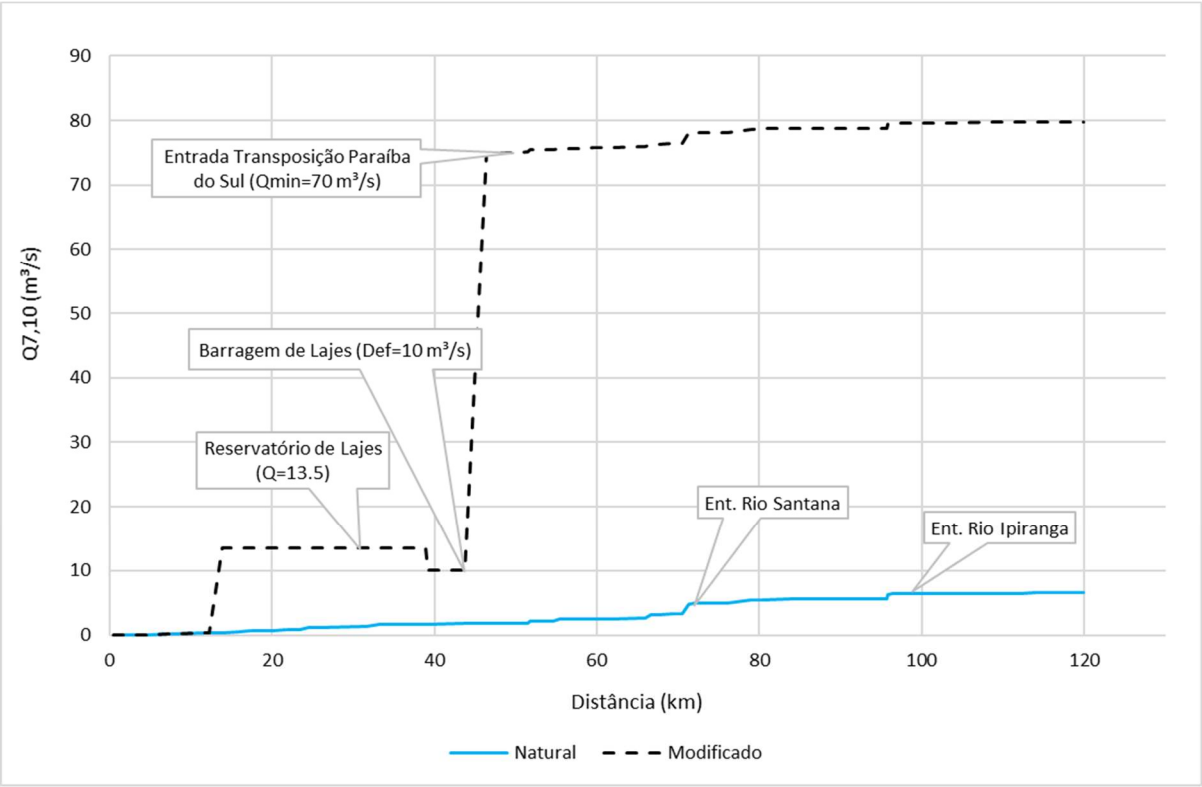


Figura 6.21 - Perfil de vazões ao longo do Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco, desde a nascente até o exutório na Baía de Sepetiba ($Q_{7,10}$).

6.1.4.3.2.2. Afluentes com pontos de monitoramento

A seguir, apresentam-se perfis de vazão dos afluentes que possuem algum dado de monitoramento. As figuras a seguir apresentam, respectivamente, os perfis de vazão média e mínima para o rio do Braço, rio Campinho (e Guandu Mirim), e rio Cabuçu.

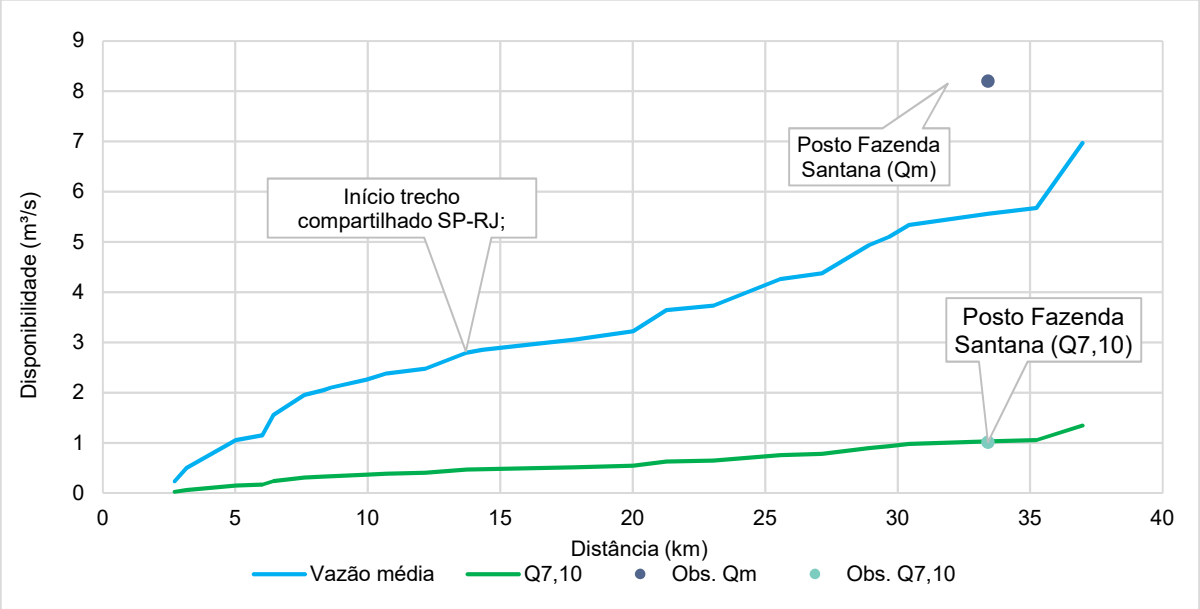


Figura 6.22 - Perfil de vazões ao longo do rio do Braço, desde a nascente até a confluência com o rio Piraí.

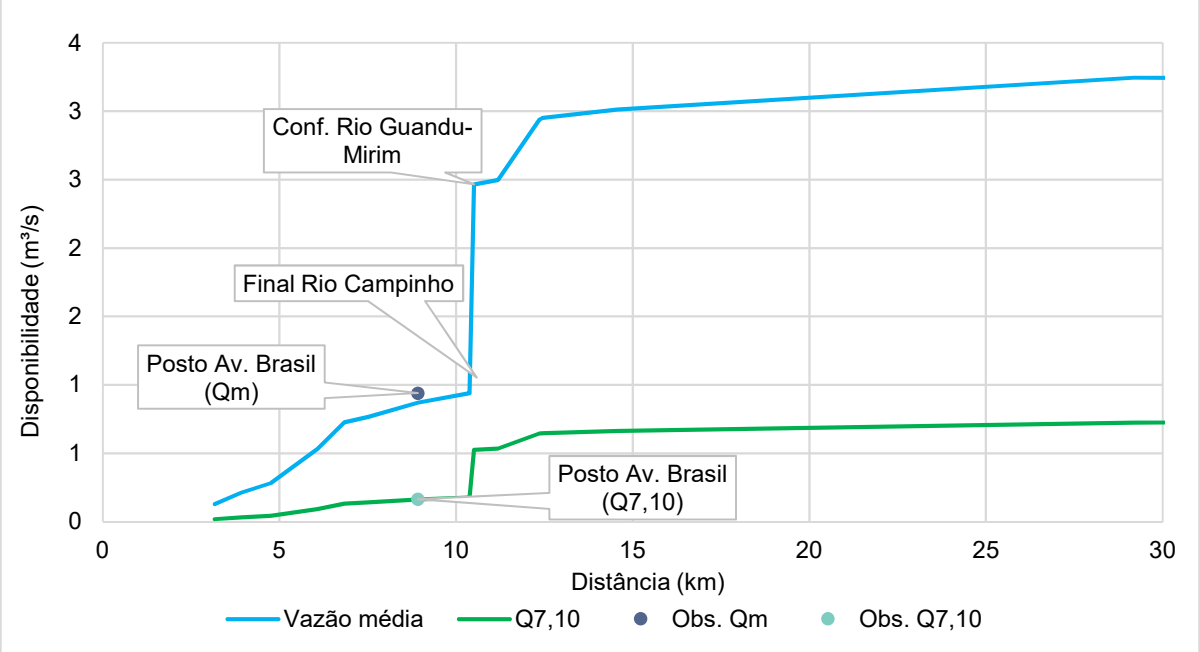


Figura 6.23 – Perfil de vazões ao longo do rio Campinho e rio Guandu-Mirim.

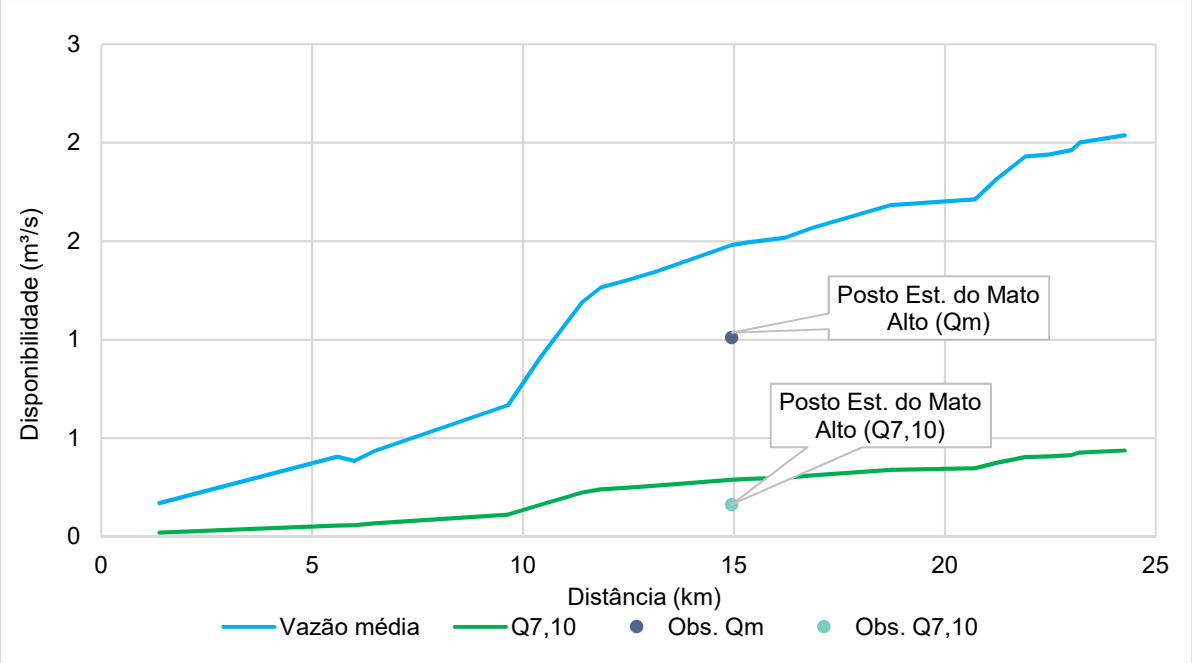


Figura 6.24 - Perfil de vazões ao longo do rio Cabuçu

6.2. QUALIDADE DA ÁGUA

6.2.1. Inventário das estações de monitoramento do INEA

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) possui 317 estações de monitoramento da qualidade da água, do sedimento e da biota, distribuídas em rios, baías, lagoas e reservatórios do Estado. Deste total, existem 28 estações localizadas nos cursos de água da RH II, às quais foram utilizadas como insumo para a caracterização da qualidade da água neste capítulo (Quadro 6.19). Além disso, existem três estações localizadas nos principais reservatórios da região hidrográfica (Reservatório de Santana, Vigário e Lajes), além de 14 estações distribuídas ao longo da Baía da Sepetiba.

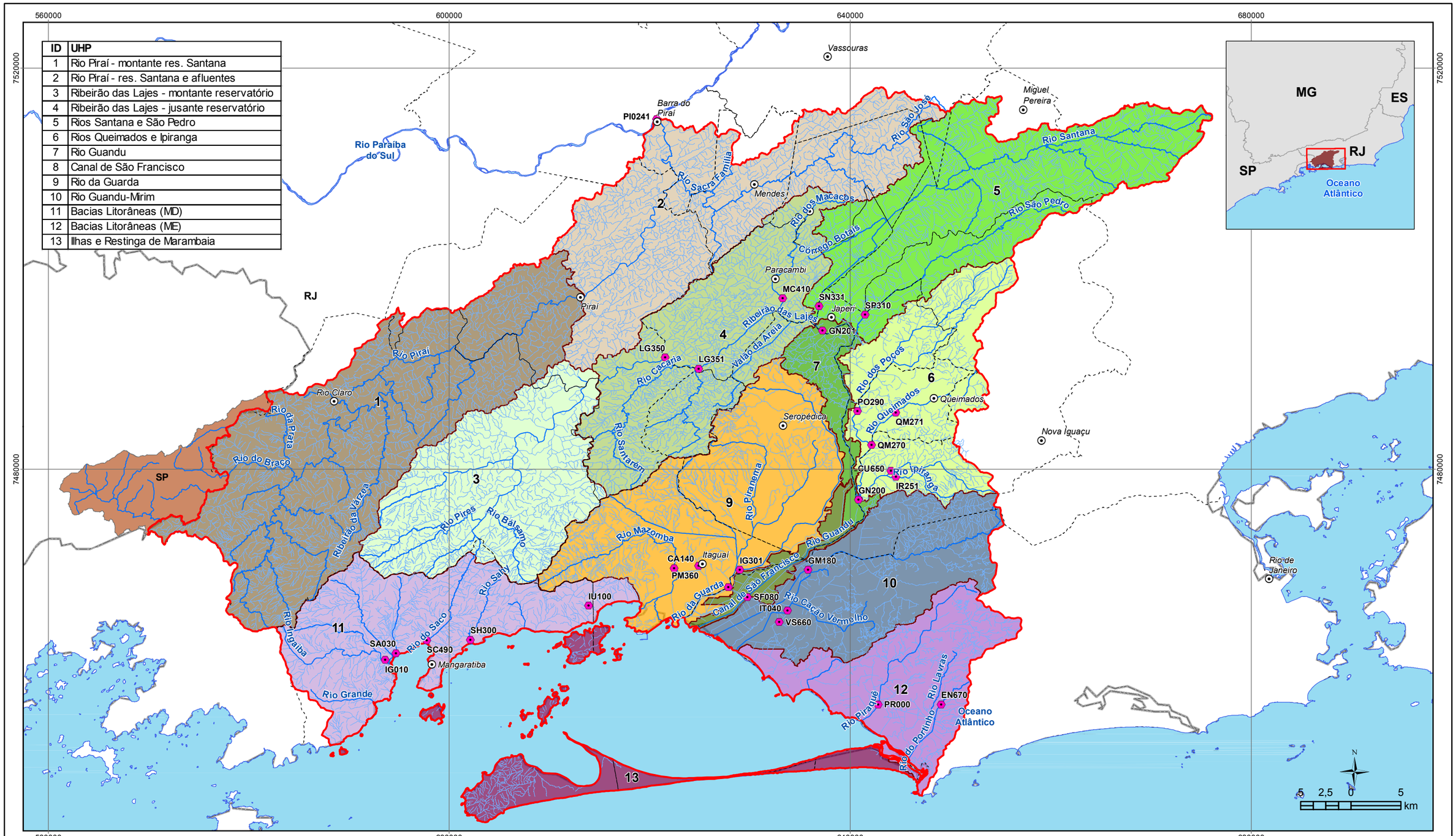
Quadro 6.19 – Estações de monitoramento da qualidade dos cursos de água da RH II sob responsabilidade do INEA

Bacia	UHP	Cód. INEA	Área bacia (km²)	Curso d'água	Município	Lat.	Long.
Piraí	1	PI0241	1.096,87	Rio Piraí	Barra do Piraí	-43,8269	-22,4677
Guandu	4	MC410	70,23	Rio Macaco	Paracambi	-43,7033	-22,6281
		LG350	334,22	Ribeirão das Lajes	Piraí	-43,8167	-22,6824
		LG351	477,01	Ribeirão das Lajes	Paracambi	-43,7843	-22,6922
	7	GN201	992,15	Rio Guandu	Seropédica	-43,6642	-22,6572
		GN200	1.208,89	Rio Guandu	Nova Iguaçu	-43,6279	-22,8090
	8	SF080	1.251,09	Canal de São Francisco	Rio de Janeiro	-43,7350	-22,8974
	5	SN331	310,84	Rio Santana	Paracambi	-43,6682	-22,6371
		SP310	87,40	Rio São Pedro	Japeri	-43,6230	-22,6425

Bacia	UHP	Cód. INEA	Área bacia (km²)	Curso d'água	Município	Lat.	Long.
	6	CU650	27,69	Rio Cabuçu	Nova Iguaçu	-43,5967	-22,7828
		IR251	11,97	Rio Ririí	Nova Iguaçu	-43,5915	-22,7878
		PO290	115,27	Rio dos Poços	Queimados	-43,6295	-22,7293
		QM270	61,81	Rio Queimados	Queimados	-43,6158	-22,7598
		QM271	36,90	Rio Queimados	Queimados	-43,5925	-22,7304
Guarda	9	CA140	68,66	Rio Cação	Itaguaí	-43,8065	-22,8722
		PM360	4,96	Rio Piranema	Itaguaí	-43,7825	-22,8702
		IG301	98,04	Rio Itaguaí	Itaguaí	-43,7427	-22,8731
		GR100	272,52	Rio da Guarda	Itaguaí	-43,7538	-22,8892
Guandu-Mirim	10	VS660	1,52	Vala do Sangue	Rio de Janeiro	-43,7038	-22,9200
		IT040	57,34	Canal do Itá	Rio de Janeiro	-43,6958	-22,9095
		GM180	159,91	Rio Guandu-Mirim	Rio de Janeiro	-43,6762	-22,8727
Litorâneas	11	IG010	60,09	Rio Ingaíba	Mangaratiba	-44,0870	-22,9565
		SA030	28,95	Rio Santo Antônio	Mangaratiba	-44,0765	-22,9506
		SC490	40,15	Rio do Saco	Mangaratiba	-44,0464	-22,9388
		SH300	22,37	Rio Sahy	Mangaratiba	-44,0039	-22,9380
		IU100	7,40	Rio Itinguçú	Mangaratiba	-43,8893	-22,9067
	12	EN670	5,17	Rio Engenho Velho	Rio de Janeiro	-43,5451	-22,9922
		PR000	93,99	Rio Piraquê	Rio de Janeiro	-43,6069	-22,9933

O Mapa 6.13 apresenta a distribuição dos pontos de monitoramento da qualidade da água ao longo da RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de monitoramento da qualidade da água
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu

Acompanhamento

AGEVAP – Agência de Bacia

Execução

PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.13 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água do INEA

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Pontos Qualidade: INEA, 2017

6.2.2. Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* (NSF). A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2017).

O IQA_{NSF} foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA_{NSF} são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

O IQA_{NSF} é composto por nove parâmetros, ponderados através de pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Quadro 6.20). Além de um peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida.

Quadro 6.20 – Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivo peso

Parâmetro de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,16
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO5,20	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Desta forma, o valor de IQA$_{NSF}$ é determinado como o produtório ponderado da qualidade da água das nove variáveis selecionadas, elevadas ao seu respectivo peso. A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Sendo:

IQA_{NSF}: Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;

q_i: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);

w_i: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

O IQA representa um índice entre 0 e 100, e o Quadro 6.21 apresenta os níveis de qualidade de água a partir dos resultados obtidos pelo cálculo do IQA, classificados nas faixas adotadas pelo INEA:

Quadro 6.21 – Classificação do IQA adotada pelo INEA

Categoria de resultados	IQA	Significado
Excelente	100 ≥ IQA ≥ 90	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público
Boa	90 ≥ IQA ≥ 70	
Média	70 ≥ IQA ≥ 50	
Ruim	50 ≥ IQA ≥ 25	Águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados
Muito ruim	25 ≥ IQA ≥ 0	

O INEA divulga periodicamente boletins de qualidade das águas para cada uma das regiões hidrográficas do Estado (INEA, 2017). Em seu portal eletrônico, estão disponíveis informações relativas ao IQA da RH II desde o ano de 2012, e neste item estes valores serão apresentados com o objetivo de acompanhar a evolução do índice ao longo dos últimos cinco anos. Para isso, os pontos foram agrupados em quatro diferentes grupos, de acordo com UHP pertencente. Da Figura 6.25 à Figura 6.28 será apresentada a evolução do IQA médio para cada grupo de UHPs definido.

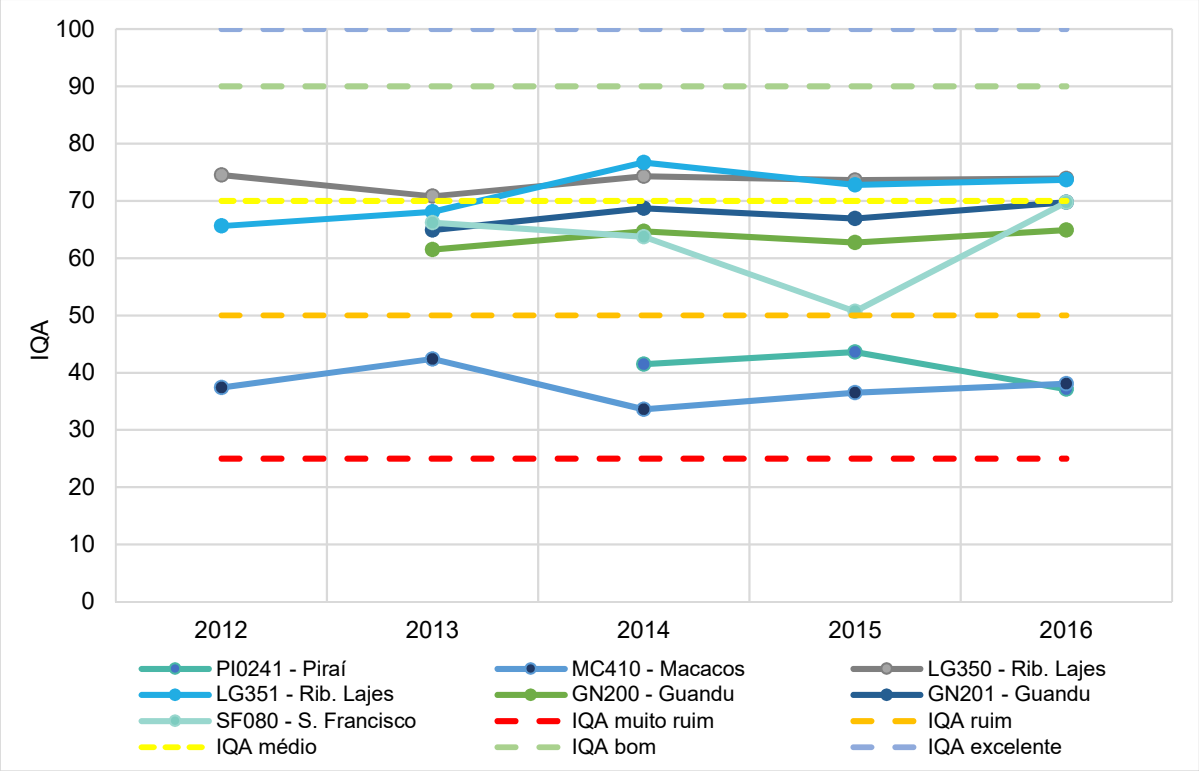


Figura 6.25 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 02, 04, 07 e 08 (Rio Piraí, Rio Macaco, Ribeirão das Lajes, Rio Guandu e Canal de São Francisco).

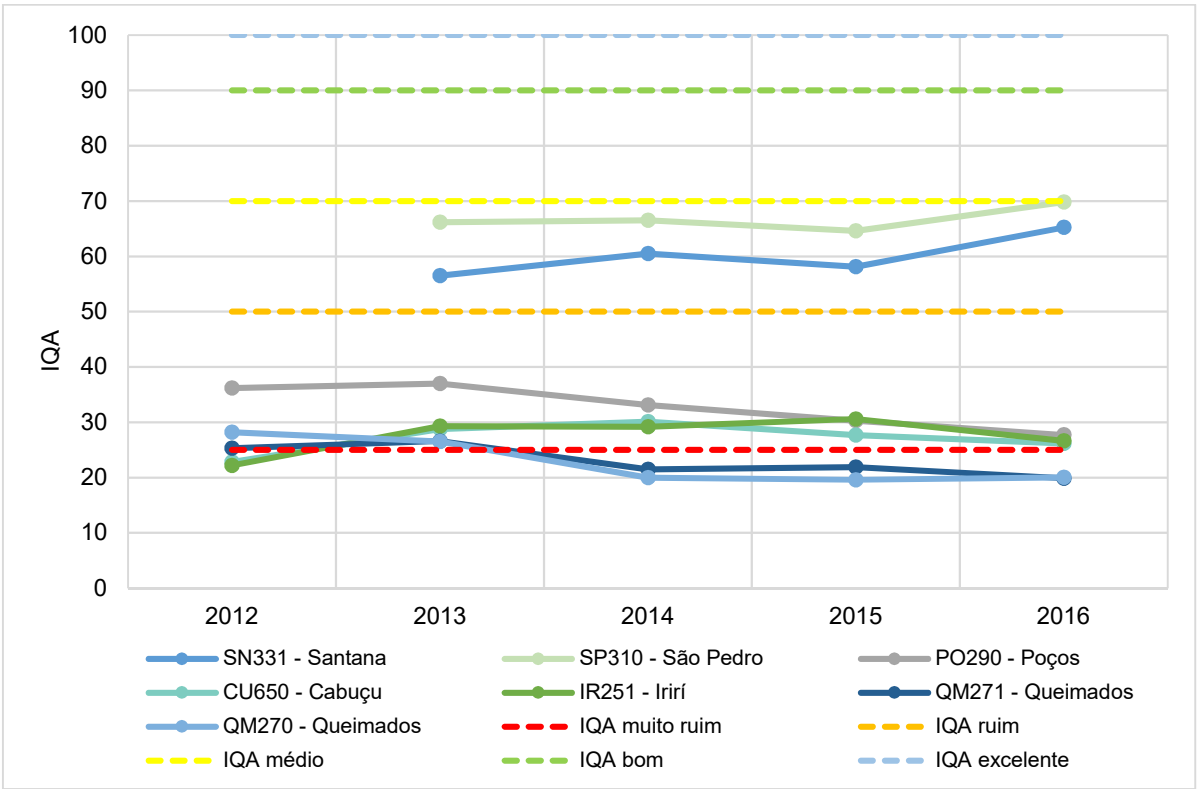


Figura 6.26 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 05 e 06 (Rio Santana, Rio São Pedro, Rio dos Poços, Rio Cabuçu, Rio Ririí e Rio Queimados).

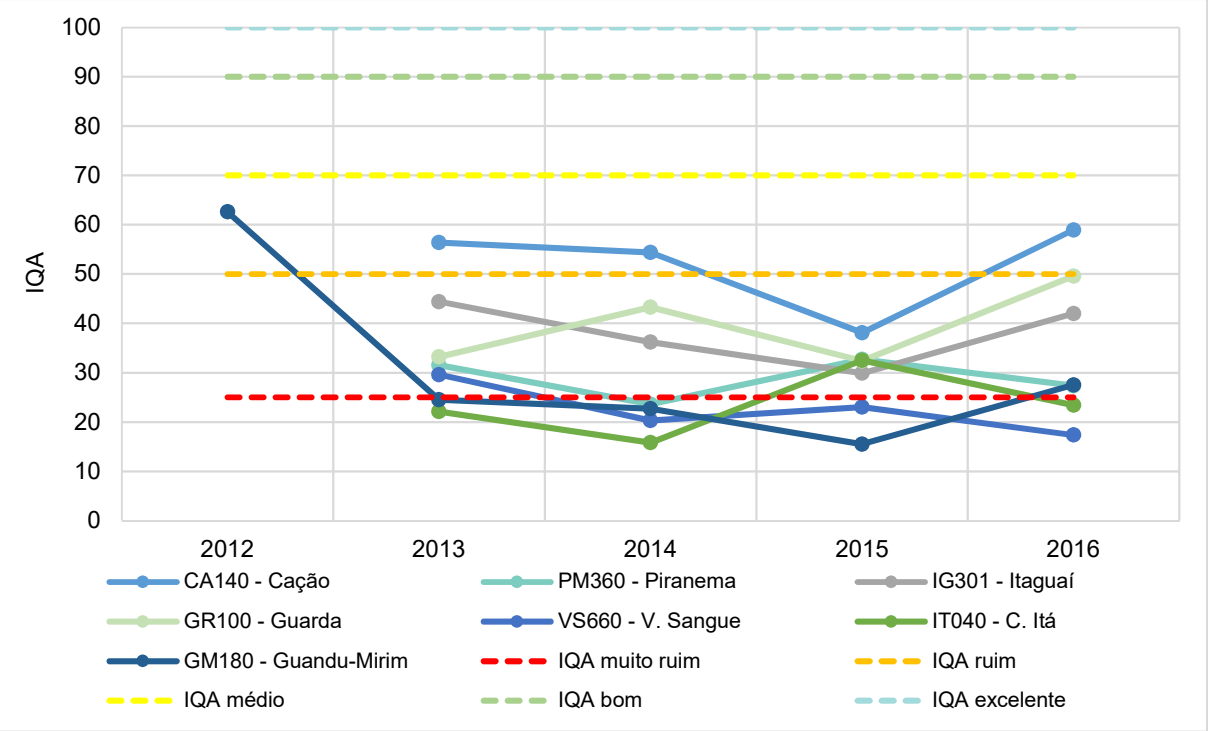


Figura 6.27 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 09 e 10 – Rio da Guarda e Guandu-Mirim (Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí, Rio da Guarda, Vala do Sangue e Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim).

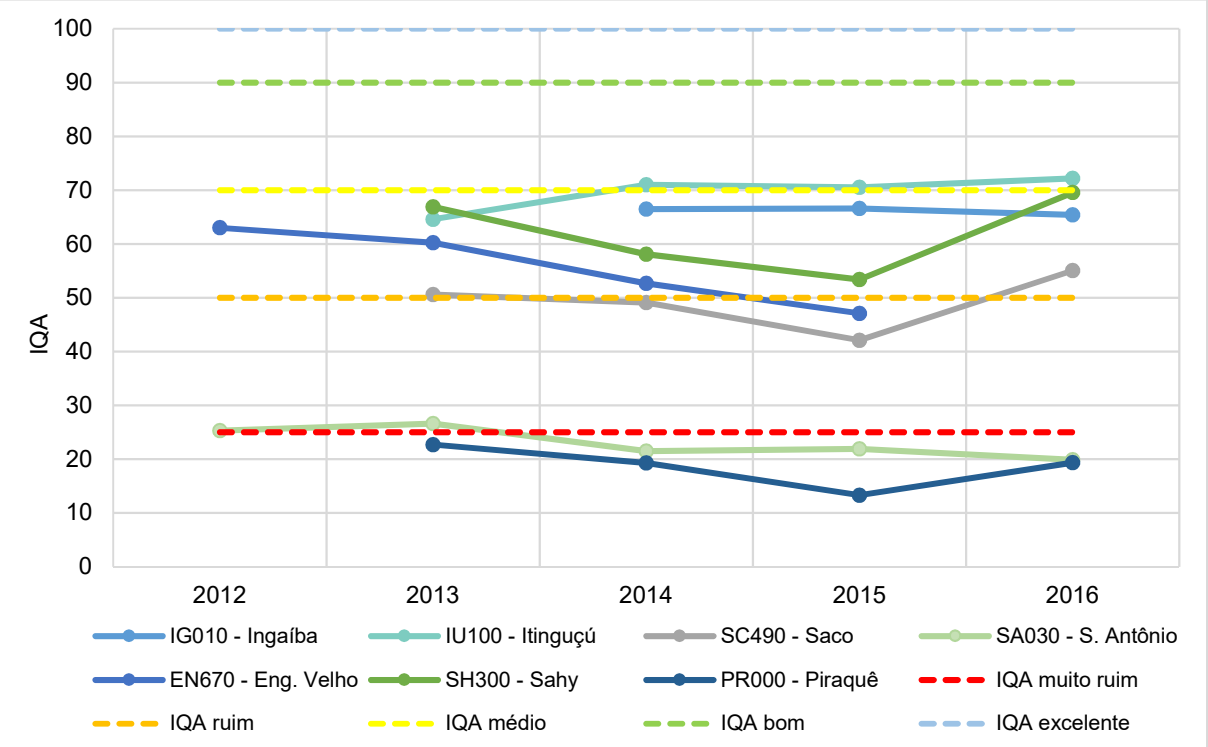
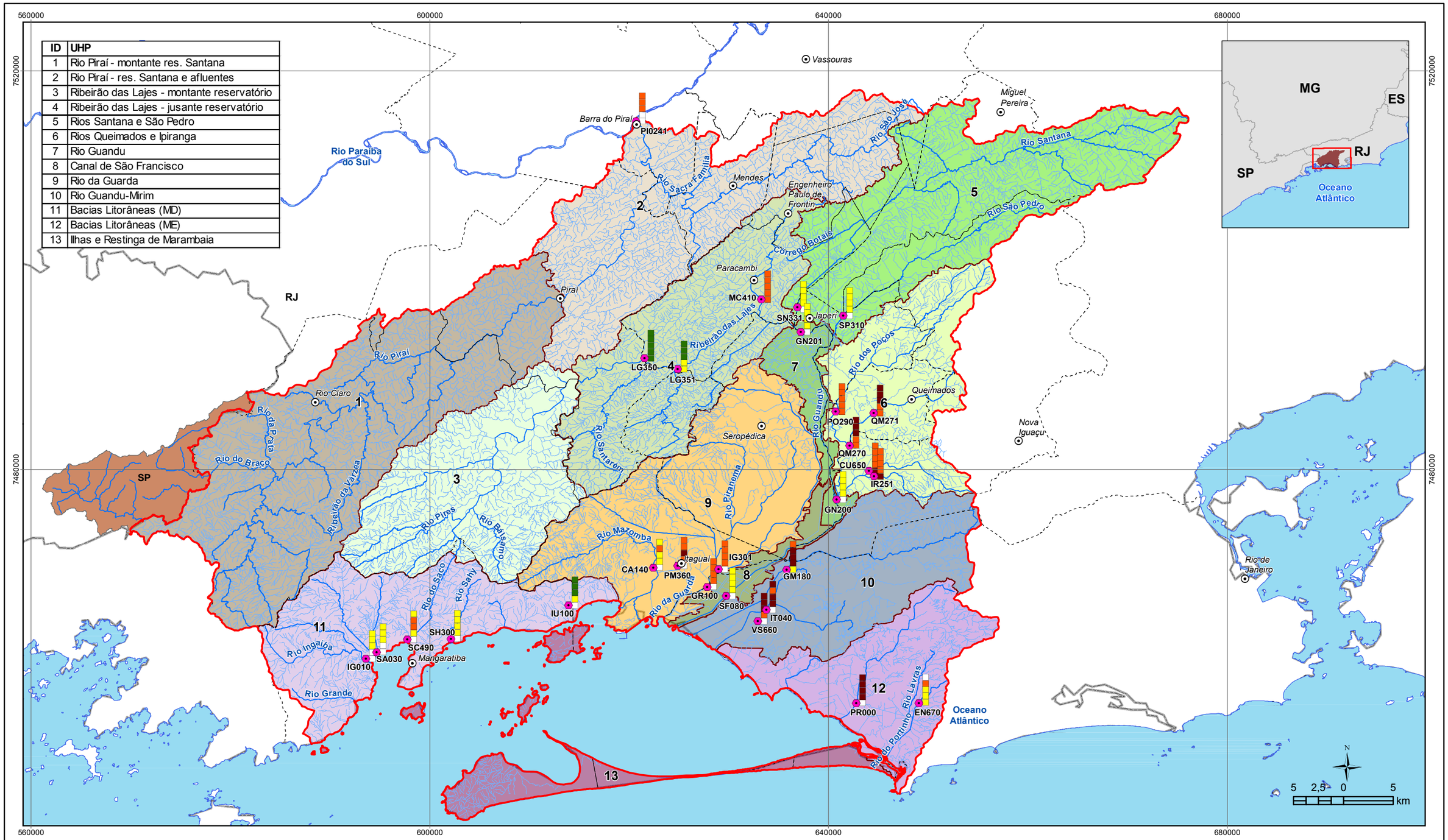


Figura 6.28 - Histórico do IQA médio anual entre 2012 e 2016 nas UHPs 11 e 12 – Bacias Litorâneas (Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Itinguçú, Rio Sahy, Rio Engenho Velho e Rio Piraquê).

De modo geral, observa-se que os índices se mantiveram razoavelmente constantes ao longo dos últimos cinco anos, com uma tendência de queda no ano de 2015. As maiores tendências de queda no IQA apresentam-se na UHP-06, principalmente no rio dos Poços (PO290) e rio Queimados (QM270 e QM271), possivelmente em função do aumento da ocupação urbana nestas regiões e consequentemente no aumento da geração de cargas poluidoras. Tendências de diminuição do IQA também são observadas no rio Guandu-Mirim e em pequenos contribuintes das bacias Litorâneas, merecendo atenção especial pois essa diminuição está acarretando na alteração da classificação destes pontos.

Posteriormente, após a apresentação dos valores do monitoramento dos principais parâmetros de qualidade, será feita uma discussão dos resultados do IQA e também com base nos valores por parâmetro. O Mapa 6.14 apresenta a evolução do IQA médio anual entre 2012 e 2016 de forma distribuída na RH II.



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de monitoramento da qualidade da água
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

IQA Médio do Ponto

Catergoria	Ponderação
Boa	70 ≤ IQA ≥ 90
Média	50 ≤ IQA ≥ 70
Ruim	25 ≤ IQA ≥ 50
Muito Ruim	0 ≤ IQA ≥ 25
Sem dado	Sem dado

Distribuição Ano

- 2016
- 2015
- 2014
- 2013
- 2012

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.14 – Histórico do IQA médio anual nos pontos de monitoramento entre 2012 e 2016

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- IQA: INEA, 2017

6.2.3. Distribuição dos valores dos principais parâmetros de qualidade entre os anos de 2014 e 2015

Além dos valores já calculados de IQA entre 2012 e 2016, o portal do INEA também apresenta valores brutos relativos às concentrações dos parâmetros de qualidade analisados. A série histórica disponível compreende os anos de 2014 e 2015, e o número de campanhas de amostragem em cada ponto é bastante variável.

Enquanto os menores cursos de água contam com uma média de 5 a 8 campanhas ao longo destes anos, os pontos mais significativos da RH II contam com até 20 registros de amostras, com uma frequência aproximadamente mensal.

Com base nos dados disponibilizados neste período foram analisados os valores das concentrações de quatro parâmetros de qualidade da água (DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termotolerantes).

Da mesma como no item anterior, os pontos foram agrupados de acordo com a UHP de modo a facilitar a visualização gráfica e comparação dos resultados. Os dados foram representados na forma de gráficos boxplot, que ajudam a compreender a dispersão dos valores em relação ao seu valor médio. Os gráficos representados a seguir podem ser interpretados da seguinte forma:

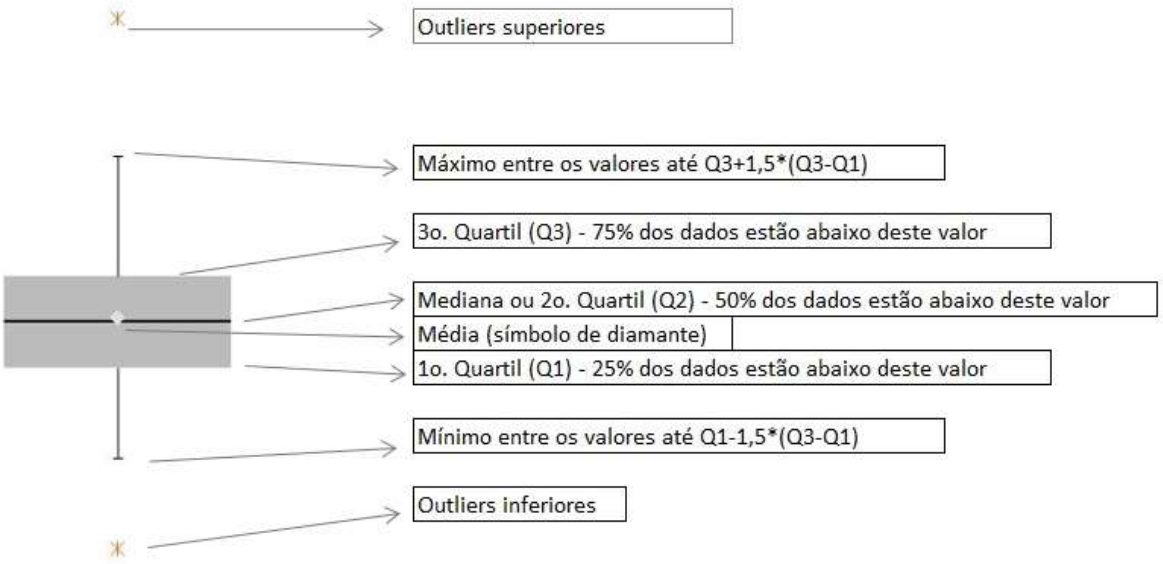


Figura 6.29 – Elementos estatísticos representados em gráfico boxplot.

Os resultados serão apresentados de acordo com os grupos já referidos anteriormente na discussão do IQA nos subitens que seguem.

6.2.3.1. Unidades Hidrográficas de Planejamento: Piraí, Ribeirão das Lajes, Guandu e Canal de São Francisco

A Figura 6.30 à Figura 6.33 apresentam, respectivamente, a distribuição nos valores observados de concentração da DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termolerantes do grupo de pontos formado pelo Piraí e pelo curso principal do Guandu e afluentes. As linhas pontilhadas referentes a cor verde (limite classe 1), cor amarela (limite classe 2), cor laranja (limite classe 3) e cor vermelha (limite classe 4). correspondem ao limite superior da classificação de enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, a

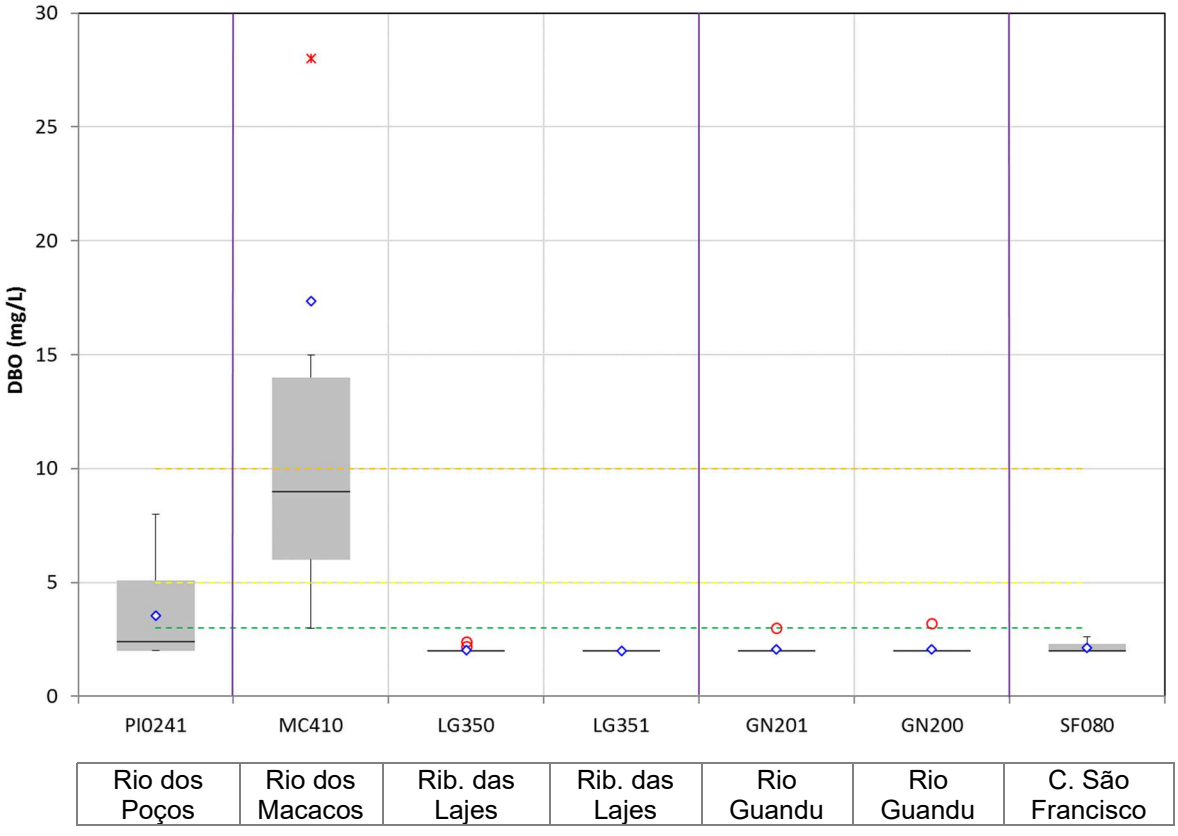


Figura 6.30 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Piraí (UHP-02), Rio dos Macacos, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08).

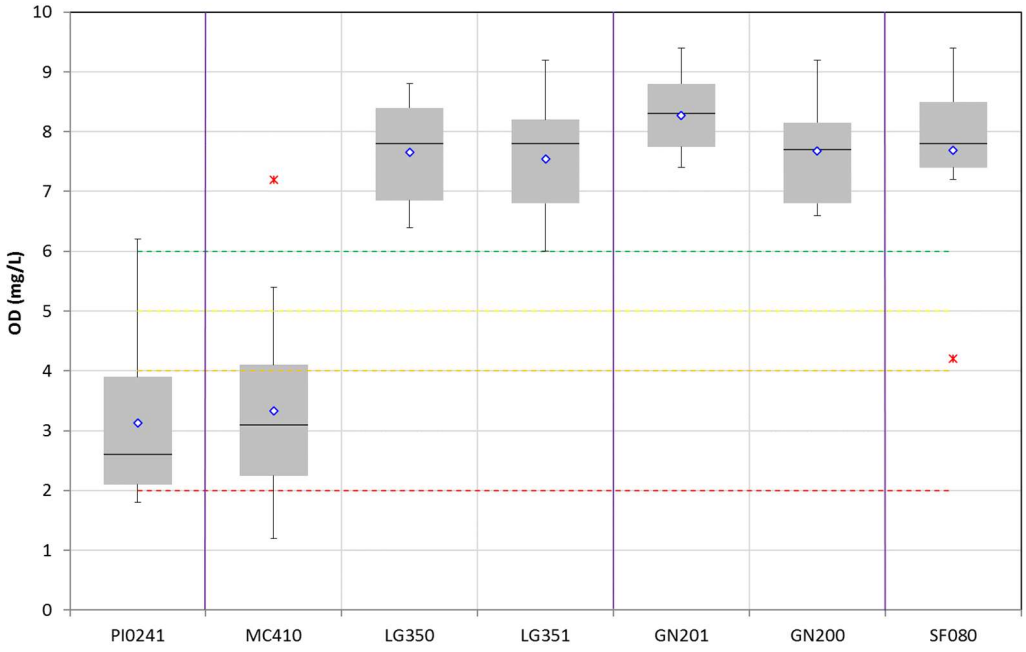


Figura 6.31 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08).

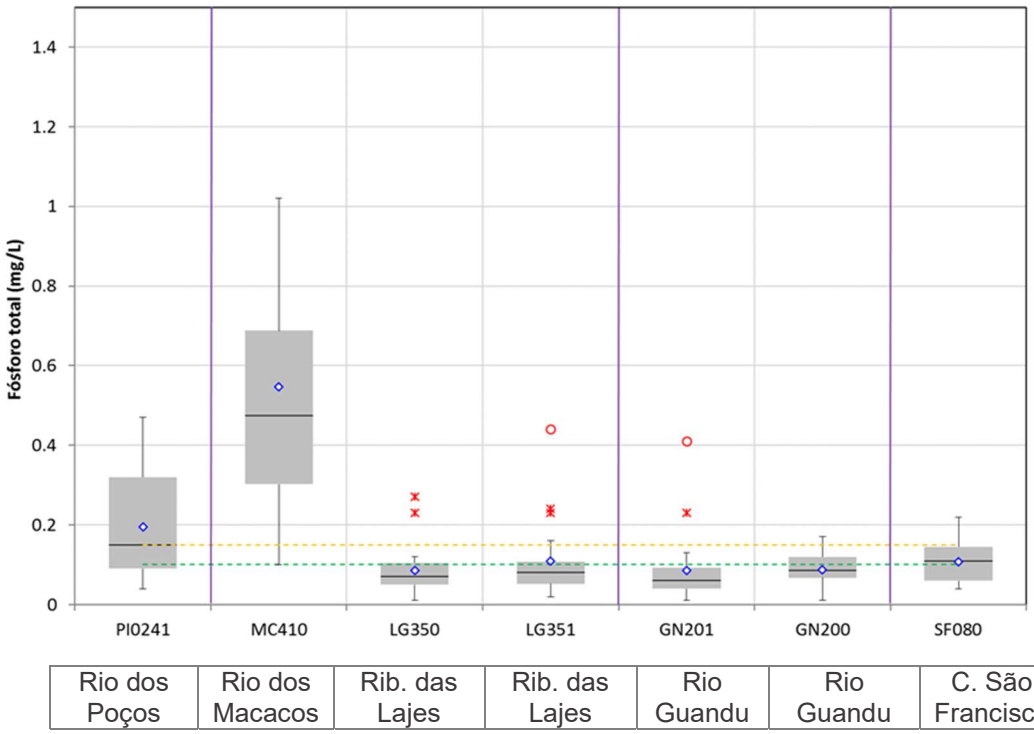


Figura 6.32 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08).

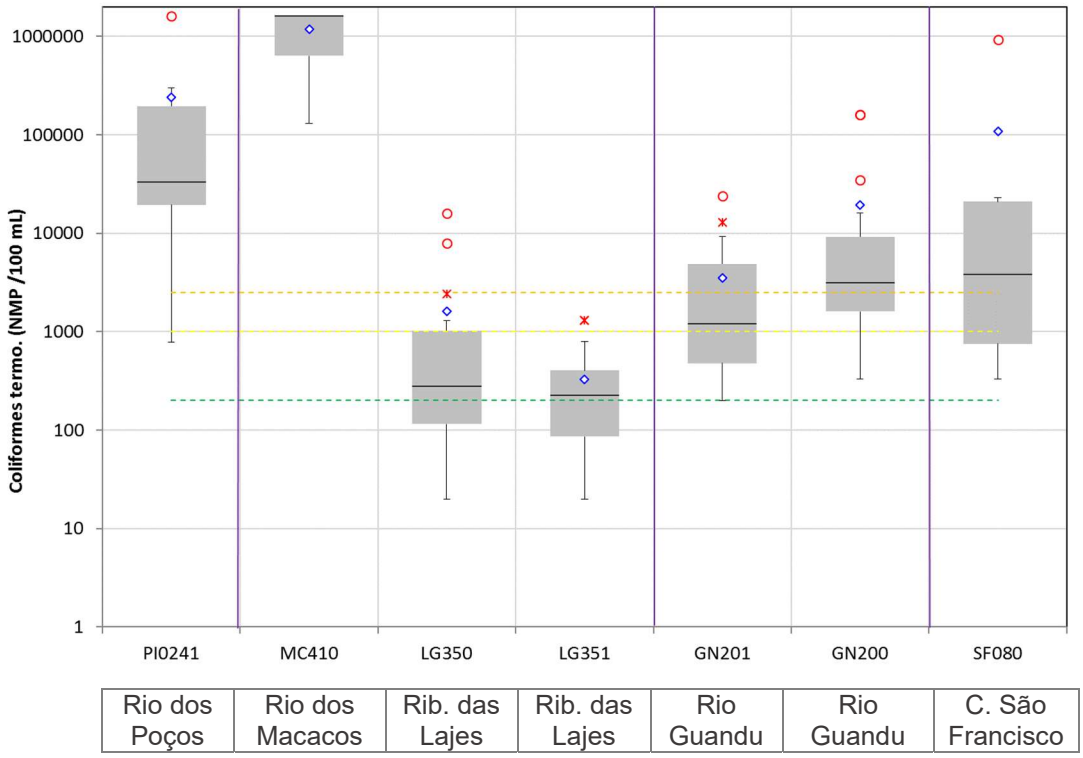


Figura 6.33 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Piraí (UHP-02), Rio Macaco, Ribeirão das Lajes (UHP-04), Rio Guandu (UHP-07) e Canal de São Francisco (UHP-08).

6.2.3.2. Unidades Hidrográficas de Planejamento: Rios Santana e São Pedro e Rios Queimados e Ipiranga

A Figura 6.34 à Figura 6.37 apresentam a distribuição nos valores observados de concentração da DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termolerantes do grupo de pontos formado pelas UHPs Rios Santana e São Pedro e Rios Queimados e Ipiranga. As linhas pontilhadas referentes a cor verde (limite classe 1), cor amarela (limite classe 2), cor laranja (limite classe 3) e cor vermelha (limite classe 4) correspondem ao limite superior da classificação de enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

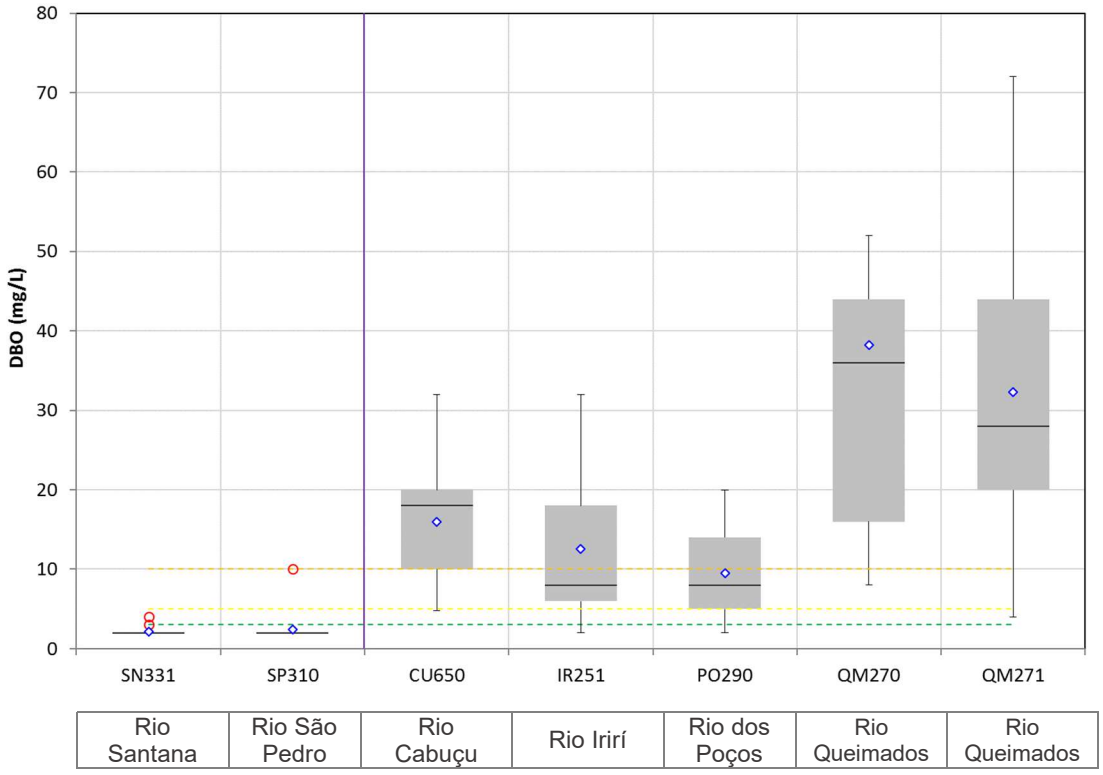


Figura 6.34 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06).

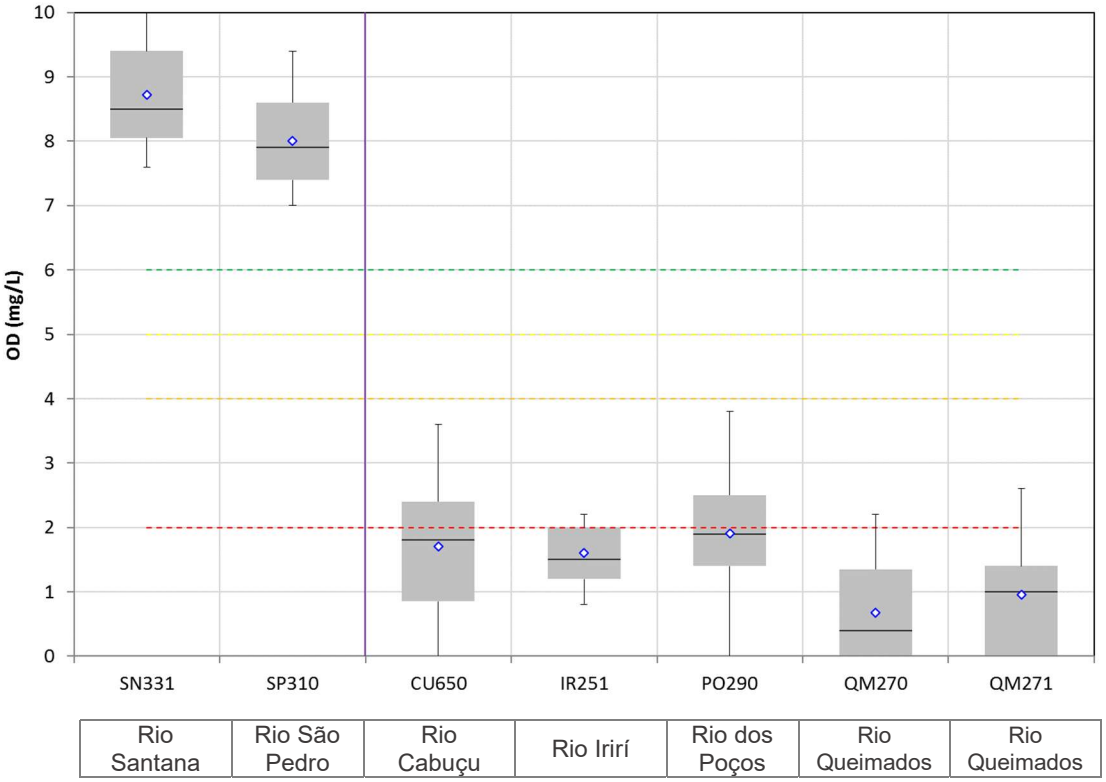


Figura 6.35 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06).

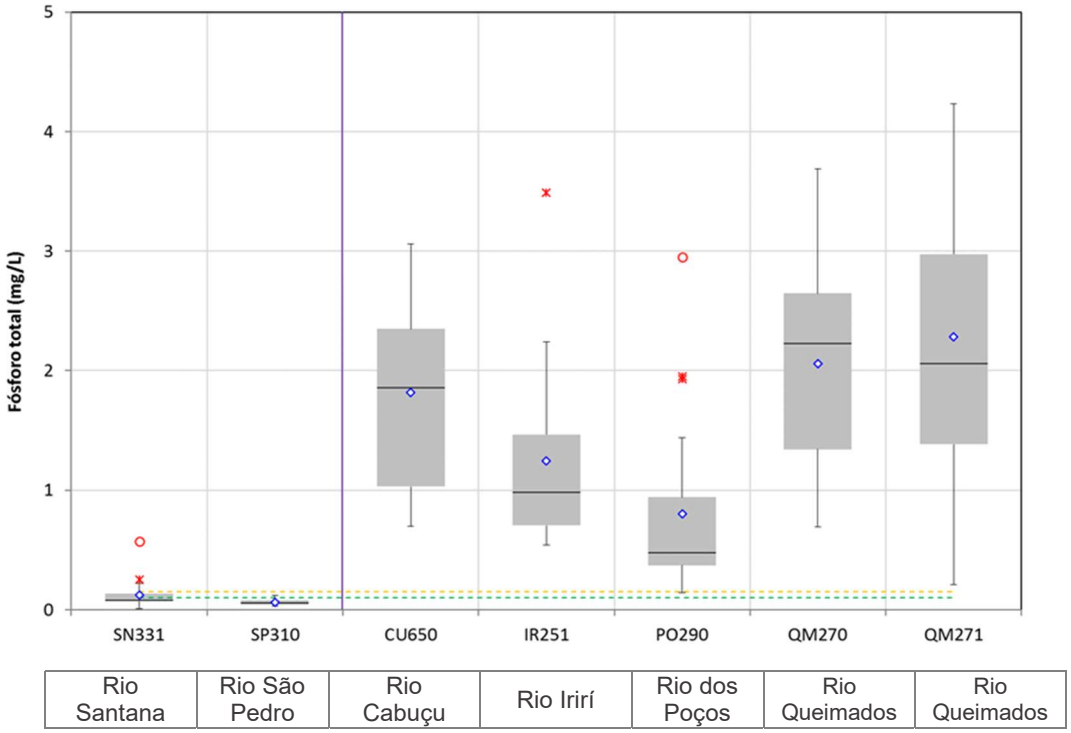


Figura 6.36 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06).

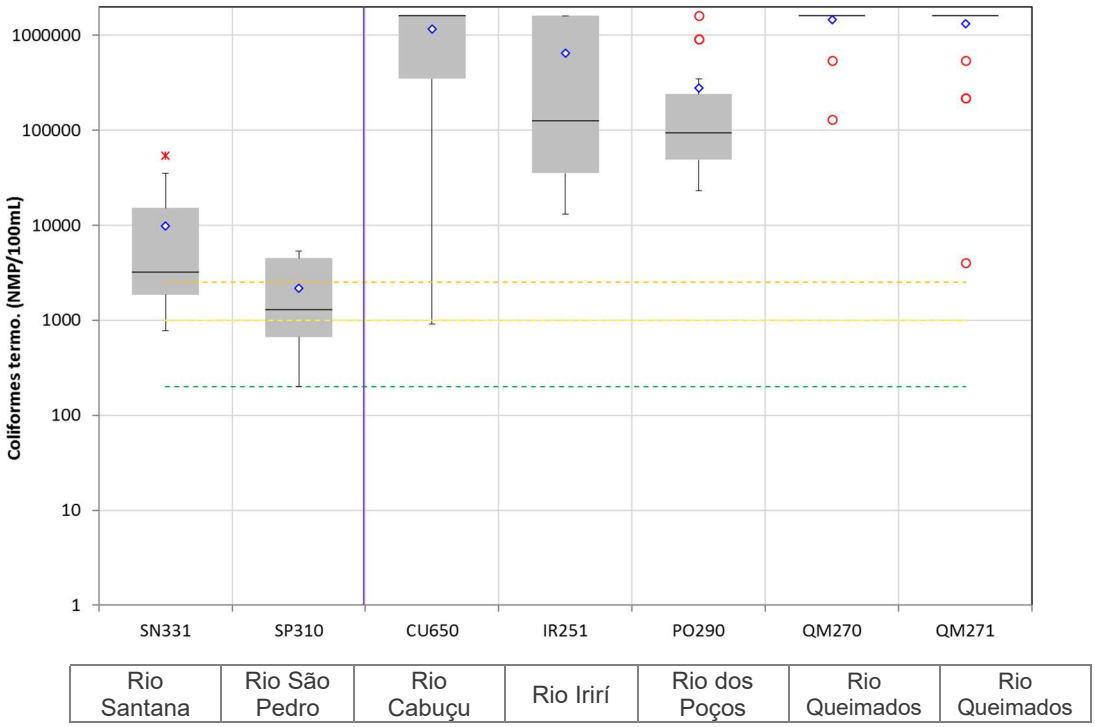


Figura 6.37 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Santana e Rio São Pedro (UHP-05); Rio Cabuçu, Rio Ririí, Rio dos Poços e Rio Queimados (UHP-06).

6.2.3.3. Unidades Hidrográficas de Planejamento: Rio da Guarda e Guandu-Mirim

A seguir, a Figura 6.38 à Figura 6.51 apresentam, respectivamente, a distribuição nos valores observados de concentração da DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termolerantes do grupo de pontos formado pelas bacias do rio da Guarda e Guandu-Mirim. As linhas pontilhadas referentes a cor verde (limite classe 1), cor amarela (limite classe 2), cor laranja (limite classe 3) e cor vermelha (limite classe 4). correspondem ao limite superior da classificação de enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

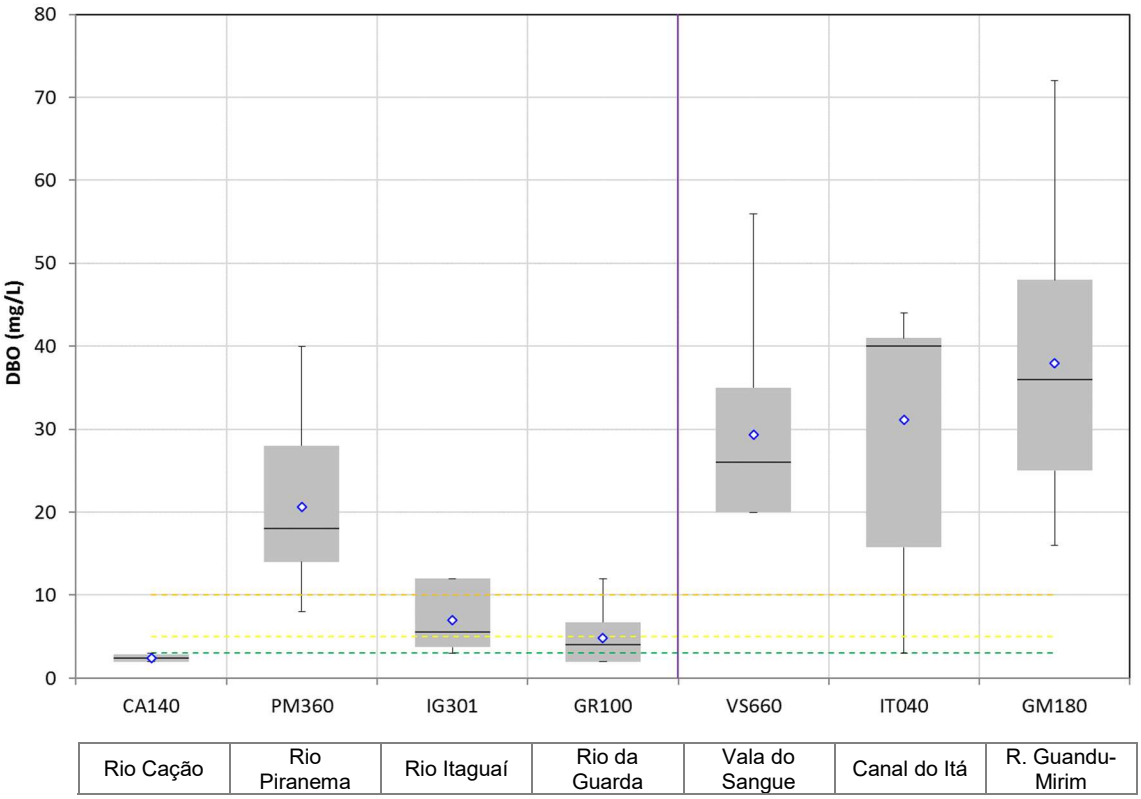


Figura 6.38 - Distribuição das concentrações de DBO: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10).

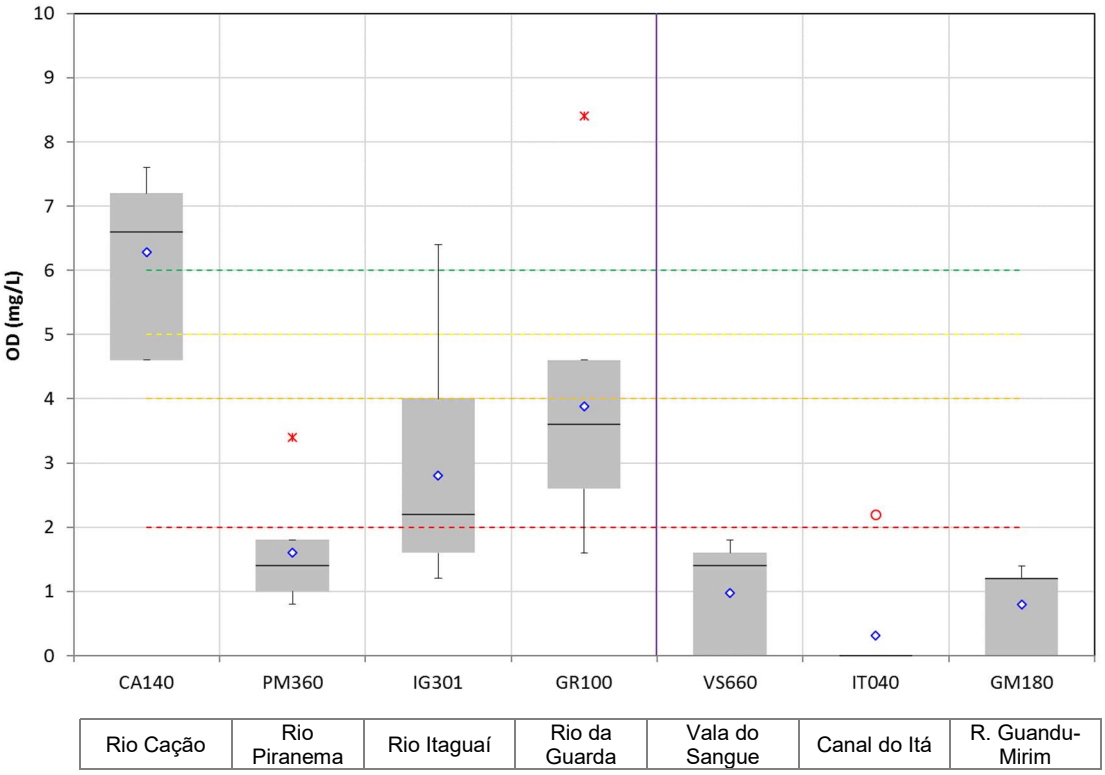


Figura 6.39 - Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10).

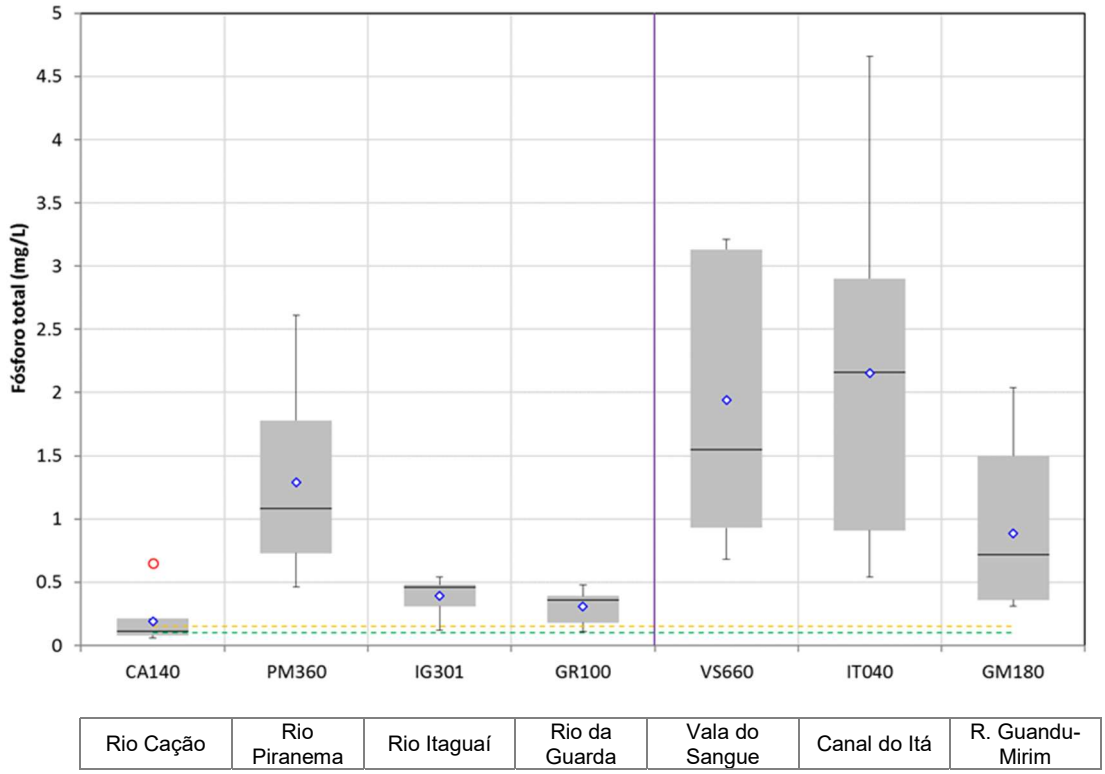
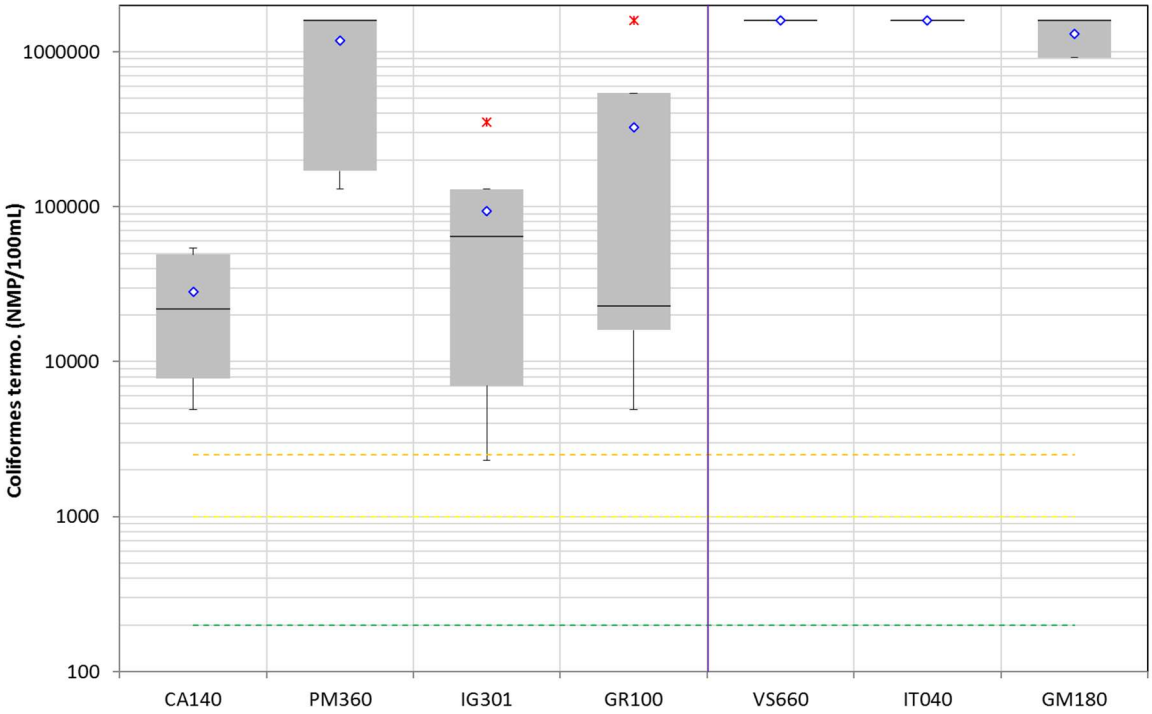


Figura 6.40 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10).



Rio Cação	Rio Piranema	Rio Itaguaí	Rio da Guarda	Vala do Sangue	Canal do Itá	R. Guandu-Mirim

Figura 6.41 - Distribuição das concentrações de coliformes termotolerantes: Rio Cação, Rio Piranema, Rio Itaguaí e Rio da Guarda (UHP 09); Vala do Sangue, Canal do Itá e Rio Guandu-Mirim (UHP-10).

6.2.3.4. Unidades Hidrográficas de Planejamento: Bacias Litorâneas

A Figura 6.42 à Figura 6.45 apresentam, respectivamente, a distribuição nos valores observados de concentração da DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termolerantes do grupo de pontos formado pelas bacias litorâneas, contribuintes diretos da baía de Sepetiba. As linhas pontilhadas representam o limite superior da classificação de enquadramento de acordo com o CONAMA.

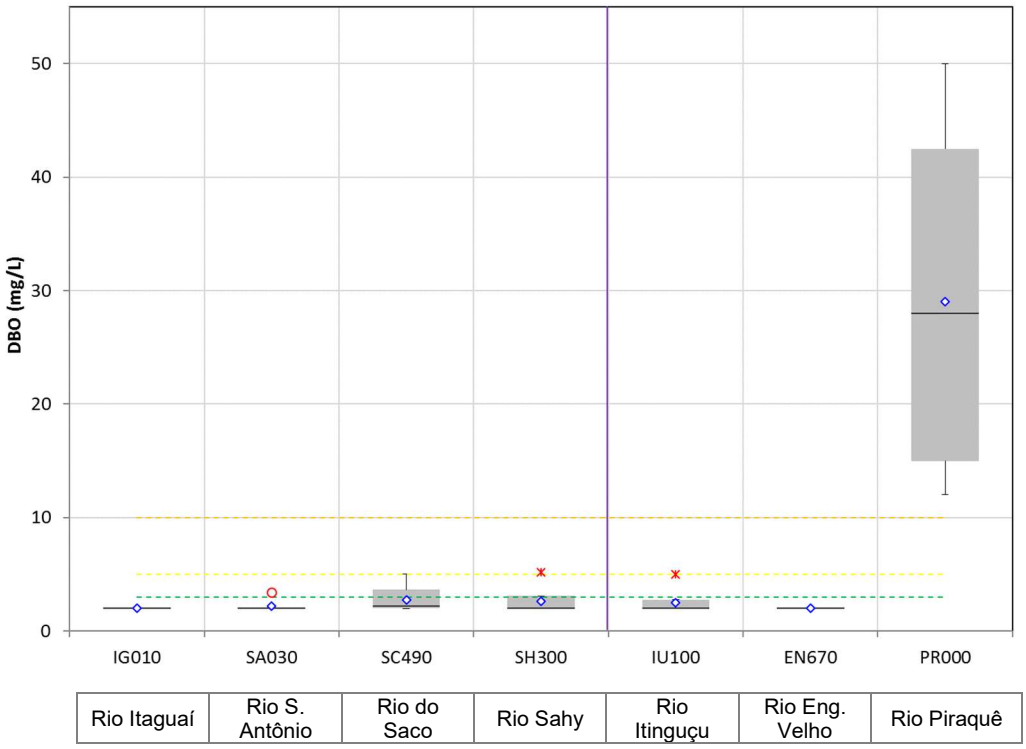


Figura 6.42 – Distribuição das concentrações de DBO: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12).

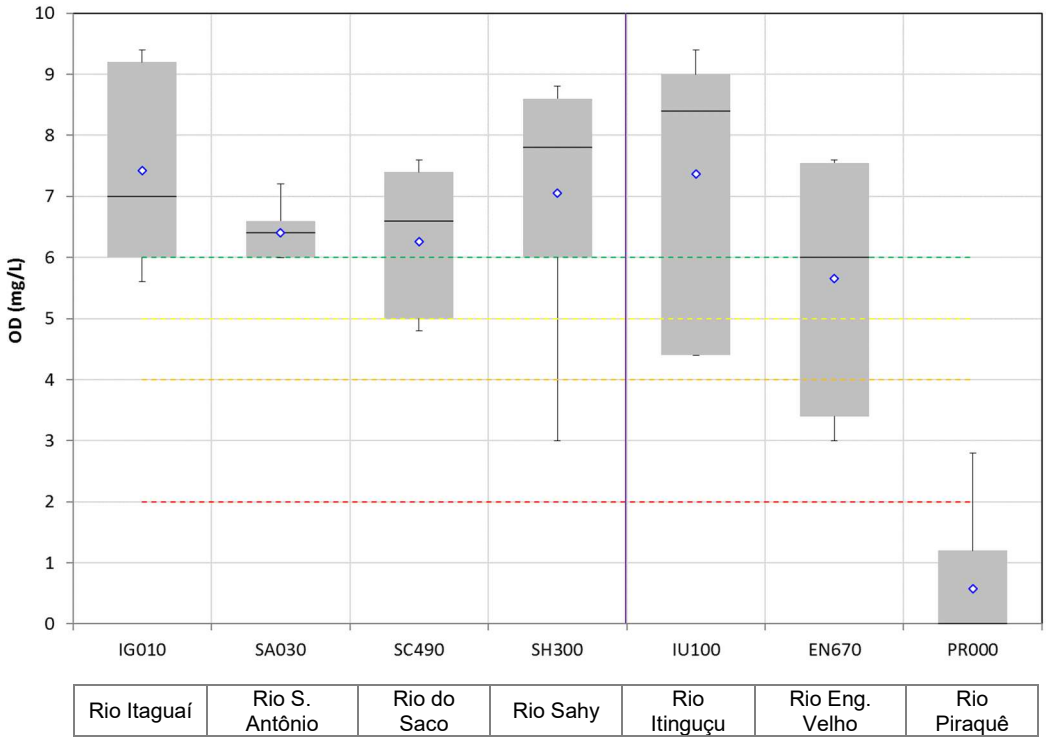


Figura 6.43 - Distribuição das concentrações de OD: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12).

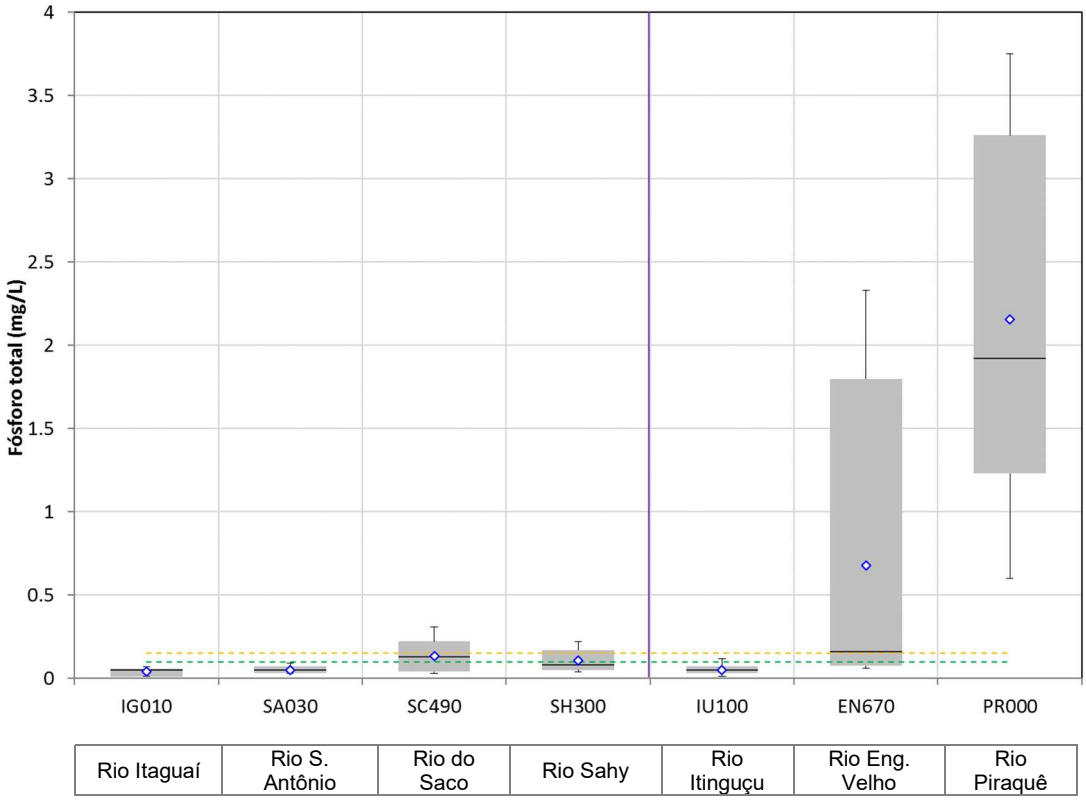


Figura 6.44 - Distribuição das concentrações de fósforo total: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12).

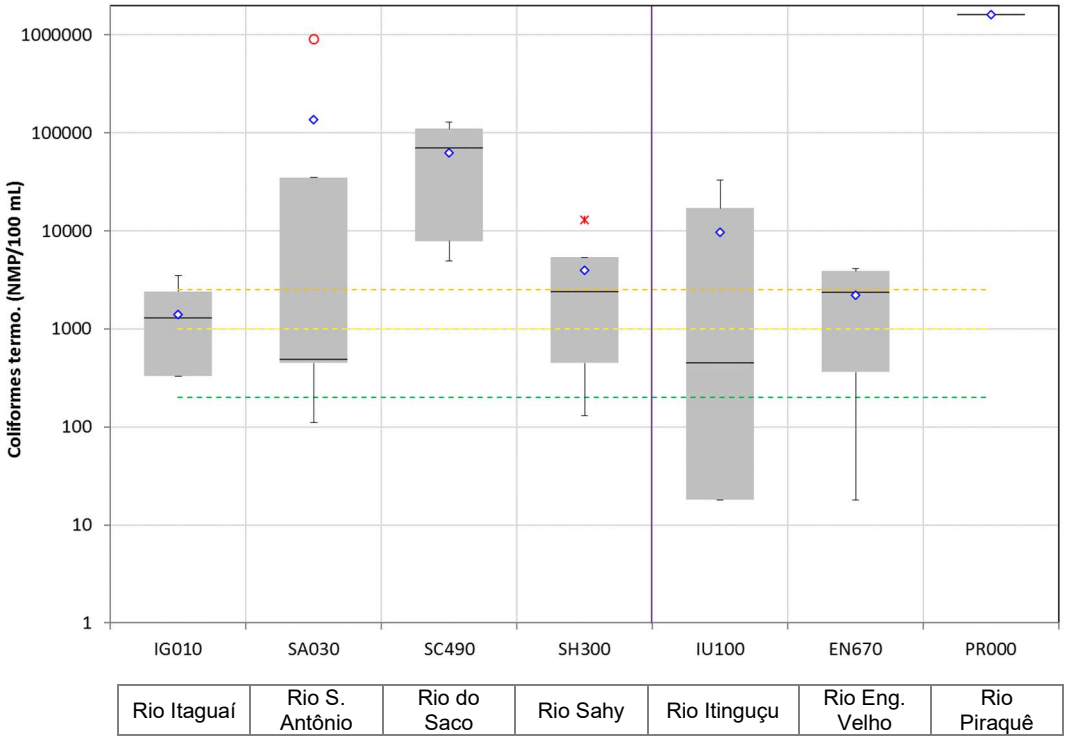


Figura 6.45 - Distribuição das concentrações de coliformes totais: Rio Ingaíba, Rio Santo Antônio, Rio do Saco, Rio Sahy e Rio Itinguçú (UHP-11); Rio Engenho Velho e Rio Piraquê (UHP-12).

A partir das medianas apresentadas em cada ponto de monitoramento, definiu-se uma classificação para cada parâmetro analisado, de acordo com as classes de enquadramento, conforme a Resolução n° 357/2005 do CONAMA. Adotando-se um critério da média simples, podemos definir uma classificação final para cada ponto, podendo ser analisado no Quadro 6.22 abaixo. O Mapa 6.15 apresenta a distribuição desta classificação para os quatro parâmetros analisados.

Quadro 6.22 – Classificação dos pontos de monitoramento de acordo com as classes de enquadramento da Resolução CONAMA n° 357/2005.

Bacia	UHP	Cód. INEA	Curso d'água	DBO	OD	Fósf. Total	Coliformes	Média
Piraí	1	PI0241	Rio Piraí	2	4	4	4	4
Guandu	4	MC410	Rio Macaco	3	4	4	4	4
		LG350	Ribeirão das Lajes	1	1	1	2	2
		LG351	Ribeirão das Lajes	1	1	1	2	2
	7	GN201	Rio Guandu	1	1	1	3	2
		GN200	Rio Guandu	1	1	1	4	2
	8	SF080	Canal de São Francisco	1	1	3	4	2
	5	SN331	Rio Santana	1	1	1	4	2
		SP310	Rio São Pedro	1	1	1	3	2
	6	CU650	Rio Cabuçu	4	4	4	4	4
		IR251	Rio Ririí	3	4	4	4	4
		PO290	Rio dos Poços	3	4	4	4	4
		QM270	Rio Queimados	4	4	4	4	4
		QM271	Rio Queimados	4	4	4	4	4
Guarda	9	CA140	Rio Cação	1	1	3	4	2
		PM360	Rio Piranema	4	4	4	4	4
		IG301	Rio Itaguaí	3	4	4	4	4
		GR100	Rio da Guarda	2	4	4	4	4
Guandu-Mirim	10	VS660	Vala do Sangue	4	4	4	4	4
		IT040	Canal do Itá	4	4	4	4	4
		GM180	Rio Guandu-Mirim	4	4	4	4	4
Litorâneas	11	IG010	Rio Ingaíba	1	1	1	3	2
		SA030	Rio Santo Antônio	1	1	1	2	2
		SC490	Rio do Saco	1	1	3	4	2
		SH300	Rio Sahy	1	1	1	3	2
		IU100	Rio Itinguçú	1	1	1	2	2
	12	EN670	Rio Engenho Velho	1	2	4	3	3
		PR000	Rio Piraquê	4	4	4	4	4

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
PI0241
Rio Paraíba do Sul
Miguel Pereira
Rio São José
Rio Santana
Mendes
Rio Sacra Família
Engenheiro Paulo de Frontin
Corrego Botais
Rio São Pedro
Paracambi
Piraí
MC410
SN331
Japeri
SP310
GN201
Ribeirão das Lajes
LG350
LG351
Rio dos Pocos
Queimados
Nova Iguaçu
PO290
QM271
QM270
CU650
IR251
Rio Ipiranga
GN200
Seropédica
Rio Piranema
Rio Guandu
Rio Claro
Rio da Prata
Ribeirão da Várzea
Rio Santanense
Rio Mazomba
Itaguaí
IG301
CA140
PM360
GM180
GR100
SF080
IT040
VS660
Rio Cação Vermelho
Rio Pires
Rio Piraí
Rio Bálsamo
Rio do Saco
Rio Sahy
IU100
Rio Ingaíba
SC490
SH300
IG010
SA030
Mangaratiba
Rio Grande
PR000
EN670
Rio do Portinho
Rio de Janeiro
Oceano Atlântico
RJ
SP
MG
ES
Oceano Atlântico
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de monitoramento da qualidade da água
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Enquadramento ponto
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Parâmetro
- Coliformes
- Fósforo
- OD
- DBO

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.15 - Classificação dos pontos de monitoramento de acordo com as classes de enquadramento para os principais parâmetros de qualidade

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Enquadramento: INEA, 2017

A seguir, algumas considerações a respeito dos resultados apresentados nos gráficos anteriores:

- A bacia do rio Piraí, que carece de dados de qualidade, possuindo apenas um ponto próximo à sua foz, apresenta registros de IQA a partir de 2014, mantendo-se sua condição como ruim até 2016, muito possivelmente em função da proximidade das cargas geradas no município de Barra do Piraí.
- Em relação às UHPs do curso principal da bacia do Rio Guandu (UHPs 04, 07 e 08), a qualidade manteve-se razoavelmente constante ao longo destes cinco anos, entre as faixas média e boa para os pontos localizados no curso principal, mantendo melhores índices nas proximidades da barragem do Ribeirão das Lajes, e piorando sua condição até o Canal de São Francisco. Além disso, o Rio dos Macacos, afluente da UHP-04, manteve sua qualidade como ruim neste período. Em relação à qualidade do principal ponto de captação da RH II, referente ao ponto GN-200, verifica-se que o IQA se manteve como médio ao longo dos últimos cinco anos, com todos os parâmetros analisados dentro da faixa da classe 1 de enquadramento, com exceção dos coliformes, cuja média apontou uma identificação em classe 4.
- Em relação às UHPs Rios Santana e São Pedro e Rios Queimados e Ipiranga, observa-se uma grande discrepância entre as duas regiões: enquanto a primeira, formada pelos rios Santana e São Pedro, manteve uma qualidade média, na segunda, formada pelos rios Queimados, Ipiranga e afluentes, a qualidade configura-se como uma das piores de toda a RH II. Além de uma tendência de diminuição do IQA de ruim para muito ruim observada nos últimos cinco anos, a maioria dos parâmetros analisados manteve seus valores de concentração muito superiores ao patamar da classe 4. É preocupante esta situação, uma vez que a maior captação da RH II, referente à adução da ETA Guandu, está localizada após a entrada destes afluentes no curso principal do Guandu. Entretanto, não foi observada nenhuma alteração expressiva da qualidade do ponto à jusante da afluência do rio Queimados e Ipiranga, com exceção do aumento dos valores de coliformes.
- Em relação às UHPs do Rio da Guarda (UHP-09) e Rio Guandu-Mirim (UHP-10), o panorama não é muito diferente em relação ao indicado na UHP Rios Queimados e Ipiranga. O IQA manteve-se como ruim no período de análise para a maioria dos pontos e as concentrações ultrapassam com facilidade os limites definidos para a classe 4, salvo algumas exceções.
- As bacias litorâneas apresentam um comportamento diverso e discrepante entre suas margens direita e esquerda da RH II: enquanto a primeira é relativamente mais preservada, refletindo nos valores das estações de monitoramento, a margem esquerda é mais degradada, principalmente em função de estar

completamente incluída no município do Rio de Janeiro, recebendo uma boa parte das cargas geradas pela capital do Estado.

6.2.4. Intrusão Salina

6.2.4.1. Introdução

Segundo Miranda & Castro (2002) estuário é um ambiente costeiro de transição entre o continente e o oceano adjacente, onde a água do mar é diluída pela água doce da dragagem continental. Sendo a extensão da intrusão salina determinada pela distância a qual a água marinha ainda exerce influência sob a estratificação do estuário. Esta influência da água marinha sobre o estuário não é uma condição estacionária, podendo variar em função de muitas variáveis, como a disponibilidade hídrica continental, a variação das marés, a velocidade e a direção dos ventos, além de irregularidades na batimetria de fundo, conforme citado por Santos (2014).

O Canal de São Francisco convive diretamente com esta questão, tendo, ao longo de seu trecho, uma ocupação predominantemente industrial, com a captação de água de importantes empresas, como a Usina Termelétrica Santa Cruz (UTE Santa Cruz), Companhia Siderúrgica do Atlântico Sul (TKCSA), Gerdal/Cosigua e a Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC). De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, a água passa a ser considerada como salobra quando a salinidade atinge níveis superiores a 0,5‰, inviabilizando uma série de usos e gerando procedimentos de interrupções na captação, como ocorre na TKCSA, quando a condutividade elétrica atinge níveis superiores a 300 µs/cm.

O objetivo do PERH-Guandu em relação a este tema é fazer uma revisão acerca de estudos anteriores descrevendo o fenômeno da intrusão salina no Canal de São Francisco, principalmente em relação às conclusões do PERH-Guandu (2006), além do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2014). Num segundo momento, será analisada uma série histórica de condutividade elétrica, parâmetro indireto na estimativa da salinidade, procurando estabelecer uma relação com a disponibilidade hídrica, que no caso do rio Guandu e do Canal de São Francisco é dependente quase que inteiramente da regra de operação à jusante da UHE Pereira Passos, referente à transposição das águas do Paraíba do Sul. Ao fim deste item, espera-se que seja possível contribuir nas discussões acerca da vazão a ser mantida na transposição e na proposição de regras específicas de vazão outorgável ao longo do canal.

6.2.4.2. Estudos Anteriores

6.2.4.2.1. PERH Guandu (2006)

O PERH Guandu (2006) baseia-se em dois estudos anteriores para a descrição da intrusão salina, salientando sua relação com o balanço hídrico e a disponibilidade hídrica no canal. O primeiro, na verdade é referente a um conjunto de trabalhos realizados na década de 1970 (HIDROESB, 1974; LARSEN, 1977), cuja conclusão é de que para a contenção da cunha salina no Canal de São Francisco seria necessário manter uma vazão de pelo menos 60 m³/s. Foram realizados estudos com diferentes cenários de vazões, verificando-se que para um cenário de 75 m³/s, a cunha não avançaria mais do que 2 km ao longo do canal, porém com 50 m³/s já propiciaria um avanço de 4 km, atingindo captações importantes, como a da UTE Santa Cruz e a da Gerdau.

Também foram consultados estudos desenvolvidos por COPPETEC (2004) envolvendo modelagem da intrusão no Canal de São Francisco avaliando o cenário então atual e futuro em relação às demandas hídricas na bacia, considerando também uma liberação de 115 m³/s em Pereira Passos. O cenário atual para o ano de 2004 considerava uma captação de 45 m³/s na ETA Guandu, resultando em uma vazão de 70 m³/s no Canal. Neste cenário, verificou-se o avanço da salinidade em 4 km no canal. Para um cenário futuro, prevendo-se um acréscimo de 30 m³/s da demanda de água na bacia, a cunha avançaria mais 4 quilômetros.

Por fim, o Plano Guandu (2006) salienta que tais estudos devem ser considerados na elaboração de um critério vazão outorgável específico para o canal, a fim da manutenção de uma vazão mínima que possa manter a água do canal classificada como doce, evitando sua salobridade. Medidas estruturais também poderiam ser propostas, como a implantação de adutoras de água bruta ou a combinação de adutoras e canal lateral.

6.2.4.2.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos (INEA, 2014)

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro fez uma caracterização dos principais estuários do estado, incluindo o Canal de São Francisco, com base em dados secundários e auxílio de modelagem computacional. O plano apresenta um conceito de zonas características dos estuários, citadas a seguir:

- **ZNA – Zona de oscilação de níveis de água ou "cabeça do estuário"**: é o trecho a partir do qual se começa a registrar oscilações de nível com períodos típicos de marés.
- **ZIC – Zona de inversão de correntes**: é o trecho a partir do qual se registra inversão de sentido nas correntes por efeitos de maré, e que pode ficar a uma distância considerável para jusante da cabeça do estuário.
- **ZM – Zona de mistura:** é o trecho a partir do qual a água começa a ficar salobra, com valores de salinidade entre 0,5 e 30 ‰.

As marés sofrem grande influência da interferência gravitacional da Lua e do Sol. As chamadas marés altas e marés baixas ocorrem ciclicamente, em média em um período de 12 horas. Nas luas nova e cheia, as forças gravitacionais do Sol estão na mesma direção das da Lua, produzindo marés mais altas e mais baixas, chamadas *marés de sizígia.* Nas luas minguante e crescente as forças gravitacionais do Sol estão em direções diferentes das da Lua, anulando parte delas, produzindo pouca variação entre as marés alta e baixa (*marés de quadratura*). Além da interferência da astronomia, também existe a chamada maré meteorológica, ocasionado principalmente por variações da pressão atmosférica, resultando em níveis mais baixos ou mais altos que os previstos.

Adotou-se um modelo hidrodinâmico para a representação das condições dos cinco principais estuários do estado, considerando dois cenários de simulação: um típico (condições típicas de maré de sizígia e quadratura em condições de estiagem) e um extremo (considerando maré meteorológica de 7 dias com altura de 0,8 metros).

Também foram consideradas duas cenas temporais, uma atual e uma cena futura de 50 anos, considerando efeitos de mudanças climáticas (nível médio do mar mais alto que o atual em 0,5 metros e vazões de estiagem mais baixas).

A Figura 6.46 apresenta o resultado da modelagem realizada no Canal de São Francisco para o cenário extremo atual. De acordo com o modelo, a zona de mistura (início da condição salobra da água) se iniciaria a uma distância de aproximadamente 2 km da baía de Sepetiba, não atingindo nenhuma captação existente no cadastro de outorgas. Para o cenário extremo, a zona de mistura avançaria em torno de 4 km, abrangendo captações importantes, como a da UTE Santa Cruz e a da TKCSA.

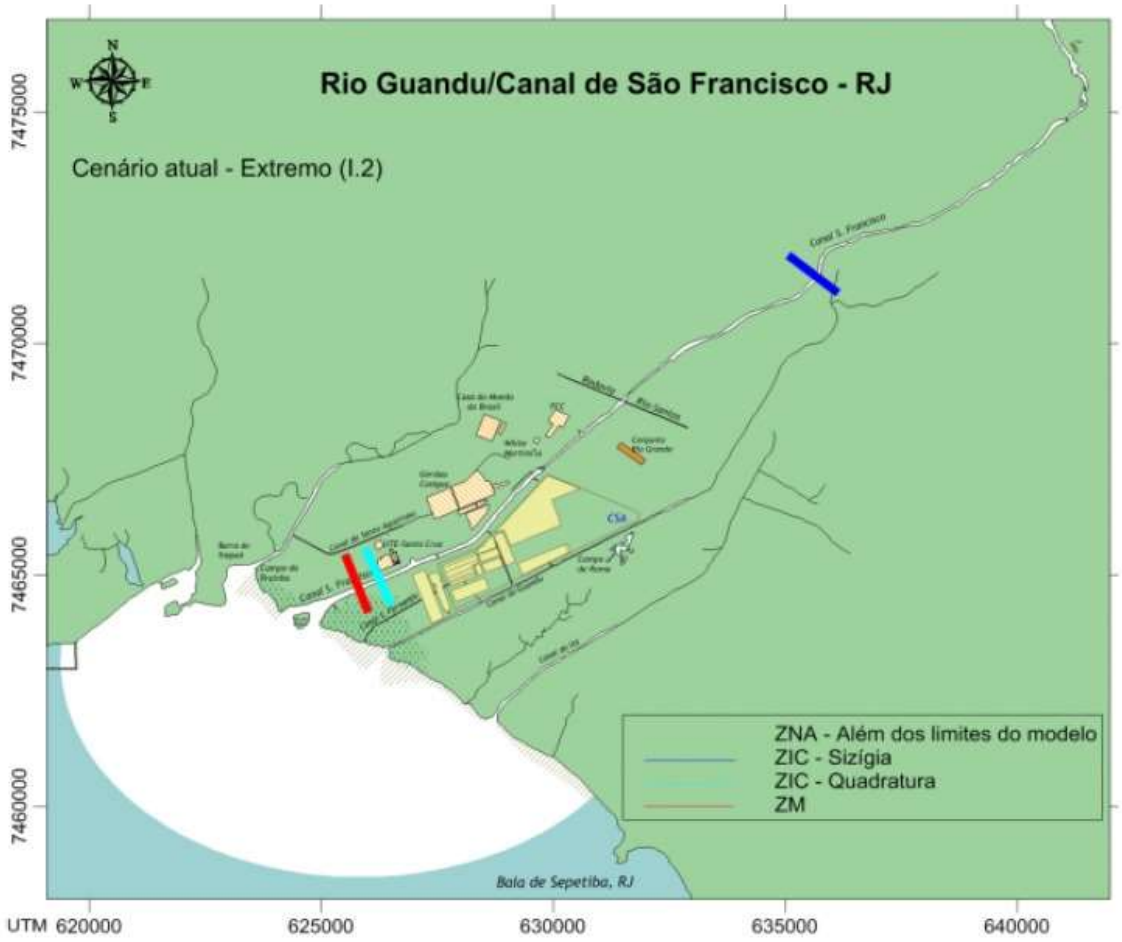


Figura 6.46 – Resultados do estudo de intrusão salina no Canal de São Francisco apresentado pelo PERHI-RJ. Fonte: (INEA, 2014)

6.2.4.2.3. Estudo da salinidade do Canal de São Francisco (Odebrecht Ambiental, 2013)

Este estudo foi solicitado pela Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA), um importante complexo siderúrgico localizado junto à margem esquerda do Canal de São Francisco e próximo à Baia de Sepetiba. De acordo com o cadastro de usuários de água, a TKCSA possui uma captação total de 18,63 m³/s no canal, sendo que 93% deste valor é retornado, porém não ao canal, e sim para o Rio Guandu Mirim.

A condutividade elétrica é medida continuamente no local da captação, e uma vez que seja detectado um valor acima de 300 µs/cm a captação é interrompida automaticamente, sendo reiniciada quando atingir 200 µs/cm. Como a empresa não possui o monitoramento da salinidade, se tornou necessário buscar metodologias empíricas de cálculo,

como a apresentada por Metcalf & Eddy (1991), que apresenta uma relação entre salinidade e condutividade, de acordo com a seguinte equação:

$$S\ (mg/l) = 0{,}64\ C\ (\mu s/cm) \qquad 6.18$$

Analisando dados de condutividade máxima mensal entre julho de 2012 e junho de 2013, observa-se que em seis meses ocorreram picos de salinidade, como é possível observar na Figura 6.47. Embora expressivos, ressalta-se a importância da análise de valores diários, ou mesmo em intervalos menores, a fim de se verificar a dimensão destes eventos de intrusão no canal.

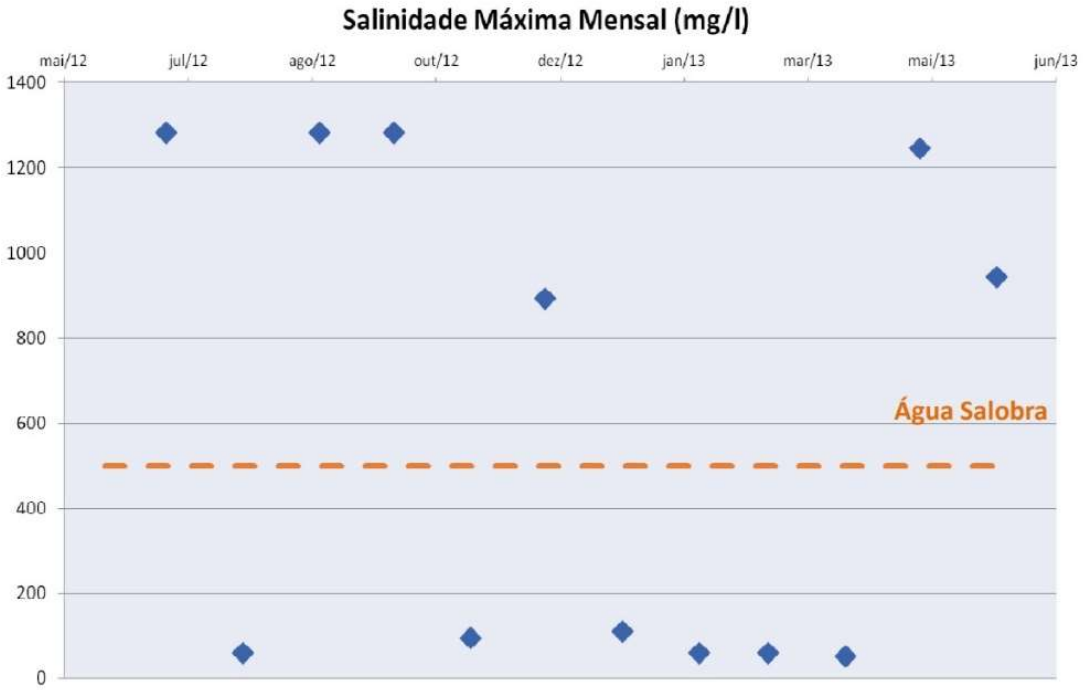


Figura 6.47 – Salinidade máxima mensal observada no período de maio de 2012 a junho de 2013 no ponto de captação da TKCSA. Fonte: Odebrecht Ambiental (2013)

6.2.4.3. Análise de dados de condutividade no Canal de São Francisco e influência da disponibilidade hídrica

De posse das informações levantadas anteriormente, serão analisadas algumas informações que visam contribuir na discussão acerca do limite da vazão a ser mantida no Canal de São Francisco, a fim de que se minimize o efeito da intrusão salina. Foram obtidos dados de condutividade elétrica cedidos pela empresa Fábrica Carioca de Catalisadores S/A (FCC), que possui ponto de captação a uma distância de 3,85 quilômetros da foz do canal. Importante destacar que a TKCSA foi considerada na análise pelo fato desta

indústria ser a que possui a captação de água, utilizada como insumo no processo produtivo, mais próxima da foz (com exceção de Furnas, que está mais próxima da foz, no entanto, utilizando água para sua térmica).

Além disso, serão analisadas as informações de marés e os registros de telemetria dos postos fluviométricos localizados à jusante da UHE Pereira Passos. A informação de vazão será integrada com os dados de demanda e balanço hídrico, a fim de que se possa ter uma estimativa da vazão remanescente no canal.

6.2.4.3.1. Dados utilizados

Como dito anteriormente, serão analisados primordialmente os registros de condutividade elétrica fornecidos pela empresa FCC, sendo complementados com os dados de maré, vazão observada a partir de postos telemétricos, além da informação das demandas hídricas ao longo do curso principal. A seguir, a Figura 6.48 apresenta a localização dos pontos de coleta de dados citados, e na sequência uma pequena descrição de cada conjunto.

Destaca-se que mesmo sendo utilizado somente os registros de condutividade elétrica fornecidos pela FCC é possível realizar uma análise significativa, porque entre os anos de 2013 a 2016 ocorreram eventos de escassez hídrica na RH II, sendo que no ano de 2016 empresas como, por exemplo, a TKCSA que alterou seu ponto de captação para junto do ponto da FCC.

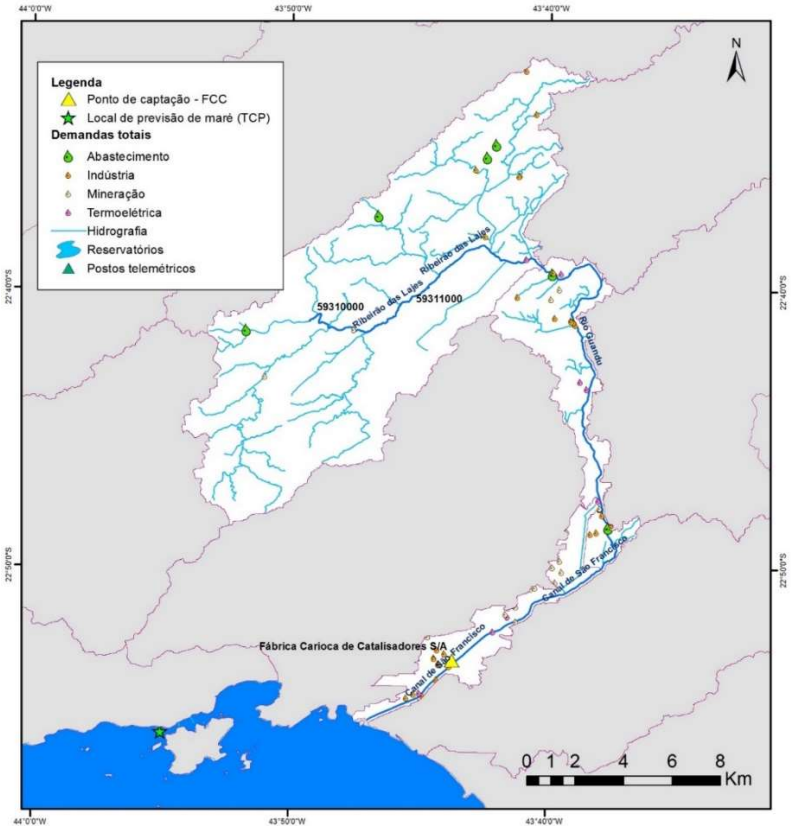


Figura 6.48 – Mapa de localização dos pontos de coleta de dados a serem utilizados no estudo de intrusão salina.

- **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica é uma forma indireta bastante utilizada de averiguação da salinidade devido à facilidade de medição, e uma vez que ela é diretamente proporcional à quantidade de íons presentes na água, principalmente em relação ao NaCl em relação à água do mar, que facilmente se dissocia nos íons Na+ e Cl-, contribuindo com o aumento da condutividade. Os dados de condutividade elétrica recebidos pela empresa FCC compreendem registros entre julho de 2014 a maio de 2017 com passo de tempo de 6 horas (com 12% de falhas ou dados inexistentes no período).

A Figura 6.49 a seguir apresenta os dados brutos de condutividade elétrica obtidos a partir da empresa FCC com discretização temporal de 6 horas. O limiar inferior, referente a uma condutividade de 300 µs/cm, representa o limite permitido da captação da TKCSA, e o limiar superior, referente a um valor em torno de 780 µs/cm, representa o limite para a classificação como água doce, a partir da relação apresentada na equação que relaciona a salinidade e condutividade (para a água ser considerada salobra a salinidade deve ser igual ou superior à 500 mg/l ou 0,5 ‰). Observa-se que os picos de condutividade

ocorreram concentrados em determinados períodos, principalmente entre fevereiro e junho de 2015, agosto e outubro do mesmo ano e entre abril e setembro de 2016.

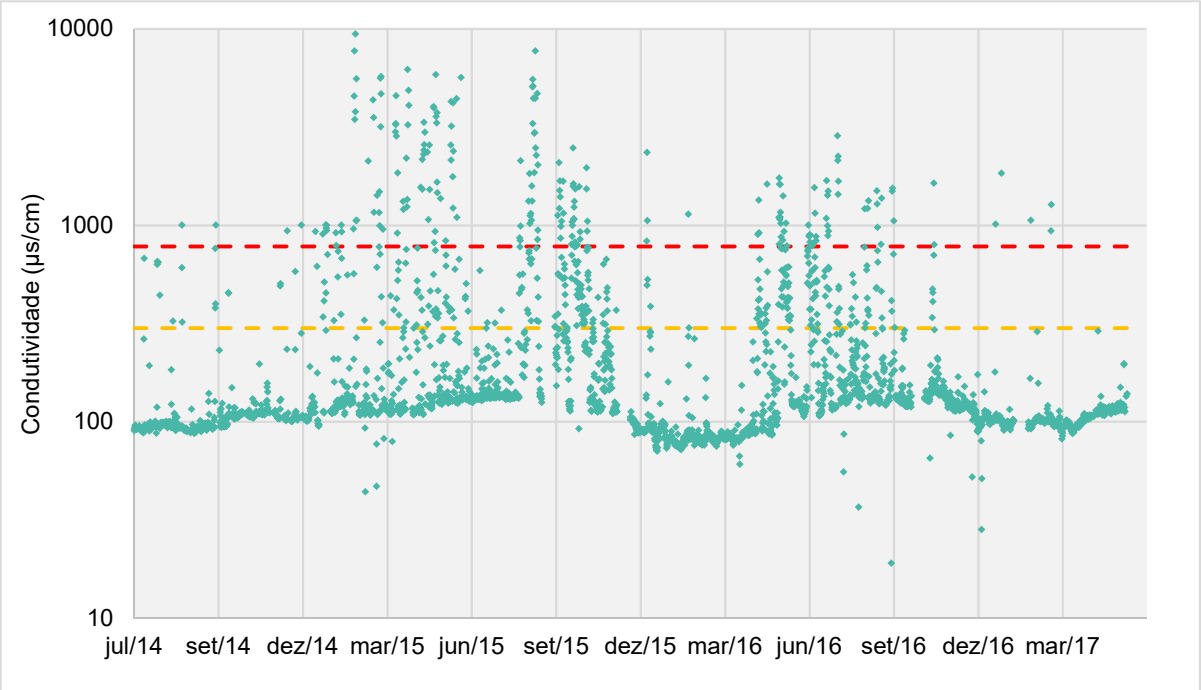


Figura 6.49 – Dados observados de condutividade no Canal de São Francisco no ponto de captação da empresa FCC.

Aplicando-se a relação linear apresentada na equação 6.18, é possível estimar empiricamente os valores de salinidade no canal na altura do ponto de captação da FCC. Manteve-se a série bruta e também se calculou a média diária de salinidade, e posteriormente gerou-se uma curva de probabilidades, a fim de se verificar o percentual do tempo no qual a água manteve-se como salobra. A Figura 6.50 apresenta o resultado, onde verifica-se que em apenas 6% do tempo a água esteve classificada como salobra, considerando tanto a série a cada seis horas, quanto a série diária.

No entanto, considerando o período mais crítico, entre fevereiro e outubro de 2015, esse percentual de permanência em água salobra sobe para 20%, valor já bastante significativo.

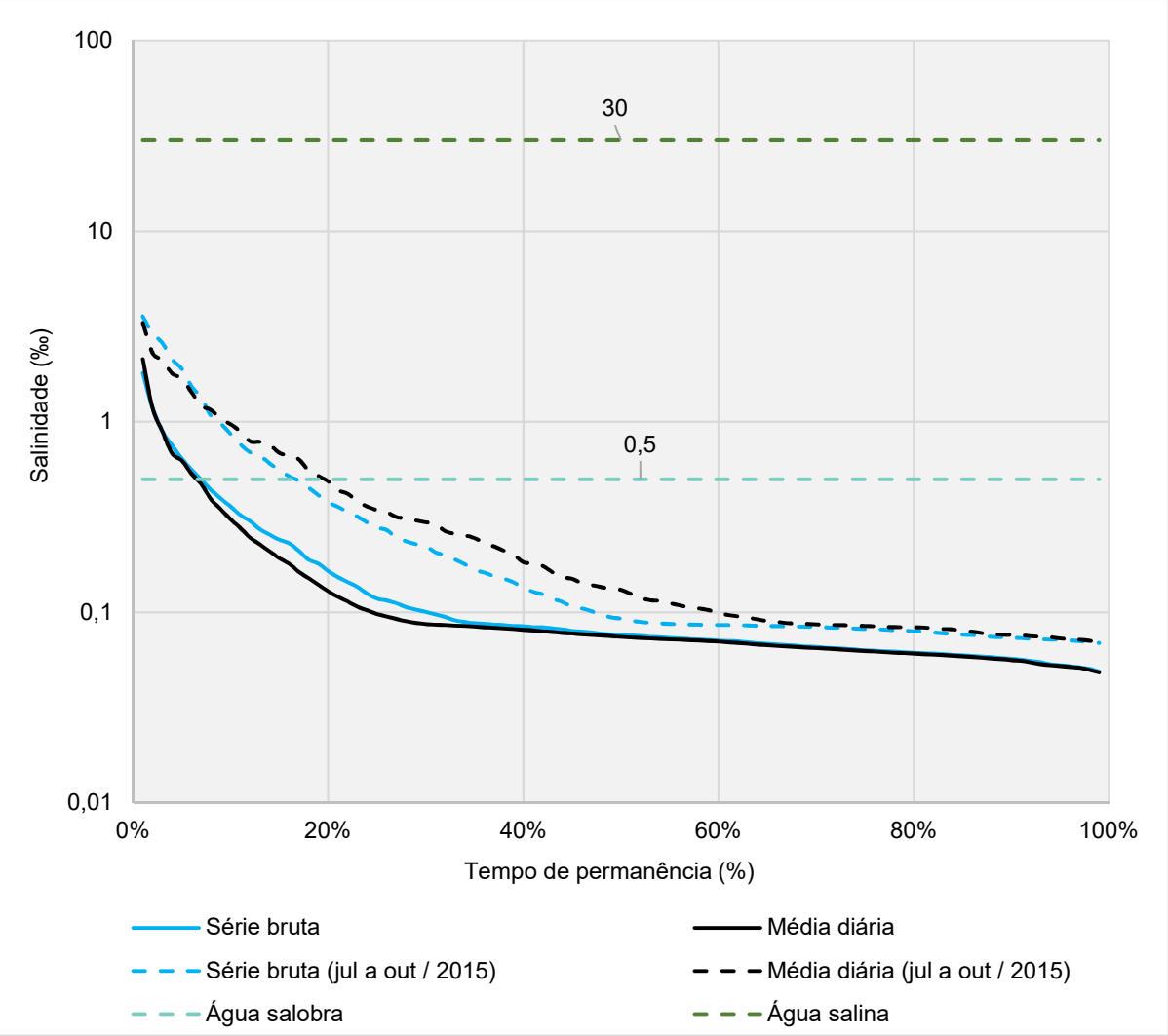


Figura 6.50 – Curva de permanência da série bruta e da média diária dos valores de salinidade estimados a partir da condutividade elétrica.

- **Maré**

Em relação aos dados de maré, foi utilizado o portal Tide and Current Predictor, que gera séries previstas de maré para diversas localidades em todo o mundo, correspondentes às tábuas de maré em função das condições astronômicas.

O ponto mais próximo à saída do canal é próximo à Ilha de Itacuruçá, distante aproximadamente 15 km da área de estudo. No portal é possível gerar séries com diferentes discretizações temporais, sendo escolhido o passo de 6 horas para fins de comparação com a condutividade.

A região do Canal de São Francisco apresenta característica de maré semidiurna, com dois picos de maré alta e dois picos de maré baixa ao dia. Além disso, as marés sofrem influência em função da posição lunar.

A Figura 6.51 apresenta um comportamento típico de maré para um determinado mês do ano, cujos dados foram gerados em Itacuruçá pelo Tide and Current Predictor. Nas marés de sizígia, o nível do mar chega a alcançar 1,22 metros. Cabe ressaltar que estes dados representam apenas a variação da maré em função das condições astronômicas, não sendo incluídas as variações ocasionadas por condições meteorológicas.

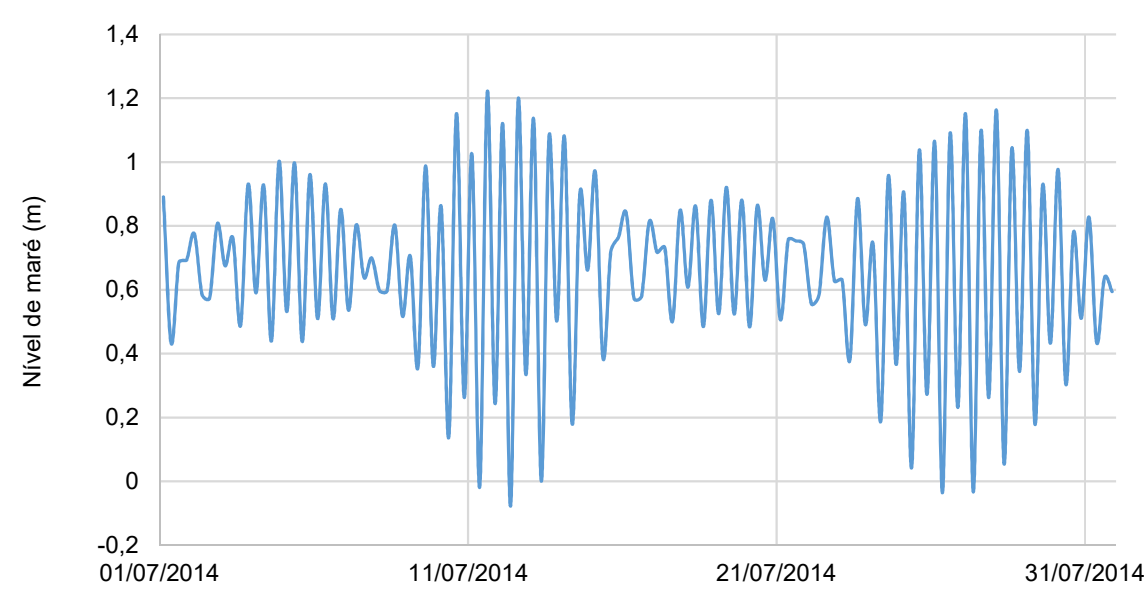


Figura 6.51 - Variação da maré durante um mês em ponto próximo à saída do Canal de Sepetiba (Ilha de Itacuruçá).

A Figura 6.52 apresenta uma relação entre a salinidade e a maré em um período de 15 dias no qual ocorreram grandes picos de intrusão. Observa-se que os picos de maré e salinidade são coincidentes, embora os picos de maré ocorram sempre e nem por isso existam picos correspondentes de salinidade.

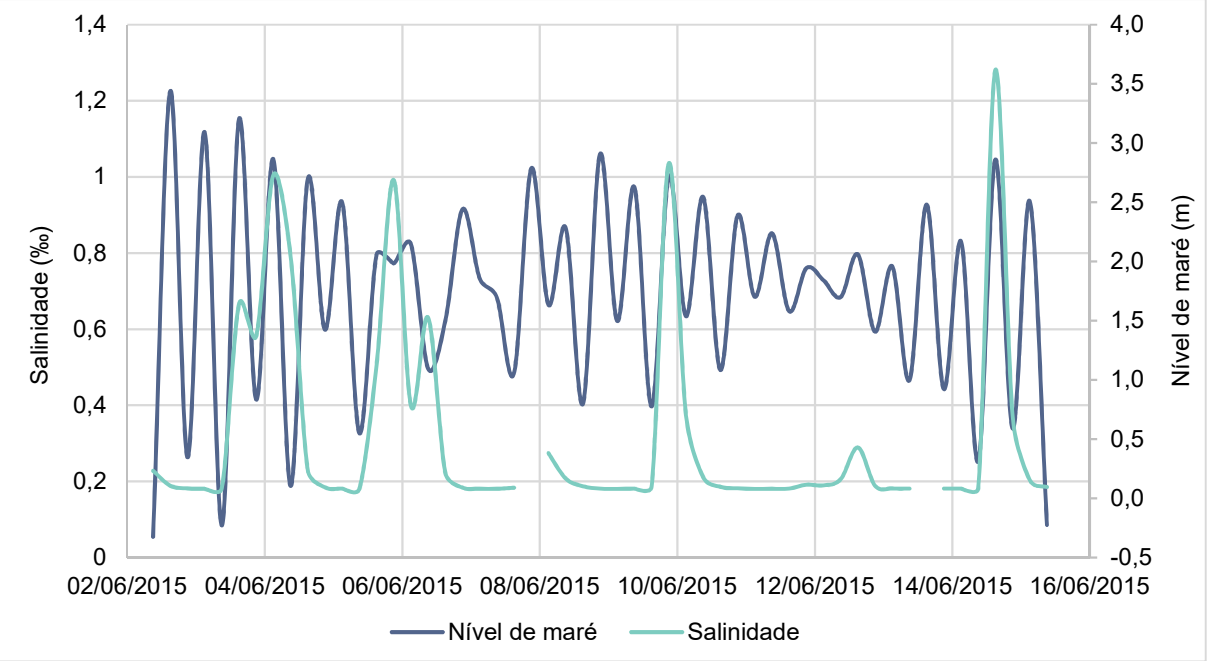


Figura 6.52 – Relação entre salinidade e nível de maré para um período de 15 dias.

- **Dados de vazões e demandas hídricas**

Foram utilizadas as séries de defluências do reservatório Pereira Passos, fornecida pelo Sistema de Acompanhamento de Reservatórios, plataforma da Agência Nacional de Águas, podendo ser acessada pelo seguinte endereço: http://sar.ana.gov.br/MedicaoSIN.

Uma vez que inexistem registros de vazão no Canal de São Francisco para o período analisado, será feita uma estimativa da vazão remanescente no canal, com base nas informações de demandas hídricas, considerando também os aportes das principais bacias contribuintes, a partir das informações de disponibilidade hídrica.

Considerou-se um aporte de 50% da $Q_{7,10}$ para as bacias do rio Macaco, Santana, São Pedro, Queimados e Ipiranga. Observa-se que no início do canal existe um saldo de demanda de 44,6 m³/s, valor próximo à captação da ETA Guandu, igual a 45 m³/s. Este valor será descontado das vazões observadas nos postos fluviométricos, a fim de que se possa ter uma estimativa da disponibilidade hídrica no canal.

6.2.4.3.2. Resultados

A seguir, apresentam-se os resultados do cruzamento entre as informações de salinidade e vazão observada nos postos telemétricos. A Figura 6.53, Figura 6.54 e Figura 6.55 apresentam a relação entre salinidade e vazão observada para os períodos de julho de 2014 a junho de 2015, julho de 2015 a julho de 2016, e julho de 2016 a junho de 2017, respectivamente.

Observa-se uma relação bastante sensível entre as duas variáveis: enquanto que ao longo de 2014 houve pouca variação da operação em Pereira Passos, e por conseguinte uma pequena variação da salinidade, a partir de dezembro de 2014 as variações da operação da transposição começam a ter uma frequência maior, muito em função da crise hídrica e das resoluções que alteraram momentaneamente os valores captados em Santa Cecília, ocasionando também a ocorrência de picos mais frequentes de salinidade.

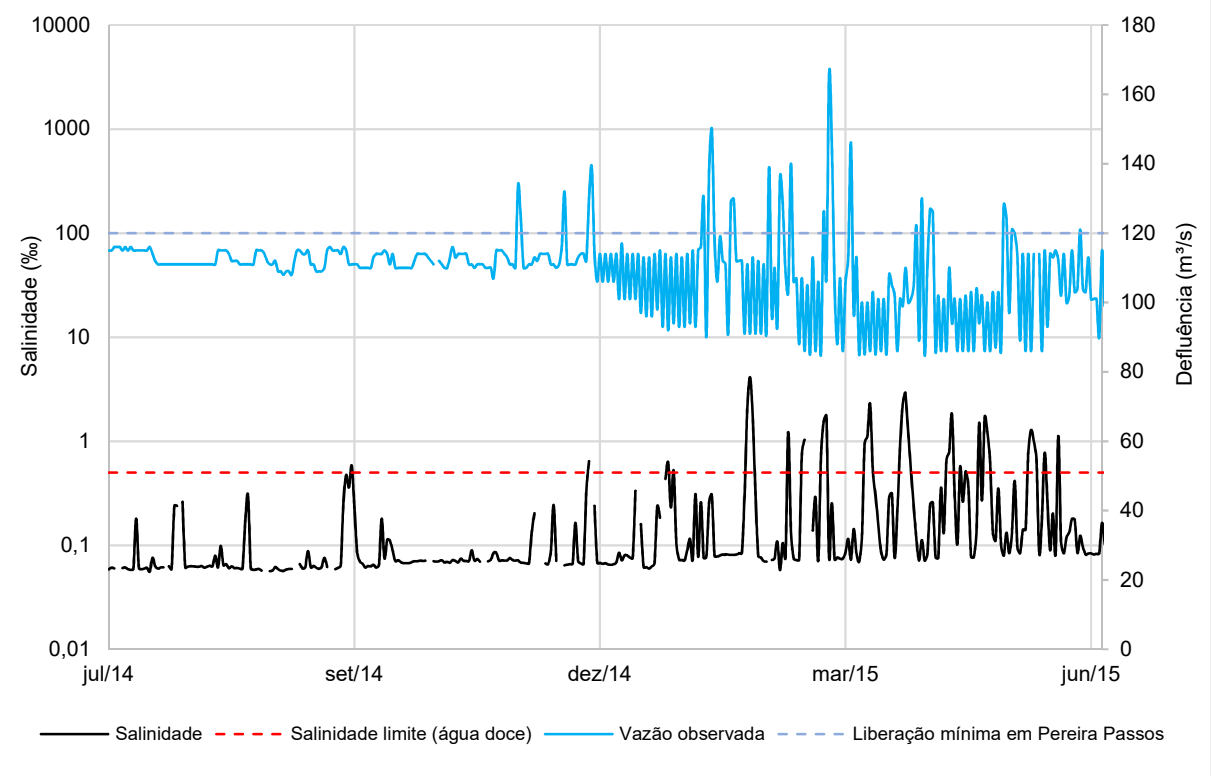


Figura 6.53 – Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2014 a junho de 2015.

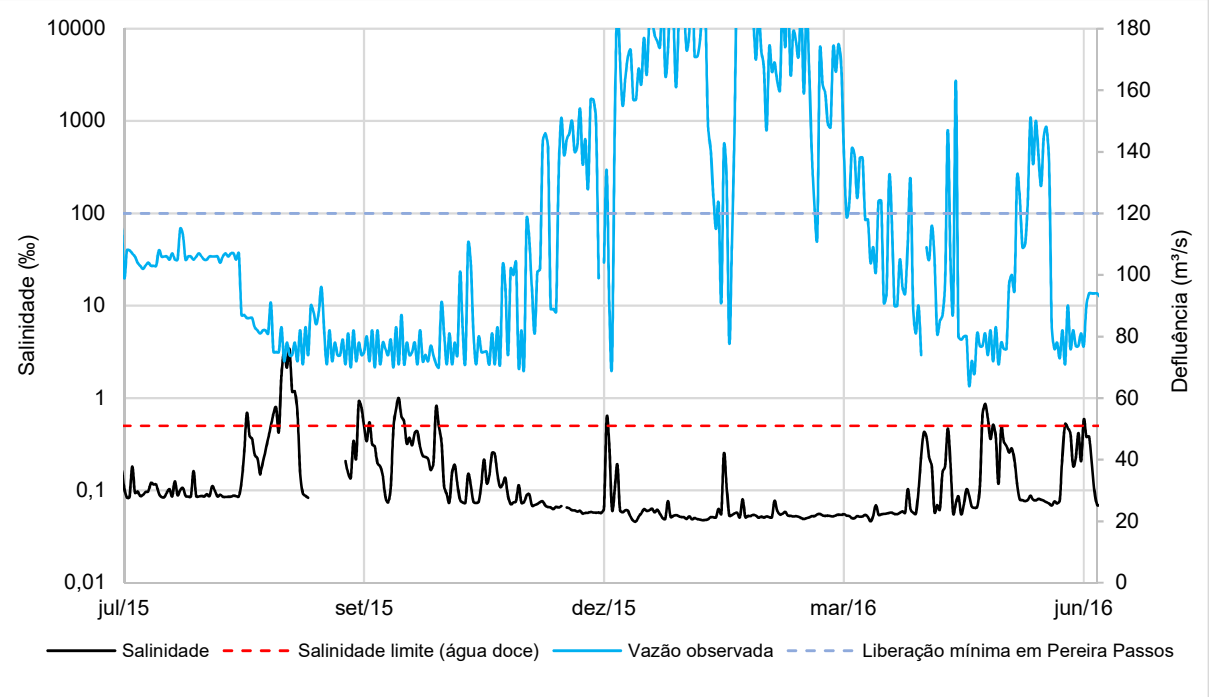


Figura 6.54 - Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2015 a junho de 2016.

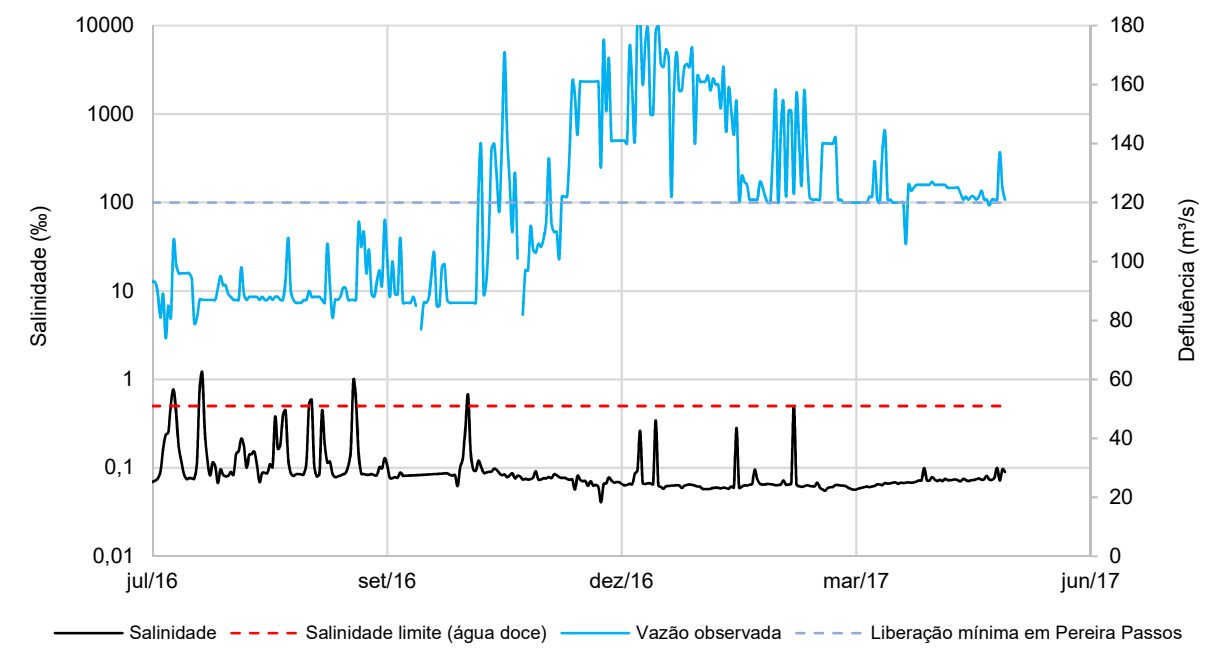


Figura 6.55 - Relação entre salinidade e vazão observada média diária no período de julho de 2016 a junho de 2017.

Corroborando com as informações visualizadas nos gráficos, o Quadro 6.23 apresenta o número de registros de condutividade por faixa de vazão, e quantos desses registros estão acima de 0,5 ‰, limite acima do qual a água é classificada como salobra. Observa-se um percentual bastante expressivo de ocorrências de intrusão salina nas faixas de vazão até 100 m³/s em Pereira Passos, reduzindo-se para vazões acima deste valor. Esta análise reforça o valor de 60 m³/s de vazão no canal de São Francisco citado pelo PERH Guandu (2006), como um patamar mínimo para que haja a contenção da cunha salina no canal.

Quadro 6.23 – Faixa de valores de vazões e respectivas ocorrências de salinidade

Vazão - jusante Pereira Passos (m³/s)	Vazão - início do canal (m³/s)	Número de registros de condutividade	Salinidade acima de 0,5 ‰	Percentual (%)
50 - 80	5,5 - 35,5	85	19	22,4%
80 - 90	35,5 - 45,5	156	20	12,8%
90 - 100	45,5 - 55,5	71	6	8,5%
100 - 110	55,5 - 65,5	130	8	6,2%
110 - 120	65,5 - 75,5	207	7	3,4%
120 - 140	75,5 - 95,5	126	3	2,4%
> 140	> 95,5	170	0	0,0%

6.2.4.3.3. Conclusões

A partir das análises dos dados de condutividade cedidos pela empresa FCC, foi possível verificar a frequência da condição salobra no canal, e que as ocorrências estão relacionadas com a operação da transposição de vazões a partir da UHE Pereira Passos. Mais de 80% das ocorrências de salinidade acima de 0,5 ‰ ocorreram quando a vazão em Pereira Passos estava abaixo de 110 m³/s, valor abaixo do valor mínimo de 120 m³/s de liberação, de acordo com a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382, de 7 de dezembro de 2015. Lembrando também que este cenário é válido para o ponto de monitoramento correspondente à captação da FCC, distante cerca de 3,8 km da Baía de Sepetiba. Para distâncias mais próximas à baía, certamente verificaríamos um número maior de ocorrências de salinidade, diminuindo à medida que avançássemos em direção ao continente.

Os dados apresentados neste trabalho corroboram com a necessidade de manutenção de um valor mínimo de vazão no Canal de São Francisco de forma a se evitar o avanço da intrusão, muito embora, do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, pareça uma medida pouco eficiente, haja vista o grande volume de água necessário para a contenção

da cunha salina em benefício de poucos usuários, embora sejam de grande importância econômica para a região.

6.3. AVALIAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO

Neste item serão retomados alguns aspectos abordados nos itens anteriores, apresentando um panorama das estações atualmente em atividade na RH II, contemplando os aspectos hidrometeorológicos. A seguir, o Quadro 6.24 apresenta o número de estações fluviométricas, pluviométricas e climáticas por UHP. Foram contabilizadas todas as estações atualmente em operação, independente da disponibilização de registros históricos de dados. Em relação às estações fluviométricas, descontou-se as estações que fazem parte da estrutura hídrica, como túneis, canais, barramentos e estações elevatórias, mantendo os postos com vazões naturais e os postos localizados à jusante destas estruturas.

Quadro 6.24 – Relação do número de estações hidroclimáticas em operação por UHP

UHP	Área (km²)	Área acm. (km²)	Estações fluviométricas		Estações pluviométricas		Estações clima-tológicas[1]
			Total	Tele-metria	Total	Tele-metria	
Rio Piraí - montante res. Santana	587,1	587,1	4	4	8	8	0
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	417,3	1.004,4	1	0	4	4	0
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	320,7	320,7	0	0	0	0	0
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,4	666,1	4	3	4	4	0
Rios Santana e São Pedro	422,3	422,3	0	0	1	1	0
Rios Queimados e Ipiranga	243,1	243,1	0	0	10	10	0
Rio Guandu	63,7	1.395,2	2	1	3	3	0
Canal de São Francisco	41,2	1.436,4	0	0	1	1	0
Rio da Guarda	393,7	393,7	1	0	6	6	1
Rio Guandu-Mirim	263,3	263,3	0	0	6	3	1
Bacias Litorâneas (MD)	302,1	302,1	0	0	3	1	0
Bacias Litorâneas (ME)	216,5	216,5	0	0	2	1	0
Rio Piraí - montante res. Santana	94,1	94,1	0	0	1	1	1
Total			**12**	**8**	**49**	**43**	**3**

1- São as estações do INMET na RH II, e os parâmetros são os que o INMET habitualmente mede temperatura (°C), umidade (%), ponto de orvalho (°C), pressão (hPa), vento (m/s), radiação (kJ/m²) e chuva (mm).

Em seguida, a Figura 6.56 apresenta a distribuição das entidades responsáveis pela operação das estações fluviométricas por UHP. Em relação às estações fluviométricas, observa-se uma dependência bastante significativa da empresa Light e de outras entidades, representadas pela PCH do Rio do Braço, e pelas CGH's da Serra e Cascata. Destaca-se a

estação do INEA na UHP-04 em Paracambi, a qual faz parte da rede de alerta de cheias do instituto.

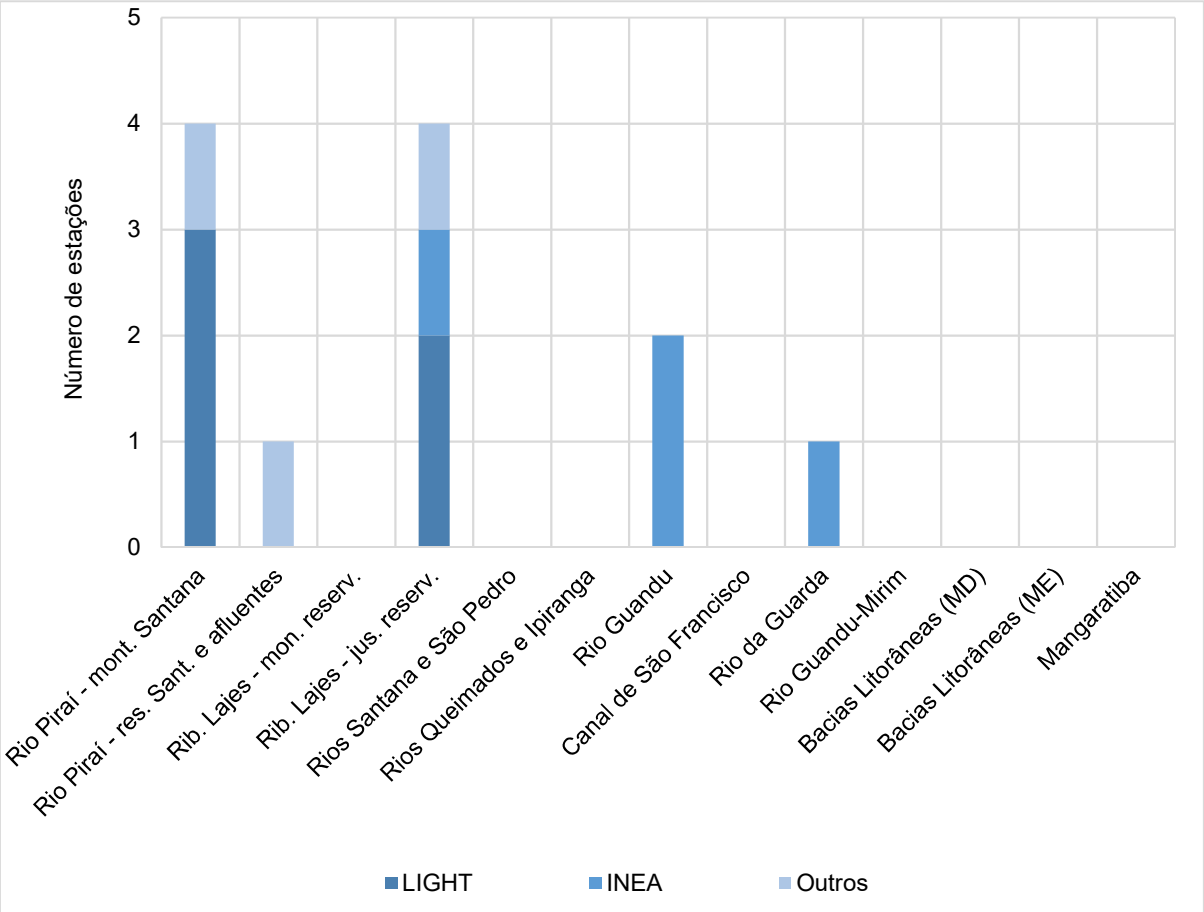


Figura 6.56 – Distribuição das entidades responsáveis pela operação dos postos fluviométricos por UHP.

Da mesma forma, a Figura 6.57 a seguir apresenta a distribuição das entidades responsáveis pela operação dos postos pluviométricos por UHP. Observa-se uma maior diversidade de órgãos responsáveis pela operação das estações, com destaque para o CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), que possui uma rede de 25 estações pluviométricas instaladas ao longo da RH II a partir de 2014, com capacidade de registrar a precipitação em tempo real a um intervalo de tempo inferior a uma hora. As maiores concentrações de estações do CEMADEN estão nas UHPs Queimados e Ipiranga, da Guarda e Guandu-Mirim, áreas de maior densidade urbana e com maior necessidade de monitoramento para o alerta de cheias. A empresa Light também mantém algumas estações, principalmente na bacia do Piraí devido ao interesse na operação das UHE's existentes. O INEA é responsável por estações na UHP-07 (Guandu Seropédica), UHP-10 (Mendanha) e UHP-12 (Campo Grande).

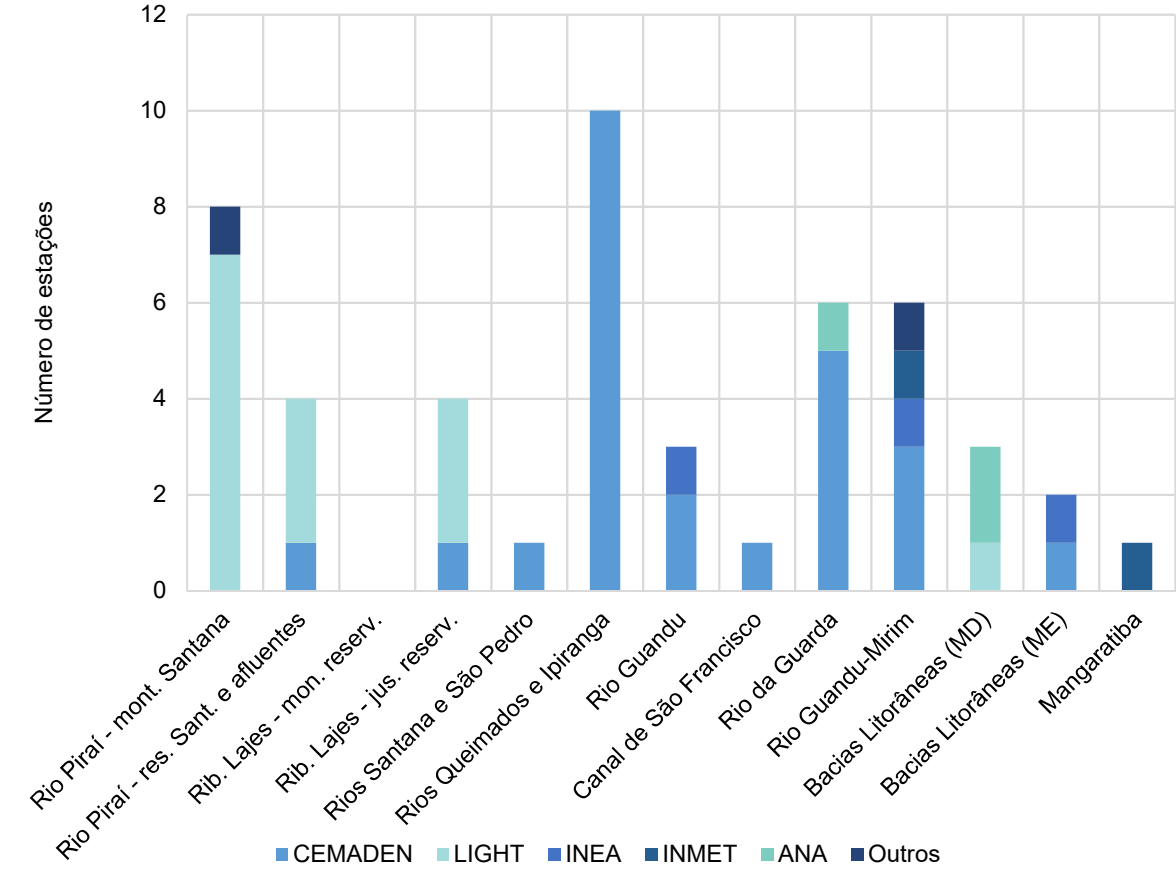


Figura 6.57 - Distribuição das entidades responsáveis pela operação dos postos pluviométricos por UHP.

Em relação às UHPs da bacia do Piraí, apesar do grande número de estações fluviométricas, principalmente na UHP-01, elas estão concentradas na região de cabeceira, não sendo possível a caracterização hídrica na bacia de forma mais consistente. Também se observa que nos principais afluentes do Guandu, referentes às UHP-05 e 06, não há nenhum ponto de monitoramento nestas regiões, assim como nas bacias do rio da Guarda, Guandu-Mirim e todas as bacias litorâneas (com exceção da estação Santa Cândida na UHP-09, no entanto não foram disponibilizados dados para esta estação). Devido ao fato de que se tratam de bacias diferentes, ainda que sejam incluídas numa mesma região hidrográfica, seria importante que houvesse pelo menos uma estação em cada bacia, além de estações localizadas nos principais afluentes do Guandu. Como o regime de vazões é profundamente alterado no curso principal do Guandu devido às transposições, a verificação do regime natural dos afluentes a partir dos postos localizados na calha principal fica comprometida, uma vez que o efeito da transposição é muito maior.

Em relação à quantidade de pluviômetros e pluviógrafos na RH II, observa-se uma quantidade bastante razoável de estações na UHP-01 e 02, havendo a necessidade de inclusão de poucos pontos na UHP-03 (reservatório de Lajes), além da UHP-05 (Rios Santana e São Pedro). Em relação às áreas urbanas, a Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2008) recomenda uma densidade mínima de 1 pluviógrafo a cada 20 km².

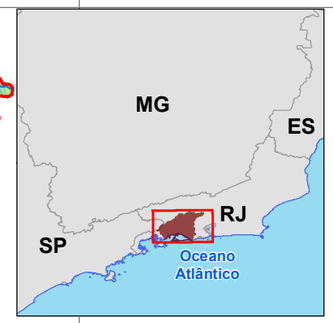
Considerando as UHP-06 (Queimados e Ipiranga), UHP-09 (Rio da Guarda) e UHP-10 (Guandu-Mirim) como sendo de característica urbana, seriam necessários, respectivamente, 12, 19 e 13 pluviógrafos para cada UHP. A UHP-06 praticamente atende este requisito com as 10 estações do CEMADEN, devendo-se observar a necessidade de inclusão novas estações no Rio da Guarda e Guandu-Mirim.

A seguir, o Quadro 6.25 e o Quadro 6.26 apresentam, respectivamente, a relação das estações fluviométricas e pluviométricas atualmente em operação na RH II, e o Mapa 6.16 apresenta a distribuição das mesmas, indicando a entidade responsável por sua operação.

Quadro 6.25 – Relação das estações fluviométricas atualmente em operação na RH II.

UHP	Cód. ANA	Nome	Resp.	Município	Curso	Tipo de coleta	Longitude	Latitude
Rio Piraí – montante reservatório Santana	58350001	FAZENDA NOVA ESPERANÇA	LIGHT	PIRAÍ	RIO PIRAÍ	TELEMETRIA	-43,9567	-22,6625
	58336000	PCH BRAÇO JUSANTE	RIO DO BRAÇO	RIO CLARO	RIO DO BRAÇO	TELEMETRIA	-44,2300	-22,7800
	58338500	RIO DO BRAÇO	LIGHT	RIO CLARO	RIO DO BRAÇO	TELEMETRIA	-44,1885	-22,7845
	58335000	LÍDICE	LIGHT	RIO CLARO	RIO PIRAÍ	TELEMETRIA	-44,1993	-22,8315
Rio Piraí – res. Santana e afluentes	59257000	CGH DA SERRA	TAIRETÁ	PARACAMBI	RIO DOS MACACOS	CONVENCIONAL	-43,6900	-22,5200
Ribeirão das Lajes – jusante reservatório	59256000	CGH CASCATA	TAIRETÁ	PARACAMBI	CÓRREGO TAERETÁ	CONVENCIONAL	-43,7133	-22,5953
	59310000	UHE PEREIRA PASSOS JUSANTE	LIGHT	PIRAÍ	RIBEIRÃO DAS LAJES	TELEMETRIA	-43,8204	-22,6851
	59256500	PARACAMBI	INEA	PARACAMBI	RIO DOS MACACOS	TELEMETRIA	-43,7100	-22,6100
	59311100	PCH PARACAMBI JUSANTE	LIGHT	PARACAMBI	RIBEIRÃO DAS LAJES	TELEMETRIA	-43,7500	-22,6700
Rio Guandu	59314600	FAZ. ILHA MINEIROS - VIA DUTRA	INEA	NOVA IGUAÇU	RIO GUANDU	CONVENCIONAL	-43,6412	-22,7301
	59316200	GUANDU SEROPÉDICA	INEA	SEROPÉDICA	RIO GUANDU	TELEMETRIA	-43,6290	-22,8098
Rio da Guarda	59325012	SANTA CANDIDA 2	INEA	ITAGUAÍ	RIO MAZOMBA	CONVENCIONAL	-43,8200	-22,8500

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Limite Estadual

Postos climatológicos
- INMET

Postos pluviométricos
- ANA
- CEMADEN
- INEA
- INMET
- LIGHT
- Outros

Postos fluviométricos
- INEA
- LIGHT
- Outros

UHP
- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.16 – Rede de monitoramento hidrometeorológico atual da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Postos monitoramento: identificado na legenda

Quadro 6.26 - Relação das estações pluviométricas atualmente em operação na RH II.

UHP	Cód. ANA	Nome	Resp.	Município	Tipo de coleta
1	2244097	UHE FONTES NOVA DESVIO VARZEA	LIGHT	RIO CLARO	Telemetria
	2244099	UHE NILO PEÇANHA LÍDICE	LIGHT	RIO CLARO	Telemetria
	2244103	UHE NILO PEÇANHA RES. TÓCOS BARRAMENTO	LIGHT	RIO CLARO	Telemetria
	2244107	UEL VIGÁRIO PASSO TRÊS	LIGHT	RIO CLARO	Telemetria
	2243216	UEL VIGÁRIO DESCARGA D'ÁGUA	LIGHT	PIRAÍ	Telemetria
	2244165	PCH BRAÇO JUSANTE	RIO DO BRAÇO	RIO CLARO	Telemetria
	2244196	UHE NILO PEÇANHA RIO DO BRAÇO	LIGHT	RIO CLARO	Telemetria
	2243265	UEL VIGÁRIO FAZENDA NOVA ESPERANÇA	LIGHT	PIRAÍ	Telemetria
2	2243263	UEL SANTA CECÍLIA RES. SANTANA BARRAMENTO	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	Telemetria
	2243264	UEL SANTA CECÍLIA MORSING	LIGHT	MENDES	Telemetria
	2243266	UEL VIGÁRIO CANAL	LIGHT	PIRAÍ	Telemetria
	2243383	MENDES_CIEP 288 - Prof. Ruy Gonçalves Ramos	CEMADEN	MENDES	Telemetria
4	2243333	PARACAMBI	INEA	PARACAMBI	Telemetria
	2243506	PCH PARACAMBI BARRAMENTO	LIGHTGER	PARACAMBI	Telemetria
	2243219	UHE FONTES NOVA RES. LAJES BARRAMENTO	LIGHT	PIRAÍ	Telemetria
	2243267	UHE PEREIRA PASSOS JUSANTE	LIGHT	PIRAÍ	Telemetria
	2243414	PARACAMBI_Escola Municipal Dr. Carlos Nabuco	CEMADEN	PARACAMBI	Telemetria
5	2243366	JAPERI_Estrada Ary Schivo	CEMADEN	JAPERI	Telemetria
6	2243367	JAPERI_Centro	CEMADEN	JAPERI	Telemetria
	2243368	JAPERI_Parque Gandu	CEMADEN	JAPERI	Telemetria
	2243369	JAPERI_E.M Teofilo Cunha	CEMADEN	JAPERI	Telemetria
	2243409	NOVA IGUAÇU_Palhada	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	Telemetria
	2243411	NOVA IGUAÇU_EMEI Olga Celestina Gilbert Almeida	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	Telemetria
	2243444	QUEIMADOS_Estrada Rio do Ouro	CEMADEN	QUEIMADOS	Telemetria
	2243445	QUEIMADOS_Jardim da Fonte	CEMADEN	QUEIMADOS	Telemetria
	2243446	QUEIMADOS_Santa Catarina	CEMADEN	QUEIMADOS	Telemetria
	2243447	QUEIMADOS_E M DR FRANCISCO MANOEL BRANDAO	CEMADEN	QUEIMADOS	Telemetria
	2243448	QUEIMADOS_E M JOSÉ ANASTACIO RODRIGUES	CEMADEN	QUEIMADOS	Telemetria
7	2243335	GUANDU SEROPÉDICA	INEA	SEROPÉDICA	Telemetria
	2243495	SEROPEDICA_Dom Bosco	CEMADEN	SEROPÉDICA	Telemetria
	2243498	SEROPEDICA_E.M. COLETIVO SANTA ALICE	CEMADEN	SEROPÉDICA	Telemetria
8	2243458	RIO DE JANEIRO_Posto de Saúde - Catta Preta	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	Telemetria
9	2243186	ECOLOGIA AGRIC. (KM 47)	INMET	ITAGUAÍ	Telemetria
	2243496	SEROPEDICA_Santa Sofia	CEMADEN	SEROPÉDICA	Telemetria
	2243497	SEROPEDICA_Centro	CEMADEN	SEROPÉDICA	Telemetria
	2243363	ITAGUAÍ_CIEP 497 - Prof. Silvia Tupinambá	CEMADEN	ITAGUAÍ	Telemetria
	2243364	ITAGUAÍ_E.E.M FAZENDA SANTA CANDIDA	CEMADEN	ITAGUAÍ	Telemetria
	2243365	ITAGUAÍ_Administração Regional da Ilha da Madeira	CEMADEN	ITAGUAÍ	Telemetria
10	2243062	RIO DE JANEIRO (STA CRUZ - SBSC)	DEPV	RIO DE JANEIRO	Convencional
	2243180	SANTA CRUZ	INMET	RIO DE JANEIRO	Convencional
	2243097	MENDANHA - 6DR	INEA	RIO DE JANEIRO	Convencional
	2243473	RIO DE JANEIRO_Defesa Civil Santa Cruz	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	Telemetria
	2243407	NOVA IGUAÇU_Jardim Guandu	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	Telemetria
	2243408	NOVA IGUAÇU_Paraiso	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	Telemetria
11	2243250	COROA GRANDE	ANA	ITAGUAÍ	Convencional
	2244148	IBICUÍ	ANA	MANGARATIBA	Convencional
	2243381	MANGARATIBA_Muriqui	CEMADEN	MANGARATIBA	Telemetria
12	2243089	CAMPO GRANDE - 7DR	INEA	RIO DE JANEIRO	Convencional
	2243457	RIO DE JANEIRO_Escola Mun. Tatiana Chagas Memória	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	Telemetria
13	2343012	MARAMBAIA	INMET	RIO DE JANEIRO	Telemetria

6.4. DEMANDAS HÍDRICAS

Neste item são apresentadas as demandas hídricas que ocorrem na RH II. Para elaboração deste tópico foram considerados informações obtidas junto ao Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA), referente ao Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro e a partir de estimativas com base em dados secundários obtidos em instituições de pesquisa, por exemplo o IBGE.

As demandas hídricas apresentadas a seguir foram divididas em demandas consuntivas e não consuntivas. Logo, foram estudados os seguintes usuários:

- Abastecimento Urbano e Rural
- Indústrias e Termoelétricas
- Mineração
- Irrigação
- Dessedentação de Animais
- Pesca e Aquicultura
- Turismo e Lazer
- Potencial Hidrelétrico
- Reuso da Água

Além disso, com o intuito de sintetizar as informações apresentam-se três itens finais, que seguem:

- Síntese das Demandas
- Cadastro de Usuários da RH II
- Cadastro de Usuários Outorgados da RH II

No item referente ao Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da RH II, realizou-se uma análise da significância das captações e lançamentos observando a legislação vigente, bem como o comparativo do número de usuários cobrados frente aos usuários com captações consideradas insignificantes.

Cabe salientar que este estudo apresenta, ainda, uma análise referente aos usuários outorgados, conforme base de dados fornecido pelo INEA. Realizou-se, também, a análise da significância das captações e lançamentos observando a legislação vigente, bem como o comparativo do número de usuários cobrados frente aos usuários com captações consideradas insignificantes.

6.4.1. Abastecimento Urbano e Rural

O diagnóstico sobre os serviços e sobre os sistemas públicos de abastecimento dos municípios da RH II foi apresentado no item 4.7.2. Neste item são apresentadas estimativas das demandas Reais e Potenciais para abastecimento humano (urbano e rural).

De acordo com terminologia empregada por ANA (2014), a demanda Potencial está associada à estimativa da vazão requerida pela população, sendo a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos e para o controle operacional (ANA, 2014). A demanda Real, por sua vez, é calculada com base na quantidade de água captada para abastecimento público e na localização dessas captações.

A demanda Potencial foi calculada com base na população dos municípios da RH II e com base em valores de retirada e consumo médio *per capita* de acordo com os dados do SNIS (2015). Já, a demanda Real, foi calculada a partir do Cadastro de Usuários do INEA.

6.4.1.1. Demanda Potencial

A demanda Potencial foi calculada considerando-se a população referente ao ano de 2015, mesma população utilizada no item 4.7.2. A distribuição da população dos municípios nas UHPs foi realizada de acordo com os setores censitários do IBGE (IBGE, 2010). A classificação da população em urbana e rural, também seguiu a metodologia adotada pelo IBGE. Em situação urbana, o IBGE considera as pessoas que vivem nas áreas, urbanizadas ou não, internas ao perímetro urbano das cidades (sedes municipais) ou vilas (sedes distritais) ou nas áreas urbanas isoladas, conforme definido por Lei Municipal. Para o município ou vila que não possui legislação que regulamenta essas áreas, o IBGE estabelece um perímetro urbano para fins de coleta censitária, cujos limites são aprovados pelo prefeito local. Em situação rural, o IBGE considera as pessoas que vivem nas áreas situadas fora dos limites pré-estabelecidos. A população urbana e rural, interna e externa à RH II, referente ao ano de 2015, é apresentada no Quadro 6.27.

Quadro 6.27 – Distribuição da população dos municípios da RH II

Município	População Urbana (hab)			População Rural (hab)			População Total (hab)
	Interna	Externa	Total	Interna	Externa	Total	
Barra do Piraí	31.150	62.832	93.982	127	2.756	2.883	96.865
Engenheiro Paulo de Frontin	9.803	0	9.803	3.823	0	3.823	13.626
Itaguaí	113.811	0	113.811	5.332	0	5.332	119.143
Japeri	99.863	0	99.863	0	0	0	99.863
Mangaratiba	31.877	4.052	35.929	4.821	29	4.850	40.779
Mendes	16.195	1.655	17.850	236	0	236	18.086
Miguel Pereira	4.153	17.523	21.676	2.777	389	3.166	24.842
Nova Iguaçu	203.638	595.037	798.675	3.054	5.763	8.817	807.492
Paracambi	43.844	0	43.844	5.677	0	5.677	49.521
Piraí	15.572	6.471	22.043	3.803	1.992	5.795	27.838
Queimados	143.632	0	143.632	0	0	0	143.632
Rio Claro	13.680	406	14.086	3.226	514	3.740	17.826
Rio de Janeiro	1.103.972	5.372.659	6.476.631	0	0	0	6.476.631
Seropédica	68.154	0	68.154	14.738	0	14.738	82.892
Vassouras	0	23.888	23.888	516	11.028	11.544	35.432
Total Geral	**1.899.344**	**6.084.523**	**7.983.867**	**48.130**	**22.471**	**70.601**	**8.054.468**

Fonte: IBGE (2015)

Para o cálculo da demanda, a população urbana foi dividida em dois grupos: população urbana atendida por sistemas públicos de abastecimento e população urbana não atendida. A divisão foi realizada de acordo com o índice de atendimento urbano obtido através do SNIS (2015). Para a população urbana atendida foi aplicado um coeficiente de retirada média *per capita* (l/hab/dia), estimado para cada município, considerando o consumo médio *per capita* (água efetivamente consumida) e as perdas que ocorrem entre a captação e a distribuição. O consumo médio *per capita* e o índice de perdas foram calculados a partir dos dados do SNIS (2015), pois o dado municipal tende a apresentar maior aderência à realidade local. Desta forma, o coeficiente de retirada *per capita* foi obtido através da seguinte relação:

$$RET_{PC} = IN022 + (1 - \left(\frac{AG006 - AG010}{AG006}\right))$$

$$IN022 = \frac{AG010 - AG019}{AG001}$$

Onde:

RETpc = Retirada média *per capita* de água (l/hab/dia)
IN022 = Consumo médio *per capita* de água (l/hab/dia)
AG001 = População total atendida com abastecimento de água (hab)
AG006 = Volume de água produzido (1000 m³/ano)
AG010 = Volume de água consumido (1000 m³/ano)
AG019 = Volume de água tratada exortada (1000 m³/ano)

Para a população urbana não atendida por sistema de abastecimento, foi utilizado o coeficiente de consumo médio *per capita* sem considerar as perdas que ocorrem na distribuição, já que não há rede de distribuição para esta parcela da população.

Para a população rural foi aplicado um valor de consumo médio *per capita* de 125 l/hab/dia, o mesmo utilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) na Nota Técnica nº 56/2015/SPR (Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil).

O Quadro 6.28 apresenta a demanda hídrica potencial estimada para abastecimento da população interna à RH II e o Quadro 6.29 apresenta a demanda hídrica potencial estimada para abastecimento da população interna e externa à RH II.

Quadro 6.28 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população interna à RH II

Município	Demanda Interna (L/s)			
	População Urbana Atendida	População Urbana Não Atendida	População Urbana Total	População Rural
Barra do Piraí	95,21	0,00	95,21	0,18
Engenheiro Paulo de Frontin	40,00	9,32	49,32	5,53
Itaguaí	566,48	28,39	594,88	7,71
Japeri	549,85	48,16	598,01	0,00
Mangaratiba	247,49	7,48	254,97	6,97
Mendes	51,66	0,53	52,19	0,34
Miguel Pereira	20,12	0,01	20,13	4,02
Nova Iguaçu	1.544,85	35,69	1.580,54	4,42
Paracambi	141,50	26,12	167,62	8,21
Piraí	199,21	0,18	199,39	5,50
Queimados	509,87	51,21	561,09	0,00
Rio Claro	60,46	8,83	69,28	4,67
Rio de Janeiro	6.362,40	71,06	6.433,46	0,00
Seropédica	380,80	48,38	429,18	21,32
Vassouras	0,00	0,00	0,00	0,75
Total RH II	**10.769,90**	**335,37**	**11.105,27**	**69,63**

Fonte: Profill Engenharia (2017).

Quadro 6.29 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população interna e externa à RH II

Município	Demanda População Urbana Atendida (L/s)			Demanda População Urbana Não Atendida (L/s)			Demanda População Rural (L/s)		
	Interna	Externa	Total	Interna	Externa	Total	Interna	Externa	Total
Barra do Piraí	95,21	192,05	287,27	0,00	0,00	0,00	0,18	3,99	4,17
Engenheiro Paulo de Frontin	40,00	0,00	40,00	9,32	0,00	9,32	5,53	0,00	5,53
Itaguaí	566,48	0,00	566,48	28,39	0,00	28,39	7,71	0,00	7,71
Japeri	549,85	0,00	549,85	48,16	0,00	48,16	0,00	0,00	0,00
Mangaratiba	247,49	31,46	278,94	7,48	0,95	8,44	6,97	0,04	7,02
Mendes	51,66	5,28	56,94	0,53	0,05	0,58	0,34	0,00	0,34
Miguel Pereira	20,12	84,88	105,00	0,01	0,05	0,06	4,02	0,56	4,58
Nova Iguaçu	1.544,85	4.514,11	6.058,95	35,69	104,29	139,98	4,42	8,34	12,76
Paracambi	141,50	0,00	141,50	26,12	0,00	26,12	8,21	0,00	8,21
Piraí	199,21	82,79	282,00	0,18	0,07	0,25	5,50	2,88	8,38
Queimados	509,87	0,00	509,87	51,21	0,00	51,21	0,00	0,00	0,00
Rio Claro	60,46	1,79	62,25	8,83	0,26	9,09	4,67	0,75	5,41
Rio de Janeiro	6.362,40	30.963,67	37.326,07	71,06	345,84	416,90	0,00	0,00	0,00
Seropédica	380,80	0,00	380,80	48,38	0,00	48,38	21,32	0,00	21,32
Vassouras	0,00	136,09	136,09	0,00	2,22	2,22	0,75	15,95	16,70
Total	**10.769,90**	**36.012,12**	**46.782,02**	**335,37**	**453,73**	**789,11**	**69,63**	**32,51**	**102,14**

Fonte: Profill Engenharia (2017).

A população urbana da RH II demanda 11,10 m³/s. desse valor, 10,77 m³/s são distribuídos pelos sistemas públicos de abastecimento, em sua maioria proveniente de mananciais superficiais, e o restante (0,34 m³/s) é proveniente de fontes alternativas de abastecimento, como nascentes, minas d'água, poços rasos, entre outros. A população rural, por sua vez, demanda 0,069 m³/s.

Deve-se ressaltar que devido à metodologia adotada pelo IBGE para classificar a população em urbana e rural, a demanda hídrica para abastecimento rural, em alguns municípios, é nula. É o caso, por exemplo dos municípios de Japeri, Queimados e Rio de Janeiro. Dessa forma, devido à metodologia, a demanda hídrica da população rural desses municípios, está contemplada junto à população urbana.

Conforme pode-se visualizar na Figura 6.58 a maior parte da demanda hídrica para abastecimento humano é proveniente do Rio de Janeiro (Zona Oeste), seguida por Nova Iguaçu, Japeri, Itaguaí e Queimados.

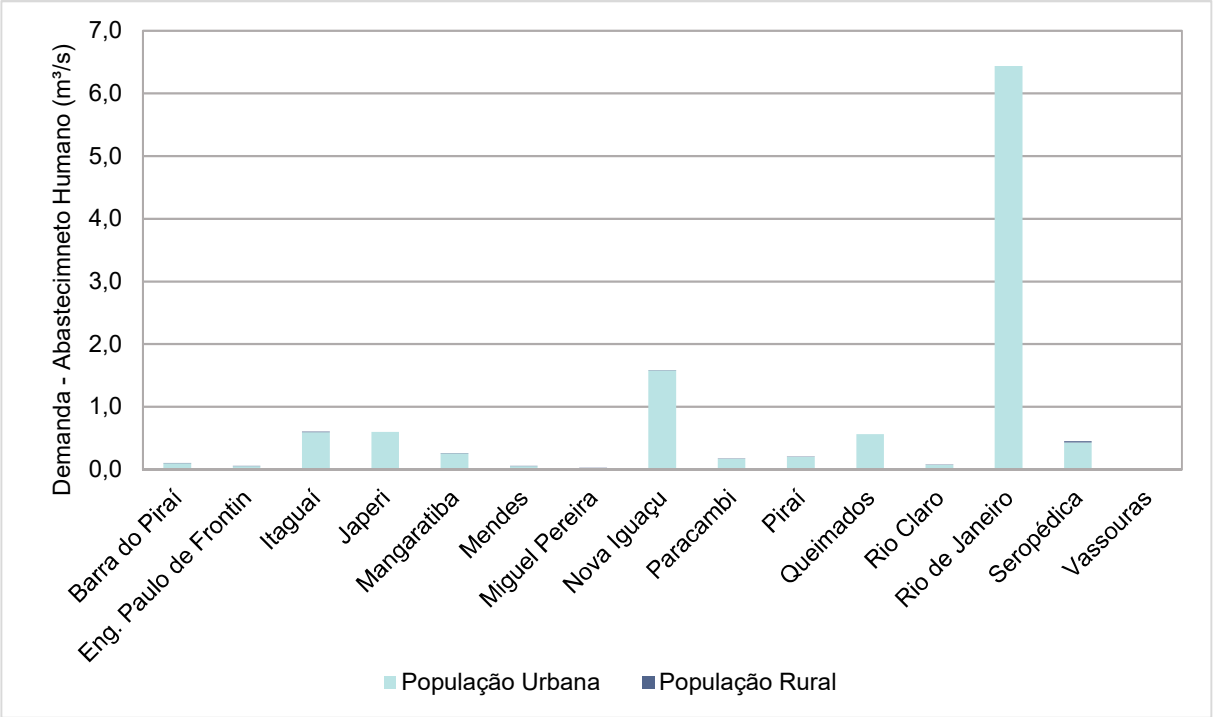


Figura 6.58 – Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população urbana e rural da RH II, por município

O Quadro 6.30 apresenta a demanda, o consumo e o retorno da população urbana, por UHP. Para o cálculo da vazão consumida, subtraiu-se da demanda da população atendida, as perdas que ocorrem na distribuição, obtendo-se, dessa forma, a vazão que chega às residências.

À vazão que chega às residenciais, aplicou-se um coeficiente de consumo de 20%, conforme indica a NBR 9649/1986. O consumo, portanto, considera as perdas que ocorrem na distribuição e a vazão que é efetivamente consumida pela população.

Quadro 6.30 – Demanda, perdas, consumo e retorno para abastecimento humano (urbano), por UHP

UHP	Abastecimento Humano Urbano					
	Demanda - População Atendida	Demanda - População Não Atendida	Demanda Total (L/s)	Perdas (L/s)	Consumo (L/s)	Retorno (L/s)
Rios Santana e São Pedro	115,60	8,73	124,33	62,67	75,00	49,33
Rios Queimados e Ipiranga	1.838,42	106,13	1.944,55	798,52	1.027,72	916,82
Bacias Litorâneas (MD)	277,18	9,05	286,23	38,09	87,72	198,51
Bacias Litorâneas (ME)	2.022,44	22,59	2.045,02	533,66	835,93	1.209,09
Canal de São Francisco	138,80	8,76	147,56	39,37	61,01	86,55
Ilhas e Restinga de Marambaia	3,64	0,07	3,70	0,76	1,35	2,35
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	170,66	31,71	202,37	38,44	71,22	131,15
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3,47	0,21	3,68	0,46	1,10	2,57
Rio da Guarda	775,33	57,51	832,85	226,87	348,07	484,78
Rio Guandu	185,92	17,50	203,42	78,79	103,72	99,70
Rio Guandu-Mirim	4.824,87	60,61	4.885,49	1.364,23	2.068,48	2.817,00
Rio Piraí - montante res. Santana	138,51	8,77	147,28	43,80	64,49	82,79
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	275,05	3,74	278,79	95,91	132,49	146,30
Total RH II	**10.769,90**	**335,37**	**11.105,27**	**3.321,58**	**4.878,32**	**6.226,95**

Fonte: Profill Engenharia (2017).

O Quadro 6.31 apresenta a demanda, o consumo e o retorno para abastecimento da população rural. Para o cálculo da vazão de retorno da população rural, utilizou-se um coeficiente de retorno de 50%, conforme indica o estudo “Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Nacional – SIN” (ONS, 2003).

Quadro 6.31 – Demanda, consumo e retorno para abastecimento humano (rural), por UHP

UHP	Abastecimento Humano Rural		
	Demanda (L/s)	Consumo (L/s)	Retorno (L/s)
Rios Santana e São Pedro	6,539	3,270	3,270
Rios Queimados e Ipiranga	3,216	1,608	1,608
Bacias Litorâneas (MD)	5,153	2,577	2,577
Bacias Litorâneas (ME)	0,000	0,000	0,000
Canal de São Francisco	3,205	1,602	1,602
Ilhas e Restinga de Marambaia	3,811	1,905	1,905
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	12,785	6,393	6,393
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1,269	0,634	0,634
Rio da Guarda	21,467	10,734	10,734
Rio Guandu	1,147	0,574	0,574
Rio Guandu-Mirim	0,163	0,082	0,082
Rio Piraí - montante res. Santana	4,721	2,360	2,360
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	6,156	3,078	3,078
Total RH II	**69,633**	**34,816**	**34,816**

Fonte: Profill Engenharia (2017).

As maiores demandas para abastecimento humano urbano estão localizadas na UHP Rio Guandu-Mirim, seguida pelas UHP Bacias Litorânea (ME) e UHP Rio Queimados e Ipiranga, onde localizam-se a maior parcela da população urbana da RH II. Em relação à população rural, as maiores demandas estão localizadas na UHP Rio da Guarda, seguida pelas UHP Ribeirão das Lajes - jusante reservatório.

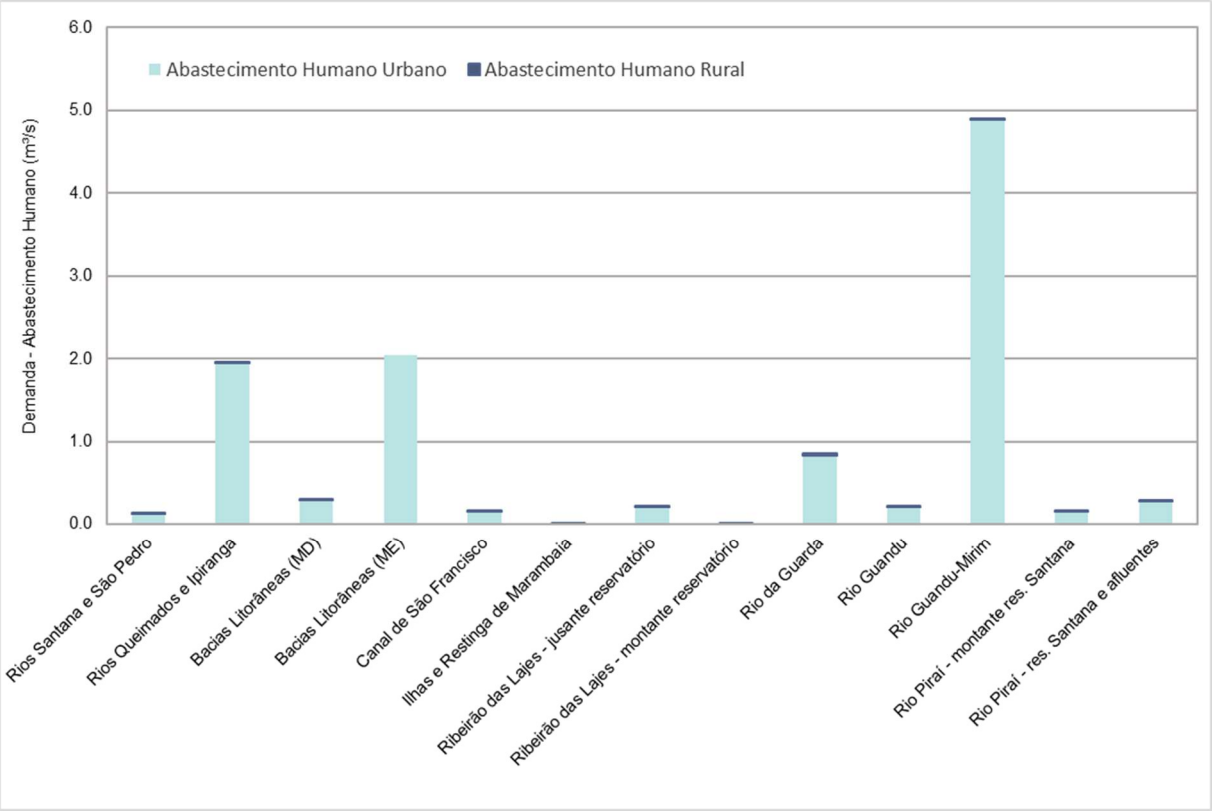


Figura 6.59 - Demanda Hídrica Potencial estimada para abastecimento da população urbana e rural da RH II, por UHP

A Figura 6.60 apresenta a demanda Potencial para o abastecimento humano por UHP, bem como as manchas urbana localizada na RH II, evidenciando que onde há maiores adensamentos urbanos, ocorrem também as maiores demandas.

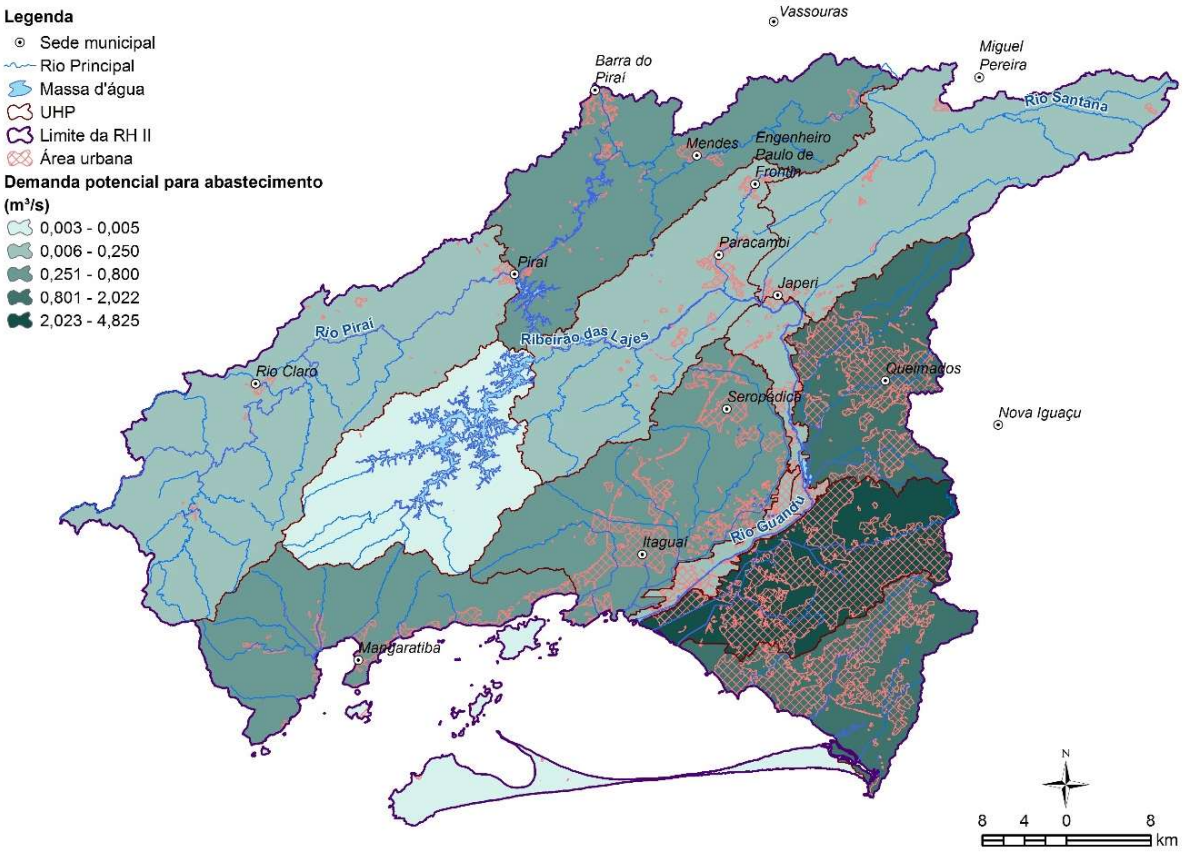


Figura 6.60 - Demanda Hídrica Potencial por UHP

6.4.1.2. Demanda Real

Para a análise da demanda Real, ou seja, as captações para abastecimento público que ocorrem de fato nos corpos hídricos da RH II, foi utilizado o Cadastro de Usuários do INEA, pois, conforme já mencionado no item 4.7.2, o Cadastro de Usuários do INEA se apresenta como uma fonte de dados confiável no que se refere às captações para abastecimento público, sendo que o mesmo está consistente com as captações levantadas nos Planos Municipais de Saneamento.

Dessa forma, o Quadro 6.32 apresenta o número de captações dos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água existentes na RH II, assim como a vazão média e a vazão máxima captada, por município. O Quadro 6.33 apresenta a mesma informação, por UHP.

Quadro 6.32 – Número de captações e vazões média e máxima captadas para abastecimento público na RH II, por município

Município	Número de captações	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
Barra do Piraí	1	15,56	17,00
Engenheiro Paulo de Frontin	2	29,00	40,00
Itaguaí	2	127,10	127,10
Japeri	2	165,00	168,00
Mangaratiba	7	326,19	388,33
Mendes	2	47,22	56,94
Miguel Pereira	2	110,00	115,00
Nova Iguaçu	10	43.425,00	46.839,39
Paracambi	3	37,00	37,00
Piraí	4	5.219,00	5.735,00
Queimados	0	0,00	0,00
Rio Claro	6	56,25	62,25
Rio de Janeiro	7	201,50	235,00
Seropédica	0	0,00	0,00
Vassouras	0	0	0
Total RH II	**48**	**49.758,83**	**53.821,01**

Fonte: Cadastro de Usuários do INEA

Quadro 6.33 - Número de captações e vazões média e máxima captadas para abastecimento público na RH II, por UHP

UHP	Número de captações	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
Rios Santana e São Pedro	5	968,78	1.217,33
Rios Queimados e Ipiranga	7	581,23	755,06
Bacias Litorâneas (MD)	7	326,19	388,33
Bacias Litorâneas (ME)	6	111,10	130,00
Canal de São Francisco	0	0,00	0,00
Ilhas e Restinga de Marambaia	0	0,00	0,00
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	5.041,50	5.537,00
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1	200,00	220,00
Rio da Guarda	2	127,10	127,10
Rio Guandu	2	42.150,00	45.150,00
Rio Guandu-Mirim	1	90,40	105,00
Rio Piraí - montante res. Santana	6	56,25	62,25
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	7	106,28	128,94
Total RH II	**48**	**49.758,83**	**53.821,01**

Fonte: Cadastro de Usuários do INEA

A Figura 6.61 apresenta a demanda Real especializada por UHP. As maiores captações para abastecimento público, em termos de vazão, são as captações do Sistema Integrado Guandu, localizada no município de Nova Iguaçu, na UHP Rio Guandu; e a captação do Sistema Integrado Ribeirão das Lajes, localizada no município de Piraí, na UHP Ribeirão das Lajes - jusante reservatório, conforme pode-se observar na Figura 6.61.

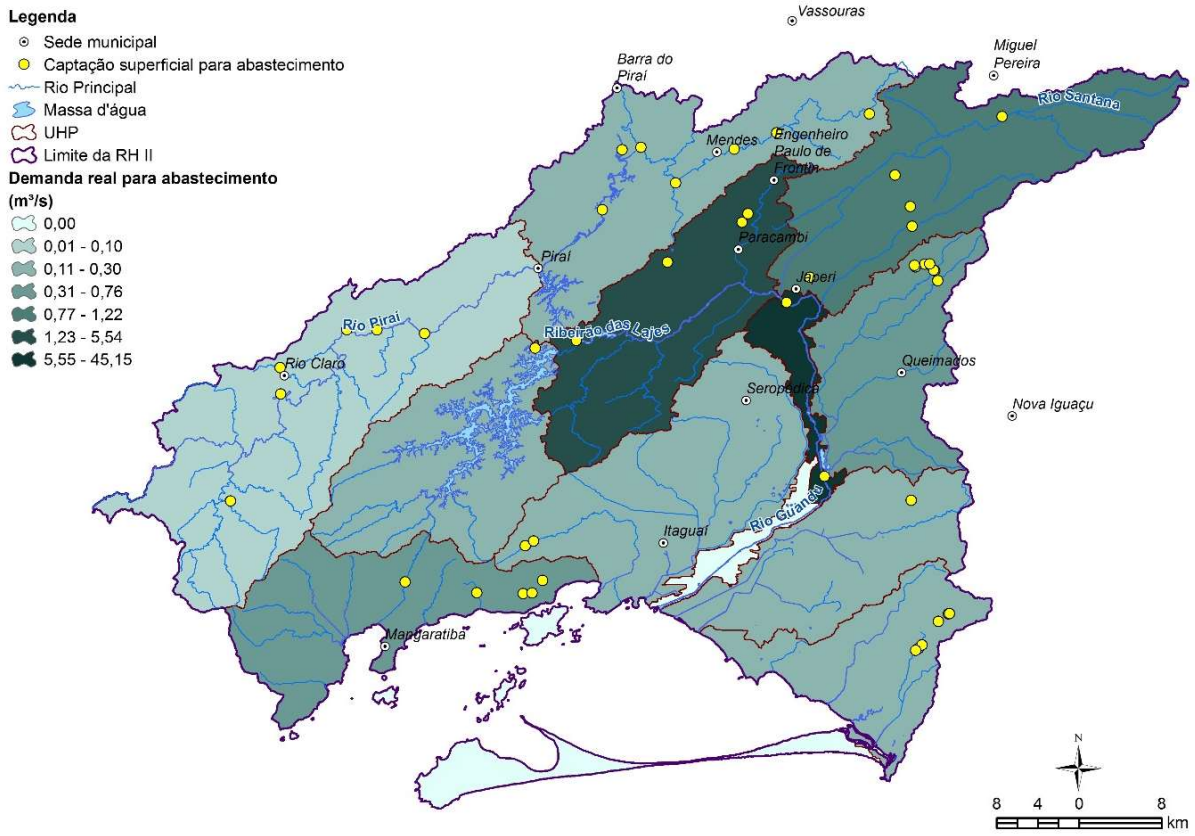


Figura 6.61 - Demanda Hídrica Real, por UHP

A Figura 6.62 apresenta uma comparação entre a demanda Potencial, ou seja, a vazão estimada para satisfazer a demanda da população urbana atendida por sistema público de abastecimento de água, e a demanda Real, caracterizada pela vazão efetivamente captada pelos sistemas públicos de abastecimento de água, por UHP. Salienta-se que a demanda Potencial não depende do local de onde a água está sendo captada, mas sim, da população urbana atendida e dos coeficientes de consumo *per capita* calculados com base nos dados do SNIS (2015). Já, a demanda Real, depende da localização das captações e mostra, efetivamente, de onde a água está saindo para atender a demanda Potencial.

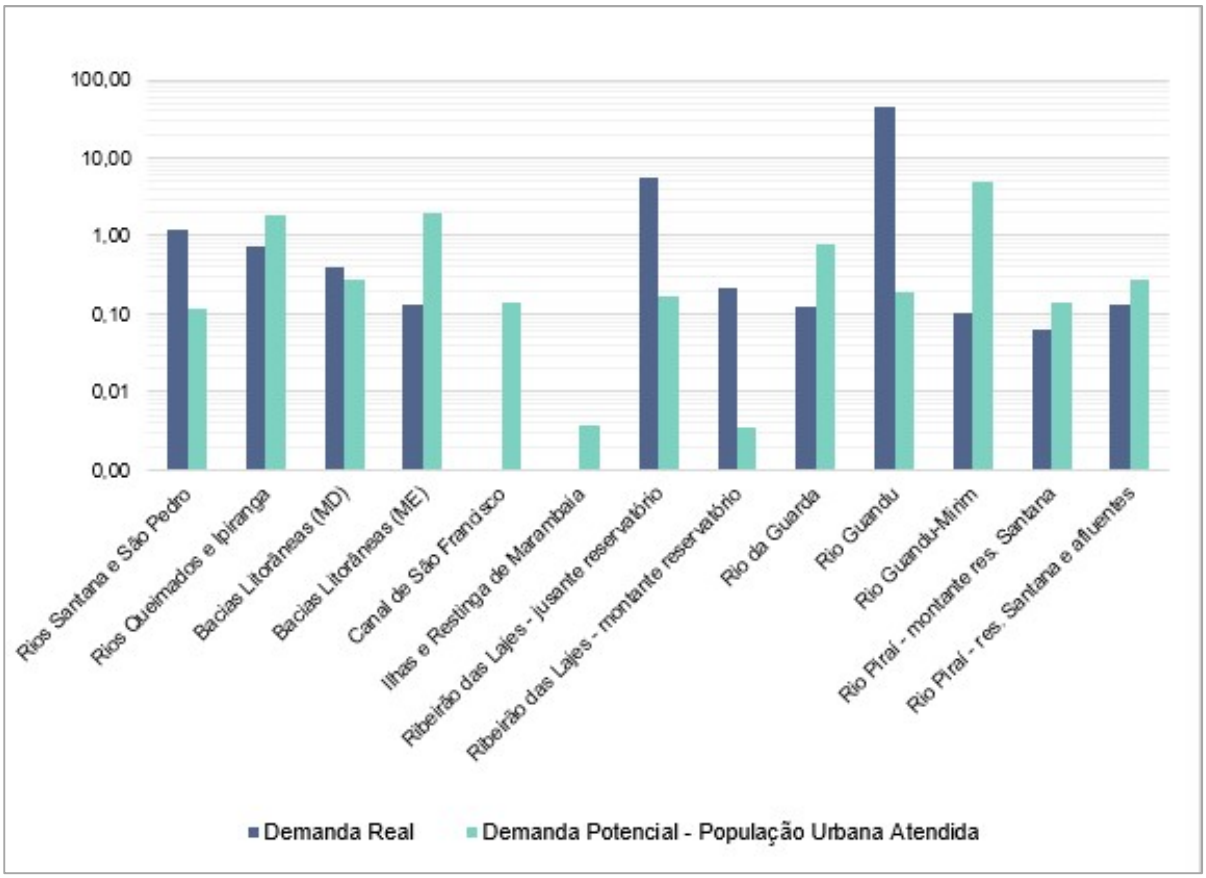


Figura 6.62 – Comparação entre a demanda Real e a demanda Potencial, por UHP.

Observando a Figura 6.62 nota-se que há diferença entre a demanda Potencial e a demanda Real, por UHP. A diferença entre a demanda estimada (Potencial) e as vazões captadas (Real) evidencia que a água utilizada para atender determinada população não sai, necessariamente, da UHP onde a população está contida. Tais resultados mostram que há transposição entre as UHP e entre Regiões Hidrográficas para o atendimento das demandas.

A Figura 6.62 evidencia as UHPs que podem ser consideradas “produtoras” de água, a saber: UHPs Rio Santana e São Pedro, Bacias Litorâneas (MD), Ribeirão das Lajes – jusante reservatório, Ribeirão das Lajes – montante reservatório e Rio Guandu, nas quais as captações são maiores do que a demanda Potencial.

O contrário ocorre nas UHPs Rio Queimados e Ipiranga, Bacias Litorâneas (ME), Canal de São Francisco, Ilhas e Restinga de Marambaia, Rio da Guarda, Rio Guandu Mirim, Rio Piraí – montante res. Santana e Rio Piraí – res. Santana e afluentes, onde a demanda Potencial é maior que as captações, ou onde as captações são até mesmo inexistentes, como é o caso das UHPs Canal de São Francisco e Ilhas e Restinga de Marambaia.

A partir dessa comparação do montante de água que é captado pelos operadores dos serviços de água na RH II, com a vazão efetivamente demandada pela população que reside na RH II e que é atendida com abastecimento público de água, é possível estimar quanto da vazão captada é consumida na RH II e quanto da vazão captada é consumida fora da RH II.

Conforme o Cadastro de Usuário do INEA, a vazão máxima captada para abastecimento público na RH II soma 53,82 m³/s. Já, a vazão demandada pela população atendida com abastecimento público de água é de 10,77 m³/s. Dessa forma, estima-se que 43,05 m³/s da água que é captada para abastecimento público na RH II, ou seja, 80%, é transferida para fora da RH II.

Do total que é transferido para fora da RH II, estima-se que 42,96 m³/s são distribuídos para a população dos municípios de Belford Roxo, Duque de Caxias, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e São João do Meriti, sendo que 30,71 m³/s são distribuídos somente para a população do Rio de Janeiro, residente fora dos limites da RH II. A Figura 6.63 esquematiza essa distribuição.

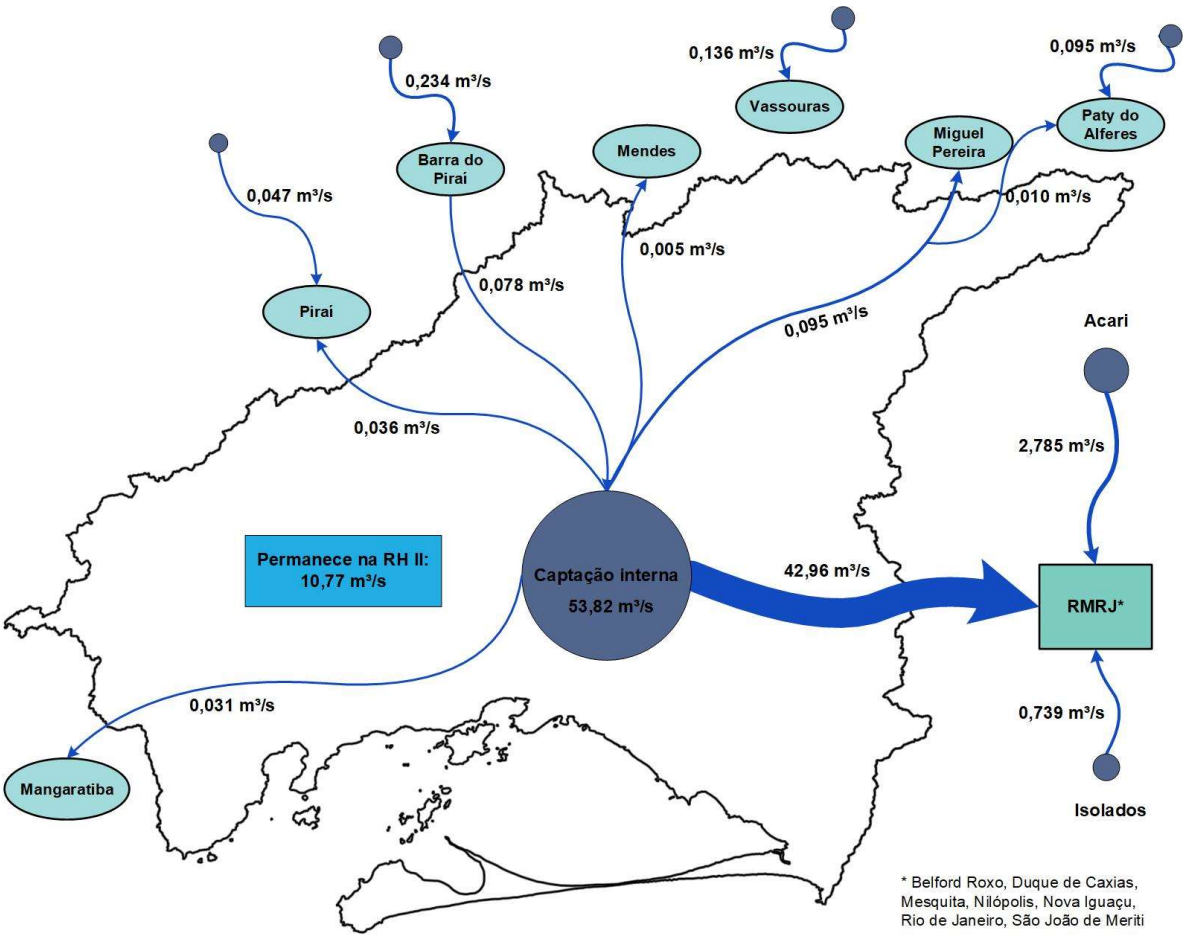


Figura 6.63 – Esquema de distribuição das vazões captadas para abastecimento humano na RH II, considerando-se apenas a população atendida por sistema público de abastecimento.

6.4.2. Indústria

6.4.2.1. Distritos e unidades industriais

Na RH II, a expansão industrial acompanhou a expansão urbana e o crescimento populacional da RMRJ. Dessa forma, nessa região, ocorre a maior concentração de indústrias do Estado do Rio de Janeiro, distribuídas em cinco Distritos Industriais conforme dados do CODIN - Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro. O Quadro 6.34 apresenta a localização dos Distritos e Parques Industriais, assim como outras informações pertinentes.

Quadro 6.34 – Informações sobre os distritos industriais localizados na RH II

Distrito Industrial	Município	UHP	Histórico	Localização	Área (km²)	Perfil de Ocupação	Rios
Queimados	Queimados	Rios Queimados e Ipiranga	-	O Distrito está próximo da RJ-109, rodovia estadual que liga a Rodovia Rio-Santos (BR-101), na altura de Itaguaí, à rodovia Presidente Dutra (BR-116), em Queimados.	2,3	Indústrias e Serviços	Rio Camboatá, Rio Queimados e Rio dos Poços
Campo Grande	Rio de Janeiro	Rio Guandu-Mirim	-	Avenida Brasil, km 43, cruzamento com a Estrada do Pedregoso no bairro de Campo Grande.	2,5	Indústrias e Serviços	Rio da Prata do Mendanha, Rio do Campinho e Rio dos Cachorros
Paciência	Rio de Janeiro	Rio Guandu-Mirim	O Distrito Industrial de Paciência foi criado para realocar grandes empresas instaladas em áreas próximas ao centro urbano. No entanto, a demanda por áreas menores fez surgir um complexo de empresas de médio e de pequeno porte.	Avenida Cesário de Melo, entroncamento com a Avenida Antares, no bairro de Paciência.	0,43	Indústrias	Rio Cação Vermelho
Santa Cruz	Rio de Janeiro	Canal de São Francisco	Planejado, inicialmente, para abrigar empresas dos ramos metalúrgico e siderúrgico, o Distrito Industrial de Santa Cruz conta hoje com 16 empresas em operação e 6 em implantação. Na Zona Estritamente Industrial de Santa Cruz, além do Distrito, encontram-se instaladas as indústrias Gerdau e a Companhia Siderúrgica do Atlântico.	Rodovia Rio-Santos, km 6 (BR-101), bairro de Santa Cruz.	6,2	Indústrias e Serviços	Rio Itaguaí, Rio da Guarda, Vala da Divisa e Canal de São Francisco
Palmares	Rio de Janeiro	Rio Guandu-Mirim	O Distrito Industrial de Palmares visou à realocação de grandes empresas, instaladas próximas ao centro urbano e a demanda por áreas menores, alterou o projeto inicial para atender empresas de médio e de pequeno porte.	Avenida Brasil, km 50	0,5	Indústrias	-

Fonte: CODIN

Para a avaliação do perfil industrial da RH II foi utilizado o Cadastro de Usuários do INEA (INEA, 2017), o qual foi analisado minuciosamente, sendo suprimidos os registros duplicados e que indicassem captações inoperantes ou projetadas, além de captações que nitidamente não tivessem sua atuação voltada para o setor industrial.

Os registros foram então convertidos para o formato *shapefile* e o mesmo foi cruzado com os limites da RH II, sendo mantidas somente as indústrias com captação dentro dos limites da área de estudo.

Cabe observar que as indústrias relacionadas no Cadastro de Usuários são aquelas que se utilizam de fontes próprias de água para seu abastecimento, dessa forma, as demais indústrias, que se utilizam da rede pública de abastecimento, não foram consideradas no estudo.

Do Cadastro foram obtidas informações como número de indústrias cadastradas, tipologia, vazões captada e lançada, corpos hídricos de captação e lançamento e respectivas coordenadas dos pontos de captação e lançamento, além de outras informações complementares.

Dessa forma, a relação de indústrias na RH II ficou reduzida a 116 unidades industriais (razões sociais) e 174 pontos de captação. Conforme informações do Quadro 6.35, o parque industrial da RH II é diversificado com a maior parte das indústrias enquadradas nas seguintes tipologias: minerais não metálicos, produtos alimentícios e bebidas, química e metalurgia básica.

Destaca-se o potencial poluidor das indústrias sidero-metalúrgicas e das indústrias químicas, tanto em nível de produção de efluentes líquidos como de resíduos sólidos. Cabe ressaltar que nem todas as indústrias se encontram dentro da RH II, e sim suas captações.

Quadro 6.35 – Unidades industriais com captações na RH II por setor produtivo na RH II

Setor Produtivo	Unidades
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	37
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E BEBIDAS	21
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	20
METALURGIA BÁSICA	9
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL - EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	7
FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE BORRACHA E PLÁSTICO	7
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	3
CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	3
RECICLAGEM	3
FABRICAÇÃO DE COQUE, REFINO DE PETRÓLEO, ELABORAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES E PRODUÇÃO DE ÁLCOOL	2
FABRICAÇÃO DE MÓVEIS E INDÚSTRIAS DIVERSAS	1
FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	1
EDIÇÃO, IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	1
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	1
Total RH II	**116**

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)

Percebe-se uma maior concentração de indústrias na Zona Oeste do Rio de Janeiro, Seropédica, Queimados e Nova Iguaçu, onde estão localizados os distritos industriais, e uma certa dispersão de indústrias nos demais municípios. Observou-se a inexistência de indústrias instaladas na área dos municípios de Mendes, Rio Claro e Vassouras inserida na RH II.

6.4.2.2. Captações

Para a avaliação das demandas industriais da RH II foi utilizado o Cadastro de Usuários do INEA (INEA, 2017), a partir da mesma consistência já mencionada. Dessa forma, a relação de indústrias na RH II ficou reduzida a 174 pontos de captação

No Quadro 6.36 estão apresentados o número de captações e a demanda total de água cadastrada para abastecimento industrial nos municípios da RH II.

Quadro 6.36 – Número de captações e vazão para abastecimento industrial nos municípios da RH II

Município	Número de captações			Vazão (L/s)		
	Superficial	Subterrâneo	Total	Superficial	Subterrâneo	Total
Barra do Piraí	1	0	1	6,94	0	6,94
Engenheiro Paulo de Frontin	3	3	6	0,35	0,10	0,45
Itaguaí	1	14	15	2.000,00	5,22	2.005,22
Japeri	1	5	6	19,68	1,14	20,81
Mangaratiba	2	0	2	12,55	0	12,55
Miguel Pereira	2	1	3	0,05	0,04	0,09
Nova Iguaçu	4	6	10	950,00	1,20	951,20
Paracambi	2	3	5	18,06	0,16	18,21
Piraí	1	1	2	1,22	0,00	1,22
Queimados	1	27	28	3,00	10,11	13,11
Rio de Janeiro	8	68	76	1.005,49	139,28	1.144,76
Seropédica	4	16	20	239,37	12,57	251,93
Total RH II	**30**	**144**	**174**	**4.256,70**	**169,82**	**4.426,52**

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)

No total, são captados internamente à RH II 4.426,52 L/s, dos quais 4.256,70 L/s (99,2%) são provenientes de mananciais superficiais e 169,82 L/s (0,8%) de mananciais subterrâneos.

Pode-se observar que apesar do volume captado superficialmente ser muito maior do que o subterrâneo, o número de captações subterrâneas é muito maior, sendo 144 captações subterrâneas contra 30 captações superficiais. Lembrando que estas captações (superficiais e subterrâneas) são distribuídas entres as 116 unidades industriais cadastradas (INEA, 2017).

A captação industrial de maior volume localiza-se no município de Itaguaí, pertencente à Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), com captação superficial totalizando 2.000 L/s captados no Canal de São Francisco, e representando quase a metade (45,18%) do volume total captado para a indústria na RH II.

Além da captação da CSN (2 m³/s no Canal de São Francisco) em Itaguaí, vale ressaltar outras captações de maior volume: Companhia Siderúrgica do Atlântico (0,47 m³/s, 0,16 m³/s, 0,14 m³/s e 0,05 m³/s) no Rio de Janeiro; Petróleo Brasileiro S.A - REDUC. (0,61 m³/s no rio Guandu) e Braskem S.A. (0,21 m³/s no rio Guandu) que transportam água do Rio Guandu em Nova Iguaçu para Duque de Caxias/RJ por meio de uma adutora; Companhia de Bebidas das Américas (0,17 m³/s no rio Guandu) em Seropédica; e Gerdau Aços Longos S.A.

(0,12 m³/s no Canal de São Francisco), no Rio de Janeiro. As seis indústrias mencionadas correspondem a cerca de 3,93 m³/s, ou 89% do total captado para abastecimento industrial na RH II.

O mesmo procedimento realizado para os municípios foi replicado para analisar as demandas superficiais e subterrâneas da indústria discriminadas por UHP. Os pontos de captação cadastrados foram cruzados com a localização e limites das UHPs gerando a informação por Unidade Hidrológica de Planejamento. Os resultados estão apresentados no Quadro 6.37.

Quadro 6.37 – Número de captações e vazão para abastecimento industrial nas UHPs da RH II

UHP	Contagem			Captação (L/s)		
	Sup.	Subt.	Total	Sup.	Subt.	Total
Bacias Litorâneas (MD)	2	0	2	12,55	0,00	12,55
Bacias Litorâneas (ME)	0	9	9	0	3,05	3,05
Canal de São Francisco	7	6	13	2.816,60	5,70	2.822,30
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	3	3	6	18,12	0,20	18,32
Rio da Guarda	0	23	23	0	15,97	15,97
Rio Guandu	8	8	16	1.189,37	1,84	1.191,21
Rio Guandu-Mirim	2	53	55	188,89	130,52	319,41
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	4	3	7	8,45	0,05	8,50
Rios Queimados e Ipiranga	2	37	39	22,68	12,42	35,10
Rios Santana e São Pedro	2	2	4	0,05	0,05	0,10
Total Geral	**30**	**144**	**174**	**4.256,70**	**169,82**	**4.426,52**

Fonte: Cadastro de Usuário (INEA, 2017)

As captações superficiais localizadas no Canal de São Francisco e no Rio Guandu compõe 90,5%, ou 4.005,97 L/s das demandas totais na RH II, e correspondem a 15 (ou 8,6%) do total de 174 captações. Entre elas estão incluídas as já citadas CSN, CSA, Petróleo Brasileiro S.A (REDUC), Braskem, Ambev, Gerdau totalizando 3.744,37 L/s, e outras captações menores, como a da Fábrica Carioca de Catalisadores SA, Lanxess Elastômeros do Brasil, Coquepar e Petroflex Industria e Comercio.

Na Figura 6.64 está apresentada uma comparação entre a vazão captada em cada UHP e o número de captações, discriminadas em captações superficiais e subterrâneas. Os números superiores representam o número de captações subterrâneas, e os inferiores o número de captações superficiais.

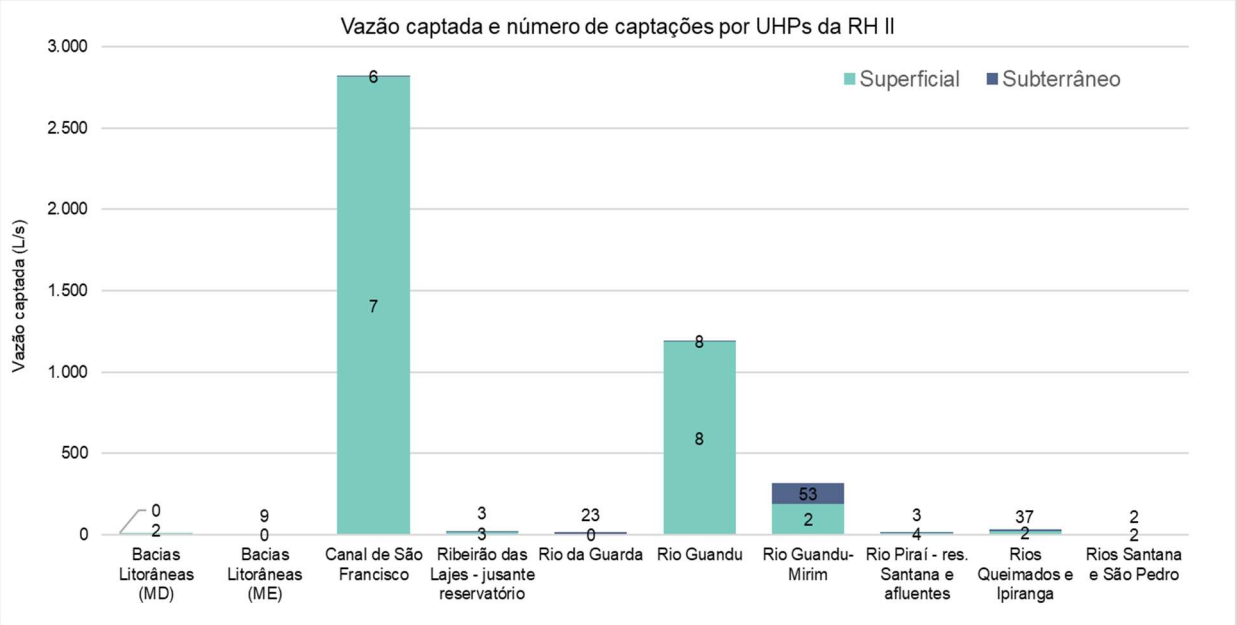


Figura 6.64 – Vazão captada e número de captações industriais nas UHPs da RH II

Observa-se que o volume captado nas captações superficiais do Canal de São Francisco e do Rio Guandu se destacam, mesmo com o baixo número absoluto de captações. Captações subterrâneas com alto número de registros de captações, como na UHP Rios Queimados e Ipiranga, e Rio Guandu-Mirim, contribuem pouco para o total captado.

Na Figura 6.65 estão apresentadas as distribuições percentuais da origem das vazões captadas, por UHPs.

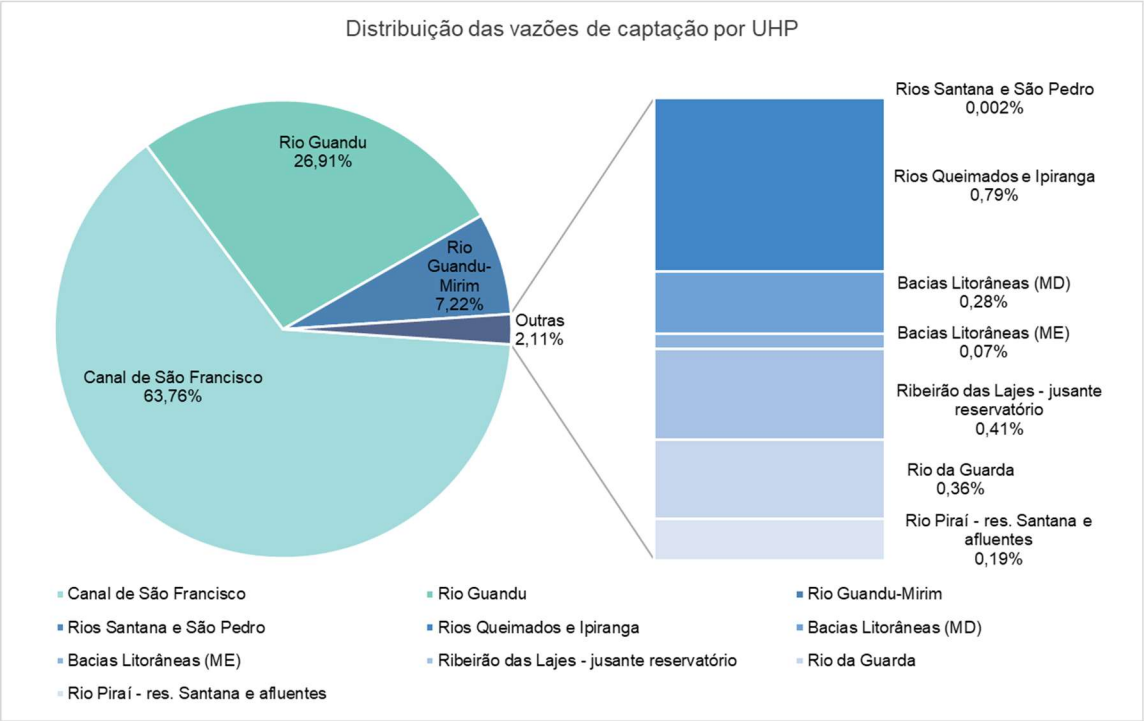


Figura 6.65 – Distribuição das vazões captadas por UHP da RH II

As UHPs Canal de São Francisco, Rio Guandu e Rio Guandu-Mirim correspondem a 97,89% do total das fontes de captação. Isso se dá pelo fato da grande concentração de indústrias ao longo do Canal de São Francisco e rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.

Por fim, observa-se que 56 das 174 captações são classificadas como insignificantes conforme a Lei Estadual nº 4247, de 16 de dezembro de 2003 e somam apenas 0,01 m³/s.

6.4.2.3. Lançamentos

Além dos volumes captados, é necessário estimar, do total captado, o que é efetivamente consumido nas atividades industriais e o que retorna para os mananciais na forma de lançamentos. Para isso, foi considerado o Cadastro de Lançamentos do INEA (INEA, 2017), onde os usuários industriais mantêm informações de localização, manancial e vazões de lançamento.

O cadastro de lançamentos, no entanto, não possui informação de todos os empreendimentos que constam no cadastro de captações. Para conectar as informações dos dois cadastros foi adotado o seguinte procedimento:

Foram consideradas as captações mais expressivas (vazões maiores que 50 L/s), que somam 95% da vazão captada total na RH II para atividades industriais. Essas captações totalizam 13 pontos de captação, sendo 3 deles da ThyssenKrupp CSA, ou seja, 10 unidades industriais. Para essas captações, buscou-se no cadastro de lançamento para todo o Estado do Rio de Janeiro os pontos de lançamento. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 6.38.

Quadro 6.38 – Captações mais expressivas e UHPs de lançamento das vazões de retorno

Razão Social	Captação (L/s)	UHP de lançamento
Companhia Siderúrgica Nacional	2.000,00	Rio da Guarda
Petroleo Brasileiro SA - Petrobras	611,11	Fora da RH II
ThyssenKrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico	472,22	Rio Guandu-Mirim
Braskem S.A.	206,11	Fora da RH II
Companhia de Bebidas das Américas	174,72	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
ThyssenKrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico	159,38	Canal de São Francisco
ThyssenKrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico	138,89	Rio Guandu-Mirim
Gerdau Aços Longos S/A	120,83	Rio da Guarda
LAFARGE BRASIL S.A	94,60	Rio Guandu-Mirim
Lanxess Elastômeros do Brasil S/A	72,22	Fora da RH II
Coquepar - Companhia de Coque Calcinado de Petróleo S.A.	64,60	Fora da RH II
Petroflex Industria e Comercio S/A	60,56	Fora da RH II
ThyssenKrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico	50,00	Rio Guandu-Mirim
Total	4.225,24	

Fonte: Cadastro da Cobrança (INEA, 2017)

Observa-se que o total captado por essas indústrias é de 4.225,24 L/s, em relação ao total captado na RH II de 4.426,52 L/s. A partir das UHPs de lançamento, foi necessário calcular as vazões de retorno e consumidas dessas indústrias.

O retorno e o consumo foram calculados a partir da Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos (MMA, 2011) que define coeficientes de retirada, consumo e retorno para o setor industrial e agricultura irrigada.

Os coeficientes são dados como a retirada e o consumo em m³/unidade da atividade. Para a padronização dos coeficientes, foi dividido o coeficiente de consumo pelo de retirada para se ter um coeficiente adimensional, representando a parcela da vazão retirada que é consumida.

Para o setor industrial os coeficientes são discriminados por tipologia de atividades econômicas conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas –

CNAE 2.0. Esses coeficientes foram assim aplicados às tipologias industriais da RH II e estão apresentados no Quadro 6.39.

Quadro 6.39 – Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos segundo tipologias do CNAE

Tipologia CNAE	Coeficiente de consumo
Abate de aves e outros pequenos animais e preparação de produtos de carne	0,13
Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não associados à extração)	0,20
Confecção de peças do vestuário - exceto roupas íntimas, blusas, camisas e semelhantes	0,18
Edição; edição e impressão de outros produtos gráficos	0,20
Engarrafamento e gaseificação de águas minerais	1,00
Fabricação de acessórios do vestuário	0,18
Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque	1,00
Fabricação de artefatos de tanoaria e embalagens de madeira	0,26
Fabricação de artefatos de tapeçaria	0,84
Fabricação de artefatos diversos de borracha	0,20
Fabricação de artefatos diversos de plástico	0,22
Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos	0,48
Fabricação de bombas e carneiros hidráulicos	0,19
Fabricação de catalisadores	0,17
Fabricação de cimento	1,00
Fabricação de cloro e álcalis	0,30
Fabricação de elastômeros	0,29
Fabricação de embalagem de plástico	0,22
Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes, torres de transmissão, andaimes e outros fins	0,47
Fabricação de gases industriais	0,30
Fabricação de malte, cervejas e chopes	0,21
Fabricação de obras de caldeiraria pesada	0,47
Fabricação de outros produtos alimentícios	0,20
Fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	0,20
Fabricação de outros produtos elaborados de metal	0,47
Fabricação de outros produtos inorgânicos	0,30
Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente	0,17
Fabricação de outros tubos de ferro e aço	0,20
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção civil	0,21
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para usos diversos	0,21
Fabricação de produtos cerâmicos refratários	0,21
Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria	0,20
Fabricação de produtos diversos	0,80
Fabricação de produtos do laticínio	0,00
Fabricação de produtos petroquímicos básicos	0,57
Fabricação de refrigerantes e refrescos	0,41
Fabricação de sabões, sabonetes e detergentes sintéticos	0,48
Fabricação de tecidos de malha	0,17
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,70
Metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas	0,20
Metalurgia do alumínio e suas ligas	0,20
Outras formas de produção de derivados do petróleo	0,20
Preparação de carne, banha e produtos de salsicharia não associada ao abate	0,13
Produção de ferro-gusa	0,20
Produção de laminados longos de aço	0,26
Produção de semi-acabados de aço	0,26
Reciclagem de sucatas metálicas	0,20

Tipologia CNAE	Coeficiente de consumo
Reciclagem de sucatas não-metálicas	0,20
Refino de petróleo	0,20
Tecelagem de algodão	0,17
Têmpera, cementação e tratamento térmico do aço, serviços de usinagem, galvanotécnica e solda	0,47

Fonte: Adaptado da Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos (MMA, 2011)

A partir desses coeficientes é possível calcular a parcela consumida e retornada pelas diferentes indústrias da RH II. Para as unidades com captações menores que 50 L/s se considerou que devido à pequena vazão captada da indústria, o ponto de lançamento é o mesmo do ponto de captação.

As vazões consumidas e retornadas foram alocadas nas UHPs de lançamento (Cadastro de Lançamentos, para vazões de captação maiores que 50 L/s) e nas UHPs de captação (do Cadastro de Captações, para vazões de captação menores que 50 L/s), e em seguida os totais agrupados por UHP. Os valores totais estão apresentados no Quadro 6.40.

Quadro 6.40 – Captações, consumo e lançamentos por UHP na RH II

UHP	Captação (L/s)	Consumo (L/s)	Retorno (L/s)
Bacias Litorâneas (MD)	12,55	2,50	10,05
Bacias Litorâneas (ME)	3,05	1,20	1,86
Canal de São Francisco	2.822,30	57,26	171,98
Ribeirão das Lages – jusante reservatório	18,32	3,09	15,23
Rio da Guarda	15,97	560,97	1.575,83
Rio Guandu	1.191,21	1,25	0,64
Rio Guandu-Mirim	319,41	275,75	515,89
Rio Piraí – res. Santana e afluentes	8,50	38,26	144,97
Rios Queimados e Ipiranga	35,10	9,88	25,22
Rios Santana e São Pedro	0,10	0,03	0,06
Total RH II	-	**950,19**	**2.461,73**
Fora da RH II	-	292,69	721,92
Total geral	**4.426,52**	**1.242,88**	**3.183,65**

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)

Observa-se que dos 4.426,52 L/s captados na RH II, 2.461,73 L/s retornam aos mananciais sob a forma de lançamentos e 950,19 L/s são consumidos nos processos industriais dentro da RH II, 721,92 L/s são lançados em pontos de lançamento e 292,69 L/s são consumidos pela indústria fora dos limites da área de estudo. Na Figura 6.66 estão apresentados os valores captados e lançados por UHP, com os lançados em valores negativos para melhor visualização.

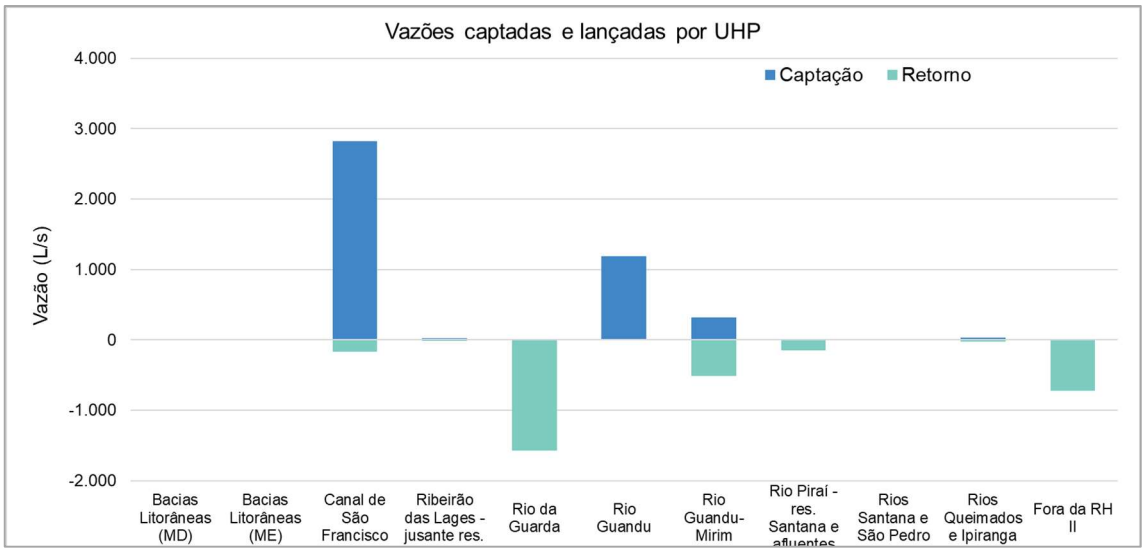


Figura 6.66 – Vazões captadas e de retorno por UHP da RH II

Observa-se que a UHP Canal de São Francisco é caracterizada por altas vazões de captação, enquanto que as UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim recebem em sua maior parte vazões de lançamento, com vazões captadas mais baixas, e servem mais como receptores dos efluentes industriais do que como fonte, em geral caracterizando um mecanismo comum de transposição onde a captação é realizada no Canal de São Francisco e o lançamento no Rio da Guarda.

Para uma melhor compreensão de como se dão os fluxos e o balanço de vazões desde o processo de captação, de consumo e de retorno nas indústrias que captam na RH II, está apresentado na Figura 6.67 um gráfico com as vazões consumidas, além das captadas e de retorno, também em valores negativos para fins de visualização

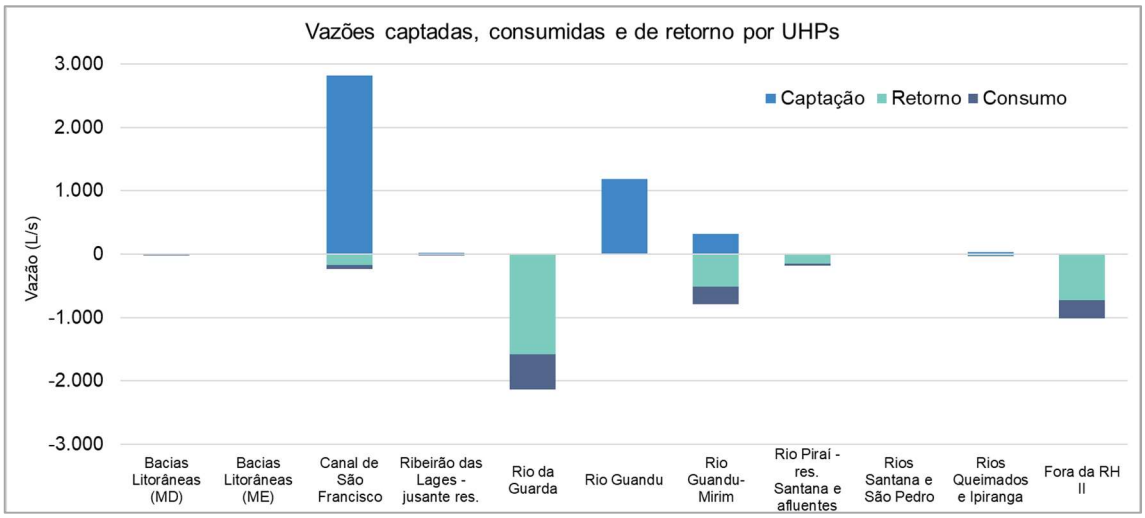
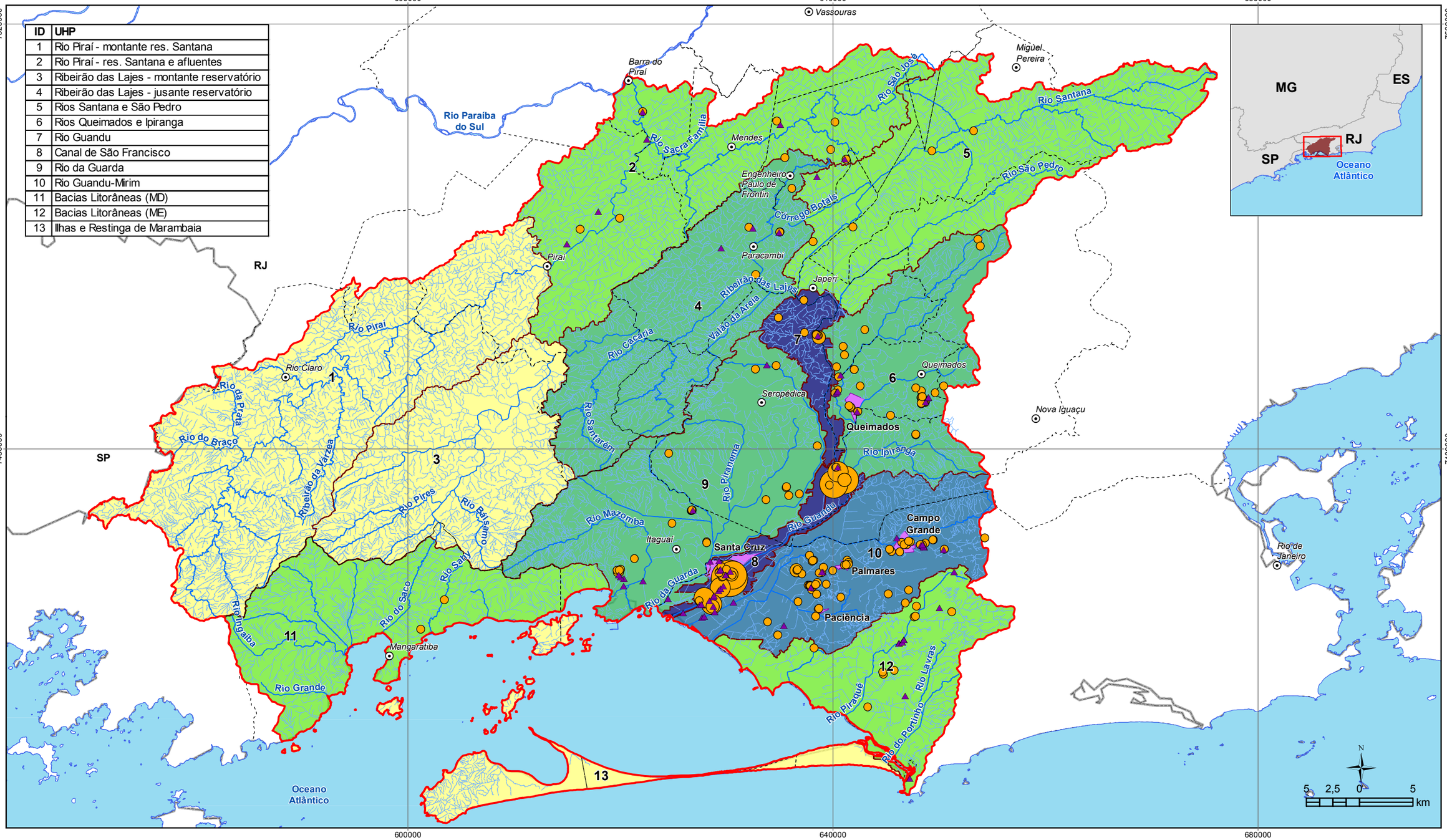


Figura 6.67 - Retorno e consumo para abastecimento industrial nas UHPs da RH II

No Mapa 6.17 estão apresentados os pontos de captação e lançamento cadastrados nos cadastros de usuários de captações e lançamentos do INEA (INEA, 2017).



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação
- Distrito industrial
- Lançamentos industriais

Demanda Industrial por UHP
Captação média (L/s)

- 0
- 1 - 15
- 16 - 50
- 51 - 350
- 351 - 2.822

Captações Industriais
Captação média (L/s)

- 0 - 30
- 31 - 100
- 101 - 205
- 206 - 615
- 616 - 2.000

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.17 – Localização das captações para abastecimento industrial e dos distritos industriais da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017, SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Captações/lançamentos: INEA, 2017
- Demanda por UHP: Profill, 2017

6.4.2.4. Outorga

Foi realizada uma análise comparativa entre as informações que constam no cadastro de usuários do INEA e as que contam no Cadastro da Outorga referente a usuários do setor da indústria. As informações estão apresentadas no Quadro 6.41.

Quadro 6.41 – Informações de demanda para abastecimento industrial que constam nos cadastros de usuários e da outorga para a RH II

UHP	Cadastro		Outorga	
	Contagem	Vazão (L/s)	Contagem	Vazão (L/s)
Bacias Litorâneas (MD)	2	12,55	3	31,70
Bacias Litorâneas (ME)	9	3,05	2	5,53
Canal de São Francisco	13	2.822,30	14	9.678,47
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	6	18,32	7	1.228,33
Rio da Guarda	23	15,97	22	30,76
Rio Guandu	16	1.191,21	15	2.449,12
Rio Guandu-Mirim	55	319,41	27	45,93
Rio Piraí - montante res. Santana	0	0,00	1	2,78
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	7	8,50	3	250,40
Rios Queimados e Ipiranga	39	35,10	29	29,50
Rios Santana e São Pedro	4	0,10	1	0,28
Total Geral	**174**	**4.426,51**	**124**	**13.752,79**

Fonte: Cadastro de Usuários e da Outorga (INEA, 2017)

Observa-se que há discrepância entre os valores das demandas totais para os usuários industriais cadastrados e outorgados na RH II.Enquanto o valor total da demanda dos usuários cadastrados soma 4.426,51 L/s, o total outorgado chega a um montante três vezes maior, de 13.752,79 L/s.

Foram levantados os oito usuários mais demandantes de cada cadastro para comparação, apresentados no Quadro 6.42.

Quadro 6.42 – Oito captações mais demandantes dos cadastros de usuários e outorga

Cadastro de Usuários		Cadastro da Outorga	
Razão social	Vazão (L/s)	Razão social	Vazão (L/s)
Companhia Siderúrgica Nacional	2.000	Gerdau S/A	3.472
Petroleo Brasileiro SA - Petrobras	611	Petrorio - Petroquimica do Rio de Janeiro	3.000
ThyssenKrupp CSA	472	Companhia Siderurgica Nacional	2.500
Braskem S.A.	206	Petroleo Brasileiro SA - Refinaria Duque de Caxias	1.000
Companhia de Bebidas das Américas	175	Minerva S/A	692
ThyssenKrupp CSA	159	ThyssenKrupp CSA	556
ThyssenKrupp CSA	139	Minerva S/A	521
Gerdau Aços Longos S/A	121	Companhia De Bebidas Das Americas	389
Total	**3.883**	**Total**	**12.129**

Fonte: Cadastro de Usuários e da Outorga (INEA, 2017)

Analisando os oito usuários mais demandantes do cadastro de usuários e de outorga, que somam, respectivamente, 95,61% e 88,2% da demanda total, observa-se que de fato há discrepância entre os registros cadastrados e outorgados.

A Gerdau SA, por exemplo, está cadastrada como possuindo uma vazão de 121 L/s, mas possui 3.472 L/s de vazão outorgada, a maior outorga para uso industrial da RH II. Observam-se valores discrepantes também para a ThyssenKrupp CSA (770 L/s contra 556 L/s), AMBEV (175 L/s contra 389 L/s) e CSN (2.000 L/s contra 2.500 L/s), sendo que os outros usuários apresentados no Quadro 6.42 (Petrorio - Petroquimica do Rio de Janeiro, Petróleo Brasileiro SA - Refinaria Duque de Caxias e Minerva S/A) estão em um cadastro e não no outro.

Essa diferença é explicada por um fenômeno comum no contexto industrial. Conforme os processos industriais se tornam mais eficientes, e principalmente técnicas de reuso da água passam a ser incorporadas, as vazões captadas se tornam menores, visto que o uso da água na indústria se torna cada vez mais um “circuito fechado”, e isso reduz a demanda externa por água. Uma vez que vazões mais altas já estão outorgadas, no entanto, as empresas costumam manter essas vazões como uma reserva em caso de aumentos pontuais na demanda, ou caso o sistema de reuso falhe. Isso explica casos como a outorga da Gerdau SA, de 3.472 L/s, em comparação com a sua vazão cadastrada, de 121 L/s.

6.4.3. Termoelétricas

6.4.3.1. Termoelétricas cadastradas na RH II

Na mesma região onde se concentram as indústrias da RH II, há também um polo de geração de energia termoelétrica, que se concentram na região do Canal de São Francisco, nas UHPs Canal de São Francisco, Rio Guandu e Ribeirão das Lajes - jusante reservatório.

Em relação às Usinas Termelétricas (UTE), no Cadastro de Usuários do INEA constam 13 captações, sendo que há três registros de captação (de mesma vazão) da UTE Eletrobolt, hoje denominada UTE Barbosa Lima Sobrinho, sendo dois em nome da SFE - SOCIEDADE FLUMINENSE DE ENERGIA LTDA, e um em nome da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. – PETROBRAS. Ocorre que em 2005, a SFE - SOCIEDADE FLUMINENSE DE ENERGIA LTDA foi comprada pela PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. –

PETROBRAS. Dessa forma, para esse diagnóstico manteve-se somente a captação em nome da PETROBRÁS, restando, portanto, 11 captações de seis Usinas Termelétricas na RH II.

No Quadro 6.43 está apresentada a relação de Termelétricas localizadas na RH II. Observa-se que a maior parte das Termelétricas estão instaladas ao longo do rio Guandu e do Canal de São Francisco.

Quadro 6.43 – Usinas Termelétricas localizadas na RH II

Município	Proprietário	UTE	Curso d'água da captação
Itaguaí	Genpower Participações S.A.	Rio de Janeiro	Canal de São Francisco
	Itaguaí Energia S.A.	Sepetiba	Canal de São Francisco
Paracambi	Usina Termelétrica Paracambi Ltda.	Paracambi (Antiga Cabiúnas)	Ribeirão das Lajes
Rio de Janeiro	Furnas Centrais Elétricas S/A.	Santa Cruz	Canal de São Francisco
	ThyssenKrupp CSA	ThyssenKrupp - Companhia Siderúrgica do Atlântico	Canal de São Francisco
Seropédica	Petróleo Brasileiro S.A.	Baixada Fluminense	Rio Guandu
		Barbosa Lima Sobrinho (Antiga Eletrobolt)	Rio Guandu

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)

6.4.3.2. Captações

Foi analisado o Cadastro de Usuários do INEA (INEA, 2017) para verificação das vazões captadas dessas usinas, cujos resultados estão apresentados no Quadro 6.44.

Quadro 6.44 – Vazões captadas pelas Usinas Termelétricas localizadas na RH II

UTE	UHP	Contagem	Vazão captada (L/s)
Rio de Janeiro	Canal de São Francisco	1	500,00
	Rio Guandu	1	3.666,67
Sepetiba	Canal de São Francisco	1	913,24
Paracambi (Antiga Cabiúnas)	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	400,00
Santa Cruz	Canal de São Francisco	3	5.709,44
ThyssenKrupp - CSA	Canal de São Francisco	1	18.000,00
Baixada Fluminense	Rio Guandu	2	656,11
Barbosa Lima Sobrinho (Antiga Eletrobolt)	Rio Guandu	1	236,11
Total Geral		11	30.081,58

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)
*170 L/s segundo informações da própria CSA

A captação superficial de maior volume é da Companhia Siderúrgica do Atlântico – CSA, que capta 18 m³/s no Canal de São Francisco para resfriamento de sua própria termoelétrica.

Além da CSA, destaca-se o consumo da UTE Santa Cruz, de propriedade da Furnas Centrais Elétricas, responsável pela segunda maior demanda de água para uso termoelétrico na região, captando um total de 5,71 m³/s do Canal de São Francisco, totalizando, junto com a UTE CSA, 78% do total captado na RH II.

6.4.3.3. Lançamentos

Em relação às vazões de retorno, sabe-se que a maior parte da água captada das Usinas Termelétricas é utilizada para resfriamento, e que as maiores perdas ocorrem por evaporação, que, por sua vez, variam muito de acordo com o tipo de sistema de resfriamento adotado. Devido à falta de informação quanto ao sistema de resfriamento utilizado nas Termelétricas, a vazão de retorno foi obtida a partir do Cadastro de Lançamentos do INEA, assim como a UHP onde ocorre o lançamento.

A UTE Sepetiba é a única que não possui registro de lançamento, dessa forma, foi utilizado um coeficiente de retorno de 20% (IEMA, 2016) e o lançamento foi alocado na mesma UHP da captação. O consumo foi obtido a partir da diferença do volume captado e do volume de retorno. No Quadro 6.45 estão apresentadas essas informações.

Quadro 6.45 – Vazões captadas e lançadas cadastradas pelas Usinas Termelétricas localizadas na RH II

UTE	Captação			Lançamento		
	UHP	Cont.	Vazão (L/s)	UHP	Cont.	Vazão (L/s)
Rio de Janeiro	Canal de São Francisco	1	500,00	Canal de São Francisco	1	310,00
	Rio Guandu	1	3.666,67	Rio Guandu	1	3.666,67
Sepetiba	Canal de São Francisco	1	913,24	Canal de São Francisco	1	730,59*
Paracambi (Antiga Cabiúnas)	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	400,00	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	100,00
Santa Cruz	Canal de São Francisco	3	5.709,44	Canal de São Francisco	2	1,94
				Rio da Guarda	4	5.686,04
ThyssenKrupp - CSA	Canal de São Francisco	1	18.000,00	Rio Guandu-Mirim	1	17.741,67
Baixada Fluminense	Rio Guandu	2	656,11	Rio Guandu	2	49,58
Barbosa Lima Sobrinho (Antiga Eletrobolt)	Rio Guandu	1	236,11	Rio Guandu	1	35,54
Total Geral		**11**	**30.081,58**	-	**14**	**28.322,03**

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)
*Estimado em 80% da captação (IEMA, 2016)

Dos 18 m³/s captados, a CSA retorna 17,74 m³/s, segundo o cadastro de usuários (INEA, 2017), ou seja, 0,258 m³/s seriam consumidos dentro dos processos da termoelétrica, por evaporação. Segundo informações da CSA, no entanto, esse volume consumido é de 0,17 m³/s, o que resultaria em um retorno de 17,83 m³/s, para o Rio Guandu-Mirim.

No Quadro 6.46 estão apresentadas as vazões captadas, consumidas e retornadas pelas Usinas Termelétricas, agrupadas por UHP.

Quadro 6.46 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II

UHP	Captação (L/s)	Consumo (L/s)	Retorno (L/s)
Canal de São Francisco	25.122,69	372,65	1.042,53
Ribeirão das Lages - jusante reservatório	400,00	300,00	100,00
Rio da Guarda	0,00	21,46	5.686,04
Rio Guandu	4.558,89	807,10	3.751,79
Rio Guandu-Mirim	0,00	258,33	17.741,67
Total	**30.081,58**	**1.759,54**	**28.322,03**

Fonte: Cadastro de Usuários (INEA, 2017)

No total, são captados internamente à RH II 30,08 m³/s para as Usinas Termelétricas, sendo todo o volume provenientes de mananciais superficiais. Destaca-se que boa parte do volume captado na UHP Canal de São Francisco (25,12 m³/s) é lançado na UHP Rio Guandu-Mirim, que possui uma vazão de retorno lançada a ela de 17,74 m³/s. As UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim servem de emissários para as vazões de retorno, visto que não possuem captações nelas.

Na Figura 6.68 estão apresentadas as vazões captadas e retornadas em cada UHP, com as de retorno em valores negativos para fins de visualização

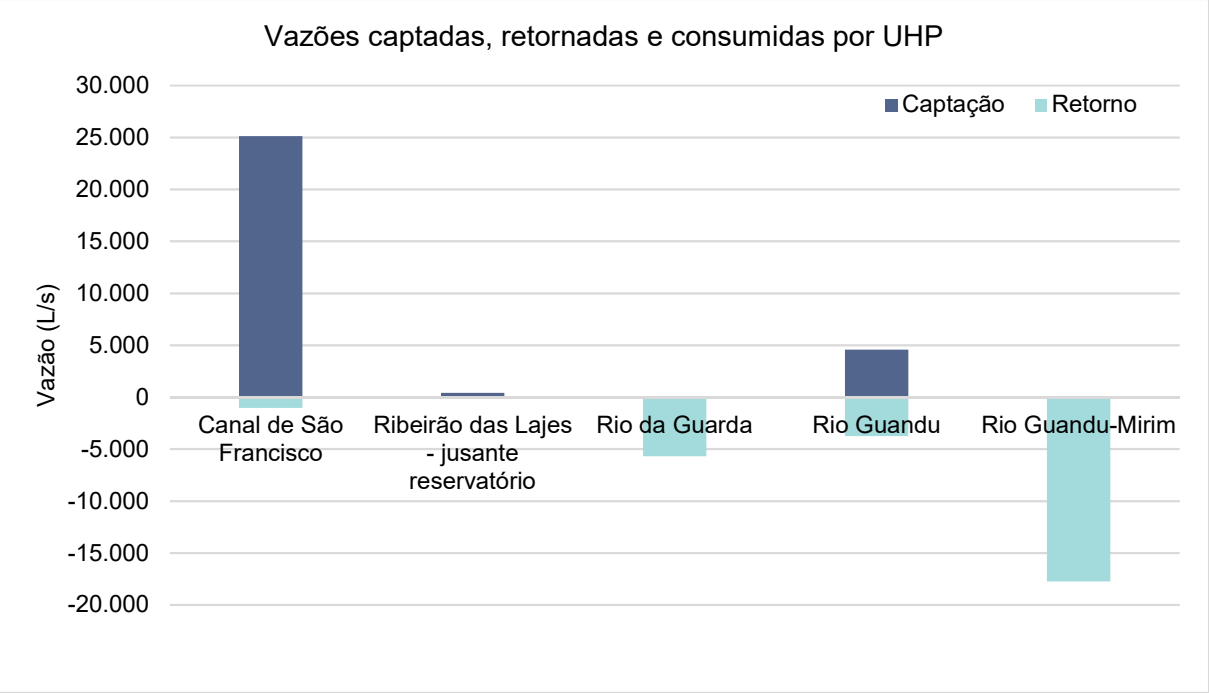


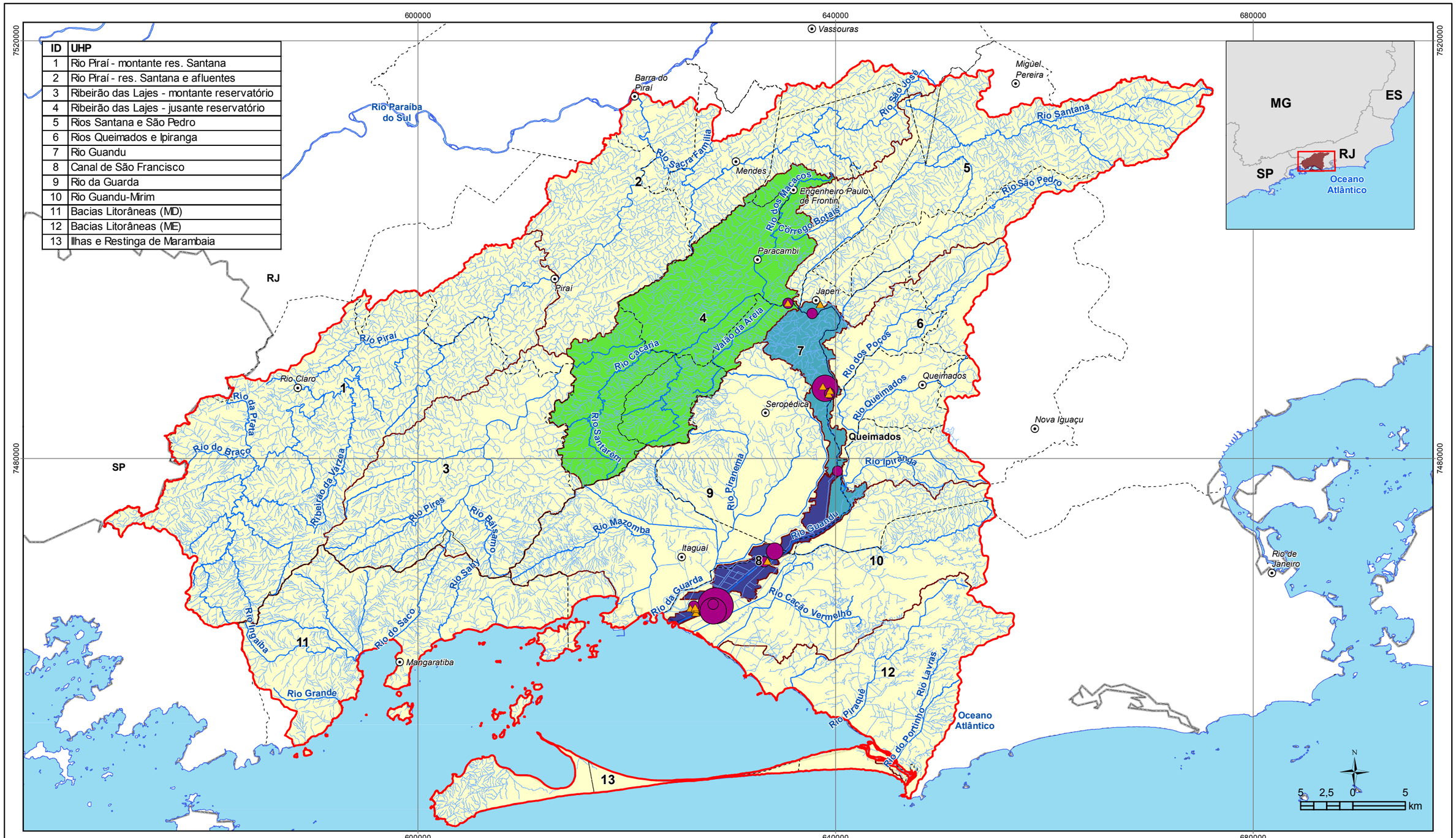
Figura 6.68 - Captação e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II

Na figura pode ser observado de forma mais clara como se dão os fluxos de vazões captadas pelas termoelétricas dentro da RH II. Cerca de 80% da demanda é suprida pelo Canal de São Francisco, retirado na UHP homônima, porém, os retornos se dão nas UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim.

O balanço na UHP Rio Guandu é mais equilibrado, com 4.558 L/s captados e 3.751 L/s retornados, sendo a diferença de 807 L/s utilizada como consumo na UTE Sepetiba, única termoelétrica sem cadastro de lançamento, onde seu consumo foi estimado em 20%.

Por fim, o Mapa 6.18 apresenta os pontos de captação e lançamento das termelétricas e os Distritos Industriais localizados na RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação
- Lançamentos das termoelétricas

Demanda para termoelétricas por UHP
Captacao_term_Ls
- 0
- 1 - 400
- 401 - 4.559
- 4.560 - 25.123

Captações das Termelétricas
Captação média (L/s)
- 0 - 500
- 501 - 1.000
- 1.001 - 6.000
- 6.001 - 18.000

Organização
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu

Acompanhamento
AGEVAP Agência de Bacia

Execução
PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.18 – Localização das captações para abastecimento das termelétricas na RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE-hidrografia IBGE, 2017
- Captações/lançamentos: INEA, 2017
- Demanda por UHP: Profill, 2017

6.4.3.4. Outorga

Foi realizada uma análise comparativa entre as informações que constam no cadastro de usuários do INEA e as que contam no Cadastro da Outorga referente a usuários do setor termoelétrico. As informações estão apresentadas no Quadro 6.47

Quadro 6.47 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II

UHP	Cadastro		Outorga	
	Contagem	Vazão cadastrada (L/s)	Contagem	Vazão outorgada (L/s)
Canal de São Francisco	6	25.122,69	3	17.740,00
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	400,00	2	522,00
Rio Guandu	4	4.558,89	5	4.738,78
Total Geral	**11**	**30.081,58**	**10**	**23.000,78**

Fonte: Cadastro de Usuários e da Outorga (INEA, 2017)

Assim como nos cadastros referentes ao setor da indústria, observa-se que há discrepância entre os valores das demandas totais de usuários industriais cadastrados e outorgados na RH II. Enquanto o valor total da demanda dos usuários cadastrados soma 30.081,58 L/s, o total outorgado é inferior, de 23.000,78 L/s, diferente do que ocorreu entre os cadastros apresentados no item 6.4.2 da indústria, onde o valor outorgado era superior.

6.4.3.5. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL

Por fim, foram obtidos do banco de dados do Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL (ANEEL, 2017) dados referentes à potência outorgada das Usinas Termoelétricas na RH II, pela ANEEL, apresentadas no Quadro 6.48.

Quadro 6.48 – Captação, consumo e retorno das Usinas Termelétricas nas UHPs da RH II

Nome UTE	Potência outorgada (MW)	Proprietário	UHP	Condição
Rio de Janeiro	450,0	Genpower Participações S.A.	Rio da Guarda	Em estudo
Queimados 3	353,9	Gentermo Participações S.A.	Rios Queimados e Ipiranga	Em estudo
Queimados	567,5	Gentermo Participações S.A.	Rios Queimados e Ipiranga	Em estudo
Paracambi (Antiga Cabiúnas)	607,8	Usina Termelétrica Paracambi Ltda.	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	Em estudo
Gtbx-St-Rjo	3,0	Claro S.A - Matriz	Bacias Litorâneas (ME)	Instalada
Santa Cruz	1.000,0	Furnas Centrais Elétricas S/A.	Canal de São Francisco	Instalada

Nome UTE	Potência outorgada (MW)	Proprietário	UHP	Condição
Do Atlântico	490,0	Thyssenkrupp CSA Siderúrgica do Atlântico Ltda.	Rio Guandu-Mirim	Instalada
Atacadão SA Santa Cruz	0,8	Atacadão S.A.	Rio Guandu-Mirim	Instalada
Baixada Fluminense	530,0	Petróleo Brasileiro S.A.	Rio Guandu	Instalada
Barbosa Lima Sobrinho (Antiga Eletrobolt)	385,9	Petróleo Brasileiro S.A.	Rio Guandu	Instalada
Piraí	4,3	Ambev S.A.	Rio Piraí - montante res. Santana	Instalada
Santa Branca Conrado	0,4	-	Rios Queimados e Ipiranga	Instalada
Total	**4.393,6**	-	-	-

Fonte: SIGEL (ANEEL, 2017)

Das 12 Usinas Termoelétricas que constam no banco de dados do SIGEL, seis das sete que estão no cadastro do INEA são comuns entre os dois bancos de dados, faltando apenas a UTE Sepetiba que não está no SIGEL.

Das outras seis, que não constam no banco do INEA, duas (Queimados 3 e Queimados) estão em fase de estudos, e quatro (Gtbx-St-Rio, Atacadão SA Santa Cruz, Piraí e Santa Branca Conrado) são de muito pequeno porte, provavelmente operando apenas para fornecer energia para o próprio proprietário. No entanto, cabe ressaltar que duas UTEs que constam como “em estudo” no SIGEL, já estão cadastradas e operacionais na RH II (Rio de Janeiro e Paracambi).

6.4.4. Mineração

Segundo o DRM - RJ, o Rio de Janeiro caracteriza-se pela disponibilidade de recursos minerais não-metálicos, especialmente material para construção civil e água mineral além de destacar-se pelas grandes reservas de óleo de gás natural.

6.4.4.1. Cenário Atual

Atualmente, a RH II apresenta um total de 4375 processos minerários dos quais 48% se encontram na UHP Rio da Guarda. Como principal fonte de dados, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), disponibilizado pelo DNPM. A Figura 6.69 mostra a distribuição dos processos por UHP.

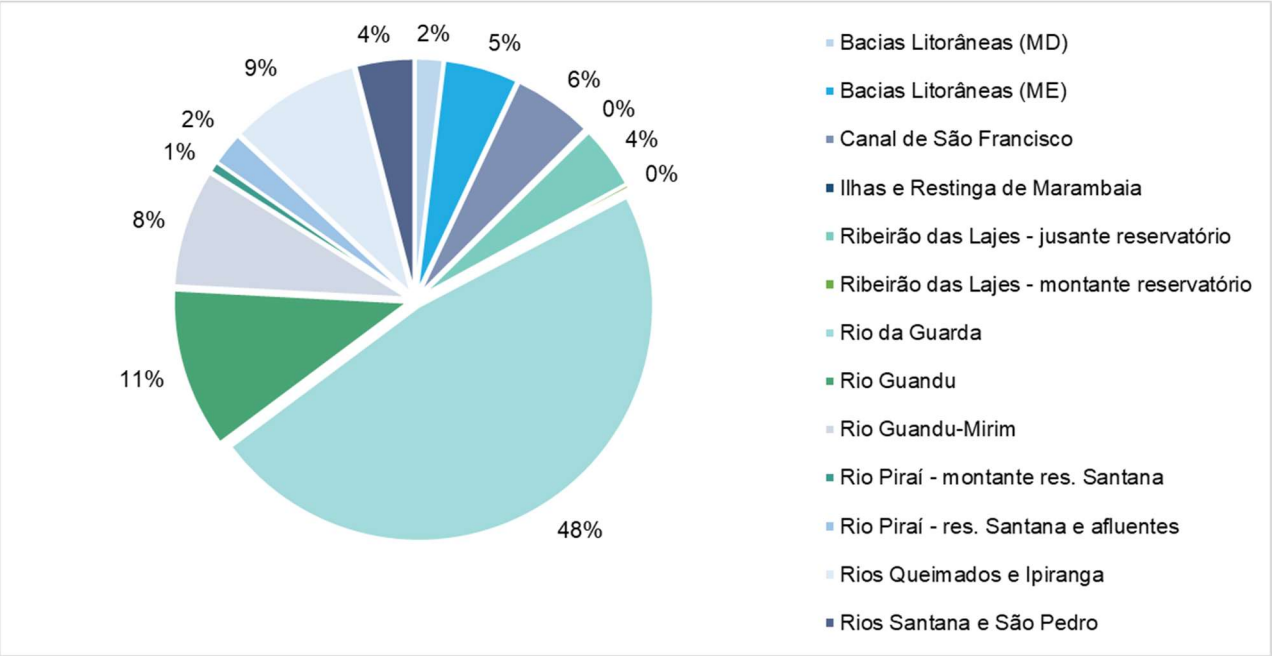


Figura 6.69 – Distribuição de requerimentos minerários por UHP da RH II.
Fonte: SIGMINE (DNPM, 2017)

Na RH II há requerimentos minerários para 25 minérios diferentes, além de outras substâncias com dados não cadastrados. As substâncias e respectivas quantidades de processos constam no Quadro 6.49.

Segundo os dados do DNPM obtidos em março de 2017, a areia é a substância com maior número de processos nessa região, com 2070 requerimentos, seguida pelo saibro e pelo granito.

Quadro 6.49 – Substâncias requeridas e quantidade de processos.

Substância	Quantidade de processos
Areia	2070
Saibro	992
Granito	448
Ilmenita	193
Dado não cadastrado	171
Argila	156
Gnaisse	86
Água Mineral	64
Turfa	38
Areia Quartzosa	32
Sienito	24

Substância	Quantidade de processos
Caulim	23
Calcário	17
Argila Refratária	15
Granito para brita	12
Areia Aluvionar	11
Areia para vidro	4
Migmatito	4
Quartzo	4
Diorito	3
Calcário Calcítico	2
Fonólito	2
Areia de Barranco	1
Mica	1
Minério de ouro	1
Pirita	1

Fonte: DNPM (2017).

Os processos para a realização de atividades de mineração dos mais de 25 minérios de interesse nas UHPs da RH II encontram-se em diferentes fases, conforme consta no Quadro 6.50.

A maioria dos processos em andamento estão em fase de autorização de pesquisa. Além disso, segundo DNPM (2017) a maior parte dos processos está relacionada com o uso para construção civil, representando 68% do total seguido pela utilização em indústria, representando 10%.

Quadro 6.50 – Fases dos processos minerários na RH II.

Fase	Quantidade de Processos
Autorização de Pesquisa	1703
Concessão de Lavra	198
Dado não cadastrado	5
Disponibilidade	381
Licenciamento	384
Requerimento de Lavra	513
Requerimento de Licenciamento	200
Requerimento de Pesquisa	990
Requerimento de Registro de Extração	1

Fonte: DNPM (2017).

Considerando todos os processos em andamento para todas as substâncias, tem se um total de 1370,8 km² de área requerida para mineração na RH II. As maiores áreas estão localizadas nas UHPs Rio da Guarda, Ribeirão as Lajes – jusante reservatório e Rios Queimados e Ipiranga. As substâncias com mais área requerida são: saibro, areia e granito. O número de processos e áreas requeridas para cada UHP estão dispostas no Quadro 6.51.

Quadro 6.51- Áreas requeridas na RH II por UHP.

UHP	Número de processos	Área requerida (km²)
Bacias Litorâneas (MD)	83	34,18
Bacias Litorâneas (ME)	224	84,80
Canal de São Francisco	242	25,30
Ilhas e Restinga de Marambaia	7	1,66
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	190	276,11
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	12	12,08
Rio da Guarda	2077	357,39
Rio Guandu	483	62,80
Rio Guandu-Mirim	354	138,10
Rio Piraí - montante res. Santana	32	56,53
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	99	62,70
Rios Queimados e Ipiranga	397	158,40
Rios Santana e São Pedro	175	100,77
Total Geral	4375	1370,81

Fonte: DNPM (2017).

A concessão de lavra em conjunto com a licença ambiental permite com que os requerentes possam extrair, beneficiar e comercializar o minério de interesse, conforme documentos entregues aos órgãos responsáveis.

Porém, isso não garante que essas atividades já tenham iniciado ou estão sendo de fato efetuadas. Na Figura 6.70 estão localizadas as áreas de extração mineral em fase de concessão de lavra e na Figura 6.71 as que estão em fase de licenciamento.

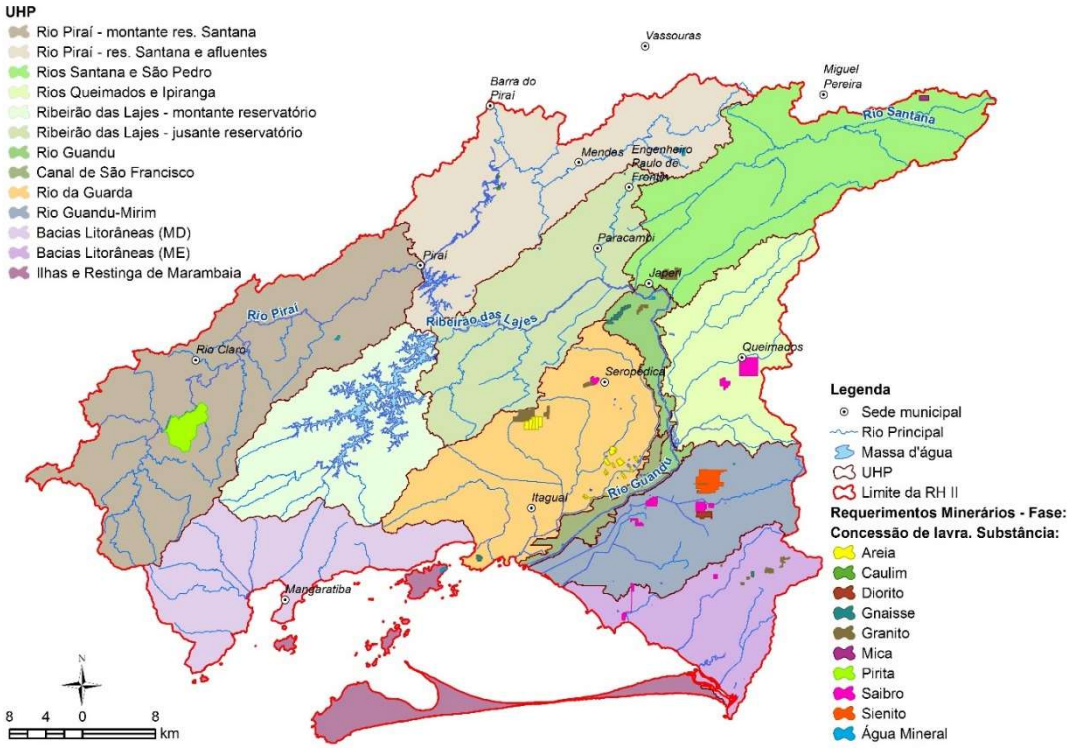


Figura 6.70 – Áreas em fase de concessão de lavra na RH II.

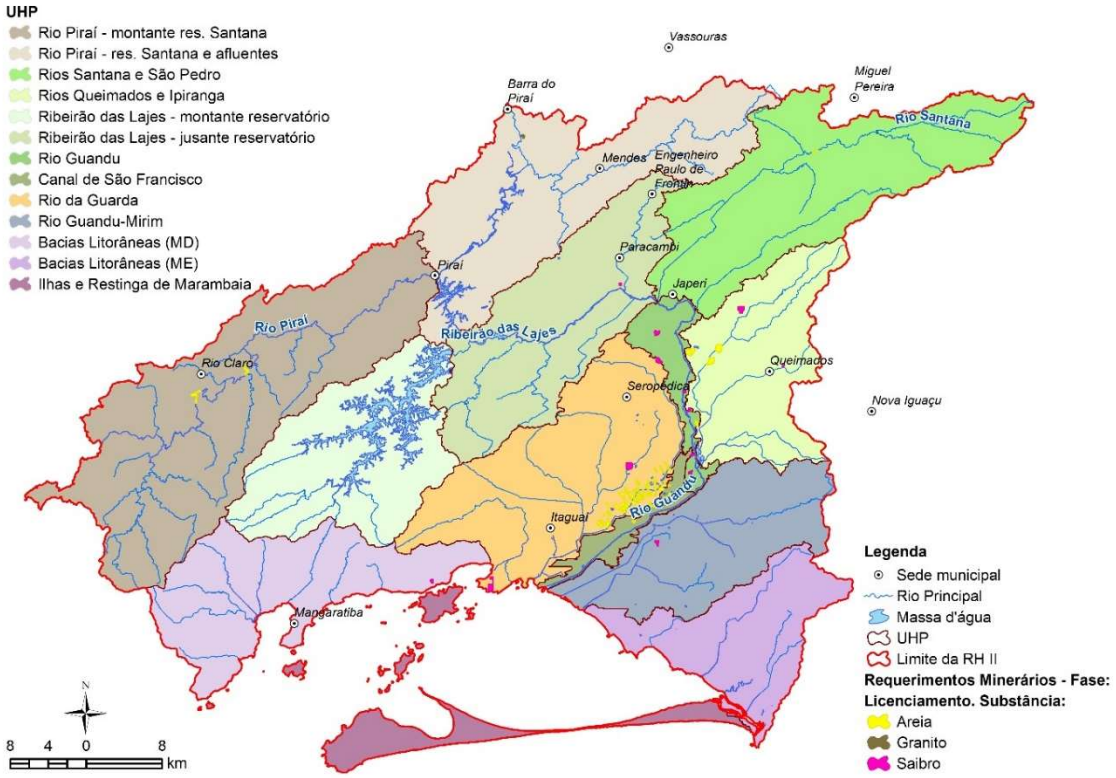


Figura 6.71 – Áreas em fase de licenciamento na RH II.

Conforme o Quadro 6.52, 10 minérios estão em fase de concessão de lavra, totalizando 198 processos. A areia é o minério com mais processos nessa fase, com um total de 63 processos na UHP Rio da Guarda e 3 processos na UHP Canal de São Francisco, ambas localizadas na parte central da RH II.

Quadro 6.52 – Substâncias com concessão de lavra por UHP na RH II.

UHP	Substância	Número de Processos
Bacias Litorâneas (ME)	GNAISSE	3
	GRANITO	8
	SAIBRO	8
Canal de São Francisco	AREIA	3
Ilhas e Restinga de Marambaia	ÁGUA MINERAL	1
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	ÁGUA MINERAL	1
	GRANITO	5
Rio da Guarda	AREIA	61
	GNAISSE	5
	GRANITO	27
	SAIBRO	1
Rio Guandu	ÁGUA MINERAL	1
	GNAISSE	8
	GRANITO	6
Rio Guandu-Mirim	ÁGUA MINERAL	3
	DIORITO	3
	GRANITO	3
	SAIBRO	28

UHP	Substância	Número de Processos
	SIENITO	6
Rio Piraí - montante res. Santana	ÁGUA MINERAL	1
	PIRITA	1
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	ÁGUA MINERAL	5
	CAULIM	2
Rios Queimados e Ipiranga	SAIBRO	6
Rios Santana e São Pedro	GRANITO	1
	MICA	1

Fonte: DNPM (2017).

Conforme o Quadro 6.53 apenas 6 minérios estão em fase de licenciamento, totalizando 384 processos. A areia é, novamente, o minério com mais processos nessa fase, com 310 processos. Do total, 249 processos estão na UHP Rio da Guarda.

Quadro 6.53- Substâncias com licenciamento por UHP na RH II

UHP	Substância	Número de Processos
Bacias Litorâneas (MD)	SAIBRO	1
Canal de São Francisco	AREIA	30
	ILMENITA	5
	SAIBRO	4
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	SAIBRO	1
Rio da Guarda	AREIA	249
	ARGILA	3
	ILMENITA	3
	SAIBRO	6
Rio Guandu	AREIA	6
	ARGILA	2
	SAIBRO	21
Rio Guandu-Mirim	SAIBRO	8
Rio Piraí - montante res. Santana	AREIA	2
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	GRANITO	9
Rios Queimados e Ipiranga	AREIA	22
	ARGILA	2
	SAIBRO	7
Rios Santana e São Pedro	AREIA	1
	MIGMATITO	2

Fonte: DNPM (2017).

Segundo o artigo 1º da Lei Estadual nº 6373/2012, “a exploração de bens minerais de utilização imediata na construção civil no Estado do Rio de Janeiro deverá ser precedida de licenciamento ambiental feito pelo órgão ambiental estadual competente”. E seu parágrafo único complementa: “entendem-se como bens minerais de utilização imediata na construção civil, exclusivamente as seguintes substâncias minerais: areias, cascalhos, argilas, saibros e rochas, quando britadas, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação”. Nesse caso, o INEA é o órgão competente.

6.4.4.1.1. Uso da água e Impactos sobre os Recurso Hídricos de Atividades Mineradoras

A água é um importante recurso nas diferentes fases do processo de produção de minério, desde a fase de pesquisa até o pós-fechamento (Quadro 6.54).

Por essa razão, está vulnerável à contaminações e alterações de sua disponibilidade e qualidade.

Quadro 6.54 – Interações da água em processos de mineração

Processo	Utilização de água
Lavra	Desmonte hidráulico; Lavagem de Equipamentos; Transporte de Materiais; Aspersão de pistas e praças para controle de emissão de poeira.
Barragens	Barragem de contenção de sedimentos: estruturas construídas com o objetivo de conter sedimentos carreados em períodos de chuva, garantindo a qualidade do efluente final; As barragens de rejeitos: bacia de acumulação dos rejeitos gerados nas instalações de beneficiamento de minério e a acumulação da água a ser reutilizada no processo industrial.
Pilha de estéril	Podem causar interferência do escoamento superficial, que pode vir a gerar, dependendo do tamanho e forma, pequenos desvios de água.
Rebaixamento do nível de água subterrânea	Exploração de águas subterrâneas para a viabilização da lavra a céu aberto ou subterrânea.
Processamento mineral	Processo de flotação; Processos de lavagem; Concentração gravítica; Processos hidrometalúrgicos.
Água como meio de transporte	A água é o meio de transporte mais utilizado no processamento mineral. É usada nas mais variadas operações, tais como: lavra, desmonte hidráulico, lavagem de minérios, processos de concentração a úmido.

Fonte: Adaptado do Estudo de Gestão para a Sustentabilidade na Mineração (IBRAM, 2013).

A atividade de mineração impacta não somente a área minerada, como também as áreas no entorno utilizadas para deposição de estéril e rejeitos. A maior parte da poluição de recursos hídricos é provocada por lama (IBRAM, 2013), principalmente na mineração de areia, granito e argila – substâncias entre as cinco mais mineradas na RH II. Alguns dos impactos relacionados à qualidade da água estão listados a seguir:

- Contaminação por óleos/ detergentes provenientes das oficinas e máquinas e cianeto/mercúrio provenientes dos processos de extração e beneficiamento de ouro;
- Contaminação por efluentes ácidos (Drenagem ácida de mina - DAM), no caso de minerais sulfetados ou por efluentes alcalinos, no caso de minas de calcário;
- Contaminação por metais pesados, originados dos processos de beneficiamento de minerais metálicos;
- Sólidos dissolvidos, tais como cloretos, nitratos, calcário e ferro, provenientes da dissolução das rochas ou de explosivos inativos;

- Alterações na cor, principalmente por efluentes de mineração de ferro, e turbidez causada pela presença de sólidos em suspensão;
- Eutrofização e desoxigenação do ambiente aquático.

A contaminação química do meio aquático causado pela mineração varia de acordo com os processos de lavra e de beneficiamento utilizado para cada minério. De acordo com este, diferentes componentes mais ou menos tóxicos podem estar dissolvidos no efluente gerado pelo tratamento do minério e na água que passa nas proximidades da planta de mineração. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2013), o risco ambiental de maior relevância para a atividade mineradora está associado à probabilidade de acidentes nas barragens de rejeitos e suas consequências para os recursos hídricos.

6.4.4.2. Extração Mineral de Areia

Nos arquivos anexos do plano de bacia anterior, imagens de áreas nas bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, com solo exposto e formação de lagoas, identificadas em fotos aéreas (de julho 2003) e imagens do satélite Ikonos (de set/2004 e abr/2005), já sugeriam expansão da atividade de extração mineral de areia. Os dados do DNPM de 2017 mostrados anteriormente comprovam que a areia é o minério de maior interesse na região.

O extrativismo mineral na sub-bacia do rio da Guarda começou por volta de 1960. A areia foi sendo depositada, por milhares de anos, pelos rios que atravessavam a região da baixada e que no passado alteravam seus cursos ao longo da extensa planície de inundação, depositando a areia proveniente do alto das serras. Os principais métodos de extração de areia utilizados na região são: a extração em cava submersa e a extração mecanizada em leito de rio. A extração em cava é a que responde pela quase totalidade da produção do Estado, e vem sendo intensamente praticada no chamado “Polígono de Piranema”, área drenada pelos valões dos Bois e do China, cursos d’água formadores do rio da Guarda (ANA/Sondotécnica, 2006). Na extração em cava, à medida que a areia vai sendo retirada por dragas flutuantes, o lençol freático surge do solo e forma grandes lagoas.

O “Polígono de Piranema” está localizado no Distrito Areeiro de Itaguaí/Seropédica, na UHP do Rio da Guarda, e é considerado o principal fornecedor de areia para construção civil do Estado do Rio de Janeiro. É responsável pelo fornecimento de mais de 70% da areia para a construção civil, a qual possui boa qualidade devido à sua composição

quartzo-feldspática. No ano de 2013, mais de 80 cavas de extração de areia estavam em atividade, alcançando a profundidade média de 28 m com uma reserva estimada de 540 km³, conforme dados do Comitê Guandu. A Figura 6.72 apresenta uma vista do polígono no ano de 2006, retirada do capítulo de Extração Mineral do plano anterior, e a Figura 6.73, elaborada a partir do Google Earth, no ano de 2017. Ao comparar essas duas imagens, é possível perceber o aumento dos espelhos d'água, o que sugere a expansão da atividade de extração de areia.

Figura 6.72 – Vista geral da área de extração de areia no Polígono de Piranema, ano de 2006.
Fonte: ANA/Sondotécnica, 2006

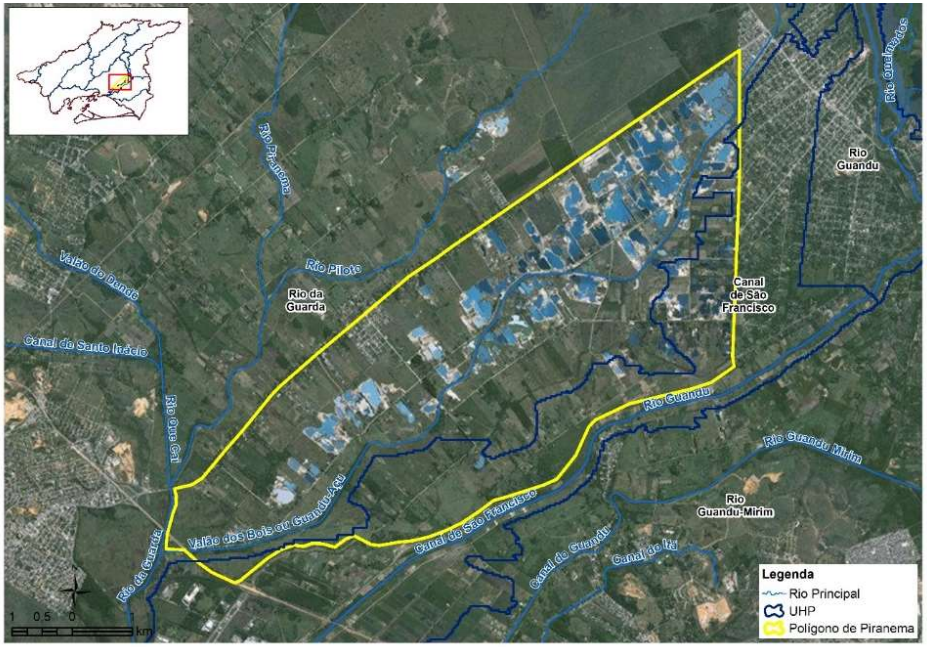


Figura 6.73 - Vista geral da área de extração de areia no Polígono de Piranema, ano de 2017.
Elaborada a partir de Google Earth.

O Quadro 6.55 mostra as fases em que se encontram os 273 processos minerários que estão tramitando atualmente na região do Polígono de Piranema. Análises de imagem de satélite feitas no Google Earth, considerando as áreas dos espelhos d'água, indicam que aproximadamente 20 km² estão sendo explorados atualmente nessa região. Segundo o INEA, como resultado de trabalho conjunto com o DNPM e com o apoio do Sindicato de Mineradores de Areia do Rio de Janeiro (SIMARJ), nos municípios de Seropédica e Itaguaí, 180 atividades de extração de areia em cava buscaram a regularização de seu licenciamento, no período de junho de 2011 até junho de 2013.

Quadro 6.55- Processos Minerários no Polígono de Piranema no ano de 2017.

Fase	Quantidade de Processos
Autorização de Pesquisa	59
Concessão de Lavra	12
Dado não cadastrado	-
Disponibilidade	13
Licenciamento	87
Requerimento de Lavra	27
Requerimento de Licenciamento	31
Requerimento de Pesquisa	44
Requerimento de Registro de Extração	-

Fonte: DNPM (2017).

Além da extração de areia no Polígono de Piranema na Bacia do Rio da Guarda, o recurso também é explorado na Bacia do Rio Guandu. Segundo ANA/Sondotécnica (2006), a mineração de areia era largamente efetuada de forma predatória e utilizando-se de processos de extração direta em leito e em cavas submersas. A conjugação dos dois processos resultava em diversos impactos ambientais, os quais serão abordados adiante.

A extração predatória na bacia do rio Guandu, apontada no Projeto Planágua desenvolvido pela SERLA em 1997, acarretou um comprometimento ambiental significativo e de reparação difícil e custosa.

Além disso, houve o fato da impossibilidade de identificação e autuação dos mineradores, que após a exploração, abandonaram dezenas de lagoas, sem qualquer medida de recuperação.

Desde a criação da APA Guandu em 2007, as faixas de 500m em ambas as margens do Rio Guandu são protegidas, sendo proibida a atividade de extração de areia

nessa região. Porém, ainda se noticiam casos de retirada ilegal de areia em veículos de informação, como por exemplo a operação que ocorreu no ano de 2014 que resultou na prisão de sete pessoas envolvidas e apreensão de caminhões e escavadeiras (ARAUJO, 2014). Nesses casos, os envolvidos podem ser indiciados por lavra não autorizada, prevista no Artigo 55 do Código Ambiental, e por usurpação de matéria prima da União.

6.4.4.2.1. Impactos Ambientais da Extração de Areia

No plano anterior (ANA/Sondotécnica, 2006), foram listados diversos impactos ambientais da mineração no Polígono do Piranema. Os mais expressivos estão listados a seguir:

a) Alteração da paisagem: Impacto de visibilidade total, responsável por modificar profundamente as características do uso do solo regional, dando lugar a um ambiente com dezenas de lagoas artificiais, e vias de acesso, geralmente, em péssimo estado de conservação, cobertas de lama e onde é difícil o trânsito de pessoas e de veículos no período de chuvas.

b) Eliminação de solos cultiváveis: O decapeamento do terreno corresponde à retirada da camada superior de solo, com altura média de 2,0 m, que recobre a jazida de areia. Ao invés de ser estocada para futuro recobrimento das lagoas aterradas, esta camada é comercializada para uso na construção civil. Segundo a opinião dos mineradores é totalmente inviável por razões de indisponibilidade de espaço, o armazenamento local da camada superior do solo.

c) Assoreamento e alteração da qualidade das águas dos corpos hídricos: Os cursos d'água, responsáveis pela macro e mesodrenagem da região, receberam durante muitos anos de exploração de areia, lançamentos diretos do rejeito da mineração, composto de resíduos finos de areia e argila (lama) e torrões de argila. Hoje, face ao melhor controle da atividade, as quantidades de sedimentos despejadas no Valão dos Bois e do China, são bem inferiores. Entretanto, o passivo ambiental relativo à drenagem, deve ser imediatamente recuperado. Em passado recente, nas cheias de maior porte, as águas drenadas da bacia hidrográfica invadiam as áreas de extração, com o rompimento de diques marginais mal consolidados, acessando às lagoas e contaminando-as com águas poluídas. Após a lavagem da área de extração, as águas da enchente retornavam às vias de drenagem em pontos localizados à jusante, com um expressivo aporte de sedimentos.

d) Alteração da qualidade das águas subterrâneas: A abertura das cavas durante o processo de remoção da areia representa um risco de contaminação do aquífero regional, tendo em vista a possibilidade de lançamento indevido de resíduos contaminantes nas cavas abertas. As operações de abastecimento e manutenção das dragas são responsáveis pelo lançamento de óleo combustível e lubrificante nas águas das cavas. As cavas podem também receber a contribuição superficial de óleos drenados das áreas de armazenamento, oficinas mecânicas e estradas. Durante o Termo de Ajuste de Conduta (TAC) dos mineradores, medições de qualidade de água realizadas em algumas lagoas revelaram o seu enquadramento na classe 1 do CONAMA.

e) Rebaixamento localizado do lençol freático: O bombeamento nas cavas em atividade promove um rebaixamento acentuado e localizado do nível do lençol freático. Conforme descrito por moradores do bairro de Campo Lindo (ANA/Sondotécnica, 2006), vizinho à zona de mineração, o rebaixamento do lençol é sentido pela população que se abastece através de poços individuais.

f) Emissão de poeira para o ar: O tráfego intenso de caminhões nas estradas de terra no entorno da área do empreendimento minerário, bem como a ação do vento sobre os estoques de areia armazenados, é capaz de influenciar na qualidade de vida dos moradores da região. A emissão de particulados finos, sobretudo nos períodos de seca, tem consequências que vão desde o constante empoeiramento das residências até os diversos casos de crianças com problemas respiratórios, fato que precisa ser comprovado. Como medida para minimizar esse impacto as normas ambientais determinam a necessidade de umedecimento das áreas de extração e das vias locais de transporte, o que, segundo a população é praticado apenas por um restrito número de mineradores (ANA/Sondotécnica, 2006).

Além disso, essa atividade gera conflitos com o abastecimento de água do bairro Piranema e região periférica do município de Itaguaí, onde a água subterrânea é a principal fonte de água para a população (apesar da proximidade da ETA Guandu), pois provoca o rebaixamento do lençol freático (interferindo na recarga natural do rio Guandu, já que seu fluxo de base é mantido, em parte, pela água subterrânea) e exposição do mesmo à contaminação por diversos meios, como, por exemplo, vazamento de óleos combustíveis provenientes das bombas de sucção instaladas nas dragas flutuantes, e rejeitos decorrentes

das atividades de beneficiamento, resultando na deterioração da qualidade dessas águas.(BERBERT, 2003).

No caso da exploração de areia na Bacia do Guandu, os principais impactos observados são: alteração da paisagem, assoreamento nos bolsões formados à margem do rio, alteração da qualidade da água, emissão de particulado fino na atmosfera, retirada de vegetação das margens do rio, criação de novos ecossistemas (principalmente nas cavas junto às margens), proliferação de vetores de veiculação hídrica. O principal impacto, no entanto, está relacionado com a qualidade de água utilizada para abastecimento entregue à população pela ETA Guandu. Segundo técnicos da CEDAE que atuavam na ETA Guandu, a exploração de areais ao longo do leito e de margens do Guandu, sem um controle rigoroso dos órgãos fiscalizadores, poderia trazer consequências drásticas no que dizia respeito ao abastecimento de água para a região do Grande Rio.

Conforme o Jornal da Associação dos Empregados de Nível Universitário da CEDAE, publicado em junho de 2003, amostras diárias de água comparadas com os horários de funcionamento dos areais mostraram claramente que a exploração dos areais é fator preponderante na elevação da turbidez da água captada na ETA do Guandu. Por exemplo: aos domingos e feriados, quando não havia funcionamento das bombas extratoras de areia, os valores eram menores, ficando normalmente abaixo da média mensal. Através dos gráficos diários, foi possível verificar que o horário de elevação da turbidez ocorria à tarde, após algumas horas de funcionamento das bombas extratoras.

Outra consequência relatada no Jornal da Associação dos Empregados de Nível Universitário da CEDAE foi a formação de grandes bolsões de água nas laterais do rio. Por se tratarem de zonas sem fluxo e, portanto, sem renovação, são áreas de acúmulo de vegetação flutuante que, em caso de enchentes, se desprendem e vão se acumular no gradeamento da tomada d'água da ETA. Além disso, as algas que se desenvolvem nesses bolsões podem representar um risco ainda maior por se tratarem de uma biomassa com grande poder de absorção de metais pesados e que, dependendo da espécie, podem transferir para a água gosto e cheiro e ainda liberar toxinas, além de trazer problemas de colmatação nos filtros das estações de tratamento.

6.4.4.2.2. Medidas de Controle

Na bacia do Rio da Guarda, no ano de 2002, foi assinado um termo de ajustamento de conduta (TAC). Esse TAC teve como objetivo “definir e executar as medidas necessárias à implementação dos planos de recuperação das áreas degradadas visando o planejamento de uso futuro para a região de Seropédica/Itaguaí”. Estavam envolvidos na assinatura desse termo a SEMADS/FEEMA, os empresários de extração de areia em Seropédica, a Secretaria de Estado de Energia da Indústria Naval e Petróleo (SEINP), o DRM/RJ, o Sindicato dos Mineradores de Areia do Estado do Rio de Janeiro e o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. Na época, os mineradores assumiram os seguintes compromissos:

- Definir e executar as medidas necessárias à implementação do Plano de Recuperação das Áreas Degradadas (PRAD), visando o planejamento do uso futuro;
- O TAC preliminar (julho01/agosto02) definiu conjuntos de blocos de lotes e lagoas, para os quais deveriam ser estudadas soluções integradas; Para que o órgão ambiental continuasse a conceder o licenciamento ambiental a implantação do projeto de recuperação e de uso futuro teria que ser fiel ao definido no TAC;
- Desenvolver o plano de lavra individual especificando dentro dos blocos definidos: Áreas a serem exploradas virando futuras lagoas; Áreas já exploradas a serem interligadas; Áreas de preservação e/ou reflorestamento; Mapeamento com GPS e transferência para o SIG.
- Definir direção de avanço das lagoas com delimitação das áreas a serem preservadas. Projeto de lavra individual.
- Apresentar à FEEMA, atual INEA, as propostas de recuperação para as lagoas aterradas
- Desenvolver e implantar o sistema de monitoramento das fases de exploração e de extração, através de fotos aéreas e imagens de satélite e espacializar a informação no SIG;
- Identificar as áreas com conexão irregular com corpos d’água, apresentando projeto para recuperação das margens;
- Apresentar o cenário futuro da área considerando o aspecto regional;
- Executar após aprovação da FEEMA, atual INEA, as medidas de recuperação com espécies nativas da Mata Atlântica.

Conforme citado no plano anterior, após 2 anos de vigência do TAC, o DRM/RJ publicou o trabalho “Avaliação do TAC das Empresas de Areia de Seropédica e Itaguaí, RJ“ que mostrou os diferentes estágios que se encontravam as 73 empresas originalmente signatárias do TAC: 43 cumpriram satisfatoriamente o TAC; 27 não cumpriram satisfatoriamente o TAC e 3 em adequação dos trabalhos de recuperação. Após pesquisas, não foram encontrados registros recentes (de 2002 à março de 2017) de outros TAC nessa região.

As empresas areeiras devem seguir durante a vida útil da lavra as instruções contidas nos Relatórios Técnicos de Monitoramento Ambiental exigidos pelo órgão responsável. Quando há o encerramento das atividades mineradoras em determinada área, as empresas devem seguir o PRAD. Esse instrumento provém de uma combinação de imposição legal e responsabilidade social e é utilizado atualmente como instrumento básico para o fechamento de mina. Ele está inserido no contexto do Licenciamento Ambiental, no Plano de Fechamento de Mina, e visa a recuperação da área degradada. No Rio de Janeiro, o INEA é o órgão competente. Dessa forma, minimiza-se o impacto causado pela atividade mineradora durante seu funcionamento e dá maior garantia que essas áreas não serão abandonadas sem que possam ser recuperadas para posterior uso em outras atividades de interesse público ou privado.

Na bacia do Guandu, objetivando frear o processo de degradação, foi promulgada a Lei nº3.760, de 2002, elaborada pelo Poder Legislativo do Rio de Janeiro, que criaria a Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Guandu (APA Guandu) e determinaria providências para a defesa da qualidade da água, a qual proibia a extração no leito do Rio Guandu e nos terrenos situados em uma faixa de 500 m de ambas as margens, no percurso desde a Usina de Pereira Passos até a sua foz. No caso de seus afluentes essa distância se reduzia para 100 m.

A Lei nº 3.760/02 foi embargada na justiça sob a alegação de inconstitucionalidade, surpreendendo a todos que aguardavam, há anos, medidas eficazes para a proteção ambiental da bacia do Guandu.

A APA do Rio Guandu foi criada, então, a partir do Decreto Estadual nº 40.670, de 22 de março de 2007 que tem a finalidade de proteger a qualidade das águas, nascentes e margens do rio Guandu. Ela possui 74.272 mil hectares e abrange partes dos municípios de

Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paracambi, Piraí, Queimados, Rio Claro, Seropédica e Vassouras.

6.4.4.3. Cadastro de Uso

Para a avaliação das demandas de captação e os lançamentos de água em mananciais pela atividade mineradora na RH II se utilizou o Cadastro de Usuários do INEA do ano de 2016.

Os dados fornecidos pelo INEA foram transformados em *shapefile* e cruzados com os limites da RH II para manter-se apenas os registros localizados dentro da área de estudo. Identificou-se 72 empresas mineradoras (Razão Social) com captação na região e 29 com lançamentos.

No Quadro 6.56 está listada a quantidade de captações por municípios e as vazões correspondentes às captações dos tipos subterrâneas e superficiais e no Quadro 6.57 por UHP. Suas localizações podem ser visualizadas no Mapa 6.19.

Quadro 6.56 – Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016

Município	Captações	Subterrâneo (L/s)	Superficial (L/s)	Demanda Total (L/s)
Barra do Piraí	2	0,000	0,036	0,036
Itaguaí	19	1,207	18,94	20,14
Japeri	2	-	0,616	0,616
Miguel Pereira	2	-	0,222	0,222
Nova Iguaçu	3	1,306		1,305
Paracambi	2	-	2,878	2,878
Piraí	1	-	0,114	0,114
Rio Claro	7	-	1,733	1,733
Rio de Janeiro	1	-	3,585	3,585
Seropédica	60	3,520	55,05	58,58
TOTAL	99	6,033	83,18	89,22

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

Quadro 6.57 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016 por UHP.

UHP	Captações	Subterrâneo (L/s)	Superficial (L/s)	Demanda total (L/s)
Canal de São Francisco	10	0,003	9,89	9,901
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	2	0,000	2,853	2,853
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1	0,000	0,334	0,334
Rio da Guarda	65	3,419	60,13	63,55
Rio Guandu	3	1,304	5,274	6,578
Rio Guandu-Mirim	5	1,305	2,280	3,586
Rio Piraí - montante res. Santana	6	0,000	1,398	1,398
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	0,000	0,036	0,036
Rios Queimados e Ipiranga	1	0,000	0,292	0,292
Rios Santana e São Pedro	4	-	0,684	0,684
Total Geral	99	6,03	83,18	89,22

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

A vazão total captada para atividades de mineração é de 89,22 L/s, sendo 6,03 L/s distribuídos entre as captações subterrâneas e 83,18 L/s entre os pontos de captação superficial. A Areal Guanabara LTDA é a empresa que realiza a maior captação de água (7,27 L/s) da RH II.

Os volumes de água captados por segundo mais expressivos, tanto de água subterrânea quanto superficial, representando 71% do total, e os maiores números de pontos de captação estão na UHP Rio da Guarda, nos municípios de Seropédica e Itaguaí.

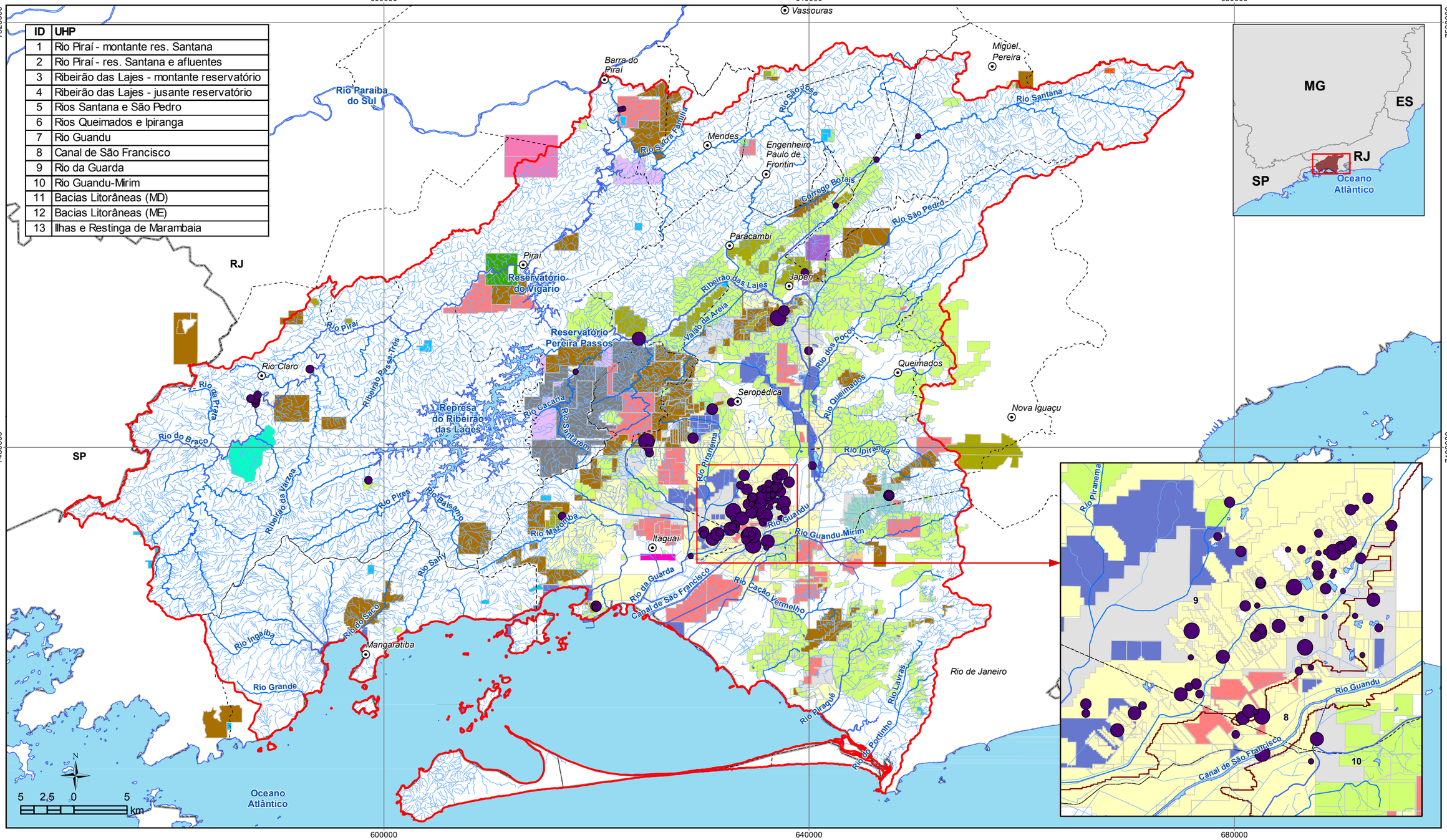
No caso dos lançamentos, apenas 6 municípios possuem cadastros, sendo o município de Seropédica o que contribui com 82% da vazão total (35,6 L/s) lançada em mananciais.

A Areal Novo Tempo de Seropédica LTDA é a empresa que realiza o maior lançamento de água (5,07 L/s) da RH II. Nessa região, conforme abordado anteriormente, está localizado o Distrito Areeiro, o que justifica os volumes de captação e lançamento dessa área.

O Quadro 6.58 mostra a quantidade cadastros de lançamentos por município e as vazões correspondentes. Suas localizações podem ser visualizadas no Mapa 6.19 e no Mapa 6.20.

Quadro 6.58 - Pontos de lançamento de água em mananciais de atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Usuários do INEA, 2016

Município	Lançamentos	Vazão Total (L/s)
Itaguaí	1	2,199
Miguel Pereira	2	0,194
Nova Iguaçu	1	0,016
Paracambi	1	2,222
Rio Claro	3	1,668
Seropédica	25	29,32
TOTAL	33	35,62



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- Limite da RH II
- UHP
- Limite municipal

Captações para mineração

Captação média (L/s)

- 0,0 - 0,2
- 0,3 - 0,5
- 0,6 - 1,5
- 1,6 - 3,0
- 3,1 - 5,3

Requerimentos Minerários

Substância:

- Areia
- Argila
- Calcário
- Caulim
- Dado não cadastrado
- Diorito
- Fonólito
- Gnaisse
- Granito
- Ilmenita
- Mica
- Migmatito
- Minério de ouro
- Pirita
- Quartzo
- Saibro
- Sienito
- Turfa
- Água mineral

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

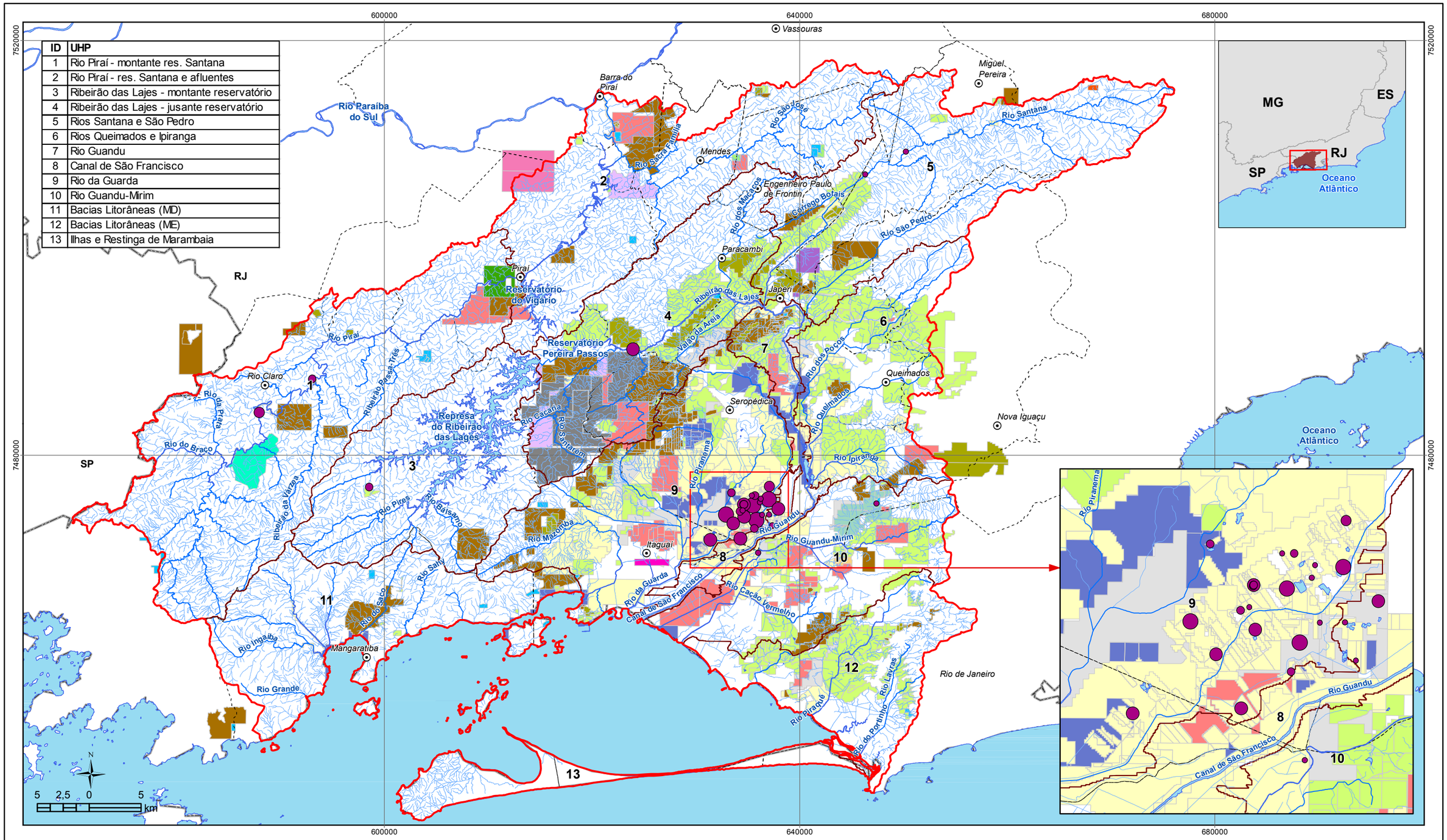
PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.19 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastrados no Cadastro de Usuários do INEA

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Captações: INEA, 2016
- Requerimentos minerários: DNPM, 2017

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

- 0,00 - 0,20
- 0,21 - 0,70
- 0,71 - 1,20
- 1,21 - 2,25
- 2,26 - 5,08

Requerimentos Minerários

Substância:

- Areia
- Argila
- Calcário
- Caulim
- Dado não cadastrado
- Diorito
- Fonólito
- Gnaisse
- Granito
- Ilmenita
- Mica
- Migmatito
- Minério de ouro
- Pirita
- Quartzo
- Saibro
- Sienito
- Turfa
- Água mineral

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.20 - Pontos de lançamento de água para atividades mineradoras cadastrados no Cadastro de Usuários

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Lançamentos: INEA, 2016
- Requerimentos minerários: DNPM, 2017

6.4.4.4. Cadastro de Outorgas

No cadastro de outorgas disponibilizado pelo INEA estão cadastrados 20 pontos de captação superficial e 4 de captação subterrânea. Do total de pontos, 7 estão regularizados e 17 em análise. Não há pontos de lançamento cadastrados.

No Quadro 6.59 está listada a quantidade de captações por municípios e as vazões máximas outorgadas correspondentes às captações dos tipos subterrâneas e superficiais e no Quadro 6.60 por UHP.

Quadro 6.59 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Outorgas do INEA.

Município	Captações	Subterrâneo (L/s)	Superficial (L/s)	Vazão máxima outorgada (L/s)
Itaguaí	5	0,100	4,17	4,267
Miguel Pereira	1	-	0,417	0,417
Paracambi	2	-	6,944	6,944
Rio Claro	5	-	0,000	0,000
Rio de Janeiro	1	0,400	-	0,400
Seropédica	10	1,306	33,71	35,02
TOTAL	24	1,817	45,24	47,05

Fonte: Cadastro de Outorgas do INEA

Quadro 6.60 - Pontos de captação de água para atividades mineradoras cadastradas no Cadastro de Outorgas do INEA, por UHP.

UHP	Captações	Subterrâneo (L/s)	Superficial (L/s)	Vazão máxima outorgada (L/s)
Bacias Litorâneas (ME)	1	0,400		0,400
Canal de São Francisco	1	-	1,042	1,042
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	2	-	6,944	6,944
Rio da Guarda	13	1,417	36,83	38,30
Rio Piraí - montante res. Santana	5	-	0,000	0,000
Rios Santana e São Pedro	1	-	0,417	0,417
Total Geral	24	1,817	45,24	47,05

Fonte: Cadastro de Outorgas do INEA.

A Areal Grão de Areia LTDA, localizada no município de Seropédica, é a empresa que capta o maior volume de água superficial dentre os requerentes cadastrados, o equivalente a 13,30 L/s. No caso da captação de águas subterrâneas, a C-FELX Indústria de Argamassa e Comércio de Materiais de Construção, também localizada em Seropédica, é a empresa que capta o maior volume de água, 0,92 L/s.

Segundo os limites de significância da Lei Estadual nº4247, de 16 de dezembro de 2003, 14 pontos de captação superficiais são superiores a 0,4 L/s e, portanto, considerados significantes e 6 insignificantes. As captações subterrâneas, por serem superiores a 5000 L/dia, são todas significantes.

Ao comparar os dados de outorga com o cadastro de usuários percebe-se que um pouco mais da metade da vazão de uso cadastrada (89,22 L/s) está no banco de outorgas. Além disso, o número de captações registradas no banco (24 captações) é consideravelmente inferior àquela do cadastro de uso (99 captações). Rio da Guarda é a UHP com maior número de registros e vazão captada em ambos cadastros.

6.4.5. Irrigação

Estimativas da Agência Nacional de Águas (ANA), publicada no Portal Brasil no ano de 2015 e tendo como fonte o Ministério da Integração Nacional, mostram que o Brasil irriga, atualmente, cerca de 6 milhões de hectares, sendo que 68% dessa área está situada em regiões de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia e Goiás.

Além disso, segundo o estudo "Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada", elaborado pelo Ministério da Integração Nacional em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP) e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), o país tem capacidade de ampliar em 10 vezes a área irrigada.

Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, publicado pelo INEA em 2014, a demanda total de água para agricultura do Estado é de, aproximadamente, 4,8 m³/s. A demanda para agricultura representa 13% da demanda total dos usos consuntivos do Estado (abastecimento humano, indústria, mineração, agricultura e criação animal). No entanto, sabe-se que as estimativas de áreas irrigadas e demanda para irrigação nem sempre refletem a realidade em função da dificuldade de obtenção de dados.

Além desse valor de demanda ser considerado baixo, a atividade tem maior destaque em outras RHs que não a RH II (RHs IV, VII e IX). No mesmo plano, listam-se a olericultura, cana-de açúcar, fruticultura e rizicultura como as únicas culturas irrigáveis do estado.

Foram levantadas as informações dos estudos Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2010) e Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) 2006 e 2015 (IBGE). O censo realiza um levantamento completo em todo o território brasileiro, e inclui informações de tipo de cultura e método de irrigação por município, caso o plantio seja irrigado, discriminando a agricultura irrigada por tipo de tecnologia de irrigação utilizada, tais como: inundação, sulcos, aspersão (pivô central), aspersão (outros métodos) e gotejamento.

O levantamento da Pesquisa Agrícola Municipal, apesar de realizado anualmente, abrange apenas o tipo de cultivo e a área plantada total por munícipio, sem discriminar a respeito de presença ou ausência de irrigação, ou do método utilizado.

Por esse motivo, a área irrigada atual da RH II foi calculada pelo mesmo método utilizado no plano anterior e de forma similar ao método utilizado para cálculo de demanda para pecuária do atual plano, utilizando-se dados de cultivos irrigáveis na região e respectivas demandas hídricas.

Os dados de área plantada e irrigada do ano de 2006 e de área plantada de 2015, considerando distribuição uniforme e apenas as áreas localizadas dentro da RH II, estão dispostos no Quadro 6.61.

Observa-se que área plantada total diminuiu em cerca de 2000 hectares do ano de 2006 para o ano de 2015. É importante notar que em 2006 a área irrigada era de 1764 hectares e representava 11% da área plantada.

Além disso, quando se analisando as técnicas de irrigação, não foram encontrados registros de irrigação por pivô central nos dados do Censo de 2006 para a região e esses também não foram identificados nas imagens de satélite atuais.

Quadro 6.61 –Área plantada e irrigada por município dentro da RH II.

Município	Área plantada no município na RH II (ha)		Área irrigada no município na RH II (ha)
	2006	2015	2006
Barra Do Piraí	18,1	17,1	2,0
Engenheiro Paulo de Frontin	136,0	95,0	21,0
Itaguaí	3.703,0	3.475,0	135,0
Japeri	647,0	668,0	2,0
Mangaratiba	5.031,0	4.887,0	18,0
Mendes	16,8	3,8	0,0

Município	Área plantada no município na RH II (ha)		Área irrigada no município na RH II (ha)
	2006	2015	2006
Miguel Pereira	102,7	30,5	174,1
Nova Iguaçu	524,9	254,0	156,4
Paracambi	1.325,0	1.279,0	86,0
Piraí	299,5	132,6	47,6
Queimados	363,0	146,0	19,0
Rio Claro	982,2	495,9	82,2
Rio De Janeiro	886,1	789,2	506,1
Seropédica	1.419,0	1.323,0	491,0
Vassouras	26,8	14,5	24,0
Total	15.481,1	13.610,6	1.764,4

Fonte: Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2010) e Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) 2015 (IBGE)

Para calcular a área irrigada na RH II e, por fim, a demanda hídrica para irrigação, realizou-se um levantamento das culturas irrigáveis da região – tipos, quantidade (em toneladas e em hectares) e localidades- e respectivas demandas hídricas. Primeiramente, assim como se procedeu para a pecuária, foi realizada a espacialização dos dados.

Calculou-se a porcentagem dos municípios dentro da RH II e a porcentagem de área rural e urbana de cada município, também dentro da RH II. Essas áreas foram, então, localizadas nas respectivas UHPs.

Para os municípios com porção rural, considerou-se que as áreas de cultivo estão totalmente localizadas nessa parcela. Para município totalmente urbanos, foi considerado que as áreas de cultivo ocorrem na área urbana.

Os dados referentes aos tipos de cultura da região e área plantada de cada cultivo por município foram retirados do Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola (ASPA) realizado pela EMATER do Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2015.

A partir desses dados e das porcentagens de área de cada município dentro da RH II, foi possível obter o valor de 11.724 hectares de área plantada nessa região. A plantação de banana prata no município de Mangaratiba, na UHP Bacias Litorâneas (MD), é a que contribui com maior porcentagem dessa área.

Do total de 47 variedades de culturas listadas, o aipim é a variedade plantada por maior parte dos municípios e o plantio que ocupa maior parte da área plantada é a banana prata.

No entanto, existem variedades de cultivo que, assim como os citados anteriormente, não são irrigáveis fazendo com que nem toda a área plantada seja irrigada.

Por essa razão, considerou-se que as culturas irrigáveis e respectivas demandas hídricas anuais da RH II são as mesmas 21 variedades utilizadas para cálculo de demanda de irrigação do plano anterior (ANA/Sondotécnica, 2006) (Quadro 6.62).

Vale ressaltar que no plano anterior a área dos cultivos irrigáveis totalizou em 1300 hectares, valor próximo ao levantado pelo Censo de 2006.

Quadro 6.62 - Culturas irrigáveis e respectivas demandas hídricas.

Cultura	Demanda (m³/ha.ano)
Abobrinha	1.883,7
Agrião	2.479,6
Alface	1.931,3
Batata Doce	1.635,7
Berinjela	2.354,1
Brócolos	1.962,4
Cenoura	3.070
Chicória	1.397,5
Chuchu	1.742,7
Coco verde	7.380,0
Couve	2.137,1
Goiaba	5.959,0
Grama	8.114,0
Jiló	1.543,2
Maracujá	7.968,8
Milho	2.009,9
Pimentão	3.491,1
Quiabo	3.580,3
Repolho	1.862,4
Salsa	2.441,9
Tomate	1.132,5

Fonte: ANA/Sondotécnica (2006).

Considerando-se apenas esses 21 cultivos e que, para esses, a área total plantada é igual à área irrigada, destacam-se como municípios com maior área irrigada e maior necessidade em volume de água por hectare da RH II os municípios de Seropédica, Rio de Janeiro, Japeri e Itaguaí.

Os municípios, UHPs e área irrigadas dentro da RH II estão listados no Quadro 6.63 e suas demandas hídricas no Quadro 6.64. A área total irrigada atualmente de 1685 hectares representa, segundo as estimativas feitas para elaboração desse plano, 14% da área plantada da RH II.

A demanda hídrica total atual da RH II para fins de irrigação é de 7.062.784,5 m³/ano (aproximadamente 0,23 m³/s).

Quadro 6.63– Municípios, UHPs e área irrigada na RH II

UHP	Municípios	Área irrigada (hectares)	Área irrigada UHP (hectares)
Bacias Litorâneas (MD)	ITAGUAÍ	6,46	30,67
	MANGARATIBA	24,21	
Bacias Litorâneas (ME)	RIO DE JANEIRO	160,91	160,90
Canal de São Francisco	ITAGUAÍ	3,11	35,19
	NOVA IGUAÇU	0,16	
	RIO DE JANEIRO	17,33	
	SEROPÉDICA	14,60	
Ilhas e Restinga de Marambaia	ITAGUAÍ	14,21	31,75
	MANGARATIBA	6,59	
	RIO DE JANEIRO	10,95	
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	0,36	160,70
	ITAGUAÍ	43,94	
	PARACAMBI	64,28	
	PIRAÍ	4,17	
	SEROPÉDICA	47,95	
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	MANGARATIBA	0,21	38,43
	PIRAÍ	0,46	
	RIO CLARO	37,77	
Rio da Guarda	ITAGUAÍ	95,18	384,97
	RIO DE JANEIRO	4,69	
	SEROPÉDICA	285,09	
Rio Guandu	JAPERI	21,75	96,56
	NOVA IGUAÇU	2,93	
	QUEIMADOS	5,04	
	SEROPÉDICA	66,86	
Rio Guandu-Mirim	NOVA IGUAÇU	1,02	160,20
	RIO DE JANEIRO	159,18	
Rio Piraí - montante res. Santana	PIRAÍ	3,55	120,60
	RIO CLARO	117,06	
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	BARRA DO PIRAÍ	0,34	19,62
	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	1,69	
	MENDES	0,92	
	PIRAÍ	6,01	
	VASSOURAS	10,66	
Rios Queimados e Ipiranga	JAPERI	166,88	320,83
	NOVA IGUAÇU	63,49	
	QUEIMADOS	90,46	
Rios Santana e São Pedro	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	0,65	124,82
	JAPERI	84,38	
	MIGUEL PEREIRA	3,92	
	NOVA IGUAÇU	31,81	
	PARACAMBI	0,42	
	VASSOURAS	3,64	
Total Geral			1.685,26

Quadro 6.64 – Municípios, UHPs e demanda hídrica na RH II

UHP	Município	Demanda (m³/s)	Demanda (m³/ano)	Demanda UHP (m³/ano)
Bacias Litorâneas (MD)	ITAGUAÍ	0,0013	41.922,0	187.016,5
	MANGARATIBA	0,0047	145.094,5	
Bacias Litorâneas (ME)	RIO DE JANEIRO	0,0208	646.819,2	646.819,2
Canal de São Francisco	ITAGUAÍ	0,0006	20.155,0	159.285,9
	NOVA IGUAÇU	0,0000	607,7	
	RIO DE JANEIRO	0,0022	69.659,3	
	SEROPÉDICA	0,0022	68.863,8	
Ilhas e Restinga de Marambaia	ITAGUAÍ	0,0030	92.214,6	175.732,3
	MANGARATIBA	0,0013	39.488,5	
	RIO DE JANEIRO	0,0014	44.029,2	
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	0,0000	697,5	832.888,3
	ITAGUAÍ	0,0092	285.058,4	
	PARACAMBI	0,0100	312.509,8	
	PIRAÍ	0,0003	8.438,5	
	SEROPÉDICA	0,0073	226.184,1	
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	MANGARATIBA	0,0000	1.236,2	76.187,6
	PIRAÍ	0,0000	925,3	
	RIO CLARO	0,0024	74.026,1	
Rio da Guarda	ITAGUAÍ	0,0199	617.546,7	1.981.088,9
	RIO DE JANEIRO	0,0006	18.868,6	
	SEROPÉDICA	0,0432	1.344.673,6	
Rio Guandu	JAPERI	0,0028	88.031,8	428.881,9
	NOVA IGUAÇU	0,0004	11.062,6	
	QUEIMADOS	0,0005	14.454,5	
	SEROPÉDICA	0,0101	315.333,1	
Rio Guandu-Mirim	NOVA IGUAÇU	0,0001	3.846,3	643724,3
	RIO DE JANEIRO	0,0206	639.878,0	
Rio Piraí - montante res. Santana	PIRAÍ	0,0002	7.183,1	236597,8
	RIO CLARO	0,0074	229.414,8	
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	BARRA DO PIRAÍ	0,0000	675,2	37273,1
	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	0,0001	3.267,2	
	MENDES	0,0001	1.769,8	
	PIRAÍ	0,0004	12.174,6	
	VASSOURAS	0,0006	19.386,3	
Rios Queimados e Ipiranga	JAPERI	0,0217	675.546,7	1.175.249,8
	NOVA IGUAÇU	0,0077	240.018,4	
	QUEIMADOS	0,0083	259.684,8	
Rios Santana e São Pedro	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	0,0000	1.249,8	482.038,4
	JAPERI	0,0110	341.573,5	
	MIGUEL PEREIRA	0,0003	10.285,8	
	NOVA IGUAÇU	0,0039	120.262,2	
	PARACAMBI	0,0001	2.044,5	
	VASSOURAS	0,0002	6.622,6	
Total		**0,2271**		**7.062.784,5**

Os resultados calculados por município por esse método foram comparados com as demandas hídricas para os meses irrigados disponibilizadas no portal de metadados geoespaciais da ANA e com as demandas calculadas por ANA/Sondotécnica (2006) (Quadro 6.65).

A metodologia da ANA para a obtenção desses dados com ano-base 2014 está descrita em Nota Técnica nº 56/2015/SPR e se baseia em dados dos planos de recursos hídricos (SPR/ANA) e levantamento de pivôs por imagem de satélite (EMBRAPA/ANA), além de taxas anuais de crescimento da área irrigada, calculadas pela Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da ABIMAQ (Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos).

Através dessa comparação, foi possível perceber que o valor de demanda total da RH II, calculado pela metodologia escolhida para esse plano, está de acordo com o calculado pela ANA. A explicação para a demanda hídrica dessa atividade ter diminuído nesses 10 anos pode estar na diminuição da atividade agrícola na região, mudança de cultivos – plantio de cultivos com menor demanda hídrica- e na mudança nas técnicas de irrigação e diferença de precisão dos métodos utilizados para estimativa de valores.

Quadro 6.65 – Comparação entre demandas anuais de irrigação.

Município	Demanda hídrica (m³/ano) PERH – Guandu 2006	Demanda hídrica (m³/ano) PERH – Guandu Profill 2017	Demanda hídrica (m³/ano) ANA 2014
Barra do Pirai	-	675,2	10.921,1
Engenheiro Paulo de Frontin	1.023,6	5.214,5	135.806,5
Itaguaí	4.242.956,1	1.056.896,8	560.713,9
Japeri	765.196,4	1.105.152,0	105.574,9
Mangaratiba	-	185.819,2	35.102,1
Mendes	-	1.769,8	3.697,0
Miguel Pereira	12.132,2	10.285,8	530.624,5
Nova Iguaçu	897.443,4	375.797,3	520.440,0
Paracambi	1.049.936,6	314.554,3	326.462,9
Piraí	-	28.721,5	304.844,2
Queimados	120.127,9	274.139,3	69.331,4
Rio Claro	13.691,8	303.440,9	376.002,8
Rio de Janeiro	1.369.203,8	1.419.254,4	2.208.088,6
Seropédica	282.089,6	1.955.054,7	1.485.344,0
Vassouras	-	26.008,9	64.135,2
Total	8.753.801,4	7.062.784,5	6.976.053,02

6.4.5.1. Cadastro de Uso

Os dados contidos no Cadastro de Usuários do INEA foram analisados por município (Quadro 6.66) e por UHP (Quadro 6.67). Poucas captações para irrigação possuem cadastro, quando comparado com os valores de real demanda calculados anteriormente. No caso de lançamentos, apenas um ponto de lançamento de vazão não sazonal de 57 m³/ano no município de Engenheiro Paulo de Frontin está cadastrado.

A vazão de captação para fins de irrigação cadastrada é de 897.695,6 m³/ano, consideravelmente menor do que a calculada. Isso ocorre porque a maioria dos usuários de água para fins de irrigação não realiza o cadastro de suas captações. Os pontos de captação estão localizados segundo o Mapa 6.21.

Quadro 6.66 – Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA, 2016.

Município	Captações	Demanda Total Sazonal (m³/ano)	Demanda Total não Sazonal (m³/ano)
Engenheiro Paulo de Frontin	3	0	4.210,41
Itaguaí	4	96	69.205,60
Miguel Pereira	20	6180	382.470,00
Paracambi	3	0	417.240,00
Piraí	1	0	7.200,00
Queimados	1	0	87.60,00
Rio de Janeiro	1	0	1.460,00
Vassouras	2	398,4	475,20
Total Geral	36	6.674,4	891.021,20

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

Quadro 6.67- Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA, 2016 por UHP.

UHP	Captações	Demanda Total Sazonal (m³/ano)	Demanda Total não Sazonal (m³/ano)
Bacias Litorâneas (ME)	1	0	1.460,00
Canal de São Francisco	1	0	57.585,60
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	0	403.200,00
Rio da Guarda	3	96	11.620,00
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	5	398,4	11.410,40
Rios Queimados e Ipiranga	1	0	8.760,00
Rios Santana e São Pedro	24	6.180	396.985,20
Total Geral	36	6.674,4	891.021,20

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras Barra do Piraí Rio Paraíba do Sul Miguel Pereira Mendes Engenheiro Paulo de Frontin Paracambi Piraí Japeri Queimados Seropédica Nova Iguaçu Itaguaí Mangaratiba Rio de Janeiro

Rio Sacra Família Rio São José Rio dos Macacos Córrego Botais Rio São Pedro Ribeirão das Lajes Rio Piraí Rio Cacaria Rio dos Poços Rio Queimados Rio Ipiranga Rio Santanem Rio Piranema Rio Guandu Rio da Guarda Canal de São Francisco Rio Cação Vermelho Rio Piraquê Rio do Portinho Rio Lavras Rio Claro Rio da Prata Rio do Braço Ribeirão da Várzea Rio Pires Rio Bananal Rio Saco Rio Ingaíba Rio Grande

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

RJ SP

Oceano Atlântico

BA ES MG RJ SP Oceano Atlântico

N

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

QT_VZ_M3_ANUAL_SAZONAL

- 96 - 500
- 501 - 1.500
- 1.501 - 2.500
- 2.501 - 3.600

Vazão Não Sazonal (m³/ano)

- 0 - 500
- 501 - 1.500
- 1.501 - 2.500
- 2.501 - 3.600
- 3.601 - 7.500
- 7.501 - 60.000
- 60.001 - 146.000
- 146.001 - 403.200

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.21 - Pontos de captação de água para irrigação cadastrados no Cadastro do INEA

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Captações superficiais: INEA, 2017

6.4.5.2. Cadastro de Outorgas

Estão registrados no Cadastro de Outorgas disponibilizado pelo INEA apenas 3 pontos de captação de água superficial para fins de uso agrícola e irrigação. Todos os pontos estão regularizados. Os dois pontos com maior volume captado estão localizados no município de Itaguaí, com vazão máxima total outorgada de 278.899,2 m³/ano. Dessa vazão, 48.556,8 m³/ano é captada na UHP Rio da Guarda e 230.342,4 m³/ano no Canal de São Francisco.

Além desses, 2 pontos de captação de água subterrâneos estão cadastrados no banco de outorgas. Ambos pontos captam 8.640 m³/ano cada e estão localizados no Rio de Janeiro, nas UHPs Bacias Litorâneas (ME) e Rio Guandu-Mirim. Não há registros de lançamentos.

6.4.6. Dessedentação de Animais

A caracterização da demanda hídrica relacionada a criação animal, especificamente a dessedentação animal, baseou-se nas seguintes informações:

- PERH – Guandu (ANA/Sondotécnica, 2006)
- Informações existentes no SIGA-Guandu
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2017) - Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA - Pesquisa Pecuária Municipal - PPM
- Censo Agropecuário 2006 (IBGE 2017)
- Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (INEA)
- Zoneamento Ecológico – Econômico do Estado do Rio de Janeiro[3]

Realizaram-se análises referentes às demandas hídricas de forma que as mesmas fossem distribuídas por municípios, Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) e rebanhos.

[3] Realizou-se consulta ao ZEE. Contudo os dados apresentados no respectivo estudo são similares aos do IBGE, sendo que estes já são considerados nesta atualização do PERH-Guandu. ZEE RJ disponível em - http://www.zee-rj.com.br/Produto/P%C3%A1gina/3.

Com o objetivo de compreender as demandas estimadas no plano anterior, e observar se houveram mudanças no perfil de produção, os resultados e dados apresentados no PERH-Guandu (2006) foram tabulados e espacializados por UHPs objetivando realizar o comparativo entres as demandas atuais e passadas.

No entanto, um ponto importante que precisa ser destacado em relação ao PERH-Guandu (2006), é que o município de Vassouras não apresentava demanda de água expressiva neste setor e por isso não foi considerado (ANA/Sondotécnica, 2006). Além disso, ressalta-se que os municípios Mangaratiba, Mendes e Barra do Piraí [4]não fizeram parte das análises realizadas no ano de 2006.

Os rebanhos considerados no PERH-Guandu (2006) foram: bovinos, bubalinos, equinos, asinino, muares, caprinos, ovinos e suínos. Não foram encontradas informações referentes a vacas ordenhadas e codornas no PERH-Guandu (2006). Embora seja apresentada a categoria bovinos e aves não há a distinção se bovinos contempla a categoria vacas ordenhadas e se em aves são consideradas somente as galinhas e os frangos ou se as codornas foram contabilizadas.

A estimativa das demandas hídricas atuais não considera os rebanhos de muares e asininos pelo fato destes não apresentarem dados para o ano de referência utilizado[5].

A seguir são apresentadas as demandas estimadas, cadastradas e um comparativo entre estas informações.

[4] Estes municípios foram inseridos na RH II a partir da Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio de 2013, que aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a resolução CERHI n° 18 de 08 de novembro de 2006.

[5] O ano de referência utilizado para estimar as demandas dos rebanhos da RH II foi o ano de 2015. Último ano com dados disponíveis no IBGE (2017). Fonte: https://sidra.ibge.gov.br/ pesquisa/ppm/quadros/brasil/2015

6.4.6.1. Demandas estimadas

A demanda hídrica de criação animal estimada foi obtida de forma indireta, tomando como base o número de cabeças do rebanho para cada espécie animal no município e a vazão per capita para cada espécie animal.

Realizou-se a espacialização destes rebanhos nas áreas rurais (considerando a definição de área rural e urbana apresentada no setor Censitário de 2010) para aqueles municípios que possuem esta classe.

Os demais municípios, como exemplo o Rio de Janeiro, que são classificados como urbanos, em sua totalidade, considerou-se apenas a porcentagem do município que está realmente inserida na RH II.

Como mencionado anteriormente, os dados referentes ao número de cabeça de animais, utilizados para o cálculo da estimativa das demandas do setor de criação animal, foram obtidos no SIDRA (IBGE, 2017), nos quadros da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM).

Em um primeiro momento fez-se o comparativo dos dados da PPM com os dados do Censo Agropecuário 2006 e foi possível perceber que as informações do censo não refletem a realidade encontrada na RH II atualmente.

Chegou-se a esta conclusão após a constatação de que alguns rebanhos tiveram uma redução significativa no número de cabeças (indivíduos) quando se compara os dados apresentados em 2006 frente aos de 2015.

Sendo assim, optou-se em utilizar os dados mais atualizados para não existir inconformidade e informações superestimadas nos cálculos das demandas (Figura 6.74).

Com base na Figura 6.74 é possível perceber que o número de cabeças de vacas ordenhadas (utilizando esta categoria como exemplo[6]) reduziu significativamente nos municípios de Seropédica, Itaguaí e Queimados.

[6] Destaca-se que esta informação não foi encontrada no PERH-Guandu (2006), sendo assim não foi possível realizar um comparativo específico para esta classe.

Após a escolha da fonte de dados referente ao número de cabeças de animais existente na região hidrográfica II, definiram-se os coeficientes de demanda *per capita* a serem utilizados nas estimativas. Os valores foram obtidos em bibliografias consagradas[7] do setor de criação animal.

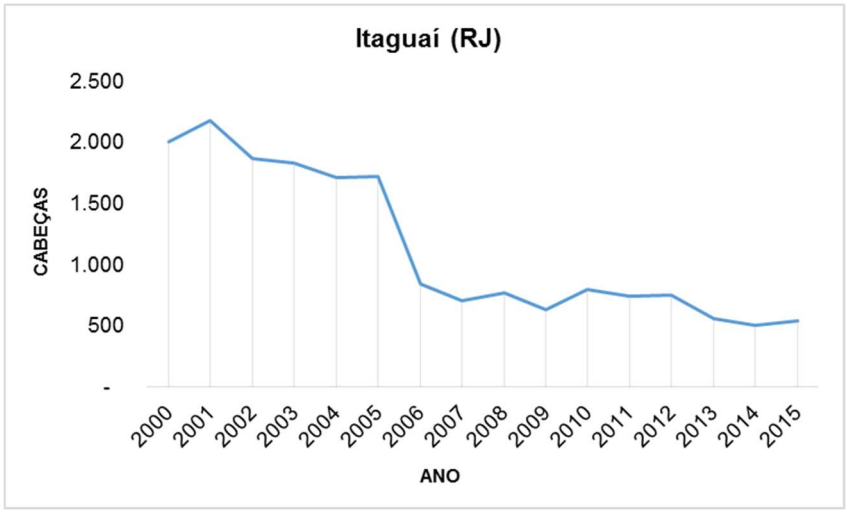
No Quadro 6.68 são apresentados os coeficientes utilizados para cada espécie.

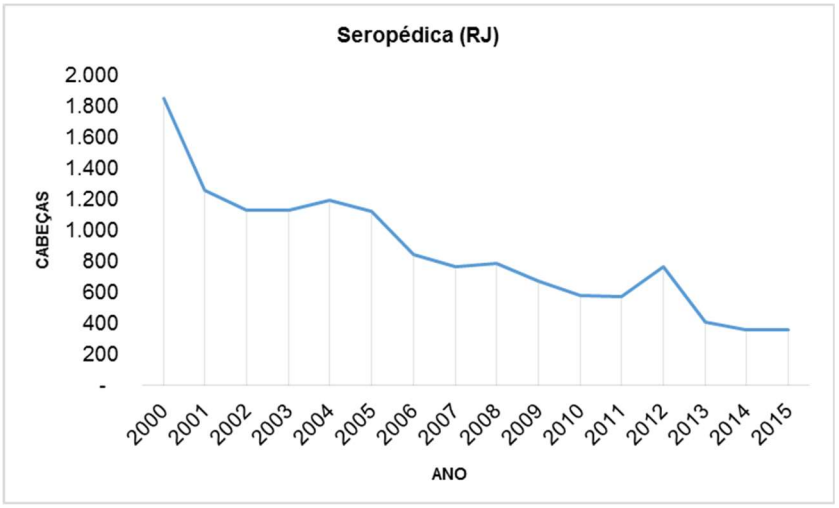
Quadro 6.68 – Coeficientes de demanda per capita por espécie

Rebanho (espécie)	Bovinos e Bubalinos	Bovino de Leite	Equinos, Asininos e Muares	Suínos	Ovinos e Caprinos	Aves
Consumo (l/cabeça/dia)	45	62	40	28	6	0,4
m³/cabeça/dia	0,045	0,062	0,04	0,028	0,006	0,0004

Os resultados obtidos entre o cruzamento do número de cabeças com o coeficiente de demanda per capita são apresentados nos Quadro 6.69, Quadro 6.70 e nas Figura 6.75, Figura 6.76, Figura 6.78 e Mapa 6.22.

[7]**Embrapa Suínos e Aves (2009)-** Uso racional da água na suíno cultura. Disponível (http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf) pg 16.
Comunicado Técnico 102 - 1ª edição on-line: (2013). Disponível– (http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Comunicado102.pdf)
Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil (2011) – Disponível em http://mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf





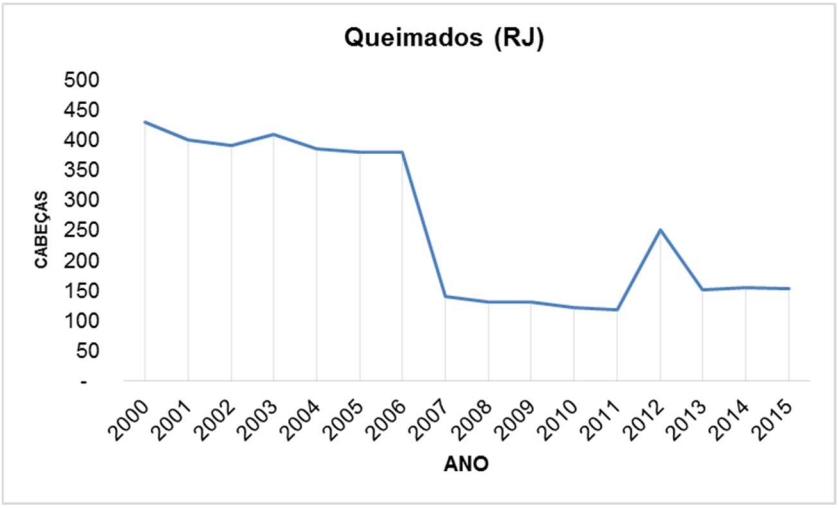
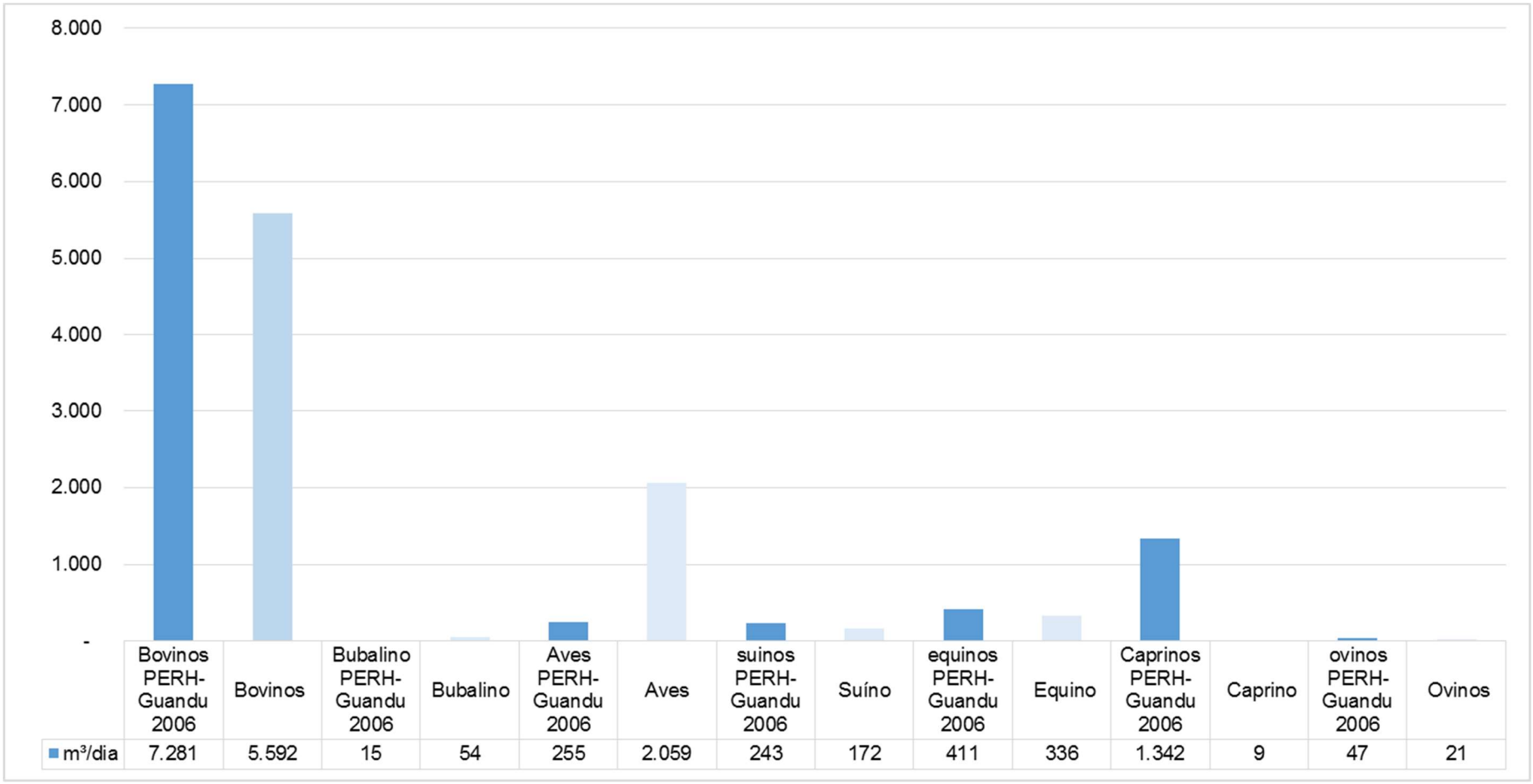


Figura 6.74 – Exemplo de redução dos rebanhos de vacas ordenhadas (de 2000 a 2015). Fonte IBGE (2017).

Quadro 6.69 – Demandas por espécie, comparativo entre as demandas atuais e obtidas no PERH (2006) em m³/dia.

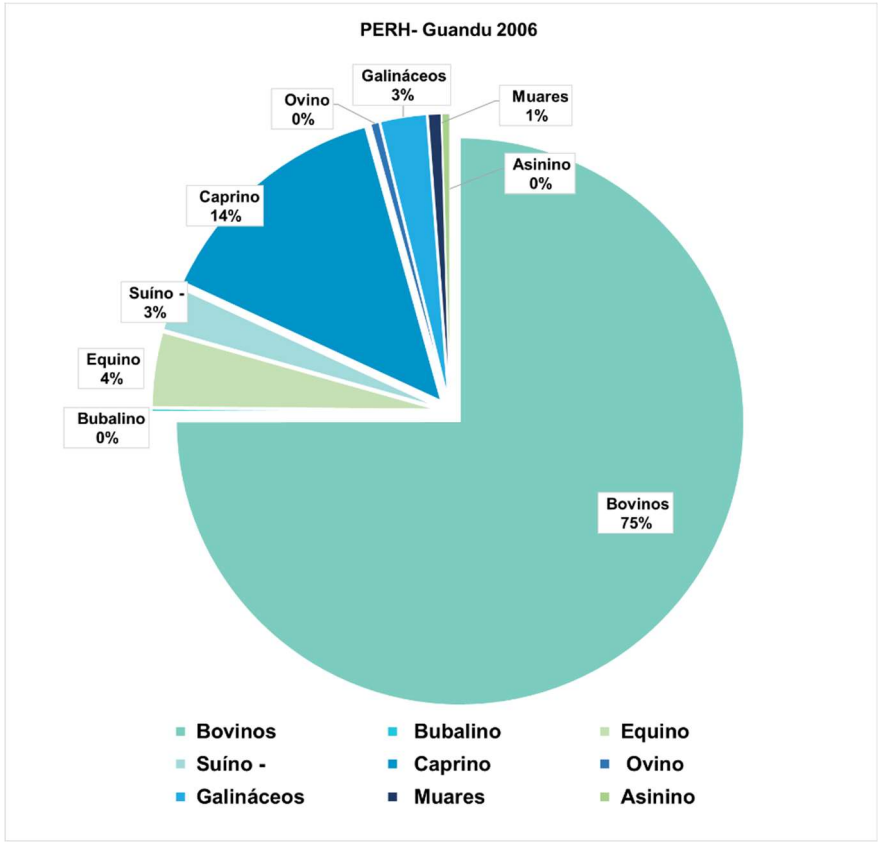
Municípios	Bovinos PERH-Guandu 2006	Bovinos	Bubalino PERH-Guandu 2006	Bubalino	Aves PERH-Guandu 2006	Aves	Suínos PERH-Guandu 2006	Suíno	Equinos PERH-Guandu 2006	Equino	Caprinos PERH-Guandu 2006	Caprino	Ovinos PERH-Guandu 2006	Ovinos
BARRA DO PIRAÍ	0	139	0	1	0	76	0	8	0	5	0	0	0	0
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	100	52	0	0	223	690	80	15	14	21	1	0	0	1
ITAGUAÍ	1050	518	2	2	3	0	14	6	50	24	1	0	23	0
JAPERI	500	206	0	0	0	1	9	7	34	11	4	0	1	1
MANGARATIBA	0	324	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0
MENDES	0	36	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0
MIGUEL PEREIRA	550	848	0	8	2	0	43	0	24	21	0	0	0	1
NOVA IGUAÇU	360	93	0	2	0	5	14	5	29	5	6	0	5	0
PARACAMBI	833	203	0	0	1	1	5	5	15	14	1	1	7	1
PIRAÍ	239	900	1	0	8	9	26	29	32	29	2	1	1	2
QUEIMADOS	300	108	0	0	0	0	23	13	63	9	1321	0	5	0
RIO CLARO	3094	1533	10	15	14	1269	20	21	90	52	3	1	5	4
RIO DE JANEIRO	80	72	3	18	0	5	6	28	10	77	3	4	0	8
SEROPÉDICA	175	446	0	9	4	0	5	23	51	54	1	0	1	3
VASSOURAS	**0**	115	**0**	0	**0**	0	**0**	5	**0**	7	**0**	0	**0**	0
Total	**7281**	**5592**	**15**	**54**	**255**	**2059**	**243**	**172**	**411**	**336**	**1342**	**9**	**47**	**21**

*PERH-Guandu (2006) – Os dados referentes a muares e asininos foram desconsiderados por não apresentarem demanda no período atual.
** Os dados referentes ao número de cabeças de codornas foram desconsiderados por não apresentarem demanda no ano de 2006.
*** Notam-se diferenças expressivas nos dados referentes às demandas (m³/dia) dos municípios de Queimados, para os rebanhos de caprinos ano de 2006 (1321 m³/dia) comparando aos valores atuais (0 m³/dia). O mesmo é observado em Rio Claro para a demanda das aves. Contudo, a demanda atual é superior a apresentada em 2006. Estas diferenças podem ser resultado do número de indivíduos dos respectivos anos, bem como o valor per capita utilizado para cálculo da demanda hídrica por cabeça.



	Bovinos PERH-Guandu 2006	Bovinos	Bubalino PERH-Guandu 2006	Bubalino	Aves PERH-Guandu 2006	Aves	suinos PERH-Guandu 2006	Suíno	equinos PERH-Guandu 2006	Equino	Caprinos PERH-Guandu 2006	Caprino	ovinos PERH-Guandu 2006	Ovinos
m³/dia	7.281	5.592	15	54	255	2.059	243	172	411	336	1.342	9	47	21

Figura 6.75 – Comparativo entre as demandas (m³/dia) de criação animal (rebanho) de 2006 e 2015.



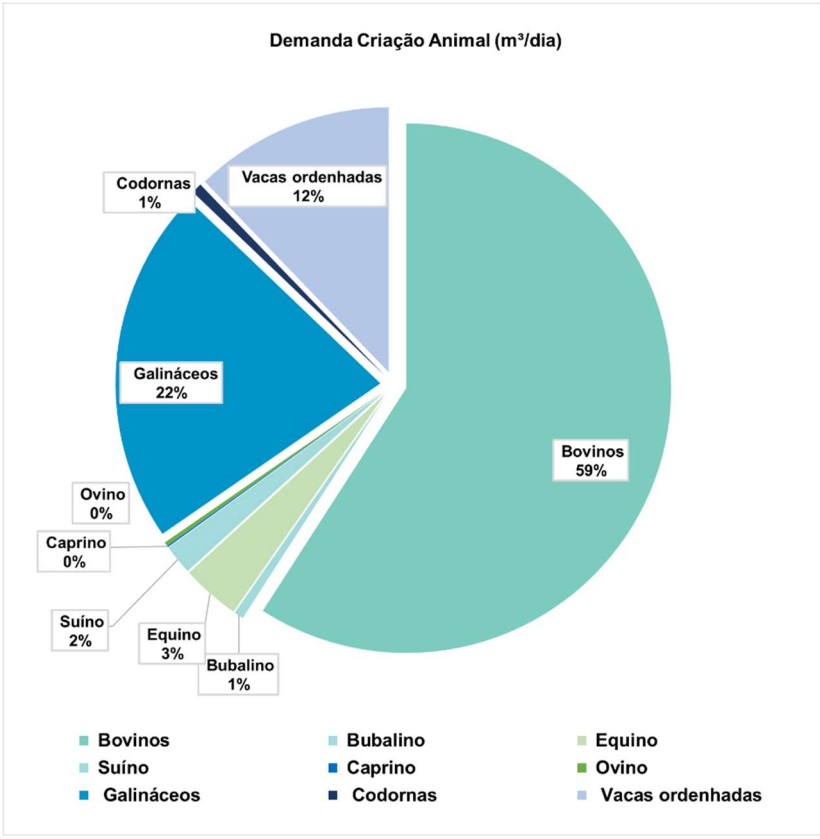


Figura 6.76 – Comparativo da distribuição da demanda hídrica para criação (m³/dia) por rebanho (2006 e 2015)

Observando a Figura 6.75 é possível perceber que assim como em 2006 a maior demanda de criação animal é referente aos rebanhos de bovinos, seguidos por aves, equinos, suínos, bubalinos e caprinos.

Observa-se que no ano de 2006, a demanda de caprinos era equivalente a 1.342 m³/dia e atualmente é de 9 m³/dia. Isto ocorreu devido a mudança do perfil de produção que começou a ocorrer no de 2006 em diante. Houve a redução no número de cabeças de caprinos, conforme é observado na Figura 6.77.

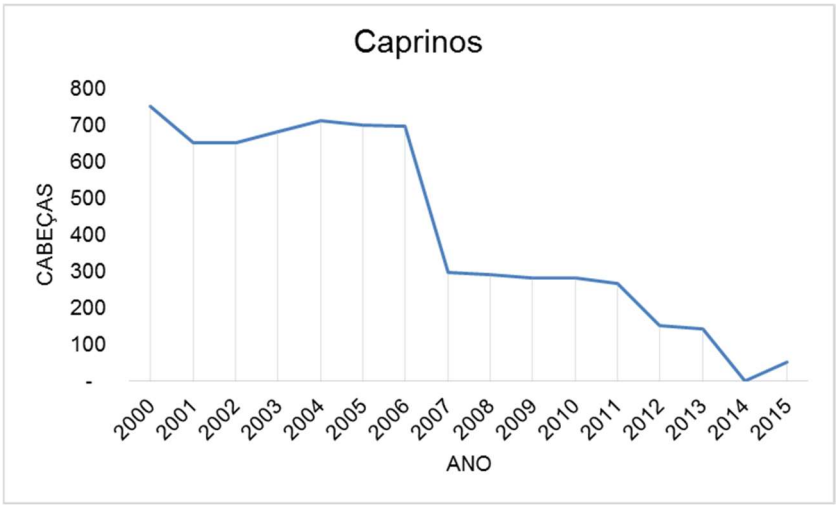


Figura 6.77 – Redução no número de cabeças de cabras em Nova Iguaçu (2001-2016)

Nota-se, também, o crescimento no setor de criação de aves resultando no aumento do consumo que era equivalente a 255 m³/dia em 2006 e hoje é 2.059 m³/dia.

Segundo o ZEE RJ (2016) a RH II tem uma boa produção de aves de corte, em especial o Município de Rio Claro que produz aproximadamente 15.000 Toneladas por ano.

Segundo a EMATER-RJ os produtores existentes na RH II são pequenos criadores, inclusive aqueles que receberam “Kit de criação de galinhas caipiras”, incentivados pelo Programa Rio Rural, da SEAPEC. Em grande parte, são pequenas criações com 50 a 200 aves no total.

Conforme a Figura 6.76 observa-se que as demandas de criação animal se distribuem da seguinte forma: Bovinos (59%), Vacas Ordenhadas (12%), Galináceos (22%), Equinos (3%), Suíno (2%), Bubalino (1%), e Caprinos e Ovinos com 0,2% e 0,1% respectivamente.

De acordo com a Figura 6.78 o município de Rio Claro segue apresentando a maior demanda de criação (m³/dia), seguido por Miguel Pereira, Piraí, Engenheiro de Paulo de Frontin, Barra do Piraí, Seropédica, Mangaratiba e os demais municípios.

O Quadro 6.70 apresenta o comparativo entre as demandas de forma mais detalhada.

Quadro 6.70–Comparativo das demandas (m³/dia) de criação nos municípios da RH II entre os anos de 2006 e 2015.

Municípios	Demanda (m³/dia)	PERH-Guandu (2006)
BARRA DO PIRAÍ	258	0
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	804	419
ITAGUAÍ	584	1151
JAPERI	246	555
MANGARATIBA	351	0
MENDES	55	0
MIGUEL PEREIRA	1244	621
NOVA IGUAÇU	166	420
PARACAMBI	244	871
PIRAÍ	1078	314
QUEIMADOS	141	1732
RIO CLARO	3301	3296
RIO DE JANEIRO	249	102
SEROPÉDICA	577	236
VASSOURAS	160	0
Total	**9460**	**9716**

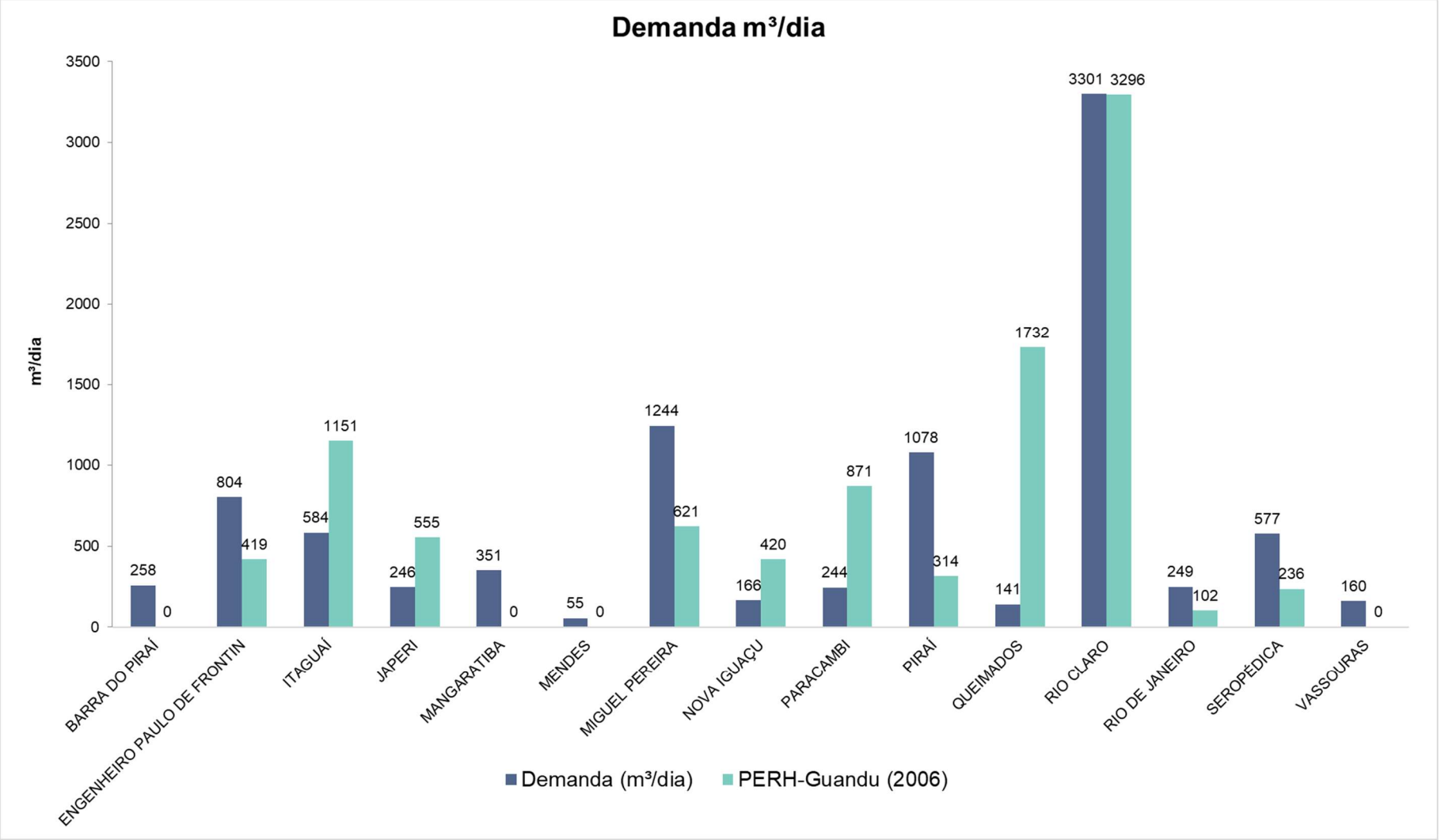


Figura 6.78 - Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal por município

Quadro 6.71 – Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal para os anos de 2006, 2013 e 2015.

UHP	PERH-Guandu (Profill)	BHO 2013 (SIGA-Guandu/ANA 2013)	PERH-Guandu (2006)
Rios Santana e São Pedro	1609	1045	1033
Rios Queimados e Ipiranga	390	209	2248
Bacias Litorâneas (MD)	297	266	46
Bacias Litorâneas (ME)	113	248	47
Canal de São Francisco	44	33	36
Ilhas e Restinga de Marambaia	133	0	104
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	891	590	1351
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	842	579	814
Rio da Guarda	741	790	836
Rio Guandu	125	88	186
Rio Guandu-Mirim	114	210	50
Rio Piraí - montante res. Santana	2765	2695	2570
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1393	1113	396
Total Geral (m³/dia)	**9460**	**7867**	**9716**

*PERH-Guandu (2006) – Os dados municipais foram espacializados por UHPs para que fosse possível realizar o comparativo
** BHO 2013 - Os dados foram obtidos no SIGA-Guandu e espacializados por UHPs. O estudo utilizado foi a 3ªEdição do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil da Agencia Nacional de Águas. Disponível emhttp://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index .html).
*** Não foi realizada a análise por rebanho para o estudo de 2013, pois não foram disponibilizadas estas informações.

Buscando uma análise mais precisa sobre a estimativa das demandas referente ao setor de criação animal, se fez uso das demandas disponibilizadas no SIGA-Guandu, referente ao estudo da 3ªEdição do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil da Agencia Nacional de Águas.

No Quadro 6.71 é possível perceber que as UHPs Rio Piraí – montante Reservatório Santana e Rio Piraí – reservatório Santana e Afluentes, possuem as maiores demandas (m³/dia), bem como a UHP, Rios Santana e São Pedro.

Nota-se a redução da demanda no setor de criação animal na UHP do Baixo Guandu. Estima-se que esta redução seja oriunda da mudança no perfil de produção animal, principalmente a diminuição no número de cabeças de cabras. Na Figura 6.79 é possível observar de forma detalhada a distribuição das demandas por UHPs. Em resumo a demanda de criação animal em 2006 era de 9.716 m³/dia e hoje é de 9.460 m³/dia.

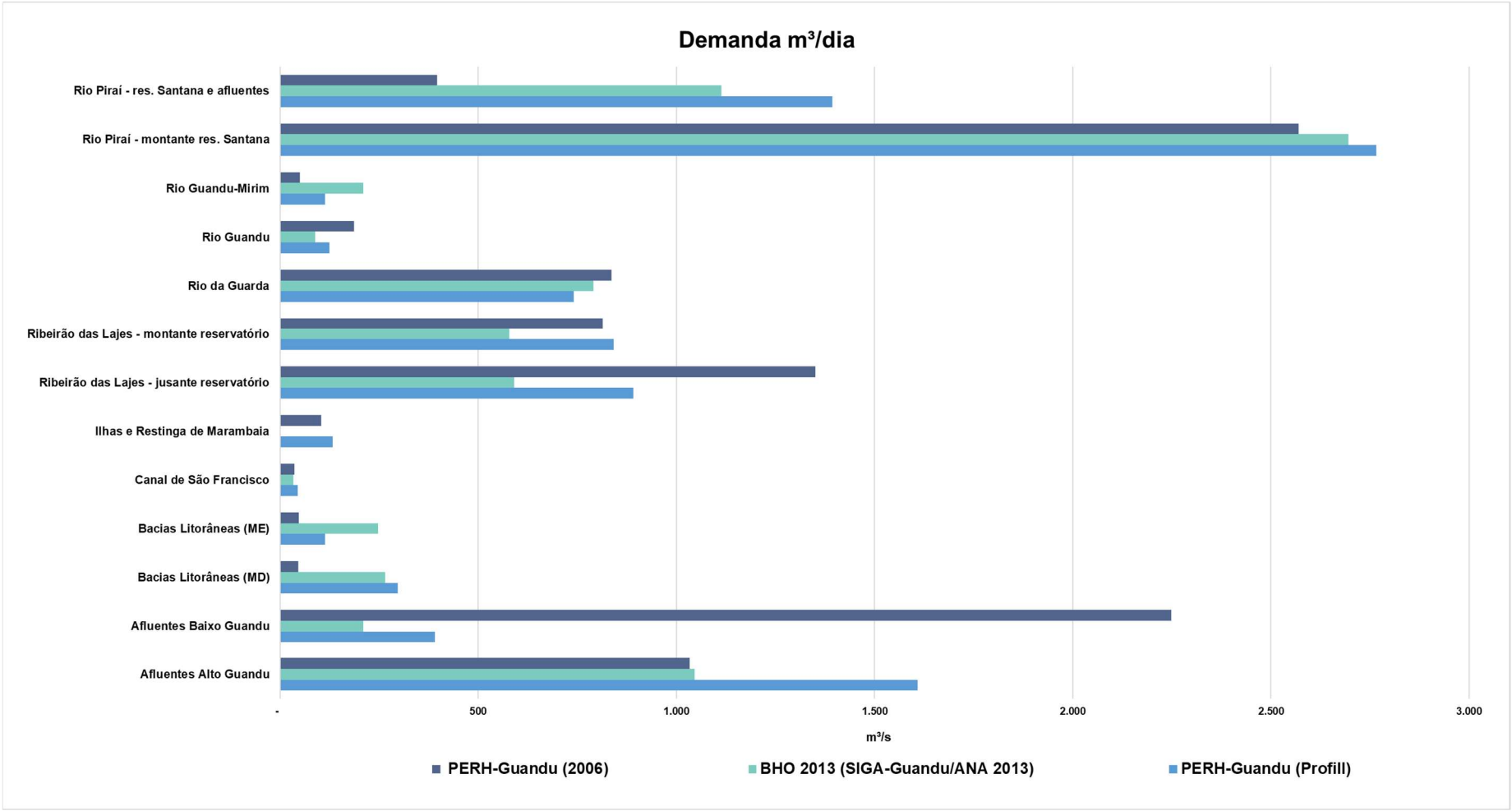


Figura 6.79 - Comparativo da demanda (m³/dia) de criação animal para os anos de 2006, 2013 e 2015

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Rio Santana
Paracambi
Piraí
Ribeirão das Lajes
Japeri
Rio Guandu
Queimados
Seropédica
Nova Iguaçu
Rio Claro
Rio Piraí
Itaguaí
Rio de Janeiro
Mangaratiba
SP

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Demanda Animal Estimada (m³/s)

0,016

- PERH Guandu (2006)
- Atualização do PERH Guandu

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.22 – Distribuição das demandas de água para criação animal estimada, no PERH Guandu (2006) e na atualização do Plano, por UHP

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE-hidrografia IBGE, 2017.
- Demanda animal: PERH Guandu (2006); Profill (2017)

6.4.6.2. Demandas Cadastradas

Este item foi elaborado com base nas informações obtidas no Cadastro de Usuários de Água, disponibilizado pelo INEA.

Com bases nos dados fornecidos, conclui-se que existem 30 usuários cadastrados, sendo 9 de fontes subterrâneas e 21 de fontes superficiais. Com base na legislação estadual vigente, referente a significância dos usos superficiais e subterrâneos, observa-se que apenas 6 usuários de recursos hídricos superficiais, cadastrados, possuem demandas que se encaixam como significantes (>0,4 L/s). Em relação as águas subterrâneas nenhum dos 9 usuários apresentam uso significativos (>5000 L/dia).

A demanda total cadastrada equivale a 2.153 m³/dia, sendo que as maiores demandas cadastradas se situam na UHP Ribeirão das Lajes – montante reservatório (1.342 m³/dia), seguida por Rio Piraí – montante reservatório. Santana (594 m³/dia) e demais UHPs, conforme Quadro 6.72.

Quadro 6.72 – Demandas Cadastradas por UHPs (m³/dia).

UHP	Demandas Cadastradas
Rios Santana e São Pedro	10
Rios Queimados e Ipiranga	146
Bacias Litorâneas (MD)	-
Bacias Litorâneas (ME)	-
Canal de São Francisco	-
Ilhas e Restinga de Marambaia	-
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	12
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1.342
Rio da Guarda	-
Rio Guandu	-
Rio Guandu-Mirim	-
Rio Piraí - montante res. Santana	594
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	51
Total Geral (m³/dia)	**2.153**

* Os valores apresentados equivalem a demanda hídrica superficial.

O Mapa 6.23 apresenta a distribuição das demandas por UHPs.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Demanda Animal Cadastrada (m³/s)

- 0,0000
- 0,0001 - 0,0005
- 0,0006 - 0,0050
- 0,0051 - 0,0075
- 0,0076 - 0,0155

Organização: CBH Guandu – Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP – Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.23 – Distribuição da demanda animal Cadastrada

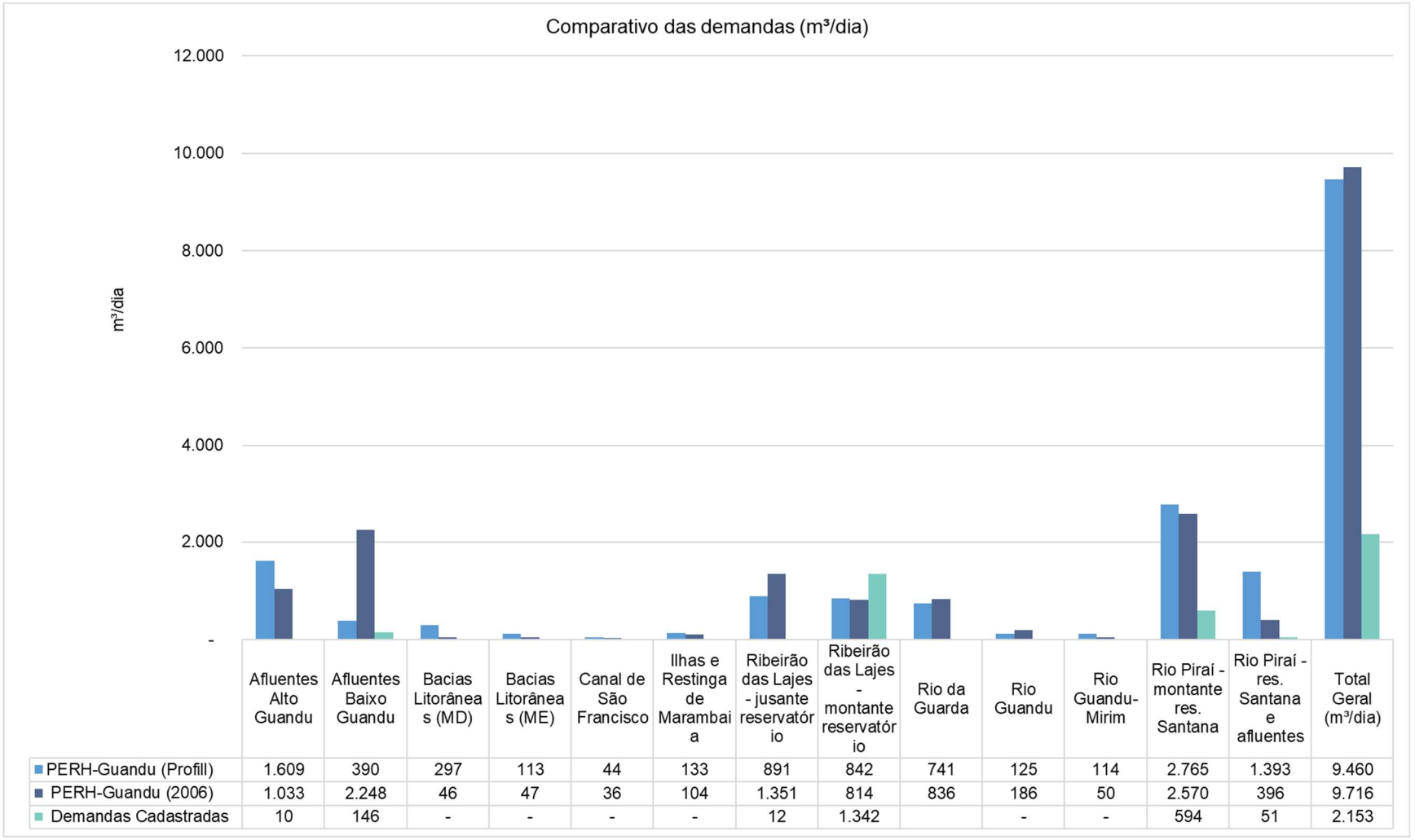
Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Demanda animal: INEA, 2017

6.4.6.3. Comparativo das demandas.

Realizando o comparativo das demandas hídricas do setor de criação animal, pode-se observar que:

- As demandas cadastradas correspondem a 23% das demandas estimadas.
- A UHP do Ribeirão das Lajes Montante do Reservatório apresenta a maior demanda cadastrada, sendo maior que a estimada.
- A UHP Piraí – montante reservatório de Santana, apresenta a segunda maior demanda cadastrada, equivalente a 21% da demanda estimada.
- Nota-se que os usuários cadastrados estão distribuídos, em sua maior parte nas UHPs que também apresentaram as maiores demandas estimadas, exceto a UHP Rios Santana e São Pedro que possui uma demanda estimada significativa e a demanda cadastrada é baixa.

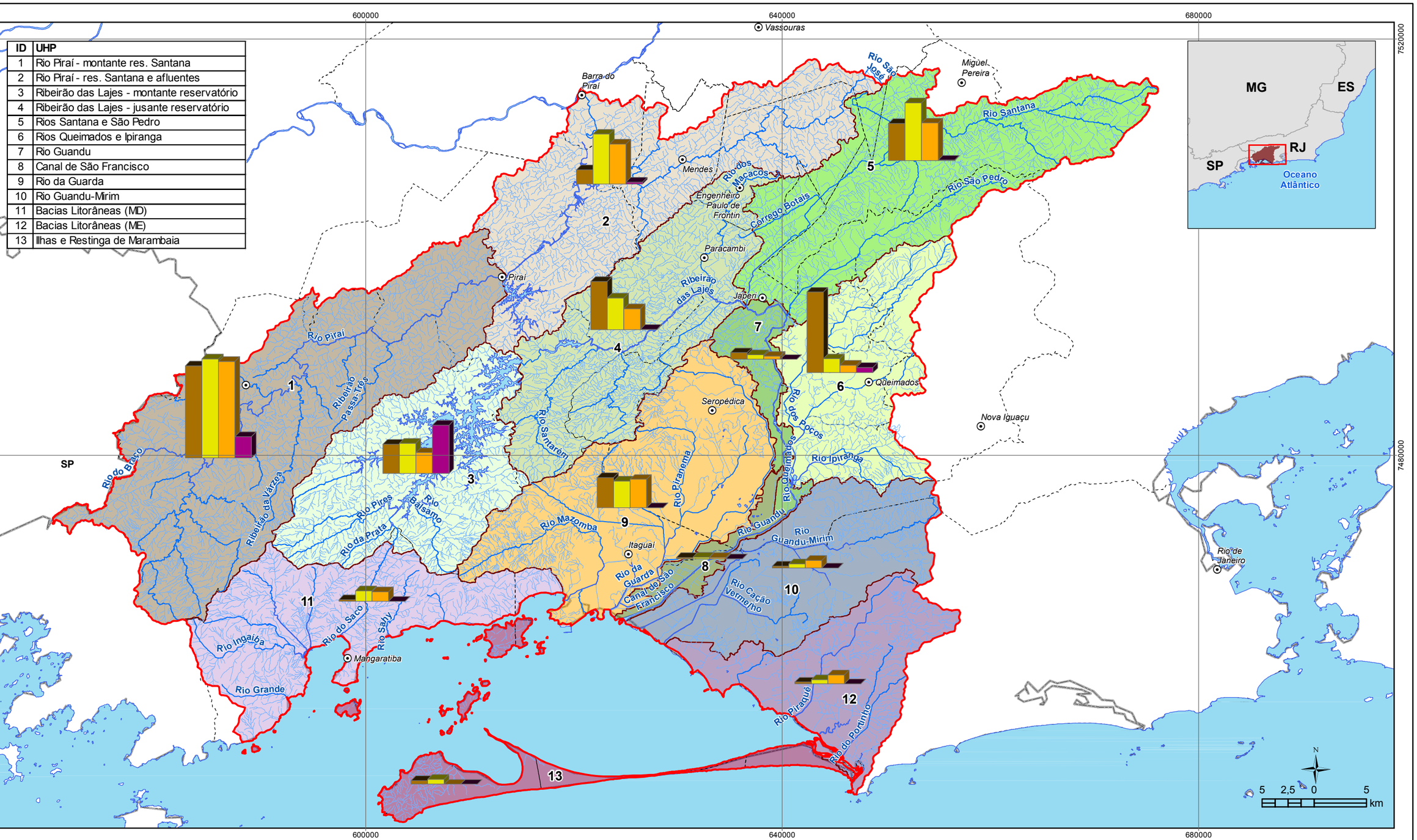
A Figura 6.80 e o Mapa 6.24 permitem visualizar, de forma mais detalhada, a distribuição e o comparativo entre as demandas.



	Afluentes Alto Guandu	Afluentes Baixo Guandu	Bacias Litorâneas (MD)	Bacias Litorâneas (ME)	Canal de São Francisco	Ilhas e Restinga de Marambaia	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	Rio da Guarda	Rio Guandu	Rio Guandu-Mirim	Rio Piraí - montante res. Santana	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	Total Geral (m³/dia)
PERH-Guandu (Profill)	1.609	390	297	113	44	133	891	842	741	125	114	2.765	1.393	9.460
PERH-Guandu (2006)	1.033	2.248	46	47	36	104	1.351	814	836	186	50	2.570	396	9.716
Demandas Cadastradas	10	146	-	-	-	-	12	1.342		-	-	594	51	2.153

Figura 6.80 – Comparativo entre as demandas cadastradas e estimadas para criação animal.

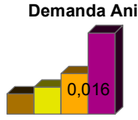
ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Demanda Animal (m³/s)



- Estimada - PERH Guandu (2006)
- Estimada - Atualização do PERH Guandu
- Estimada - ANA (2013)
- Cadastrada - INEA (2017)

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.24 – Comparativo entre a demanda animal cadastratada e estimada

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Demanda animal: PERH Guandu (2006); Profill (2017); ANA (2013), INEA (2017)

6.4.7. Pesca e Aquicultura

6.4.7.1. Estatísticas de Pesca no Brasil

Atualmente, as estatísticas referentes a pesca no Brasil são frequentemente permeadas por lacunas de dados que impedem análises completas de uma série histórica sobre a quantidade de pescado proveniente de pesca extrativista (artesanal e industrial) e da aquicultura (piscicultura, malacocultura, ranicultura e carcinocultura) continental e marinha (Freitas e Rodrigues, 2014).

No entanto os dados disponibilizados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), permitem a visualização de um panorama da importância desta atividade para economia do país, que em 2011 produziu aproximadamente 1.264.765 toneladas de pescados, dos quais 553.660 toneladas foram provenientes da pesca extrativista marinha, 249.600 foram provenientes da pesca extrativista continental, 84.214 toneladas foram produzidas pela aquicultura marinha e outros 544.490 toneladas produzidas através da aquicultura continental (MPA, 2011).

6.4.7.2. Rio de Janeiro

6.4.7.2.1. Pesca extrativista em ambientes marinhos e estuarinos

Para o Estado do Rio de Janeiro, a Fundação Instituto de Pesca do estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) realiza desde 2010 o monitoramento do desembarque de pescados, sendo que o número de pontos de desembarque e municípios monitorados variou ao longo dos anos de contagem, chegando a 2015 com um total de 16 municípios monitorados.

Os relatórios de monitoramento de desembarque de pescado apontam para uma produção total superior a 90 mil toneladas em 2012, ocorrendo uma significativa redução nos anos de 2013 e 2014, em que foram desembarcados 77 mil toneladas e 76,5 mil toneladas de peixe, respectivamente. No ano de 2015, ocorreu uma nova redução na produtividade, ocorrendo o desembarque de aproximadamente 60,6 mil toneladas. Conforme apresentado nos relatórios, a redução registrada em 2015 se justifica pela interrupção das coletas de dados em muitos municípios nos primeiros meses do ano (FIPERJ, 2015).

Dessa forma, todas as variações registradas ao longo dos anos monitorados podem ser explicadas pelo emprego de diferentes esforços na coleta de dados, em que o número de municípios e portos de desembarque monitorados foi diferente em cada ano amostral, podendo ocorrer uma subestimativa dos verdadeiros montantes extraídos pela atividade de pesca no Rio de Janeiro (FIPERJ 2011, 2012, 2013, 2014, 2015).

Conforme série de dados disponíveis no relatório de 2015 (FIPERJ, 2015), a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) representa a principal espécie desembarcada no Rio de Janeiro (77,79% do total da produção pesqueira), atingindo em 2015 47,2 mil toneladas, seguida por cavalinha, com 1,6 toneladas (2,74% do total pescado) e bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), com 1,5 toneladas, compondo cerca de 2,55% do total desembarcado no Rio de Janeiro (Figura 6.81).

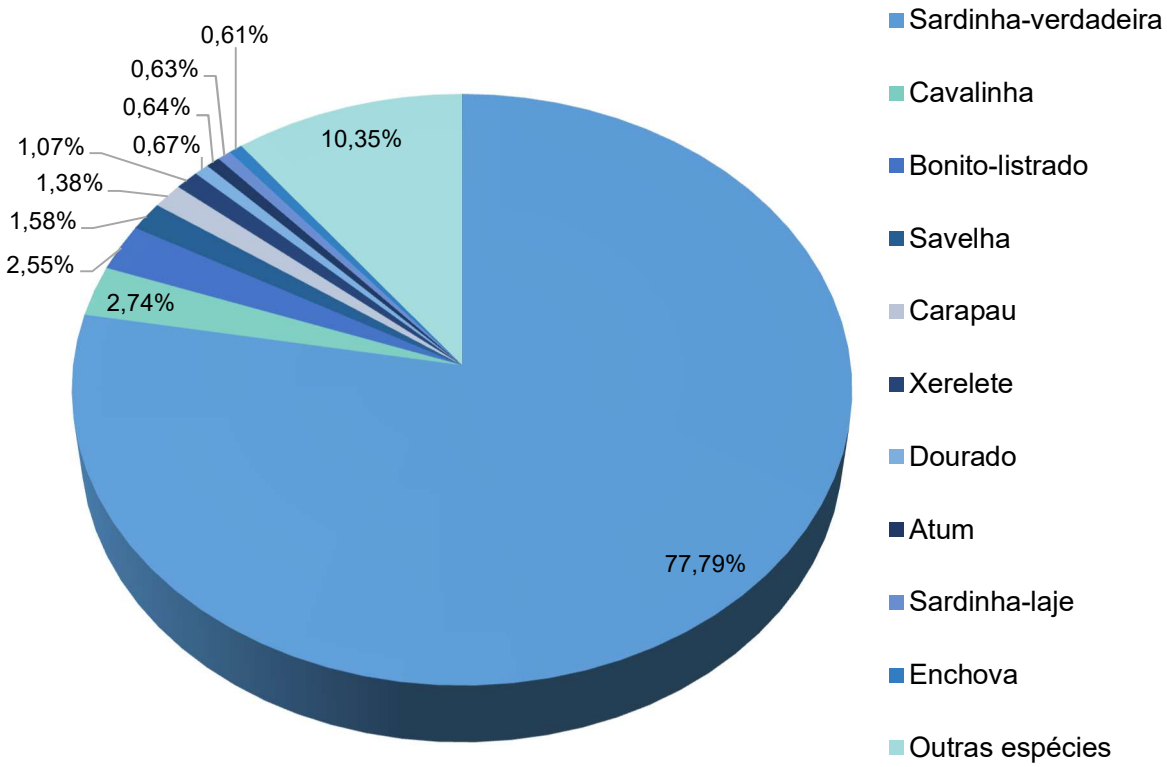


Figura 6.81 – Ilustração da produção pesqueira em relação as principais espécies desembarcadas no Estado do Rio de Janeiro em 2015 (Fonte: Adaptado de FIPERJ, 2015)

6.4.7.2.2. Pesca Extrativa em Águas Continentais

A pesca extrativa em águas continentais disponibilizada pelo Ministério da Pesca e Aquicultura apresenta atualmente informações limitadas apenas ao total produzido por unidade federativa e espécies com maior número de desembarques entre os anos de 2009 e 2011 (MPA, 2013). Para o estado do Rio de Janeiro, a produção total estimada foi de 1.250,2 toneladas em 2010 e 1.366,9 toneladas em 2011.

6.4.7.3. Aquicultura Continental e Marinha

Aquicultura pode ser definida como a produção de organismos com habitat predominantemente aquático, em cativeiro, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento. Enquadram-se nesta categoria as criações de peixes, (piscicultura) moluscos (malacocultura), crustáceos (Carcinicultura), rãs (ranicultura), algas (algicultura) e jacarés (jacaricultura) (FIPERJ, 2015). Esta é uma atividade que apresenta intenso processo de desenvolvimento no Brasil, alcançando um total de 628.704,3 toneladas produzidas em 2011, volume que representa um acréscimo de mais de 50% ao produzido entre 2009 e 2011, evidenciando sua expansão no país (MPA, 2013). A aquicultura proporciona o aumento na quantidade de pescado disponibilizado para a população, colaborando no consumo per capito de pescado no Brasil, no entanto, a regularização ambiental dos empreendimentos aquícolas ainda é considerada o maior entrave para o desenvolvimento do setor (FIPERJ, 2015)

Para o estado do Rio de janeiro a aquicultura apresentou um discreto aumento de sua produtividade, passando de 1.209,850 toneladas produzidas em 2013 para 1.362,243 toneladas produzidas em 2014, conforme os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sendo a aquicultura continental, mais especificamente a piscicultura, responsável por 90% desta produção total. Entre as espécies cultivadas na piscicultura de água doce, a tilápia, (*Oreochromis niloticus*); o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e seus híbridos; e a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) são as espécies que apresentam maior número de criações, contribuindo para o destaque da piscicultura de água doce no Rio de Janeiro (IBGE, 2014 apud FIPERJ, 2015).

A criação de peixes marinhos ainda apresenta pequena expressividade no Estado, existindo atualmente uma intensificação dos esforços voltados ao desenvolvimento

deste ramo da aquicultura, através de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias de produção sustentável de espécies apreciadas pela população (FIPERJ, 2015).

A região costeira do Rio de Janeiro possui projetos de pesquisa voltados para o aprimoramento da tecnologia de produção sustentável das espécies marinhas, principalmente o bijupirá *(Rachycentron canadum*) e a carapeba (*Eugerres brasilianus*), peixes apreciados no estado. O bijupirá é uma espécie que ocorre em águas tropicais e subtropicais, com registros ao longo da costa dos Estados Unidos, Bermudas, Barramas, Golfo do México e Mar do Caribe e ao longo da costa da América do Sul até a Argentina (IUCN, 2017). E uma espécie que já apresenta cultivo estabelecido na região da Costa Verde na Baía da Ilha Grande. A necessidade de projetos sustentáveis para o desenvolvimento da aquicultura na zona costeira da RH II é grande, pois esse tipo de produção, como observado na região norte e nordeste do litoral do Rio de Janeiro, é considerado como uma das principais fontes de degradação dos manguezais, devido à instalação de viveiros e tanques para os cultivos (Schaeffer-Novelli, 2000, apud PERH-Guandu, 2006).

A ranicultura encontra-se hoje limitada a cultivos em regiões com maiores temperaturas, ideais ao desenvolvimento da espécie exótica *Lithobates catesbeianus*, apresentando até o momento pequenos volumes de produção. Atualmente, grande parte dos ranários encontram-se na região de Guaratiba, com apenas um ponto de venda domiciliar de carne de rã, um restaurante com culinária específica para esta cultura e poucos ranicultores em plena atividade (INEA, 2008). O desenvolvimento e estabilização dessa cultura, bem como a ampliação de seus investimentos, são inibidos pela baixa disponibilidade de informações tecnológicas, gerenciais, mercadológicas e socioeconômicas. A inibição é vista como um dos fatores de desequilíbrio mercadológico da cadeia, onde a demanda potencial para esse tipo de cultura é aproximadamente três vezes maior do que sua oferta real (INEA, 2008, FIPERJ, 2015).

A criação de moluscos no litoral do Rio de Janeiro é caracterizada por algumas fazendas de cultivo de ostras, vieiras e mexilhões, sendo que em 2014 este grupo atingiu uma produção total de 100,179 toneladas, tornando o estado o maior produtor destas espécies no Brasil (IBGE, 2014, FIPERJ, 2015). Os dados da produção da maricultura no Estado do Rio de Janeiro são de 2015 e provenientes das regiões da Baía da Ilha Grande, onde foram produzidos um total de 1.625 quilos de mexilhão, 1.580 dúzias de ostras e 29.274,5 dúzias de vieiras, Arraial do Cabo cuja produção resultou em um total de 1.017 quilos de mexilhão, 884

dúzias de ostras e 2.761 dúzias de vieiras e Búzios, onde foram produzidos 1.800 quilos de mexilhão (FIPERJ, 2015). A região da Baía de Sepetiba possui grande potencial para o desenvolvimento da maricultura, no entanto, além da produção, as áreas de manguezais da Baía constituem um criadouro natural para as diversas espécies de moluscos, o que indica a necessidade de desenvolvimento de projetos sustentáveis para a produção comercial desse grupo (PERH-Guandu, 2006, INEA, 2008).

Atualmente, a FIPERJ desenvolve em parceria com diversas entidades, projetos e programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e transferência de tecnologias produtivas para fomento da aquicultura no Rio de Janeiro, além de manter diversos escritórios e estações de pesquisa espalhados pelo Estado para atendimento ao produtor.

No Quadro 6.73 estão listados os escritórios municipais e estações de pesquisa atualmente em operação.

Quadro 6.73 – Estações de pesquisa e escritórios regionais administrados pela FIPERJ

Instalação de pesquisa	Município	Linha de pesquisa/produção
Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira – EEAAPM	Guaratiba	Desenvolvimento de pesquisa para produção de Camarão Marinho;
		Desenvolvimento de pesquisa para produção de algas marinhas e rotíferos para alimentação de organismos aquáticos;
		Desenvolvimento de pesquisa para formulação de rações para nutrição de organismos aquáticos;
		Reprodução induzida de rã-touro;
		Desenvolvimento de produtos derivados da carne de rã.
Escola de Pesca Ascânio de Farias	São Gonçalo	Laboratório de amostragem Biológica;
		Laboratório de coleção ictiológica;
		Laboratório de higiene e tecnologia do pescado.
Unidade Didática de Piscicultura, Pesquisa e Produção de Cordeiro (UDPPPC)	Cordeiro	Produção de alevino de tilápia;
		Desenvolvimento de tecnologias para aprimoramento da reprodução e cultivo de truta e tilápia.
Centro de Treinamento em Aquicultura em Rio das Flores (CTARF)	Rio das Flores	Desenvolvimento de formas jovens de tilápia e fomento a piscicultura no estado do Rio de Janeiro.
Unidade de Produção de Peixes de Santo Antônio de Pádua	Santo Antônio de Pádua	Desenvolvimento de projetos de viabilidade de criação de espécies nativas do Rio Paraíba do Sul.
Escritório regional Metropolitano II	Duque de Caxias	-
Escritório Regional Médio Paraíba	Piraí	-
Escritório Regional Centro Sul	Miguel Pereira	-
Escritório Regional Centro Norte	Cordeiro	-
Escritório Regional Serrana	Nova Friburgo	-
Escritório regional Noroeste Fluminense I	Santo Antônio de Pádua	-
Escritório regional Noroeste Fluminense II	Itaperuna	-
Escritório regional Norte Fluminense I	Campo de Goytacazes	-
Escritório Regional Norte Fluminense II	Macaé	-
Escritório Regional Baixadas Litorâneas	Cabo Frio	-

6.4.7.4. Espécies de Peixes Residentes e Estrutura de suas Populações na RH II

Os ambientes predominantes encontrados na RH II possuem características lóticas (águas correntes), com comunidades de peixes características, adaptadas a estas condições. Ambientes naturalmente lênticos (águas paradas, sem correnteza) tem sido sistematicamente ocupado pela espécie exótica *Tilapia rendalli* (tilápia) e *Clarias gariepinus* (bagre-africano), sendo que modificações aos ambientes ocasionados por barramentos (transformação de ambientes lóticos em lênticos) podem ocasionar grandes modificações nas comunidades de peixes, ampliando a ocupação de *T. rendalli* e *C. gariepinus*, em rios e nos lagos artificiais (ANA/Sondotécnica, 2006, INEA, 2012). A aquicultura está entre as causas mais comuns de introdução de espécies exóticas invasoras nos rios e lagos. Devido a sua importância econômica mundial, é considerada uma das principais responsáveis pela introdução de peixes em diversos países, e no Brasil, sendo estimado que 47% das introduções para este fim resultaram em espécies estabelecidas na natureza (Delariva & Agostinho 1999; Orsi & Agostinho 1999; Casal 2006; Vitule 2009; Rocha et al. 2011, Apud Guimarães, 2015). No caso da espécie *C. gariepinus* (bagre-africano), esta espécie caracteriza-se por ser um predador noturno que causou uma invasão silenciosa em rios e lagos do Sudeste. Rios como o Guandu, Tinguá, Iguaçu, Macaé, assim como suas bacias hidrográficas, estão infestadas de bagres-africanos em diversas fases de crescimento, prova irrefutável da capacidade reprodutiva da espécie fora das águas nativas (INEA, 2012).

A RH II apresenta ambientes que conseguem manter certo grau de preservação e manutenção das espécies da ictiofauna. Os cursos hídricos considerados como de maior diversidade de peixes são os rios Ingaíba, São Braz e Saí, seguidos pelos rios Jacareí, Grande e do Saco. Já os cursos hídricos João Gago, Muriqui, Catumbi, Muxiconga ou Santana, da Draga, Botafogo, Tingussu, Timirim e dos Pereiras e os córregos Caratucaias, da Praia Grande, Coroa Grande, Vermelho, Briza Mar e os da Ilha de Itacuruçá, são considerados como os de menor diversidade de peixes desta região. Nos rios Ingaíba e São Brás há registro de ocorrência de acarás, goabira, tainha, robalo, bagre, traíra, piaba e sairu. No rio Saí, no baixo curso, pescam-se paratis, robalos e acarás (BIZERRIL e PRIMO, 2001).

Em relação às espécies registradas na baía de Sepetiba, 30 apresentaram-se como mais abundantes, contribuindo com mais de 1% da abundância total da região cada uma (AZEVEDO *et al*., 2007), sendo que 06 delas ocorreram exclusivamente na zona interna

da baía de Sepetiba, que é a zona de ligação com os rios e canais da região (AZEVEDO *et al*., 2007).

Entre as 21 espécies de peixes registradas no trabalho de Chaves *et al*. (2010), 06 são dulcícolas primárias (distribuem-se pelos corpos fluviais e paludiais), 08 são dulcícolas secundárias (ou seja, ocorrem em ambientes de água doce e em sistemas mesoalinos) e 07 são exclusivamente estuarinas. Isso reforça a importância dos rios e dos ambientes palustres e brejos associados aos manguezais da RH II, permitindo que as espécies euritópicas possam ocupar diversos sistemas ambientais e aumentar a sua distribuição espacial (CHAVES *et al*., 2010).

Observando os dados extraídos do plano anteriormente elaborado para esta Bacia Hidrográfica (ANA/Sondotécnica, 2006, Apud ERM Brasil, 2005, INEA, 2015), a comunidade de peixes característica das regiões de alto médio curso da Bacia de Sepetiba é formada basicamente por espécies da ordem Characiformes, pertencentes aos gêneros *Astyanax, Oligosarcus, Deuterodon, Cyphocharax, Hyphessobrycon, Mimagoniates, Hoplias e Characidium*; Ordem Siluriformes dos gêneros *Glanidium, Pimelodus, Pimelodella, Rhandia, Loricariichthys, Rineloricaria e Trichomycterus Corydoras, Otocinclus e Hartia*, Ordem Gymnotiformes do gênero *Gymnotus,* Ciclídeos tais como *Geophagus* e *Crenicichla*, Poecilideos como *Rivulus, Jenynsia e Phallocerus* e da Ordem Cyprinodontiformes dos gêneros *Kryptolebias* e *Notholebias*.

As comunidades características de baixo curso de água doce são aqueles que habitam os rios abaixo da cota 40, porém sem influência da salinidade. Destacam-se aqui os seguintes gêneros: *Symbranchus, Astyanax, Hoplias, Jobertina, Mimagonoates, Spintherobolus, Cyphocarax, Oligosarcus, Briconamericanus, Deuterodon, Hyphessobricon, Glanidium, Parotodnclus, Pimelodella, Hypostomus, Chasmocranus*, *Imparfinis, Microglanis, Kronichthys, Pareiorhaphis, Andstrus*, Microlepidogaster, *Parotodnclus, Loricariichthys, Rineloricaria, Crenidchla,Geophagus, Phalloecus, Poecilia,* e em algumas ocasiões gêneros e espécies de origem marinha, a exemplo de *Brevoortia, Awaos taiasica*, *Dormitator maculatus* e *Oostehus lineatus* (ANA/Sondotécnica, 2006 Apud Ecologus 1997, INEA, 2015).

Já as comunidades de baixo curso de água salobra, são caracterizadas pela influência da cunha salina, ligadas aos ciclos de marés, com entrada de água salgada nos trechos finais dos cursos d'agua. Tais trechos apresentam comunidades mistas, formadas tanto por espécies marinhas como de água doce, a exemplo de gêneros fluviais como

Pimelodus, Hoplias, Loricariichthys e *Crenidchla* e marinhos como *Brevoortia*, *Awaos taiasica*, *Dormitator maculatus*, *Oostehus lineatus*, *Anchoviella lepidentostole*, *Mugil* sp, *Centropomus* sp, *Gobionellus oceanicus* e *Genidens* sp. Além destas, podem ser observadas algumas espécies marinhas eurialinas, de robalo, tainha, parati e corvina que penetram nas áreas estuarinas e avançam grandes extensões para o seu interior (ANA/Sondotécnica, 2006, INEA, 2015).

Nos canais de drenagem, as comunidades de peixes restringem-se aos barrigudinhos (*P. vivipara, P. januarius e J.multidentata*). Maior diversificação se verifica nas áreas cobertas por taboas, em que podem ser encontrados peixes dos Gêneros *Geophagus*, Hoplias e Rhandia, entre outros. Segundo ERM BRASIL (2005), devido à degradação dos habitats, acarretada por canalizações, assoreamento, redução das planícies de inundação, retificações, poluição e contaminação das águas, julga-se que as comunidades mais afetadas da bacia sejam as de baixo curso com decaimento da biomassa de peixes.

Ao contrário do que se verifica para outras baías do Estado do Rio de Janeiro, na porção estuarina-marinha da baía de Sepetiba foram desenvolvidos diversos estudos enfocando a ictiofauna. Dentre as espécies presentes, os bagres da família Ariidae se destacam entre os mais abundantes, tendo contribuído com cerca de 28% do peso total capturado em arrastos de fundo por Cruz-Filho (1995). Aparentemente, a baía de Sepetiba apresenta-se como um ambiente estratégico para o ciclo de vida destes peixes (AZEVEDO *et a*l., 1998). As espécies de bagres ocorrentes na baía apresentam distribuição diferenciada e nenhum padrão em relação à sazonalidade, com maiores abundâncias nas áreas com baixas profundidades, transparência e salinidade, uma distribuição compartilhada com as tainhas e paratis (Mugilidae) (SILVA e ARAÚJO, 2000).

Para Azevedo *et al*. (1998), a espécie *Netuma barba* apresentou distribuição mais restrita à zona interna da baía, especialmente nas proximidades da embocadura do rio Guandu, assim como *Cathrops spixiia*, que apresentou maiores abundâncias tanto no fundo da baía como na embocadura do rio Guandu. A espécie *Genidens genidens* apresentou ampla distribuição na zona interna, enquanto *Sciadeichthys luniscutis* ocorreu em elevada abundância tanto na zona interna quanto na zona externa da baía, em conjunto com as espécies da família Engraulididae (manjubas) que também se destacam por sua abundância local. A espécie *Anchoa januaria* também apresenta-se entre as espécies de maior representatividade (SERGIPENSE e SAZIMA, 1995), assim como para esta espécie e para

Cetengraulis edentulus, a baía de Sepetiba atua como um criadouro natural, apresentando-se como um ambiente importante para o desenvolvimento destas espécies.

Dentre essas espécies, *A. januaria* apresenta estrutura sazonal de tamanho, com indivíduos adultos ocorrendo no período quente e juvenis no período frio. Já *C. edentulus* apresenta ocorrência restrita ao período frio e parece estar limitada a ambientes de fundo lamoso (SERGIPENSE e SAZIMA, 1995).

As áreas marginais da baía de Sepetiba apresentam uma ictiofauna semelhante a existente em ambientes lagunares do Estado do Rio de Janeiro. Entre as espécies que ocorrem nessas áreas, há o predomínio das espécies das famílias Gerreidae (carapebas e carapicus), Atherinidae (peixe-rei), Mugilidae (parati), Engraulidae (manjubas) e Sciaenidae (corvina) (ARAÚJO *et al*., 1997). Para as comunidades de peixes demersais, as famílias Ariidae, Gerreidae, Sciaenidae, Carangidae e Sparidae apresentam-se como as mais abundantes (ARAÚJO *et al*., 1998).

Conforme alguns estudos sobre a ictiofauna que compõe a RH II, grande parte das espécies de peixes utilizam, pelo menos algum momento do seu ciclo de vida (para alimentação, descanso, reprodução ou desova), os manguezais e estuários da RH II, que são consideradas áreas vitais para a criação e berçário nas fases iniciais do desenvolvimento dos peixes. Dado que esses ecossistemas representam uma pequena área em comparação à área total dos oceanos, a explicação para a sua utilização preferencial parece residir na maior quantidade de alimento disponível (BAKUN, 1996). Dessa maneira, a proteção desses ambientes é crucial para a manutenção de inúmeras espécies de peixes e outros organismos marinhos, muitos deles de importância econômica.

A comunidade como um todo sofre gradual alteração em sua composição no sentido zona interna-zona externa, local onde se registra a maior riqueza de espécies. A relativa estabilidade das condições ambientais ao longo do ano no ecossistema aquático da região da APA de Mangaratiba reflete uma fraca diferenciação sazonal das comunidades de peixes demersais, embora possam apresentar uma marcada divergência espacial em sua estrutura (CRUZ-FILHO *et al.,* 2000).

Entre as 193 espécies citadas para a Região Hidrográfica II, a espécie *Notholebias minimus* é endêmica das baixadas de Sepetiba e de Jacarepaguá (COSTA, 2002 apud GOMES, 2006) e restrita às áreas palustres de Barra de Guaratiba. Essa espécie está

na lista de espécies ameaçadas do município e na lista nacional (MMA, 2014), e foi classificada como vulnerável pela IUCN.

As espécies *Kryptolebias brasiliensis* e *Kryptolebias ocellatus* são consideradas criticamente em perigo no município do Rio de Janeiro, enquanto que *K. ocellatus* é considerada em perigo (SMAC, 2000). No entanto, essas espécies são consideradas como criticamente ameaçada na lista nacional de espécies de peixes ameaçadas de extinção (Portaria MMA, 445/2014). As espécies *Squatina guggenheim*, *Sardinella brasiliensis* e as espécies do gênero *Hippocampus* sp., foram classificadas como vulneráveis na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do Rio de Janeiro, sendo *S. guggenheim* classificada como *Criticamente* em perigo e *Hippocampus* sp. classificada como Vulnerável na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (Portaria MMA, 445/2014).

Outras quatro espécies constam da lista nacional de espécies de peixes sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-explotação (MMA, 2014), são elas: a pescada-olhuda (*Cynoscion guatucupa*), a pescadinha-real (*Macrodon ancylodon*), a corvina (*Micropogonias furnieri*) e a tainha (*Mugil liza*). Em relação as espécies exóticas ocorrentes na RH II, foram registradas *Poecilia reticulata, Tilapia rendalli* (tilápia) e *Clarias gariepinus* (bagre-africano).

Destaca-se a grande importância ecológica apresentada pela Baía de Sepetiba, caracterizada por um maciço de águas salobras e salinas, que se comunicam com o oceano Atlântico por meio de duas passagens, na parte oeste, entre os cordões de ilhas que limitam com a ponta da restinga e, na porção leste, pelo canal que deságua na Barra de Guaratiba, proporcionando características favoráveis a utilização como criadouro por diversas espécies de peixes, moluscos e crustáceos, que ocupam suas zonas de água salgada e salobra como refúgio reprodutivo.

O Quadro 6.74 apresenta a lista de espécies de peixes ocorrentes na RH II e na Baía de Sepetiba, considerando seu status de conservação conforme as listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção estadual, Nacional e Internacional.

Quadro 6.74 - Lista de espécies de peixes ocorrentes na RH II e na Baía de Sepetiba, considerando seu status de conservação

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Carcharhinidae						
Rhizoprionodon porosus (Poey, 1861)	Cação-frango	x				LC
Rhizoprionodon lalandii (Valenciennes, 1841)	Cação-frango	x				DD
Triakidae						
Galeorhinus vitaminicus (Buen, 1950)	Bico-doce	x				
Squatinidae						
Squatina guggenheim (Marini, 1936)	Cação anjo	x		CR	VU	ED
Squatina punctata Vooren & Silva, 1991				CR		ED
Narcinidae						
Narcine brasiliensis (Olfers, 1831)	Treme-treme	x				DD
Rhinobatidae						
Rhinobatus percellens (Wallbaum, 1792)	Viola	x	x			
Dasyatidae						
Hypanus guttatus (Bloch & Schneider, 1801)	Raia	x	x			DD
Bathytoshia centroura (Mitchill, 1815)			x	CR		LC
Hypanus americanos			x			DD
Gymnuridae						
Gymnura altavela (Linnaeus, 1758)	Raia-manteiga	x	x	CR		VU
Myliobatidae						
Rhinoptera bonasus (Mitchill, 1815)	Ticonha	x	x			NT
Elopidae						
Elops saurus, 1766	Ubarana	x	x			LC
Muraenidae						
Gymnothorax ocellatus Agassiz, 1831	Moreia pintada	x	x			LC
Ophichthidae						
Mirophis punctatus Lütken, 1851	Moreia	x				
Clupeidae						
Opisthonema oglinum (Lessueur, 1818)	Sardinha-bandeira	x	x			LC
Harengula clupeola (Cuvier, 1829)	Sardinha-cascuda	x	x			LC
Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1789)	Sardinha	x	x		VU	
Platanichthys platana (Regan, 1917)		x				
Pellona harroweri (Fowler, 1917)		x	x			LC

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
chirocentrodon bleekerianus			x			LC
Rachycentridae						
Rachycentron canadum	Bijupirá	x	x			LC
Engraulididae						
Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1828)	Manjuba	x	x			LC
Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)	Manjuba	x				LC
Anchoviella brevirostris (Günther, 1868)	Manjuba	x				LC
Lycengraulis grossidens (Agassiz, 1829)	Manjuba dentuça	x				LC
Anchoa tricolor (Agassiz, 1829)	Manjuba	x	x			
Anchoviella januaria (Steindachner, 1879)	Manjuba	x	x			
Anchoa lyolepis			x			LC
Anchovia clupeoides			x			LC
Curimatidae						
Cyphocharax gilbert			x			
Erythrinidae						
Hoplias malabaricus			x			
Characidae						
Astyanax bimaculatus			x			
Astyanax fasciatus			x			
Astyanax hastatus			x			
Hyphessobrycon bifasciatus			x			
Hyphessobrycon reticulatus			x			
Callichthyidae						
Callichthys callichthys			x			
Hoplosternum littorale			x			
Gymnotidae						
Gymnotus carapo			x			
Ariidae						
Bagre marinus (Mitchill, 1814)	Bagre-bandeira	x				LC
Genidens genidens (Valenciennes, 1859)	Bagre-urutu	x	x			LC
Sciadeichthys luniscutis (Valenciennes, 1840)	Bagre	x	x			
Cathrops spixii (Agassiz, 1829)	Bagre-amarelo	x	x			
Netuma barba (Lacépède, 1803)	Bagre-branco	x	x			

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Synodontidae						
Synodus foetens (Linnaeus, 1766)	Peixe-lagarto	x	x			LC
Batrachoididae						
Porichthys porosissimus (Valenciennes, 1837)	Mangangá-liso	x	x			
Mugilidae						
Mugil curema Valenciennes, 1836	Parati	x				LC
Mugil platanus Günther, 1880	Tainha	x				
Mugil liza Valenciennes, 1836	Tainha	x	x			DD
*Mugil curema**	Parati		x			LC
Antennariidae						
Histrio histrio			x			LC
Phrynelox scaber			x			
Atherinidae						
Atherinella brasiliensis (Quoy & Gaimard,1824)	Peixe-rei	x	x			LC
Belonidae						
Strongylura marina (Wallbaum, 1792)	Agulha	x				LC
Strongylura timucu (Wallbaum, 1792)	Agulha	x				LC
Hemiramphidae						
Hemiramphus brasiliensis (Linnaeus, 1758)	Agulha-preta	x				LC
Hyporhamphus unifasciatus (Ranzani, 1842)	Agulha	x				LC
Rivulidae						
Kryptolebias ocellatus		x	x	CR		
Kryptolebias brasiliensis			x	CR		
Notholebias minimus			x	CR	VU	
Poeciliidae						
Poecilia vivípara	Barrigudinho	x	x			
Phallopthychus januarius	Barrigudinho	x	x			
Phalloceros caudimaculatus			x			
*Poecilia reticulata**	Guppy		x			
Anablepidae						
Jenynsia multidentata	Barrigudinho	x				
Fistulariidae						
Fistularia petimba Lacépède, 1803	Trombeta	x				LC

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Synbranchidae						
Synbranchus marmoratus			x			
Syngnathidae						
Hippocampus sp.	Cavalo-marinho	x		VU	VU	
Pseudophalus mindi (Meek & Hildebrand, 1923)	Cachimbo	x				
Syngnathus folletii Herald, 1942	Cachimbo	x				
Cosmocampus elucens, 1867	Cachimbo	x				LC
Oostethus lineatus (Kaup, 1856)	Cachimbo	x				
Dactylopteridae						
Dactylopterus volitans (Linnaeus, 1758)	Coió	x	x			LC
Cichlidae						
Crenicichla lacustris			x			
Geophagus brasiliensis			x			
Oreochromis niloticus			x			
Blenniidae						
Hypleurochilus fissicornis			x			LC
Scorpaenidae						
Scorpaena isthmensis Meek & Hildebrand, 1928	Mangangá-cara-lisa	x	x			LC
Scorpaena plumieri Bloch, 1789	Mangangá	x				LC
Triglidae						
Prionotus punctatus (Bloch, 1797)	Cabrinha	x	x			LC
Centropomidae						
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)	Robalo	x	x			LC
Centropomus parallelus Poey, 1860	Robalo	x				LC
Serranidae						
Diplectrum formosum (Liinaeus, 1766)	Michole	x	x			LC
Diplectrum radiale (Quoy & Gaimard, 1824)	Michole	x	x			LC
Serranus phoebe Poey,1851		x				LC
Epinephelus niveatus (Valenciennes, 1828)	Cherne	x		VU		VU
Dules auriga			x			
Priacanthidae						
Priacanthus arenatus Cuvier, 1829	Olho-de-cão	x				LC
Pomatomidae						

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Pomatamus saltator (Linnaeus, 1766)	Enchova	x				
Carangidae						
Caranx crysos (Mitchill, 1815)	Xerelete	x				LC
Caranx hippos (Linnaeus, 1758)	Xaréu	x	x			LC
Caranx latus Agassiz, 1831	Xerelete	x				LC
Chloroscombrus chrysurus (Linnaeus, 1766)	Palombeta	x	x			LC
Oligoplites palometa (Cuvier, 1833)	Guaivira	x	x			LC
Oligoplites saliens (Bloch, 1793)	Guaivira	x				LC
Oligoplites saurus (Bloch & Schneider, 1801)	Guaivira	x	x			LC
Selene sp.	Galo	x				
Selene setapinnis (Mitchill, 1815)	Peixe-galo	x	x			LC
Selene vomer (Linnaeus, 1758)	Peixe-galo-de-penacho	x	x			LC
Trachinotus carolinus (Linnaeus, 1766)	Pampo	x				LC
Trachinotus falcatus (Linnaeus, 1758)	Pampo	x				LC
Uraspis secunda (Poey, 1860)	Cara-de-gato	x				LC
Selar crumenophthalmus			x			LC
Hemicaranx amblyrhynchus			x			LC
Parona signata			x			
Trachurus lathami			x			LC
Lutjanidae						
Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758)	Ariacó	x				NT
Gerreidae						
Gerres aprion Cuvier, 1829	Carapicu	x	x			
Gerres lefroyi (Goode, 1874)	Carapicu	x				
Gerres melanopterus (Bleeker, 1863)	Carapicu	x				LC
Eucinostomus gula (Cuvier, 1839)	Carapicu	x	x			LC
Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)	Carapeba	x	x			LC
Diapterus richii (Cuvier, 1830)	Carapeba	x				
Eugerres brasilianus	Carapeba		x			LC
Pomadasyidae						
Haemulopsis corvinaeformis (Steindachner, 1868)	Cocoroca	x				LC
Pomadasys ramosus (Poey, 1860)	Cocoroca	x				
Haemulidae						

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Boridia grossidens (Cuvier, 1830)	Cocoroca	x				
Haemulon steindachneri (Jordan & Gilbert,1822)	Cocoroca	x	x			LC
Orthopristis ruber (Cuvier, 1830)	Cocoroca	x	x			LC
Anisotremus surinamensis (Bloch, 1791)	Sargo	x				
Conodon nobilis (Linnaeus, 1758)	Roncador	x				LC
Haemulopsis corvinaeformis			x			LC
Pomadasys crocro			x			DD
Sparidae						
Archosargus rhomboidalis (Linnaeus, 1758)	Sargo-de-dente	x	x			LC
Diplodus argenteus (Valenciennes, 1830)	Marimbá	x				LC
Sciaenidae						
Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)	Papa-terra	x	x			LC
Ctenosciaena gracilicirrhus (Metzelaar, 1919)		x	x			LC
Ophioscion punctatissimus Meek & Hildebrand, 1925	Canopá	x				LC
Odontoscion dentex (Cuvier, 1830)		x				LC
Paralonchurus brasiliensis (Steincahner, 1875)	Maria-luisa	x	x			LC
Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823)	Corvina	x	x			LC
Cynoscion leiarchus (Cuvier, 1830)	Pescada-branca	x	x			LC
Cynoscion gatucupa (sin. striatus)	Maria-mole	x	x			
Cynoscion microlepidotus (Cuvier, 1830)	Pescada	x	x			LC
Stellifer stelifer (Bloch, 1790)		x	v			
Stellifer rastifer (Jordan, 1889)		x				
Cynoscion acoupa (Lacépède, 1802)	Pescada-amarela	x				LC
Cynoscion jamaicensis (Vaillant & Bocourt, 1883)	Goete	x	x			LC
Isopisthus parvipinnis			x			LC
Bairdiella ronchus						LC
Larimus breviceps			x			LC
Macrodon ancylodon	Pescada-foguete		x			LC
Mullidae						
Mullus argentinae Hubbs & Marini, 1935	Trilha	x	x			
Upeneus parvus (Poey, 1853)		x	x			LC
Ephippidae						
Chaetodipterus faber (Broussonet, 1782)	Enxada	x	x			LC

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Pomacentridae						
Abudefduf saxatilis (Linnaeus, 1758)	Sargentinho	x				LC
Sphyraenidae						
Sphyraena sp.	Barracuda	x				
Sphyraena guachancho Cuvier, 1829	Barracuda	x	x			LC
Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758)	Barracuda	x				LC
Sphyraena tome Fowler, 1903	Barracuda	x	x			
Gobiesocidae						
Gobiesox strumosus Cope, 1870		x				LC
Trichiuridae						
Trichiurus lepturus (Linnaeus, 1758)	Espada	x	x			LC
Stromateidae						
Peprilus paru (Linnaeus, 1758)	Gordinho	x	x			LC
Eleotrididae						
Dormitator maculatus (Bloch, 1790)	Moreia-preta	x	x			LC
Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)	Moreia	x	x			LC
Gobiidae						
Awaous tajasica (Lichstein, 1822)	Peixe-flor	x	x			
Bathygobius soporator (Valenciennes, 1837)	Maria-da-toca	x	x			LC
Microgobius meeki Everman & Marsh, 1902		x				LC
Evorthodus lyricus (Girard, 1858)		x				LC
Gobionellus boleosoma (Jordan & Gilbert,1882)		x				LC
Ctenogobius stigmaticus (Poey, 1881)		x				LC
Gobionellus oceanicus (Pallas, 1770)	Língua-de-fogo	x	x			LC
Bothidae						
Bothus ocellatus (Agassiz, 1829)	Linguado	x				LC
Bothus robinsi			x			LC
Paralichthyidae						
Paralichthys obignyana Valenciennes, 1840	Linguado	x	x			
Paralichthys triocellatus Ribeiro, 1903	Linguado	x				
Paralichthys bicyclophorus (Ribeiro, 1903)	Linguado	x				
Paralichthys brasiliensis			x			
Paralichthys patagonicus			x			

Família/Espécie	Nome vulgar	APA de Mangaratiba	REBIO Guaratiba	Conservação		
				MMA	RJ	IUCN
Syacium papillosum Linnaeus, 1758	Linguado	x	x			LC
Citharichthys sp.	Linguado	x				
Citharichthys spilopterus Gunther, 1862	Linguado	x	x			LC
Citharichthys cornutus (Günther, 1880)	Linguado	x				LC
Citharichthys arenaceus			x			LC
Etropus longimanus Norman, 1933	Linguado	x	x			
Etropus crossotus			x			LC
Achiridae						
Achirus lineatus (Linnaeus, 1758)	Sola	x	x			LC
Trinectes microphthamus (Chabanaud, 1928)	Sola	x				
Trinectes paulistanus			x			LC
Cynoglossidae						
Symphurus plagusia (Bloch & Scneider, 1801)	Língua-de-mulata	x	x			LC
Symphurus symphurus (Quoy & Gaimard, 1824)	Língua-de-mulata	x				
Symphurus tessellatus			x			LC
Symphurus diomedianus			x			
Balistidae						
Balistes capriscus Gmeli, 1788	Cangulo	x				VU
Monacanthidae						
Stephanolepis hispidus (Linaneus, 1766)	Gatilho	x				LC
Monacanthus ciliatus (Mitchill, 1818)	Gatilho	x	x			LC
Tetraodontidae						
Lagocephalus laevigatus Linnaeus, 1766	Baiacu-arara	x	x			LC
Sphoeroides tyleri			x			LC
Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758)	Baiacu	x	x			LC
Sphoeroides spengleri (Bloch, 1785)	Baiacu	x				LC
Sphoeroides greeleyi Gilbert, 1900	Baiacu	x	x			LC
Diodontidae						
Chilomycterus spinosus (Linnaeus, 1758)	Baiacu-espinho	x	x			LC

Legenda 1 – MMA (Portaria MMA Nº 445/2014), RJ (Conservação Rio de Janeiro), IUCN (IUCN/2015), DD - Dados insuficientes, LC - Preocupação menor, VU - Vulnerável, NT - Quase ameaçado, EN - Em perigo, CR - Criticamente em perigo. * - Exótica.

6.4.7.5. Caracterização da Pesca Extrativa em Ambientes Marinhos e Estuarinos

As atividades relacionadas a pesca extrativa nos municípios que compõem a RH II estão concentradas na faixa litorânea, com grande destaque a região da Baía de Sepetiba, em que atualmente encontram-se em operação a colônia de Pescadores Z14, sediada em Pedra de Guaratiba, a Colônia Z-15, sediada em Sepetiba e a Colônia Z16, situada em Mangaratiba, sendo utilizada para pesca por cerca de 1676 pescadores artesanais, segundo levantamentos realizados nas fichas de cadastro dos pescadores em cada uma das colônias citadas (Freitas & Rodrigues, 2014).

As estatísticas sobre a quantidade de pescado desembarcado anualmente nos portos dos municípios que compõem a RH II são escassas. Os dados obtidos correspondem somente ao município do Rio de Janeiro, sem distinção de localidade. No ano de 2015 município apresentou o registro de 133 espécies desembarcadas, totalizando uma produção de 81.315 kg. Entre as espécies de pescado registradas no município, a corvina (29.031 kg), espada (4.118 kg) e anchova (3.404 kg) foram as mais representativas.

Alguns estudos relatam que as condições da pesca na RH II têm sofrido intensa degradação devido ao forte ritmo de industrialização local, com diminuição ou desaparecimento de diversas espécies de peixes importantes, fato atribuído principalmente ao aumento da poluição das águas da Baía de Sepetiba (Freitas & Rodrigues, 2014; ERM Brasil, 2005, Zborowski, 2008). O quadro da pesca artesanal na Baía de Sepetiba aponta para uma condição de declínio ou estagnação. Essa projeção se fundamenta por meio das circunstâncias socioeconômica e ambientais, predominantes naquele território. A presença de externalidades negativas tais como a poluição ambiental, a competição com a pesca predatória e de grande porte, praticada ilegalmente na baía, tem estimulado hábitos e práticas alternativas entre os pescadores artesanais (Freitas & Rodrigues, 2014).

Por ser uma atividade extrativa, sem ocorrência de nenhum tipo de manejo ou alteração das características naturais dos ambientes (barramentos, canalizações, etc), considera-se que não há uso do recurso hídrico disponível.

6.4.7.6. Caracterização da Pesca Extrativa Continental

Esta atividade possui relativa significância em nível estadual, no entanto não existem informações específicas a quantidade de pescado provenientes exclusivamente dos rios que compões a RH II.

Da mesma forma que a atividade de pesca em águas marinhas, considera-se que a pesca em águas continentais não se enquadra como atividade utilizadora de recursos hídricos, uma vez que não altera as características naturais dos ambientes.

6.4.7.7. Aquicultura em ambientes marinhos e estuarinos na RH II

As informações sobre o número de fazendas marinhas dedicadas a aquicultura na RH II são escassas e fragmentadas. Segundo dados obtidos no Censo Agropecuário realizado pelo IBGE em 2006, os municípios de Mangaratiba, Itaguaí e Rio de Janeiro juntos possuem cerca de 92 hectares no interior da Região Hidrográfica II, com existência de tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, propícias à atividade de aquicultura, mesmo que não estivessem em uso no momento da pesquisa (IBGE, 2006, INEA, 2013, INEA, 2015, FIPERJ, 2015).

Dentre as espécies de maior valor comercial exploradas na região de Mangaratiba e Guaratiba encontram-se: robalo, sardinha, bagre, camarão cinza, camarão ferro, caranguejo, siri, anchova, corvina, garoupa, mexilhão, ostra, pescada e tainha, especialmente as espécies coletadas nos manguezais da Baía de Sepetiba (INEA, 2013, INEA, 2015, FIPERJ, 2015). Pode-se dizer que a tainha e o camarão são os principais alvos da pesca artesanal comercial (INEA, 2015).

A arte da pesca mais utilizada na baía de Sepetiba é a de Cerco com calão, que consiste em uma rede chamada pelos pescadores de courinho, com malhas apertadas para captura de camarão (INEA, 2015).

A pesca e coleta de recursos do manguezal é uma atividade que envolve um número grande de famílias (aprox. 300, dados obtidos das oficinas com moradores da Barra de Guaratiba), que se estendem por toda a área do manguezal de Guaratiba (INEA, 2013).

Sabe-se que as práticas de pesca se realizam de modo sazonal e variam conforme a distribuição das espécies — épocas de migração, reprodução e crescimento. Esta

sazonalidade tem uma significativa importância nas atividades de comercialização, na medida em que, em função da abundância das espécies, determina o valor do quilo do pescado. Segundo os pescadores locais, as épocas de maior produtividade costumam se concentrar no verão e no inverno.

Entre as espécies cultivadas na aquicultura da RH II, destacam-se o marinheiro (*Aratus pisonii*), que é um caranguejo de hábito arborícola e de ampla distribuição (OSHIRO et al., 1998; NICOLAU e OSHIRO, 2002). Essa espécie é importante na composição da comunidade do mangue vermelho, atuando como consumidor primário na cadeia alimentar e predador de pequenos artrópodes (NICOLAU e OSHIRO, 2002).

O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) e o guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), que são espécies amplamente distribuídas na costa do Atlântico Ocidental (MELO, 1996; SILVA e OSHIRO, 2002) e que apresentam grande importância econômica para a região.

A espécie *C. guanhumi* consta da lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos sobre-explotadas ou ameaçadas de extinção, sendo classificada como Criticamente em perigo e, junto com a espécie *U. cordatus*, está classificada como em perigo na Lista oficial de espécies ameaçadas do Rio de Janeiro. (IN nº 5, de 21 de maio de 2004, MMA, 2004, Portaria MMA 445/2014, INEA, 2013, FIPERJ, 2015).

Além dessas, outras espécies, como a ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophorae*), as ostras (*C. brasiliana* e *Ostrea equestris*), a samanguaiá (*Anomalocardia brasiliana*), o mexilhão unha-de-velha (*Tagelus plebeius*) e as espécies de camarão-rosa *(Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) e o camarão verdadeiro (*Penaeus schimitti*), também são bastante visadas comercialmente. As três espécies de camarão foram consideradas sobre-explotadas ou ameçadas de sobre-explotação (MMA, 2004, INEA, 2013, FIPERJ, 2015).

O censo do IBGE apresenta ainda as quantidades de pescado produzido pela atividade de aquicultura em cada município, apontando uma produção totalmente voltada para malacocultura (maricultura) nos municípios de Mangaratiba e Itaguaí.

Considera-se para esses dois municípios a utilização significativa apenas de áreas estuarinas voltadas a produção de mariscos, mexilhões e vieiras (IBGE, 2006) (Quadro 6.75). Para o município do Rio de Janeiro não estão disponíveis registros de produção

aquícola, mesmo que este mesmo censo tenha identificado áreas públicas, tanques e açudes voltados para esta atividade.

Quadro 6.75 – Valores de produção aquícola em águas salgadas nos municípios litorâneos da RH II

Município	Percentual do Município no interior da RH II	Espécie Produzida	Valor Total *	Valor Proporcional**
MANGARATIBA	96,8%	Ostras, Vieiras e Mexilhões	6000 kg	6000 kg
ITAGUAÍ	100%	Ostras, Vieiras e Mexilhões	6850 kg	6850 kg

*Valor total produzido na área total do município, sem considerar os limites da Região Hidrográfica II.
** Valor proporcional de produção calculado conforme proporção da área inserida na Região Hidrográfica II.

6.4.7.8. Aquicultura em ambientes continentais na RH II

Segundo Dados extraídos do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), atualizados até 2015, apenas oito municípios inseridos na Região Hidrográfica II apresentaram valores de produção aquícola em águas continentais. Destes, o município com maior valor proporcional de produtividade foi Piraí, com cerca de 27300 Kg de pescado comercializada em 2015. Em um somatório dos valores produzidos, proporcionais à área de cada município inserida na região Hidrográfica II, percebe-se que a tilápia foi a espécie mais cultivada, atingindo em 2015 um total de 55.232 Kg. Os municípios de Nova Iguaçu e Seropédica obtiveram ainda registros de comercialização de produtos aquícolas classificados pelo IBGE (2006) como “outros”, referindo-se a rãs, jacarés, etc, para os quais não foram divulgados dados quantitativos de produção (Quadro 6.76).

Quadro 6.76 – Registro de produção por município (Censo Agropecuário IBGE, 2006).

Município	Percentual do Município no interior da RH II	Espécie Produzida	Valor Total *	Valor Proporcional**
NOVA IGUAÇU	49%	tilápia	2.580	1.252,86
		outros (rã, jacaré, etc)	não informado	-
BARRA DO PIRAÍ	7%	tilápia	98.000	7.304,77
JAPERI	100%	tilápia	1.500	1.500
PARACAMBI	100%	tilápia	12.000	12.000
PIRAÍ	78%	tilápia	35.000	27.297,11
RIO CLARO	96%	tilápia	6.000	5.732,52
SEROPÉDICA	100%	outros (rã, jacaré, etc)	não informado	-

*Valor total produzido na área total do município, sem considerar os limites da Região Hidrográfica II.
** Valor proporcional de produção calculado conforme proporção da área inserida na Região Hidrográfica II.

6.4.7.9. Uso da Água

6.4.7.9.1. Método de Cálculo

O uso da água por atividades aquícolas na Região Hidrográfica II foi calculado a partir das seguintes etapas:[8]

- Averiguação da proporção de cada município inserido da Região Hidrográfica II;
- Consulta por município ao censo agropecuário IBGE (2006), no endereço http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=_EN; para determinação das áreas (ha) ocupadas por tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, potencialmente utilizáveis para aquicultura;
- Espacialização das áreas de tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, potencialmente utilizáveis para aquicultura conforme o percentual de cada município no interior da RH II;

A partir destas informações, foi adotado um valor de vazão específica[9] de 5,0 Ls^{-1} ha^{-1}, com retorno ao ambiente estimado em 90%; seguindo os mesmos valores utilizados no Plano Estratégico de Recursos Hídricos anterior (ANA/Sondotécnica, 2006), sendo o volume total diário obtido através dos seguintes cálculos:

- Obtenção do valor específico de vazão em metros cúbicos: 5L/s/ha÷1000= 0,005m^3/s/ha (este valor foi comparado com a demandas cadastradas, e se aproxima da média das vazões declaradas)
- Multiplicação do valor específico de vazão pelo total da área alagada do município, inserida na RH II: DEMANDA= 0,005 m^3/s/ha × ÁREA PROPORCIONAL DO MUNICÍPIO NA RH II
- Aplicação do percentual de 10% de uso da água ao valor final de demanda obtido: CONSUMO = DEMANDA – 90%

[8] A utilização das informações obtidas pelo Censo Agropecuário (IBGE, 2006) para cálculo das estimativas de uso de água para aquicultura em detrimento dos dados disponibilizados pelo INEA (Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro) teve principal fundamento na incompletude das informações encontradas nos cadastros de outorga de água pelo órgão ambiental estadual.

9 Realizou-se consulta a publicação da FAO – Outros Sistemas de Cultivo em Psicultura, onde foi possível obter informações sobre o cálculo da demanda de água para as atividades relacionadas a aquicultura. Informação disponível em http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P08.htm - item 8.1.2.1 Escolha do local para construção de tanques e viveiros de piscicultura

- Após a definição da demanda e consumo diário proporcional por município e por UHP, os valores foram calculados para demanda de água mensal e anual;

6.4.7.10. Resultados

Com base nestes cálculos, foram obtidos valores estimados de uso de água por município e por UHP para atividade de aquicultura na Região Hidrográfica II (Quadro 6.77). A estimativa final foi de uma demanda diária de 5,178 m^3/s, com coeficiente de retorno estimado em 90%, resultando em um uso efetivo de aproximadamente 0,518 m^3/s.

Ressalta-se que os valores por município tiveram como base o total de hectares alagados (tanques escavados, açudes, ou lagos e áreas públicas alagadas), com potencial a produção aquícola, mesmo que no momento da pesquisa estivessem sem uso (IBGE, 2006).

Assim, as demandas apresentadas referem-se também ao potencial de expansão desta atividade na Região Hidrográfica II, justificando estimativas elevadas de uso de água em municípios que não obtiveram registro de comercialização de pescado com origem aquícola em 2015, a exemplo de Engenheiro Paulo de Frontin, Seropédica e Miguel Pereira.

Em contraponto, alguns municípios, a exemplo de Rio Claro e Piraí obtiveram em 2015 expressivas produções de peixe, principalmente de tilápia, reforçando suas estimativas mais elevadas de uso de água.

A estimativa final do consumo atual de água para o setor de aquicultura (44.738 m^3/dia) apresentou considerável aumento em relação ao consumo anteriormente identificado para a Região Hidrográfica II (191,400 m^3/dia) (ANA/Sondotécnica, 2006), fato justificado pelo aumento da atividade aquícola, que tem recebido diversos incentivos, com assessoria técnica especializada e transferência de tecnologia aos produtores (FIPERJ, 2015).

Outro ponto importante a ser ressaltado, e que justifica a diferença dos valores encontrados no PERH-Guandu 2006 para a estimativa de demanda atual, é que os dados utilizados nesta versão são oriundos do Censo Agropecuário (IBGE 2006) e apresentam informações consolidadas para todos os municípios que estão inseridos integralmente ou parcialmente na RH II. No caso do PERH-Guandu 2006, as informações referentes a aquicultura foram obtidas junto aos escritórios da EMATER-RJ, para apenas 9 municípios da

RH II. Este fato ocasionou um acréscimo de área significativo de área destinada a aquicultura na RH II, logo, resulatando no aumento da demanda.

Também, destaca-se, a entrada de parte do município de Mangaratiba, de parte do território de Barra do Piraí e Mendes para esta Região Hidrográfica II, resultando em um aumento de 477,051 km² na área total, sendo que estes quatro municípios juntos apresentaram 62 hectares identificados como de potencial utilização para produção aquícola no interior da RH II. A Figura 6.82 apresenta um comparativo entre as demandas identificadas por município em 2006 e as demandas atuais.

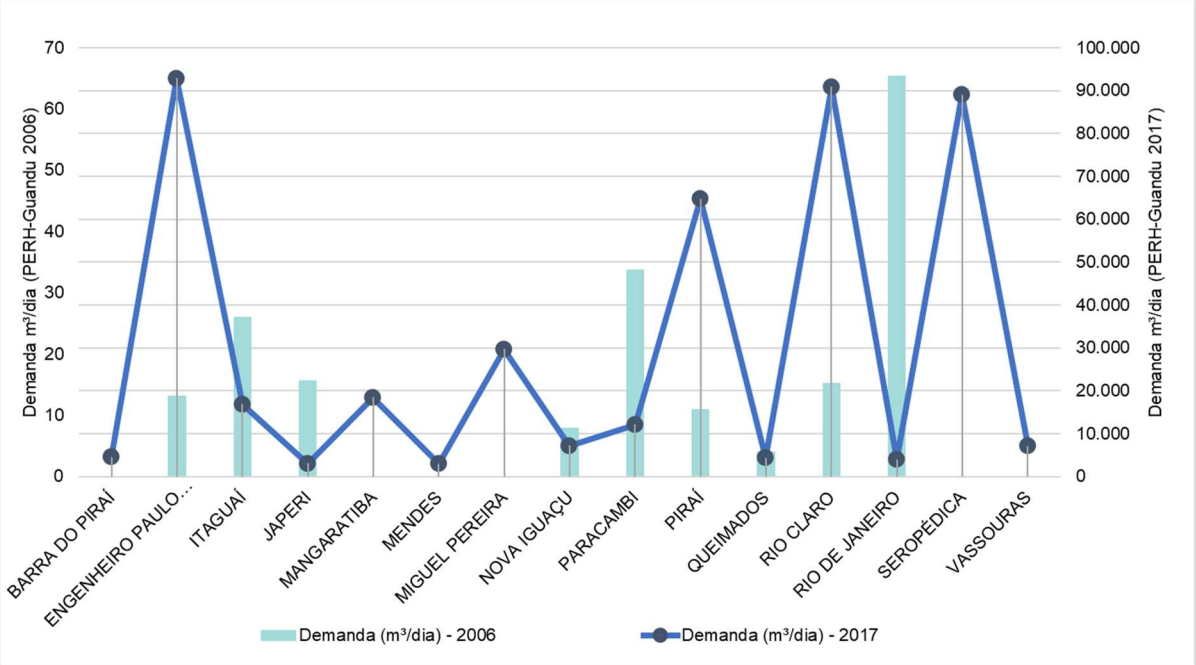


Figura 6.82 – Demanda hídrica (m³/dia) para aquicultura por município da RH II identificadas em 2006 e em 2017.

Quadro 6.77 – Demandas de água calculadas para aquicultura para cada município da RH II.

Município	Município na Bacia	Total de Ha Alagados no Município	Hectares Proporcionais a RH II	Demanda (m³/s)	Consumo (m³/s)	Demanda (m³/dia)	Consumo (m³/dia)	Demanda (m³/ano)	Consumo (m³/ano)
BARRA DO PIRAÍ	7%	150	11	0,053	0,005	4.536	454	1.655.640	165.564
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	100%	215	215	1,075	0,108	92.880	9.288	33.901.200	3.390.120
ITAGUAÍ	100%	39	39	0,195	0,020	16.848	1.685	6.149.520	614.952
JAPERI	100%	7	7	0,035	0,004	3.024	302	1.103.760	110.376
MANGARATIBA	96,8%	44	43	0,213	0,021	18.400	1.840	6.715.907	671.591
MENDES	76%	9	7	0,034	0,003	2.955	295	1.078.531	107.853
MIGUEL PEREIRA	87%	79	69	0,344	0,034	29.691	2.969	10.837.346	1.083.735
NOVA IGUAÇU	49%	34	17	0,083	0,008	7.197	720	2.626.949	262.695
PARACAMBI	100%	28	28	0,140	0,014	12.096	1.210	4.415.040	441.504
PIRAÍ	78%	192	150	0,749	0,075	64.696	6.470	23.614.157	2.361.416
QUEIMADOS	100%	10	10	0,050	0,005	4.320	432	1.576.800	157.680
RIO CLARO	96%	219	210	1,051	0,105	90.824	9.082	33.150.643	3.315.064
RIO DE JANEIRO	39%	23	9	0,045	0,004	3.875	388	1.414.390	141.439
SEROPÉDICA	100%	206	206	1,030	0,103	88.992	8.899	32.482.080	3.248.208
VASSOURAS	8%	204	16	0,082	0,008	7.050	705	2.573.338	257.334
Total Geral		1459	1036	5,178	0,518	447.384	44.738	163.295.300	16.329.530

6.4.8. Turismo e Lazer

O uso da água para turismo e lazer na RH II ocorre, principalmente, nos municípios serranos da bacia, como: Miguel Pereira, Engenheiro Paulo de Frontin, Rio Claro e Paracambi (ANA/Sondotécnica, 2006). Além desses, os municípios litorâneos também são visitados para tal fim.

No município de Miguel Pereira, UHP Rios Santana e São Pedro, a Queda do Roncador, a Cachoeira do Monte Líbano (Figura 6.83), a Cachoeira de Santa Branca (Figura 6.84) e um trecho do rio Santana são os recursos explorados para atividade turística.

O rio Santana é acompanhado por cachoeiras, pequenas praias e piscinas naturais e possui alguns pontos próprios para banho. Os trechos mais utilizados para lazer ficam localizados entre a Usina e Vera Cruz. As cachoeiras são responsáveis pela formação de piscinas naturais e duchas propícias para banho.

Figura 6.83 – Cachoeira do Monte Líbano

Figura 6.84 – Cachoeira de Santa Branca

No município Engenheiro Paulo de Frontin, UHPs Rios Santana e São Pedro e Rio Piraí - res. Santana e afluentes, o turismo é a principal atividade econômica. Os principais pontos turísticos são cachoeiras utilizadas por turistas para banho e para visita à fauna e flora da Mata Atlântica, como a Cachoeira Bórgeres de Castro e a da Borracha. Há, também, dois lagos frequentados por turistas.

O Lago Azul não é utilizado para banho, mas para prática de pesca e no Lago de Todos os Santos a pesca e a navegação não são permitidas, por estar localizado em uma propriedade particular.

Na RH II, há três reservatórios principais de água: Ribeirão das Lajes, Santa Cecília e Vigário. O reservatório de 11 milhões de m³ de água Ribeirão das Lajes localizado em uma área de proteção ambiental na UHP Ribeirão das Lajes – montante, no município de Rio Claro, é utilizado para, além de geração de energia elétrica, atividades de turismo em época de veraneio e pesca. Nesse reservatório há um clube de pesca que fomenta e controla a pesca esportiva, o Clube de Pesca de Piraí (Figura 6.85). Em Lídice, distrito de Rio Claro, encontra-se o ponto turístico Cachoeira de Três Quedas.

Figura 6.85 – Clube de Pesca de Piraí, Reservatório Ribeirão das Lajes. Fonte: Clube de Pesca de Piraí.

Em Paracambi, na UHP Ribeirão das Lajes – jusante, a atividade de recreação mais importante é o *rafting* no trecho do Ribeirão das Lajes situado a jusante da UHE Pereira Passos. A Cachoeira da Cascata também recebe visitantes. No município de Itaguaí, UHP Rio da Guarda, as cachoeiras Itimirim e Itinguçu, em Mazomba, são visitadas anualmente por turistas e banhistas.

Na UHP Bacias Litorâneas (MD) além das praias utilizadas por turistas nas diferentes épocas do ano, estão localizadas as Ilhas da Madeira e de Itacuruçá, utilizadas para esportes náuticos e a Ilha dos Martins utilizada para banho.

Ainda no litoral, na UHP Ilhas e Restinga de Marambaia, encontra-se a Restinga da Marambaia, a qual é área militar utilizada pela Marinha e Exército brasileiros sendo, portanto, restrita para turistas.

O Quadro 6.78 mostra o número de registros pontuais de atividades de turismo, recreação e lazer por UHP, desconsiderando regiões costeiras, que serão abordadas no item 4.5, e a Figura 6.86 mostra as suas localizações. Os dados foram coletados através de pesquisas feitas nos sites de Secretarias de Turismo e Lazer de cada município, sites de turismo e no Google Earth.

Os usos se destacam nas UHPs Ribeirão das Lajes – jusante e montante e na UHP Rios Santana e São Pedro.

Quadro 6.78 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por UHP

UHP	Número de Registros
Rios Santana e São Pedro	4
Rios Queimados e Ipiranga	1
Bacias Litorâneas (MD)	1
Bacias Litorâneas (ME)	4
Canal de São Francisco	-
Ilhas e Restinga de Marambaia	-
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	5
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	2
Rio da Guarda	1
Rio Guandu	-
Rio Guandu – Mirim	-
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1
Rio Piraí - montante res. Santana	3

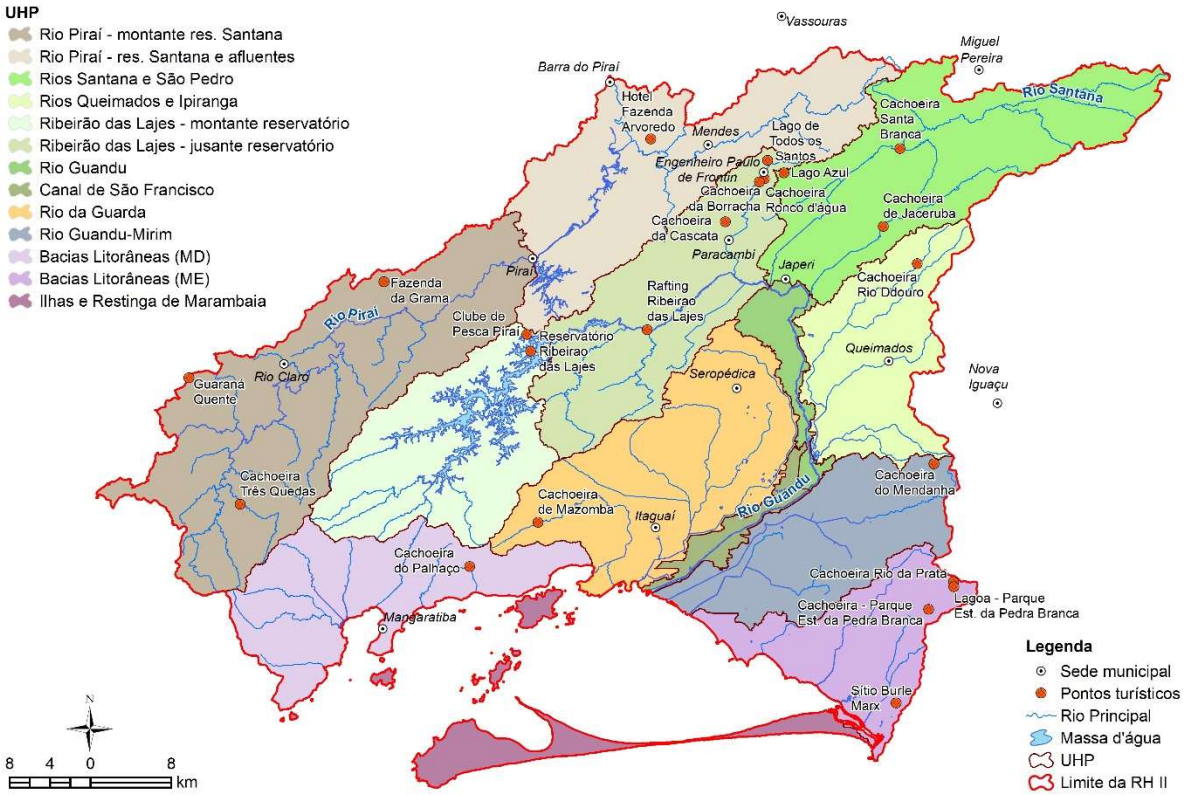


Figura 6.86 – Registros de usos não consuntivos de água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por UHP.

6.4.9. Potencial Hidrelétrico

Atualmente, nove aproveitamentos hidrelétricos se encontram em operação na RH II dos quais duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), duas Centrais de Geração Hidrelétricas (CGH) e cinco Usinas Hidrelétricas (UHE), totalizando uma potência instalada de 775,17 MW. Desse total, 34,96 MW são referentes à Usina Elevatória de Santa Cecília, a qual, mesmo que localizada fora dos limites da RH II, faz parte do Complexo de Lajes e 90,82 MW referentes à Usina Elevatória do Vigário.

No entanto, as potências instaladas das usinas elevatórias não serão levadas em consideração para fins de cálculos de potência hidrelétrica instalada na RH II, resultando, então em 649,39 MW. A parcela do Complexo de Lajes localizada na RH II é composta pelas UHE Fontes Nova, Nilo Peçanha e Pereira Passos e pela usina elevatória de Vigário. A soma das potências instaladas das parcelas do Complexo de Lajes localizadas dentro e fora da RH II corresponde à 95% da potência instalada na região.

O Quadro 6.79 apresenta as principais características dos aproveitamentos hidrelétricos em operação localizados na RH II, bem como a UHP de localização de cada usina. A localização desses empreendimentos pode ser visualizada na Figura 6.87.

Quadro 6.79 – Aproveitamentos hidrelétricos em operação na RH II

Tipo	Nome	Curso d'água	Município	UHP	Potência Instalada (kW)	Área do reservatório (km²)
UHE	Fontes Nova	Rio Ribeirão das Lajes	Piraí/RJ e Rio Claro/RJ	Ribeirão das Lajes - Jusante	131.988	31,3
UHE	Nilo Peçanha	Rio Piraí	Piraí/RJ	Rio Piraí – Res.Santana e Alfuentes	380.030	15,59
UHE	Pereira Passos	Rio Ribeirão das Lajes	Piraí/RJ e Paracambi/RJ	Ribeirão das Lajes - Jusante	99.900	1,09
UHE	Santa Cecília (Elevatória)	Rio Paraíba do Sul	Barra do Piraí	-	34.960	2,5
UHE	Vigário (Elevatória)	Rio Piraí	Piraí/RJ	Rio Piraí – Res.Santana e Alfuentes	90.820	6,36
PCH	Braço	Rio do Braço	Rio Claro/RJ	Rio Piraí - Montante	11.155	0,0037
PCH	Paracambi	Rio Ribeirão das Lajes	Paracambí/RJ	Ribeirão das Lajes - Jusante	25.000	-
CGH	Cascata	Rio Córrego Tairetá	Paracambí/RJ	Ribeirão das Lajes - Jusante	320	-
CGH	Serra	Rio Macaco	Paracambí/RJ	Rio Piraí – Res.Santana e Alfuentes	1.000	-

Fonte: ANEEL(2017) e COPPETEC (2014).

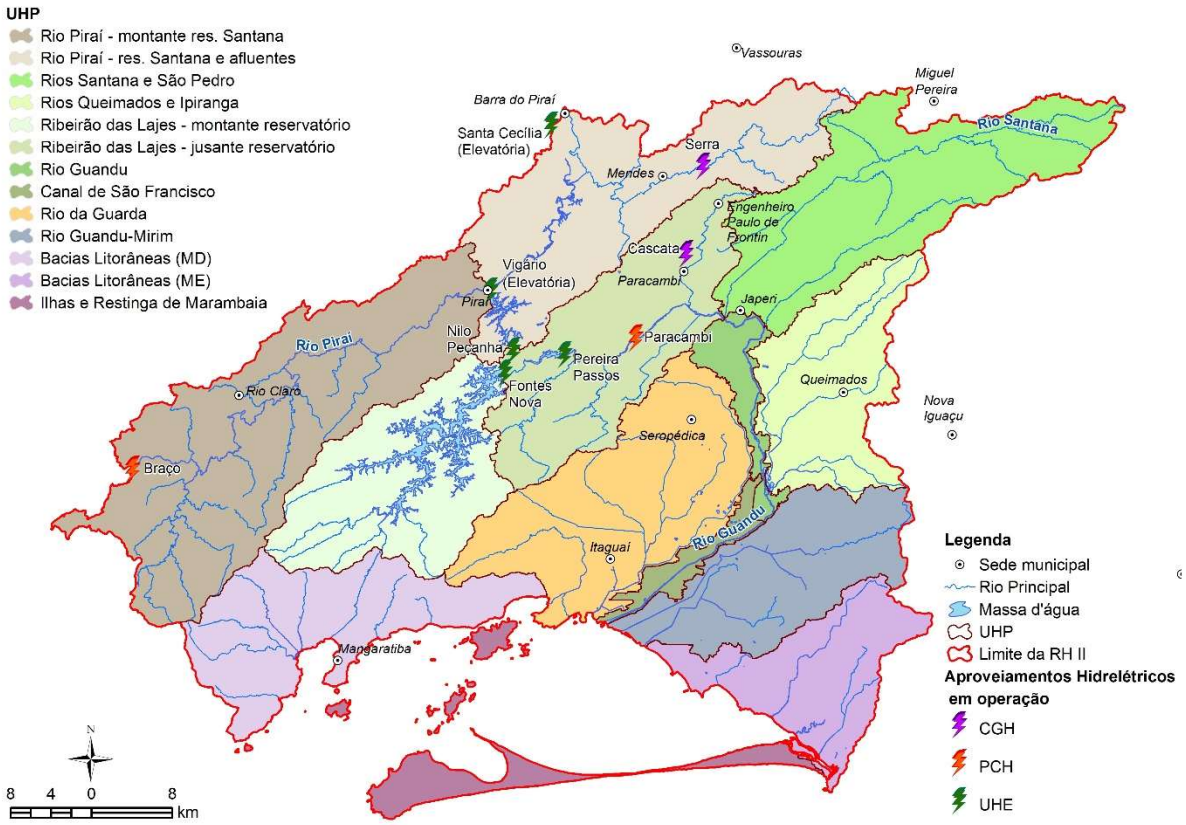


Figura 6.87 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em operação na RH II

Os aproveitamentos hidrelétricos em operação estão localizados, em sua maioria, na região centro-oeste da RH II, se concentrando nas áreas pertencentes às UHPs Ribeirão das Lajes – jusante e Rio Piraí – Res. Santana e afluentes.

No ano de 2006, de acordo com ANA/Sondotécnica (2006), os estudos de viabilidade para a construção da PCH Paracambi, localizada a jusante da Usina de Pereira Passos e a montante da foz do rio Santana, encontravam-se em período de desenvolvimento. Desde o ano de 2012, essa usina se encontra em operação. Devido ao tamanho reduzido das PCHs, algumas não possuem reservatórios, sendo operadas a fio d'água. Além das UHEs listadas no Quadro 6.79, a UHE Fontes Velha construída em 1908 pela Light Energia S.A. com potência instalada de 17 MW, também pertencia à RH II. Porém, essa usina encontra-se desativada desde 1989.

O Quadro 6.80 apresenta as principais informações dos aproveitamentos hidrelétricos em estudo.

Encontram-se em estudo seis aproveitamentos hidrelétricos, sendo quatro CGHs e duas PCHs, localizados conforme mostrado na Figura 6.88. A potência adicional será de 16,95 MW, o que representa um incremento de 2% na potência instalada atual (775,11 MW).

Os aproveitamentos hidrelétricos em estudo são empreendimentos de tamanho e potência reduzidos (PCHs e CGHs), e estão localizados na UHP Rio Piraí – montante res. Santana, a oeste da RH II e na UHP Rios Santana e São Pedro, a nordeste da RH II. A localização desses empreendimentos pode ser visualizada na Figura 6.88.

Segundo ANA/Sondotécnica (2006), a ampliação do Complexo Hidrelétrico de Lajes, com a implantação da UHE de Lajes (60 MW), também é planejada pela Light Energia S.A., mas não consta na Configuração de Referência do PDEE 2006-2015.

Quadro 6.80 – Aproveitamentos hidrelétricos em estudo na RH II.

Tipo	Nome	Curso d'água	Município	UHP	Potência Instalada (kW)	Área do reservatório (km²)
CGH	ENERC	Rio Piraí	Rio Claro/RJ	Rio Piraí - Montante	1.060	0,25
CGH	Parado	Rio Parado(Piraí)	-	-	1.000	-
CGH	Anzol	Santana	Miguel Pereira/RJ	Rios Santana e São Pedro	800	-
CGH	Bambu	Santana	Miguel Pereira/RJ	Rios Santana e São Pedro	998	-
PCH	Lídice	Rio do Braço	Rio Claro/RJ e Bananal/SP	Rio Piraí - Montante	3.500	-
PCH	Fazenda Santana	Rio do Braço	Rio Claro/RJ	Rio Piraí - Montante	9.600	-

Fonte: ANEEL(2017), e COPPETEC (2014).

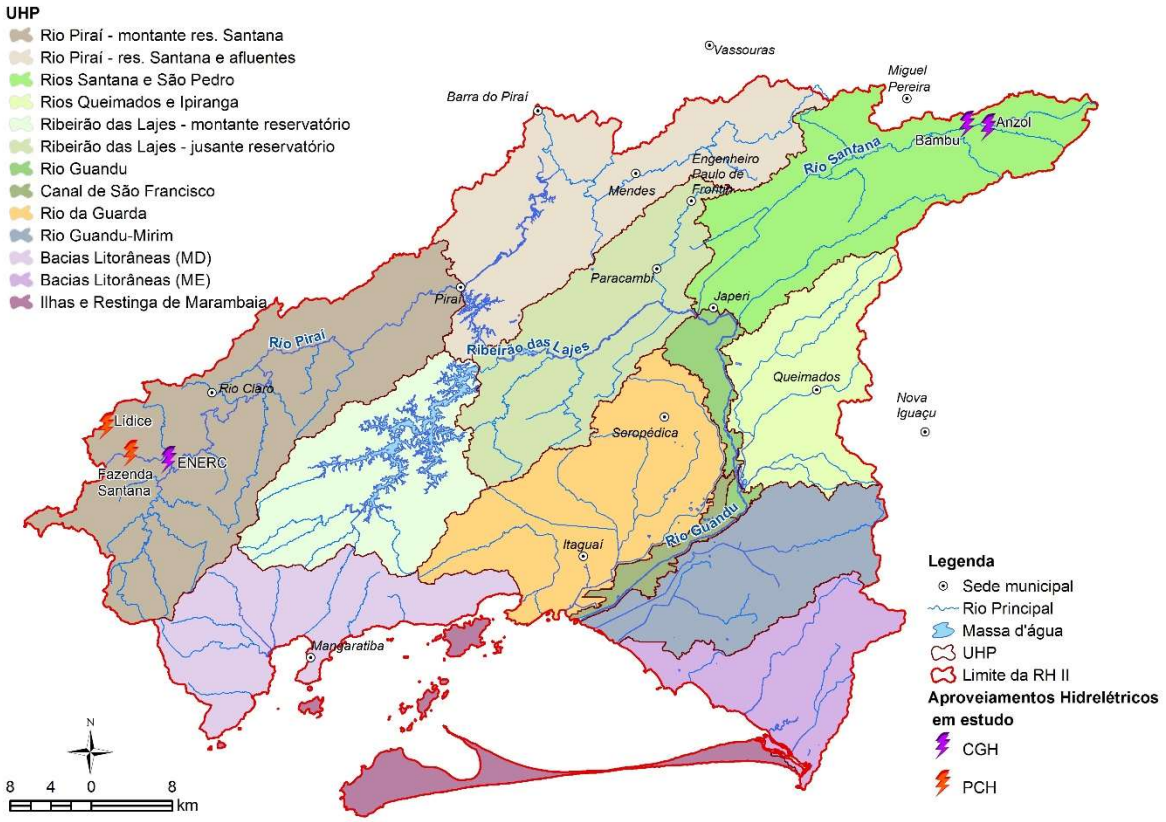


Figura 6.88 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em estudo na RH II

6.4.10. Reuso da água

6.4.10.1. Introdução

No presente item é apresentada uma introdução ao tema de reuso da água na RH II. Aspectos mais objetivos e especificidades serão tratadas no programa de ações.

O crescimento populacional já predominantemente urbano e desordenado, o desenvolvimento industrial e agrícola, associados com a escassez dos recursos hídricos vem contribuindo para a utilização de efluentes tratados como fonte de água. O reuso de água se constitui numa prática de racionalização e conservação de recursos hídricos.

O reuso reduz a demanda sobre os recursos hídricos pela substituição de água potável por agua de qualidade inferior para usos menos nobres do que o potável. O reuso nas residências pode representar economia de água de 30 a 50% (SABESP,2004) ou até valores muito superiores em residências com muita área verde (EPA,2004). Na indústria o reuso pode economizar até mais do que 99% da vazão, como na siderurgia, por exemplo.

O reuso de água gera um impacto ambiental triplamente positivo:

- Reduz o consumo de água bruta ou tratada;
- Reduz a necessidade de instalações para a captação de água;
- Reduz a vazão e carga de lançamento de efluentes nos corpos receptores.

Além disso, como o reuso muitas vezes requer um tratamento mais avançado para a melhoria da qualidade do efluente tratado, o lançamento do excedente pode resultar numa cobrança de tarifa menor, pela menor carga lançada.

6.4.10.2. Aspectos legais

A legislação federal tangencia o tema de reuso da água e dá importância a redução, racionalização e melhoria de práticas de consumo, ou seja:

- A Constituição de 1988 estabelece que a água é um bem da União ou dos estados, ressaltando que o seu aproveitamento econômico e social deve buscar a redução de desigualdades.
- A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 1997) define a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico. A Política também estabelece diretrizes para o melhor aproveitamento.
- Na Lei 9.433 de 1997, o Capítulo IV trata dos instrumentos definidos para gestão dos recursos hídricos, como a outorga pelo direito de uso da água e a cobrança correspondente. Um dos objetivos da cobrança pelo uso da água é incentivar a sua racionalização, que pode contemplar medidas de redução do consumo por meio de melhorias no processo e pela prática de reuso.

A primeira regulamentação que tratou de reuso de água no Brasil foi a norma técnica NBR-13.696, de setembro de 1997, abordando o reuso como uma opção à destinação de esgotos de origem essencialmente doméstica ou com características similares. Quatro classes de água de reuso e seus respectivos padrões de qualidade foram definidos na norma.

Em 2005 o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) publicou a Resolução 54 estabelecendo os critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água. Nessa resolução, são definidas as cinco modalidades de reuso de água:

- **Reuso para fins urbanos**: utilização de água de reuso para fins de irrigação, paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de

tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana.

- **Reuso para fins agrícolas e florestais:** aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.
- **Reuso para fins ambientais**: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente. Embora não citada na resolução aqui se inclui o uso para controle de intrusão salina, recarga de aquíferos e uso recreacional e de esportes.
- **Reuso para fins industriais**: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais.
- **Reuso na aquicultura**: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Esta resolução ainda estabelece que:

- Os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH, no âmbito de suas respectivas competências, avaliarão os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reuso, devendo estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reuso.
- Os Planos de Recursos Hídricos deverão contemplar, entre os estudos e alternativas, a utilização de águas de reuso e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica.
- Os Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos deverão incorporar, organizar e tornar disponíveis as informações sobre as práticas de reuso necessárias para o gerenciamento dos recursos hídricos.
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão:
    - Considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reuso; e
    - Integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reuso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

- A atividade de reuso de água deverá ser informada, quando requerida, ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins de cadastro, devendo contemplar, no mínimo:
    - Identificação do produtor, distribuidor ou usuário;
    - Localização geográfica da origem e destinação da água de reuso;
    - Especificação da finalidade da produção e do reuso de água; e
    - Vazão e volume diário de água de reuso produzida, distribuída ou utilizada.

- Deverão ser incentivados e promovidos programas de capacitação, mobilização social e informação quanto à sustentabilidade do reuso, em especial os aspectos sanitários e ambientais.

No país, a legislação tem avançado também na regulamentação do reuso, diversos decretos e leis municipais e estadual tornaram obrigatória a utilização de sistema de reuso de água servida e o uso das águas pluviais para fins não potáveis nas edificações, como exemplo os seguintes:

- A Resolução conjunta do município de Campinas/SP SVDS/SMS Nº 9/2014, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reuso direto não potável de água, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas, na bacia do PCJ.
- A Lei nº 14.018, de 28 de junho de 2005, institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações no Município de SP.

No Estado do Rio de Janeiro, considerando a importância da conservação e do reuso da água na indústria, a FIRJAN e o SEBRAE-RJ desenvolveram o Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria, publicado em abril de 2015, para proporcionar de maneira prática e direta as orientações básicas para o desenvolvimento e a implantação de Planos de Conservação e Reuso de Água (PCRA). No dia 24 de maio de 2017, entrou em vigor a Lei Estadual 7.599/17 que dispõe sobre a obrigatoriedade de indústrias situadas no Estado do Rio de Janeiro instalarem equipamentos de tratamento e reutilização de água.

6.4.10.3. O Papel do Comitê de Bacia

Conforme previsto na legislação federal, o Comitê deverá considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reuso. Todavia, embora a equação para a cobrança incentive o reuso pela aplicação da tarifa sobre a menor vazão e carga lançada, ela não tem um mecanismo de bonificação da prática do reuso. Na RH II a Cobrança já implantada está em discussão e o PERH deve fomentar avanços nesta discussão no âmbito da etapa de Instrumento de Gestão (RP-04).

O cadastro de usuários deve identificar as vazões e cargas de reuso para se quantificar a vantagem da prática de sua utilização. Na indústria e na agricultura, por exemplo, a prática do reuso interno, dentro de uma mesma planta, é notável e pouco valorizado.

Além das ações de planejamento já citadas, outras atividades não menos importantes, podem acontecer no âmbito dos Comitês de bacias:

- A identificação e caracterização de potenciais demandas por água de reuso.
- A identificação e caracterização de fontes de água de reuso.
- A identificação das principais restrições e forças de apoio para a prática.
- Realização de balanços hídricos para definir as estruturas necessárias para o estoque e suprimento de água de reuso
- Levantamento da aceitação da água de reuso pelo público. Para que o reuso seja uma prática corrente deve haver sua aceitação pública. A aceitação depende: da consciência do público quanto a problemas de abastecimento de água e o reconhecimento que o reuso faz parte do sistema de abastecimento; da confiança no gerenciamento e qualidade dos serviços e tecnologia; e da certeza de que o reuso não implica em risco a saúde pública.
- Sensibilização dos vizinhos das unidades de tratamento.
- Nas apresentações, audiências públicas e oficinas do Plano de Bacia ou PERH o Comitê deverá promover a coleta de informações sobre a prática do reuso na bacia.

6.4.10.4. Tipos de Reuso

Além da definição das modalidades de reuso da Resolução 54 do CNRH listadas acima, o reuso também pode ser dividido em reuso potável e não potável, classificação adotada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES). O reuso potável pode ser direto ou indireto.

No reuso potável direto o esgoto é tratado por técnicas avançadas e é diretamente reutilizado no sistema de água potável. Para tanto, os sistemas de tratamento a serem implantados devem ter unidades de polimento adicionais, além daquelas teoricamente necessárias. Esta redundância é chamada de emprego de múltiplas barreiras. A Organização Mundial da Saúde (OMS) não recomenda o reuso direto, embora algumas cidades como Chanute/Kansas/EUA, Windhoek/Naníbia e Denver/Colorado/EUA utilizem há décadas tal prática. A Resolução 54 não se aplica a este tipo de reuso.

No reuso potável indireto o esgoto após o tratamento é lançado em um corpo hídrico para diluição e polimento natural para posterior captação, tratamento de potabilização e utilização como água potável. Esta seria a situação mais comum, se todo o esgoto lançado fosse tratado.

No reuso não potável se enquadram todas as outras modalidades de reuso (agrícola, industrial, recreacional, doméstico não potável, manutenção de vazão, aquicultura, recarga, etc.).

O reuso para fins urbanos não potáveis envolvem menores riscos e sempre estão entre as alternativas mais viáveis economicamente e mais aceitas pela população. As atividades com maior potencial para prática de reuso são:

- Irrigação de parques e jardins públicos, residenciais e industriais; centros esportivos; campos de golf e futebol; arborização viária.
- Cortinas e espelhos de água; fontes e chafarizes.
- Reservação para proteção contra incêndios.
- Sistemas hidrossanitários com dupla distribuição (vasos sanitários).
- Lavanderias de roupas (para os primeiros enxagues).
- Lavagens de trens, ônibus, caminhões e automóveis.
- Controle de poeiras em obras e vias.

- Construção civil (preparação e cura do concreto, compactação de solos).

Os principais problemas do reuso urbano são os custos de sistemas duplos de distribuição e potenciais riscos de acontecerem conexões cruzadas – mistura da água potável com água de reuso.

Na área de abrangência da RH II, pouco menos de 500 milhões m^3/ano de esgoto são coletados, parte desse volume é tratado e parte é lançado diretamente nos cursos d'água (o Diagnóstico apontou que o índice de tratamento geral é da ordem de 68%[10] do que é coletado). Observando-se que não existem sistemas avançados de tratamento de esgotos para reuso direto e aplicando-se a classificação descrita acima, parte desse volume anual de esgotos deve estar sendo captado após diluição a jusante dos pontos de lançamento, o que se configura no tipo de reuso indireto. Essa constatação, no entanto, não se apresenta como totalmente favorável, em especial na parcela dos esgotos que não são tratados. Tampouco essa análise tem por objetivo indicar que se faz reuso da água na RH II, serve tão somente para alertar que, independentemente de uma política de reuso propriamente dita, se configura o reaproveitamento "*natural*" da água que é captada, utilizada e transformada em esgoto a montante e lançada a jusante onde volta a ser coletada para outros fins.

Avaliando dados nacionais setorizados, considerando que 69% da vazão de água consumida no Brasil é para o uso agrícola, segundo a Agencia Nacional de Águas (ANA, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2009), e 70% no mundo, segundo a UNESCO, o reuso para fins agrícolas e florestais apresenta-se como importante alternativa para alivio da crescente demanda hídrica. Os cuidados sanitários e a salinidade da água tratada exigem a atenção em diversos tipos de cultura e solos. A presença residual de nutrientes (nitrogênio e fósforo) nos efluentes domésticos tratados, aliada ao fato da carga orgânica agir como um condicionador do solo aumentando sua capacidade de reter água, vem agregar valor para o reuso agrícola. Contudo, as distâncias das principais fontes geradoras (cidade) até as áreas agrícolas podem inviabilizar o investimento em tecnologias e ténicas para o reuso da água. Destaca-se que na RH II a demanda associada a agropecuária (irrigação e pecuária) é pequena, logo o potencial de reuso para este setor é baixo.

O reuso de água para fins ambientais inclui: a recarga artificial de aquíferos, o que proporciona tratamento adicional no solo, aumento da disponibilidade de água e

[10] Esse panorâma geral é fortemente influenciado pelo município do Rio de Janeiro, a observação dos dados dos demais municípios indica que uma parcela muito pequena dos esgotos coletados é efetivamente tratada.

prevenção da intrusão de cunha salina em aquíferos costeiros; a alimentação de áreas de recuperação e refúgio ambiental, como banhados construídos ou naturais; e o uso em áreas para prática de esportes, como: lagos utilizados para atividade pesqueira e irrigação de campos de golfe e de futebol. Na Califórnia (EUA), por exemplo, lagos formados com água de reuso são utilizados de forma segura até para esportes com contato primário e 10% de todo a vazão de água de reuso é utilizada para a pratica recreacional e recuperação ambiental. O diagnóstico da água subterrânea indica que os níveis de recarga na RH II atingem mais de 120 milhões m^3/ano, no entanto, trata-se de recarga natural, não se configurando em reuso para fins ambientais.

O reuso industrial pode ser interno (reciclo dentro dos processos industrias) ou externo (abrangendo um conjunto de industrias ou um polo industrial). As principais aplicações são em sistemas de torres de resfriamento (17% da demanda de água não potável industrial), lavagem de peças e equipamentos, caldeiras, aguas de processo, resfriamento direto (siderúrgicas), lavagens de gases, lavagens na indústria têxtil e reciclo de banhos em curtumes.

A demanda de água captada na indústria da RH II, segundo dados cadastrados é minimamente da ordem de 23 m³/s, dos quais 21 m³/s são lançados. Certamente é neste setor que se configura o maior potencial de reuso. O incentivo a implantação de programas de reuso no setor industrial já é objeto de preocupação da FIRJAN conforme mencionado acima (existem indicações no Manual de Conservação e Reuso de Água na Industria). Na etapa de programa de ações será necessário avançar na compreensão dessa prática na indústria local para ser assertivo nas indicações do PERH Guandu quanto a essa temática.

O reuso na aqüicultura se desenvolveu como consequência da produção de proteína (peixe e camarão) em lagoas de tratamento complementares ao tratamento de esgotos.

6.4.10.5. Planejamento do Reuso - Definições a serem dadas no PERH Guandu

A prática sustentável de reuso, segundo a literatura[11] passa pelo estabelecimento de ações concretas, a saber:

[11] Ivanildo Hespanhol em: Reuso de Agua, 2003

- Estabelecer uma política de reuso de águas, definindo objetivos e metas, modalidades, áreas prioritárias e condições locais e/ou regionais para a implementação da prática.
- Propor estruturas institucionais para a promoção e gestão de programas e projetos nacionais, regionais e locais.
- Estabelecer um arcabouço legal, incluindo diretrizes, padrões e códigos de prática.
- Estabelecer um arcabouço regulatório, incluindo atribuições, responsabilidades, incentivos e penalidades.
- Definir os critérios de tratamento de efluentes para reuso e proposição de tecnologias adequadas para a prática em razão de características climáticas, técnicas e culturais regionais ou locais.
- Estabelecer critérios para a avaliação econômico-financeira de programas e projetos.
- Estabelecer normas e programas para a informação, para a educação ambiental e para a participação pública nos programas e projetos.
- Estabelecer um sistema de monitoramento, avaliação e divulgação dos programas nacionais, regionais e locais.

As indicações do PERH Guandu quanto ao reuso da água na RH II devem passar pelo estabelecimento de ações concretas, no entanto, deve-se buscar assertividade. O estabelecimento destas ações deverá passar em etapas posteriores do PERH pelo diálogo com os setores usuários que poderão indicar os caminhos a serem seguidos.

6.4.11. Síntese das Demandas

O Quadro 6.82 e o Quadro 6.83 apresentam, respectivamente, as demandas e os consumos estimados para os diferentes setores usuários de água da RH II.

As demandas correspondem à quantidade de água retirada. O consumo, por sua vez, corresponde à água efetivamente consumida por esses usuários, considerando o coeficiente médio de retorno dos diferentes usos, conforme apresentado no Quadro 6.81.

Quadro 6.81 – Coeficientes de retorno/consumo da água conforme o setor usuário

	Abast. Urbano[1]	Abast. Rural[2]	Indústria[3]	Termelétricas	Mineração[3]	Irrigação e Criação Animal[2]
Retorno	80%	50%	Utilizou-se um coeficiente de retorno e consumo específico para cada tipologia industrial	Utilizou-se a vazão de lançamento do Cadastro de Lançamentos do INEA	Utilizou-se um coeficiente de retorno e consumo específico para cada tipologia mineral	20%
Consumo	20%	50%				80%

Fonte: [1]NBR 9649/1986 (ABNT, 1986) [2]Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Nacional – SIN" (ONS, 2003). [3]Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos (MMA, 2011).

A metodologia adotada para a estimativa das demandas foi abordada anteriormente, em item específico sobre cada setor usuário. Neste item, serão apresentados os principais resultados, com foco nas UHPs.

Em relação às demandas, conforme pode-se observar no Quadro 6.82, estima-se que sejam retirados da RH II, 89,16 m³/s para atendimento dos diversos setores usuários de água. Os principais segmentos que demandam água da RH II são o abastecimento humano (urbano), as termoelétricas e as indústrias, responsáveis por 60,7%, 33,7% e 5,0% da demanda total, respectivamente.

Para o abastecimento humano (urbano), estima-se que sejam retirados 54,15 m³/s, dos quais, 53,82 m³/s são referentes às captações dos sistemas públicos de abastecimento (principalmente o Sistema Integrado Guandu/Lajes/Acari) e 0,34 m³/s são demandados pela população não atendida por sistema público de água. Dos 53,82 m³/s, estima-se que apenas 10,77 m³/s são distribuídos para a população da RH II e o restante, 43,05 m³/s (80% do total captado), são transferidos para fora da RH II, para abastecimento da população de Belford Roxo, Duque de Caxias, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e São João de Meriti. Dessa forma, estima-se que a população urbana, interna à RH II, demande 11,10 m³/s (10,77 + 0,34 m³/s).

As maiores captações para abastecimento humano (urbano) estão localizadas nas UHPs Rio Guandu e Ribeirão das Lajes – jusante reservatório, referentes às captações dos Sistemas Integrados Guandu e Ribeirão das Lajes, respectivamente.

As indústrias e termoelétricas, por sua vez, demandam em torno de 4,42 m³/s e 30,08 m³/s, respectivamente. As maiores captações estão localizadas nas UHPs Canal de São Francisco e Rio Guandu.

Em relação ao consumo, conforme pode-se observar no Quadro 6.83, estima-se que sejam consumidos na RH II, 7,97 m³/s de água. Os maiores consumidores são o abastecimento humano (urbano), as termoelétricas e as indústrias, responsáveis por 61,1%, 22,1% e 11,9% do total consumido, respectivamente. Cabe ressaltar que no consumo do abastecimento humano (urbano) estão computadas as perdas que ocorrem na distribuição.

O consumo relativo ao abastecimento humano (urbano) soma 4,87 m³/s e prevalece, sobretudo, nas UHPs Rio Guandu-Mirim, Rios Queimados e Ipiranga e Bacias Litorâneas (ME) devido à alta concentração populacional dos municípios do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Queimados e Japeri nessas UHPs. Já, o consumo das indústrias e termoelétricas soma 2,71 m³/s e ocorre, principalmente, nas UHPs Rio Guandu-Mirim, Rio da Guarda e Rio Guandu. Nas UHPs Canal de São Francisco e Ribeirão das Lajes – jusante reservatório também ocorre consumo significativo das termoelétricas.

O consumo da população rural, da criação animal e da irrigação somam 0,30 m³/s, representando 3,8% do total consumido na RH II. A UHP Rio da Guarda concentra a maior parte da população rural e do consumo para irrigação e a UHP Rio Piraí – montante res. Santana concentra o maior consumo para criação animal.

A mineração, por sua vez, soma 0,08 m³/s (1,1% do total consumido), e está concentrada nas UHPs Canal de São Francisco e Rio da Guarda.

Quadro 6.82 – Demandas estimadas para cada segmento usuário de água, por UHP

UHP	Demanda Total (L/s)							
	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria [1]	Termelétrica [1]	Irrigação	Mineração [1]	Criação Animal	Total
Rios Santana e São Pedro	1.226,07	6,54	0,10	0,00	15,50	0,68	18,62	1.267,51
Rios Queimados e Ipiranga	861,18	3,22	35,10	0,00	37,78	0,29	4,52	942,09
Bacias Litorâneas (MD)	397,38	5,15	12,55	0,00	6,01	0,00	3,44	424,55
Bacias Litorâneas (ME)	152,59	0,00	3,05	0,00	20,80	0,00	1,31	177,75
Canal de São Francisco	8,76	3,20	2.822,30	25.122,69	5,12	9,90	0,51	27.972,48
Ilhas e Restinga de Marambaia	0,07	3,81	0,00	0,00	5,65	0,00	1,54	11,07
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	5.568,71	12,79	18,32	400,00	26,78	2,85	10,32	6.039,76
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	220,21	1,27	0,00	0,00	2,45	0,33	9,75	234,01
Rio da Guarda	184,61	21,47	15,97	0,00	63,69	63,55	8,58	357,87
Rio Guandu	45.167,50	1,15	1.191,21	4.558,89	13,79	6,58	1,45	50.940,56
Rio Guandu-Mirim	165,61	0,16	319,41	0,00	20,70	3,59	1,32	510,79
Rio Piraí - montante res. Santana	71,02	4,72	0,00	0,00	7,61	1,40	32,00	116,75
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	132,68	6,16	8,50	0,00	1,20	0,04	16,13	164,71
Total RH II	**54.156,38**	**69,63**	**4.426,52**	**30.081,58**	**227,07**	**89,22**	**109,49**	**89.159,89**

Fonte: Profill Engenharia (2017).
[1] Cadastro de Usuários do INEA.

Quadro 6.83 – Consumos estimados para cada segmento usuário de água, por UHP

UHP	Consumo Total (L/s)							
	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria	Termelétrica	Irrigação	Mineração	Criação Animal	Total
Rios Santana e São Pedro	75,00	3,27	0,03	0,00	12,40	0,66	14,90	106,26
Rios Queimados e Ipiranga	1.027,72	1,61	9,88	0,00	30,23	0,28	3,61	1.073,33
Bacias Litorâneas (MD)	87,72	2,58	2,50	0,00	4,81	0,00	2,75	100,36
Bacias Litorâneas (ME)	835,93	0,00	1,20	0,00	16,64	0,00	1,05	854,82
Canal de São Francisco	61,01	1,60	57,26	372,65	4,10	9,54	0,41	506,56
Ilhas e Restinga de Marambaia	1,35	1,91	0,00	0,00	4,52	0,00	1,23	9,01
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	71,22	6,39	3,09	300,00	21,42	2,75	8,25	413,13
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1,10	0,63	0,00	0,00	1,96	0,32	7,80	11,82
Rio da Guarda	348,07	10,73	560,97	21,46	50,95	61,21	6,86	1.060,26
Rio Guandu	103,72	0,57	1,25	807,10	11,03	6,34	1,16	931,17
Rio Guandu-Mirim	2.068,48	0,08	275,75	258,33	16,56	3,45	1,05	2.623,71
Rio Piraí - montante res. Santana	64,49	2,36	0,00	0,00	6,09	1,35	25,60	99,89
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	132,49	3,08	38,26	0,00	0,96	0,03	12,90	187,72
Total RH II	**4.878,32**	**34,82**	**950,19**	**1.759,54**	**181,66**	**85,93**	**87,59**	**7.978,04**

Fonte: Profill Engenharia (2017).

A Figura 6.89 apresenta uma comparação entre a vazão de retirada e a vazão consumida em cada UHP. Percebe-se que em algumas UHPs o consumo é maior do que a retirada. Isso ocorre, pois, na RH II, existem muitas captações que estão fora da UHP de consumo. É o caso, por exemplo, da captação do Sistema Integrado Guandu, localizada na UHP Rio Guandu, mas que distribui água para a população de outras UHPs, onde a água é efetivamente consumida.

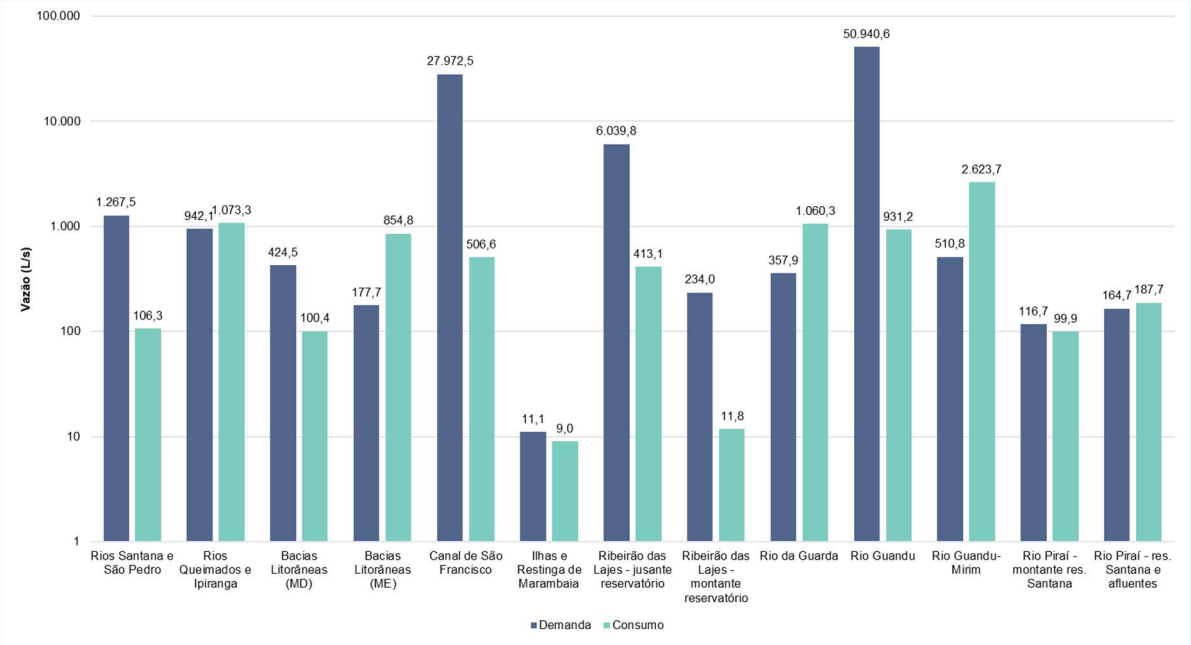


Figura 6.89 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por UHP

Da Figura 6.90 a Figura 6.102 apresenta-se uma comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, para cada UHP.

A Figura 6.103 apresenta as vazões retiradas na RH II por UHP. A Figura 6.104 apresenta a proporção da vazão de retirada de cada setor usuário, por UHP. As Figura 6.105 e Figura 6.106 apresentam a mesma análise, porém, referente à vazão de consumo.

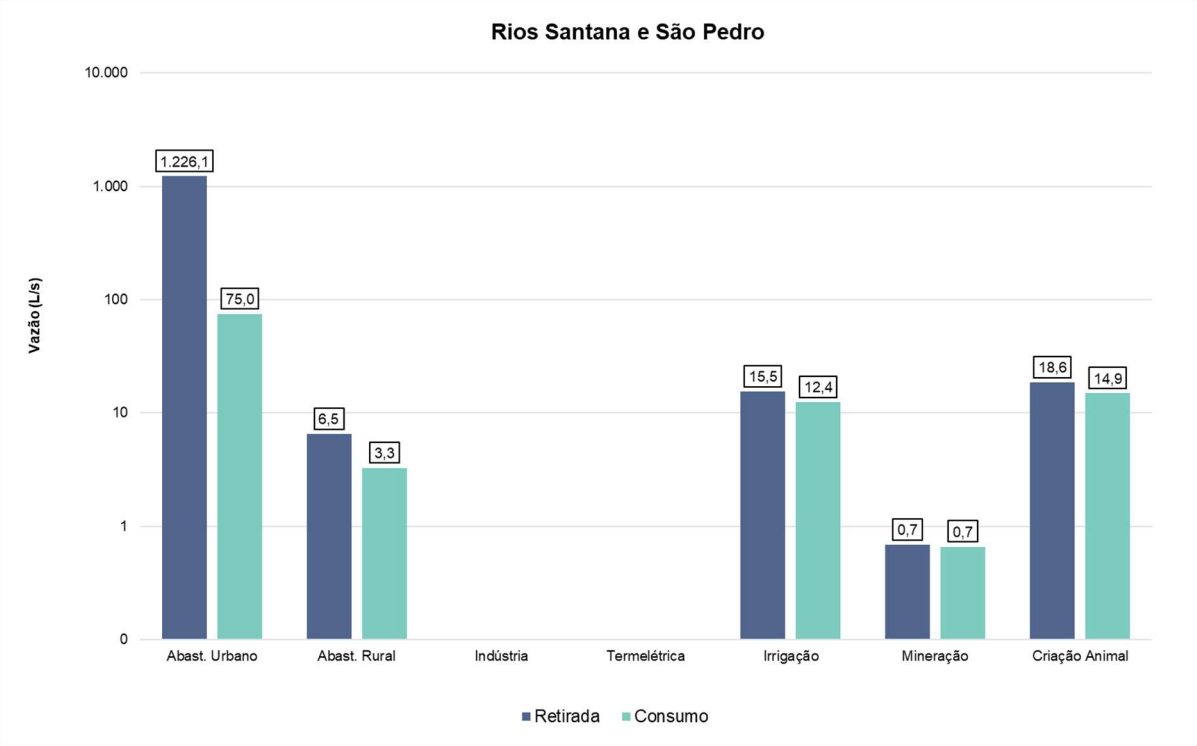


Figura 6.90 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rios Santana e São Pedro

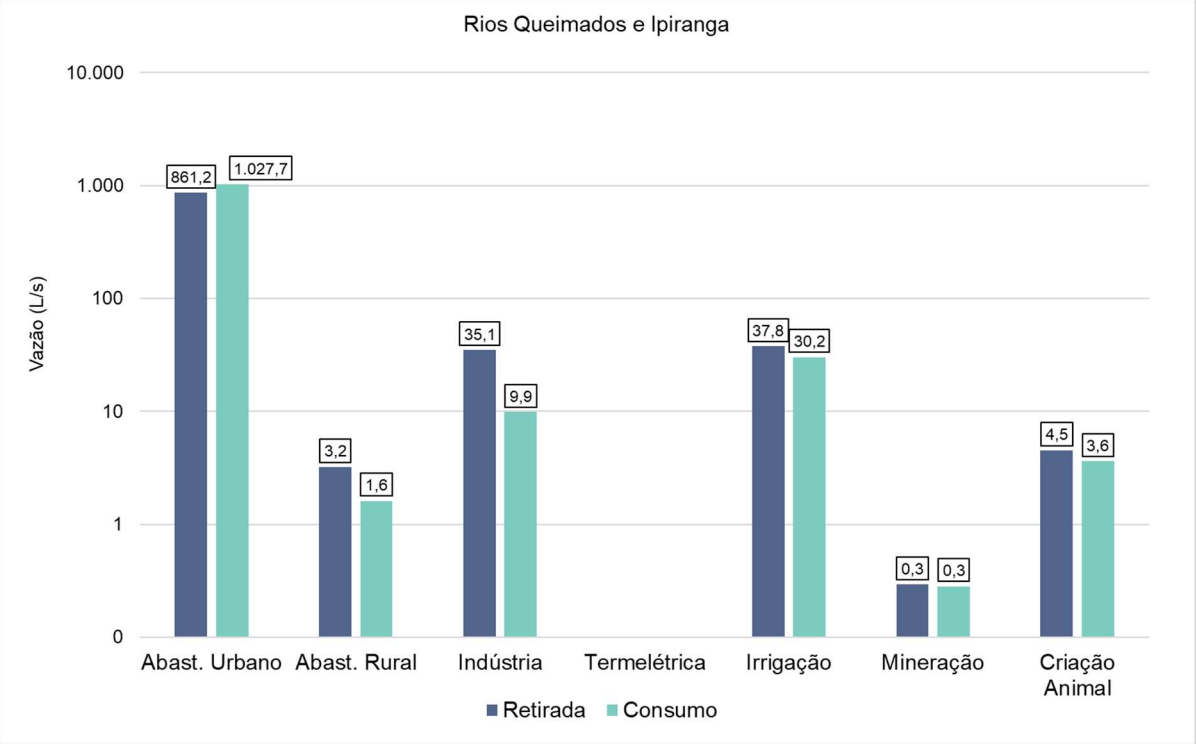


Figura 6.91 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rios Queimados e Ipiranga

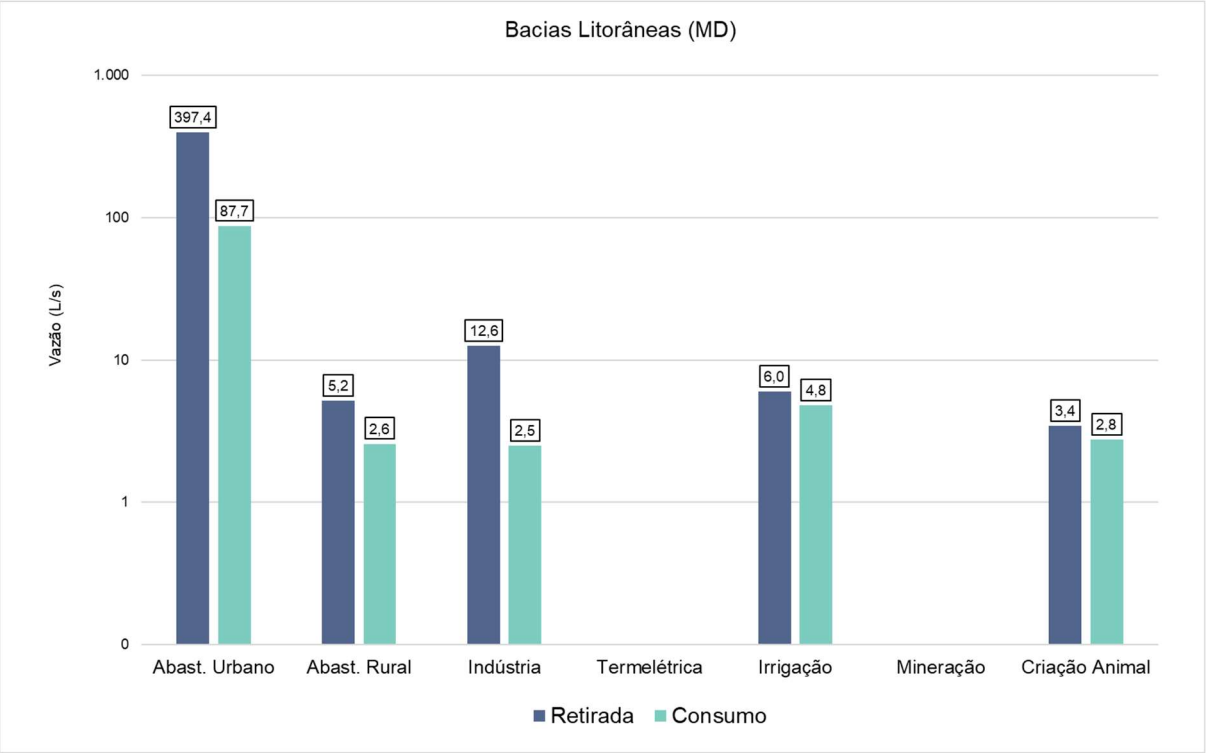


Figura 6.92 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, UHP Bacias Litorâneas (MD)

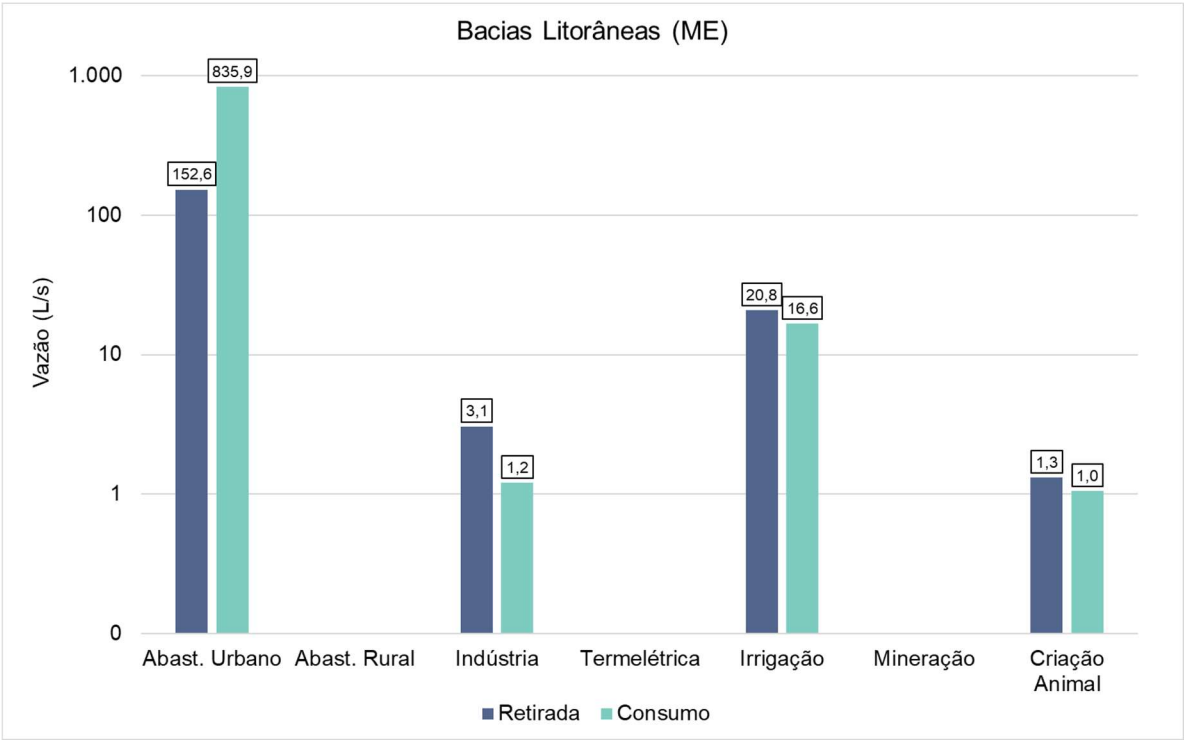


Figura 6.93 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Bacias Litorâneas (ME)

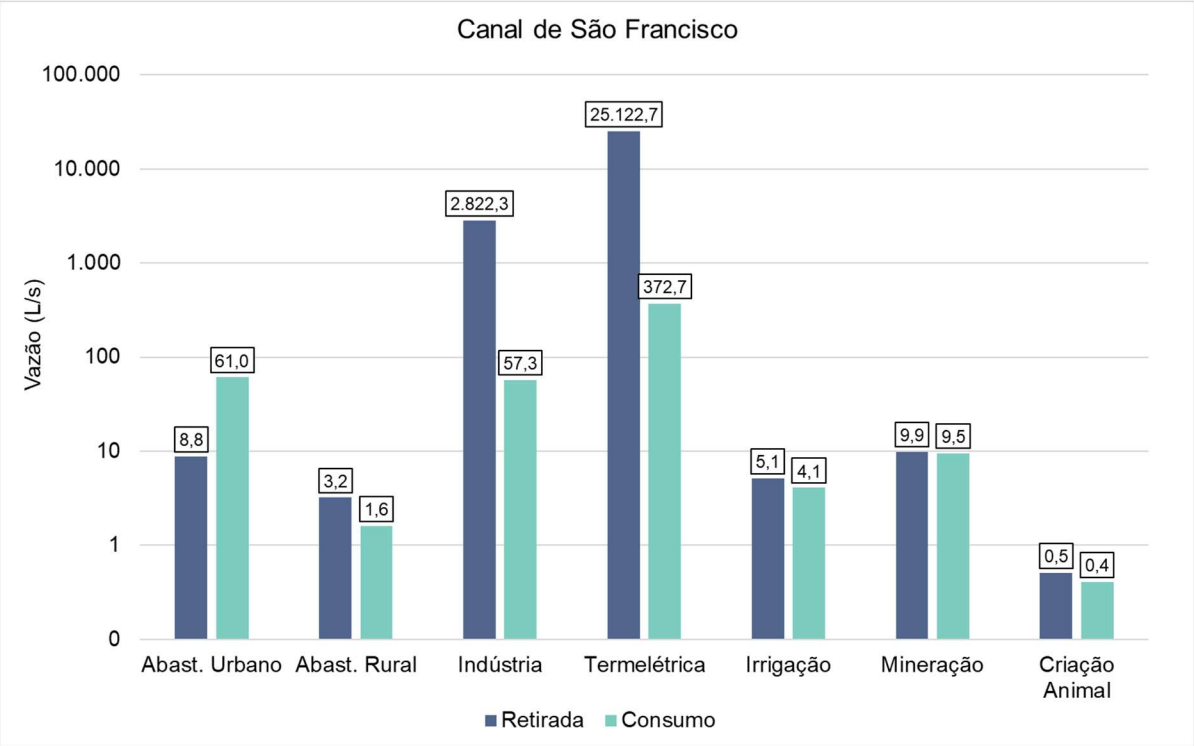


Figura 6.94 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Canal de São Francisco

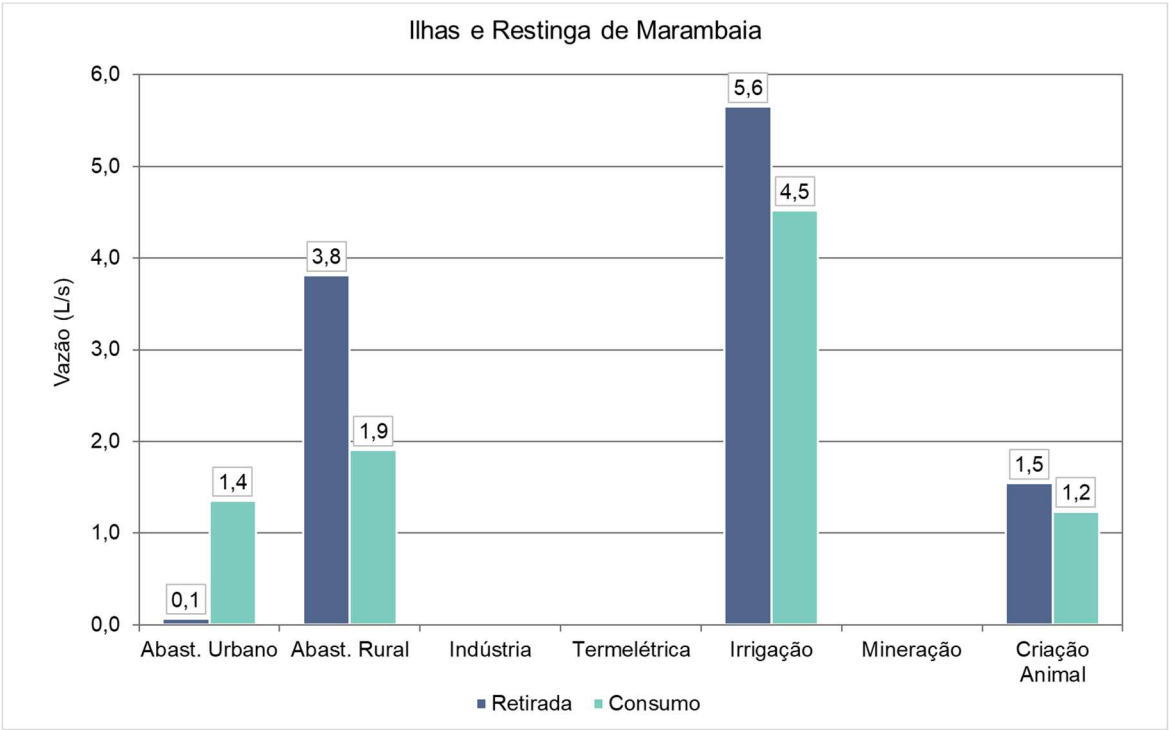


Figura 6.95 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ilhas e Restinga de Marambaia

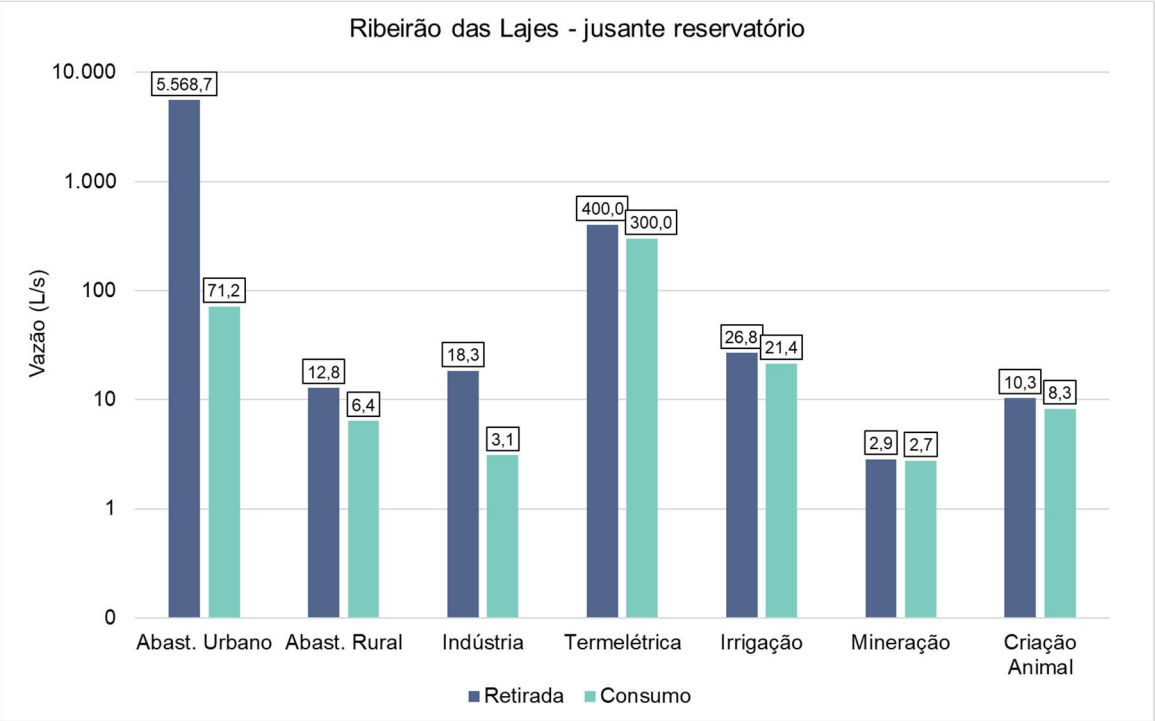


Figura 6.96 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ribeirão das Lajes – jusante reservatório

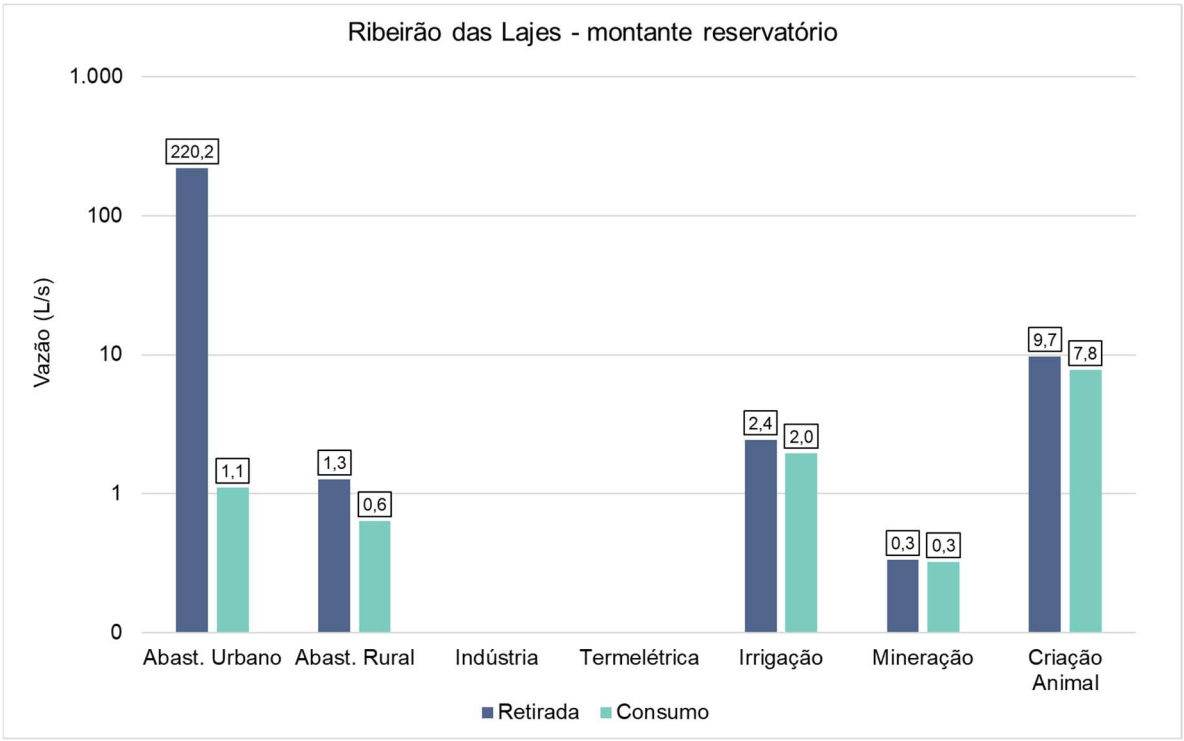


Figura 6.97 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Ribeirão das Lajes – montante reservatório

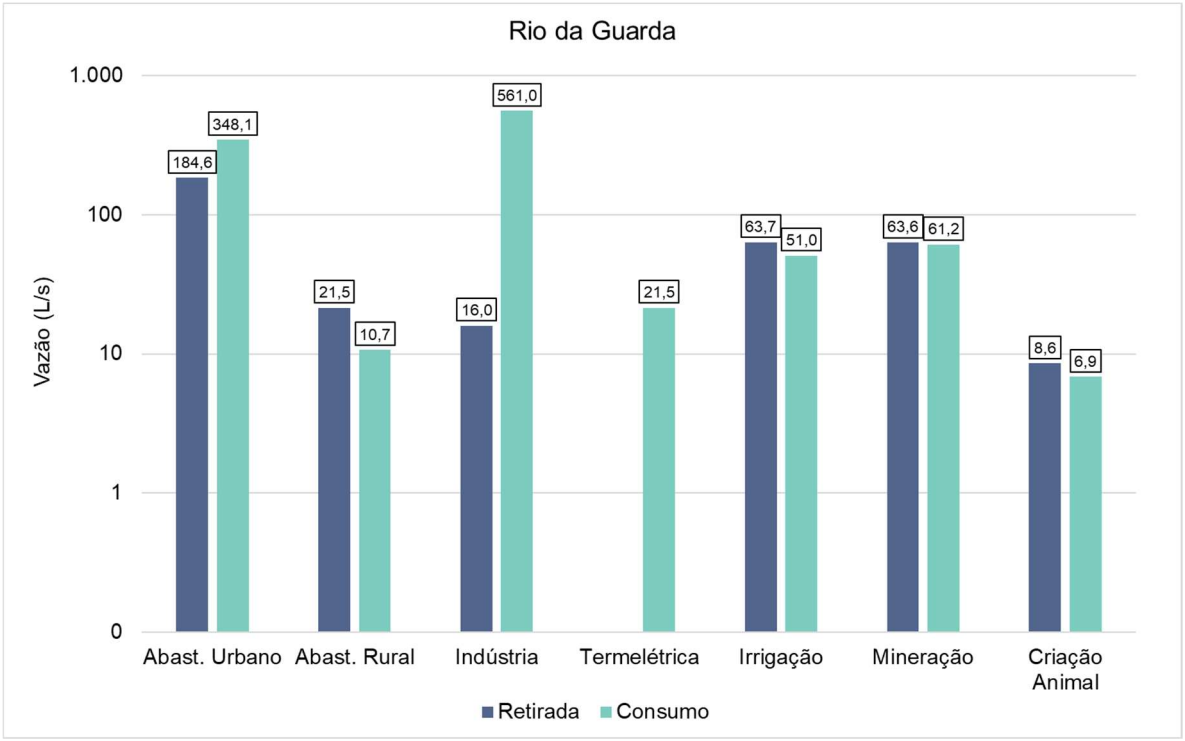


Figura 6.98 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio da Guarda

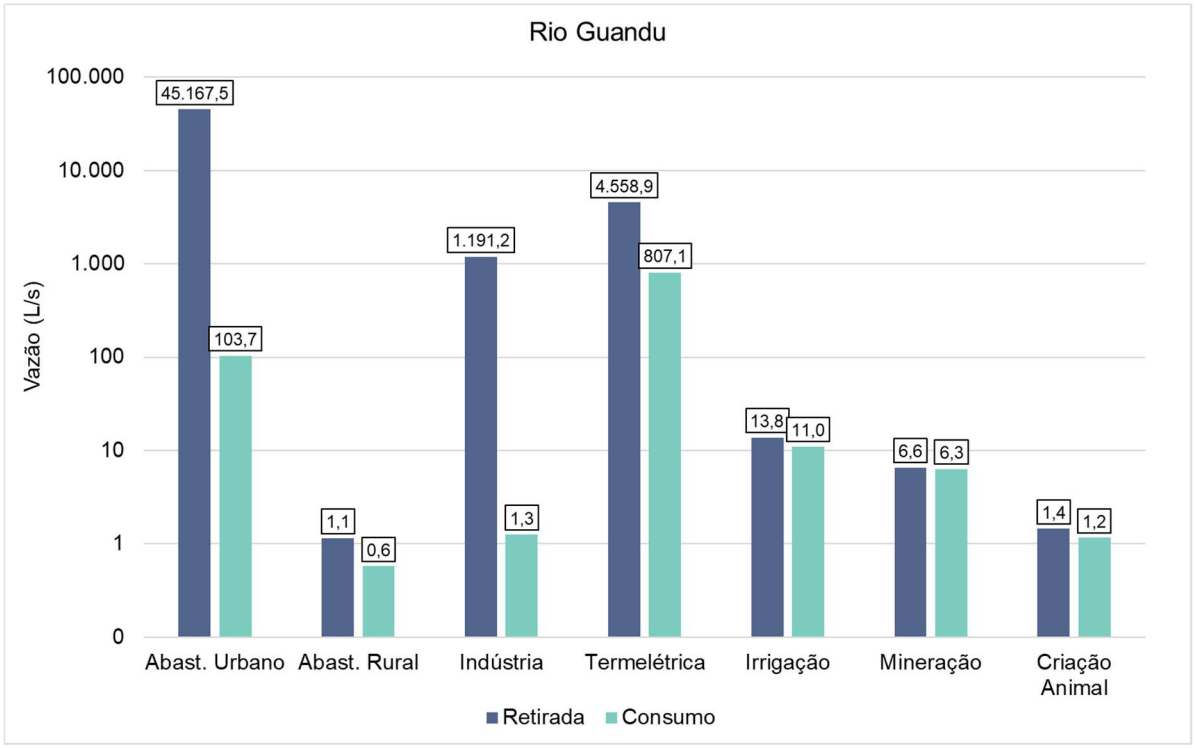


Figura 6.99 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Guandu

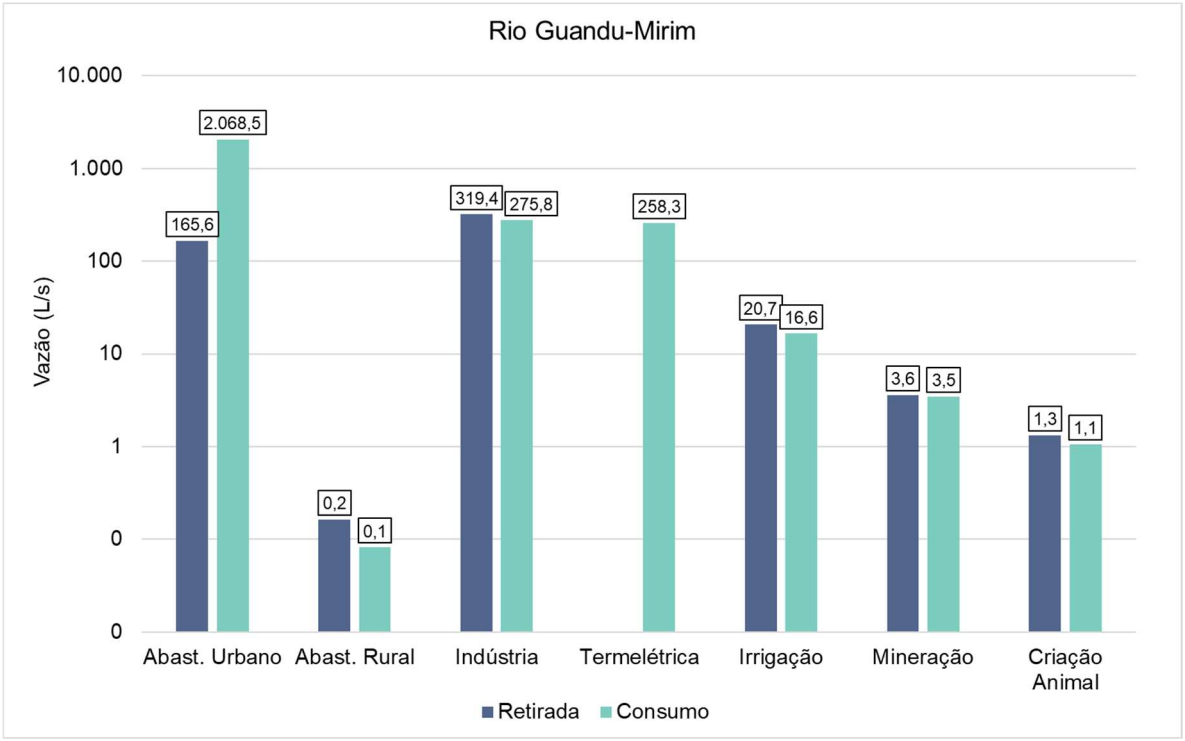


Figura 6.100 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Guandu Mirim

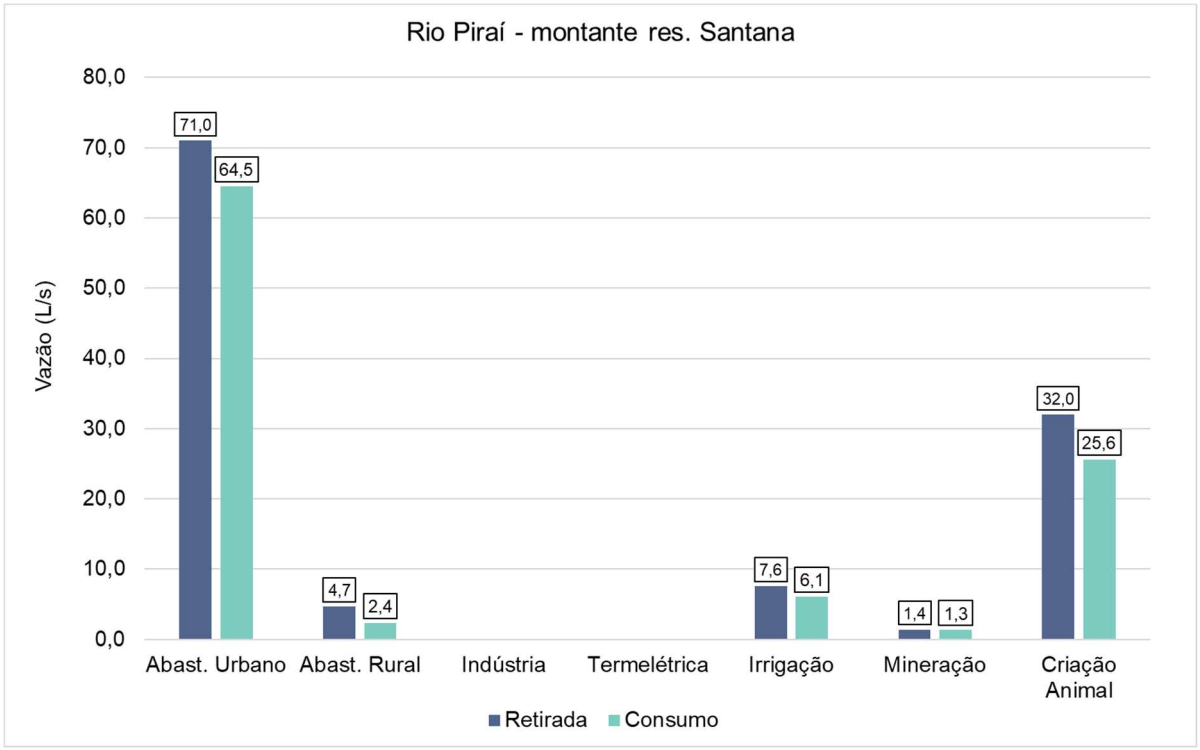


Figura 6.101 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Piraí – montante res. Santana

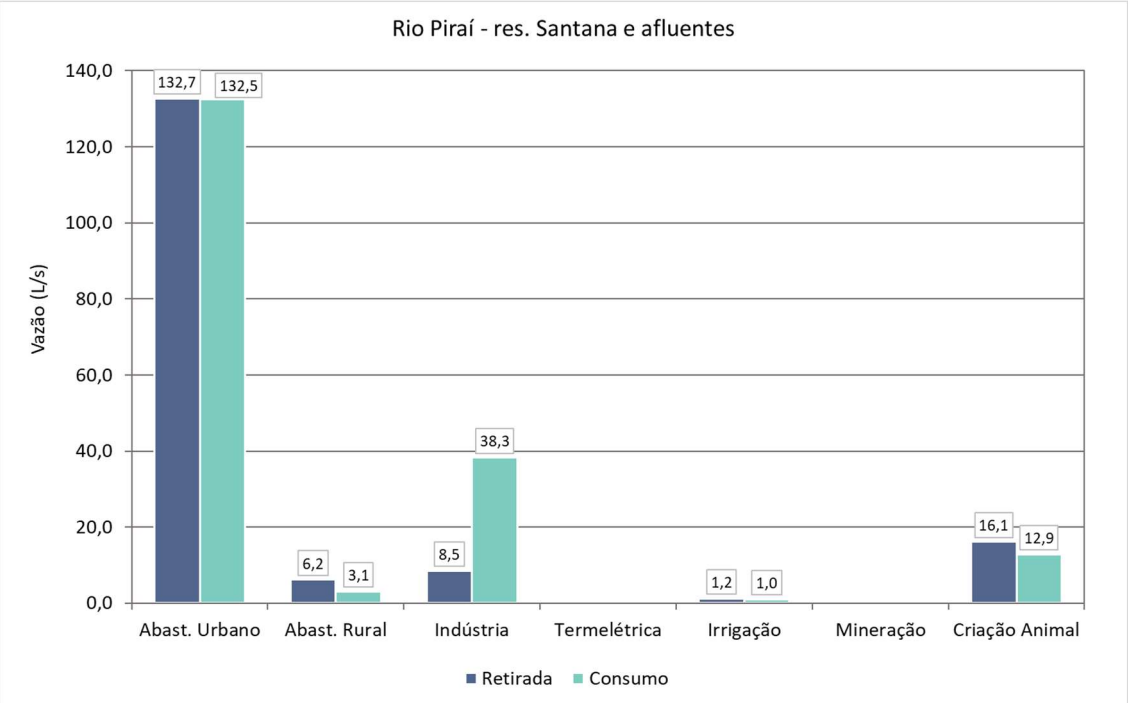


Figura 6.102 – Comparação entre as vazões retiradas e consumidas, por segmento usuário de água, na UHP Rio Piraí – res. Santana e afluentes

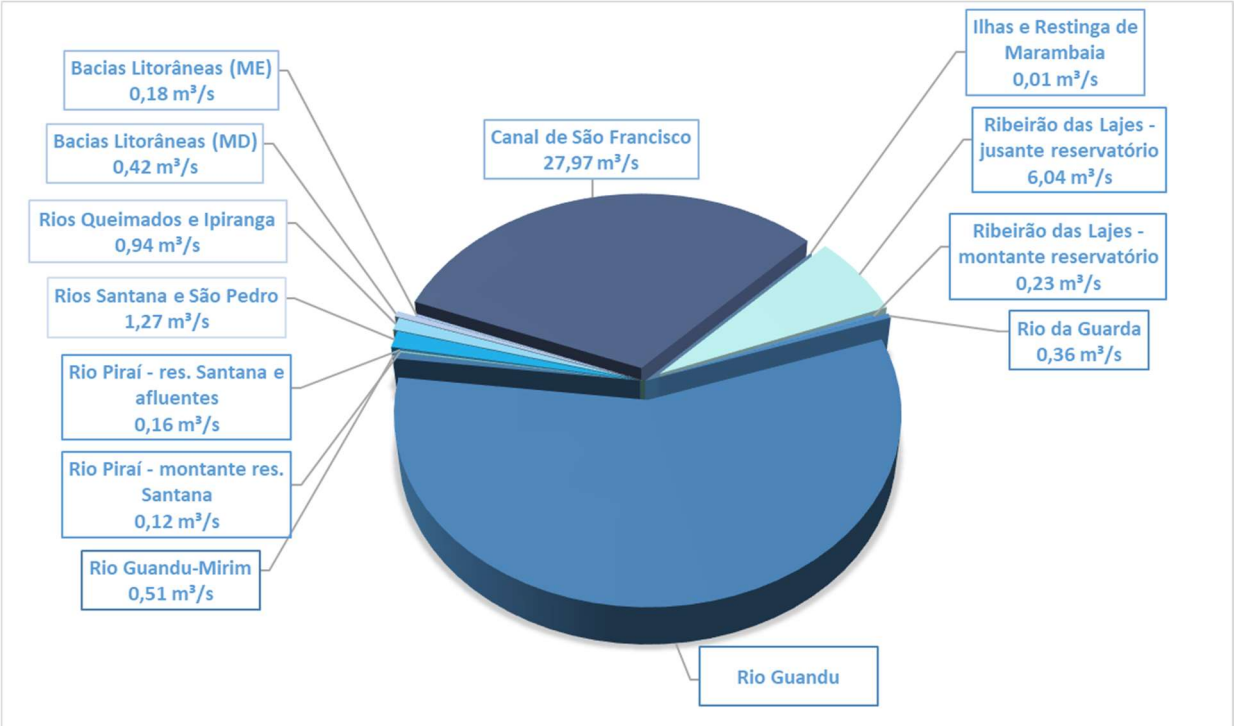


Figura 6.103 – Distribuição das demandas hídricas entre as UHPs

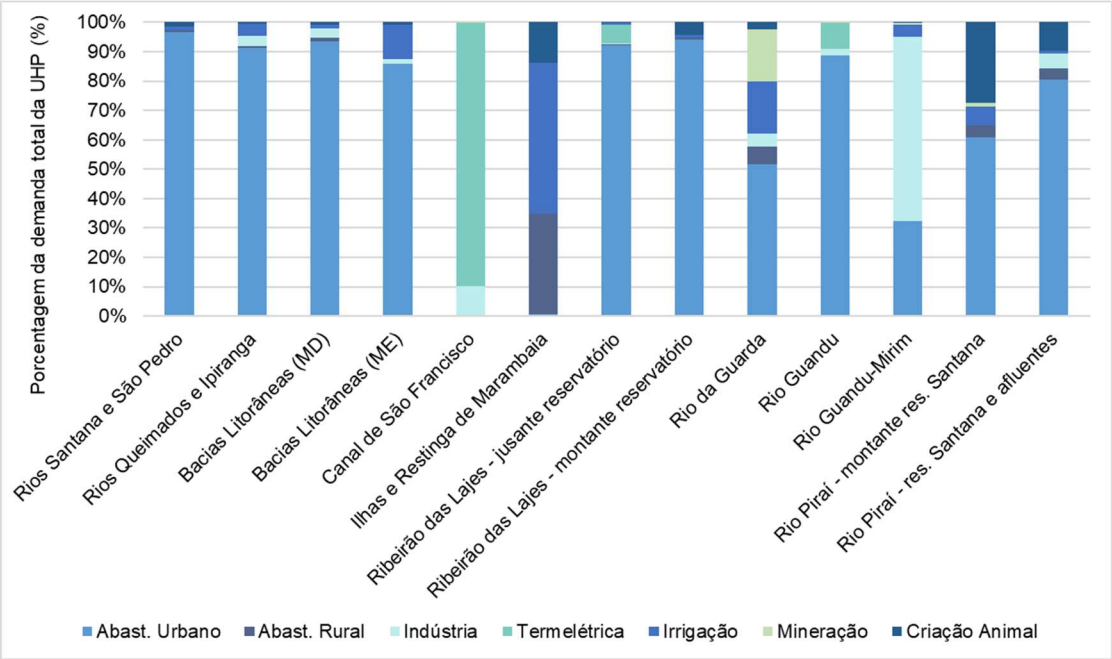


Figura 6.104 – Proporção da demanda estimada para cada segmento usuário de água, relativo à demanda total da UHP

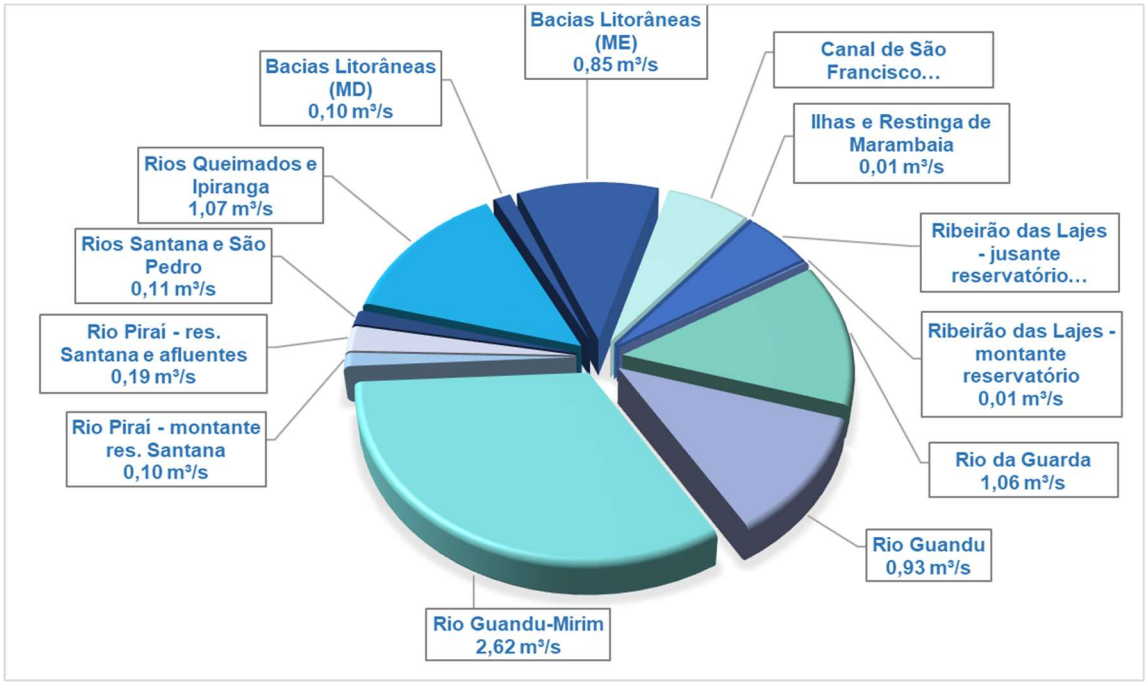


Figura 6.105 – Distribuição do Consumo estimado por UHP

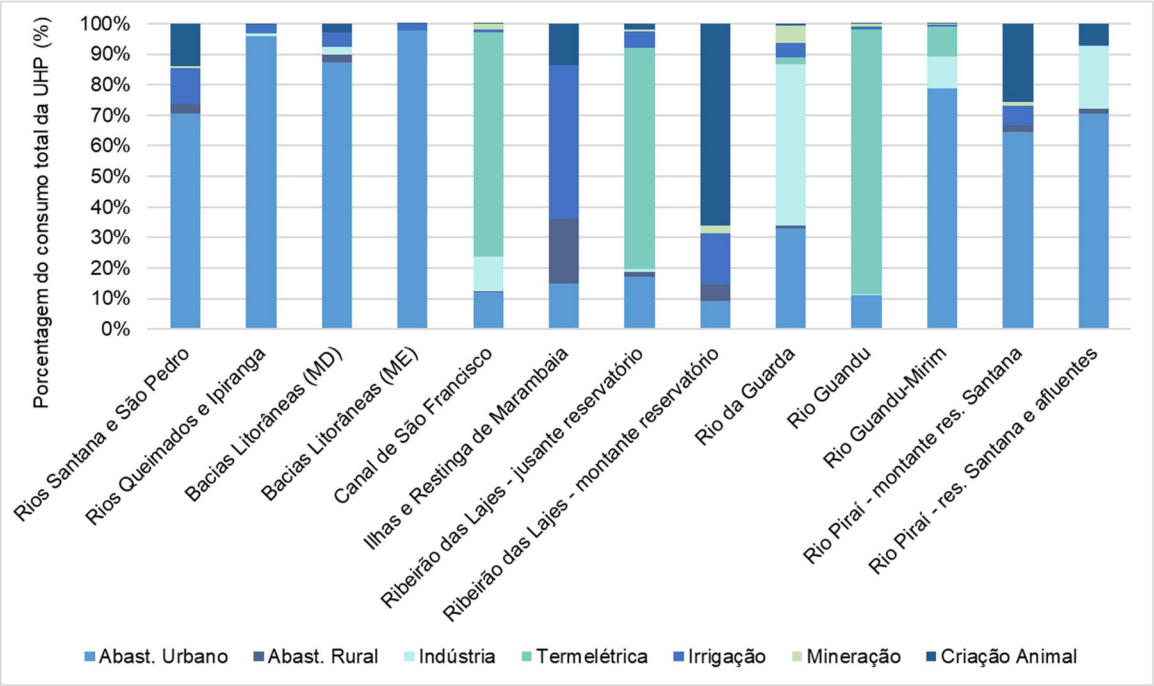


Figura 6.106 - Proporção do consumo estimado para cada segmento usuário de água, relativo à demanda total da UHP

6.4.12. Cadastro de Usuários da RH II

6.4.12.1. Análise de significância

Ao proceder a síntese dos pontos de captação cadastrados, já citados nos itens dos capítulos anteriores, e análise de sua significância para fins de outorga e cobrança, foi possível obter os resultados do total de *pontos de captação* com vazão significante e insignificante para cada atividade de uso consuntivo de água (Figura 6.107). É importante destacar que, um mesmo usuário (razão social) poderá ter mais de um ponto de captação cadastrado. Sendo assim, os dados apresentados a seguir são referentes as *captações* e não ao número de usuários.

As significâncias foram calculadas a partir dos limites descritos na Lei Estadual nº4247, de 16 de dezembro de 2003. Em complemento ao exposto na lei, realizou-se consulta ao INEA com o intuito de obter informações metodológicas sobre a forma que o instituto utiliza para classificar uma determinada captação como significante ou insignificante. Conforme departamento de cadastro do INEA[12], a vazão considerada para determinar se o uso realizado

[12] As informações sobre a metodologia utilizada para classificar uma determinada captação de água como significante ou insignificante foi obtida a partir da troca de e-mails com o departamento de cadastro do INEA, disponível no endereço cadastro.inea@gmail.com

é significante ou não, é a vazão máxima instantânea, considerando o número de horas, para calcular a vazão dia.

As vazões consideradas significantes são aquelas iguais ou superiores a 0,4 L/s para as águas superficiais e a 5000 L/dia para as águas subterrâneas. Esses dados estão espacializados no Mapa 6.25.

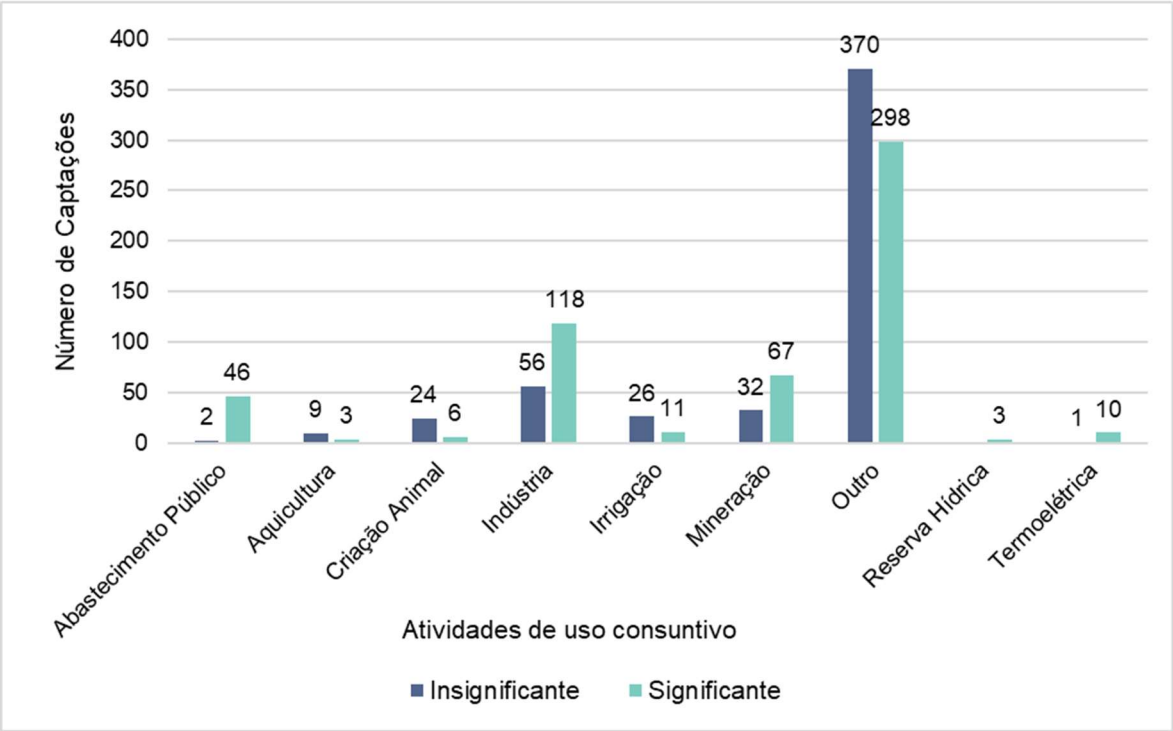


Figura 6.107- Pontos de captação de água com vazões significantes e insignificantes por atividade na RH II.

Fonte: Cadastro de Usuário do INEA.

Após proceder a exclusão de alguns valores cadastrados, em função de estarem desatualizados ou duplicados, restou um total de 1082 pontos de captações de água cadastrados na RH II. Estas captações estão discretizadas conforme tipo de uso e atividade, com informações de vazão máxima captada, no Quadro 6.84.

Quadro 6.84 – Número de captações e vazões máximas de captação significantes e insignificantes por atividade.

Tipo de uso	Tipo de Captação	Atividade	Número de captações
Insignificante	**Subterrânea**	Aquicultura	2
		Criação Animal	9
		Indústria	49
		Irrigação	3
		Mineração	6
		Outro	313
		Total	382
	Superficial	Abastecimento Público	2
		Aquicultura	7
		Criação Animal	15
		Indústria	7
		Irrigação	23
		Mineração	26
		Outro	57
		Termoelétrica	1
		Total	138
	Total Insignificante		**520**
Tipo de uso	**Tipo de Captação**	**Atividade**	**Número de captações**
Significante	**Subterrânea**	Indústria	95
		Irrigação	2
		Mineração	14
		Outro	221
		Total	332
	Superficial	Abastecimento Público	46
		Aquicultura	3
		Criação Animal	6
		Indústria	23
		Irrigação	9
		Mineração	53
		Outro	77
		Reserva Hídrica	3
		Termoelétrica	10
		Total	230
	Total Significante		**562**
Total Geral			**1.082**

Da totalidade das captações, 562 são consideradas significantes e 520 são consideradas como de uso insignificante, por estarem abaixo dos valores de significância da Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003. Apesar do número de captações com vazão insignificante representar 48% do número total de captações, o somatório de vazões insignificantes representa apenas 0,16% da vazão total cadastrada. As vazões significantes e insignificantes, tanto superficial quanto subterrânea, correspondentes a cada atividade por UHP estão dispostas nos Quadro 6.85 e Quadro 6.86.

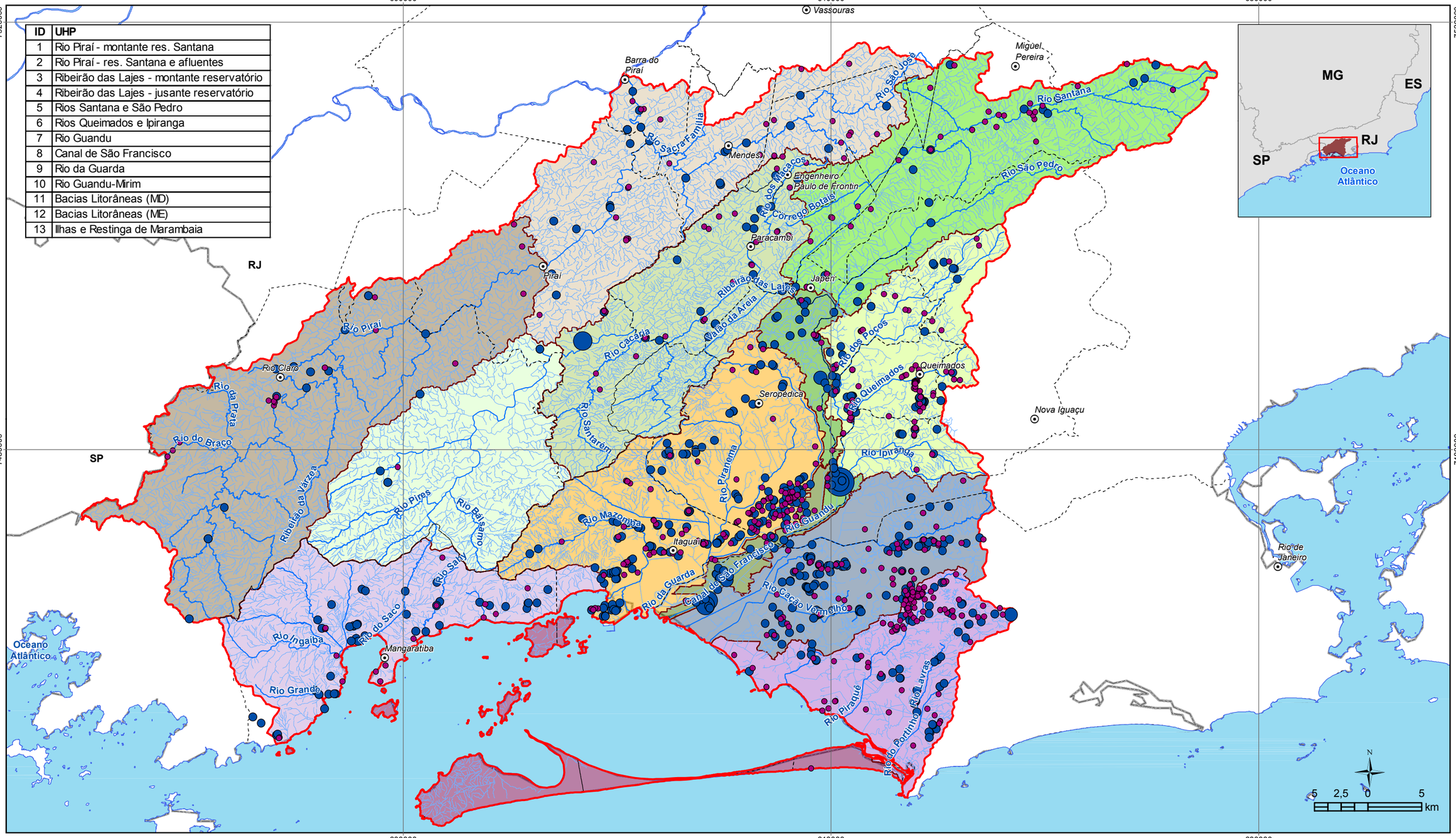
O Mapa 6.26 apresenta a espacialização dos usuários cobrados e os de uso insignificante.

Quadro 6.85 – Vazão máxima significante cadastrada por UHP.

Vazão máxima significante cadastrada (L/s)									
UHP	**Abastecimento Público**	**Aquicultura**	**Criação Animal**	**Indústria**	**Irrigação**	**Mineração**	**Outro**	**Reserva Hídrica**	**Termoelétrica**
Bacias Litorâneas (MD)	388,33	100,00	-	31,67	-	-	1.041,80	-	-
Bacias Litorâneas (ME)	130,00	-	-	6,75	-	-	4.236,73	-	-
Canal de São Francisco	-	-	-	3.861,24	7,41	48,80	55,56	-	19.940,00
Ilhas e Restinga de Marambaia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribeirão das Lages - jusante reservatório	5.537,00	-	-	14,17	33,33	10,42	2.003,25	-	400,00
Ribeirão das Lages - montante reservatório	220,00	-	31,06	-	-	1,67	695,00	100,00	-
Rio da Guarda	131,00	-	-	40,11	0,56	409,50	227,83	-	-
Rio Guandu	45.150,00	-	-	1.897,00	-	25,17	67,01	24.000,00	4.628,33
Rio Guandu-Mirim	105,00	-	-	769,35	-	25,40	336,16	-	5.677,78
Rio Piraí - montante res. Santana	62,25	-	16,67	-	-	2,61	50,97	-	-
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	128,94	296,67	0,69	194,84	4,72	-	173,29	-	-
Rios Queimados e Ipiranga	755,06	-	-	62,90	-	22,22	29,45	-	-
Rios Santana e São Pedro	1.217,33	-	-	-	68,33	-	36,81	-	-
TOTAL	53.824,92	396,67	48,43	6.878,02	114,35	545,79	8.953,85	24.100,00	30.646,11

Quadro 6.86 - Vazão máxima insignificante cadastrada por UHP.

Vazão máxima insignificante cadastrada (L/s)									
UHP	**Abastecimento Público**	**Aquicultura**	**Criação Animal**	**Indústria**	**Irrigação**	**Mineração**	**Outro**	**Reserva Hídrica**	**Termoelétrica**
Bacias Litorâneas (MD)	-	-	-	-	-	-	4,44	-	-
Bacias Litorâneas (ME)	-	1,25	0,56	0,67	0,28	-	17,10	-	-
Canal de São Francisco	-	-	-	-	-	2,16	1,24	-	-
Ilhas e Restinga de Marambaia	-	-	-	-	-	-	0,56	-	-
Ribeirão das Lages - jusante reservatório	-	-	0,69	0,75	-	0,42	6,13	-	-
Ribeirão das Lages - montante reservatório	-	-	-	-	-	-	0,17	-	-
Rio da Guarda	-	0,69	1,39	1,91	1,77	7,08	24,80	-	0,28
Rio Guandu	-	-	-	1,14	-	-	4,18	-	-
Rio Guandu-Mirim	-	-	-	2,42	-	0,39	16,62	-	-
Rio Piraí - montante res. Santana	0,00	0,77	-	-	-	4,50	0,56	-	-
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	-	0,03	0,48	0,54	1,22	0,14	4,16	-	-
Rios Queimados e Ipiranga	0,00	0,83	1,94	2,45	0,28	-	18,82	-	-
Rios Santana e São Pedro	-	-	0,42	0,60	68,58	2,04	1,07	-	-
TOTAL	0,00	3,58	5,48	10,47	72,13	16,73	99,85	-	0,28



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Cadastro de Usuários
- Volume insignificante

Cadastro de Usuários
Captação Total Máxima (L/s)
- 0 - 1.500
- 1.501 - 5.000
- 5.001 - 18.000
- 18.001 - 45.000

UHP
- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

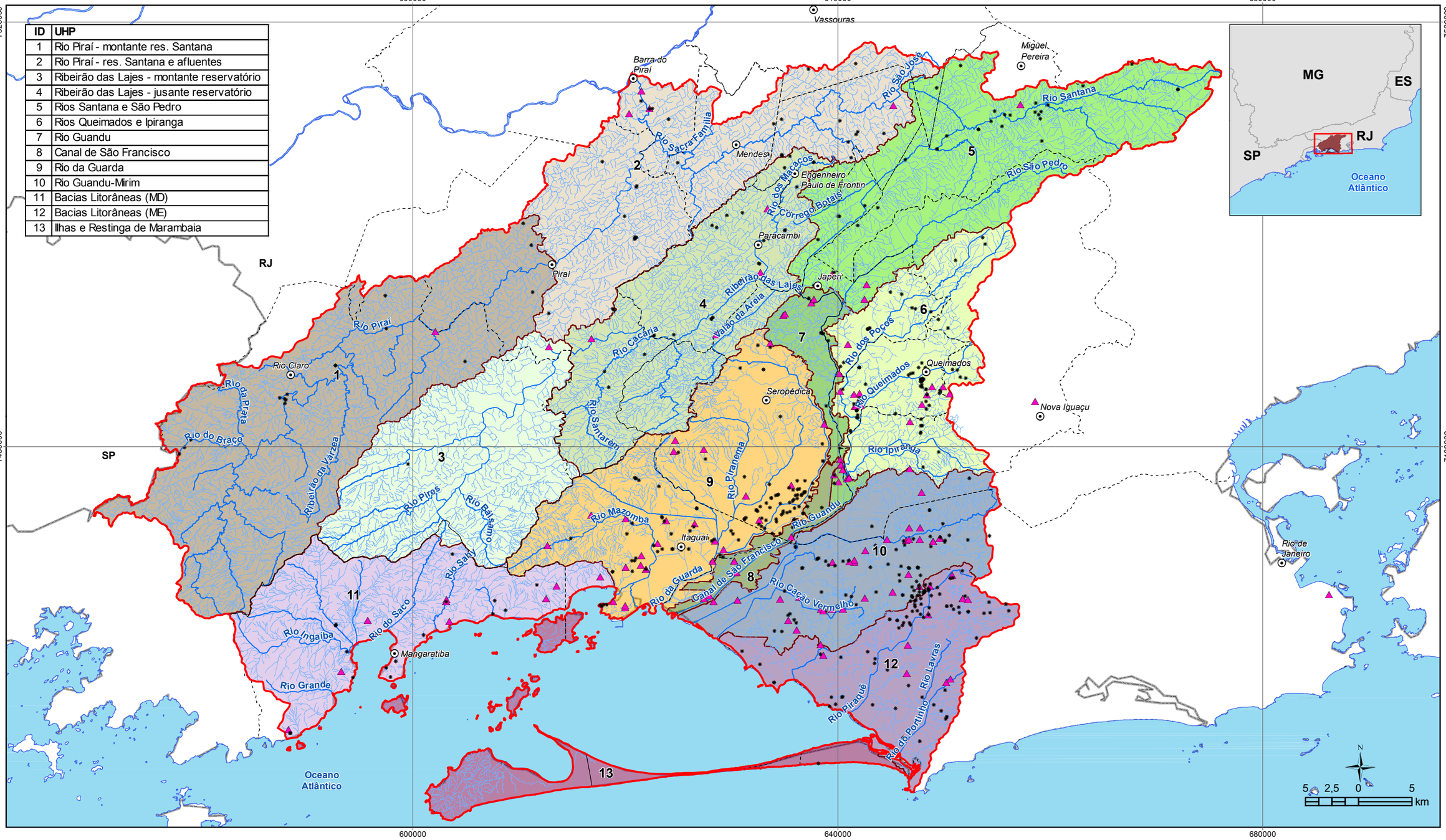
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.25 – Usuários cadastrados de uso significante e uso insignificante

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Cadastro de usuários: INEA, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Usuários Cobrados
- Cadastro de Usuários
- Volume insignificante
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.26 – Usuários cobrados e cadastrados de uso insignificante

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Cadastro da Cobrança: Agevap, 2017
- Cadastro de Usuários: INEA, 2017

6.4.12.2. Carga Orgânica

O cadastro de usuários do INEA também disponibiliza dados sobre a carga orgânica em pontos de lançamento para os mananciais. Os dados são referentes à demanda bioquímica de oxigênio (DBO): DBO máxima bruta, DBO média bruta, DBO máxima tratada, DBO média tratada, carga de DBO média bruta por dia, carga de DBO máxima tratada por dia e carga de DBO média tratada por dia.

Para fins de análise da carga orgânica lançada, serão utilizados os valores de carga DBO média bruta e tratada por dia. A carga é calculada através da multiplicação dos valores de DBO (kg/l) pelo valor de vazão de lançamento (l/dia). Os dados foram consistidos, removendo-se as informações duplicadas e desatualizadas.

As atividades de aquicultura e mineração não apresentam cadastro com informações de DBO. A criação animal possui um dos três cadastros de lançamento com informação de DBO e a irrigação possui um ponto, o qual é o único cadastrado. Esses dois pontos estão localizados na UHP Rio Piraí-res.Santana e afluentes.

O ponto de criação animal possui carga de DBO média bruta de 0,3 kg/dia e tratada de 0,04 kg/dia. O ponto de irrigação lança 339,8 kg/dia sem realizar tratamento.

Do total de 16 pontos com lançamento cadastrados referente ao abastecimento, apenas 2 pontos pertencentes à Prefeitura Municipal de Mendes têm informações de DBO e estão localizados na UHP Rio Piraí- res. Santana e afluentes. Já o esgotamento sanitário possui 15 dos seus 18 pontos com essas informações.Conforme o Quadro 6.87, a maior carga orgânica remanescente referente à essas atividades está na UHP Rios Queimados e Ipiranga.

A UHP Ribeirão das Lajes – jusante é a que possui o melhor índice de tratamento da carga bruta. Ao comparar os dados do cadastro com os calculados no capítulo de Esgotamento Sanitário do atual plano, percebe-se discrepância nos valores, sendo os calculados os mais próximos da realidade da RH II.

Quadro 6.87- Carga orgânica de abastecimento público e esgotamento sanitário cadastrada por UHP.

UHP	Carga DBO média bruta (kg/dia)	Carga DBO média tratada (kg/dia)	Carga DBO média remanescente (kg/dia)
Bacias Litorâneas (ME)	332,12	49,80	282,32
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	31,06	21,74	9,32
Rio Guandu-Mirim	1.055,72	147,01	908,71
Rio Piraí - montante res. Santana	1.044,68	467,52	577,15
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1.009,71	26,40	983,31
Rios Queimados e Ipiranga	1.285,52	179,39	1.106,13
Total Geral	4.758,81	891,87	3.866,94

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

A indústria é o setor com maior número de pontos de lançamento cadastrados. Dos 66 pontos, 45 têm informações de DBO. No cadastro de lançamento de termelétricas, 3 pontos possuem informações de carga orgânica e estão localizados nas UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu. Conforme o Quadro 6.88 as maiores cargas orgânicas referentes à essas atividades estão nas UHPs Rio Piraí – res. Santana e Afluentes e Rio Guandu-Mirim. Do total de 8.530,05 kg/dia de carga de DBO remanescente, 7.165,49 kg/dia são referentes à indústria e 1.364,56 kg/dia às termelétricas.

Quadro 6.88 - Carga orgânica de indústrias e termelétricas cadastradas por UHP.

UHP	Carga DBO média bruta (kg/dia)	Carga DBO média tratada (kg/dia)	Carga DBO média remanescente (kg/dia)
Bacias Litorâneas (ME)	575,24	22,94	552,30
Canal de São Francisco	15,45	3,13	12,32
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	288,53	265,49	23,04
Rio da Guarda	519,45	27,36	492,08
Rio Guandu	1.410,78	50,40	1.360,38
Rio Guandu-Mirim	2.558,34	115,57	2.442,77
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2.825,99	254,29	2.571,70
Rios Queimados e Ipiranga	2.281,42	1.205,98	1.075,44
Rios Santana e São Pedro	0,16	0,14	0,02
Total Geral	10.475,35	1.945,30	8.530,05

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

Além dessas atividades, outras cadastradas como condomínio, consumo humano, combate a incêndio, lavagem de veículos e urbanização também possuem informações sobre DBO. Seus valores por UHP estão listados no Quadro 6.89.

Quadro 6.89 - Carga orgânica de outras atividades cadastradas por UHP.

UHP	Carga DBO média bruta (kg/dia)	Carga DBO média tratada (kg/dia)	Carga DBO média remanescente (kg/dia)
Bacias Litorâneas (MD)	280,85	16,94	263,91
Bacias Litorâneas (ME)	2.879,98	576,00	2.303,99
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1.281,19	99,78	1.181,41
Rio da Guarda	9.407,62	170,79	9.236,83
Rio Guandu	336,00	50,40	285,60
Rio Guandu-Mirim	3.252,50	72,21	3.180,29
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	3,88	1,84	2,04
Rios Queimados e Ipiranga	304,00	166,20	137,80
Total Geral	17.746,02	1.154,17	16.591,86

Fonte: Adaptado do cadastro de usuários do INEA, 2016.

Os padrões e condições legais de lançamento de efluentes devem estar de acordo com a CONAMA 357 de 2005, complementada e alterada pela CONAMA 430 de 2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Para a análise de significância das cargas orgânicas lançadas pelos usuários cadastrados na RH II, calculou-se o percentil 1% da carga orgânica total lançada de 29.444,82 kg/dia, o que resultou em 35 kg/dia. Assim, do universo de 78 lançamentos cadastrados com dados de carga orgânica, 35 pontos lançam carga orgânica em concentração inferior a esse valor e são, portanto, considerados insignificantes.

No entanto, nem sempre essa carga é de fato insignificante. Para fins de enquadramento na Classe 2 do CONAMA 357 seria necessário que o curso d'água no qual é realizado o lançamento tenha uma vazão mínima de 80 L/s para que os 35 kg/dia (405 mg/s) sejam diluídos a 5 mg/L. Os cursos d'água com vazão $Q_{7,10}$ inferior a 80 L/s e os 35 pontos foram espacializados (Mapa 6.27). Identificaram-se 17 pontos que lançam seu efluente em cursos d'água sem vazão suficiente para diluição. Portanto, para esses pontos a carga é considerada significante. A partir desses resultados, pode-se concluir que não é possível definir significância para a carga orgânica a partir do universo de 78 pontos disponível para essa análise.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
Rio Paraíba do Sul
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Rio Claro
Seropédica
Queimados
Nova Iguaçu
Itaguaí
Mangaratiba
Rio de Janeiro
RJ
SP
Oceano Atlântico

75755 196337 88226 243877 243877 238289 238289 238289 235991 104848 236738 236738 73552 236755 245689 245689 245689 248381 62243 155642 181512 90429 146752 185340 224168 240003 249633 228325 176186 92797 197441 64887

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

5 2,5 0 5 km

N

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

LEGENDA

- Sede municipal
- Carga Orgânica insignificante
- (inferior a 35 km/dia)
- Massa d'água
- UHP
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Disponibilidade

Q7,10 (L/s)

- ≤ 80
- > 80

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.27 – Cursos d'água com Q7,10 superior e inferior a 80 L/s e pontos de lançamento com carga orgânica inferior a 35 kg/dia

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Cargas: INEA, 2017

6.4.13. Cadastro de Outorgas da RH II

O banco de dados de outorga disponibilizado pelo INEA contém 308 pontos de outorga de captação e lançamento superficial de água e 419 pontos de captação subterrânea na RH II. No entanto, os dados foram filtrados e espacializados em ambiente SIG antes de se prosseguirem as análises o que resultou em um total de 281 pontos de captação e lançamento superficial e 381 de captação subterrânea.

Além disso, para otimizar a análise, os dados foram agrupados conforme finalidades de uso, resultando nas seguintes classes: abastecimento público, consumo humano, indústria, mineração, agropecuária, termelétrica, lançamento de efluentes e outros. As finalidades de uso de água existentes no banco de outorgas do INEA e as finalidades correspondentes utilizadas para as análises feitas neste plano estão no ANEXO VI.

6.4.13.1. Análise de significância

O procedimento para a análise de significância das vazões de captação cadastrados no Cadastro de Outorgas foi o mesmo utilizado no capítulo de Cadastro de Usuários da RH II. As significâncias foram calculadas a partir dos limites descritos na Lei Estadual nº4247, de 16 de dezembro de 2003. As vazões consideradas significantes, para fins de outorga e cobrança, são aquelas iguais ou superiores a 0,4 L/s para as águas superficiais e a 5.000 L/dia para as águas subterrâneas.

Os resultados de vazões máximas outorgadas significantes e insignificantes estão no Quadro 6.90 e Quadro 6.91. Na Figura 6.108 estão dispostos os totais de pontos com uso insignificante e significante por cada atividade de uso. Estes estão espacializados no Mapa 6.28 e no Mapa 6.29 estão espacializados os usuários cobrados e os de uso insignificante contidos no cadastro de outorgas.

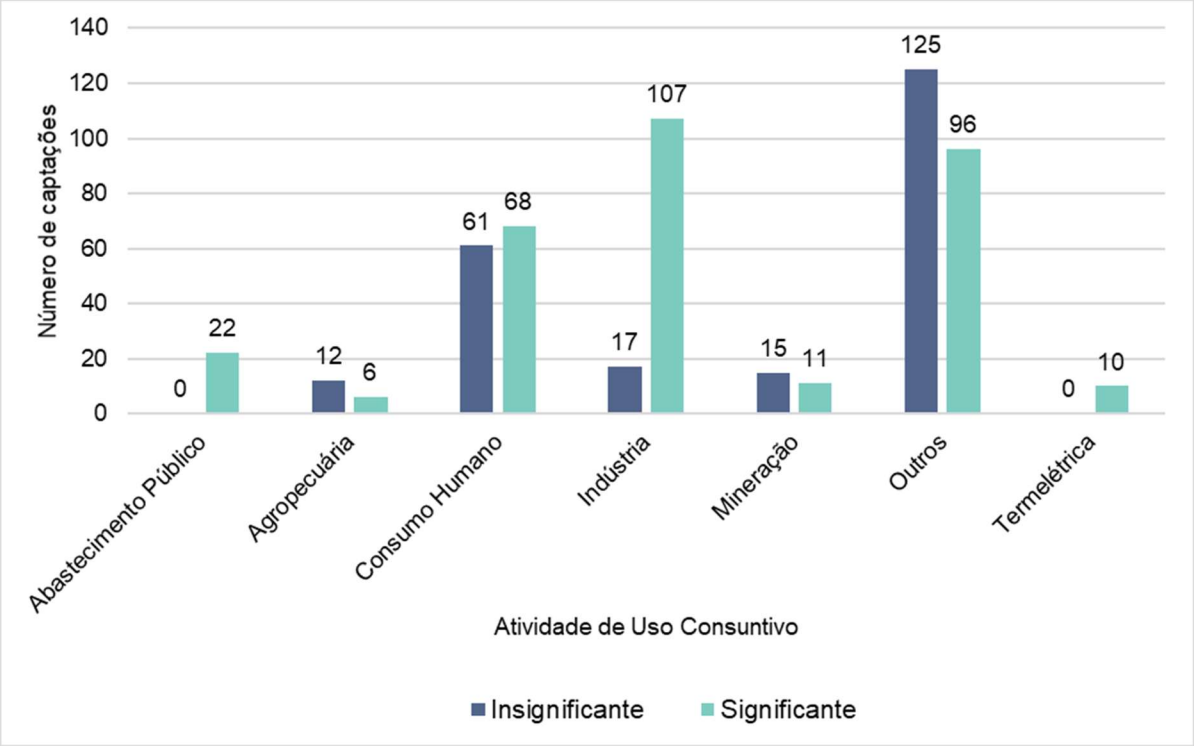


Figura 6.108 - Pontos de captação de água com vazões significantes e insignificantes por atividade na RH II contidos no Cadastro de Outorgas.

Quadro 6.90 – Vazões máximas captadas significantes contidas no Cadastro de Outorgas do INEA.

Vazão máxima captada significante cadastrada (L/s)							
UHP	**Abastecimento Público**	**Agropecuária**	**Consumo Humano**	**Indústria**	**Mineração**	**Outros**	**Termoelétrica**
Bacias Litorâneas (MD)	-	-	86,41	31,70	-	14,07	-
Bacias Litorâneas (ME)	-	0,00	15,00	5,53	0,00	15,87	-
Canal de São Francisco	-	7,41	1,11	9.678,47	0,00	0,00	17.740,00
Ilhas e Restinga de Marambaia	-	-	-		-	-	-
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	5.556,44	0,00	0,00	1.227,77	6,94	122,00	522,00
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	350,00	-	-		-	0,00	-
Rio da Guarda	-	0,00	93,33	30,54	243,03	106,26	-
Rio Guandu	45.150,00	-	0,00	2.448,01	-	267,01	4.738,78
Rio Guandu-Mirim	-	0,00	21,06	45,12	-	14,12	-
Rio Piraí - montante res. Santana	179,14	93,61	0,00	2,78	-		-
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	57,50	0,00	2,50	250,40	-	204,56	-
Rios Queimados e Ipiranga	751,80	32,50	13,66	29,18	-	12,64	-
Rios Santana e São Pedro	972,58	-	0,97	-	0,00	4.433,11	-
TOTAL	53.015,58	133,52	234,03	13.749,49	249,97	5.189,64	23.000,78

Quadro 6.91 - Vazões máximas captadas insignificantes contidas no Cadastro de Outorgas do INEA.

Vazão máxima captada insignificante cadastrada (L/s)							
UHP	**Abastecimento Público**	**Agropecuária**	**Consumo Humano**	**Indústria**	**Mineração**	**Outro**	**Termoelétrica**
Bacias Litorâneas (MD)	-	-	0,51	-	-	1,14	-
Bacias Litorâneas (ME)	-	-	1,99	-	-	2,89	-
Canal de São Francisco	-	-	0,39	-	-	-	-
Ilhas e Restinga de Marambaia	-	-	-	-	-	-	-
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	-	-	-	-	-	-	-
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	-	-	-	-	-	0,17	-
Rio da Guarda	-	2,44	4,83	-	6,06	5,77	-
Rio Guandu	-	-	-	-	-	0,67	-
Rio Guandu-Mirim	-	-	0,67	0,81	0,00	3,33	-
Rio Piraí - montante res. Santana	-	-	-	-	-	-	-
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	-	1,28	1,63	-	-	-	-
Rios Queimados e Ipiranga	-	-	-	-	-	6,35	-
Rios Santana e São Pedro	-	-	-	0,28	-	0,46	-
TOTAL	-	5,66	13,66	3,29	7,91	24,51	-

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras Barra do Piraí Miguel Pereira Mendes Engenheiro Paulo de Frontin Paracambi Piraí Japeri Seropédica Queimados Nova Iguaçu Itaguaí Mangaratiba Rio de Janeiro

Rio Paraíba do Sul Rio Sacra Família Rio São José Rio Santana Rio São Pedro Rio dos Macacos Córrego Borrais Ribeirão das Lajes Vala do Areia Rio Cacaria Rio dos Poços Rio Queimados Rio Ipiranga Rio Santanésia Rio Piraí Rio Claro Rio da Prata Rio do Braço Ribeirão da Várzea Rio Pires Rio Ipiranema Rio Mazomba Rio Guandu Rio da Guarda Canal de São Francisco Rio Cação Vermelho Rio Ingaíba Rio do Saco Rio Grande Rio Piraquê Rio Lavras Rio do Portinho

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

RJ SP

Oceano Atlântico

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

5 2,5 0 5 km N

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Outorgas

- Volume insignificante

Outorgas - Volume significante

Vazão Máxima Outorgada (L/s)

- ≤ 2.000
- 2.001 - 5.500
- 5.501 - 18.000
- 18.001 - 45.000

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

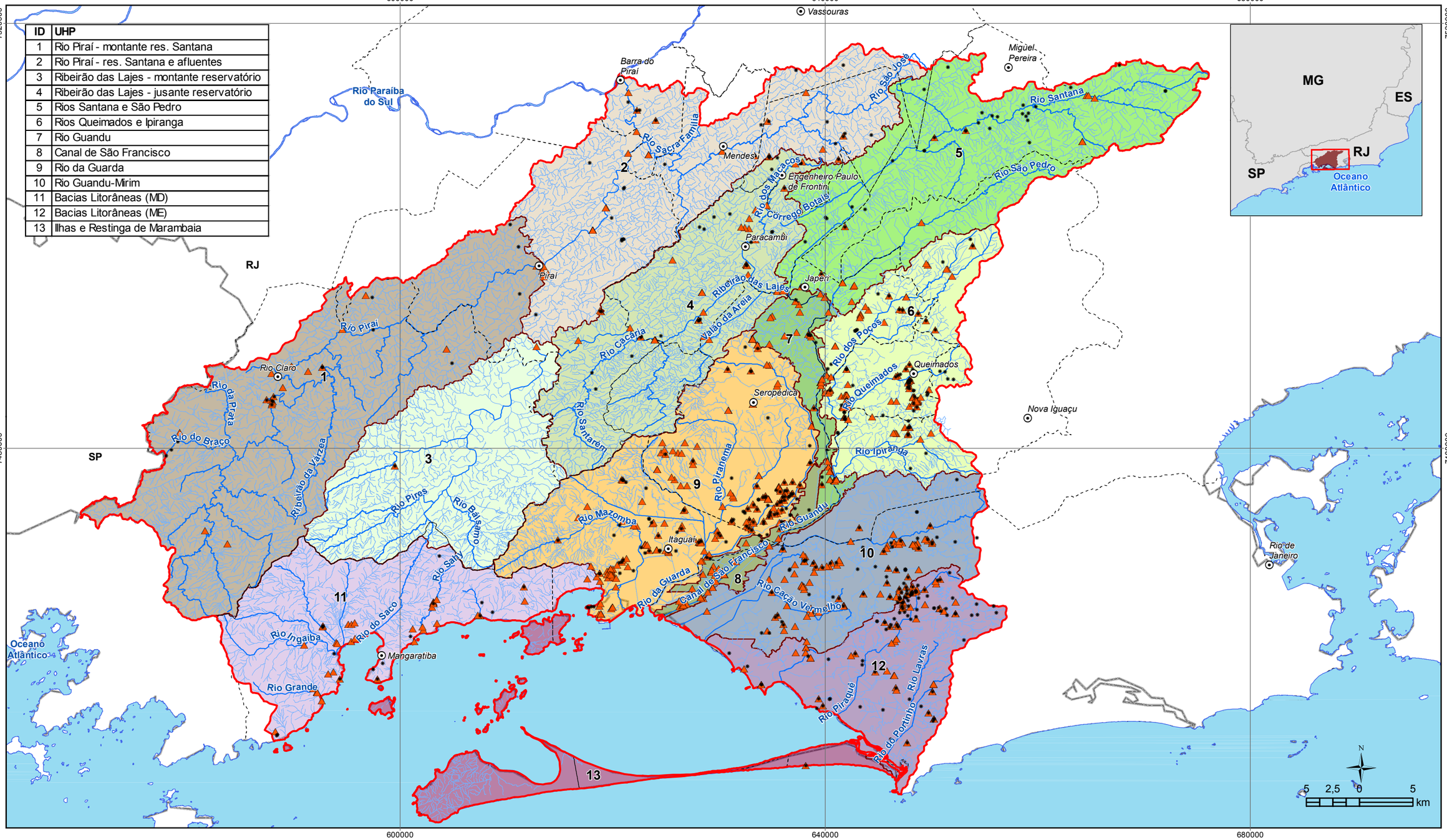
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.28 – Outorgas de uso significante e uso insignificante

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Outorgas: INEA, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Usuários Outorgados
- Cadastro de Usuários
- Volume insignificante
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

UHP

- Rio Piraí - montante res. Santana
- Rio Piraí - res. Santana e afluentes
- Rios Santana e São Pedro
- Rios Queimados e Ipiranga
- Ribeirão das Lajes - montante reservatório
- Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
- Rio Guandu
- Canal de São Francisco
- Rio da Guarda
- Rio Guandu-Mirim
- Bacias Litorâneas (MD)
- Bacias Litorâneas (ME)
- Ilhas e Restinga de Marambaia

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 6.29 – Usuários outorgados e cadastrados de uso insignificante

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Outorgas: INEA, 2017
- Cadastro de Usuários: INEA, 2017

6.5. BALANÇO HÍDRICO

6.5.1. Descrição do modelo de balanço hídrico quantitativo

O Grupo de Pesquisas de Hidrologia de Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS) vem desenvolvendo alguns produtos que visam a integração de sistemas de apoio à decisão voltados à gestão de recursos hídricos com modelos hidrológicos e SIG, cuja base é o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB), também desenvolvido no mesmo núcleo de pesquisas.

A versão mais atual do sistema de apoio à decisão desenvolvido no HGE está descrita em Kayser (2011), no qual se propõe o desenvolvimento de um sistema integrado ao software MapWindow®, um Sistema de Informação Geográfica programável de código aberto, e livre distribuição na internet. Esta integração é realizada através de um plug-in, que corresponde a um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica. A Figura 6.109 apresenta o aspecto geral do sistema desenvolvido.

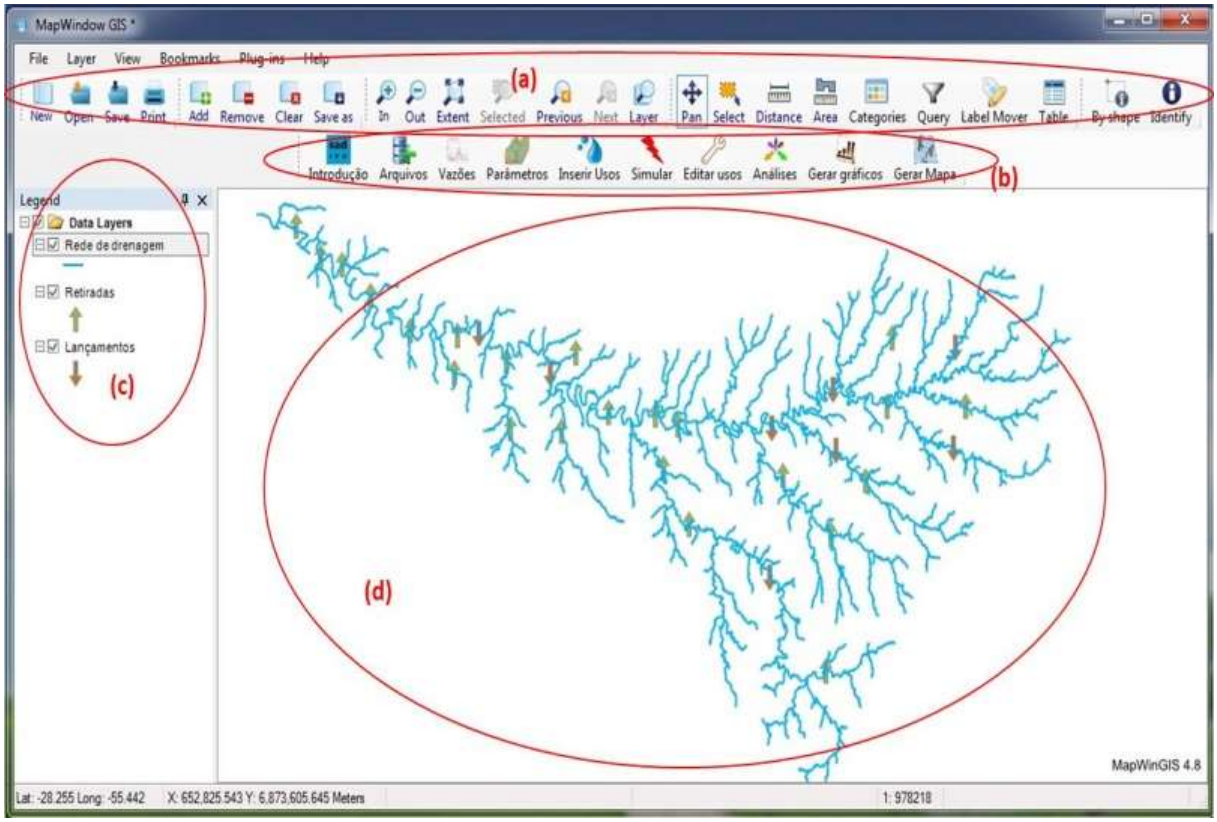


Figura 6.109 - Interface do SiGBAH-IPH associado ao software MapWindow GIS.

Em (a), são indicadas as funções típicas de um SIG, tais como a inserção de um arquivo, ferramentas de zoom, identificação de elementos, etc. Estas ferramentas já vêm incluídas na versão do SIG sem o plug-in. Em (b), indica-se o plug-in referente ao SiGBAH-IPH, constituído pela barra de ferramentas ilustrada. Em (c) são listados os arquivos inseridos no projeto, no caso de uma aplicação do SiGBAH-IPH, estão presentes o arquivo da rede de drenagem representando a bacia, e os arquivos de usuários da mesma.

O modelo já foi aplicado nas bacias do rio Ibicuí e Ijuí, no Rio Grande do Sul, em duas bacias afluentes do rio São Francisco, em Minas Gerais, e também da bacia do rio Macaé, no Estado do Rio de Janeiro, notando-se a grande facilidade de implementação em qualquer bacia hidrográfica. Na página do grupo de pesquisas encontra-se disponível para download a versão atual do SiGBAH-IPH, além do manual de instruções e artigos publicados, no qual pode ser acessado através do seguinte link: https://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/sigbah-iph/sigbah-outorga/.

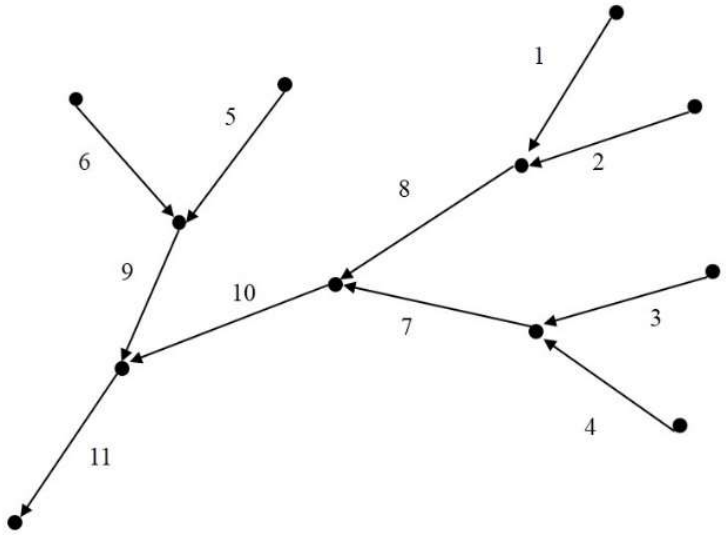
6.5.1.1. Dados de entrada do modelo

Este item descreve a criação do banco de dados geoespacial de uma bacia hidrográfica. O produto final da etapa de pré-processamento é um arquivo shapefile denominado rede de drenagem, que representam a drenagem de uma bacia graficamente segmentada em vários trechos. Para a geração da rede de drenagem, lança-se mão da utilização de ferramentas de geoprocessamento e dos chamados Modelos Digitais de Elevação (MDE), ou Modelo Numérico do Terreno (MNT). Os MDE correspondem a uma representação de dados topográficos na forma de uma imagem no formato raster, ou matricial, onde cada pixel dessa imagem tem como atributo o valor de elevação do terreno representado.

Para obtenção do arquivo da rede de drenagem, existem duas formas de processamento do MDE: utilizando a estrutura de dados e o conjunto de ferramentas denominado ArcHydro, desenvolvidas em parceria pela Universidade do Texas e pela empresa ESRI, que operam internamente ao programa ArcGIS® (Maidment, 2002), ou então utilizando o plug-in TauDEM, desenvolvido pela Universidade do Estado de Utah e operado juntamente com o SIG MapWindow®. Em ambos os processos, é executada uma série de operações a partir do MDE, entre elas a definição das direções de fluxo, definição das áreas de contribuição, definição dos cursos d'água e geração dos arquivos de rede de drenagem e das mini-bacias resultantes da etapa de discretização.

Os principais atributos de topologia da rede de drenagem são o código de cada trecho de rio e o código do trecho de jusante, obtidos na etapa de pré-processamento. Estas codificações são importantes pois elas identificam o trecho simulado e indicam o próximo segmento, a fim de se prosseguir com a simulação. Além deste código, cada trecho de rio recebe do sistema de apoio à decisão um número que identifica a ordem do curso d´água. Os códigos são atribuídos de montante para jusante, de forma que os códigos mais altos correspondem aos trechos de rio localizados mais à jusante.

A Figura 6.110 ilustra um esquema de uma rede de drenagem associada a sua tabela de atributos, focando os códigos que estabelecem a topologia da bacia. A estrutura topológica se estabelece de tal forma que à exceção dos trechos de cabeceira, todos os demais recebem a confluência de dois trechos, e encaminha o fluxo para um único trecho de jusante. Observa-se que todos os trechos de cabeceira são numerados primeiramente, seguindo para os trechos de ordem mais elevada.



Código	Código jusante
1	8
2	8
3	7
4	7
5	9
6	9
7	10
8	10
9	11
10	11
11	-1

Figura 6.110 - Exemplo de rede de drenagem ilustrando a estrutura topológica da bacia

Os dados referentes aos usuários de água da bacia serão armazenados em um banco de dados geoespacial, da mesma forma como ocorre no arquivo da rede de drenagem. Valendo-se das propriedades do SIG, os dados dos usuários podem ser inseridos no sistema por três formas distintas, conforme ilustrado na Figura 6.111 abaixo:

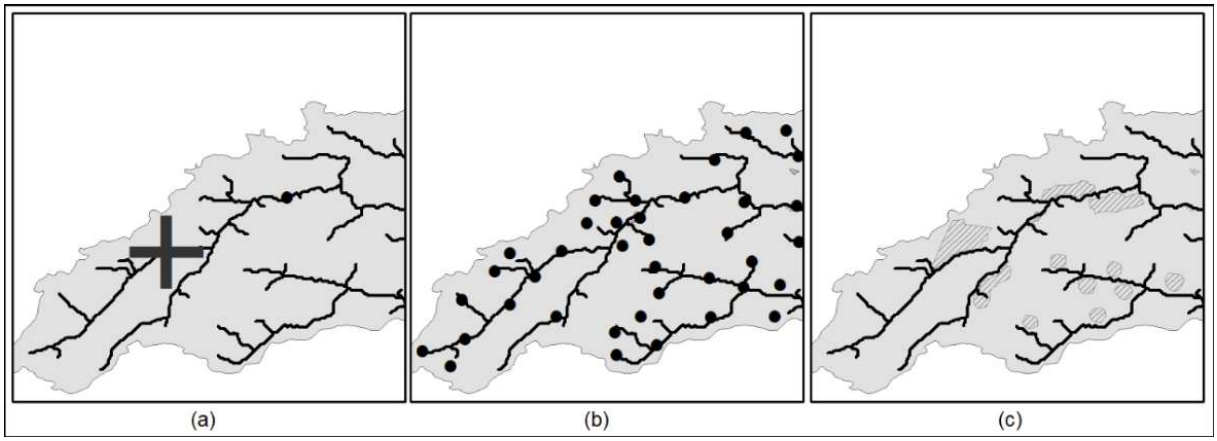


Figura 6.111 - Formas de inserção dos usuários de água da bacia: (a) inserção manual através da seleção do trecho, (b) inserção automática através de uma tabela de valores, e (c) inserção automática através do carregamento de um arquivo vetorial.

A inserção manual se dá pela seleção do trecho da rede de drenagem onde está localizado o usuário através do cursor do *mouse*. Após o clique o modelo apresentará uma janela onde serão solicitadas as informações de demanda ou lançamento do usuário. A inserção automática através de uma tabela se dá pelo carregamento de uma tabela Excel onde estão contidas as coordenadas e os dados de demanda ou lançamento de cada usuário. Por fim, também é possível fazer a inserção dos usos através do carregamento de um arquivo vetorial do tipo polígonos, especificamente para o caso do uso para a agricultura onde se atribui um valor de demanda específica em função da área utilizada.

6.5.1.2. Descrição do módulo de balanço hídrico

O esquema de balanço hídrico adotado neste estudo é constituído por um balanço de entradas e saídas de água em cada uma das microbacias da rede hidrográfica. Neste caso, não é adotado um modelo de acúmulo de demandas e comparação com o valor da vazão de referência, mas um esquema de propagação do saldo hídrico após a contabilização das retiradas. O modelo de balanço hídrico adotado é baseado na Figura 6.112.

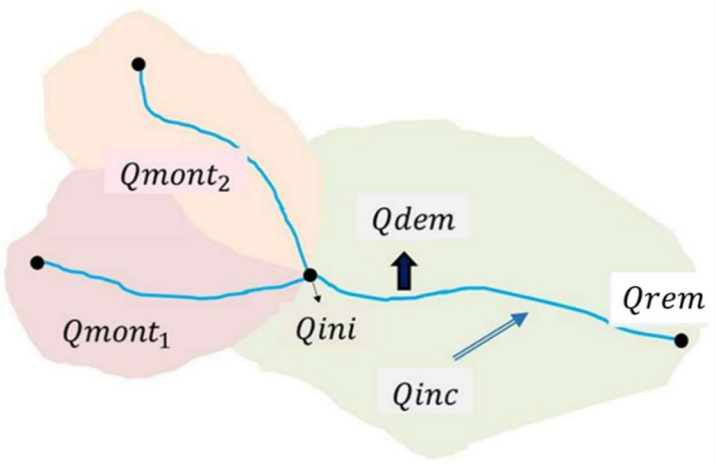


Figura 6.112 – Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no módulo de balanço hídrico considerando o suprimento da rede de drenagem.

Onde $Qmont_1$ e $Qmont_2$ são as vazões finais das bacias de montante, $Qini$ é a vazão inicial da microbacia, $Qdem$ é o somatório das demandas associadas à microbacia, $Qinc$ é o valor incremental da microbacia e $Qrem$ é a vazão remanescente do trecho.

O valor de $Qini$ será dado simplesmente pelo somatório dos valores de saída das microbacias de montante, sendo dado pela seguinte equação (NM representa o número de microbacias à montante):

$$Qini_i = \sum_{n=1}^{NM} Qmont_{n,i} \tag{6.19}$$

O valor de $Qinc$ representa a parcela da vazão gerada exclusivamente pela microbacia analisada, e seu valor é obtido a partir dos valores de vazão de referência de cada microbacia ($Q_{95\%}$ ou $Q_{7,10}$), sendo descontado o valor de vazão da microbacia analisada pelo valor de vazão das microbacias de montante, conforme a equação abaixo:

$$Qinc_i = Qref_i - \sum_{n=1}^{NM} Qref_n \tag{6.20}$$

Por sua vez, o valor das demandas da microbacia será dado pelo somatório das demandas individuais localizadas ou associadas à mesma, de acordo com a relação:

$$Qdem_i = \sum_{j=1}^{ND} Qdem_{i,j} \tag{6.21}$$

No caso de a demanda possuir um valor menor que a disponibilidade da ottobacia, a vazão remanescente do trecho apresentará um saldo positivo, e toda a demanda associada neste trecho será atendida, conforme a relação indicada a seguir:

$$Qrem_i = Qini_i + Qinc_i - Qdem_i \quad (6.22)$$

No caso de a demanda possuir um valor superior à disponibilidade, a vazão de saída apresentará um saldo nulo, e apenas uma parte da demanda associada neste trecho será atendida, conforme as relações indicadas a seguir:

$$Qrem = 0 \quad (6.23)$$

$$Qdef_i = Qdem_i - Qini_i - Qinc_i \quad (6.24)$$

Onde $Qdef_i$ é o déficit da demanda não atendida pela microbacia i.

Por fim, o balanço hídrico por trecho de microbacia será relativo à vazão remanescente em relação à vazão de referência acumulada, de acordo com a seguinte relação:

$$BH_i = \frac{Qref_i - Qrem_i}{Qref_i} * 100 \quad (6.25)$$

6.5.2. Descrição da alocação das demandas hídricas por setor

Ao todo, foram considerados sete diferentes setores de demandas hídricas, de acordo com o levantamento apresentado no capítulo de demandas. Neste item, será apresentado como foi considerada a alocação dos valores de cada setor no sistema e também o balanço hídrico analisando cada setor separadamente.

Para os setores de abastecimento público, uso industrial, termoelétricas e mineração, foram utilizados os dados provenientes do cadastro de usuários do INEA para definição do valor da demanda e do local de captação, passando também por um processo anterior de análise de consistência de dados, descrito no capítulo de demandas hídricas. Outros usos incluídos no cadastro não enquadrados em nenhum dos setores citados anteriormente, foram incluídos numa categoria à parte, correspondente a outros usos.

Para os setores de criação animal e irrigação, optou-se pela utilização das demandas estimadas para estes usos, uma vez que o cadastro se apresentava incompleto para estes casos.

Como a demanda é estimada por UHP, definiu-se uma demanda específica constante para todas as microbacias pertencentes a uma mesma UHP, sendo então definida uma forma distribuída (ou difusa) de alocação de água para estes setores.

Em relação à inclusão do retorno das captações no balanço hídrico, adotou-se a seguinte estratégia: para o abastecimento público o retorno não foi incluído, uma vez que a maior parte da demanda não é consumida na RH II, e para os setores industrial e de termoelétricas, o retorno foi incluído caso o mesmo ocorra na mesma UHP da captação.

Caso o retorno aconteça fora da RH II ou então em outra UHP, considerou-se diretamente o valor de captação. Este comportamento foi observado principalmente para alguns usuários de indústria e termoelétricas localizados no Canal de São Francisco, cuja captação ocorre neste corpo hídrico, entretanto, havendo o retorno no rio da Guarda e rio Guandu Mirim.

A seguir, o Quadro 6.92 apresenta os valores de entrada no modelo de balanço hídrico, considerando os valores de captações e o consumo dos usos industrial e de termoelétricas em caso do retorno ocorrer na mesma UHP, além das demandas estimadas da criação animal e irrigação.

Quadro 6.92 Dados de entrada do modelo de balanço hídrico por UHP e setor de uso.

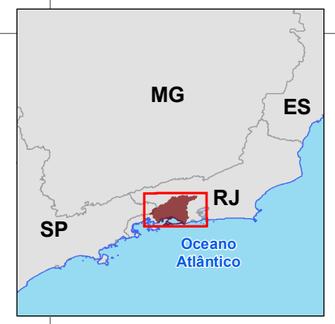
UHP	Cód.	Demandas por setor (m³/s)							
		Abast.	Ind.	Termo.	Min.	Outros	Pec.	Irrig.	Total
Rio Piraí - montante res. Santana	1	0,062	0,000	0,000	0,001	0,011	0,032	0,008	0,114
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	0,129	0,001	0,000	0,000	0,028	0,016	0,001	0,176
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3	0,220	0,000	0,000	0,000	0,247	0,010	0,003	0,480
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	5,537	0,003	0,300	0,003	1,210	0,010	0,027	7,090
Rios Santana e São Pedro	5	1,217	0,000	0,000	0,001	0,016	0,019	0,016	1,268
Rios Queimados e Ipiranga	6	0,755	0,010	0,000	0,000	0,008	0,005	0,038	0,815
Rio Guandu	7	45,150	1,191	0,807	0,007	0,016	0,001	0,013	47,184
Canal de São Francisco	8	0,000	2,650	24,620	0,004	0,028	0,000	0,005	27,307
Rio da Guarda	9	0,127	0,012	0,000	0,069	0,086	0,009	0,064	0,367

UHP	Cód.	Demandas por setor (m³/s)							
		Abast.	Ind.	Termo.	Min.	Outros	Pec.	Irrig.	Total
Rio Guandu-Mirim	10	0,105	0,055	0,000	0,004	0,013	0,001	0,014	0,192
Bacias Litorâneas (MD)	11	0,361	0,003	0,000	0,000	0,988	0,003	0,005	1,360
Bacias Litorâneas (ME)	12	0,130	0,001	0,000	0,000	0,099	0,001	0,020	0,252
Ilhas e Restinga de Marambaia	13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	13	53,794	3,926	25,727	0,089	2,750	0,107	0,212	86,605

Caso considerássemos diretamente o valor de captação, teríamos um valor total de 4,43 m³/s para o setor industrial e 30,08 m³/s para o setor termoelétrico, com os maiores retornos ocorrendo na UHP Guandu Mirim no caso da indústria, e na UHP rio Guandu no caso das termoelétricas.

O Mapa 6.30 ao Mapa 6.35 apresentam a distribuição de cada setor na RH II, apresentando também o resultado do balanço hídrico considerando cada setor de forma exclusiva, a fim de que seja possível visualizar individualmente os cenários de criticidade hídrica. Utilizou-se a $Q_{7,10}$ como vazão de referência, além do critério de liberação de 120 m³/s à jusante da UHE Pereira Passos. Em seguida, são apresentados alguns comentários, destacando principalmente os casos onde se verificou um comprometimento acima de 50%, valor limite adotado como critério de outorga por parte do INEA.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Miguel Pereira
Barra do Piraí
Mendes
Paracambi
Piraí
Japeri
Queimados
Seropédica
Nova Iguaçu
Itaguaí
Mangaratiba
Rio Claro
RJ
SP
Rio São José
Rio Santana
Rio dos Macacos
Córrego Botais
Rio São Pedro
Ribeirão das Lajes
Vala da Areia
Rio Cacaria
Rio dos Poços
Rio Queimados
Rio Ipiranga
Rio Santarém
Rio Piranema
Rio Guandu
Rio Mazomba
Rio Pires
Rio Bálsamo
Rio da Prata
Rio do Braço
Rio Piraí
Ribeirão da Várzea
Rio Sahy
Rio do Saco
Rio Ingaíba
Rio Grande
Rio da Guarda
Canal de São Francisco
Rio Cação Vermelho
Rio Piraquê
Rio do Portinho
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Unidade da Federação

Demandas setoriais

- Abastecimento público
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.30 – Balanço Hídrico da RH II
Disponibilidade: Q7,10 - Setor: Abastecimento Público

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

RJ SP

Vassouras Barra do Piraí Miguel Pereira Mendes Engenheiro Paulo de Frontin Paracambi Piraí Japeri Queimados Seropédica Nova Iguaçu Itaguaí Mangaratiba Rio de Janeiro

Rio Piraí Rio Claro Rio da Prata Rio do Braço Ribeirão da Várzea Rio Pires Rio Bálsamo Rio Sahy Rio do Saco Rio Ingaíba Rio Grande Rio Cacaria Rio Santa Rém Rio Mazomba Rio Piranema Rio da Guarda Rio Guandu Rio Queimados Rio Ipiranga Rio dos Poços Ribeirão das Lajes Valão da Areia Rio Sacra Família Rio São José Rio Santana Rio São Pedro Rio dos Macacos Rio Piraquê Rio Portinho Rio Lavras

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Unidade da Federação

Demandas setoriais

- Indústria
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

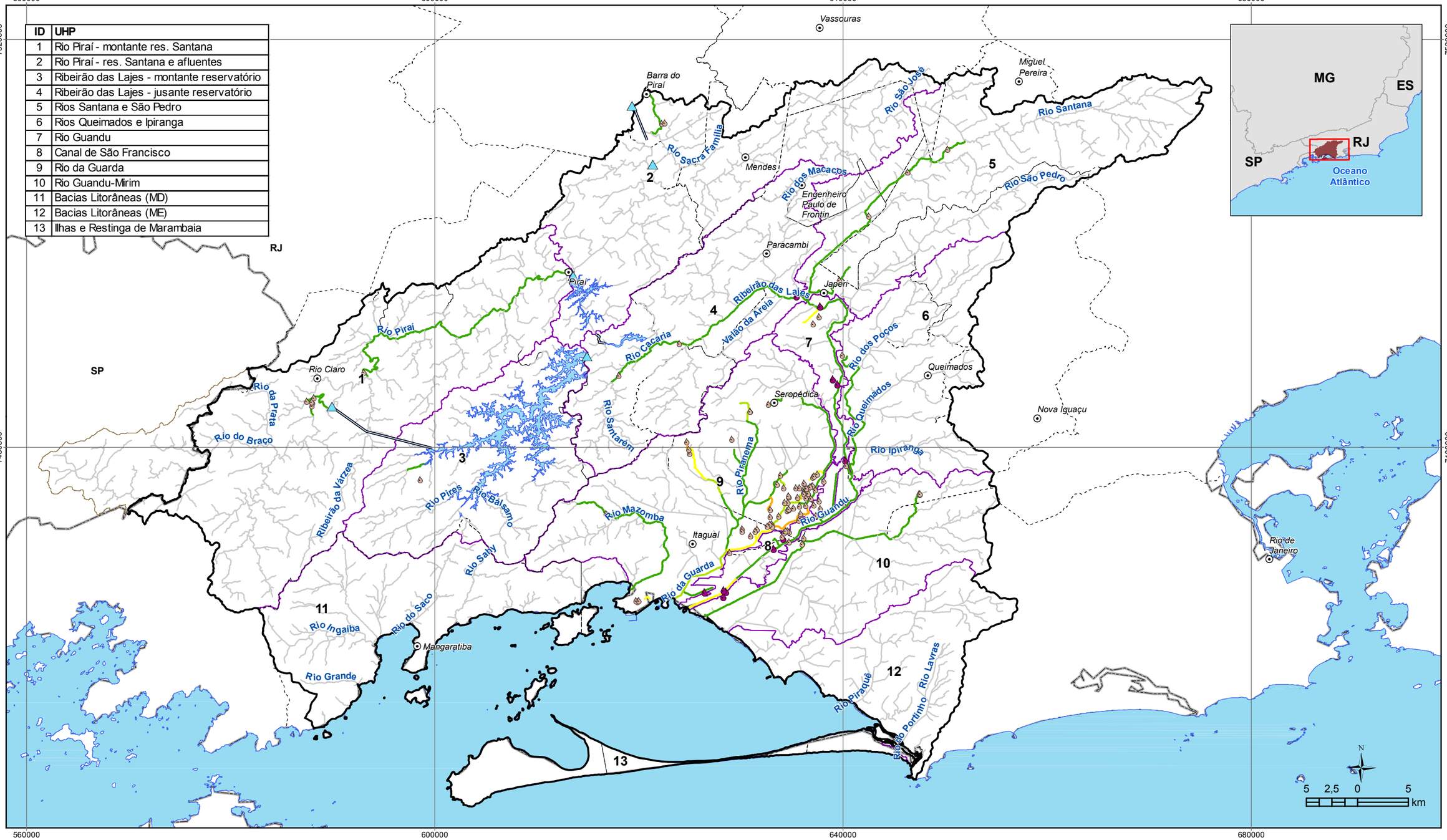
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.31 – Balanço Hídrico da RH II
Disponibilidade: Q7,10 - Setor: Industrial

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Unidade da Federação

Demandas setoriais

- Mineração
- Termoelétricas
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

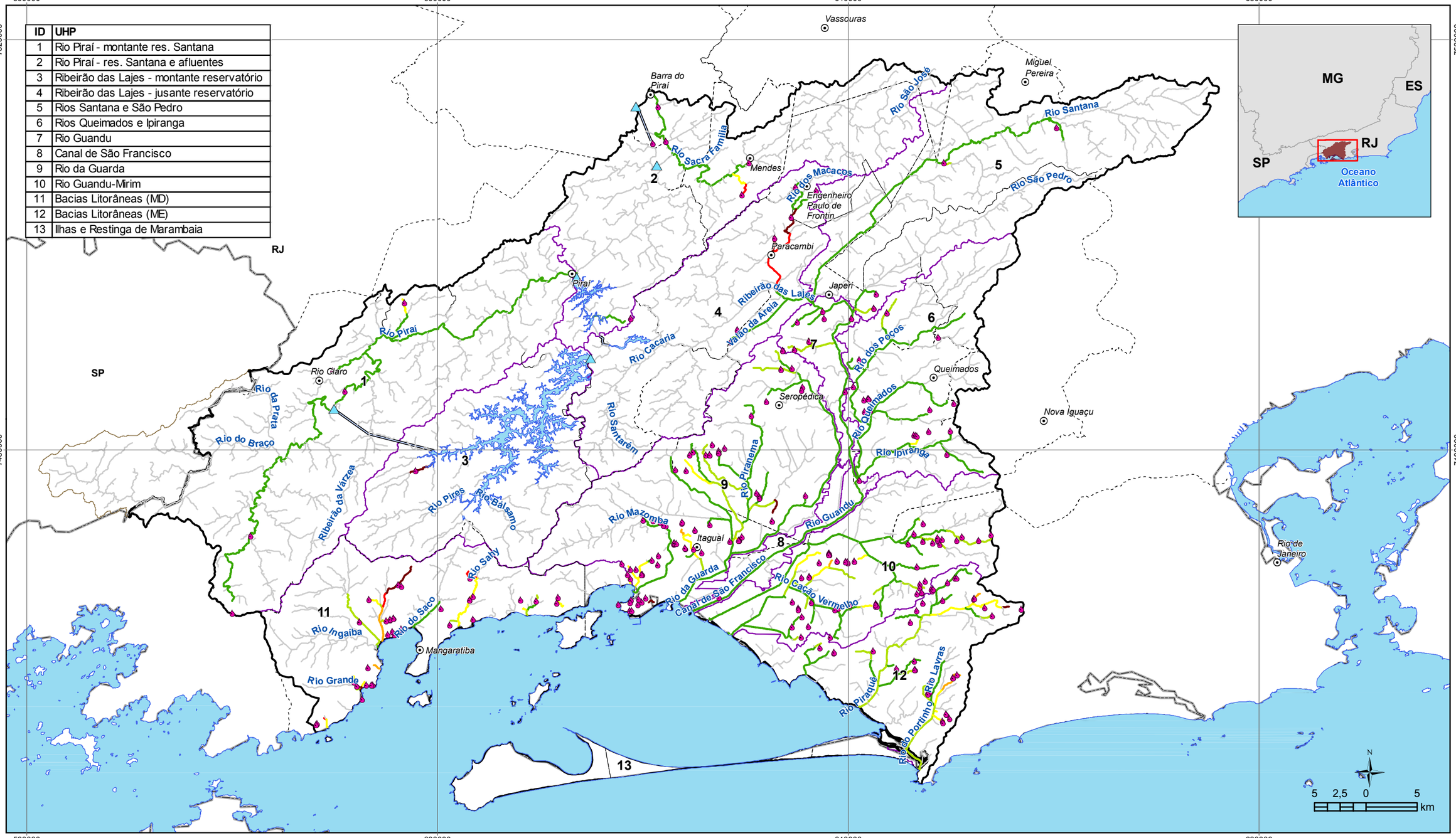
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.32 – Balanço Hídrico da RH II
Disponibilidade: Q7,10 - Setores: Termoelétricas e Mineração

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Unidade da Federação

Demandas setoriais

- Outros usos
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

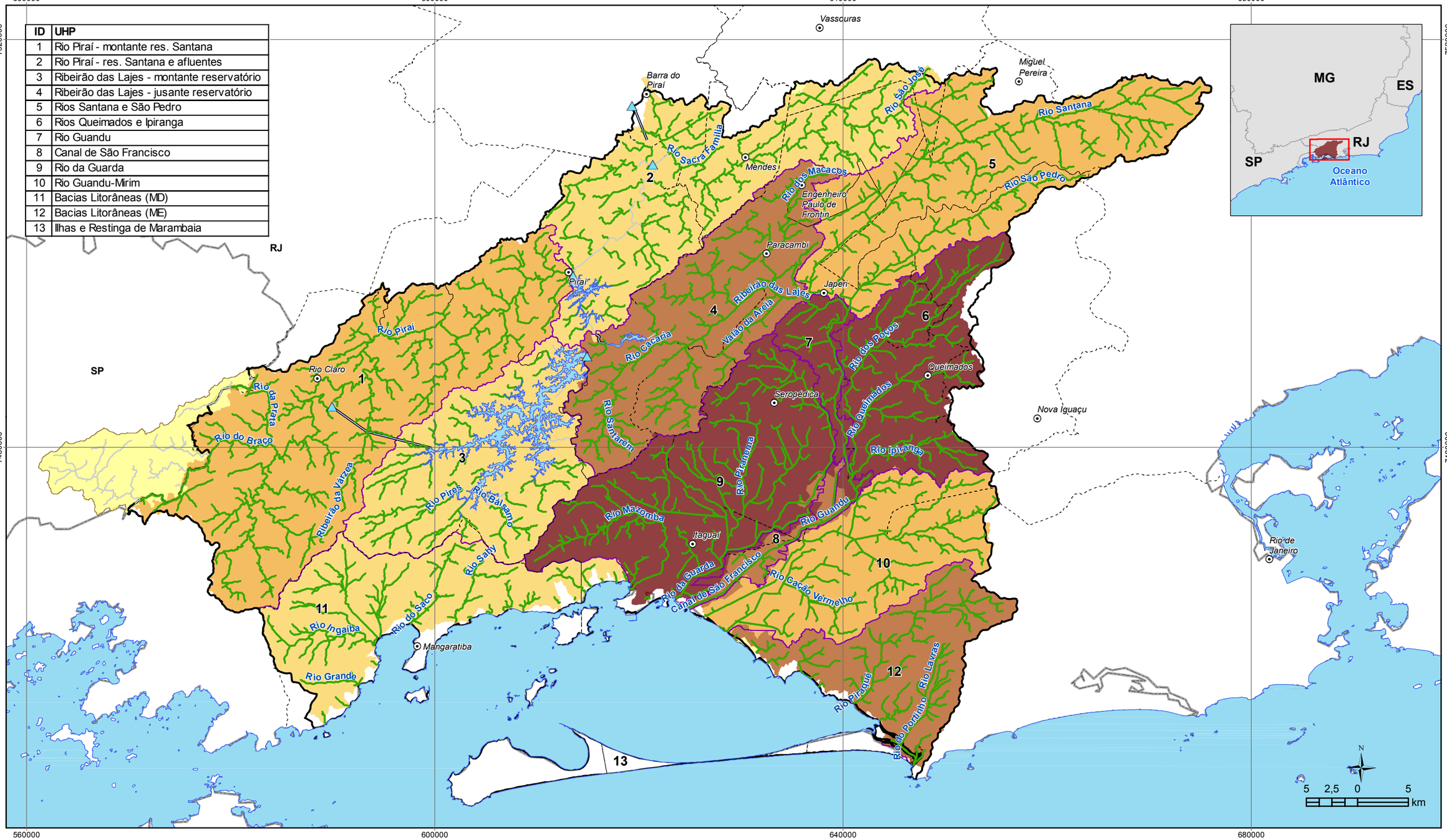
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.33 – Balanço Hídrico da RH II
Disponibilidade: Q7,10 - Setor: Outros usos pontuais

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal

Unidade da Federação

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Demanda por setor: criação animal

Demanda distribuída (L/s.km²)

- 0.00
- 0.01 - 0.05
- 0.06 - 0.10
- 0.11 - 0.15
- 0.16 - 0.25

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

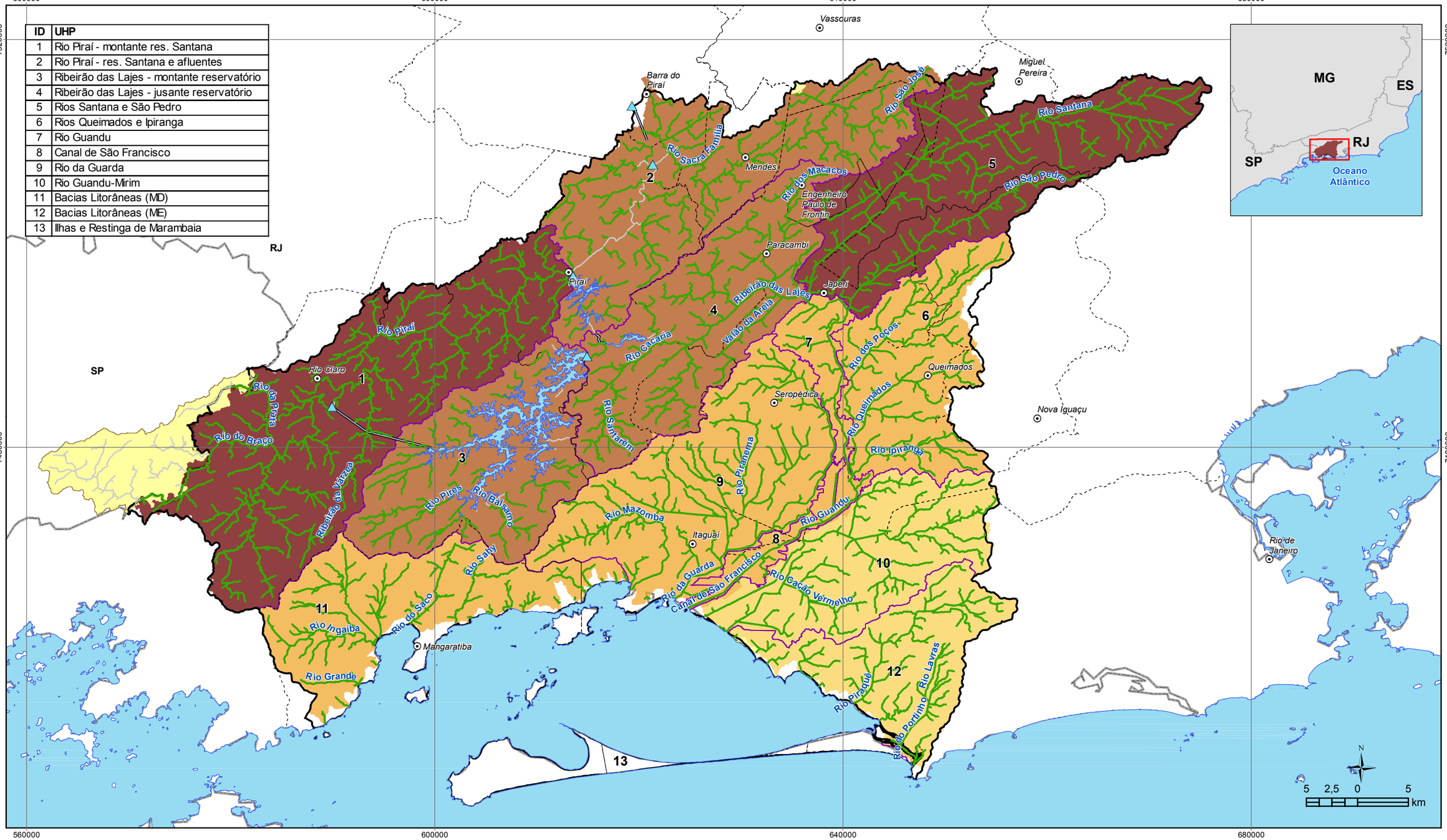
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.34 – Balanço hídrico na RH-II: Disponibilidade: Q7,10 - Setor: criação animal

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Balanço Hídrico por setor (Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Demanda por setor: Irrigação Demanda distribuída (L/s.km²)

- 0.000
- 0.001 - 0.010
- 0.011 - 0.025
- 0.026 - 0.040
- 0.041 - 0.055

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.35 – Balanço hídrico na RH-II: Disponibilidade: Q7,10 - Setor: irrigação

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017

Analisando-se os cenários de balanço hídrico individualizados por setor de uso, observa-se que os casos mais frequentes de violação do critério de outorga (50% da $Q_{7,10}$) ocorrem em função dos usuários de abastecimento público. Em geral, estas ocorrências representam pequenos mananciais com baixa disponibilidade hídrica devido ao tamanho da área de drenagem. Ressalta-se também que os erros inseridos na estimativa destas disponibilidades são maiores, uma vez que estas estimativas em bacias muito pequenas representam extrapolações da regionalização. De qualquer forma, no Quadro 6.93 são listados todos os sistemas de abastecimento com comprometimento acima de 50% da $Q_{7,10}$.

Quadro 6.93 – Sistemas de abastecimento da RH II com comprometimento acima de 50% da $Q_{7,10}$.

UHP	Leg. mapa	Sistema	Nome	Captação (m³/s)	$Q_{7,10}$ (m³/s)	Balanço (%)
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	28	Integrado	Paracambi- CEDAE	0,012	0,015	77,6%
	44	Integrado	Paracambi- CEDAE	0,005	0,009	52,7%
Rios Santana e São Pedro	3	Integrado	Intermunicipal Acari-São Pedro (N.Iguaçu/N.Iguaçu-Queimados-Japeri) - CEDAE	1,083	0,384	282,0%
Rios Queimados e Ipiranga	4	Integrado	Sistema Acari - Rio D´ouro (Nova Iguaçu) - CEDAE	0,486	0,107	455,7%
	6	Integrado	Sistema Acari - Rio D´ouro (Nova Iguaçu) - CEDAE	0,244	0,091	267,7%
	33	Integrado	Sistema Acari - Rio D´ouro (Nova Iguaçu) - CEDAE	0,013	0,012	104,7%
Rio da Guarda	9	Integrado	Itaguaí - CEDAE	0,124	0,058	215,6%
Rio Guandu-Mirim	13	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,105	0,094	111,8%
Bacias Litorâneas (MD)	14	Integrado	Mangaratiba - CEDAE	0,102	0,048	213,0%
	15	Integrado	Mangaratiba - CEDAE	0,100	0,158	63,3%
Bacias Litorâneas (ME)	16	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,045	0,025	183,6%
	18	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,042	0,019	218,8%
	29	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,026	0,017	153,9%
	37	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,009	0,013	68,1%
	38	Integrado	Rio de Janeiro (Pequenos Mananciais) - CEDAE	0,009	0,011	77,5%

Em relação aos demais setores, observa-se que individualmente existem poucos casos de violação do valor outorgado, com exceção de um trecho do Canal da Ponte Branca na UHP do rio Guandu Mirim acarretado pelo uso industrial, além alguns pontos de captação caracterizados na categoria “outros usos”.

6.5.3. Definição do cenário de balanço hídrico global

Neste item será analisado o efeito acumulativo dos setores considerados no balanço hídrico. O Quadro 6.94 apresenta os valores de vazão de referência de cada UHP e em seguida a vazão remanescente para cada setor considerado, e ao fim a vazão remanescente final. Estes valores são representativos do exutório de cada UHP, ou do somatório dos exutórios, para o caso de mais de uma saída de água por UHP.

É interessante observar os valores remanescentes nas UHPs 7 e 8, referentes ao início e final do Canal de São Francisco, onde existe a necessidade de manutenção de um valor mínimo de vazão a fim de que se minimize o efeito da intrusão salina. No exutório da UHP 7 há uma vazão remanescente de 76 m³/s, o que de acordo com estudos descritos no capítulo de intrusão salina, é suficiente para que se minimize tal efeito no canal. Entretanto, na saída do canal a vazão é reduzida para 49 m³/s, em função das captações ali existentes, principalmente em relação à termoelétrica operada pela TKCSA.

Quadro 6.94 – Vazões remanescentes por setor de uso e em relação ao cenário global

UHP	Cód.	$Q_{7,10}$ + transp. (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)							
			Abastecimento	Indústria	Termoelétricas	Mineração	Outros	Criação Animal	Irrigação	Total
Rio Piraí - montante res. Santana	1	1,62	1,60	1,62	1,62	1,62	1,62	1,61	1,62	1,57
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	1,78	1,67	1,78	1,78	1,78	1,75	1,77	1,78	1,63
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	121,48	121,44	121,48	121,18	121,48	121,22	121,47	121,45	120,86
Rios Santana e São Pedro	5	2,55	2,03	2,55	2,55	2,55	2,54	2,53	2,54	1,99
Rios Queimados e Ipiranga	6	1,12	0,89	1,11	1,12	1,12	1,11	1,11	1,08	0,84
Rio Guandu	7	124,64	78,83	123,44	123,53	124,63	124,34	124,60	124,55	76,11
Canal de São Francisco	8	124,75	78,94	120,90	99,03	124,74	124,43	124,72	124,66	48,91
Rio da Guarda	9	1,81	1,75	1,80	1,81	1,74	1,74	1,80	1,75	1,53
Rio Guandu-Mirim	10	0,74	0,65	0,68	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	0,56
Bacias Litorâneas (MD)	11	2,08	1,85	2,07	2,08	2,08	1,79	2,07	2,07	1,55
Bacias Litorâneas (ME)	12	0,85	0,77	0,85	0,85	0,85	0,81	0,85	0,83	0,71

O Quadro 6.95 apresenta os comprometimentos percentuais da vazão remanescente em relação à vazão de referência para cada setor e para o cenário global. Podemos observar que o único caso onde houve um comprometimento acima de 50% da vazão de referência foi na UHP do Canal de São Francisco. No entanto, vale observar que este trecho necessita de regras específicas em virtude da intrusão salina, e também devido ao fato de que neste caso não é representada a $Q_{7,10}$, e sim a operação à jusante da UHE Pereira Passos, fixada em 120 m³/s. A partir deste quadro é possível verificar quais setores representam os maiores comprometimentos por UHP. Observa-se que em geral, o abastecimento possui um peso maior no balanço, com exceção da UHP 8, 9, 10 e 11 onde existe uma maior diversificação de usos.

Quadro 6.95 – Resultado do balanço hídrico por setor de uso e em relação ao cenário global.

UHP	Cód.	Comprometimento em relação à $Q_{7,10}$ (%)							
		Abaste-cimento	Indústria	Termo-elétricas	Mine-ração	Outros	Criação Animal	Irriga-ção	Total
Rio Piraí - montante res. Santana	1	1,25%	0,00%	0,00%	0,02%	0,51%	1,06%	0,25%	3,09%
Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	6,39%	0,07%	0,00%	0,00%	1,57%	0,49%	0,04%	8,56%
Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	0,03%	0,00%	0,25%	0,00%	0,21%	0,01%	0,02%	0,51%
Rios Santana e São Pedro	5	20,30%	0,00%	0,00%	0,03%	0,62%	0,73%	0,61%	22,15%
Rios Queimados e Ipiranga	6	19,94%	0,89%	0,00%	0,03%	0,69%	0,40%	3,37%	24,95%
Rio Guandu	7	36,76%	0,97%	0,89%	0,01%	0,24%	0,03%	0,07%	38,94%
Canal de São Francisco	8	36,72%	3,09%	20,62%	0,01%	0,26%	0,03%	0,08%	60,79%
Rio da Guarda	9	3,35%	0,65%	0,00%	3,82%	4,06%	0,48%	3,54%	15,54%
Rio Guandu-Mirim	10	12,69%	7,47%	0,00%	0,49%	1,80%	0,12%	1,85%	24,27%
Bacias Litorâneas (MD)	11	11,01%	0,12%	0,00%	0,00%	13,69%	0,14%	0,25%	25,17%
Bacias Litorâneas (ME)	12	9,19%	0,14%	0,00%	0,00%	4,08%	0,15%	2,34%	15,78%

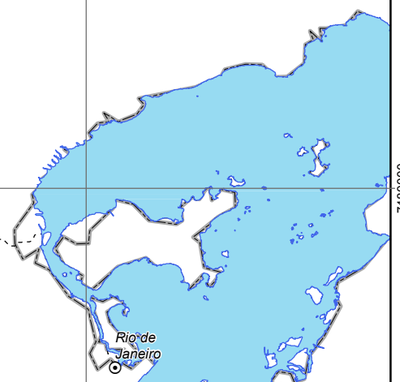
O Mapa 6.36 apresenta o balanço hídrico global considerando a liberação de 120 m³/s em Pereira Passos. Em relação aos pontos não influenciados pela transposição em Pereira Passos, observa-se que a relação entre a disponibilidade e a demanda de água é bastante satisfatória para a maioria dos trechos.

O comprometimento mais expressivo ocorre no Rio São Pedro (UHP Rios Santana e São Pedro), onde no seu exutório a demanda ultrapassa o patamar de 50% da disponibilidade hídrica, sendo ocasionado quase em sua totalidade pelas captações para fins de abastecimento.

O segundo comprometimento mais expressivo ocorre no Rio Queimados, onde o comprometimento em seu exutório é de 34%, também ocasionado em sua maior parte em função do abastecimento. Observando os mapas de balanço hídrico existem também outros pontos de criticidade alta, contudo, consideram-se resultados menos expressivos, pois representam áreas de drenagem em geral muito pequenas.

Em relação ao curso influenciado pela transposição, verifica-se um comprometimento superior a 50% no Canal de São Francisco a partir do ponto de captação da TKCSA. Apresenta-se também um cenário alternativo (Mapa 6.37), onde a liberação adotada em Pereira Passos é de 70 m³/s, correspondendo ao mínimo excepcional verificado nas séries de defluências em alguns períodos no ano de 2015. Neste cenário, o comprometimento superior a 50% inicia-se logo após o ponto de captação da ETA Guandu, havendo uma vazão remanescente de 31 m³/s neste ponto. No exutório do canal, o comprometimento ultrapassaria os 90%, com vazão remanescente de apenas 3,9 m³/s.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Balanço Hídrico por setor

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

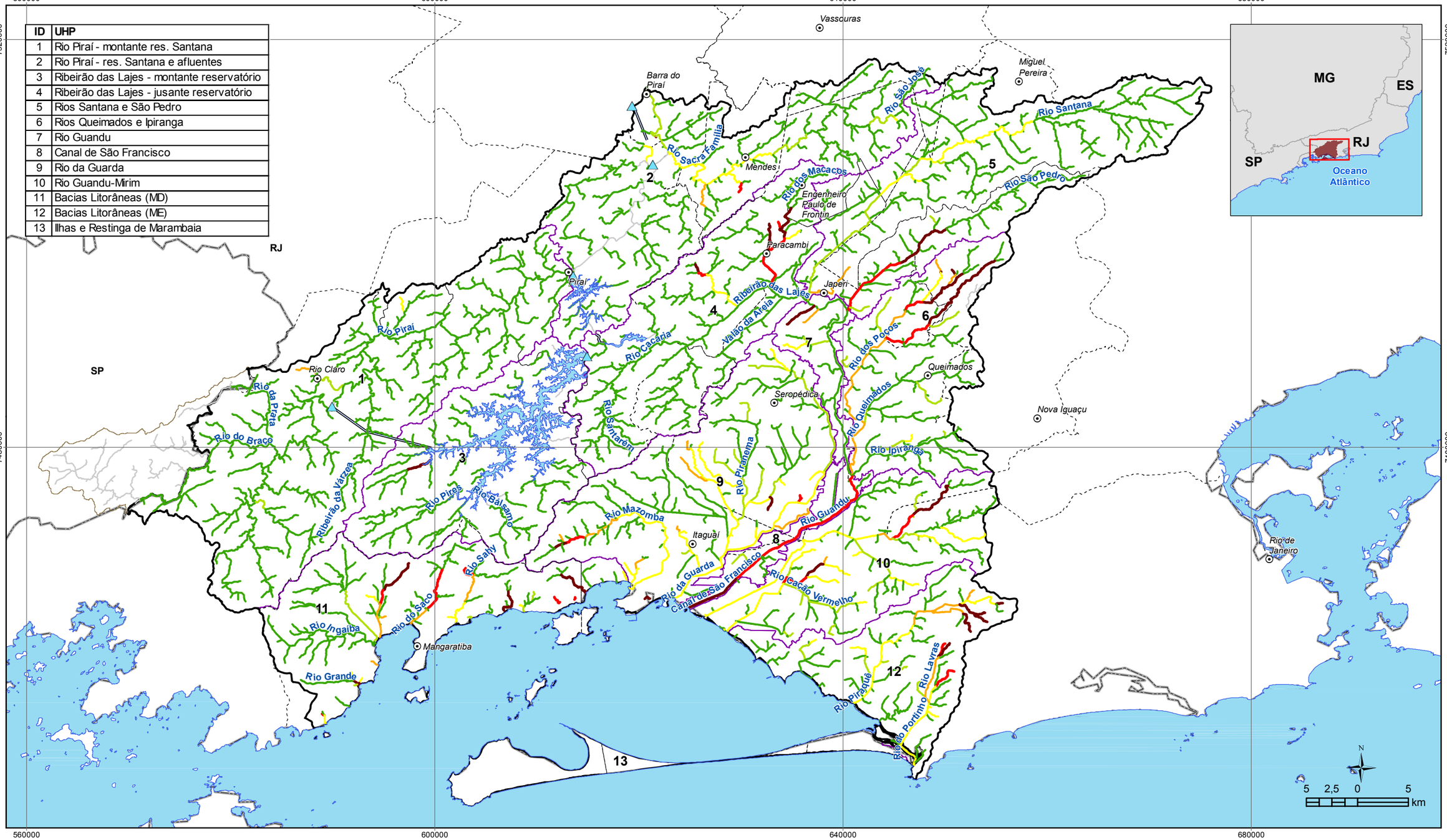
DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.36 – Balanço Hídrico da RH II
Disponibilidade: Q7,10 - Setor: Total

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragens
- Túneis / Estações elevatórias
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Porção paulista da bacia do Piraí
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Balanço Hídrico Total
(Q7,10 - Qrem) / Q7,10 (%)

- 0%
- 0.01% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 30%
- 30.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:375.000

Mapa 6.37 – Balanço hídrico na RH-II: Disponibilidade: Q7,10 e liberação de vazão mínima na UHE Pereira Passos - Setores: Total

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço Hídrico: Profill, 2017

7. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

O primeiro diagnóstico de situação dos recursos hídricos subterrâneos da área abrangida pela bacia hidrográfica dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim foi apresentado no plano estratégico desenvolvido pela empresa Sondotécnica, no âmbito do Contrato 31/ANA/2005 com a Agência Nacional de Águas (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006).

De acordo com a Resolução nº 107 CERHI-RJ, de 22 de maio de 2013, essas bacias se inserem na Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro.

Dentre os vários problemas identificados no plano estratégico de 2006, com relação à gestão de recursos hídricos subterrâneos, foram destacadas as questões da intrusão salina nas concessões de outorga de poços, da contaminação de aquíferos pelo despejo no solo de esgoto doméstico sem tratamento prévio e da degradação ambiental causada pela atividade de mineração de areia.

As águas subterrâneas da RH II foram novamente abordadas em estudo regional de avaliação do potencial hidrogeológico dos aquíferos fluminenses no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, no âmbito do contrato entre a Fundação COPPETEC e o INEA - Instituto Estadual do Ambiente, em 2014 (COPPETEC, 2014).

O referido estudo considerou a necessidade de incrementar estudos específicos, locais e regionais, de modo a melhorar o nível de informação sobre os aquíferos, uma vez que as águas subterrâneas possuem função importante e estratégica no desenvolvimento de várias regiões do Estado do Rio de Janeiro.

Dentre os problemas identificados, o estudo de COPPETEC (2014) apontou ocorrências de flúor, chumbo, cromo, nitrato e bactérias nas águas, em pontos localizados, que não inviabilizariam a utilização dos aquíferos.

O presente relatório de diagnóstico, integrante do escopo de atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas da RH II, apresenta uma síntese da situação atual dos recursos hídricos subterrâneos com o objetivo de auxiliar no planejamento, proteção e uso sustentável deste recurso.

7.1. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os recursos hídricos subterrâneos representam uma parcela significativa dentre os recursos hídricos disponíveis para utilização pelo homem e, normalmente, suas reservas são muito superiores às disponibilidades hídricas superficiais. Tratados isoladamente no passado, nas últimas décadas a Política Nacional de Recursos Hídricos tem enfatizado a necessidade de se implementar a gestão integrada entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, uma vez que interagem dentro do mesmo contexto hidrológico.

As águas subterrâneas têm sido comumente utilizadas para abastecimento público, total ou complementarmente, de pequenas e médias cidades e de comunidades rurais, no suprimento de indústrias, comércios e irrigantes, além do uso doméstico.

Um dos aspectos mais importantes da água subterrânea diz respeito à contribuição para o fluxo de base dos rios (rios efluentes), que representa uma importante parcela do escoamento total, responsável pela perenidade dos cursos de água superficiais durante os períodos de estiagem.

Embora os recursos hídricos subterrâneos tenham limitações quanto às vazões extraídas pelos aquíferos, as reservas de água se sustentam por períodos bastante prolongados de estiagem, ao contrário dos recursos superficiais que podem se exaurir em pouco tempo, como visto no passado recente na região sudeste do Brasil.

7.1.1. Sistemas Aquíferos

Sistema aquífero pode ser definido como uma ou mais unidades ou formações geológicas que armazenam, transmitem e produzem quantidade significativa de água. As formações geológicas não são homogêneas e entremeiam porções mais e menos permeáveis, ou ainda impermeáveis, de modo que, num conceito mais amplo, os sistemas aquíferos podem incluir aquitardos e aquicludes em escala local.

Os sistemas aquíferos são agrupados em duas categorias principais de unidades hidroestratigráficas, distinguidas conforme a natureza litológica de seus terrenos e suas propriedades hidráulicas: aquíferos cristalinos, permeáveis por fraturamento e aquíferos sedimentares, permeáveis principalmente por porosidade granular.

Na RH II, os terrenos cristalinos constituem o Sistema Aquífero Cristalino (SAC) e os terrenos sedimentares estão reunidos no Sistema Aquífero Piranema (SAP) (Mapa 7.1). O primeiro distribui-se por 2.968 km² da área continental de 3.616 km² da RH II, correspondendo a 82% dos terrenos, enquanto o aquífero sedimentar ocupa somente 648 km², correspondendo a 18% da área continental da bacia. A distribuição das áreas dos aquíferos nas UHPs mostra predomínio do SAC em quase todas, com exceção das unidades hidrológicas Canal de São Francisco (UHP-8), Rio da Guarda (UHP-9) e Rio Guandu (UHP-7), nas quais predomina o SAP (Figura 7.1). A unidade hidrológica UHP-13 (Ilhas e restinga de Marambaia) não será abordada neste diagnóstico, pois se localiza fora da parte continental da RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

580000 600000 620000 640000 660000 680000

7520000 7500000 7480000 7460000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Queimados
Seropédica
Nova Iguaçu
Itaguaí
Mangaratiba
Rio de Janeiro
RJ
SP
Rio Paraíba do Sul
Rio Piraí
Rio Claro
Rio da Prata
Rio do Braço
Ribeirão Passa Três
Represa do Ribeirão das Lajes
Rio Cacaria
Rio Santarém
Ribeirão da Várzea
Rio Pires
Rio Bálsamo
Rio Mazomba
Rio Sahy
Rio Ingaíba
Rio do Saco
Rio Grande
Rio Sacra Família
Rio São José
Rio Santana
Rio dos Macacos
Córrego Botafogo
Rio São Pedro
Ribeirão das Lajes
Vala do Areia
Rio dos Poços
Rio Queimados
Rio Ipiranga
Rio Piraquê
Rio Guandu
Rio Guandu-Mirim
Rio da Guarda
Canal de São Francisco
Rio Cacão Vermelho
Rio Lavras
Rio da Portinho
Oceano Atlântico
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- Limite da RH II
- UHPs
- Limite municipal
- Limite Estadual

Aquíferos

- Cristalino
- Sedimentar

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.1: Distribuição dos sitemas aquíferos da R.H. II (modificado de Silva, 2001)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Sistemas aquíferos: Modificado de Silva, 2001

7.1.2. Sistema Aquífero Cristalino (SAC)

Na RH II, o Sistema Aquífero Cristalino (SAC) ocupa a totalidade do relevo montanhoso e de planalto, normalmente em altitudes superiores a 30 m. É representado pelas rochas neoproterozoicas e alcalinas mesozoicas, integrantes do arcabouço da Província Mantiqueira (Almeida *et al.,* 1977; 1981).

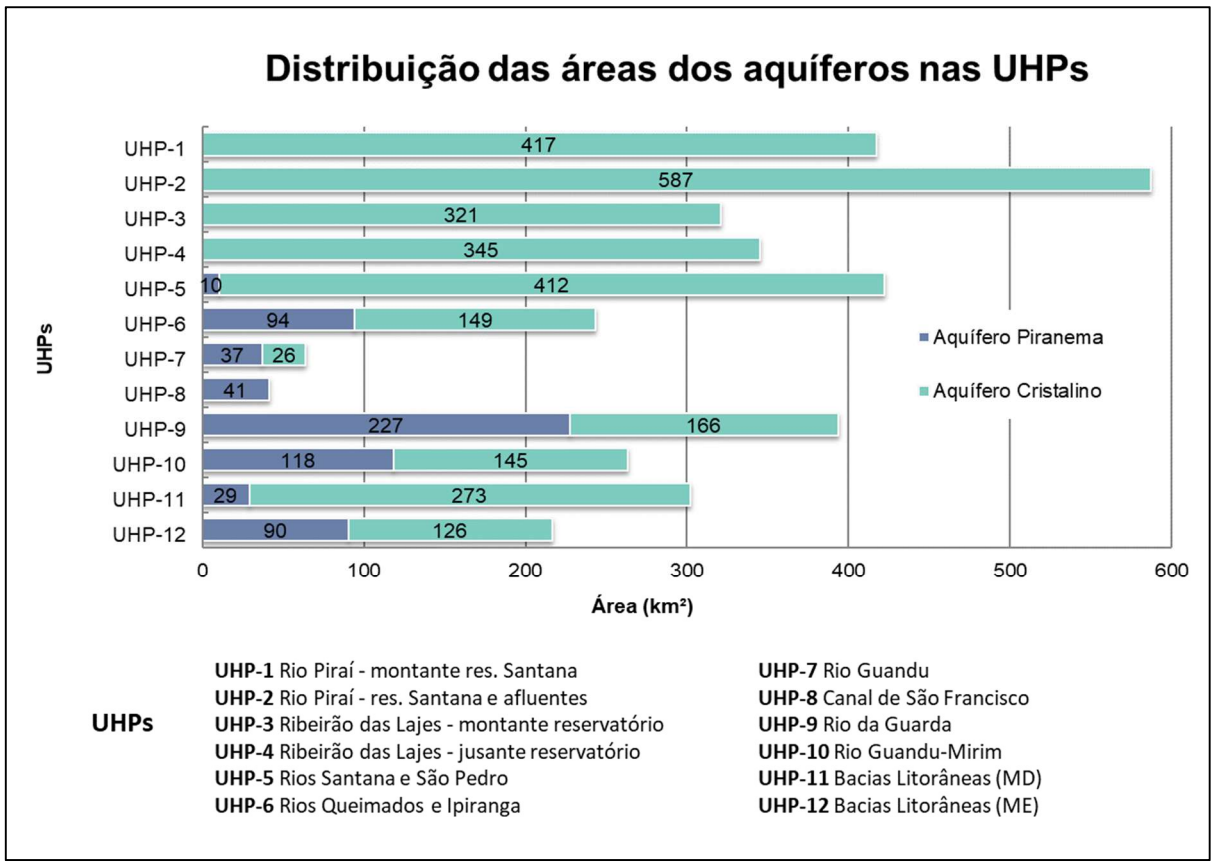


Figura 7.1 – Distribuição das áreas dos aquíferos nas UHPs da RH II.

As rochas neoproterozoicas do arcabouço do aquífero são descritas como granitos, granodioritos, tonalitos, gnaisses, ortognaisses, migmatitos, charnokitos, noritos, anfibolitos, milonitos, metagabros, metadioritos, quartizitos, xistos e metacalcários. Entre as rochas alcalinas mesozoicas destacam-se sienitos, traquitos e fonolitos (Silva, 2001).

Essas rochas podem constituir reservatórios eventuais de água subterrânea em presença de zonas fraturadas, falhadas e de outras descontinuidades, uma vez que as porosidades e condutividades hidráulicas primárias são extremamente baixas.

O SAC, embora de extensão regional, não é homogêneo, nem contínuo e nem isotrópico, podendo apresentar grandes variações nas características de condutividade hidráulica em áreas contíguas. Em geral, sua zona de saturação encontra-se à pressão atmosférica, ou seja, em condições freáticas, mas pode eventualmente exibir caráter semiconfinado.

Em clima tropical úmido, com temperaturas médias anuais elevadas entre 20º C e 27º C, e elevada precipitação pluviométrica média anual, entre 1.000 mm e 2.300 mm (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006), os processos intempéricos são rápidos e profundos, favorecendo a decomposição das rochas e dando origem a profundos solos de alteração (Figura 7.2).

No processo de intemperismo, a transformação dos minerais instáveis das rochas cristalinas em argilominerais dá origem a um solo de baixa permeabilidade que pode funcionar como uma barreira à recarga natural. Todavia, em partes mais profundas do manto de alteração, onde os processos físico-químicos ainda não transformaram totalmente os minerais em argilominerais, a desagregação parcial de seus constituintes dá origem a microfissuras que favorecem a infiltração e percolação da água.

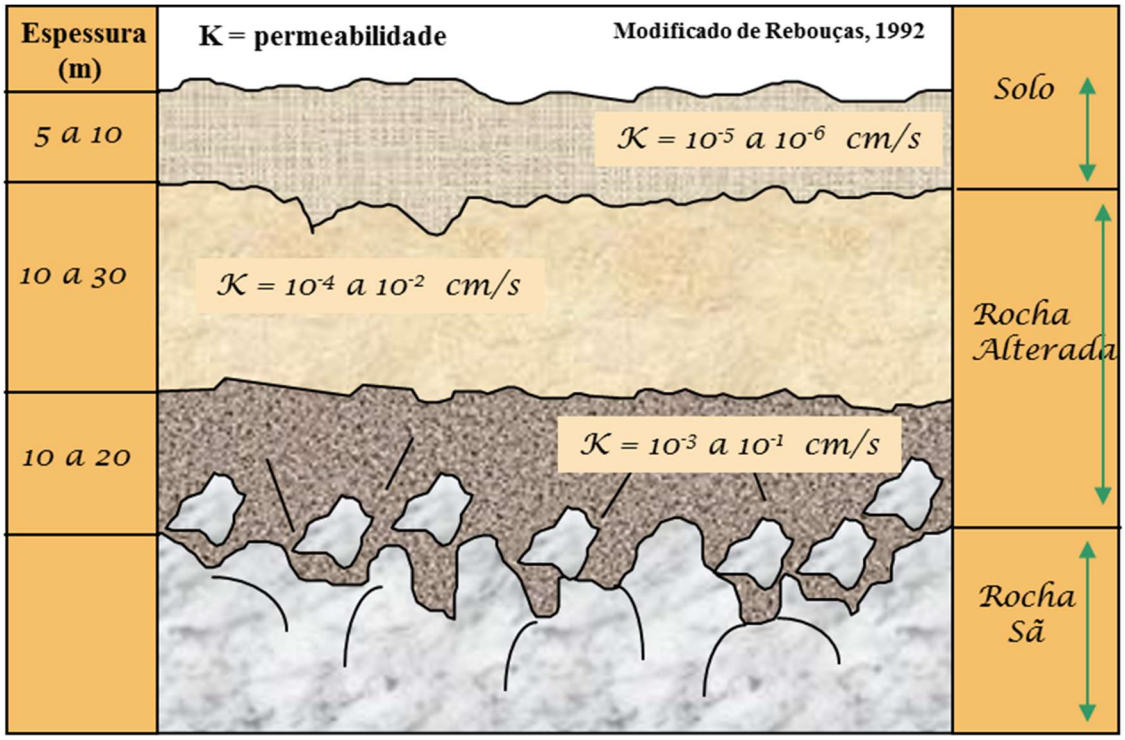


Figura 7.2 – Perfil esquemático de alteração de rochas cristalinas e respectivas condutividades hidráulicas (modificado de Rebouças, 1992).

O alívio de pressão causado pela erosão e remoção das camadas superiores de rocha, mais intemperizadas, também favorece a abertura das microfissuras das fraturas e a circulação das águas. Desse modo, a condutividade hidráulica da rocha pode atingir valores mais elevados (Custódio & Llamas, 1996).

A condutividade hidráulica primária das rochas cristalinas é extremamente reduzida (10^{-3} m/d a 10^{-4} m/d). A condutividade hidráulica secundária, devido ao fraturamento, pode ser aumentada em 10^3 a 10^4 vezes. Por outro lado, verifica-se uma diminuição da condutividade hidráulica em função da profundidade, explicada pelo fechamento das fraturas em condições de elevada pressão litostática (Acworth, 1987). Tanto a condutividade hidráulica quanto a porosidade são meramente função das fissuras, não se distribuindo de modo homogêneo, mas variando de um ponto a outro do sistema (Figura 7.3).

O grau de fraturamento das rochas também afeta notavelmente as características de permoporosidade, dependendo da história tectônica e tipo de esforços atuantes na área. Esforços cisalhantes produzem fraturas ou falhas milonitizadas, preenchidas, que dificultam o fluxo de água. Ao contrário, esforços tracionais produzem fraturas ou falhas abertas, capazes de armazenar e permitir a circulação de água.

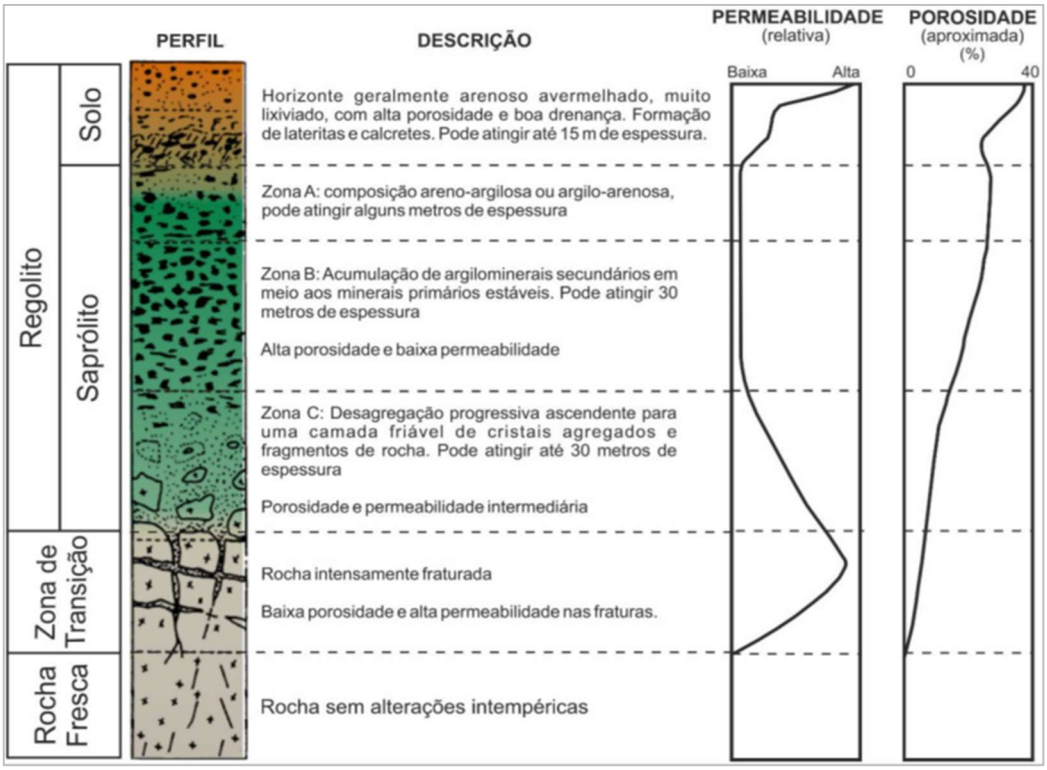


Figura 7.3 – Perfil típico de alteração de rochas cristalinas e correlação com as propriedades hidráulicas (modificado de Acworth, 1987).

A história tectônica pode fornecer indícios das direções preferenciais dos esforços atuantes e permitir a distinção entre estruturas propícias ou não ao armazenamento de água. Segundo Barbosa *et al.* (2004), os sistemas de fraturas principais para o acúmulo de água no SAC no Estado do Rio de Janeiro têm orientação NE-SW e NW-SE.

O fluxo de água no aquífero cristalino é controlado pelas bacias de drenagem locais. A água que se precipita sobre determinada bacia é armazenada na parte muito alterada, correspondente ao solo, e na parte semialterada, correspondente ao intervalo onde as fraturas e diaclases ocorrem com maior frequência. As baixas condutividades hidráulicas encontradas nas zonas alteradas e do solo não permitem o movimento da água em escala regional, tornando cada bacia uma unidade independente (DAEE, 1976).

Por outro lado, as águas que se infiltram nessas zonas, ao atingirem a rocha sã, escoam horizontalmente e deságuam nas drenagens, contribuindo para o escoamento superficial dos rios ou exsudam em pontos específicos, formando minas.

A superfície potenciométrica, conforme demonstrado em trabalhos regionais do DAEE (1974), possui uma configuração muito semelhante à superfície topográfica, de modo que em termos práticos, o fluxo subterrâneo natural se dá das altitudes mais altas para as mais baixas, o que demonstra o controle da bacia hidrográfica na direção do escoamento subsuperficial.

Utilizando técnicas de geoprocessamento e análise multicritérios, Barreto *et al*. (2001) classificaram as áreas do Estado do Rio de Janeiro em quatro níveis de favorabilidade para captação de água subterrânea no SAC. A classe de favorabilidade “alta a muito alta” ocorreu em 46% do estado, a classe “mediana” em 38%, a classe “baixa a muito baixa” em 15% e a classe “desfavorável” em menos de 1% da área. Segundo Barreto *et al*. (2001), o resultado mostrou que 85% da área de ocorrência de rochas cristalinas no Estado do Rio de Janeiro apresentou favorabilidade mediana a muito alta.

Dados de produção de 527 poços do SAC, cadastrados por Barreto *et al*. (2001), foram agrupados em classes de vazão e comparados com o mapa de favorabilidade, cujos resultados são mostrados na Figura 7.4. Ressalta-se que o referido estudo não contabilizou os poços secos. O fato de que 46% dos poços situados em áreas de favorabilidade “muito alta” a “mediana” tenham apresentado vazões inferiores a 10 m³/h,

atesta a necessidade de reavaliação dos critérios utilizados para definir níveis de favorabilidade.

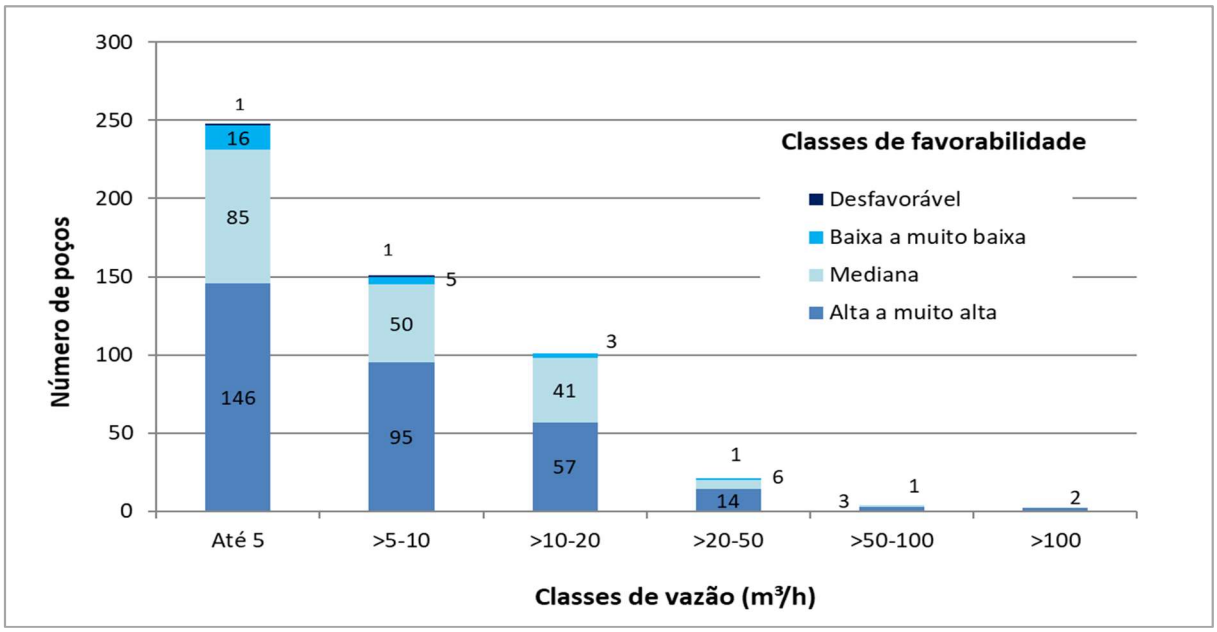


Figura 7.4 – Distribuição do número de poços perfurados no SAC nas classes de favorabilidade e de vazão, segundo Barreto *et al*. (2001).

Segundo Barbosa *et al.* (2004), quando sobreposto ao sistema intergranular (Aquífero Piranema) ou quando coberto por espessa camada de solo, o SAC tende a apresentar maior produtividade, com vazões variando de 10 m³/h a 20 m³/h.

Para ANA/Sondotécnica (2006), as vazões médias dos poços profundos do sistema cristalino na RH II estão em torno de 6 m³/h, com vazões distribuindo-se até 15 m³/h. Vazões acima de 30 m³/h foram relatadas, todavia, não se descartou a contribuição das coberturas sedimentares e/ou manto do intemperismo no incremento da produção.

7.1.3. Sistema Aquífero Piranema (SAP)

O Sistema Aquífero Piranema (SAP) compreende 647 km² de sedimentos cenozóicos distribuídos em planícies flúvio-lacustres sobrejacentes às rochas do embasamento cristalino da RH II, estendendo-se pelos municípios de Miguel Pereira, Japeri, Mangaratiba, Queimados, Itaguaí, Seropédica, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.

O nome Piranema teve sua origem associada à Formação Piranema, composta por sedimentos flúvio-marinhos arenosos, com lentes métricas de argila e espessura de cerca de 20 metros, em média (Góes, 1994). Segundo Barreto *et al*. (2001), o SAP apresenta

variações litológicas normalmente compostas por intercalações de areias e argilas com matéria orgânica. A composição mineralógica predominante dos sedimentos é quartzo-feldspática (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006).

A circulação e o armazenamento das águas subterrâneas no SAP ocorrem nos poros das rochas sedimentares detríticas. É considerado de natureza livre, mas eventualmente pode se apresentar confinado devido às intercalações de camadas de argila nas areias (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006).

Os níveis de água do SAP estão muito próximos da superfície do terreno (Carelli *et al*., 2012). Para ELETROBOLT (2003), estes níveis variam de poucos centímetros até um máximo de 10 m, mas normalmente situam-se entre 2 m e 3,5 m. Segundo ELETROBOLT (2003), o sentido geral de fluxo é de norte / nordeste para sul / sudoeste, mas localmente pode ser afetado pela atividade de mineração de areia que extrai sedimentos e água do arcabouço do SAP. Para Tubbs & Yoshinaga (2005), as variações de vazão do rio Guandu podem afetar o fluxo subterrâneo, dependendo das diferenças de carga hidráulica de um e de outro sistema.

As espessuras constatadas do SAP variaram entre 16 m e 40 m com base em sondagens, todavia, espessuras entre 50 m e 60 m, podendo atingir até 75 m, foram estimadas com base em estudos geofísicos na Bacia de Sepetiba (ELETROBOLT, 2003).

A despeito de sua grande área de ocorrência, as delgadas espessuras conhecidas do SAP indicam um reservatório subterrâneo de baixa potencialidade e armazenamento restrito, recomendado apenas para suprimento de pequenos usuários. O termo potencialidade é aqui definido como na concepção de DAEE (2005), compreendendo a vazão que pode ser extraída de forma sustentável por longos períodos e com rebaixamentos moderados da espessura saturada. De fato, como salientado em ANA/Sondotécnica (2006), não é comum na RH II a captação de água se dar exclusivamente no sistema sedimentar, porém a drenança através de suas camadas contribui com as vazões obtidas no Sistema Aquífero Cristalino (SAC), segundo ELETROBOLT (2003).

7.2. CADASTROS DE POÇOS

Cadastros de poços constituem a principal fonte de informações para a gestão efetiva de recursos hídricos subterrâneos. A análise consistente, diagnóstico de situação e

aproveitamento atual e futuro das reservas hídricas são estabelecidos com base em banco de dados que deve conter informações relevantes sobre os aspectos geológicos, litológicos, hidrodinâmicos e hidroquímicos dos aquíferos.

Os dados cadastrais de poços disponíveis no diagnóstico da RH II não possuem nem quantidade suficiente e nem elementos mínimos necessários para uma análise consistente. Assim, os resultados das análises estatísticas descritivas, apresentadas a seguir, dizem respeito somente ao conjunto amostral e podem não espelhar as reais características dos aquíferos.

Neste relatório de diagnóstico foram analisadas informações dos cadastros de pontos de água de ANA/Sondotécnica (2006), de poços do SIAGAS (http://siagasweb.cprm.gov.br), de poços do Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001), de poços de COPPETEC (2014) e de poços do INEA (2017).

7.2.1. Cadastro de pontos de água de ANA/Sondotécnica (2006)

A análise das informações do cadastro dos pontos de água de ANA/Sondotécnica (2006) serviu de base para avaliação do aproveitamento das águas subterrâneas no primeiro diagnóstico de situação dos recursos hídricos da RH II. Os dados cadastrais deste projeto não foram disponibilizados, assim as análises aqui apresentadas foram baseadas em informações extraídas do próprio relatório de ANA/Sondotécnica (2006). Os dados informados no referido relatório dizem respeito ao número de captações subterrâneas cadastradas e a uma síntese de dados hidrodinâmicos referentes ao Sistema Aquífero Cristalino (SAC).

O cadastro de ANA/Sondotécnica (2006) reuniu 135 informações de captações subterrâneas, sendo 85 de poços profundos, 32 de poços rasos e 18 de cacimbas (Figura 7.5). Poços rasos foram definidos como perfurações com profundidades variando entre 10 m e 15 m, com diâmetros entre 2 polegadas a 4 polegadas (ANA/Sondotécnica, 2006).

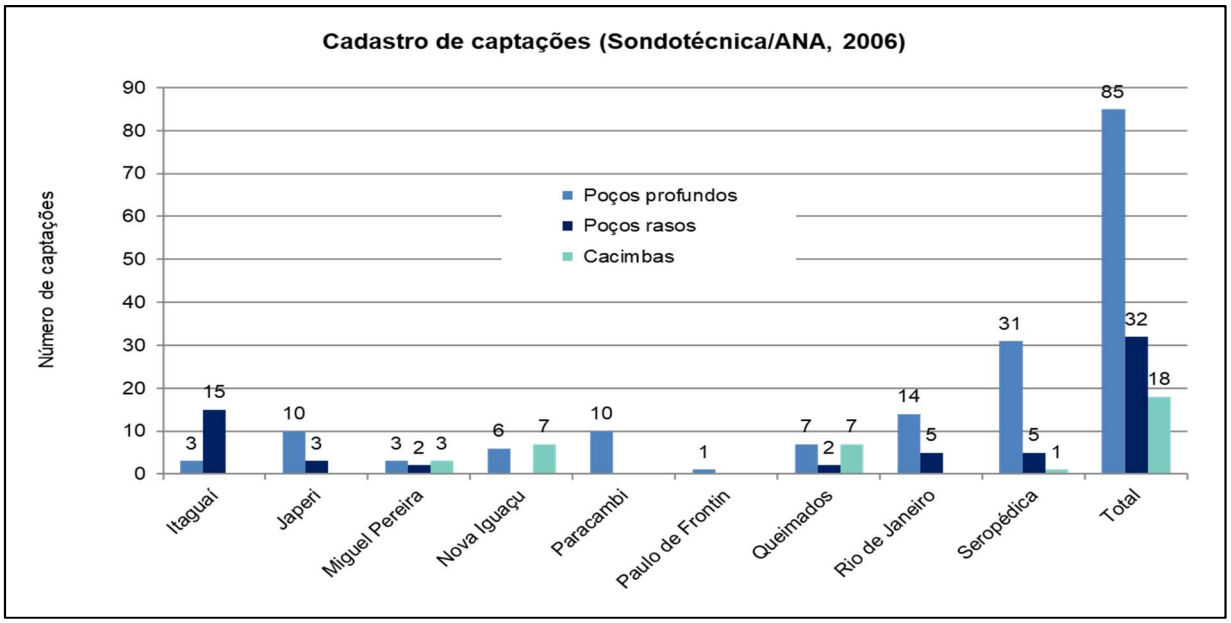


Figura 7.5 – Cadastro de poços da RH II
Fonte: ANA/Sondotécnica (2006).

O município de Seropédica apresentou a maior concentração de captações subterrâneas (37), seguido do Rio de Janeiro (19) e Itaguaí (18), Queimados (16), Nova Iguaçu (13), Japeri (13), Paracambi (10), Miguel Pereira (8) e Paulo de Frontin (1). Seropédica apresentou a maior concentração de poços profundos (31) e Itaguaí a maior concentração de poços rasos (15). Quanto ao tipo de uso das águas subterrâneas, os usos “industrial, abastecimento e doméstico” foram preponderantes.

Não foi possível realizar uma análise da distribuição desses poços nas UHPs, em razão da indisponibilidade das coordenadas dos pontos de captação do cadastro de ANA/Sondotécnica (2006).

O Quadro 7.1 apresenta uma síntese das características dos poços tubulares profundos cadastrados em ANA/Sondotécnica (2006). As profundidades médias das entradas de água, entre 25 m e 30 m, sugerem armazenamento de água nas porções mais superficiais das rochas, onde o grau de alteração e de fraturamento é maior.

Quadro 7.1 – Síntese das características dos poços tubulares profundos da RH II

Discriminação	Média	Mínimo	Máximo
Profundidade (m)	84,3	21	208
Espessura aluvião (m)	16	1	75
Espessura rocha decomposta (m)	8	1	30
Nível estático	3,1	0,4	16
Nível dinâmico	39,3	-	-
Vazão (m³/h)	5,6	0,6	40
Vazão específica (m³/h/m)	-	5,7	20
Número de intervalo de entradas de água	2	1	4
Profundidade das entradas de água	25-30	7,2	173

Fonte: ANA/Sondotécnica (2006).

7.2.2. Cadastro de poços do sistema SIAGAS

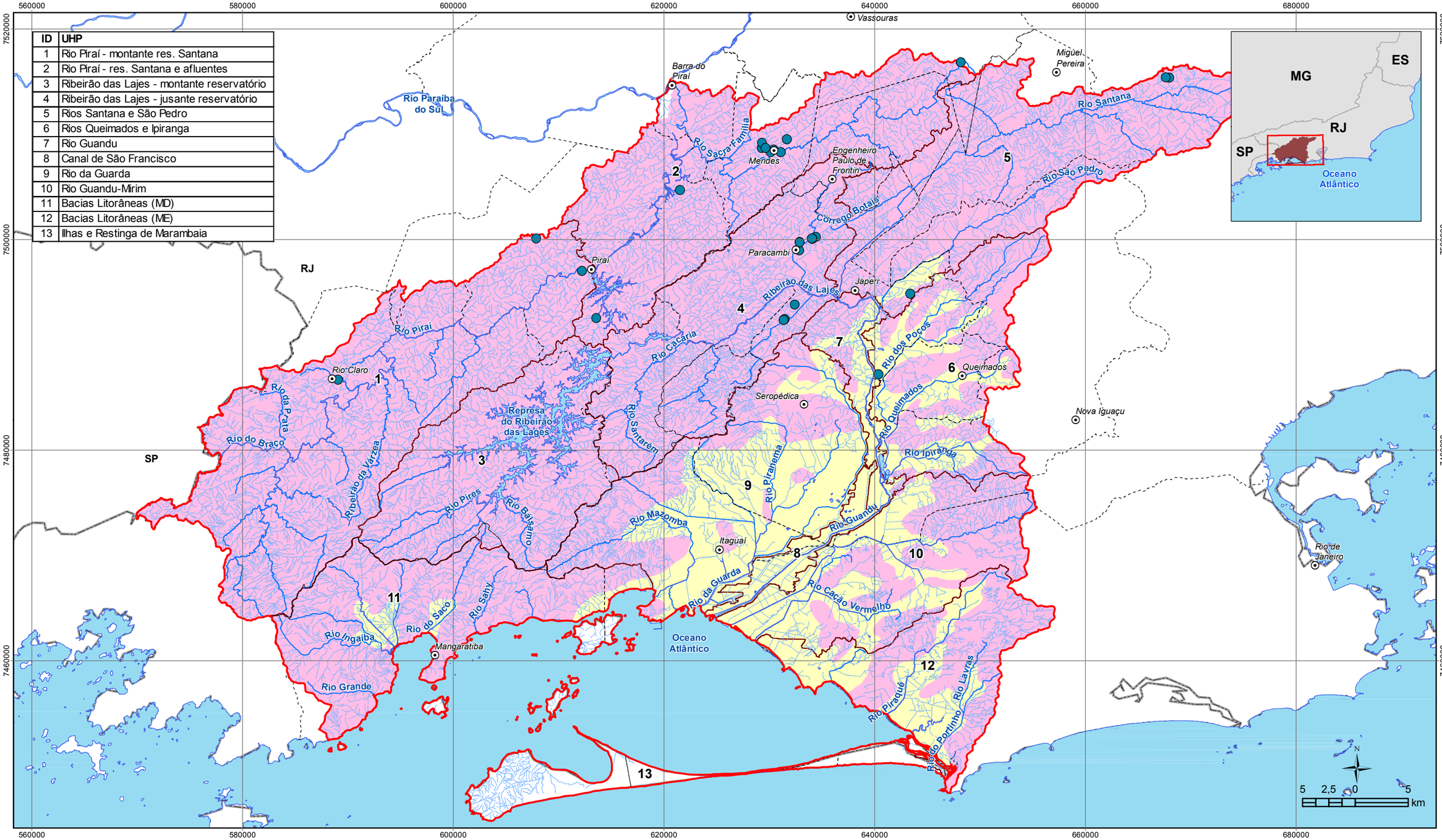
O cadastro de poços do sistema SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas do Serviço Geológico do Brasil (www.siagasweb.cprm.gov.br) – é o mais completo em relação às informações de poços tubulares, contendo dados de vazão, níveis estáticos, níveis dinâmicos etc., porém apresenta muitos campos sem preenchimento.

O cadastro do sistema SIAGAS contem 65 dados de poços perfurados em municípios inseridos total ou parcialmente na RH II, dos quais apenas 27 estão incluídos no perímetro da bacia (Mapa 7.2). Dentre esses, apenas um único poço no município de Japeri se encontra sobre afloramentos de sedimentos do Sistema Aquífero Piranema, embora a captação de água ocorra no Sistema Aquífero Cristalino. A maior concentração de poços do cadastro SIAGAS está nos municípios de Paracambi e Mendes, com 7 unidades em cada. Já os municípios de Rio Claro e Vassouras possuem um único poço cada cadastrado no sistema (Figura 7.6).

Apenas 5 UHPs concentram a totalidade de poços do cadastro SIAGAS, destacando-se as unidades hidrológicas UHP-2 e UHP-4, respectivamente com 10 e 9 captações (Figura 7.6).

De um total de 23 poços com dados de profundidade cadastrados no SIAGAS (Figura 7.7), a profundidade mínima constatada foi em Miguel Pereira (30 m) e a máxima em Paracambi (150 m). Poços com profundidades maiores do que 50 m e até 100 m correspondem a 48% dos poços do SIAGAS, enquanto poços com profundidades de até 50 m ocorrem em apenas 22% dos casos (Figura 7.7).

A vazão específica ou capacidade específica é definida como a vazão extraída por metro de rebaixamento do nível de água do poço, cuja unidade é dada em m³/h/m. Em 19 poços cadastrados no SIAGAS com dados de vazão específica, a maioria deles (58%) apresentou vazões específicas de até 0,2 m³/h/m; 27% dos poços têm vazões específicas maiores do que 0,2 m³/h/m até 0,5 m³/h/m (Figura 7.9). As classes de vazão específica maiores do que 0,5 m³/h/m representam apenas 15% do total de poços.



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Poços Cadastrados no SIAGAS
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Limite Estadual

Aquíferos

- Cristalino
- Sedimentar

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.2: Localização dos poços cadastrados no SIAGAS

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Poços: Sistema SIAGAS

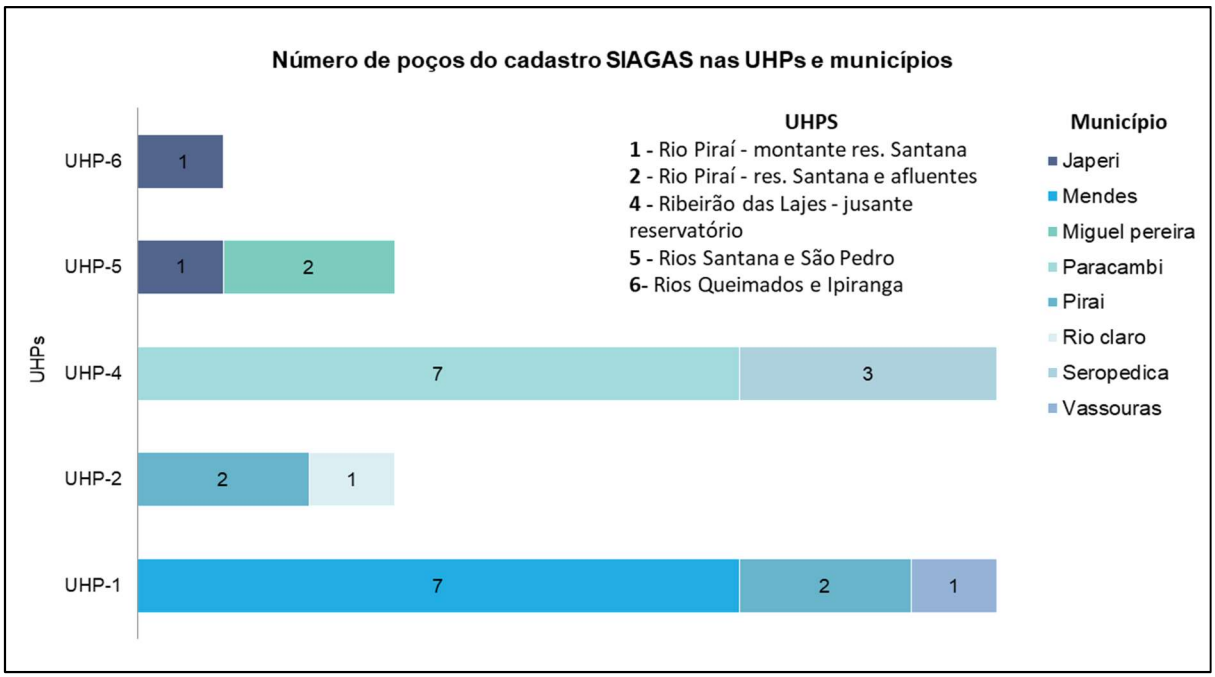


Figura 7.6 – Número de poços profundos do cadastro SIAGAS nas UHPs e municípios da RH II.

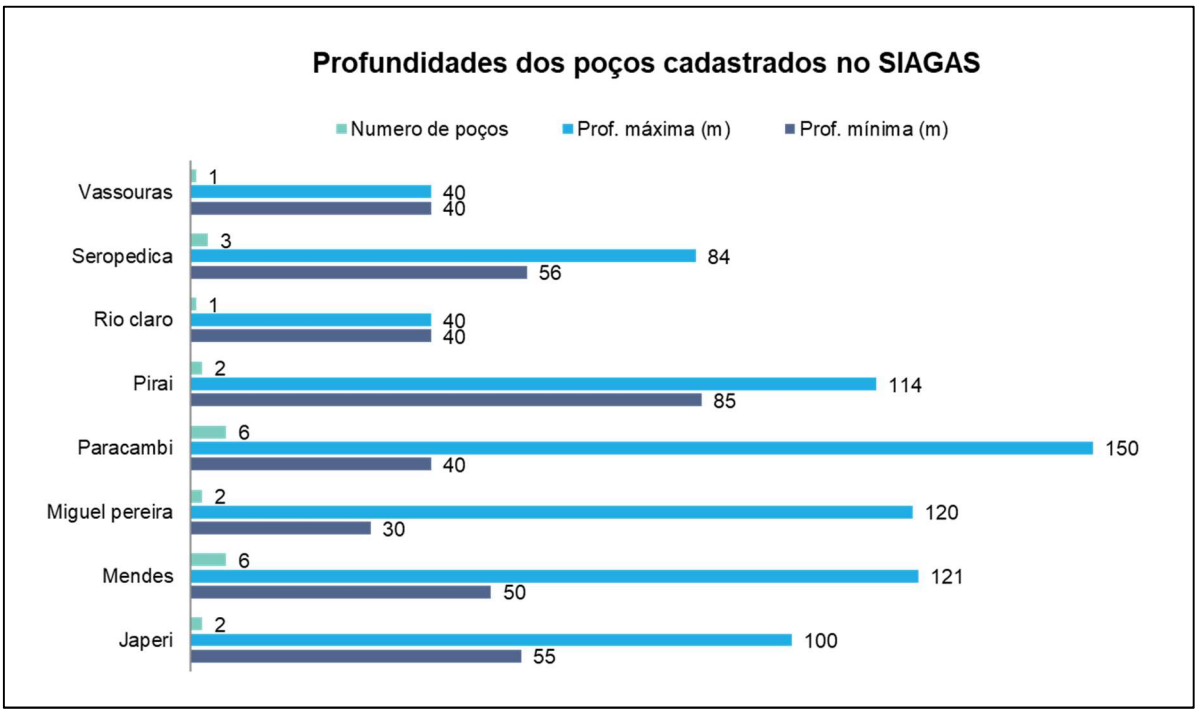


Figura 7.7 – Profundidades dos poços profundos cadastrados no SIAGAS.

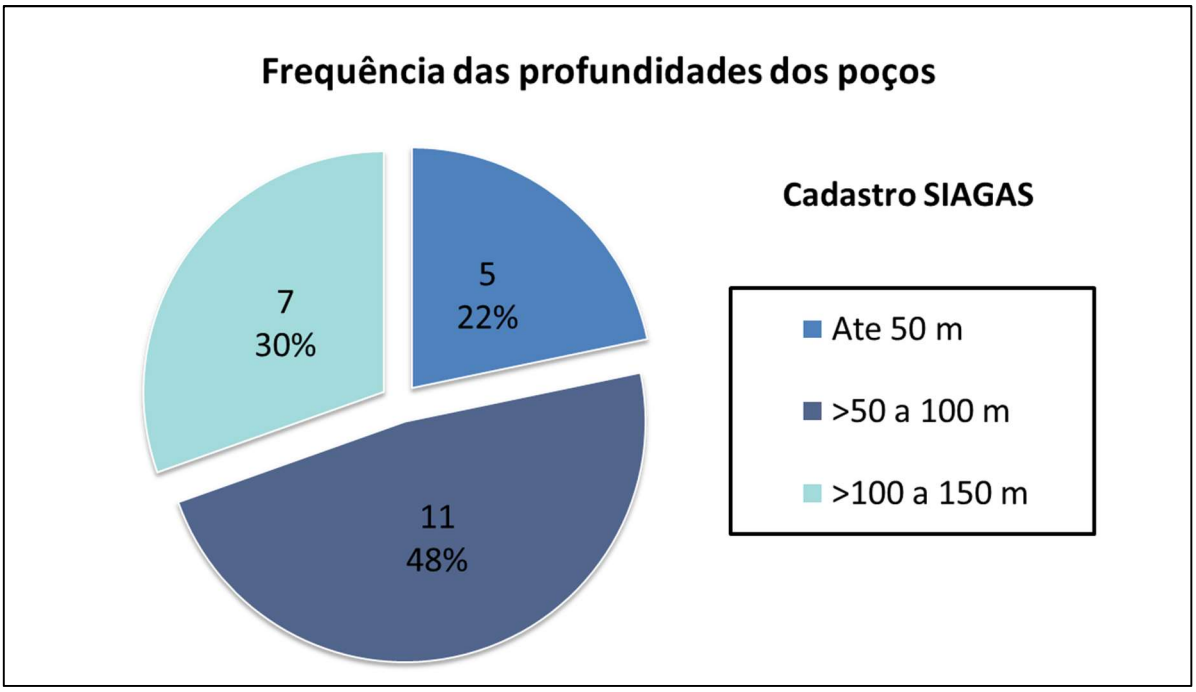


Figura 7.8 – Frequência das profundidades dos poços cadastrados no SIAGAS.

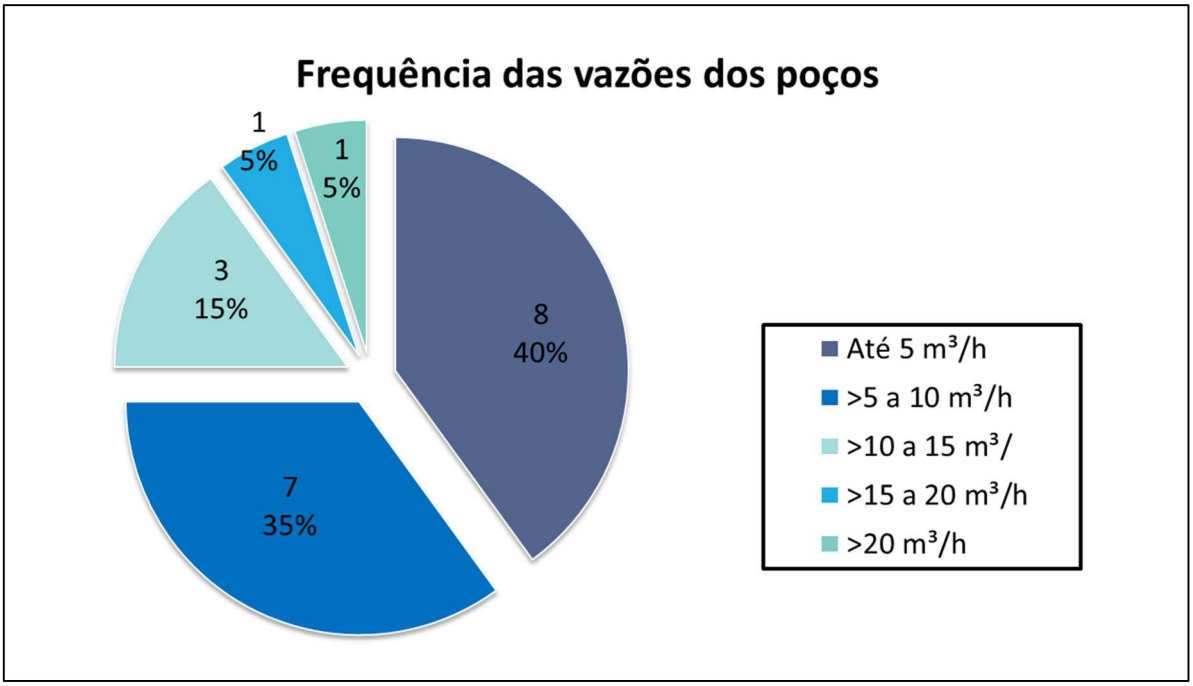


Figura 7.9 – Frequência das vazões específicas dos poços cadastrados no SIAGAS.

De um universo de 20 dados de vazão de poços cadastrados no SIAGAS, 40% correspondem a vazões de até 5 m³/h e outros 35% a vazões maiores do que 5 m³/h até 10 m³/h, compreendendo 3/4 do total de poços. Vazões maiores do que 10 m³/h representam somente 25% do total de poços (Figura 7.10).

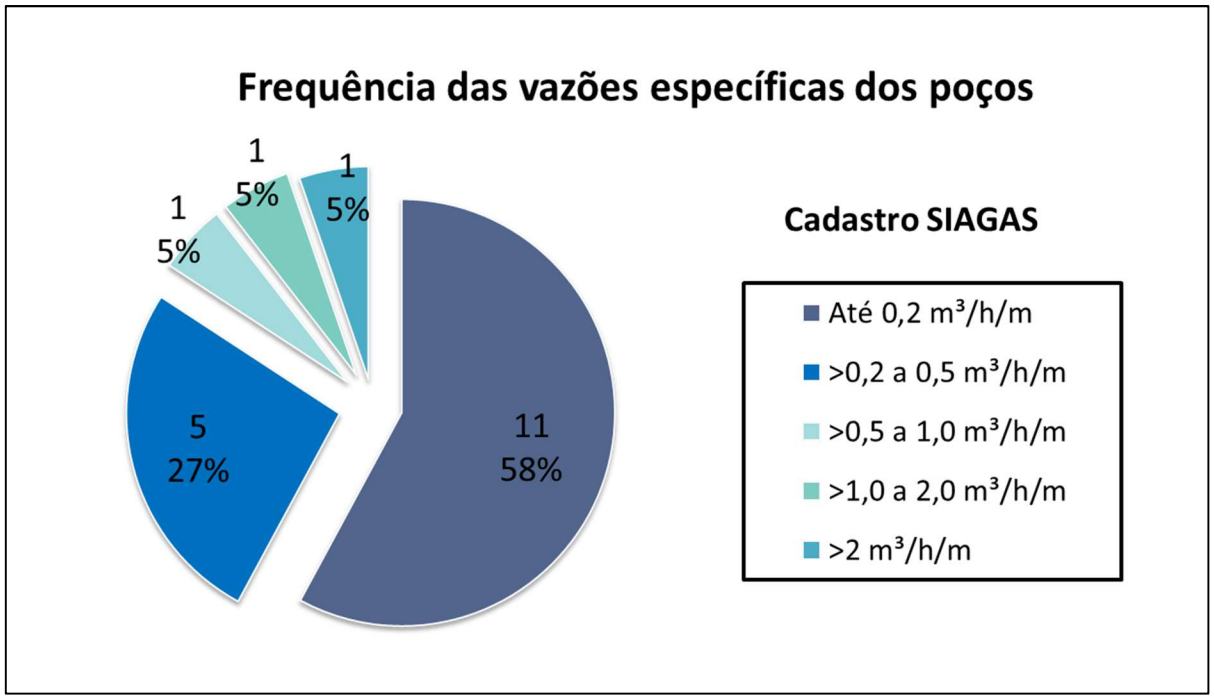


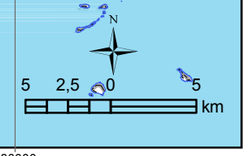
Figura 7.10 – Frequência das vazões dos poços cadastrados no SIAGAS.

7.2.3. Cadastro de poços do Projeto Rio de Janeiro – CPRM (2001)

Com o objetivo de fornecer subsídios técnicos para planejamento do desenvolvimento sustentável, a CPRM realizou estudo multitemático do meio físico do Estado do Rio de Janeiro em 2001. No âmbito do tema Hidrogeologia, foi realizado inventário que reuniu 1.800 poços em banco de dados, dos quais 292 foram utilizados para composição do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2001). Este cadastro apresenta dados de profundidade, vazões, níveis estáticos e níveis dinâmicos.

Dos 292 poços do cadastro CPRM (2001), apenas 26 estão inseridos no perímetro da RH II, como mostrado no Mapa 7.3. Destes, 19 se localizam em áreas de afloramentos do Sistema Aquífero Cristalino, enquanto 7 estão em áreas de afloramentos de sedimentos do Sistema Aquífero Piranema, embora apenas um único poço no cadastro indique que a captação é feita somente no aquífero sedimentar.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Cadastro poços CPRM
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Limite Estadual

Aquíferos

- Cristalino
- Sedimentar

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Figura 7.3 – Localização dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Poços: CPRM, 2001

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (COPPETEC, 2014) cita ainda a existência de mais 97 poços do cadastro CPRM (2001) na área da RH II, totalizando 123 captações, todavia, estes dados não foram disponibilizados.

A maior concentração de poços do cadastro CPRM (2001) está nos municípios do Rio de Janeiro e Paracambi, respectivamente com 7 e 4 unidades. Já os municípios de Miguel Pereira e Queimados possuem um único poço cada (Figura 7.11). Com relação às UHPs, as unidades UHP-4 e UHP-10 concentram o maior número de poços, 5 cada uma, seguida da unidade UHP-2 com 4 captações. As unidades UHP-12 e UHP-8 contam com apenas um único poço cada.

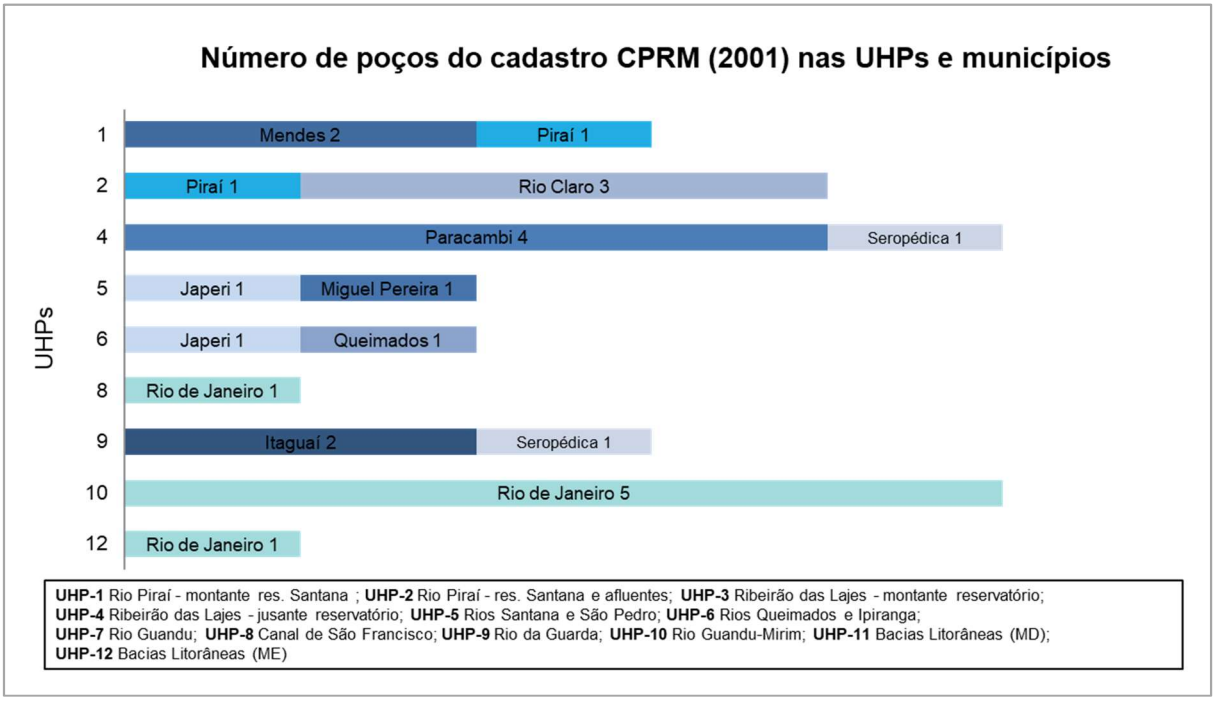


Figura 7.11 – Número de poços do cadastro CPRM (2001) nas UHPs e municípios.

Em termos de profundidades de captação, de um total de 26 poços cadastrados pela CPRM (2001), a mínima foi constatada em Itaguaí (30 m) e a máxima em Seropédica (208 m), como mostrado Figura 7.12.

Poços com profundidades maiores do que 50 m até 100 m correspondem a 54% (14 poços) dos poços do cadastro CPRM (2001), enquanto poços com profundidades maiores do que 100 m até 150 m representam 27% (7 poços) dos casos (Figura 7.13). Poços com profundidades de até 50 m ocorrem em 11% (3) dos poços. Profundidades acima de 150 m ocorrem em apenas 8% (2 poços) dos poços.

Em 20 poços cadastrados pela CPRM (2001) com dados de vazão específica, a maioria (67%) apresentou valores de até 0,2 m³/h/m; vazões específicas maiores do que 0,2 m³/h/m até 0,5 m³/h/m e maiores do que 0,5 m³/h/m até 1,0 m³/h/m distribuem-se igualitariamente em 28% dos casos; apenas 5% dos poços apresentam vazão específica maior do que 1,0 m³/h/m até 2,0 m³/h/m (Figura 7.14).

De um universo de 26 dados de vazão de poços cadastrados por CPRM (2001), 50% correspondem a vazões de até 5 m³/h, 31% a vazões maiores do que 5 m³/h até 10 m³/h e 19% a vazões maiores do que 10 m³/h até 15 m³/h (Figura 7.15).

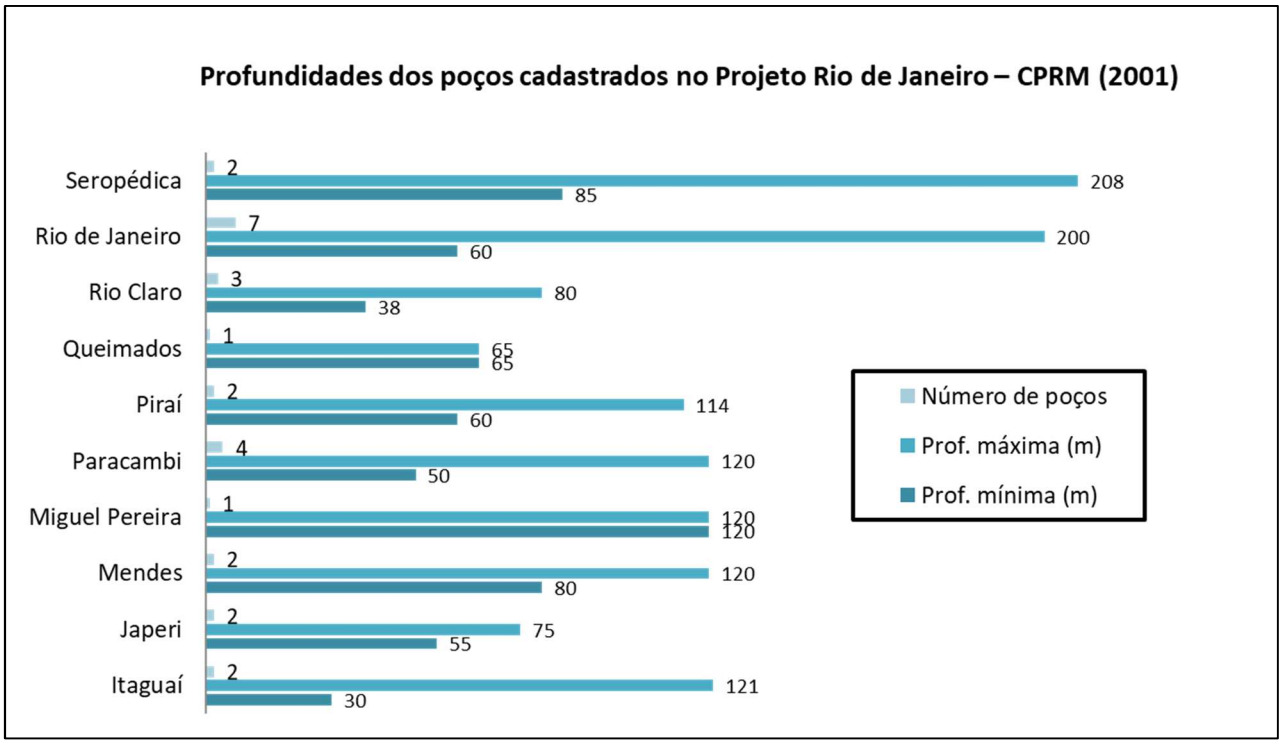


Figura 7.12 – Profundidades dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001.

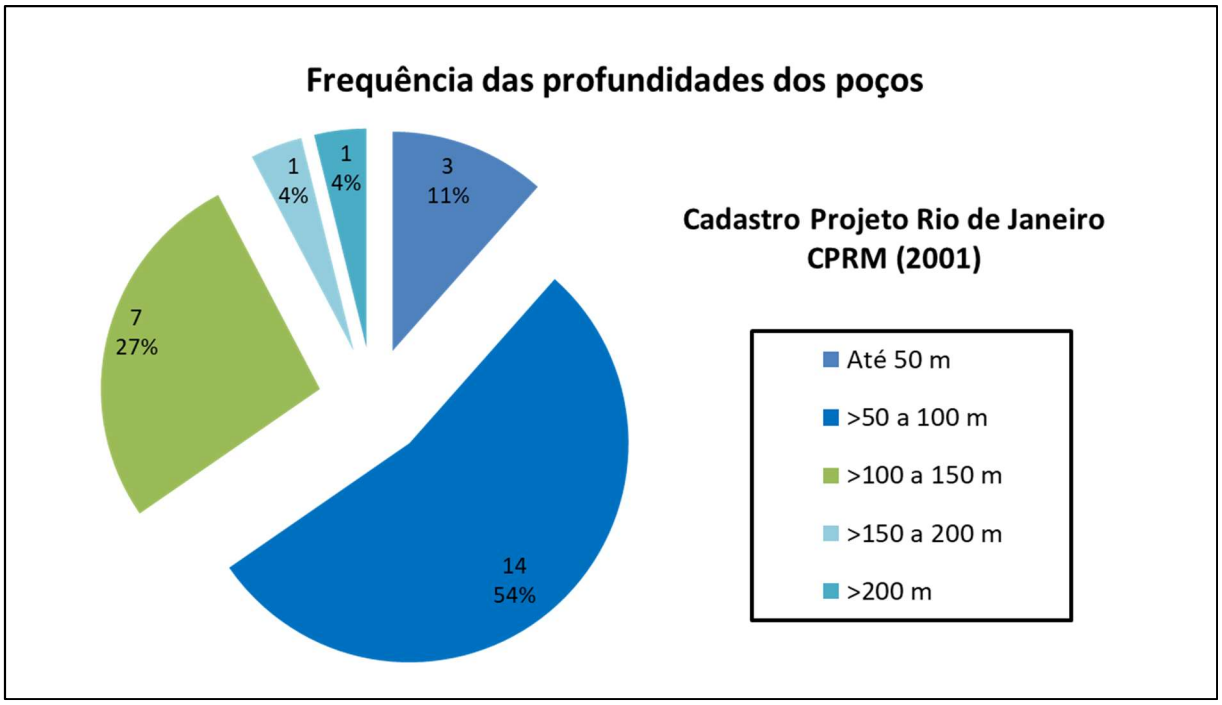


Figura 7.13 – Frequência das profundidades dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001.

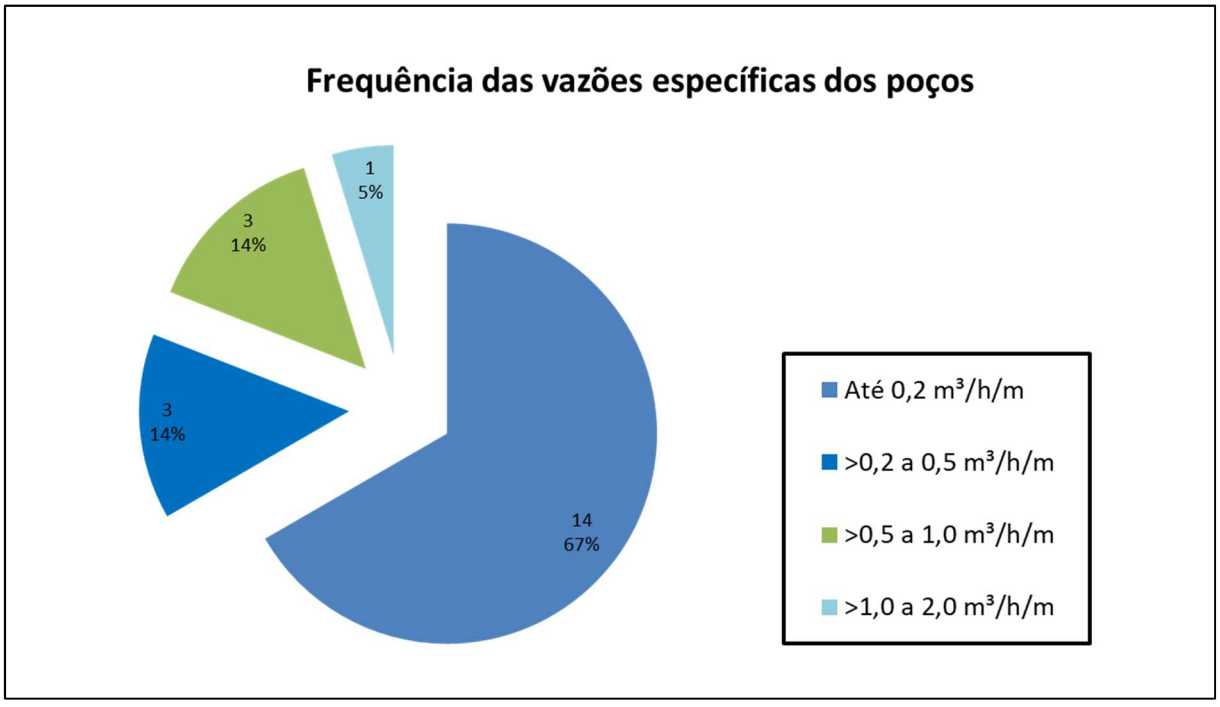


Figura 7.14 – Frequência das vazões específicas dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001.

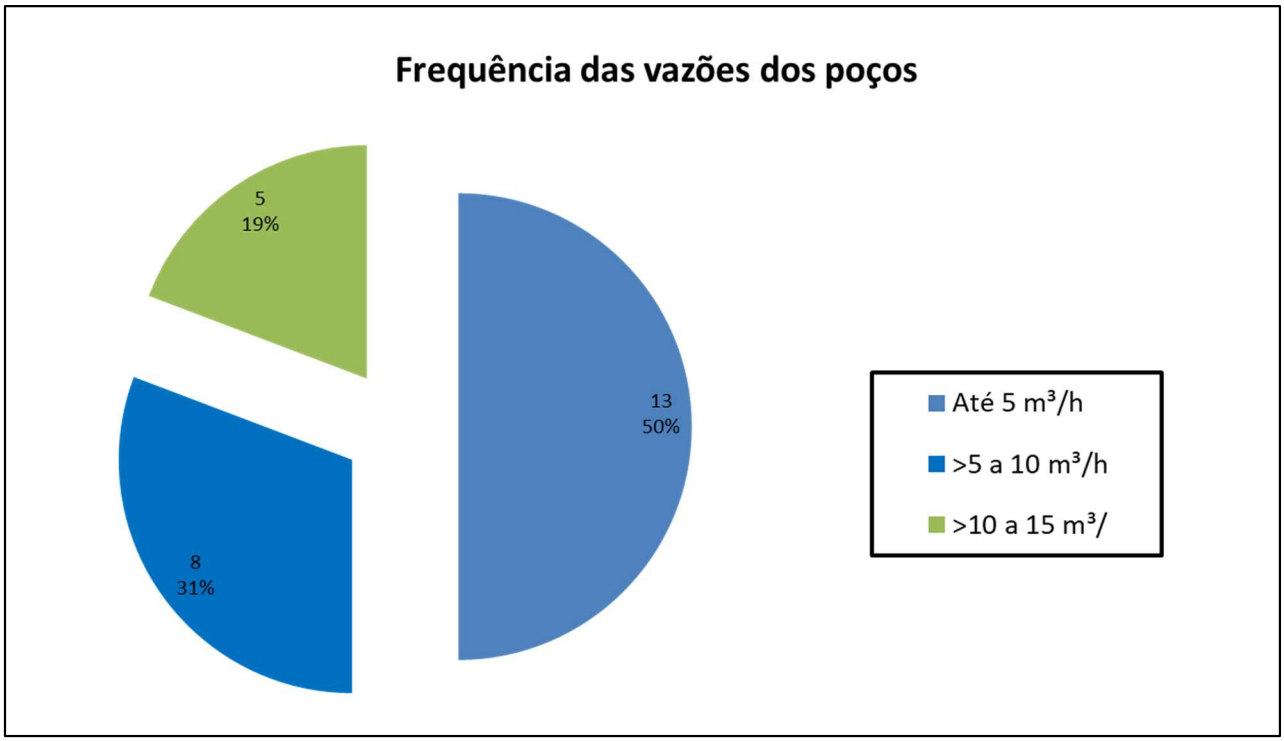


Figura 7.15 – Frequência das vazões dos poços cadastrados no Projeto Rio de Janeiro – CPRM, 2001.

7.2.4. Cadastro do COPPETEC (2014)

Os dados cadastrais de poços deste projeto não foram disponibilizados. As análises aqui apresentadas foram baseadas em informações extraídas do relatório apresentado por COPPETEC (2014), sobre avaliação do potencial hidrogeológico dos aquíferos fluminenses, no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro.

No estudo da COPPETEC (2014) foram utilizados 72 dados de poços tubulares outorgados pelo INEA até 2012 e incorporados 123 dados do cadastro elaborado pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001), totalizando 195 poços. Salienta-se que 26 dados de poços do cadastro CPRM (2001) foram disponibilizados e analisados no item 7.2.3. COPPETEC (2014) destacou, ainda, que vazão média somente para o universo de 123 poços cadastrados por CPRM (2001) foi 6,64 m³/h.

Para um universo de 195 dados de poços analisados por COPPETEC (2014), a vazão de produção média foi de 5,81 m³/h e a vazão específica média foi de 0,59 m³/h/m, revelando diferenças expressivas entre os conjuntos cadastrais (Quadro 7.2)

Quadro 7.2 – Poços cadastrados por COPPETEC (2014) na RH II

195 poços	Vazão (m³/h)	Vazão específica (m³/h/m)	Período (h/d)	Operação (d / mês)
Máxima	20,3	7,6	20	30
Mínima	0,6	0,1	1	18
Média	5,81	0,59	13,8	28

Fonte: COPPETEC (2014).

7.2.5. Cadastro de poços do INEA (2017)

O cadastro de poços do INEA – Instituto Estadual do Ambiente – reúne atualmente 752 captações subterrâneas (Figura 7.16) distinguidas entre poços profundos (360 unidades) e rasos (392 unidades) e apresenta informações de vazões outorgadas, todavia, não identifica qual aquífero é explotado. Do total de 752 poços do cadastro do INEA (2017), 406 situam-se em áreas de afloramento do Sistema Aquífero Piranema e 346 em áreas do Sistema Aquífero Cristalino.

Esses poços estão irregularmente distribuídos em 12 das 13 UHPs, sendo que as unidades hidrológicas UHP-9 e UHP-10 concentram o maior número de poços, respectivamente, 204 e 193, seguidas das unidades UHP-6, com 127 poços e UHP-12, com 124 poços (Mapa 7.4). Estas 4 UHPs concentram 86% das captações outorgadas na RH II.

Os municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Itaguaí e Queimados concentram, respectivamente, 319, 120, 104 e 95 captações, representando 85% do total de poços cadastrados no INEA na RH II (Figura 7.17).

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Poços Cadastrados no INEA
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Limite Estadual

Aquíferos

- Cristalino
- Sedimentar

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.4: Localização dos poços (usuários) cadastrados no INEA (2017)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Poços: INEA, 2017

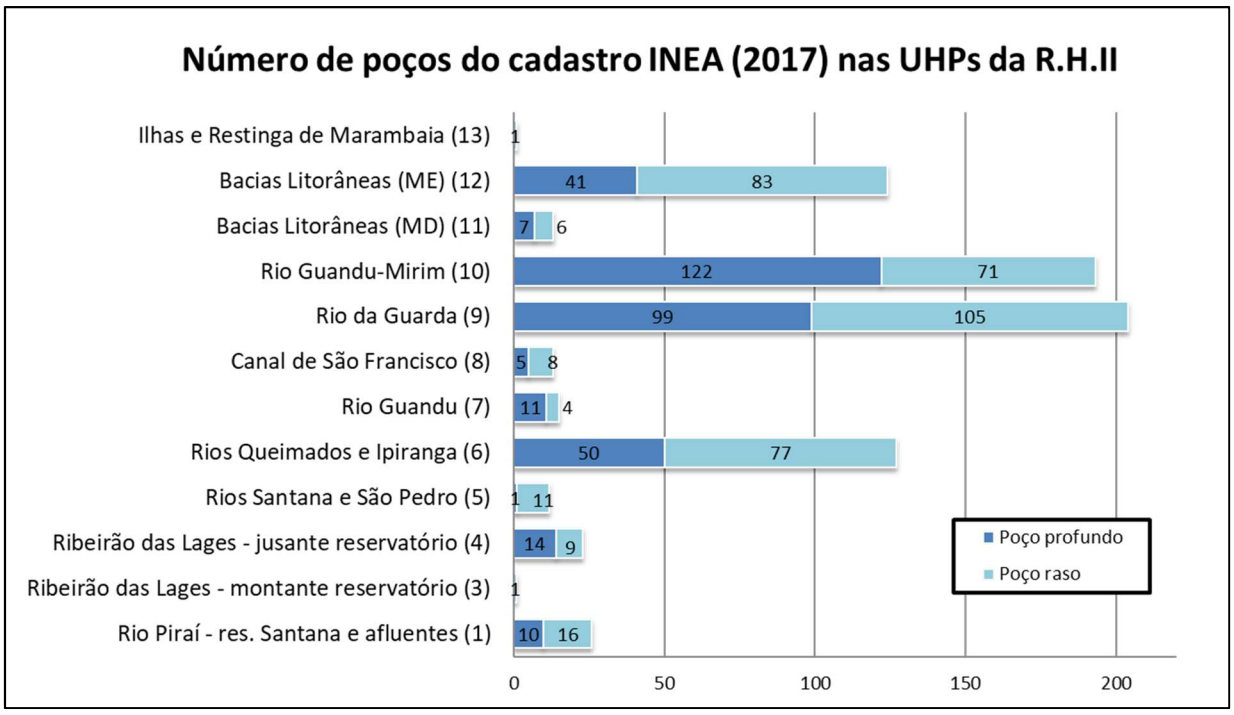


Figura 7.16 – Número de poços do cadastro INEA (2017) nas UHPs.

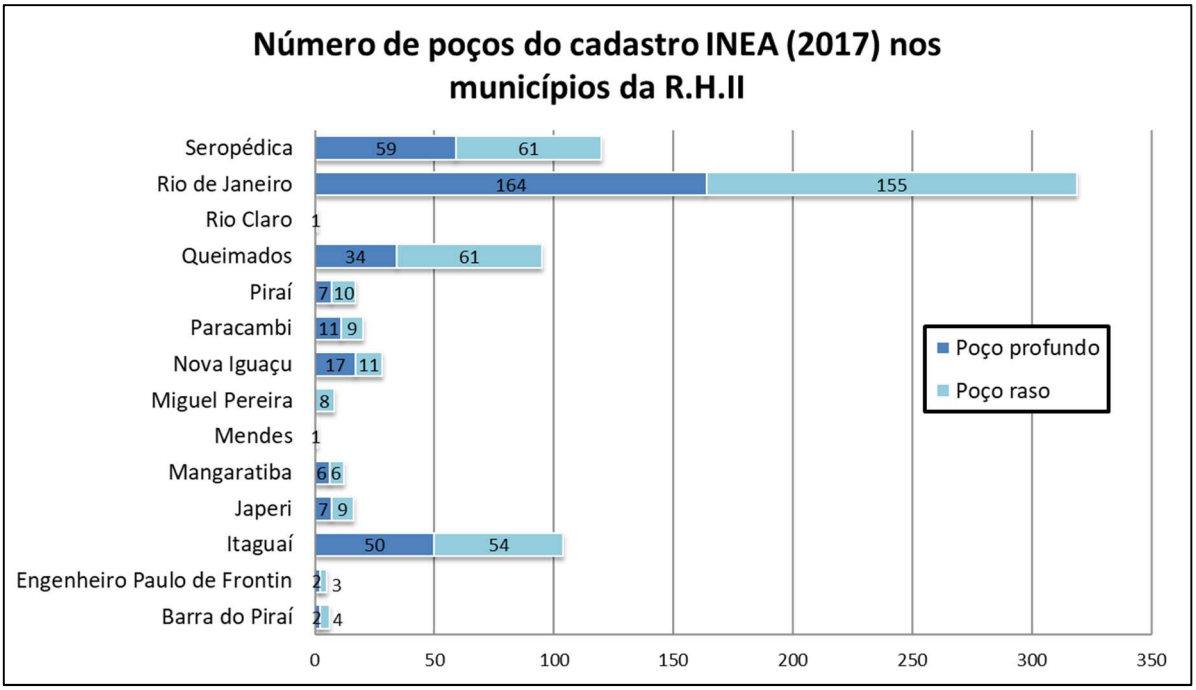


Figura 7.17 – Número de poços do cadastro INEA (2017) nos municípios.

A maioria dos poços cadastrados no INEA (88%) extrai vazão média de até 5 m³/h; 8% dos poços extraem vazões maiores do que 5 m³/h até 10 m³/h; apenas 7% do total de poços cadastrados extraem vazões superiores a 10 m³/h, podendo eventualmente alcançar até 100 m³/h (Figura 7.18).

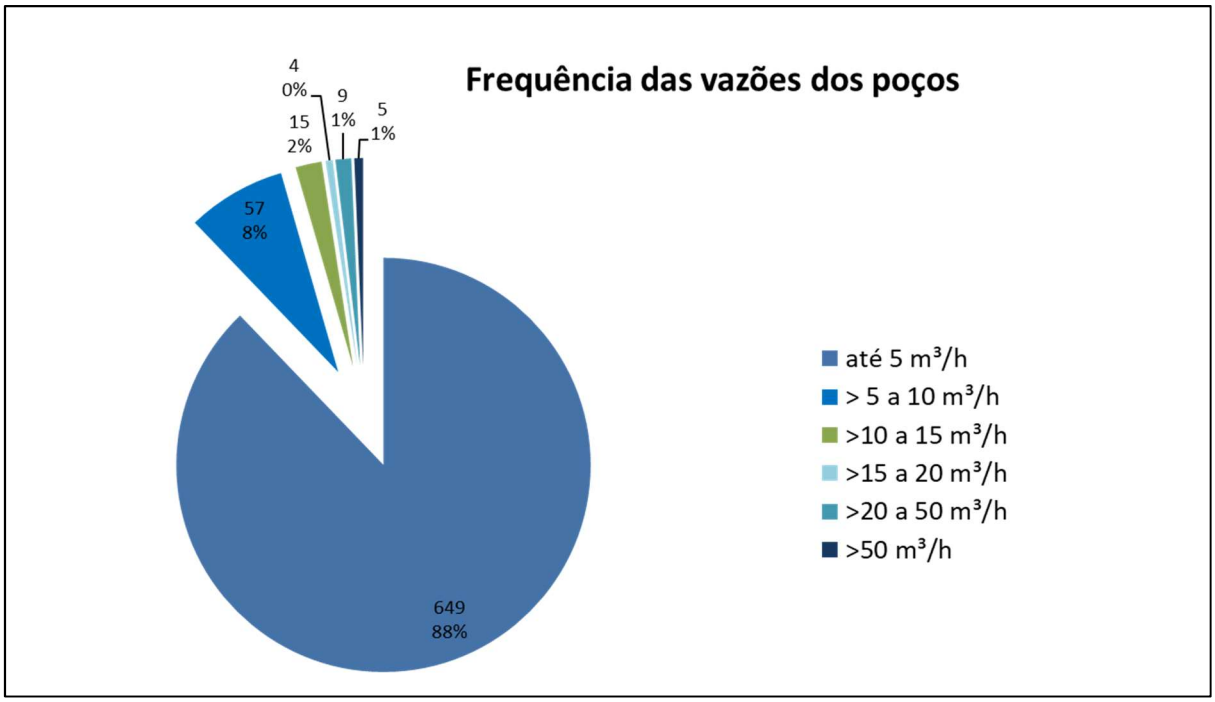


Figura 7.18 – Frequência das vazões de poços cadastrados no INEA (2017).

7.2.6. Estimativa do número de poços existentes na RH II

Segundo COPPETEC (2014), é consenso entre os pesquisadores e gestores estaduais de recursos hídricos que a quantidade real de poços é muito superior aos números apresentados nos diversos cadastros existentes (Quadro 7.3).

Também é bem provável que haja duplicidade de informações entre os cadastros. Além disso, não se sabe o número de poços que foram desativados ou tamponados ao longo do tempo.

Todas essas incertezas tornam as estimativas do número de poços existentes imprecisas e subjetivas.

Quadro 7.3 – Número de poços obtidos de cadastros na RH II

Referência	N. poços
Sondotécnica/ANA (2006)	135
SIAGAS (2017)	27
CPRM (2001)	123
COOPETEC (2014)	195
INEA (2017)	752

Total	**1232**

COPPETEC (2014) contabilizou 195 poços, mas admitiu que há muito mais poços em operação. Face à necessidade de avaliar o volume de água subterrânea captada, estimou o dobro de poços (390 unidades) para a RH II.

O Quadro 7.3 mostra, no entanto, que foram cadastrados no INEA, até início de 2017, 752 poços, ou seja, quase quatro vezes mais do que o contabilizado e quase duas vezes mais do que o estimado em COPPETEC (2014), revelando as incertezas das estimativas.

Em vista da inexistência de uma contabilidade realista, o critério adotado para estimativa do número de poços na RH II considerou o dobro da soma dos poços cadastrados em ANA/Sondotécnica (2006), SIAGAS (2017), CPRM (2001) e INEA (2017).

O cadastro COPPETEC (2014) não foi considerado porque reuniu poços já incorporados nos demais cadastros. O resultado apontou 2.074 poços (Quadro 7.4).

Quadro 7.4 – Estimativa do número de poços em operação na RH II

Cadastros	Poços contabilizados	Fator	Poços estimados
Sondotécnica/ANA (2006)	135	2	270
SIAGAS (2017)	27	2	54
CPRM (2001)	123	2	246
INEA (2017)	752	2	1504
Total	**1037**	-	**2074**

7.3. CADASTRO DE USUÁRIOS E CONSUMO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

A extração de água subterrânea por meio de poços tubulares, no Estado do Rio de Janeiro, deve ser precedida de autorização ambiental fornecida pelo INEA – Instituto Estadual do Ambiente.

O INEA é um órgão vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente com a função de executar as políticas estaduais do meio ambiente, de recursos hídricos e de recursos florestais, adotadas pelos Poderes Executivo e Legislativo do Estado.

Poços desativados pelos usuários também devem ser autorizados pelo INEA para tamponamento definitivo.

Extrações de água subterrânea inferiores ao volume diário de 5 m³/d são consideradas usos insignificantes para fins de outorga e cobrança, conforme as leis vigentes.

Desde 2006, o preenchimento do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH é exigência obrigatória para o processo de regularização do uso da água subterrânea no Estado do Rio de Janeiro. As informações inseridas no CNARH compõem uma base de dados que é utilizada para a gestão de recursos hídricos das bacias hidrográficas.

Até o período compreendido entre 2006 e início de 2017, o INEA cadastrou 752 usuários de água subterrânea na RH II. O volume total anual extraído por 743 poços com dados de vazão na RH II é 1,46 x 10^7 m³, do qual 1,13 x 10^7 m³ é extraído por poços profundos e 3,32 x 10^6 m³ é extraído por poços rasos (Quadro 7.5). Neste cadastro não há identificação do aquífero explotado.

A vazão média dos poços profundos é de 3,36 m³/h e a vazão média dos poços rasos é 1,05 m³/h. A vazão média geral dos poços é de 2,24 m³/h.

Quadro 7.5 – Vazões extraídas por poços na RH II

Tipo de poço	Vazão total (m³/ano)	N. poços	Vazão média (m³/ano/poço)	Vazão média (m³/h/poço)
Profundo	11.300.000	383	29.500	3,36
Raso	3.320.000	360	9.230	1,05
Total geral	**14.600.000**	**743**	**19.700**	**2,24**

Fonte: INEA (2017).

Comparado ao volume anual estimado de extração de água subterrânea por poços rasos, profundos e cacimbas em ANA/Sondotécnica (2006), da ordem de 6,5 x 10^6 m³ (Quadro 7.6), o volume atual outorgado pelo INEA (2017) é 125% maior do que aquele.

Em seu relatório, ANA/Sondotécnica (2006) havia salientado que, devido ao caráter estimativo dos números, era provável que o consumo de água em poços profundos e rasos poderia estar subdimensionado.

Quadro 7.6 – Estimativa dos volumes de água subterrânea consumidos na RH II

Volumes extraídos por poços profundos				
Vazão média (m³/h)	**Nº poços cadastrados**	**Nº poços estimados**	**Período bombeamento (h)**	**Consumo (m³/ano)**
6	85	45	10	2.850.000
Volumes extraídos de poços rasos e cacimbas				
N. habitantes		**Consumo (m³/hab/d)**		**Consumo (m³/ano)**
50.000		0,2		3.650.000
Volumes totais extraídos por poços				
Volume evaporado dos areais				
Áreas do espelho de água (ha)	**Evaporação anual medida em tanque classe A (mm)**			**Consumo (m³/ano)**
295	1.428			4.210.000
Total (m³/ano)				**10.700.000**

Fonte: ANA/Sondotécnica (2006).

Estimando um total de 390 poços e considerando vazão média por poço de 5,81 m³/h, COPPETEC (2014) calculou o volume anual de água extraído dos aquíferos da RH II em 1,98 x 10^7 m³ (Quadro 7.7). Este volume é 36% maior do que o volume atual outorgado em INEA (2017).

Quadro 7.7 – Vazões extraídas por poços cadastrados

Nº poços	Vazão média (m³/h)	Vazão total (m³/h)	Vazão total (m³/ano)
390	5,81	2.265,90	19.800.000

Fonte: COPPETEC (2014).

O Quadro 7.8 apresenta um resumo do número de poços e vazões médias obtidas nos cadastros de referência analisados. As incertezas com relação aos números apresentados já foram mencionadas no item 6.2.6.

A análise dos dados cadastrais apontou vazão média ponderada de 4,07 m³/h. Considerando o número de 2.074 poços estimado no Quadro 7.4, o volume total anual de água subterrânea extraída por captações rasas e profundas na RH II foi avaliado em 7,39 x 10^7 m³.

Quadro 7.8 – Número de poços e vazões médias cadastrais

Referência	Nº poços	Vazão média (m³/h)
Sondotécnica/ANA (2006)	135	5,6
SIAGAS (2017)	27	8,9
CPRM (2001)	123	6,4
INEA (2017)	752	3,24
Total	**1037**	-
Média ponderada		**4,07**

Outra importante forma de captação de água subterrânea são os poços tipo cisterna ou cacimba, perfurados em grandes diâmetros e profundidades pequenas, muito utilizados no meio rural para abastecimento doméstico ou de pequenas propriedades (ANA/SONDOTÉCNICA, 2006; COPPETEC, 2014).

Para estimativa das vazões extraídas por captações do tipo cisterna ou cacimba nas áreas rurais dos municípios integrantes da RH II, foi utilizado o mesmo método descrito em COPPETEC (2014).

O método estimou a população rural dos municípios com base no censo IBGE (2010) e na porcentagem da área do município inserida na RH II, e considerou um consumo per capita de 125 L por habitante/dia (Quadro 7.9). Os resultados apontaram um consumo de água subterrânea de 2,20 x 10^6 m³/ano, sendo que somente o município de Seropédica consome quase 30% desse total (6,34 x 10^5 m³/ano).

Quadro 7.9 – Consumo estimado de água subterrânea pela população rural dos municípios da RH II

Munícipios	Área município (km²)	% área na bacia	Pop. Rural do município	Pop. rural na bacia	Consumo per capita (L/d/hab)	Consumo anual (m³)
Barra do Piraí	578,68	7,46%	2.821	211	125	9.627
Eng. Paulo de Frontin	132,9	100,00%	3.714	3.714	125	169.451
Itaguaí	275,75	100,00%	4.882	4.882	125	222.741
Japeri	81,85	100,00%	-	-	125	-
Mangaratiba	356,21	100,00%	4.336	4.336	125	197.830
Mendes	97	75,38%	234	176	125	8.030
Miguel Pereira	289,13	86,94%	3.141	2.731	125	124.602
Nova Iguaçu	521,14	48,63%	8.694	4.227	125	192.857
Paracambi	179,61	100,00%	5.402	5.402	125	246.466
Piraí	505,13	77,99%	5.478	4.273	125	194.956
Queimados	75,67	100,00%	-	-	125	-
Rio Claro	836,78	95,11%	3.656	3.477	125	158.638
Rio de Janeiro	1200,07	39,29%	-	-	125	-
Seropédica	283,66	100,00%	13.901	13.901	125	634.233
Vassouras	537,99	7,58%	11.211	850	125	38.781
Total	-	-	**67.470**	**48.180**	-	**2.200.000**

Para avaliação das vazões extraídas por captações do tipo cisterna ou cacimba nas UHPs, estimou-se a população rural com base na porcentagem da área dos municípios inseridos nas unidades hidrológicas e no censo IBGE (2010), e considerou-se um consumo per capita de 125 L por habitante/dia (Quadro 7.10).

Os resultados apontaram que as unidades hidrológicas UHP-9 e UHP-4 são responsáveis pelo maior consumo de água subterrânea na RH II por esta modalidade de captação, atingindo 44% do total.

No primeiro diagnóstico de situação dos recursos hídricos subterrâneos da RH II, elaborado por ANA/Sondotécnica (2006), foi contabilizado como consumo de água subterrânea o volume evaporado das lagoas formadas pela mineração de areia. O método de cálculo baseou-se na evaporação média anual da região, estimada em 1.428 mm, medida em Tanque Classe “A” do posto meteorológico Ecologia Agrícola, e na soma dos espelhos de água das lagoas, cujos resultados apontaram 4,2 x 10^6 m³/ano (Quadro 7.6).

O cálculo, contudo, não considerou o balanço hídrico entre precipitação e evaporação que, na média, pode equilibrar consumo e reposição de água. Portanto, no aspecto quantidade, águas evaporadas de lagoas formadas por cavas de mineração não serão contabilizadas como consumo.

Quadro 7.10 – Consumo de águas subterrâneas na zona rural das UHPs da RH II

Código UHP	Nome UHP	População rural	Consumo (L/d/hab)	Consumo anual (m³)
1	Rio Piraí - montante res. Santana	3.191	125	146.000
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	5.375	125	245.000
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1.506	125	68.700
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	8.190	125	374.000
5	Rios Santana e São Pedro	5.943	125	271.000
6	Rios Queimados e Ipiranga	2.034	125	92.800
7	Rio Guandu	2.480	125	113.000
8	Canal de São Francisco	740	125	33.800
9	Rio da Guarda	13.081	125	597.000
10	Rio Guandu-Mirim	863	125	39.400
11	Bacias Litorâneas (MD)	3.710	125	169.000
12	Bacias Litorâneas (ME)	0	125	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	1.068	125	48.700
Total				**2.200.000**

O Quadro 7.11 apresenta um resumo das vazões anuais extraídas dos aquíferos da RH II, de acordo com o tipo de captação considerado. As vazões de poços outorgadas pelo INEA (A) representam uma informação real, enquanto as vazões dos demais tipos de captação (B e C) foram estimadas.

O consumo anual de água subterrânea da bacia pode ser estimado considerando somente as vazões efetivamente outorgadas (A) ou uma combinação entre os demais tipos de captação (B e C) conforme apresentado no Quadro 7.12.

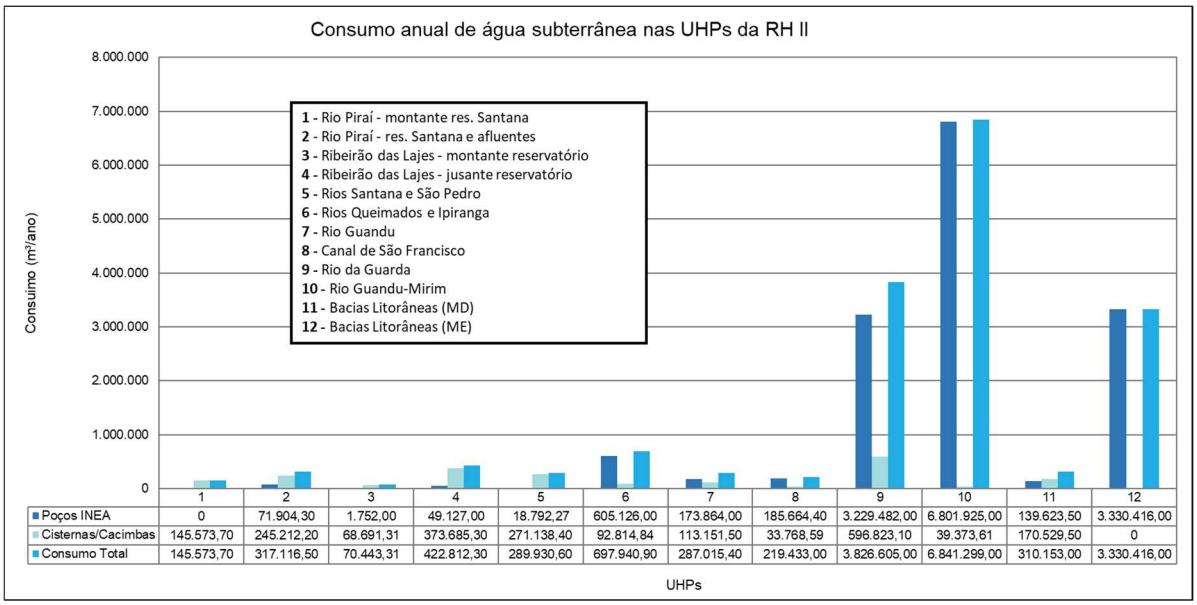
Quadro 7.11 – Consumo de água subterrânea extraída dos aquíferos na RH II

Identificação	Tipo de captação	Classe	Consumo (m³/ano)
A	Poços INEA cadastrados	Vazões outorgadas	14.600.000
B	Cisternas e cacimbas	Vazões estimadas	2.200.000
C	Poços estimados	Vazões estimadas	73.900.000

Quadro 7.12 – Estimativa do consumo total

Identificação	Consumo (m³/ano)
A	14.600.000
A+B	16.800.000
B+C	76.100.000

Como a distribuição e localização dos poços estimados na RH II são desconhecidas, a avaliação do consumo de água subterrânea considerou a soma das vazões outorgadas e das vazões de cisternas/cacimbas (A+B), uma vez que esses dados estão discriminados por unidade hidrológica (Figura 7.19 e Mapa 7.5). Assim, o consumo de água subterrânea na RH II foi estimado em 1,68 x 10^7 m³/ano. As unidades UHP-10, UHP-12 e UHP-9 consomem a maior quantidade de água subterrânea, correspondente a 84% do total consumido na bacia.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Poços INEA	0	71.904,30	1.752,00	49.127,00	18.792,27	605.126,00	173.864,00	185.664,40	3.229.482,00	6.801.925,00	139.623,50	3.330.416,00
Cisternas/Cacimbas	145.573,70	245.212,20	68.691,31	373.685,30	271.138,40	92.814,84	113.151,50	33.768,59	596.823,10	39.373,61	170.529,50	0
Consumo Total	145.573,70	317.116,50	70.443,31	422.812,30	289.930,60	697.940,90	287.015,40	219.433,00	3.826.605,00	6.841.299,00	310.153,00	3.330.416,00

Figura 7.19 – Consumo anual estimado de água subterrânea nas UHPs da RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Limite Estadual

Consumo total estimado de água subterrânea (m³/ano)

- 70.443 - 100.000
- 100.001 - 250.000
- 250.001 - 500.000
- 500.001 - 1.000.000
- 1.000.001 - 7.000.000

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.5: Distribuição do consumo anual estimado de água subterrânea nas UHPs da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Consumo de água subterrânea: Profill, 2017

7.4. RESERVAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

O conceito de reserva hídrica subterrânea pode ser entendido como a quantidade de água armazenada nos poros dos sedimentos ou nas fraturas das rochas cristalinas, passível de extração (Custódio & Llamas, 1996).

As reservas compreendem, em sentido amplo, a totalidade das águas mobilizáveis existentes em um sistema aquífero (Custódio & Llamas, 1996). Segundo este conceito, qualquer água passível de extração armazenada nos poros interconectados (porosidade efetiva) das rochas participa das reservas hídricas subterrâneas. Os citados autores salientam ainda que para definir reservas há necessidade de especificar os limites inferiores e superiores do aquífero, e neste caso, os últimos usualmente são coincidentes com os limites da zona saturada, além de conhecer as características geométricas e parâmetros físicos dos aquíferos, como porosidade efetiva e coeficiente de armazenamento.

Os aquíferos existentes na RH II podem ser considerados como, predominantemente, de natureza livre. A água armazenada em aquíferos livres é distinguida em reserva renovável e reserva permanente. As reservas hídricas totais subterrâneas compreendem a soma das reservas renováveis e permanentes.

7.4.1. Reservas renováveis

As reservas renováveis correspondem à quantidade de água armazenada no aquífero e renovada anualmente a cada ciclo hidrológico (corresponde à recarga sazonal). Essas reservas são determinantes para a manutenção do escoamento de base dos rios e podem variar de um ano para o outro, dependendo das condições de precipitação atmosférica na área da bacia.

Fisicamente, as reservas renováveis são definidas pela equação abaixo:

$$R_r = A.\Delta h.\emptyset_e$$

Onde: A é a área do aquífero; Δh representa a variação anual do nível de água máximo e mínimo do aquífero e $Ø_e$ é a porosidade efetiva da rocha ou sedimento do arcabouço do aquífero.

Uma vez que as reservas renováveis equivalem ao escoamento de base anual dos rios, os estudos hidrológicos fornecem parâmetros necessários para uma estimativa mais precisa de volumes armazenados do que aquela baseada numa equação cujas variáveis são pouco conhecidas. Neste caso, a equação que determina a reserva renovável é dada por:

$$R_r = A.CE$$

Onde: A é a área do aquífero e CE é contribuição específica referente ao escoamento de base da bacia. Normalmente, a vazão de base é definida por uma vazão mínima, como $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ ou $Q_{90\%}$, extraída de estudos hidrológicos existentes.

A estimativa das reservas renováveis dos aquíferos da RH II foi elaborada com base nas vazões mínimas determinadas em estudos hidrológicos anteriores. O diagnóstico de situação elaborado por ANA/Sondotécnica (2006) utilizou vazões mínimas $Q_{7,10}$ para as sub-bacias da RH II, com base nos estudos de regionalização de vazões elaborados pela CPRM (2002) e pelo CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998), cujos resultados são mostrados na Quadro 7.13.

O estudo de CPRM (2002) foi elaborado com base nas características de apenas uma única região homogênea. O estudo realizado por ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998) foi considerado mais abrangente e representativo, sendo recomendado por ANA/Sondotécnica (2006) para estimativa das vazões médias e mínimas.

Segundo ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998), as contribuições específicas (CE) das vazões mínimas $Q_{7,10}$ variaram entre 0,9 x 10^{-3} m³/s/km² e 1,18 x 10^{-3} m³/s/km², com média ponderada de 1,06 x 10^{-3} m³/s/km².

Estudo desenvolvido por COPPETEC (2014) apresentou estimativa das vazões mínimas $Q_{7,10}$ de sub-bacias componentes da RH II (Quadro 7.14). As contribuições específicas referentes ao $Q_{7,10}$ das sub-bacias estudadas variaram entre o mínimo de 9,85 x 10^{-4} m³/s/km² e o máximo de 1,3 x 10^{-3} m³/s/km², com média ponderada de 1,12 x 10^{-3} m³/s/km².

Quadro 7.13 – Áreas de drenagem e vazões mínimas $Q_{7,10}$ das sub-bacias da RH II

Bacia	Sub-bacia	Área	CPRM (2002)		ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998)	
		(km²)	Q 7,10	CE (Q 7,10)	Q 7,10 (1)	CE (Q 7,10)
			(m³/s)	(m³/s/km²)	(m³/s)	(m³/s/km²)
Guandu	Ribeirão das Lages	333,8	0,367	0,0011	0,366	0,0011
	Ribeirão da Floresta	12,5	0,013	0,00104		
	Cacaria	74	0,079	0,00107	0,081	0,00109
	Rio da Onça	54,1	0,058	0,00107	0,059	0,00109
	Córrego dos Macacos	49,7	0,053	0,00107	0,054	0,00109
	Macaco	78,3	0,082	0,00105	0,083	0,00106
	Valão da Areia	27,4	0,029	0,00106	0,032	0,00117
	Santana	321	0,353	0,0011	0,378	0,00118
	São Pedro	99,7	0,108	0,00108	0,117	0,00117
	Poços/Queimados/Ipiranga	243,2	0,266	0,00109	0,241	0,00099
	Guandu (incremental)	93,7	0,101	0,00108	0,099	0,00106
	Guandu (foz)	1385			1,523	0,0011
Guarda	Valão dos Bois	134,6	0,146	0,00108	0,134	0,001
	Rio Piloto	107	0,115	0,00107	0,104	0,00097
	Rio Cai Tudo	58,6	0,063	0,00108	0,063	0,00108
	Vale do Sangue	12,6	0,013	0,00103		
	Rio Itaguaí	6,7	0,007	0,00104		
	Rio do Guarda (foz)	345,5	0,381	0,0011	0,343	0,00099
Guandu - Mirim	Rio Capenga	30,6	0,032	0,00105	0,028	0,00092
	Campinho	39,3	0,042	0,00107	0,036	0,00092
	Guandu-Mirim (mont. conf. Campinho	82	0,088	0,00107	0,075	0,00092
	Guandu-Mirim (foz)	190,3	0,208	0,00109	0,172	0,0009
Resultados	**Máximo**			**0,0011**		**0,00118**
	Mínimo			**0,00103**		**0,0009**
	Média ponderada			**0,00107**		**0,00106**

Fonte: ANA/Sondotécnica (2006).
(1) Calculado com base em dados de chuva de CPRM (2002).
CE = contribuição específica

Quadro 7.14 – Contribuição específica das vazões mínimas $Q_{7,10}$ das sub-bacias da RH II

Sub-bacias	Área (km²)	$Q_{7,10}$ (m³/s)	CE ($Q_{7,10}$) (m³/s/km²)
Da Guarda	345,3	0,34	0,000985
Santana	314,7	0,38	0,00121
São Pedro	92,6	0,12	0,0013
Macaco	73,11	0,083	0,00114
Maior	345,3	0,38	0,0013
Menor	73,11	0,083	0,000985
Média ponderada		0,001	0,00112

Fonet: COPPETEC (2014).
CE = contribuição específica

Os estudos realizados por ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP (1998) e COPPETEC (2014) mostraram valores de CE muito próximos, sem variações expressivas, mas ligeiramente maiores em COPPETEC (2014). A comparação entre as médias ponderadas de CE dos dois estudos mostra diferença de apenas 6% entre elas.

Considerando que os estudos não fazem distinção entre CE de áreas drenadas de aquíferos sedimentares ou cristalinos e que os valores de CE das sub-bacias não apresentam diferenças significativas, pode-se assumir um valor médio de 1,09 x 10^{-3} m³/s/km² para a RH II como um todo.

Multiplicando-se o valor de CE pela área aflorante dos aquíferos, as reservas hídricas renováveis totais são estimadas em 1,24 x 10^{8} m³/ano, distinguidas em 1,02 x 10^{8} m³/ano dos aquíferos cristalinos e 2,22 x 10^{7} dos aquíferos sedimentares (Quadro 7.15).

Quadro 7.15 – Reservas renováveis dos aquíferos da RH II

Reservas hídricas subterrâneas renováveis dos aquíferos da RH II			
Sistemas Aquíferos	**Área total (km²)**	**CE (m³/s/km²)**	**Reserva renovável (m³/ano)**
Piranema	648,35	0,00109	22.200.000
Cristalino	2968,11	0,00109	102.000.000
Total	**3616,46**	-	**124.000.000**

CE = contribuição específica

7.4.2. Reservas permanentes

As reservas permanentes correspondem ao volume de água acumulado no aquífero, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica (Custódio & Llamas, 1996).

As reservas permanentes de aquíferos livres compreendem a totalidade da água do armazenamento drenável e uma parcela desprezível do armazenamento compressível.

Fisicamente, as reservas permanentes são definidas pela equação abaixo:

$$R_p = A.E.(\emptyset_e + S)$$

Onde: A é a área do aquífero; E representa a espessura do aquífero; $Ø_e$ é a porosidade efetiva da rocha ou sedimento constituinte do aquífero e S é o coeficiente de armazenamento.

Como o coeficiente de armazenamento é desprezível para aquíferos livres, a equação reduz-se a:

$$R_p = A.E.Ø_e = V.Ø_e$$

Onde: V é igual ao volume rochoso saturado.

Para aquíferos fissurais distingue-se uma porosidade efetiva fissural (Øef), equivalente ao volume ocupado pelos espaços vazios representativos das descontinuidades do arcabouço rochoso (falhas, fraturas etc.). A equação toma, então, a seguinte forma:

$$R_p = A.E.Ø_{ef} = V.Ø_{ef}$$

Os seguintes parâmetros físicos foram adotados para estimativa das reservas permanentes do Sistema Aquífero Cristalino (SAC):

- Área = área de ocorrência aflorante e encoberta na RH II, respectivamente 2.968,11 km² e 648,35 km², totalizando 3.616,46 km²;
- Espessura saturada = admitida de 150 m, sendo 30 m de rochas intemperizadas no topo e 120 m restantes de rochas fraturadas;
- Porosidade fissural = admitida de 3% para a rocha fraturada e 6% para a rocha intemperizada no topo, com base em Custódio & Llamas (1996).

A estimativa das reservas permanentes do aquífero sedimentar considerou os seguintes parâmetros:

- Área = área de ocorrência aflorante na RH II de 648,35 km²;
- Espessura saturada = admitida de 25 m, com base em ELETROBOLT (2003);
- Porosidade efetiva = admitida de 18%, com base em ANA/Sondotécnica (2006).

O Quadro 7.16 apresenta a estimativa das reservas permanentes dos aquíferos da RH II. As reservas totais foram calculadas em 2,24 x 10^{10} m³, dos quais 1,95 x 10^{10} m³ são provenientes do Sistema Aquífero Cristalino e 2,91 x 10^{9} m³ são provenientes do Sistema Aquífero Piranema.

Quadro 7.16 – Reservas hídricas subterrâneas permanentes dos aquíferos da RH II

Sistemas Aquíferos	Área total (km²)	Espessura (m)	Porosidade (%)	Reserva permanente (m³)
Piranema	648,35	25	18	2.920.000.000
Cristalino	3616,46	Rochas intemperizadas	6	6.510.000.000
		30		
		Rochas fraturadas	3	13.000.000.000
		120		
Total				22.430.000.000

7.4.3. Reservas totais

As reservas hídricas subterrâneas totais da RH II compreendem a soma das reservas renováveis e permanentes dos aquíferos (Quadro 7.17) e foram calculadas em 2,26 x 10^{10} m³. Desse total, o Sistema Aquífero Cristalino armazena 87% dos recursos hídricos da bacia, correspondente a 1,96 x 10^{10} m³ e o Sistema Aquífero Piranema armazena apenas 13%, correspondente a 2,93 x 10^{9} m³.

Quadro 7.17 – Reservas hídricas subterrâneas totais dos aquíferos da RH II

Sistemas Aquíferos	Reserva renovável (m³/ano)	Reserva permanente (m³)	Reserva total (m³)
Piranema	22.200.000	2.920.000.000	2.940.000.000
Cristalino	102.000.000	19.500.000.000	19.600.000.000
Total	**124.000.000**	**22.400.000.000**	**22.600.000.000**

A distribuição das reservas totais de água subterrânea nas unidades hidrológicas da RH II é mostrada no Mapa 7.6 e Quadro 7.18. As UHPs 7 e 8 concentram as menores reservas da RH II, apenas 4% do total, em razão de possuírem áreas de captações menores.

Quadro 7.18 – Distribuição das reservas hídricas subterrâneas por UHP da RH II.

Nº UHP	Nome UHP	Reserva renovável (m³/ano)	Reserva permanente (m³)	Reservas totais (m³)
1	Rio Piraí - montante res. Santana	20.200.000	3.170.000.000	3.190.000.000
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	14.300.000	2.250.000.000	2.270.000.000
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	11.000.000	1.730.000.000	1.740.000.000
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	11.900.000	1.870.000.000	1.880.000.000
5	Rios Santana e São Pedro	14.500.000	2.330.000.000	2.340.000.000
6	Rios Queimados e Ipiranga	8.360.000	1.730.000.000	1.740.000.000
7	Rio Guandu	2.190.000	512.000.000	515.000.000
8	Canal de São Francisco	1.420.000	408.000.000	409.000.000
9	Rio da Guarda	13.500.000	3.150.000.000	3.160.000.000
10	Rio Guandu-Mirim	9.050.000	1.950.000.000	1.960.000.000
11	Bacias Litorâneas (MD)	10.400.000	1.760.000.000	1.770.000.000
12	Bacias Litorâneas (ME)	7.440.000	1.580.000.000	1.580.000.000
Total Geral		**124.000.000**	**22.400.000.000**	**22.600.000.000**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- Limite da RH II
- UHPs
- Limite municipal
- Limite Estadual

Reservas Disponíveis

Reservas Totais (m³)

- 400.000.000 - 750.000.000
- 750.000.001 - 1.750.000.000
- 1.750.000.001 - 2.500.000.000
- 2.500.000.001 - 3.500.000.000

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.6: Distribuição das reservas totais de água subterrânea nas UHPs da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Reservas hídricas: Profill, 2017

7.4.4. Disponibilidades

Muita controvérsia e vários termos e conceitos estão associados à quantidade de água subterrânea disponível para uso. Algumas definições de disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos incluem capacidade de armazenamento subterrâneo, capacidade de armazenamento utilizável, balanço hídrico, variações de armazenamento, superexplotação e vazão segura (DWR, 2003).

Segundo Mace *et al*. (2001), a quantidade de água subterrânea disponível para uso representa uma parcela das reservas totais e sua estimativa depende, além de procedimentos científicos, de diretrizes políticas atreladas às finalidades de planejamento e gerenciamento das bacias. Ainda segundo esses autores, a disponibilidade hídrica subterrânea compreende o volume produzido pela recarga efetiva (reserva renovável) mais uma parcela que pode ser extraída anualmente do armazenamento permanente do aquífero durante um período de tempo planejado, de modo a não causar danos ambientais irreversíveis.

No Brasil, os gestores costumam utilizar um percentual que varia de 25% a 100% da reserva renovável para definir os volumes de água subterrânea disponíveis para uso. Na ausência de estudos pormenorizados sobre os recursos hídricos subterrâneos da RH II, será adotado o percentual de 50% das reservas hídricas renováveis como disponibilidades.

O cálculo das disponibilidades relativas às reservas permanentes dos aquíferos da RH II envolve o conceito de depleção controlada (Mace *et al*., 2001). Este conceito incorpora a proposição de rebaixamento de nível de água do aquífero em intervalo de tempo preestabelecido, de modo a manter em níveis desejados a vazão extraída para os diversos fins. Mace *et al*. (2001) ressalvam, todavia, que a questão é polemica por conta da inexistência de elementos seguros para se prever o comportamento da depleção do aquífero.

A incorporação de 10% das reservas permanentes nas disponibilidades hídricas são proposições sugeridas por Rocha (2005) e Costa (1999). Os autores propuseram incorporar esse percentual num cenário de 50 anos de exploração contínua, o que corresponde à retirada de 0,2% ao ano dos volumes permanentes armazenados nos aquíferos.

De acordo com os critérios adotados, as disponibilidades totais de agua subterrânea dos aquíferos da RH II somam 1,07 x 10^8 m³/ano, sendo 6,22 x 10^7 m³/ano referentes às disponibilidades das reservas renováveis e 4,49 x 10^7 m³/ano referentes às disponibilidades das reservas permanentes (Quadro 7.19).

Quadro 7.19 – Disponibilidades hídricas subterrâneas dos aquíferos da RH II

Sistemas aquíferos	Disponibilidade das reservas renováveis (m³/ano)	Disponibilidade das reservas permanentes (m³/ano)	Disponibilidade total (m³/ano)
Piranema	11.100.000	5.820.000	16.900.000
Cristalino	51.000.000	39.100.000	90.100.000
Total	**62.200.000**	**44.900.000**	**107.000.000**

A distribuição das disponibilidades totais de água subterrânea nas unidades hidrológicas da RH II é mostrada no Mapa 7.7 e Figura 7.20. As unidades UHP-1, UHP-9 e UHP-5 possuem as maiores disponibilidades hídricas subterrâneas da RH II, respectivamente 1,64 x 10^7 m³/ano, 1,31 x 10^7 m³/ano e 1,19 x 10^7 m³/ano, correspondente a 39% das disponibilidades totais da bacia, enquanto as unidades UHP-7 e UHP-8 reúnem pouco mais de 3% das disponibilidades.

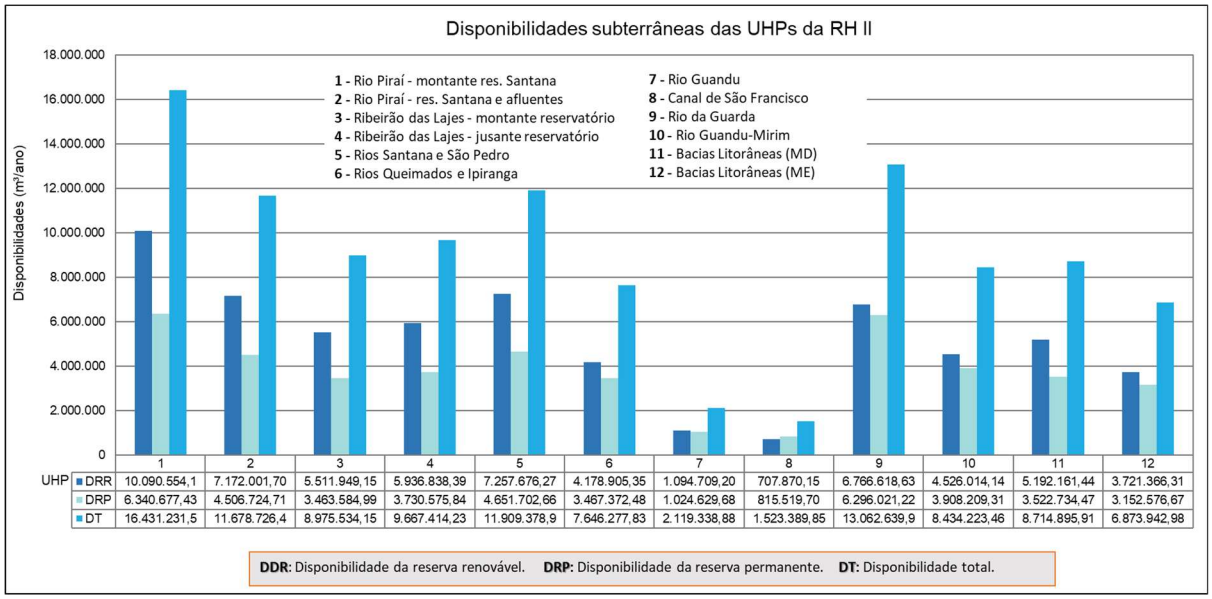
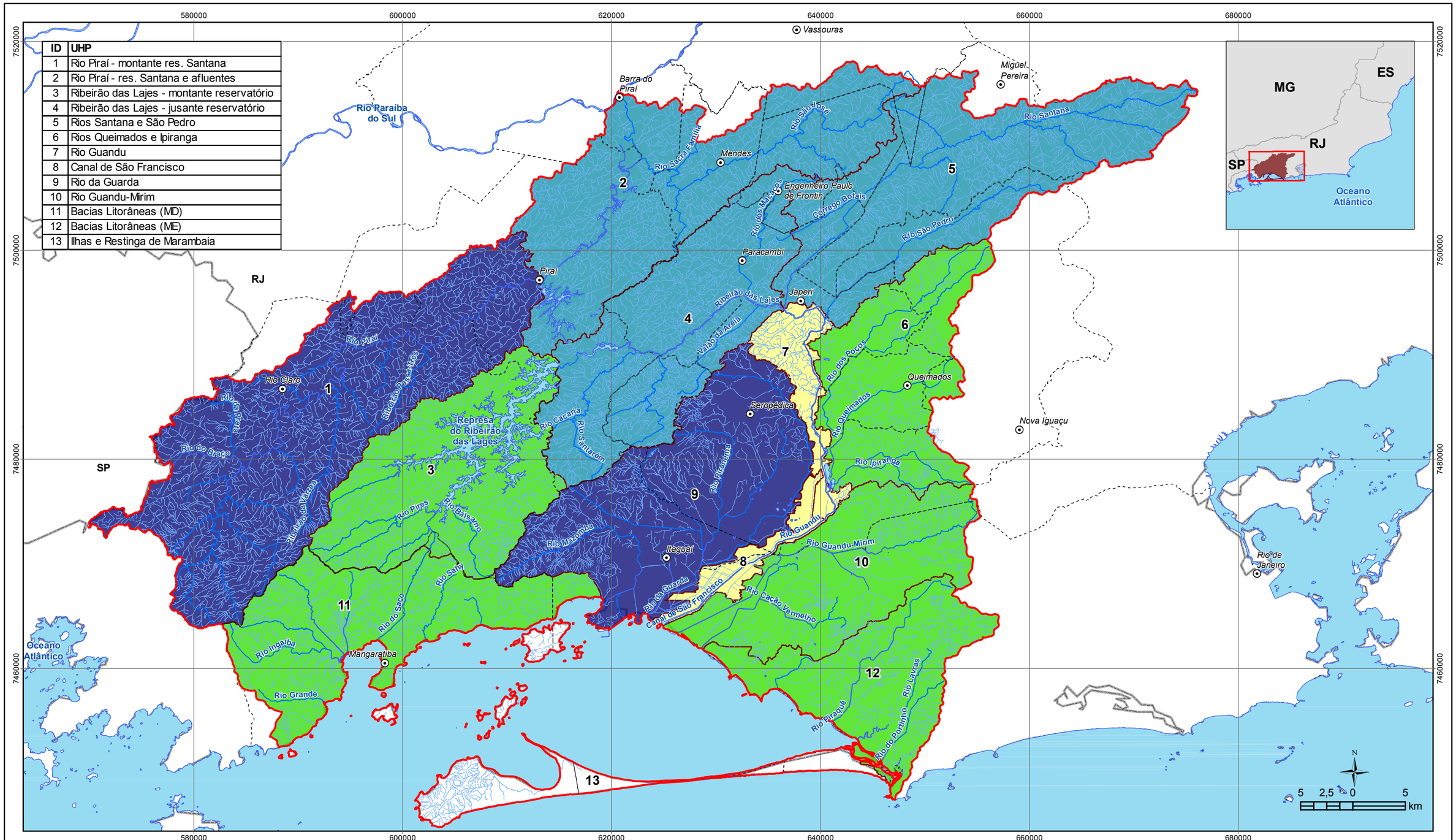


Figura 7.20 – Disponibilidades subterrâneas das UHPs na RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- Limite da RH II
- UHPs
- Limite municipal
- Limite Estadual

Reservas Disponíveis

Disponibilidade Total (m³)

- 1.500.00 - 2.500.000
- 2.500.001 - 9.000.000
- 9.000.001 - 12.000.000
- 12.000.001 - 16.500.000

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.7: Distribuição das disponibilidades totais de água subterrânea nas UHPs da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Reservas hídricas: Profill, 2017

7.5. BALANÇO HÍDRICO SUBTERRÂNEO

No estado do Rio de Janeiro, são poucas as informações relacionadas ao estudo de balanço hídrico e da recarga de aquíferos, notadamente em áreas com predominância de rochas cristalinas onde há ocorrência de aquíferos fissurais (COPPETEC, 2014).

O balanço hídrico subterrâneo obedece ao princípio da continuidade ou da conservação de massa, segundo o qual, a diferença entre as entradas e saídas é igual à variação do armazenamento do sistema.

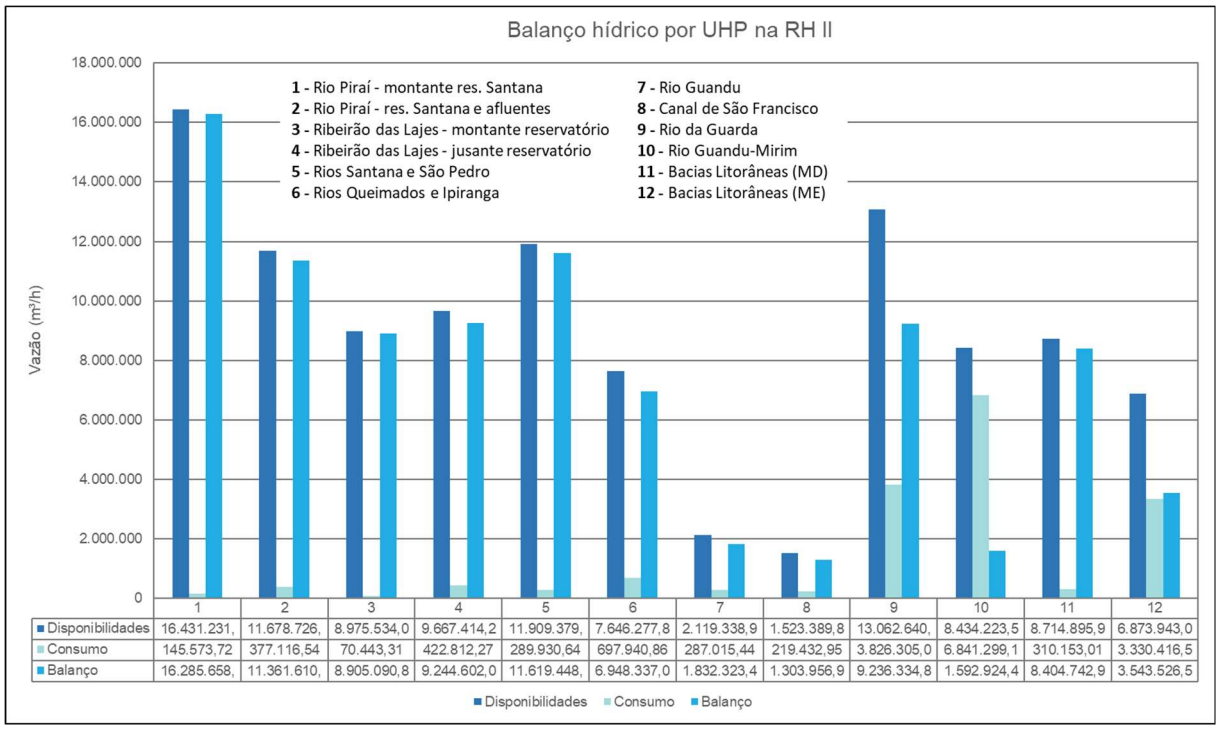
Em sistemas aquíferos em equilíbrio, a quantidade total de água que entra por meio da recarga e sai por meio da descarga superficial é aproximadamente a mesma. Nesta circunstância, a quantidade de água armazenada no sistema é constante ou varia pouco, segundo as condições climáticas. Todavia, a retirada de água do aquífero por bombeamento produz uma diminuição do armazenamento, um aumento da recarga induzida e uma diminuição da descarga natural, condições que forçam a um novo reequilíbrio do sistema. Para efeito de gestão, o balanço hídrico é computado como a diferença entre as disponibilidades e as retiradas de água subterrânea do sistema e constitui um indicador do estresse hídrico das bacias hidrogeológicas.

As disponibilidades totais de água subterrânea dos aquíferos da RH II foram estimadas em 1,07 x 10^8 m³/ano (Quadro 7.19) e as retiradas (consumo proporcionado pelos poços cadastrados no INEA e cisternas/cacimbas da zona rural) em 1,68 x 10^7 m³/ano (Quadro 7.11), resultando num balanço hídrico positivo de 9,03 x 10^7 m³/ano, indicando que apenas 16% dos recursos subterrâneos estão atualmente comprometidos.

A distribuição do balanço hídrico por unidade hidrológica é mostrada no Mapa 7.8 e Figura 7.21. Observa-se que somente nas unidades hidrológicas UHP-9, UHP-10 e UHP-12 a extração de água subterrânea compreende 84% do consumo total da bacia. Na UHP-10, o comprometimento das disponibilidades é de 81%, enquanto na UHP-12 é de 49%.

Por outro lado, se considerarmos como retirada a soma das vazões proporcionadas pelos poços estimados da bacia e pelas cisternas/cacimbas da zona rural, avaliada em 7,61 x 10^7 m³/ano (Quadro 7.11), o balanço hídrico positivo seria reduzido para 3,9 x 10^7 m³/ano, indicando que 71% dos recursos subterrâneos já estariam comprometidos.

Estes números são muito distintos entre si e induzem a interpretações contraditórias, o que reforça a necessidade de se conhecer com exatidão as vazões subterrâneas extraídas da bacia, por meio de cadastramento efetivo e adequado dos usuários de recursos hídricos privados e públicos.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Disponibilidades	16.431.231,	11.678.726,	8.975.534,0	9.667.414,2	11.909.379,	7.646.277,8	2.119.338,9	1.523.389,8	13.062.640,	8.434.223,5	8.714.895,9	6.873.943,0
Consumo	145.573,72	377.116,54	70.443,31	422.812,27	289.930,64	697.940,86	287.015,44	219.432,95	3.826.305,0	6.841.299,1	310.153,01	3.330.416,5
Balanço	16.285.658,	11.361.610,	8.905.090,8	9.244.602,0	11.619.448,	6.948.337,0	1.832.323,4	1.303.956,9	9.236.334,8	1.592.924,4	8.404.742,9	3.543.526,5

Figura 7.21 – Balanço hídrico subterrâneo estimado por UHP da RH II.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rio Principal
- Massa d'água
- Limite da RH II
- UHPs
- Limite municipal
- Limite Estadual

Balanço Hídrico (m³/ano)

- 1.300.000 - 5.000.000
- 5.000.001 - 10.000.000
- 10.000.001 - 16.300.000

Organização

GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento

AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA

Execução

PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.8: Distribuição do balanço hídrico de água subterrânea nas UHPs da RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Balanço hídrico: Profill, 2017

7.6. QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A preocupação com a qualidade da água subterrânea foi muito enfatizada no diagnóstico de situação dos recursos hídricos subterrâneos da RH II, no plano estratégico apresentado por ANA/Sondotécnica (2006). Segundo este relatório, repetidas vezes observou-se poços perfurados em locais totalmente inadequados, contíguos a banheiros, depósitos de lixo e cemitérios. Frequentemente, esses poços não contavam com proteção adequada, ficando expostos ou fechados com garrafas plásticas. Poços cacimba abandonados foram utilizados como depósitos de lixo e produtos químicos. Praticamente todos os poços vistoriados foram perfurados sem atender às normas técnicas e boa parte deles não apresenta laje de proteção e tampa. O relatório apresentado por ANA/Sondotécnica (2006) considerou que as águas subterrâneas já sofreram, localmente, modificações significativas nos aspectos de qualidade e quantidade.

Para COPPETEC (2014), é notória a ocorrência de contaminações de origem bacteriológica devido a múltiplas causas, naturais e/ou antrópicas, geralmente em captações domésticas, por conta da deficiência técnica construtiva dos poços rasos.

Carelli *et al*. (2012) questionaram as dimensões do impacto sobre o Sistema Aquífero Piranema na região de Itaguaí, onde o desenvolvimento industrial é intenso. COPPETEC (2014) alertou para a instalação de um grande aterro sanitário em áreas de recarga do Aquífero Piranema e pela necessidade de investigação quanto aos riscos de contaminação desse manancial.

Martins *et al*. (2006) concluíram que a água do SAP é de excelente qualidade, mas localmente apresenta teores elevados de nitratos e coliformes em razão da ausência de saneamento básico e de poços mal construídos, que facilitam a entrada de contaminantes no aquífero.

Pelo fato de suprir aproximadamente 70% da demanda de areia para a construção civil, Marques *et al*. (2012) apontaram que a mineração na região de Seropédica-Itaguaí causa mudanças físico-químicas nas águas das cavas, como diminuição de pH e aumento das concentrações de sulfato. Ainda segundo estes autores, os baixos valores de pH promovem aumento na taxa de intemperismo, especialmente sobre os minerais silicáticos e, como consequência, produzem altas concentrações de alumínio dissolvido.

Cruz (2006) relatou que estudos têm apontado que os aquíferos da região litorânea do estado do Rio de Janeiro vêm sendo afetados pela intrusão marinha em razão da intensificação da explotação por poços.

Para Martins *et al*. (2006), as águas presentes nas rochas cristalinas do Estado do Rio de Janeiro possuem, na maioria das vezes, valores baixos de sólidos totais dissolvidos, o que lhes confere paladar agradável para consumo humano.

Segundo COPPETEC (2014), as amostras de águas da RH II podem ser classificadas como bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas cálcicas, seguidas de águas cloretadas sódicas e/ou cálcicas e ainda sulfatadas cálcicas. As bicarbonatadas cálcicas seriam típicas de terrenos cristalinos das serras, enquanto as águas cloretadas, principalmente as sódicas, teriam origem em ambiente sedimentar e próximo ao litoral.

No estado do Rio de Janeiro ainda não foram registradas áreas com restrições ao uso dos aquíferos, quer pela quantidade ou qualidade, e os casos de contaminações naturais ou antrópicas identificadas são pontuais e estatisticamente não causam impedimento ao uso das águas subterrâneas (COPPETEC, 2014).

Os estudos realizados até o momento ainda são insuficientes para uma caracterização hidroquímica adequada das águas subterrâneas dos aquíferos da RH II. A implementação e operação de uma rede básica de monitoramento tornam-se imprescindíveis para determinação da qualidade físico-química natural das aguas subterrâneas e do controle da contaminação.

7.7. CADASTRO ÁREAS CONTAMINADAS

Área contaminada é aquela onde as concentrações e substâncias químicas analisadas estão acima de um valor de referência vigente, o qual indica a existência de um risco potencial à segurança, à saúde humana ou ao meio ambiente. Esta contaminação pode provocar também restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, pela desvalorização das propriedades, além de outros impactos negativos, por vezes não mitigáveis, ao meio ambiente (www.inea.rj.gov.br).

Nas áreas contaminadas, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente como, por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas

subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções (www.cetesb.sp.gov.br).

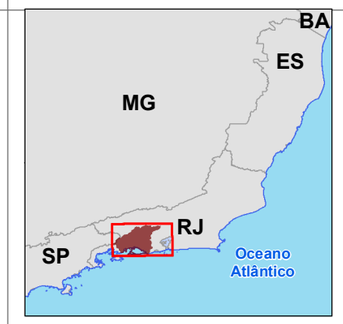
Os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e o estabelecimento de diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias, em decorrência de atividades antrópicas, foram publicados na Resolução CONAMA 420, de 28 de dezembro de 2009.

Em 2013, o INEA lançou a 1ª edição do Cadastro de Áreas Contaminadas do Estado do Rio de Janeiro, que contava com 160 áreas, entre contaminadas e reabilitadas. Em 2014, o INEA atualizou o cadastro para 270 áreas e, em 2015, para 328 áreas.

De acordo com dados fornecidos pelo INEA (Mapa 7.9) referentes ao ano de 2015, estão cadastradas 28 áreas na RH II com base nas classificações AI (Área Contaminada sob Investigação), ACI (Área Contaminada sob Intervenção), AMR (Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação) e AR (Área reabilitada para o uso declarado).

A classificação AI refere-se à área em que comprovadamente foi constatada, mediante investigação confirmatória, a contaminação com concentrações de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas, acima dos valores de investigação. A classificação ACI refere-se à área em que foi constatada a presença de substâncias químicas em fase livre ou foi comprovada, após investigação detalhada e avaliação de risco, a existência de risco à saúde humana. A classificação AMR refere-se à área em que o risco foi considerado tolerável, após a execução de avaliação de risco. Finalmente, a classificação AR refere-se à área em que, após período de monitoramento definido pelo órgão ambiental competente, foi confirmada a eliminação do perigo ou a redução dos riscos a níveis toleráveis.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Massa d'água
- UHPs
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Limite Estadual

Aquíferos

- Cristalino
- Sedimentar

Áreas Contaminadas (INEA)

- ACI - Área contaminada sob intervenção
- AI - Área contaminada sob investigação
- AMR - Área em processo de monitoramento para reabilitação
- AR - Área reabilitada para uso declarado

Organização

Acompanhamento

Execução

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 7.9: Localização das áreas contaminadas e reabilitadas na RH II

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Áreas contaminadas: INEA, 2015

Das 28 áreas contaminadas e reabilitadas cadastradas no INEA até 2015, metade situa-se sobre o Sistema Aquífero Piranema e metade sobre o Sistema Aquífero Cristalino, obviamente em regiões mais densamente povoadas e industrializadas.

Os munícipios do Rio de Janeiro e Queimados são os que apresentam maior número, respectivamente 14 e 6, de áreas contaminadas. As áreas contaminadas sob investigação (AI) e sob intervenção (ACI) são as mais comuns, respectivamente com 15 e 8 unidades, enquanto as áreas reabilitadas (AR) perfazem somente 3 unidades (Figura 7.22).

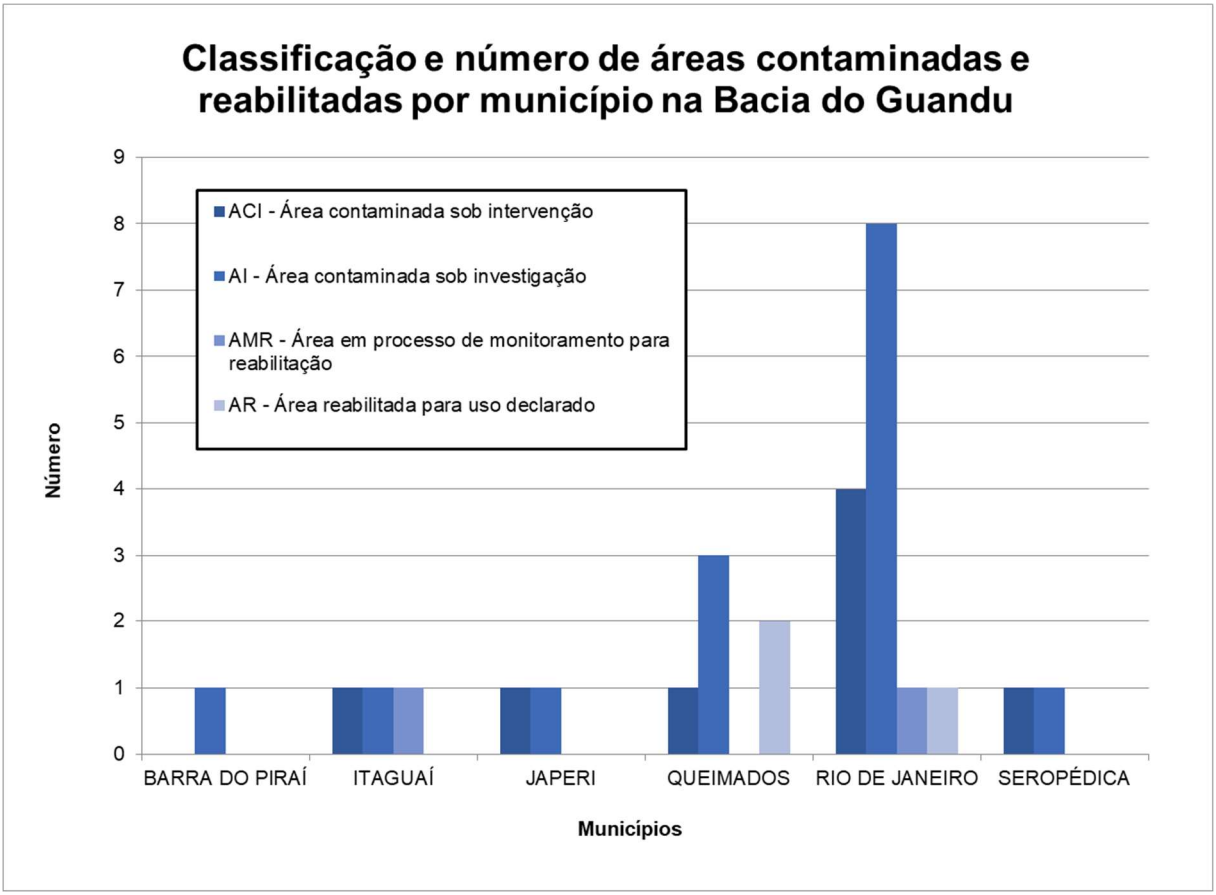


Figura 7.22 – Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por munícipio da RH II.

Em relação às 13 unidades hidrológicas da RH II, pouco mais da metade (7 unidades) possui áreas contaminadas no cadastro do INEA. Dentre essas, as áreas contaminadas se distribuem em maior número nas UHP-6 e UHP-10 (7 unidades cada), seguidas da UHP-9 (5 unidades), que juntas perfazem 68% do total cadastrado (Figura 7.23). Com relação à atividade econômica (Figura 7.24), o setor industrial comparece com maior número de áreas cadastradas, sendo 12 contaminadas e 2 reabilitadas; o setor de distribuição

e comercialização de combustíveis aparece em seguida com 13 áreas cadastradas, sendo 12 contaminadas e 1 reabilitada; uma única área contaminada foi cadastrada na atividade de aterro de resíduos.

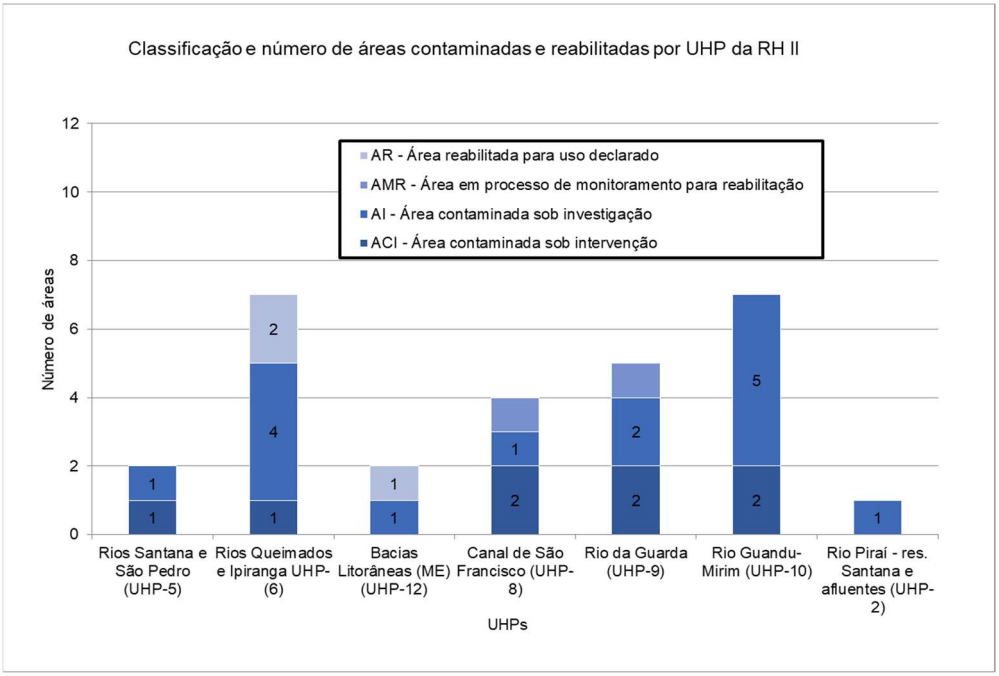


Figura 7.23 - Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por UHP da RH II.

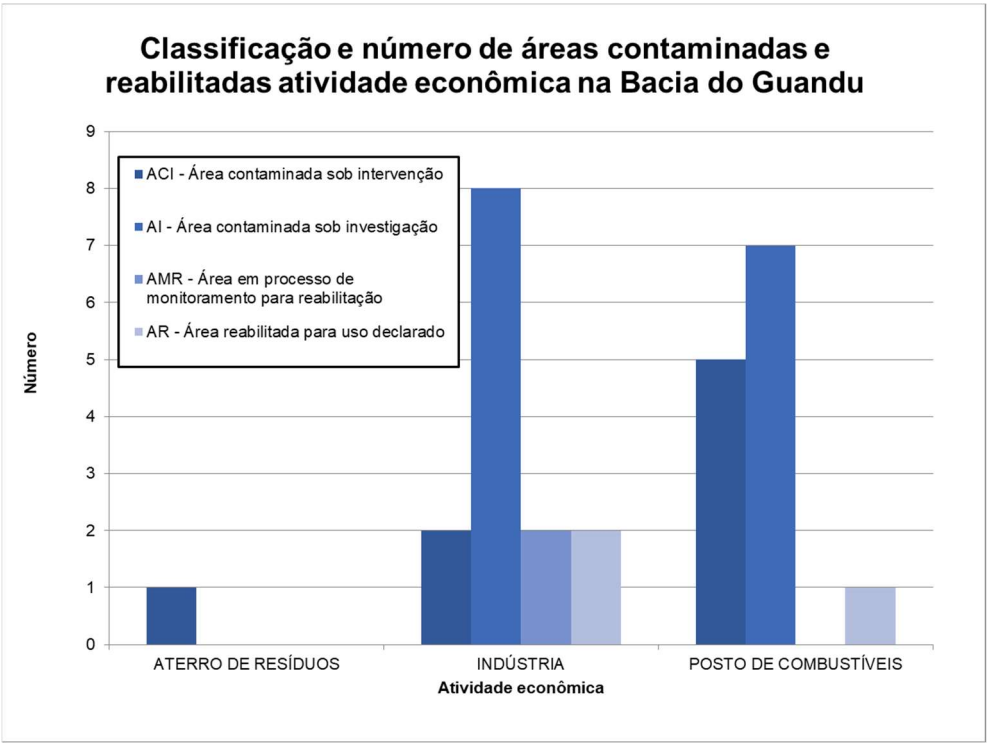


Figura 7.24 - Classificação e número de áreas contaminadas e reabilitadas por atividade econômica na RH II.

7.8. REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A avaliação da rede de monitoramento das águas no Estado do Rio de Janeiro, realizada por COPPETEC (2014), apurou que existem 20 estações de controle de qualidade das águas superficiais na RH II que, mesmo operando com diversos problemas, se encontram instaladas e podem gerar informações para gestão desses recursos.

Não é o caso das águas subterrâneas. As águas subterrâneas desempenham papel fundamental na manutenção do fluxo de base dos rios da região, no abastecimento de pequenas comunidades rurais, indústrias, comércios etc.; além disso, os reservatórios subterrâneos resistem muito mais a longos períodos de estiagem, diferentemente das águas superficiais.

Embora sua importância seja secundária se comparada ao volume de águas superficiais consumidas na RH II, as águas subterrâneas não têm recebido a devida atenção dos órgãos gestores quando da elaboração dos planos estaduais de recursos hídricos.

Esse descaso se reflete na inexistência de uma rede qualiquantitativa de monitoramento de águas subterrâneas na bacia. O monitoramento dessas águas permitiria melhorar o nível de conhecimento dos aquíferos quanto aos aspectos de armazenamento, fluxo, recarga, descarga, e impactos na quantidade e qualidade em decorrência dos usos e ocupação dos terrenos.

Nesse sentido, a proposição de implementação de uma rede de monitoramento de águas subterrâneas no plano estratégico de recursos hídricos da RH II, com definição dos critérios locacionais dos poços, da periodicidade de medições e coleta de amostras para análise, dos parâmetros físico-químicos a serem analisados e do órgão responsável pela operação e manutenção da rede, torna-se impreterível. Essa rede poderia incluir poços produtores de sistemas públicos de abastecimento e poços desativados.

8. MAPEAMENTO ANALÍTICO PARA INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS

Este item tem o objetivo de apresentar uma abordagem para a análise integrada da RH II a partir de um conjunto de mapas temáticos que foram elaborados com o cruzamento de variáveis estratégicas para o PERH Guandu. Assim, a análise permite que se avance na avaliação integrada considerando aspectos geográficos, indicando a localização e intensidade dos processos verificados na RH II.

Os temas nos quais o item está organizado, e os mapas elaborados, pré-configuram a avaliação integrada por agendas temáticas, que está apresentada no próximo item, ainda que os mapas apresentam alguns cruzamentos que não aparecem na avaliação por agendas.

Da análise dos resultados deste item pode-se iniciar o processo de identificação das áreas da RH II que, por sua criticidade, devem ser alvo de um melhor planejamento e gestão.

Tais, áreas, ou Unidades Especiais de Gestão, configuram-se como uma resposta ao que está definido no inciso X, do artigo 7º, da Lei Federal nº 9.433/1997, que afirma que os Planos de Recursos Hídricos devem apresentar “propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos”.

Assim, os resultados das etapas de diagnóstico e prognóstico possibilitam identificar as áreas mais sensíveis da bacia, sujeitas a condições de manejo diferenciadas, que devem ser registradas e propostas como áreas sujeitas a restrição do uso, configurando-se como Unidade Especial de Gestão.

Os mapas gerados e as variáveis utilizadas em cada um deles são apresentadas na lista a seguir (Quadro 8.1).

Quadro 8.1 – Temas propostos para o mapeamento analítico

Tema	Variáveis
Agropecuária	• Área Agrícola na UHP • Demanda de água para a Irrigação • Demandas de água para Dessedentação Animal • PIB Agropecuário
Conservação Ambiental	• Áreas com Remanescentes de vegetação nativa • Unidades de Conservação de Proteção Integral e Uso Sustentável • Grau de conservação das APPs de Recursos Hídricos • Índice de conectividade
Saneamento – Água	• Distribuição da População • Vazões demandadas pela população • Vazões captadas • Índice de atendimento urbano • Índice de perdas na distribuição
Saneamento – Esgoto	• Distribuição da População • Cobertura de Coleta • Cobertura de Tratamento • Carga Remanescente
Indústria	• PIB Industrial (participação local e regional do setor industrial) • Vazões demandadas pela indústria • Vazões consumidas pela Industria
Energia	• Áreas alagadas das Hidrelétricas • Potência Instalada das Hidrelétricas e Termelétricas • Potência Inventariada das Hidrelétricas e Termelétricas
Recursos Hídricos - Aspectos quantitativos	• Balanço Hídrico • Vazões de Referência (natural, modificada, demanda e remanescente) • Demandas setoriais.
Recursos Hídricos - Aspectos qualitativos	• Vazão Remanescente por UHP • Qualidade da Água (IQA) • PIB total (com participação setorial)

8.1. AGROPECUÁRIA

Os dados do diagnóstico socioeconômico apontaram que o setor de agropecuária na RH II não se apresenta com destaque do ponto de vista econômico, sendo que o setor representa 0,1% do PIB. Mesmo retirando da análise o município do Rio de Janeiro e de Nova Iguaçu, os quais tem a participação zerada do setor de agropecuária, a contribuição do PIB agropecuário para os demais 13 municípios restantes atinge apenas 1%. A concentração da economia da RH II está fortemente concentrada no setor de serviços, seguido pelo setor de indústria.

A demanda de água do setor de agropecuária, compreendendo as demandas para irrigação e dessedentação animal, é pequena comparada ao total e aos demais setores,

ficando abaixo de 50 L/s em todas as UHPs, com exceção da UHP Rio da Guarda, que apresenta uma demanda de 72,2 L/s.

Por outro lado, uma análise específica sobre o setor permite afirmar que:

- Um conjunto de 6 UHPs tem as maiores áreas superficiais ocupadas pela agricultura e pecuária (porções mais escuras no mapa): Rio Piraí – montante res. Santana, Rio Piraí – res. Santana e afluentes, Ribeirão das Lajes – jusante reservatório, Rios Queimados e Ipiranga, Rio Guandu e Rio da Guarda;
- Dentre as 6 UHPs mencionadas, deve-se destacar as UHPs: Rio Piraí – montante res. Santana, Rio Guandu e Rio da Guarda onde mais de 50% das áreas antropizadas são ocupadas por áreas agrícolas. Destaque-se na UHP Rio Piraí – montante res. Santana, a presença do município de Rio Claro, onde a agropecuária responde por mais de 20% da economia do município, composição bastante diferenciada de todos os demais municípios da RH II;
- É justamente no conjunto destas 6 UHPs, em que a ocupação com área agrícola se destaca, que se concentram os maiores valores do PIB agropecuário;
- As maiores demandas de água também estão associadas a maior presença de área agrícola e maior produção econômica. Trata-se de uma situação esperada, mas não necessariamente obrigatória. Por vezes, a presença extensiva de áreas agrícolas aumenta consideravelmente a demanda de água, mas não necessariamente a economia regional. Embora no montante sejam de pequena magnitude, as demandas para a irrigação se destacam nas UHPs Rio da Guarda, Rio Queimados e Ipiranga e Ribeirão das Lajes – jusante reservatório.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Miguel Pereira
Barra do Piraí
Mendes
Engenheiro Pablo de Frontin
Paracambi
Pirai
Japeri
Rio Claro
Seropédica
Nova Iguaçu
Itaguai
Mangaratiba
Rio de Janeiro
SP

1 R$ 48.067 — 32 L/s; 7,61 L/s
2 R$ 20.975 — 16,13 L/s; 1,2 L/s
3 R$ 15.147 — 9,75 L/s; 2,45 L/s
4 R$ 16.001 — 26,78 L/s; 10,32 L/s
5 R$ 13.856 — 18,62 L/s; 15,5 L/s
6 R$ 1.601 — 4,52 L/s; 37,78 L/s
7 R$ 2.371 — 13,79 L/s; 1,45 L/s
8 R$ 19.125 — 63,69 L/s; 8,58 L/s
9 R$ 810
10 R$ 26 — 0,51 L/s; 5,12 L/s; 20,7 L/s; 1,32 L/s
11 R$ 13.294 — 3,44 L/s; 6,01 L/s
12 R$ 0 — 20,8 L/s; 1,31 L/s
13 R$ 4.839 — 1,54 L/s; 5,65 L/s

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

N

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Unidade da Federação

% das Áreas Antrópicas Agrícolas no uso do solo

- 4,5 - 20,0
- 20,1 - 40,0
- 40,1 - 50,0
- 50,1 - 66,3

VAB agropecuária (x R$ 1.000,00)

- 0 - 2.000
- 2.001 - 15.000
- 15.001 - 20.000
- 20.001 - 48.067

Demanda Agropecuária (L/s)

- 32
- Dessedentação Animal
- Irrigação

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.1 - Agropecuária

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Agropecuários: Profill, 2017

8.2. CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

O percentual de vegetação nativa remanescente nas UHPs Bacias Litorâneas (MD), Ribeirão das Lajes - montante reservatório e Rios Santana e São Pedro, são um reflexo positivo da presença de UC's de Proteção Integral, representado no Mapa 8.2. Além destas UHPs destaca-se também quanto ao percentual de vegetação nativa (superior a 50%) a UHP Ilhas e Restinga de Marambaia. Estes remanescentes destas UHPs apresentam conectividade "muito alta", exceção para a UHP Ilhas e Restinga de Marambaia, neste caso em resposta ao próprio nome da unidade de planejamento.

Os fragmentos florestais mais representativos, em trechos de maior conectividade e, desta forma, associados à Unidades de Conservação, estão localizados nas regiões geomorfológicas "Escarpas Serranas" e "Domínio Montanhoso". Por outro lado, destacam-se a "Planícies Flúvio-Marinhas", "Colinas Amplas-Suaves" e "Domínio de Morros e de Serras Baixas" como as regiões geomorfológicas com maior antropização e carência de áreas protegidas.

Por fim, seguem dados da participação de áreas naturais nas Áreas de Preservação Permanente – APP's dos Recursos Hídricos:

- UHPs com mais de 50% de vegetação nativa tem, conforme esperado, APP's em melhor estado de conservação, ou seja, cobertas por áreas naturais.

  As APP's cobertas por mata ciliar, somado à presença de UC's, promovem a conectividade entre os fragmentos (abordado acima), formando corredores ecológicos.
- As UHPs cobertas por vegetação nativa em 25% a 50% do território, tem maior representatividade de uso na agropecuária dentro das APP's de Recursos Hídricos;
- Dentre as UHPs com menor percentagem de fragmentos vegetais (abaixo de 25%) estão as que apresentam destaque para áreas urbanas dentro das APP's, quando comparado com as demais.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

560000 600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Rio Claro
Queimados
Seropédica
Nova Iguaçu
Itaguaí
Rio de Janeiro
Mangaratiba
SP

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

N
5 2,5 0 5
km

MG ES RJ SP
Oceano Atlântico

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

Unidade de Conservação

- Proteção Integral
- Uso Sustentável

Tipo de Uso nas APPs de Recursos Hídricos

30

- Área Antrópica Não Agrícola
- Área Antrópica Agrícola
- Área Natural

Conectividade Ecológica

210

- Muito Alta
- Alta
- Média
- Baixa
- Muito Baixa

Remanescentes de Vegetação Nativa por UHP

- < 25%
- 25% até 50%
- > 50%

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.2 - Conservação Ambiental

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Ambientais: Profill, 2017

8.3. SANEAMENTO (ÁGUA E ESGOTO)

A população da RH II está concentrada principalmente nas UHPs Rio Guandu-Mirim, Bacias Litorâneas (ME) e Rios Queimados e Ipiranga, que englobam parte dos municípios do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu e Queimados. A população das três UHPs soma 1,49 milhões de habitantes, representando 77,1% da população total da RH II.

Conforme pode ser observado no Mapa 8.3, é justamente no conjunto dessas três UHPs que ocorrem as maiores demandas de água para abastecimento humano. Nas UHPs Rio Guandu Mirim e Bacias Litorâneas (ME), a maior parcela da demanda é suprida por sistema público de abastecimento. A população total atendida com abastecimento de água nessas UHPs é de 97,9% e 98,3%, respectivamente. Já, nas demais UHPs da RH II o índice de atendimento total de água é menor do que o índice médio da região Sudeste (91,2%). As UHPs Rio Piraí - montante res. Santana, Ribeirão das Lajes - montante reservatório, Ribeirão das Lajes - jusante reservatório, Rios Santana e São Pedro e Rio Guandu apresentam os mais baixos índices de atendimento de água dentre todas as UHPs da RH II, abaixo de 80%. Nessas UHPs é comum a utilização de fontes alternativas de abastecimento, como o uso de poços rasos, minas d'água, etc.

Em relação às perdas de água na distribuição, em termos percentuais, os maiores índices são verificados nas UHPs Rios Santana e São Pedro, Rios Queimados e Ipiranga e Rio Guandu, com índices maiores que 40%. Os municípios com maiores índices de perdas na distribuição são Miguel Pereira, Japeri, Nova Iguaçu e Piraí. No entanto, em termos absolutos, o volume de água perdido nas UHPs Rios Santana e São Pedro (0,06 m³/s) e Rio Guandu (0,08 m³/s), não é tão significativo quanto o volume perdido nas UHPs Rio Guandu-Mirim (1,36 m³/s), Rios Queimados e Ipiranga (0,79 m³/s) e Bacias Litorâneas (ME) (0,53 m³/s). O índice de perdas das demais UHPs está entre 13% e 35%.

Cabe ainda uma análise sobre as captações dos sitemas públicos de abastecimento de água (porções mais escuras no mapa). Na RH II, as maiores captações, em termos de vazão, estão localizadas nas UHPs Rio Guandu e Ribeirão das Lajes - jusante reservatório. Na UHP Rio Guandu são captados 45,15 m³/s para abastecimento público, sendo 45 m³/s relativos à captação da ETA Guandu. Na UHP Ribeirão das Lajes - jusante reservatório são captados 5,54 m³/s, sendo 5,5 m³/s do Sistema Ribeirão das Lajes. A maior da água captada é distribuída para municípios localizados fora dos limites da RH II e para outras UHPs.

Em relação ao esgotamento sanitário, conforme é possível observar no Mapa 8.4, os indicadores de saneamento apontam para maior concentração de carga orgânica remanescente nas UHPs com maior concentração de população e consequente geração de esgoto. As UHPs Rio Guandu-Mirim, Bacias Litorâneas (ME) e Rios Queimados e Ipiranga juntas são responsáveis por 72,8% da carga orgânica de DBO lançada nos cursos da água da RH II, apesar de serem as UHPs com maior cobertura de coleta e tratamento dos esgotos gerados.

De maneira geral, o índice de cobertura de serviços de esgotamento sanitário é muito baixo nos municípios da RH II, estando em sua maioria abaixo da média nacional e da região Sudeste, o que resulta em cargas remanescentes de esgoto elevadas. O município com maior índice de coleta e tratamento é o Rio de Janeiro (44,4% de coleta e tratamento), seguido por Miguel Pereira (27,5%), Piraí (15,9%) e Vassouras (3,7%). A população urbana de Vassouras, no entanto, está localizada fora da RH II, na RH III. Os demais municípios não apresentam tratamento do esgoto coletado, ou apresentam índices muito baixos, abaixo de 1%, conforme dados do SNIS (2015).

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Rio Claro
Seropédica
Nova Iguaçu
Itaguaí
Mangaratiba
SP
Rio de Janeiro

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

1 0,139 0,044
2 0,275 0,096
3 0,003 0
4 0,171 0,038
5 0,116 0,063
6 1,838 0,799
7 0,186 0,079
8 0,139 0,039
9 0,775 0,227
10 4,825 1,364
11 0,277 0,038
12 2,022 0,534
13

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

População estimada em 2016
1 ponto = 514 pessoas

Vazões (m³/s)
0,57
Demanda por UHP
Perdas por UHP

Índice de atendimento total de água (%)
49
População não atendida
População atendida

Volume captado na UHP (m³/s)
0,00 - 0,10
0,11 - 0,15
0,16 - 1,00
1,01 - 5,54
5,55 - 45,15

Organização
GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento
AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA
Execução
PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.3 - Saneamento - Água

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Saneamento: Profill, 2017

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Pablo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Rio Claro
Seropédica
Queimados
Nova Iguaçu
Itaguaí
Rio de Janeiro
Mangaratiba

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

N

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

População estimada em 2016

- 1 ponto = 514 pessoas

Coleta e tratamento de esgoto (%)

- Com coleta - com tratamento
- Com coleta - sem tratamento
- Com solução individual
- Sem coleta

Carga lançada (kg DBO /dia)

- 23 - 150
- 151 - 1.500
- 1.501 - 3.500
- 3.501 - 15.000
- 15.001 - 29.735

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.4 - Saneamento - Esgoto

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Saneamento: Profill, 2017

8.4. INDÚSTRIA E ENERGIA

8.4.1. Indústria

O mapa analítico temático de Indústrias e Termelétricas (Mapa 8.5) apresenta informações que correlacionam as vazões captadas (cores de fundo das UHPs), as vazões consumidas e os lançamentos de efluentes do setor (gráficos de pizzas) e a participação setorial no PIB (gráficos de barras).

Quanto ao PIB, é apresentado a participação do setor industrial no PIB da UHP e a participação da indústria daquela UHP no PIB global da RH II. Verifica-se que a maior concentração de indústrias está na UHP Rio Guandu Mirim, sendo que seu PIB Industrial representa 34,6% do PIB Industrial total da RH II. Também são relevantes para a RH II as contribuições industriais (em termos de PIB) das seguintes UHPs: Bacias Litorâneas - ME (33,9%), Rio da Guarda (10,9%) e Rio Queimados e Ipiranga (6,7%). O setor industrial também é localmente relevante nas seguintes UHPs, além das já referidas: Rio Piraí (montante res. Santana) e Rio Piraí (res. Santana e afluentes).

Quanto às captações, estas estão concentradas, principalmente nas UHPs Rio Guandu (5,7 m³/s) e Canal de São Francisco (27,9 m³/s). No entanto, apenas pequena parcela dessa água é consumida. A maior parte retorna nas UHPs onde localizam-se as indústrias, ou seja, nas UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim.

Observa-se que apesar do PIB Industrial da UHP Bacias Litorâneas (ME) ser alto (33,9% do PIB Industrial total da RH II), as indústrias localizadas nessa UHP não demandam muita água para o seu processo industrial, pois não se verifica grande volume de água captado e nem mesmo consumido.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Miguel Pereira
Barra do Piraí
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Rio Claro
Seropédica
Queimados
Nova Iguaçu
Itaguaí
Rio de Janeiro
Mangaratiba
SP

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

34,7% 0,6%
6,3% 0,1%
17,5% 303,1 115,2 0,6%
33,5% 2,8% 38,3 145
22,4% 10,9% 7.261,9 582,4
11,3% 1,6% 0,1 0
18,3% 6,7% 808,4 3.752,4 9,9 25,2
27,1% 1%
34,6% 13,5% 429,9 1.214,5 14,1% 3,9% 534,1 1.8257,6
6,8% 1% 2,5 10,1
33,9% 13,6% 1,2 1,9

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

PIB Industrial

17

- % do PIB industrial no PIB total da UHP
- % do PIB industrial da UHP no PIB total da RHII

Vazão (L/s)

- Consumo (indústria + térmicas)
- Retorno (indústria + térmicas)

Participação das demandas (%)

50

- Da indústria
- Da termelétrica

Demanda total da indústria e das termelétricas (L/s)

- 0
- 1 - 100
- 101 - 200
- 201 - 5.000
- 5.001 - 27.945

Organização: Comitê da Bacia Hidrográfica GUANDU

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.5 - Indústria e termelétricas

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Indústria/termelétricas: Profill, 2017

8.4.2. Energia

O mapa analítico temático de Energia apresenta informações sobre as potências instaladas e inventariadas das hidrelétricas e termelétricas em cada UHP, bem como a expressividade da área alagada pelos reservatórios em cada unidade.

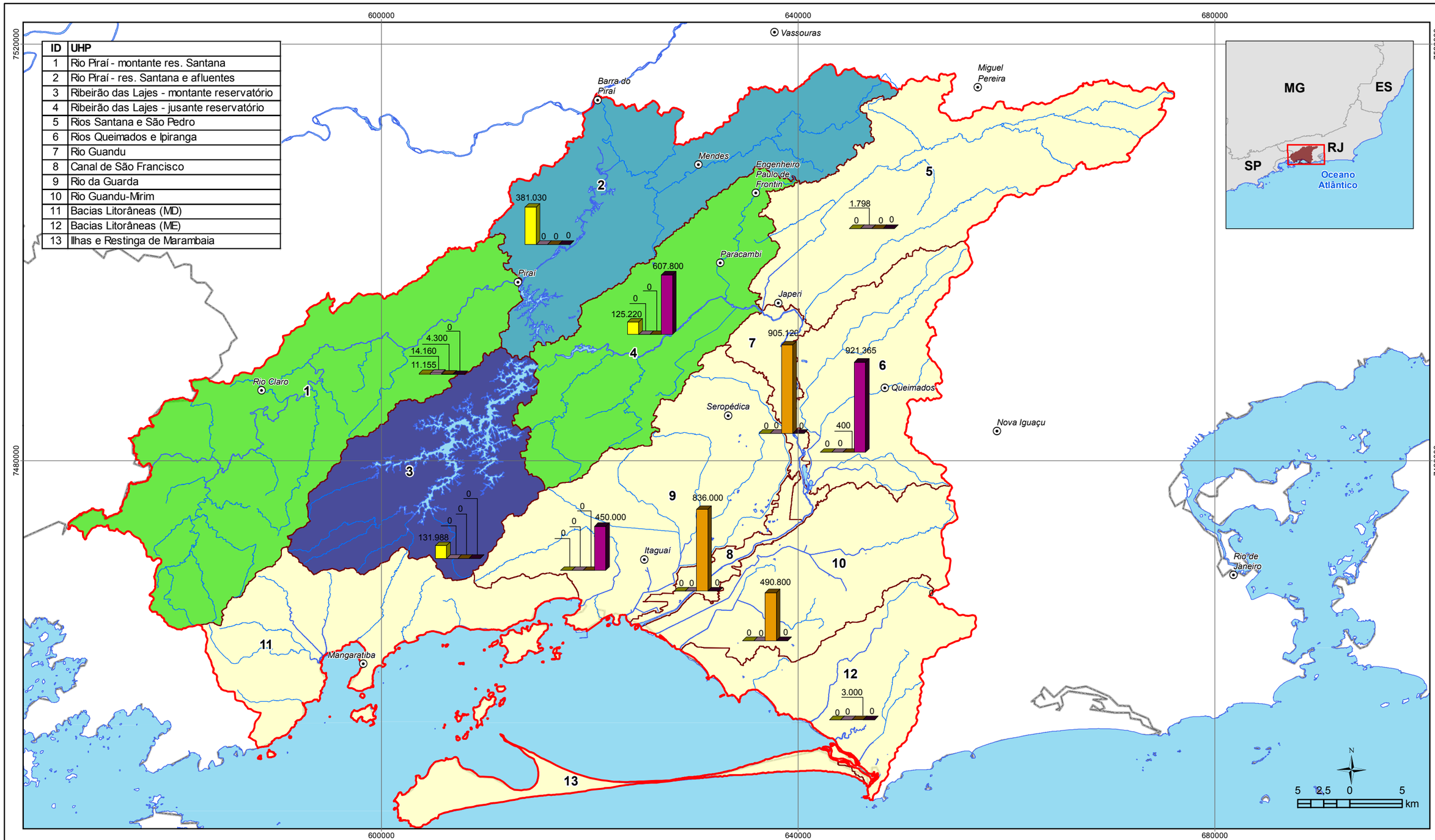
Em relação à energia hidrelétrica, percebe-se que o tema é restrito a cinco das 13 UHPs, a saber: Rio Piraí - montante res. Santana, Rio Piraí - res. Santana e afluentes, Ribeirão das Lajes – montante reservatório, Ribeirão das Lajes – jusante reservatório e Rios Santana e São Pedro.

Do ponto de vista de potência instalada, sobressaem-se as UHPs que possuem empreendimentos do Complexo de Lajes: Ribeirão das Lajes – montante reservatório e Ribeirão das Lajes – jusante reservatório. Os registros de inventários que estão disponíveis apontam para possíveis novos empreendimentos em três UHPs: Rios Santana e São Pedro, Rio Piraí – montante res. Santana e Ribeirão das Lajes – jusante reservatório.

Quanto às áreas alagadas, destacam-se as UHPs Rio Piraí - montante res. Santana, com cerca de 5% do território alagado, e Ribeirão das Lajes – montante reservatório, com quase 30% do território alagado.

Em relação às termelétricas, as maiores potências instaladas estão localizadas nas UHPs Rio Guandu, Canal de São Francisco e Rio Guandu-Mirim. Já as termelétricas com requerimento de outorga registrado pela ANEEL, estão localizadas nas UHPs Ribeirão das Lajes – jusante reservatório, Rios Queimados e Ipiranga e Rio da Guarda.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

Área Alagada (km²)

- 0,0
- 0,1 - 2,0
- 2,1 - 5,3
- 5,4 - 29,4

Potência por UHP (kW)

460.000

- Hidroelétrica em operação
- Hidroelétrica em estudo
- Termelétrica Instalada
- Termelétrica Outorgada

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.6 - Energia

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Dados Energia: Profill, 2017

8.5. RECURSOS HÍDRICOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

8.5.1. Recursos Hídricos Quantitativos

O mapa dos Recursos Hídricos – Aspectos Quantitativos aborda temas correlato ao Balanço Hídrico: comparativo entre disponibilidades e demandas hídricas. As disponibilidades estão expressas, nas colunas, em termos de vazões de referência, indicando as vazões $Q_{7,10}$, naturais e modificadas pelos sistemas de transposições.

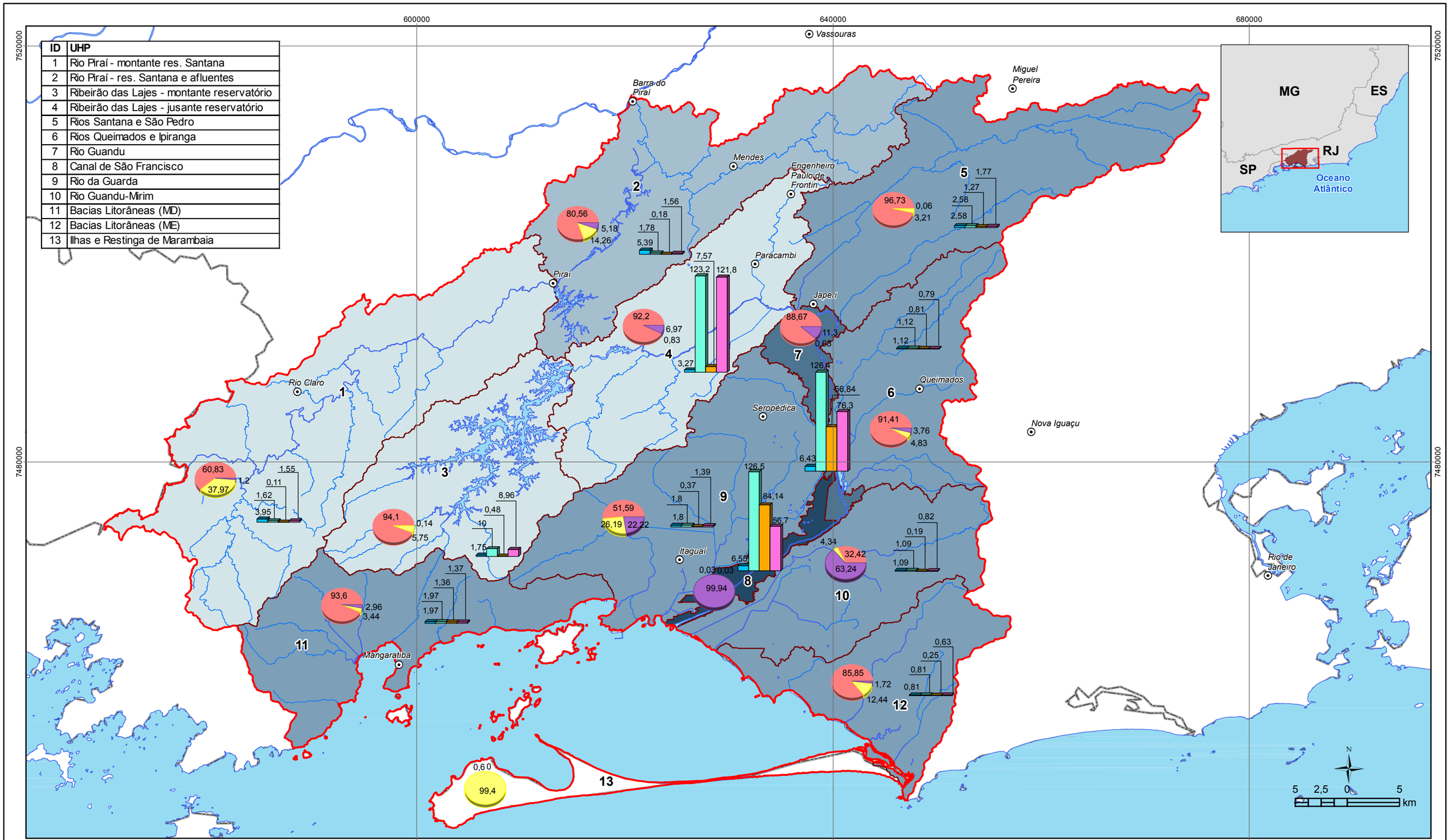
Percebe-se o efeito das transposições, representadas pelas colunas mais altas de “vazão modificada” nas UHPs Ribeirão das Lajes (jusante), Guandu e Canal de São Francisco.

Nos mesmos gráficos também estão expressas as demandas hídricas e as vazões remanescentes (saldo hídrico) em cada UHP. As demandas também são analisadas sob o ponto de vista da partição setorial, classificando-as em três grupos: urbano (abastecimento urbano), rural (abastecimento rural, irrigação, pecuária e aquicultura) e industrial (industrias, termelétricas e mineração). Percebe-se que os usos urbanos são preponderantes em quase todas as UHPs, com exceção de três: Canal de São Francisco, Guandu Mirim e Restinga de Marambaia.

Os usos rurais apresentam alguma relevância, em termos percentuais, nas UHPs Rio Piraí - montante res. Santana, Rio Piraí - res. Santana e afluentes, Rio da Guarda, Bacias Litorâneas (ME) e Ilhas e Restinga da Marambaia (neste caso por inexpressividade da ocupação).

O balanço hídrico, além de apresentado como vazão remanescente, é também indicado, em termos do percentual de comprometimento das disponibilidades, na coloração das UHPs. Verificam-se valores mais elevados, no Canal de São Francisco e no Rio Guandu, com mais de 40% de comprometimento.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia



LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

Vazões (m³/s)

- Q7,10 natural
- Q7,10 modificada
- Demanda acumulada
- Q remanescente

Demandas por setor (%)

- Urbano
- Rural
- Industrial

Balanco Hídrico

Comprometimento da Q7,10 (%)

- 0,0 - 5,0
- 5,1 - 15,0
- 15,1 - 30,0
- 30,1 - 40,0
- 40,1 - 60,8

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.7 - Recursos Hídricos - Aspectos quantitativos

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Recursos Hídricos: Profill, 2017

8.5.2. Recursos Hídricos Qualitativos

O mapa dos Recursos Hídricos – Aspetos Qualitativos aborda temas como qualidade das águas e pressão sobre os recursos hídricos, em termos de potencial de poluição, associado ao PIB, considerando a participação setorial.

A variável vazão remanescente, incluída no mapa em forma de coluna, ajuda a compreender o potencial para diluição da carga poluidora, apontando quanta água está disponível (saldo do balanço hídrico) para cumprir este “serviço ambiental” de diluição e afastamento de efluentes. Percebe-se o efeito das transposições sobre esta variável, representado pelas colunas mais altas nas UHPs Ribeirão das Lajes – jusante reservatório, Rio Guandu e Canal de São Francisco.

A qualidade das águas é apresentada no mapa em termos do IQA médio, colorindo as UHPs, indicando grande heterogeneidade na RH II, com trechos classificados em boa, média, ruim e muito ruim. Percebe-se que as UHPs com classificação mais crítica são aquelas onde há maior potencial econômico (em termos de PIB): Rios Queimados e Ipiranga, Rio da Guarda, Rio Guandu-Mirim e Bacias Litorâneas (ME).

Apenas a UHP Ribeirão das Lajes - montante reservatório tem IQA Bom, onde percebe-se que o potencial econômico regional é bem baixo, sem nenhuma sede urbana. O efeito da vazão de diluição é bem visível nas UHPs Rio Guandu e Canal de São Francisco que apresentam IQA médio, mesmo com grande carga poluidora proveniente das bacias afluentes, que tem IQA pior, mas sofrem diluição pela vazão remanescente das transposições.

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

600000 640000 680000

7520000 7480000

Vassouras
Miguel Pereira
Barra do Piraí
Rio Paraíba do Sul
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Reservatório do Vigário
Reservatório Pereira Passos
Japeri
Rio Claro
Represa do Ribeirão das Lajes
Seropédica
Nova Iguaçu
Queimados
Itaguaí
Mangaratiba
Oceano Atlântico
SP
Rio de Janeiro

1 — 1,55 m³/s — R$ 322.003
2 — 1,56 m³/s — R$ 1.571.836
3 — 8,96 m³/s — R$ 260.534
4 — 121,8 m³/s — R$ 728.631
5 — 1,77 m³/s — R$ 2.803.223
6 — 0,79 m³/s — R$ 6.942.917
7 — 76,3 m³/s — R$ 690.695
8 — 56,7 m³/s — R$ 4.751.789
9 — 1,39 m³/s — R$ 9.437.417
10 — R$ 43.911.749
11 — 1,37 m³/s — R$ 2.972.978
12 — 0,82 m³/s — R$ 42.598.309
13 — 0,63 m³/s — R$ 3.011.692

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

N
5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite Estadual

Vazão remanescente (m³/s): 61

PIB (x R$ 1.000): 7.400.000
- VAB Agropecuário
- VAB_Ind_x1000
- VAB Serviços

IQA médio da UHP

Classe
- Boa
- Média
- Ruim
- Muito Ruim
- Sem dado

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 8.8 - Recursos Hídricos - Aspectos qualitativos

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Síntese Recursos Hídricos: Profill, 2017

9. ANÁLISE INTEGRADA POR AGENDAS TEMÁTICAS

A análise integrada por Agendas Temáticas tem por objetivo destacar os aspectos de maior relevância do diagnóstico através de uma análise relativizada no conjunto das Unidades Hídricas de Planejamento (UHPs). Dessa forma, as Agendas apresentam uma segmentação ao mesmo tempo temática e territorial, que traduz a condição específica em que se encontram diferentes regiões acerca de questões estratégicas para a gestão e o planejamento dos recursos hídricos.

A metodologia de análise integrada através de Agendas Temáticas é similar à da Rio+10, reunião da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, realizada em setembro de 2003 em Johanesburgo, na África do Sul, em que problemas ambientais e econômicos foram classificados através de “agendas” ou temas. A Rio+10 definiu duas Agendas para discutir as questões ambientais e econômicas, uma voltada para os países desenvolvidos e outra voltada para os chamados países em desenvolvimento. O raciocínio por trás das Agendas do encontro é que países mais ricos, sem grandes problemas sociais ou econômicos e já tendo se desenvolvido com base em um modelo poluidor, podem se concentrar na Agenda Verde. Já para os países em desenvolvimento, a prioridade é elevar os padrões sociais, o que foi chamado de Agenda Marrom[13].

Da forma como é proposto nesta Análise Integrada do Diagnóstico, o conceito de “Agenda” se refere a um registro sintético e muito importante acerca de um tema, como o registro sumário de informações voltadas ao interesse profissional em uma agenda de trabalho. Ou seja, o que é privilegiado não é o detalhe técnico, que se encontra mais bem e extensamente descrito no diagnóstico, mas o registro sintético, hierarquizado e diferenciador da condição das UHPs no contexto da RH II em relação a cada tema.

Para esse objetivo de descrição sintética e diferenciadora, as Agendas Temáticas estabelecem um sistema de valoração que indica o grau de criticidade que assume cada UHP em relação a cada tema. Como se trata de temas diferentes, a medida do grau de criticidade é estabelecida em uma escala padronizada de três pontos, o que permite comparar diferentes temas em termos de um grau de criticidade alto, médio ou baixo. Assim, todas as

[13] http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/qualidade-ambiental acesso em 30/09/2013.

variáveis utilizadas em todas as agendas temáticas são traduzidas, ao final, em uma escala de grau alto, médio ou baixo de criticidade em relação a cada tema.

Desta forma, é possível coordenar, simultaneamente, tanto análises de diferentes temáticas (recursos hídricos, agropecuária, indústria, urbanização e saneamento, conservação de habitats e ecossistemas) sobre uma mesma base geográfica (UHP), quanto analisar sobre uma unidade geográfica específica (UHP) a condição que assume cada uma das agendas temáticas, possibilitando comparações sobre a situação de cada área da região entre si e em relação a diversos temas, oferecendo um quadro sintético, porém diferenciado regionalmente, da condição atual da região. Essa flexibilidade e simplicidade temática facilitam a integração de resultados gerais que traduzem a situação da região e de suas diferentes unidades de planejamento.

Dessa forma, as Agendas Temáticas partiram de uma proposta elaborada pela equipe técnica da Profill, com base na integração dos resultados do diagnóstico. Foram propostas seis agendas para representar as condições mais relevantes do diagnóstico de recursos hídricos da RH II, a saber:

- **Agenda Marrom:** Descreve a situação atual da urbanização e das condições de saneamento.
- **Agenda Cinza:** Descreve a situação atual das atividades de industriais e da mineração
- **Agenda Laranja:** Descreve a situação atual da atividade agropecuária.
- **Agenda Amarela:** Descreve a situação atual da infraestrutura hídricia e da geração de energia, englobando as hidrelétricas e termelétricas.
- **Agenda Verde:** Descreve a situação atual dos espaços territoriais especialmente protegidos, assim como remanescentes de vegetação nativa significativos.
- **Agenda Azul**: Principal agenda do PERH Guandu, descreve a situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da RH II.

Entende-se que os "*macro temas*" das agendas (textos sublinhados) merecem avaliação destacada tendo em vista a complexidade e/ou relevância que apresentam nas bacias hidrográficas em estudo. No caso do Saneamento (Agenda Marrom), Agropecuária (Agenda Laranja), Cobertura Vegetal e Conservação (Agenda Verde) e Recursos Hídricos (Agenda Azul), pode-se dizer que se tratam de macro temas que corriqueiramente assumem

o status de Agendas Temáticas. Para a RH II, no entanto, considera-se que merecem destaque também a Indústria e Mineração (Agenda Cinza), tratadas em conjunto e a Geração de Energia e Infraestrutura Hídrica (Agenda Amarela) tratadas também em conjunto tendo em vista a associação que estes dois temas tem na Região Hidrográfica II. Especificamente no caso da infraestrutura hídrica, o destaque se faz necessário dada a complexidade do tema na RH II, com a presença das transposições internas e externas, canais e reservatórios.

As variáveis empregadas em cada Agenda foram definidas pela Profill Engenharia em conjunto com o Comitê Guandu e foram, posteriormente submetidas à consulta pública, entre os dias 29/05/2017 e 07/06/2017, visando validar e buscar contribuições de outras variáveis que pudessem compor as Agendas Temáticas. A consulta pública resultou em contribuições importantes, principalmente para a Agenda Marrom, na qual foram incorporadas variáveis relativas ao saneamento em área rural.

Dessa forma, as variáveis selecionadas são as relacionadas abaixo. Destaca-se que as variáveis dentro das Agendas são agrupadas em sub agendas para melhor organização de cada temática. Posteriormente, no item específico de cada sub agenda, é apresentada uma descrição detalhada sobre cada variável.

a. Agenda Marrom – Saneamento e Urbanização

i. Sub agenda – Abastecimento de Água

- Índice de atendimento total
- Vazão captada
- Vazão consumida
- Índice de perdas no sistema de abastecimento

ii. Sub agenda – Esgotamento Sanitário

- Índice de coleta e tratamento
- Carga DBO remanescente
- Saneamento rural adequado

iii. Sub agenda – Resíduos Sólidos

- Volume de resíduos dipostos em aterros sanitários
- População urbana atendida com coleta de resíduos
- População rural atendida com coleta de resíduos

iv. *Sub agenda – Drenagem Pluvial*

- Área urbana
- Ocorrência de problemas de alagamento

v. *Sub agenda – Urbanização*

- Domicílios providos com rede e pavimentação
- População em aglomerados subnormais

b. Agenda Cinza – Indústria e Mineração

i. *Sub agenda – Indústria*

- Vazão captada
- Vazão consumida
- VAB Industrial

ii. *Sub agenda – Mineração*

- Área das cavas de mineração
- Vazão captada

c. Agenda Laranja – Agropecuária

- VAB Agropecuário
- Área Agrícola
- Demanda de água para a irrigação
- Demanda de água para dessedentação animal

d. Agenda Amarela – Energia e Infraestrutura Hídrica

i. *Sub agenda – Energia*

- Potência total instalada (hidrelétricas e termelétricas)
- Potencia total inventariada (hidrelétricas e termelétricas)
- Captação das termelétricas
- Consumo das termelétricas

ii. *Sub agenda – Infraestrutura Hídrica*

- Área alagada por reservatórios
- Compensação financeira pelo alague (% do PIB)
- Presença de sistemas de transposição

e. Agenda Verde – Cobertura Vegetal e Conservação

- Cobertura vegetal natural remanescente
- Unidade de Conservação de Proteção Integral
- Unidade de Conservação de Uso Sustentável
- Índice de Conectividade Estrutural (INEA)
- Grau de conservação das APPs

f. Agenda Azul – Recursos Hídricos

i. Sub agenda água subterrânea

- Balanço hídrico subterrâneo
- Qualidade da água subterrânea

ii. Sub agenda água superficial

- Balanço hídrico superficial
- Qualidade da água superficial
- Grau de dependência das transposições

As variáveis selecionadas foram levantadas para cada UHP e expressam processos e situações importantes para diferenciar a condição de cada UHP frente aos temas de cada Agenda. As variáveis foram então classificadas em três níveis de criticidade, voltados a identificar, na perspectiva da gestão de recursos hídricos:

- Onde a variável é relevante e os problemas ambientais e de gestão dos recursos hídricos demandam prioridade, configura-se a situação chamada de “**maior criticidade**” para a gestão de recursos hídricos;
- Onde a respectiva variavel é importante, porém, não preponderante na problemática hídrica da UHP, configura-se a situação “**criticidade intermediária**”; e
- Onde a atividade é inexistente ou pouco relevante para a gestão de recursos hídricos da UHP, configura-se a situação “**menor criticidade**”.

A classificação das variáveis das UHPs nas Agendas, considerando os três níveis de criticidade, são traduzidos em valores numéricos, da seguinte forma em cada Agenda Temática na perspectiva da gestão de recursos hídricos:

- Valor 2 – Maior criticidade;
- Valor 1 – Criticidade intermediária;
- Valor 0 – Menor criticidade.

Os valores das variáveis foram então integrados, resultando em um valor síntese da Sub agenda ou da Agenda. A integração foi realizada a partir de um somatório dos valores das variáveis, atribuindo-se ou não, pesos específicos para cada uma delas. O valor síntese, foi então reclassificado novamente em três níveis, resultando no valor de cada UHP em cada Agenda Temática.

Para facilitar a apresentação e visualização dos resultados que descrevem a situação de cada UHP em cada Agenda Temática, foram elaborados mapas que apresentam, na forma de escalas de cores, a situação de cada UHP, onde os tons mais intensos correspondem às situações mais críticas e os tons mais claros às situações de menor criticidade.

Cabe observar que uma UHP a que se atribua o Valor 2 (maior criticidade) em uma determinada Agenda poderá ter outra Agenda também com a mesma classificação (igualmente Valor 2), apontando para uma situação de maior concentração de criticidade em uma determinada UHP e, consequentemente, de maior interesse para o planejamento.

A Agenda Azul é, sem dúvida, o foco de um Plano de Bacia, pois é onde incide a governabilidade do Sistema de Recursos Hídricos e se constitui no objetivo do planejamento. Contudo, um Plano de Bacia também precisa se articular com as agendas setoriais, nas temáticas que se relacionam diretamente com recursos hídricos, fazendo com que a análise das agendas setoriais ofereça uma visão integrada das diferentes temáticas, indicando suas relações com a Agenda Azul. Destaca-se, portanto, que a Agenda Azul não representa uma integração das demais agendas, mas a consequência das demais agendas sobre a quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas das UHPs.

Aspecto importante com relação à leitura dos resultados das Agendas Temáticas diz respeito ao tipo de informação que se obtém com as classificações de criticidade. A identificação de criticidade não é uma função direta de uma má gestão ou algo do gênero, mas apenas uma indicação de que situações existentes podem interferir na gestão dos recursos hídricos de determinada UHP, seja em termos de uma indicação de pressão de

demanda (que pode estar associada a uma importante atividade econômica, por exemplo), seja em termos de riscos à qualidade e sustentabilidade dos recursos hídricos.

Assim, seguindo as diretrizes metodológicas previamente expostas, a seguir são apresentados os resultados das Agendas Temáticas, baseados no conjunto de variáveis selecionadas. Para a classificação das variáveis foram utilizados critérios que foram considerados, inicialmente, representativos da condição das UHPs e adequados para destacar o grau de importância das UHPs frente ao tema de cada Agenda. Os resultados serão também utilizados, posteriormente, nas etapas de prognóstico e plano de ações. No caso do plano das ações, será possível avaliar e também relativizar o montante de investimentos dos programas em UHPs que tenham destaque na respectiva temática.

A seguir, no item específico de cada Sub agenda e Agenda são apresentados: i) os critérios utilizados para a classificação das variáveis, ii) a equação de integração das variáveis e iii) o mapa no qual se pode visualizar o resultado final de cada UHP em cada Sub agenda e Agenda Temática, onde os tons mais intensos correspondem às situações mais críticas e os tons mais claros às situações de menor criticidade.

9.1. AGENDA MARROM – SANEAMENTO E URBANIZAÇÃO

A Agenda Marrom, conforme já descrito, abrande aspectos relacionado ao Saneamento e a Urbanização, com cinco sub agendas, listadas abaixo:

- Abastecimento de Água
- Esgotamento Sanitário
- Resíduos Sólidos
- Drenagem Pluvial
- Urbanização

Trata-se de uma das agendas que mais sofreu alterações após a consulta pública na etapa de Diagnóstico, recebendo a inserção de diversas variáveis, principalmente aquelas relacionadas a caracterização do meio rural, e a sub agenda de Urbanização. A seguir é apresentado cada uma das sub agendas, e descrito seus resultados.

9.1.1. Sub agenda – Abastecimento de Água

O Quadro 9.1 apresenta as variáveis selecionadas para a sub agenda do abastecimento de água, contemplando quatro variáveis. Apresenta-se, ainda, uma descrição do critério de pontuação, conforme metodologia descrita anteriormente.

Quadro 9.1 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A - Índice de atendimento total (%)	População total atendida com sistema público de abastecimento	Valor 2: <90% Valor 1: entre 90 e 95% Valor 0: >95%
B - Captação (m³/s)	Volume de água captado pelos sistemas públicos de abastecimento	Valor 0: <0,2 m³/s Valor 1: entre 0,2 e 0,5 m³/s Valor 2: >0,5 m³/s
C - Consumo (m³/s)	Volume de água consumido pela população residente na RH II e atendida com sistema público de abastecimento	Valor 0: <0,04 m³/s Valor 1: entre 0,04 e 0,10 m³/s Valor 2: >0,10 m³/s
D - Índice de perdas na distribuição (%)	Volume de água perdido na distribuição dos sistemas públicos de abastecimento	Valor 0: <30% Valor 1: entre 30 e 35% Valor 2: >35%

Após o processamento de cada variável, os resultados da classificação estão dispostos no Quadro 9.2, a seguir. São apresentadas as grandezas físicas e sua classificação nos três níveis de relevância ou criticidade.

Quadro 9.2 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom.

Código	UHP	A		B		C		D	
		Índice de Atendimento Total		Captação		Consumo		Índice de Perdas	
		(%)	Valor	(m³/s)	Valor	(m³/s)	Valor	(%)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	77,3	2	0,062	0	0,019	0	31,6	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	95,7	0	0,129	0	0,036	0	34,9	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	75,9	2	0,220	1	0,001	0	13,3	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	72,1	2	5,537	2	0,026	0	22,5	0
5	Rios Santana e São Pedro	80,2	2	1,217	2	0,011	0	54,2	2
6	Rios Queimados e Ipiranga	86,1	2	0,755	2	0,208	2	43,4	2
7	Rio Guandu	74,9	2	45,150	2	0,021	0	42,4	2
8	Canal de São Francisco	84,6	2	0,000	0	0,020	0	28,4	0
9	Rio da Guarda	82,9	2	0,127	0	0,110	2	29,3	0
10	Rio Guandu-Mirim	97,9	0	0,105	0	0,692	2	28,3	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	90,7	1	0,388	1	0,048	1	13,7	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	98,3	0	0,130	0	0,298	2	26,4	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	91,3	1	0,000	0	0,001	0	21,0	0

Para o resultado da sub agenda do abastecimento de água, os valores das variáveis foram somados e reclassificados conforme segue (A, B, C e D referem-se as variáveis indicadas no quadro acima):

Valor síntese = A + B + C+ D
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 5
Valor 2: Valor síntese >= 5

Os resultados finais da sub agenda são apresentados no Quadro 9.3 e no Mapa 9.1. Percebe-se que as UHPs Santana e São Pedro, Queimados e Ipiranga e Rio Guandu são as que apresentam as situações mais críticas para esta variável, influenciadas pela situação dos municípios de Queimados, Japeri e Seropédica, com sedes urbanas nestas UHPs.

Quadro 9.3 – Classificação final das UHPs na sub agenda Abastecimento de Água na Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Abastecimento de Água
1	Rio Piraí - montante res. Santana	3	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3	1
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	1
5	Rios Santana e São Pedro	6	2
6	Rios Queimados e Ipiranga	8	2
7	Rio Guandu	6	2
8	Canal de São Francisco	2	1
9	Rio da Guarda	4	1
10	Rio Guandu-Mirim	2	1
11	Bacias Litorâneas (MD)	3	1
12	Bacias Litorâneas (ME)	2	1
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	1	0

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Sub agenda - Abastecimento de Água

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.1: Sub agenda - Abastecimento de Água

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.1.2. Sub agenda – Esgotamento Sanitário

A sub agenda do Esgotamento Sanitário foi uma das que foram incrementadas na consulta, com a incorporação da variável Saneamento Rural, conforme pode ser observado no Quadro 9.4, que apresenta as variáveis selecionadas para esta sub agenda, contemplando três variáveis. Apresenta-se uma descrição do critério de pontuação, conforme metodologia descrita anteriormente.

Quadro 9.4 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A - Índice de coleta e tratamento (%)	Volume de esgoto coletado e tratado	Valor 0: >50% Valor 1: entre 20 e 50% Valor 2: <20%
B - Carga Lançada (kg DBO/dia)	Carga de DBO lançada, considerando-se a carga bruta não coletada, a carga remanescente após coleta e tratamento e a carga remanescente após tratamento em solução individual (fossa séptica e fossa rudimentar)	Valor 0: <300 kg DBO/dia Valor 1: entre 300 e 2.000 kg DBO/dia Valor 2: >2.000 kg DBO/dia
C - Saneamento rural adequado (%)	Parcela da população rural atendida com rede de coleta de esgoto e com solução individual (fossa séptica e fossa rudimentar)	Valor 0: <0,04 m³/s Valor 1: entre 0,04 e 0,10 m³/s Valor 2: >0,10 m³/s

Após a tabulação dos dados de cada variável, por UHP, os resultados foram classificados e dispostos no Quadro 9.5, a seguir, conforme os três níveis de relevância ou criticidade.

Quadro 9.5 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom.

Código	UHP	A		B		C	
		Tratamento de Esgotos		Carga Lançada		San. Rural Adequado	
		(%)	Valor	(kg DBO/dia)	Valor	(%)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	4,8	2	1.110,8	1	64,2	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2,7	2	3.147,7	2	73,2	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1,2	2	67,4	0	72,5	1
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,4	2	3.043,0	2	66,7	2
5	Rios Santana e São Pedro	7,2	2	1.219,9	1	77,1	1
6	Rios Queimados e Ipiranga	0,0	2	17.486,5	2	57,9	2
7	Rio Guandu	0,0	2	1.689,6	1	88,8	0
8	Canal de São Francisco	22,0	1	1.131,6	1	62,1	2
9	Rio da Guarda	0,0	2	8.432,2	2	71,4	1
10	Rio Guandu-Mirim	40,4	1	28.990,3	2	92,8	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	0,0	2	1.845,6	1	75,5	1
12	Bacias Litorâneas (ME)	44,5	1	11.904,9	2	-	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	5,5	2	141,8	0	66,3	2

Finalmente, para a definição do resultado final da sub agenda sobre esgotamento sanitário, os valores das variáveis foram somados e atribuídos pesos específicos para algumas variáveis, de modo que os temas urbanos sejam mais pontuados do que os relativos a áreas rurais (A, B e C referem-se as variáveis indicadas no quadro acima). Feito isso, os valores foram reclassificados conforme segue:

Valor síntese = 2*A + 2*B + C
Valor 0: Valor síntese <= 5
Valor 1: Valor síntese entre 5 e 7
Valor 2: Valor síntese >= 7

Os resultados finais da sub agenda são apresentados no Quadro 9.6 e no Mapa 9.2. Percebe-se que a maioria das UHPs se encontra na situação mais crítica (valor 2), o que demonstra os baixos índices de esgotamento sanitário e a alta carga poluidora em toda a RH II. Apensas a UHP Ribeirão das Lages (montante reservatório) que não apresenta nenhuma sede urbana ficou na categoria menos relevante (valor 0).

Quadro 9.6 – Classificação final das UHPs na sub agenda Esgotamento Sanitário na Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Esgotamento Sanitário
1	Rio Piraí - montante res. Santana	8	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	9	2
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	5	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	10	2
5	Rios Santana e São Pedro	7	2
6	Rios Queimados e Ipiranga	10	2
7	Rio Guandu	6	1
8	Canal de São Francisco	6	1
9	Rio da Guarda	9	2
10	Rio Guandu-Mirim	6	1
11	Bacias Litorâneas (MD)	7	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	6	1
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	6	1

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Sub agenda - Esgotamento Sanitário

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.2: Sub agenda - Esgotamento Sanitário

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.1.3. Sub agenda – Resíduos Sólidos

O Quadro 9.7 apresenta as variáveis selecionadas para a sub agenda dos resíduos sólidos, contemplando três variáveis, uma delas referente a áreas rurais. Apresenta-se, ainda, uma descrição do critério de pontuação, conforme metodologia descrita anteriormente.

Quadro 9.7 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Resíduos dispostos em aterros sanitários (ton/ano)	Volume de resíduos sólidos dispostos em aterro sanitário	Valor 2: Há disposição de resíduos em aterro sanitário Valor 0: Não há disposição de resíduos em aterro sanitário
B - Resíduo Urbano com destino adequado (%)	População urbana atendida com coleta de resíduos sólidos e serviço de limpeza	Valor 2: <95% Valor 1: entre 95 e 98% Valor 0: >98%
C - Resíduo Rural com destino adequado (%)	População rural atendida com coleta de resíduos sólidos e serviço de limpeza	Valor 2: <60% Valor 1: entre 60 e 80% Valor 0: >80%

Após o processamento de cada variável, os resultados da classificação estão dispostos no Quadro 9.8, a seguir. São apresentadas as grandezas físicas e sua classificação nos três níveis de relevância ou criticidade.

Quadro 9.8 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom.

Código	UHP	A		B		C	
		Resíduos em Aterros Sanitários		Res. Urbano - Destino Adequado		Res. Rural - Destino Adequado	
		(ton/ano)	Valor	(%)	Valor	(%)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana		0	98,8	0	62,7	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes		0	98,4	0	84,2	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório		0	94,5	2	15,6	2
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	85.373,0	2	99,2	0	64,0	1
5	Rios Santana e São Pedro		0	93,5	2	80,1	0
6	Rios Queimados e Ipiranga		0	91,1	2	39,3	2
7	Rio Guandu		0	91,4	2	38,5	2
8	Canal de São Francisco		0	95,1	1	87,3	0
9	Rio da Guarda	3.254.744,1	2	97,8	1	82,4	0
10	Rio Guandu-Mirim		0	98,6	0	21,6	2
11	Bacias Litorâneas (MD)		0	99,0	0	87,2	0
12	Bacias Litorâneas (ME)		0	99,4	0	-	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia		0	97,6	1	88,1	0

Para o resultado da sub agenda sobre resíduos sólidos, os valores das variáveis foram somados, considerando-se pesos específicos para as variáveis relativas ao ambiente urbano, principalmente a disposição final de resíduos nos dois aterros da RH II. Após a ponderação, os valores foram reclassificados conforme segue (A, B e C referem-se as variáveis indicadas no quadro acima):

Valor síntese = 3*A + 2*B + C
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 5
Valor 2: Valor síntese >= 5

Os resultados finais da sub agenda são apresentados no Quadro 9.9 e no Mapa 9.3. Percebe-se que as duas UHPs do Ribeirão das Lajes encontram-se em situação crítica, mesmo não se configurando como relevantes áreas urbanas, em função dos baixos índices de destinação adequada. Também são críticas as UHPs mais urbanas como Queimados e Ipiranga, Rio Guandu e Rio da Guarda, também pela presença dos grandes aterros.

Quadro 9.9 – Classificação final das UHPs na sub agenda Resíduos Sólidos na Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor síntese	Sub agenda Resíduos Sólidos
1	Rio Piraí - montante res. Santana	1	0
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	0	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	6	2
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	7	2
5	Rios Santana e São Pedro	4	1
6	Rios Queimados e Ipiranga	6	2
7	Rio Guandu	6	2
8	Canal de São Francisco	2	1
9	Rio da Guarda	8	2
10	Rio Guandu-Mirim	2	1
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	0	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	2	1

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Sub agenda - Resíduos Sólidos

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.3: Sub agenda - Resíduos Sólidos

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.1.4. Sub agenda – Drenagem Pluvial

A sub agenda da Drenagem Pluvial agrega as manchas urbanas e os registros de ocorrência de eventos externos, pela Defesa Civil, com Alagamentos. O Quadro 9.10 apresenta as variáveis selecionadas para a sub agenda da Drenagem, contemplando três variáveis, uma delas referente aos eventos extremos. Apresenta-se, ainda, uma descrição do critério de pontuação, conforme metodologia descrita anteriormente.

Quadro 9.10 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A - Área Urbana (km²)	Área urbana absoluta da UHP	Valor 0: <50 km² Valor 1: entre 50 e 100 km² Valor 2: >100 km²
B - Área Urbana (%)	Área urbana em relação à área total da UHP	Valor 0: <20% Valor 1: entre 20 e 50% Valor 2: >50%
C - Ocorrência de Alagamento	Número de municípios com Decretos de Situação de Emergência (S.E) por alagamento	Valor 0: Não há Decreto de S.E. Valor 2: Há Decreto de S.E.

Duas variáveis parecem redundantes, área Urbana em km² e em %, mas apresentam resultados complementares e foram ambas mantidas. Após o processamento de cada variável, os resultados da classificação estão dispostos no Quadro 9.11, a seguir. De modo análogo aos anteriores, são apresentadas as grandezas físicas e sua classificação nos três níveis de relevância ou criticidade.

Quadro 9.11 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom.

Código	UHP	A		B		C	
		Área Urbana		Área Urbana da UHP		Ocorrência de Alagamentos (S.E.)	
		(km²)	Valor	(%)	Valor	Número de municípios	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	5,14	0	0,9	0	1	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	12,74	0	3,0	0	2	2
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,02	0	0,0	0	0	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	11,76	0	3,4	0	1	2
5	Rios Santana e São Pedro	6,93	0	1,6	0	0	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	78,01	1	31,2	1	1	2
7	Rio Guandu	13,00	0	20,4	1	0	0
8	Canal de São Francisco	14,50	0	35,2	1	0	0
9	Rio da Guarda	61,49	1	15,6	0	0	0
10	Rio Guandu-Mirim	146,02	2	55,5	2	0	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	18,35	0	6,4	0	1	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	88,08	1	41,2	1	0	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	1,14	0	1,2	0	0	0

Para o resultado da sub agenda sobre drenagem pluvial, os valores das variáveis foram somados e atribuídos pesos específicos para algumas variáveis, principalmente aquela sobre ocorrência de eventos extremos. Com base no resultado da ponderação, os valores foram reclassificados conforme segue (A, B e C referem-se as variáveis indicadas no quadro acima):

Valor síntese = 2*A + B + 3*C
Valor 0: Valor síntese <= 0
Valor 1: Valor síntese entre 0 e 5
Valor 2: Valor síntese >= 5

Os resultados finais da sub agenda são apresentados no Quadro 9.12 e no Mapa 9.4. Percebe-se que as duas UHPs do Rio Piraí se encontram em situação crítica, mesmo não se configurando como relevantes áreas urbanas, em função da ocorrência de eventos extremos de alagamento. Também são críticas as UHPs mais urbanas como Queimados e Ipiranga, Rio Guandu-Mirim e Bacias Litorâneas MD, esta última também pela ocorrência de eventos extremos.

Quadro 9.12 – Classificação final das UHPs na sub agenda Drenagem Pluvial na Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Drenagem Pluvial
1	Rio Piraí - montante res. Santana	6	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	6	2
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	6	2
5	Rios Santana e São Pedro	0	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	9	2
7	Rio Guandu	1	1
8	Canal de São Francisco	1	1
9	Rio da Guarda	2	1
10	Rio Guandu-Mirim	6	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	6	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	3	1
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	0

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Sub agenda - Drenagem Pluvial

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.4: Sub agenda - Drenagem Pluvial

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.1.5. Sub agenda – Urbanização

O tema da urbanização, como sub agenda do Saneamento, foi inserido após o processo de consulta a sociedade e ao Comitê Guandu. O Quadro 9.13 apresenta as duas variáveis consideradas, relativas a disponibilidade de redes de esgotos e pavimentação, e os aglomerados classificados como subnormais pelo IBGE.

Quadro 9.13 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Urbanização na Agenda Marrom.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Domicílios com rede de esgoto e pavimentação (%)	Domicílios urbanos ligados ao sistema de coleta de esgoto e com pavimentação da via pública	Valor 0: >60% Valor 1: entre 40 e 60% Valor 2: <40%
B - População em aglomerados subnormais (%)	População em aglomerados subnormais (nomenclatura que engloba os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no País, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros).	Valor 0: <5% Valor 1: entre 5 e 12% Valor 2: >12%

As duas variáveis foram estimadas por UHP, a partir dos dados municipais, por setor censitário, e os resultados foram classificados conforme a metodologia proposta, resultando nos valores do Quadro 9.14, a seguir.

Quadro 9.14 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Urbanização na Agenda Marrom.

Código	UHP	A		B	
		Domicílios com Rede e Pavimento		População em Aglomerados Subnormais	
		(%)	Valor	(%)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	88,7	0	6,28	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	69,9	0	0,60	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	27,6	2	0,00	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	87,5	0	10,14	1
5	Rios Santana e São Pedro	42,0	1	3,24	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	56,6	1	2,20	0
7	Rio Guandu	29,5	2	12,45	2
8	Canal de São Francisco	50,7	1	19,94	2
9	Rio da Guarda	71,7	0	5,71	1
10	Rio Guandu-Mirim	79,9	0	14,53	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	35,0	2	19,84	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	67,4	0	14,17	2
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	24,0	2	0,00	0

Finalmente, os valores das duas variáveis da sub agenda de Urbanização, foram somados, considerando-se um peso maior para os aglomerados subnormais, conforme segue (A e B referem-se as variáveis descritas acima). Os resultados foram reclassificados nas categorias propostas na metodologia.

Valor síntese = A + 2*B
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 4
Valor 2: Valor síntese >= 4

Os resultados finais da sub agenda de urbanização são apresentados no Quadro 9.15 e no Mapa 9.5. Percebe-se que as UHPs com maior índice de urbanização ficaram nas maiores categorias, enquanto que as eminentemente rurais receberam classificação menos relevante.

Quadro 9.15 – Classificação final das UHPs na sub agenda Urbanização na Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Urbanização
1	Rio Piraí - montante res. Santana	2	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	0	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	2	1
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	2	1
5	Rios Santana e São Pedro	1	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	1	0
7	Rio Guandu	6	2
8	Canal de São Francisco	5	2
9	Rio da Guarda	2	1
10	Rio Guandu-Mirim	4	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	6	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	4	2
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	2	1

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Sub agenda - Urbanização

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.5: Sub agenda - Urbanização

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.1.6. Síntese - Agenda Marrom

Para o resultado da Agenda Marrom, os valores das sub agendas foram somados e atribuídos pesos específicos para algumas sub agendas, notadamente abastecimento de água, esgotamento sanitário e urbanização. Feito isso, os valores foram reclassificados conforme segue:

Valor Síntese = 3*A + 3*B + C + D + 2*E
A – Sub agenda – Abastecimento de Água
B – Sub agenda – Esgotamento Sanitário
C – Sub agenda – Resíduos Sólidos
D – Sub agenda – Drenagem Pluvial
E – Sub agenda – Urbanização
Valor 0: Valor Síntese <= 8
Valor 1: Valor Síntese entre 8 e 11
Valor 2: Valor Síntese >= 11

O resultado final da agenda marrom demonstra um alto grau de criticidade em toda a RH II (Quadro 9.16 e Mapa 9.6). Apenas três UHPs não são críticas: Rio Piraí – Santana, Ribeirão das Lajes – montante e Ilhas e Restinga de Marambaia.

Este resultado indica que este tema deverá ser encarado como prioritário na etapa propositiva do Plano Estratégico de Recursos Hídricos.

Quadro 9.16 – Classificação final das UHPs, conforme a Agenda Marrom.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Marrom
1	Rio Piraí - montante res. Santana	13	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	8	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	7	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	15	2
5	Rios Santana e São Pedro	13	2
6	Rios Queimados e Ipiranga	16	2
7	Rio Guandu	16	2
8	Canal de São Francisco	12	2
9	Rio da Guarda	14	2
10	Rio Guandu-Mirim	13	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	15	2
12	Bacias Litorâneas (ME)	11	2
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	6	0

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

- Alto (Valor 2)
- Baixo (Valor 0)

Organização

Acompanhamento

Execução

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.6: Agenda Marrom (Saneamento e Urbanização)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.2. AGENDA CINZA - INDÚSTRIA E MINERAÇÃO

A Agenda Cinza, relativa aos temas de Indústria e Mineração, contempla duas sub agendas, com estes mesmos títulos. A seguir cada uma delas é avaliada, e, ao final, apresenta-se uma síntese da agenda.

9.2.1. Sub agenda – Indústria

A sub agenda relativa a indústria é composta por três variáveis, apresentadas e descritas no Quadro 9.17. Também é apresentado o critério de classificação adotado.

Quadro 9.17 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Indústria na Agenda Cinza.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A - Captação (L/s)	Volume de água captado pelas indústrias	Valor 0: <10 L/s Valor 1: entre 10 e 300 L/s Valor 2: >300 L/s
B - Consumo (L/s)	Volume de água consumido pelas indústrias	Valor 0: <5 L/s Valor 1: entre 5 e 150 L/s Valor 2: >150 L/s
C – VAB (1.000 R$)	Valor acrescentado bruto (VAB) do setor industrial	Valor 0: < R$ 500.000,00 Valor 1: entre R$ 500.000,00 e 1.000.000,00 Valor 2: >R$ 1.000.000,00

As variáveis foram calculadas e reclassificadas por UHP, conforme Quadro 9.18, a seguir.

Quadro 9.18 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Indústria na Agenda Cinza.

Código	UHP	A		B		C	
		Captação		Consumo		VAB – Indústria	
		(L/s)	Valor	(L/s)	Valor	R$ (x1000)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0,00	0	0,00	0	114.396,55	0
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	8,50	0	38,26	1	528.978,52	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,00	0	0,00	0	15.588,44	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	18,32	1	3,09	0	121.177,96	0
5	Rios Santana e São Pedro	0,10	0	0,03	0	303.097,91	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	35,10	1	9,88	1	1.269.292,23	2
7	Rio Guandu	1.191,21	2	1,25	0	182.646,91	0
8	Canal de São Francisco	2.822,30	2	57,26	1	739.407,22	1
9	Rio da Guarda	15,97	1	560,97	2	2.067.703,43	2
10	Rio Guandu-Mirim	319,41	2	275,75	2	6.553.022,47	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	12,55	1	2,50	0	188.734,67	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	3,05	0	1,20	0	6.419.850,08	2
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0,00	0	0,00	0	443.353,77	0

Para o resultado da sub agenda sobre o setor industrial, os valores das variáveis foram somados, sem ponderação. Feito isso, os valores foram classificados conforme segue (A, B e C referem-se as variáveis indicadas no quadro acima):

Valor síntese = A + B + C
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 4
Valor 2: Valor síntese >=4

O resultado final para a sub agenda da Indústria é apresentado no Quadro 9.19 e no Mapa 9.7. Conforme esperado, as UHPs com maior concentração industrial tiveram a classificação mais crítica (nível 2): Rios Queimados e Ipiranga, Canal de São Francisco, Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim.

Quadro 9.19 – Classificação final das UHPs na sub agenda Indústria na Agenda Cinza.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Indústria
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	**0**
5	Rios Santana e São Pedro	0	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	4	**2**
7	Rio Guandu	2	**1**
8	Canal de São Francisco	4	**2**
9	Rio da Guarda	5	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	6	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	1	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	2	**1**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

580000 600000 620000 640000 660000 680000

7520000 7500000 7480000 7460000

Vassouras
Barra do Piraí
Miguel Pereira
Mendes
Engenheiro Paulo de Frontin
Paracambi
Piraí
Japeri
Seropédica
Queimados
Nova Iguaçu
Itaguaí
Rio de Janeiro
Mangaratiba
RJ
SP
Rio Paraíba do Sul
Rio Piraí
Rio Claro
Rio da Prata
Rio do Braço
Ribeirão Passa-Três
Represa do Ribeirão das Lajes
Rio Cacaria
Rio Santarém
Ribeirão da Várzea
Rio Pires
Rio Ipiabas
Rio Saí
Rio Ingaíba
Rio do Saco
Rio Grande
Rio Sacra Família
Rio Sabonetes
Rio Santana
Rio dos Macacos
Córrego Bonais
Rio São Pedro
Ribeirão das Lajes
Vala da Areia
Rio dos Poços
Rio Queimados
Rio Ipiranga
Rio Piranema
Rio Mazomba
Rio Guandu
Rio Guandu-Mirim
Rio da Guarda
Canal da São Francisco
Rio Cação Vermelho
Rio Piraquê
Rio Lavras
Rio do Portinho
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Oceano Atlântico

MG ES RJ SP Oceano Atlântico

N

5 2,5 0 5 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Cinza (Indústria e Mineração)

Sub agenda - Indústria

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.7 - Sub agenda - Indústria

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.2.2. Sub agenda – Mineração

A sub agenda relativa à mineração é composta por três variáveis, apresentadas e descritas no Quadro 9.20. Também é apresentado o critério de classificação adotado.

Quadro 9.20 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Mineração na Agenda Cinza.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A - Área (km²)	Área absoluta das cavas de mineração na UHP	Valor 0: <1 km² Valor 1: entre 1 e 5 km² Valor 2: >5 km²
B – Área (%)	Área das cavas de mineração em relação à área total da UHP	Valor 0: <0,5% Valor 1: entre 0,5 e 1% Valor 2: >1%
C – Captação (L/s)	Volume de água captado pela mineração	Valor 0: < 1 L/s Valor 1: entre 1 e 50 L/s Valor 2: >50 L/s

Os resultados dos processamentos das variáveis, por UHP, e sua classificação é apresentado no Quadro 9.21, a seguir.

Quadro 9.21 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Mineração na Agenda Cinza.

Código	UHP	A		B		C	
		Área		Área da UHP		Captação	
		(km²)	Valor	(%)	Valor	(L/s)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0,84	0	0,1	0	1,40	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1,15	1	0,3	0	0,04	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,00	0	0,0	0	0,33	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,15	0	0,0	0	2,85	1
5	Rios Santana e São Pedro	0,24	0	0,1	0	0,68	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	1,75	1	0,7	1	0,29	0
7	Rio Guandu	1,57	1	2,5	2	6,58	1
8	Canal de São Francisco	0,18	0	0,4	0	9,90	1
9	Rio da Guarda	5,77	2	1,5	2	63,55	2
10	Rio Guandu-Mirim	1,49	1	0,6	1	3,59	1
11	Bacias Litorâneas (MD)	0,11	0	0,0	0	0,00	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	0,72	0	0,3	0	0,00	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0,37	0	0,4	0	0,00	0

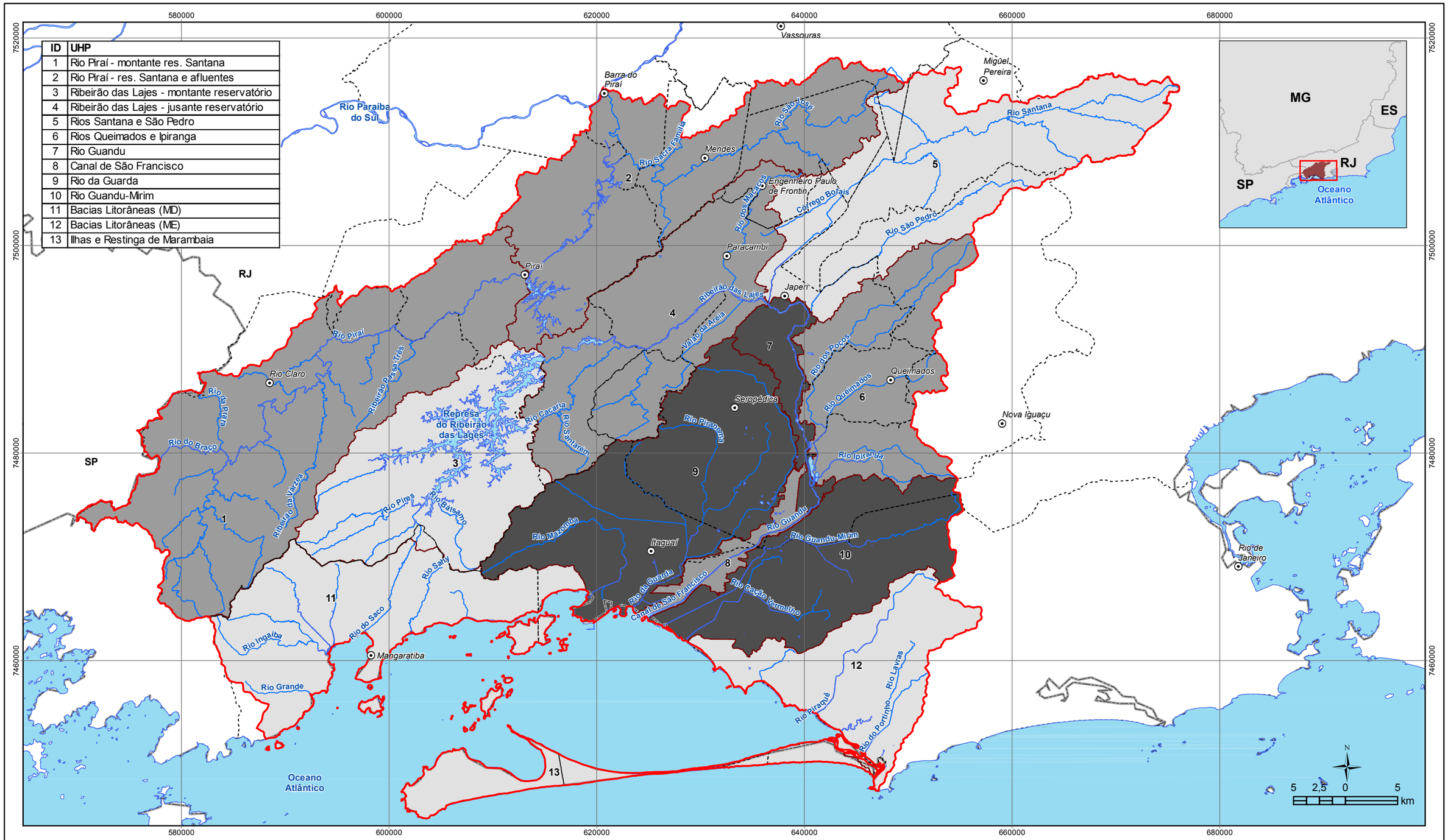
Para o resultado da sub agenda sobre a atividade de mineração, os valores das variáveis foram somados, sem ponderação. Feito isso, os valores foram reclassificados conforme segue:

Valor síntese = A + B + C
Valor 0: Valor síntese <= 0
Valor 1: Valor síntese entre 0 e 3
Valor 2: Valor síntese >=3

O resultado final é apresentado no Quadro 9.23 e no Mapa 9.8. As UHPs mais críticas são: Rio Guandu, Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim.

Quadro 9.22 – Classificação final das UHPs na sub agenda Mineração na Agenda Cinza.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Mineração
1	Rio Piraí - montante res. Santana	1	**1**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	0	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	2	**1**
7	Rio Guandu	4	**2**
8	Canal de São Francisco	1	**1**
9	Rio da Guarda	6	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	3	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	0	**0**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**



ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Cinza (Indústria e Mineração)

Sub agenda - Mineração

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.8 - Sub agenda - Mineração

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.2.1. Síntese - Agenda Cinza

Para o resultado da Agenda Cinza, os valores das sub agendas foram somados e reclassificados conforme segue:

Valor Síntese = A + B
A – Sub agenda – Indústria
B – Sub agenda – Mineração
Valor 0: Valor Síntese <= 0
Valor 1: Valor Síntese entre 0 e 3
Valor 2: Valor Síntese >= 3

O resultado final da agenda cinza indica um alto grau de criticidade em boa parte da RH II (Quadro 9.23 e Mapa 9.9). Quatro UHPs não são consideradas críticas, ou seja, as UHPs com características mais rurais e de conservação.

Quadro 9.23 – Classificação final das UHPs, na Agenda Cinza.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Cinza
1	Rio Piraí - montante res. Santana	1	**1**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	0	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	3	**2**
7	Rio Guandu	3	**2**
8	Canal de São Francisco	3	**2**
9	Rio da Guarda	4	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	4	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	1	**1**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Cinza (Indústria e Mineração)

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.9: Agenda Cinza (Indústria e Mineração)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.3. AGENDA LARANJA – AGROPECUÁRIA

Neste item são descritos os resultados obtidos para a Agenda Laranja, referente a Agricultura e Criação Animal.

Diferentemente de outras agendas, a agenda Laranja não sofreu alterações em suas variáveis após os eventos públicos. O Quadro 9.24 apresenta as variáveis utilizadas para construção da Agenda Laranja, bem como os critérios utilizados para sua valoração.

Quadro 9.24 – Variavéis e critério de pontuação da Agenda Laranja (Agropecuária)

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – VAB (1.000 R$)	Valor acrescentado bruto (VAB) do setor agropecuário	Valor 0: < R$ 5.000,00 Valor 1: entre R$ 5.000,00 e 15.000,00 Valor 2: >R$ 15.000,00
B - Área (km²)	Área absoluta da agropecuária[1] na UHP	Valor 0: < 50 km² Valor 1: entre 50 e 100 km² Valor 2: > 100 km²
C – Área (%)	Área da agropecuária em relação à área total da UHP	Valor 0: < 10% Valor 1: entre 10 e 50% Valor 2: > 50%
D – Demanda para irrigação (L/s)	Demanda estimada de água para irrigação	Valor 0: < 10 L/s Valor 1: entre 10 e 50 L/s Valor 2: > 50 L/s
E – Demanda para dessedentação animal (L/s)	Demanda estimada de água para dessdedentação animal	Valor 0: < 8 L/s Valor 1: entre 8 e 30 L/s Valor 2: > 30 L/s

[1] Classes do Uso e Ocupação do Solo: Silvicultura, Lavoura Temporária, Lavoura Permanente e Campo/Pastagem

Os resultados do processamento de cada variável são apresentados no Quadro 9.25. Em um primeiro momento realizou-se uma análise de cada variável, com sua respectiva pontuação (VAB, Área da Agropecuária, Área da UHP, Demanda Irrigação e Demanda Animal).

Quadro 9.25 – Classiticação das UHPs, conforme as variáveis da Agenda Laranja (Agropecuária).

Código	UHP	A		B		C		D		E	
		VAB		Área		Área da UHP		Demanda Irrigação		Demanda Animal	
		R$ (x1000)	Valor	(km²)	Valor	(%)	Valor	(L/s)	Valor	(L/s)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	42.540,53	2	324,28	2	54,78	2	7,61	0	32,00	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	18.563,44	2	206,93	2	49,08	1	1,20	0	16,13	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	13.405,12	1	94,27	1	29,40	1	2,45	0	9,75	1
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	14.161,44	1	163,13	2	47,23	1	26,78	1	10,32	1
5	Rios Santana e São Pedro	12.262,64	1	167,63	2	39,48	1	15,50	1	18,62	1
6	Rios Queimados e Ipiranga	1.417,35	0	109,92	2	43,92	1	37,79	1	4,52	0
7	Rio Guandu	2.098,65	0	42,24	0	66,31	2	13,79	1	1,45	0
8	Canal de São Francisco	717,07	0	19,00	0	46,13	1	5,12	0	0,51	0
9	Rio da Guarda	16.925,99	2	217,64	2	55,37	2	63,69	2	8,58	1
10	Rio Guandu-Mirim	22,71	0	72,33	1	27,50	1	20,70	1	1,32	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	11.765,78	1	33,54	0	11,66	0	6,01	0	3,44	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	0,00	0	35,62	0	16,65	0	20,80	1	1,31	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	4.282,33	0	4,21	0	4,48	0	5,65	0	1,54	0

Para o resultado da Agenda Laranja, os valores das variáveis foram somados e reclassificados conforme segue abaixo (A, B, C, D e E referem-se as viariáveis indicadas no quadro acima):

Valor Síntese = A + B + C + D + E
Valor 0: Valor Síntese < 2
Valor 1: Valor Síntese entre 2 e 5
Valor 2: Valor Síntese > 5

Ao analisar o Mapa 9.10 e Quadro 9.26, pode–se perceber que:

- A agropecuária apresenta maior significância nas UHPs 1, 2, 4, 5 e 9. Este resultado ocorre pelo fato do número expressivo de rebanhos (criação animal), principalmente gados de corte e galináceos. Além da ocupação de áreas agricultáveis nas respectivas UHPs, seguido dos valores associados a produção (VAB).
- O somatório da agricultura, criação animal, valor de produção do setor e áreas agricultáveis, para as UHPs 3, 6, 7 e 10, possui significância intermediária. Ou seja, tais aspectos ocorrem nestas unidades, porém em uma escala menor.
- As UHPs 8, 11, 12 e 13, bacias litorâneas e próximas à RMRJ, apresentam o menor somatório, a partir do cruzamento das variáveis. Logo possuem menor expressão quando comparada as demais UHPs. Este fato está associado ao perfil produtivo da região.

Quadro 9.26 - Classiticação final das UHPs na agenda Agenda Laranja.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Laranja
1	Rio Piraí - montante res. Santana	8	**2**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	6	**2**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	4	**1**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	6	**2**
5	Rios Santana e São Pedro	6	**2**
6	Rios Queimados e Ipiranga	4	**1**
7	Rio Guandu	3	**1**
8	Canal de São Francisco	1	**0**
9	Rio da Guarda	9	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	3	**1**
11	Bacias Litorâneas (MD)	1	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	1	**0**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Laranja (Agropecuária)

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.10: Agenda Laranja (Agropecuária)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.4. AGENDA AMARELA

A Agenda Amarela é composta de duas sub agendas:

- Energia
- Infraestrutura Hídrica

A Agenda Amarela busca evidenciar condições diferenciadas entre as UHPs do ponto de vista da presença de geração de energia (hidrelétrica e termelétrica) e também quanto a presença de infraestruturas hídricas. Os dois aspectos têm muita relevância na RH II por este motivo foram tratados em termos de sub agendas. A seguir, as sub agendas são apresentadas e analisadas.

9.4.1. Sub agenda – Energia

O Quadro 9.34 apresenta as variáveis selecionadas para a sub agenda da Energia, contemplando, por sua vez, quatro variáveis. Apresenta-se, ainda, uma descrição do critério de pontuação. Importante destacar que, assim como para todas as demais sub agendas, os critérios de classificação têm por objetivo criar a diferenciação entre as UHPs de modo que possa ser visualizado onde o tema da sub agenda é mais importante. O processamento dos resultados e a classificação de cada UHP conforme a variável é apresentada no Quadro 9.28.

Quadro 9.27 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Energia na Agenda Amarela.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Potência Instalada Total (kW)	Potência Instalada, considerando-se as hidrelétricas e termelétricas	Valor 0: < 400 kW Valor 1: entre 400 e 100.000 kW Valor 2: > 100.000 kW
B – Potência Inventariada Total (kW)	Potência Inventariada, considerando-se as hidrelétricas e termelétricas	Valor 0: <1.000 kW Valor 1: entre 1.000 e 400.000 kW Valor 2: >400.000 kW
C – Capção das Térmicas (L/s)	Volume de água captado pelas termoelétricas	Valor 0: < 20 L/s Valor 1: entre 20 e 500 L/s Valor 2: >500 L/s
D – Consumo das Térmicas (L/s)	Volume de água consumido pelas termoelétricas	Valor 0: < 10 L/s Valor 1: entre 10 e 250 L/s Valor 2: >250 L/s

Quadro 9.28 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Energia na Agenda Amarela.

Código	UHP	A		B		C		D	
		Potência Total Instalada		Potência Total Inventariada		Captação Térmicas		Consumo Térmicas	
		(kw)	Valor	(kw)	Valor	(L/s)	Valor	(L/s)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	15.455	1	14.160	1	0,00	0	0,00	0
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	381.030	2	0	0	0,00	0	0,00	0
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	131.988	2	0	0	0,00	0	0,00	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	125.220	2	607.800	2	400,00	1	300,00	2
5	Rios Santana e São Pedro	0	0	1.798	1	0,00	0	0,00	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	400	1	921.365	2	0,00	0	0,00	0
7	Rio Guandu	905.120	2	0	0	4.558,89	2	807,10	2
8	Canal de São Francisco	836.000	2	0	0	25.122,69	2	372,65	2
9	Rio da Guarda	0	0	450.000	2	0,00	0	21,46	1
10	Rio Guandu-Mirim	490.800	2	0	0	0,00	0	258,33	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	3.000	1	0	0	0,00	0	0,00	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0

Para o resultado da sub agenda sobre energia, os valores das variáveis foram somados e reclassificadas conforme segue:

Valor síntese = A + B + C + D
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 4
Valor 2: Valor síntese >= 4

O Quadro 9.29 e o Mapa 9.11 apresentam o valor síntese da sub agenda Energia para todas as UHPs da RH II. As UHPs Ribeirão das Lajes – jusante do reservatório, Rio Guandu, Canal de São Francisco e Rio Guandu Mirim se destacam. No caso da UHP Ribeirão das lajes – jusante do reservatório, a potencia total instalada e a pontecialidade associada a presença de inventários hidrelétricos, assim como o consumo para geração termelétrica dá destaque na sub agenda. Um pouco diferente, nas UHPs Rio Guandu e Canal de São Francisco o valor síntese e o conseqüente destaque na sub agenda decorre da potencia instalada a captação das térmicas e a geração das térmicas. No caso da UHP Guandu Mirim, o destaque é decorrente da potencia instalada e do consumo das termelétricas.

Quadro 9.29 - Classiticação final das UHPs na sub agenda Energia.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Energia
1	Rio Piraí - montante res. Santana	2	**1**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	2	**1**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	7	**2**
5	Rios Santana e São Pedro	1	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	3	**1**
7	Rio Guandu	6	**2**
8	Canal de São Francisco	6	**2**
9	Rio da Guarda	3	**1**
10	Rio Guandu-Mirim	4	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	1	**0**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Amarela (Energia e Infraestrutura Hídrica)

Sub agenda - Energia

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização

Acompanhamento

Execução

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.11: Sub agenda - Energia

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.4.2. Sub agenda – Infraestrutura Hídrica

No caso da sub agenda Infraestrutura Hídrica, foram seleciondas três variáveis para sua composição, conforme apontado no Quadro 9.30. O mesmo quadro descreve o critério de pontuação da sub agenda.

Quadro 9.30 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Infraestrutura Hídrica na Agenda Amarela.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Área alagada (km²)	Área alagada por reservatórios	Valor 0: Não há área alagada por reservatório Valor 2: Há área alagada por reservatório
B – Compensação financeira (% do PIB)	Compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica em relação ao PIB total da UHP.	Valor 0: Não há compensaçãoo financeira Valor 1: até 0,2% do PIB Valor 2: acima de 0,2% do PIB
C – Presença de Transposição	Presença de água advinda de transposição	Valor 0: Não há água de transposição Valor 2: Há água de transposição

O próximo Quadro 9.31 apresenta os valores calculados para todas as variáveis e sua classificação conforme os critérios apontados acima.

Quadro 9.31 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Infraestrutura Hídrica na Agenda Amarela.

Código	UHP	A		B		C	
		Área Alagada		Compensação Financeira		Presença de Transposição	
		(km²)	Valor	(% do PIB)	Valor	(m³/s)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0,000	0	0,203	2	-2,33	2
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	5,252	2	0,071	1	-3,61	2
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	29,403	2	0,058	1	8,25	2
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1,147	2	0,079	1	119,93	2
5	Rios Santana e São Pedro	0,000	0	0,000	0	0,00	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	0,000	0	0,000	0	0,00	0
7	Rio Guandu	0,000	0	0,000	0	119,97	2
8	Canal de São Francisco	0,000	0	0,000	0	119,95	2
9	Rio da Guarda	0,000	0	0,000	0	0,00	0
10	Rio Guandu-Mirim	0,000	0	0,000	0	0,00	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	0,000	0	0,000	0	0,00	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	0,000	0	0,000	0	0,00	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0,000	0	0,000	0	0,00	0

Para o resultado da sub agenda sobre infraestrutura hídrica, os valores das variáveis foram somados e reclassificados conforme segue:

Valor síntese = A + B + C
Valor 0: Valor síntese <= 1
Valor 1: Valor síntese entre 1 e 4
Valor 2: Valor síntese >= 4

O Quadro 9.32 e o Mapa 9.12 apresentam o resultado da sub agenda Infraestrutura Hídrica. O objetivo de destacar aquelas UHPs onde estão implantadas infraestruturas hídricas importantes foi cumprido, visto que as UHPs do Rio Piraí e Ribeirão das Lajes apresentam maior pontuação, considerando-se a presença dos grandes reservatórios e onde é transferida a transposição externa.

Quadro 9.32 – Classificação final das UHPs na sub agenda Infrasetrutura Hídrica

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Infraestrutura Hídrica
1	Rio Piraí - montante res. Santana	4	**2**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	5	**2**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	4	**2**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	5	**2**
5	Rios Santana e São Pedro	0	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	0	**0**
7	Rio Guandu	2	**1**
8	Canal de São Francisco	2	**1**
9	Rio da Guarda	0	**0**
10	Rio Guandu-Mirim	0	**0**
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	0	**0**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Amarela (Energia e Infraestrutura Hídrica)

Sub agenda - Infraestrutura Hídrica

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.12: Sub agenda - Infraestrutura Hídrica

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.4.3. Síntese – Agenda Amarela

Para o resultado da Agenda Amarela, os valores das sub-agendas foram somados e reclassificados conforme segue, as sub agendas foram consideradas com o mesmo peso específico.

Valor Síntese = A + B
A – Sub agenda – Energia
B – Sub agenda – Infraestrutura Hídrica
Valor 0: Valor Síntese<= 0
Valor 1: Valor Síntese entre 0 e 3
Valor 2: Valor Síntese >= 3

Feita a reclassificação, considerados os aspectos de Energia e Infraestrutura Hídrica, as seis UHPs onde estes aspectos têm maior relevância assumem o destaque esperado, no caso das UHPs que recebem os grandes reservatórios no Piraí e Ribeirão das Lajes. Por receberem forte impacto de transposição, altas potencias instaladas, bem como captações altas para geração de energia térmica, também tem destaque na Agenda Amarela as UHPs Rio Guandu e Canal de São Francisco. O Quadro 9.33 e Mapa 9.13 sintetizam os resultados obtidos.

Quadro 9.33 – Resultado final da Agenda Amarela.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Amarela
1	Rio Piraí - montante res. Santana	3	**2**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	3	**2**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3	**2**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	**2**
5	Rios Santana e São Pedro	0	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	1	**1**
7	Rio Guandu	3	**2**
8	Canal de São Francisco	3	**2**
9	Rio da Guarda	1	**1**
10	Rio Guandu-Mirim	2	**1**
11	Bacias Litorâneas (MD)	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	0	**0**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Amarela (Energia e Infraestrutura Hídrica)

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.13: Agenda Amarela (Energia e Infraestrutura Hídrica)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agenda temática: PROFILL, 2017

9.5. AGENDA VERDE

O total de nove variáveis empregadas para classificação das UHPs na Agenda Verde, bem como os critérios de pontuação destas variáveis, são apresentados e descritos no Quadro 9.34.

Quadro 9.34 – Variáveis e critérios de pontuação da Agenda Verde.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Vegetação Remanescente (km²)	Área com vegetação nativa remanescente	Valor 2: < 50 km² Valor 1: entre 50 e 150 km² Valor 0: > 150 km²
B – Vegetação Remanescente (%)	Área com vegetação nativa remanescente em relação à área total da UHP	Valor 2: < 20% Valor 1: entre 20 e 50% Valor 0: > 50%
C – UC-PI (km²)	Área ocupada com Unidade de Conservação de Porteção Integral	Valor 2: < 20 km² Valor 1: entre 20 e 50 km² Valor 0: > 50 km²
D – UC-PI (%)	Área ocupada com Unidade de Conservação de Proteção Integral em relação à área total da UHP	Valor 2: < 5% Valor 1: entre 5 e 10% Valor 0: > 10%
E – UC-US (km²)	Área ocupada com Unidade de Conservação de Uso Sustentável	Valor 2: < 20 km² Valor 1: entre 20 e 50 km² Valor 0: > 50 km²
F - UC-US (%)	Área ocupada com Unidade de Conservação de Uso Sustentável em relação à área total da UHP	Valor 2: < 20% Valor 1: entre 20 e 30% Valor 0: > 30%
G – Índice de Conectividade Estrutural (%)	Índice que descreve a forma, o tamanho e a distância entre os fragmentos vegetacionais, buscando caracterizar a conectividade estrutural no interior de unidades de áreas isoladas por estradas, áreas urbanas e grandes corpos d'água (INEA, 2010). [1]	Valor 2: < 20% Valor 1: entre 20 e 50% Valor 0: > 50%
H – Conservação das APPs (km²)	Área das APPs de curso d'água com remanescente de vegetação nativa	Valor 2: < 25 km² Valor 1: entre 25 e 50 km² Valor 0: > 50 km²
I – Grau de conservação das APPs de curso d'água (%)	Área das APPs de curso d'água com remanescente de vegetação nativa em relação à área total das APPs	Valor 2: < 25% Valor 1: entre 25 e 75% Valor 0: > 75%

[1] Considerou-se a área da UHP ocupada por áreas com Índice de Conectividade Estrutural Alto e Muito Alto.

Os resultados da classificação de cada Unidade Hidrológica de Planejamento, após o processamento das variáveis, estão dispostos no Quadro 9.35. Neste quadro é exposto as grandezas físicas e sua classificação quanto aos níveis de relevância ou criticidade, com valores entre zero e dois.

Quadro 9.35 – Classificação das UHPs conforme as variáveis da Agenda Verde.

Código	UHP	A		B		C		D		E		F		G		H		I	
		Vegetação Remanescente		Vegetação Remanescente		UC-PI		UC-PI		UC-US		UC-US		Índice de Conectividade (Classes Alto e Muito Alto)		Grau de Conservação das APPs		Grau de Conservação das APPs	
		km²	Valor	% da UHP	Valor	km²	Valor	% da UHP	Valor	km²	Valor	% da UHP	Valor	% da UHP	Valor	km²	Valor	% da APP	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	260,76	0	44,05	1	47,34	1	8,00	1	206,66	0	34,91	0	69,04	0	53,41	0	46,72	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	195,42	0	46,35	1	0,00	2	0,00	2	15,98	2	3,79	2	82,16	0	42,51	1	50,60	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	197,58	0	61,61	0	69,50	0	21,67	0	66,73	0	20,81	1	84,29	0	59,51	0	75,61	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	165,54	0	47,92	1	9,14	2	2,65	2	333,64	0	96,59	0	83,48	0	37,86	1	48,61	1
5	Rios Santana e São Pedro	249,23	0	58,69	0	64,78	0	15,25	0	351,44	0	82,76	0	94,21	0	46,04	1	60,49	1
6	Rios Queimados e Ipiranga	58,66	1	23,43	1	43,06	1	17,20	0	54,50	0	21,77	1	28,26	1	9,84	2	27,06	1
7	Rio Guandu	4,63	2	7,26	2	0,00	2	0,00	2	23,61	1	37,06	0	0,53	2	1,87	2	12,54	2
8	Canal de São Francisco	2,55	2	6,19	2	0,00	2	0,00	2	2,63	2	6,39	2	0,00	2	0,91	2	15,46	2
9	Rio da Guarda	93,48	1	23,78	1	4,29	2	1,09	2	78,14	0	19,88	2	34,60	1	21,11	2	35,58	1
10	Rio Guandu-Mirim	42,86	2	16,29	2	27,94	1	10,62	0	28,93	1	11,00	2	23,52	1	9,54	2	24,30	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	234,33	0	81,48	0	153,11	0	53,24	0	73,34	0	25,50	1	98,94	0	41,17	1	79,68	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	88,25	1	41,24	1	69,85	0	32,65	0	50,48	0	23,59	1	48,47	1	15,00	2	47,21	1
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	58,05	1	61,67	0	0,18	2	0,19	2	36,93	1	39,24	0	16,47	2	11,98	2	89,78	0

Para o resultado da Agenda Verde, os valores das variáveis foram somados e reclassificados conforme segue:

Valor Síntese = A + B + C + D + E + F + G + H + I
Valor 0: Valor Síntese <= 6
Valor 1: Valor Síntese entre 6 e 10
Valor 2: Valor Síntese >= 10

Os resultados finais da Agenda Verde são apresentados no Quadro 9.36 e ilustrados no Mapa 9.14.

As UHPs com maior criticidade quanto à Cobertura Vegetal e Conservação são, em ordem decrescente: Canal de São Francisco, Rio Guandu, Rio Guandu-Mirim, Rio da Guarda e Rio Piraí – res. Santana e afluentes; as quatro primeiras UHPs supracitadas são contíguas e situadas na região central da RH II, onde se destacam áreas urbanas. Ressalta-se que, embora essas UPHs apresentem maior criticidade quanto a Cobertura Vegetal e Conservação, devido a intensa taxa urbanização e ao grande número de industrias localizadas nesta região, o processo de recuperação destas áreas possui baixo potencial, sendo necessário direcionar as ações para outros lugares da RH II.

Por outro lado, as UHPs que apresentam maior representatividade de áreas naturais em bom estado de conservação (no contexto da RH II) são Ribeirão das Lajes - montante reservatório, Rios Santana e São Pedro, Bacias Litorâneas (MD), Rio Piraí - montante res. Santana e Ilhas e Restinga de Marambaia, onde se concentram áreas verdes com um certo grau de proteção (Unidades de Conservação).

Quadro 9.36 – Classificação final das UHPs na Agenda Verde.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Verde
1	Rio Piraí - montante res. Santana	4	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	11	**2**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	7	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	2	**0**
6	Rios Queimados e Ipiranga	8	**1**
7	Rio Guandu	15	**2**
8	Canal de São Francisco	18	**2**
9	Rio da Guarda	12	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	13	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	2	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	7	**1**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia*	6	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Verde (Cobertura Vegetal e Conservação)

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização

Acompanhamento

Execução

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.14: Agenda Verde (Cobertura Vegetal e Conservação)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.6. AGENDA AZUL

Finalmente, a Agenda Azul se propõe a ser integradora dos processos mapeados anteriormente, uma vez que trabalha com a água que é condicionante e sofre os impactos dos usos setoriais.

Foram propostas duas sub agendas, uma considerando águas subterrâneas e outra com águas superficiais, ambas abordando aspectos quantitativos e qualitativos. Os resultados são apresentados e discutidos nos itens seguintes.

9.6.1. Sub agenda – Água Subterrânea

A sub agenda das Águas Subterrâneas apresenta duas variáveis, relativas ao Balanço Hídrico e à Qualidade das Águas, conforme o Quadro 9.37, a seguir.

Quadro 9.37 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Balanço Hídrico Subterrâneo (m³/ano)	Diferença entre a disponibilidade e as retiradas de água subterrânea (poços cadastrados) do sistema aquífero	Valor 2: < 5.000.000 Valor 1: entre 5.000.000 e 10.000.000 Valor 0: > 10.000.000
B – Qualidade da Água Subterrânea	Existência de áreas contaminadas sob intervenção e investigação	Valor 2: Existência de área contaminada sob intervenção Valor 1: Existência de área contaminada apenas sob investigação Valor 0: Inexistência de área contaminada sob intervenção e investigação

Ambas as variáveis foram mapeadas por UHP, e seu resultado classificado conforme a metodologia de avaliação integrada por agendas, já descrita. Os resultados da classificação das UHPs por variável, é apresentado no Quadro 9.38.

Quadro 9.38 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul.

Código	UHP	A		B		
		Balanço Hídrico Subterrâneo		Qualidade da água subterrânea - AC[1] Intervenção	Qualidade da água subterrânea - AC[1] Investigação	Qualidade da água subterrânea - Integrado
		(m³/ano)	Valor	(Nº poços)	(Nº poços)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	16.285.657,8	**0**	0	0	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	11.361.609,9	**0**	0	1	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	8.905.090,8	**1**	0	0	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	9.244.602,0	**1**	0	0	**0**
5	Rios Santana e São Pedro	11.619.448,3	**0**	1	1	**2**
6	Rios Queimados e Ipiranga	6.948.337,0	**1**	1	4	**2**
7	Rio Guandu	1.832.323,4	**2**	0	0	**0**
8	Canal de São Francisco	1.303.956,9	**2**	2	1	**2**
9	Rio da Guarda	9.236.334,8	**1**	2	2	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	1.592.924,4	**2**	2	5	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	8.404.742,9	**1**	0	0	**0**
12	Bacias Litorâneas (ME)	3.543.526,5	**2**	0	1	**1**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	-	**0**	0	0	**0**

[1] AC = Área Contaminada

Para o resultado da sub agenda sobre água subterrânea, os valores das variáveis foram somados, sem ponderação, e reclassificados conforme segue:

Valor síntese = A + B
Valor 0: Valor síntese <= 0
Valor 1: Valor síntese entre 0 e 2
Valor 2: Valor síntese >= 2

Os resultados finais para a avaliação de Águas Subterrâneas na Agenda Azul estão apresentados no Quadro 9.39 e no Mapa 9.15. Percebe-se que 7 das 13 UHPs estão classificadas como críticas, e apenas duas não demandam maiores preocupações.

Quadro 9.39 – Classificação final das UHPs na sub agenda Águas Subterrâneas, na Agenda Azul.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Água Subterrânea
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	1	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1	**1**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	2	**2**
6	Rios Queimados e Ipiranga	3	**2**
7	Rio Guandu	2	**2**
8	Canal de São Francisco	4	**2**
9	Rio da Guarda	3	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	4	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	1	**1**
12	Bacias Litorâneas (ME)	3	**2**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Azul (Recursos Hídricos)

Sub agenda - Água Subterrânea

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.15: Sub agenda - Água Subterrânea

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.6.2. Sub agenda – Água Superficial

A última sub agenda da análise integrada é relativa as Águas Superficiais, com três variáveis: as duas já tratadas anteriormente, balanço hídrico e qualidade, e ainda a temática da infraestrutura das transposições de vazões. O Quadro 9.40 apresenta as três variáveis, sua descrição e critério de classificação.

Quadro 9.40 – Variáveis e critério de pontuação da sub agenda Águas Superficiais, na Agenda Azul.

Variável	Descrição	Critério de Classificação
A – Balanço Hídrico Superficial (%)	Relação entre as retiradas de água superficial e a disponibilidade hídrica, em termos de $Q_{7,10}$	Valor 0: < 20% Valor 1: entre 20 e 50% Valor 2: >50%
B – Qualidade da Água Superficial (IQA)	Qualidade da água em termos de IQA (Índice de Qualidade das Águas) [1]	Valor 0: IQA = Bom Valor 1: IQA = Médio Valor 2: IQA = Ruim e Muito Ruim
C – Grau de dependência das transposições (%)	Relação entre a vazão modificada após a transposição e a vazão natural	Valor 0: Não há água de transposição Valor 1: Grau de dependência negativo (UHP doa água) Valor 2: Grau de dependência positivo (UHP recebe água)

[1] Algumas UHPs não possuem pontos de monitoramento da qualidade da água. Para essas UHPs, sem informação relativa ao IQA, foi atribuído o valor 0. São elas: UHP Rio Piraí - montante res. Santana e UHP Ilhas e Restinga de Marambaia.

Os valores das variáveis foram definidos para cada UHP, conforme o diagnóstico da RH II, e a classificação nas três categorias da metodologia proposta está apresentada no Quadro 9.41.

Quadro 9.41 – Classificação das UHPs, conforme as variáveis da sub agenda Águas Superficial, na Agenda Azul.

Código	UHP	A		B			C	
		Balanço Hídrico Superficial - Demandas/$Q_{7,10}$		Qualidade da água superficial - IQA			Grau de dependência das transposições	
		(%)	Valor	IQA	Classe	Valor	(%)	Valor
1	Rio Piraí - montante res. Santana	3,09	0	-	Sem dado	0	-59%	1
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	8,56	0	40,73	Ruim	2	-67%	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	-	0	73,42	Boa	0	471%	2
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,51	0	69,46	Média	1	3668%	2
5	Rios Santana e São Pedro	22,15	1	61,55	Média	1	0%	0
6	Rios Queimados e Ipiranga	24,95	1	28,12	Ruim	2	0%	0
7	Rio Guandu	38,94	1	65,30	Média	1	1866%	2
8	Canal de São Francisco	60,79	2	62,59	Média	1	1831%	2
9	Rio da Guarda	15,54	0	41,08	Ruim	2	0%	0
10	Rio Guandu-Mirim	24,27	1	28,64	Ruim	2	0%	0
11	Bacias Litorâneas (MD)	25,17	1	51,89	Média	1	0%	0
12	Bacias Litorâneas (ME)	15,78	0	20,60	Muito Ruim	2	0%	0
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	-	0	-	Sem dado	0	-	0

Para o resultado final da sub agenda sobre águas superficiais, os valores das variáveis foram somados, sendo atribuídos pesos específicos para as duas primeiras variáveis (balanço hídrico e qualidade). Feito isso, os valores foram classificados conforme segue:

Valor síntese = 2* A + 2* B + C
Valor 0: Valor síntese <= 3
Valor 1: Valor síntese entre 3 e 6
Valor 2: Valor síntese >= 6

A classificação final da sub agenda Águas Superficiais é apresentada no Quadro 9.42 e no Mapa 9.16. Apenas 04 das 13 UHPs são consideradas críticas e são aquelas com maior concentração de demandas e cargas poluidoras: Rios Queimados e Ipiranga, Rio Guandu, Canal de São Francisco e Rio Guandu-Mirim. Outras três não demandam ações prioritárias: Rio Piraí - montante res. Santana, Ribeirão das Lajes - montante reservatório e Ilhas e Restinga de Marambaia.

Quadro 9.42 – Classificação final das UHPs na sub agenda Águas Superficiais, na Agenda Azul.

Código	UHP	Valor Síntese	Sub agenda Água Superficial
1	Rio Piraí - montante res. Santana	1	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	5	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	2	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	4	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	4	**1**
6	Rios Queimados e Ipiranga	6	**2**
7	Rio Guandu	6	**2**
8	Canal de São Francisco	8	**2**
9	Rio da Guarda	4	**1**
10	Rio Guandu-Mirim	6	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	4	**1**
12	Bacias Litorâneas (ME)	4	**1**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Azul (Recursos Hídricos)

Sub agenda - Água Superficial

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.16: Sub agenda - Água Superficial

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.6.3. Síntese – Agenda Azul

Para o resultado da Agenda Azul, os valores das sub agendas foram somados, sem ponderação, e reclassificados conforme segue:

Valor Síntese = A + B
A – Sub agenda – Água Subterrânea
B – Sub agenda – Água Superficial
Valor 0: Valor Síntese <= 1
Valor 1: Valor Síntese entre 1 e 3
Valor 2: Valor Síntese >= 3

O resultado final é apresentado no Quadro 9.43 e no Mapa 9.17. Percebe-se que a Agenda Azul foi considerada como crítica em 7 das 13 UHPs. Isso demonstra o grau de pressão ao qual a RH II está submetida, evidenciando a importância de implementar as medidas de mitigação e controle a serem propostas nas etapas posteriores do PERH Guandu.

Quadro 9.43 – Classificação final das UHPs, conforme a Agenda Azul.

Código	UHP	Valor Síntese	Agenda Azul
1	Rio Piraí - montante res. Santana	0	**0**
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	2	**1**
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	1	**0**
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	2	**1**
5	Rios Santana e São Pedro	3	**2**
6	Rios Queimados e Ipiranga	4	**2**
7	Rio Guandu	4	**2**
8	Canal de São Francisco	4	**2**
9	Rio da Guarda	3	**2**
10	Rio Guandu-Mirim	4	**2**
11	Bacias Litorâneas (MD)	2	**1**
12	Bacias Litorâneas (ME)	3	**2**
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	**0**

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Azul (Recursos Hídricos)

- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica

Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia

Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.17: Agenda Azul (Recursos Hídricos)

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

9.7. SÍNTESE DAS AGENDAS TEMÁTICAS

Para fins de uma síntese das principais características das UHPs que emergem da avaliação por Agendas Temáticas, as seis agendas resultantes da Análise Integrada (Marrom, Cinza, Laranja, Amarela, Verde e Azul) foram dispostas lado a lado, oferecendo assim, um meio de comparação das UHPs em termos de sua relevância frente aos temas e aspectos considerados. Dessa forma, o Quadro 9.44 e a Figura 9.1 apresentam o valor de cada UHP nas Agendas Temáticas.

Quadro 9.44 – Síntese dos resultados das Agendas Temáticas

Código	UHP	Marrom	Cinza	Laranja	Amarela	Verde	Azul
1	Rio Piraí - montante res. Santana	2	1	2	2	0	0
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes	0	1	2	2	2	1
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0	0	1	2	0	0
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	2	1	2	2	1	1
5	Rios Santana e São Pedro	2	0	2	0	0	2
6	Rios Queimados e Ipiranga	2	2	1	1	1	2
7	Rio Guandu	2	2	1	2	2	2
8	Canal de São Francisco	2	2	0	2	2	2
9	Rio da Guarda	2	2	2	1	2	2
10	Rio Guandu-Mirim	2	2	1	1	2	2
11	Bacias Litorâneas (MD)	2	0	0	0	0	1
12	Bacias Litorâneas (ME)	2	1	0	0	1	2
13	Ilhas e Restinga de Marambaia	0	0	0	0	0	0

A avaliação do Quadro 9.44, permite a identificação das UHPs mais críticas da RH II, a saber: Rio Guandu, Canal de São Francisco, Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim. As três primeiras UHPs receberam Valor 2 em cinco das seis Agendas Temática e a UHP Rio Guandu-Mirim recebeu Valor 2 em quatro das seis Agendas Temáticas.

Nas UHPs Rio Guandu e Canal de São Francisco há predominância de todos os setores econômicos, com exceção da agropecuária. Essas UHPs destacam-se por possuírem as maiores captações de água para abastecimento público, industrial e das termoelétricas. Além disso, as duas UHPs não possuem boa proteção dos cursos d'água, visto que foram identificados baixos índices de conservação das APPs e poucos remanescentes de vegetação nativa. A presença das captações implica em um balanço hídrico superficial crítico na UHP Canal de São Francisco, onde as demandas já ultrapassaram a vazão máxima outorgável. A qualidade da água nessas UHPs, em termos de

IQA, é classificada como Média. Além disso, as captações dessas UHPs são completamente dependentes da transposição do rio Paraíba do Sul. Em relação às águas subterrâneas, a UHP possui área contaminada sob intervenção e sob investigação.

Com relação à UHP Rio da Guarda, a situação é similar às UHPs descritas anteriormente, com a diferença de ter sido constatada nessa UHP atividades do setor agropecuário (Valor 2 na Agenda Laranja) e nenhuma dependência em relação aos sistemas de transposição do rio Paraíba do Sul (Valor 1 na Agenda Amarela). Nessa UHP, destaca-se a Agenda Cinza, pela qual identifica-se um alto consumo de água do setor industrial, além das maiores áreas de cavas de mineração e as maiores captações de água desse setor. Em relação à Agenda Laranja, também cabe destacar que é nessa UHP que estão as maiores demandas para irrigação. Apesar da existência de vários setores usuários de água, o balanço hídrico superficial é confortável. No entanto, a qualidade da água, tanto das águas superficiais como das águas subterrâneas está comprometida. O IQA médio da UHP é classificado como Ruim, além disso, a UHP possui áreas contaminas sob intervenção e sob investigação.

Na UHP Rio Guandu-Mirim destaca-se, principalmente as Agendas Marrom, Cinza e Verde, além da Agenda Azul. A Agenda Marrom indica que há grande concentração populacional nessa UHP. Essa UHP apresenta o maior consumo de água, por parte da população, assim como os maiores lançamentos de cargas orgânicas nos cursos d'água. Em relação à Agenda Cinza, há grande consumo do setor industrial, além da UHP apresentar o maior VAB Industrial entre todas as UHPs da RH II. Em relação à Agenda Verde percebe-se que há pouca vegetação nativa remanescente, além de um baixo índice de conservação das APPs. O lançamento das cargas orgânicas implica em um IQA Ruim na UHP, além disso, a UHP possui áreas contaminas sob intervenção e sob investigação.

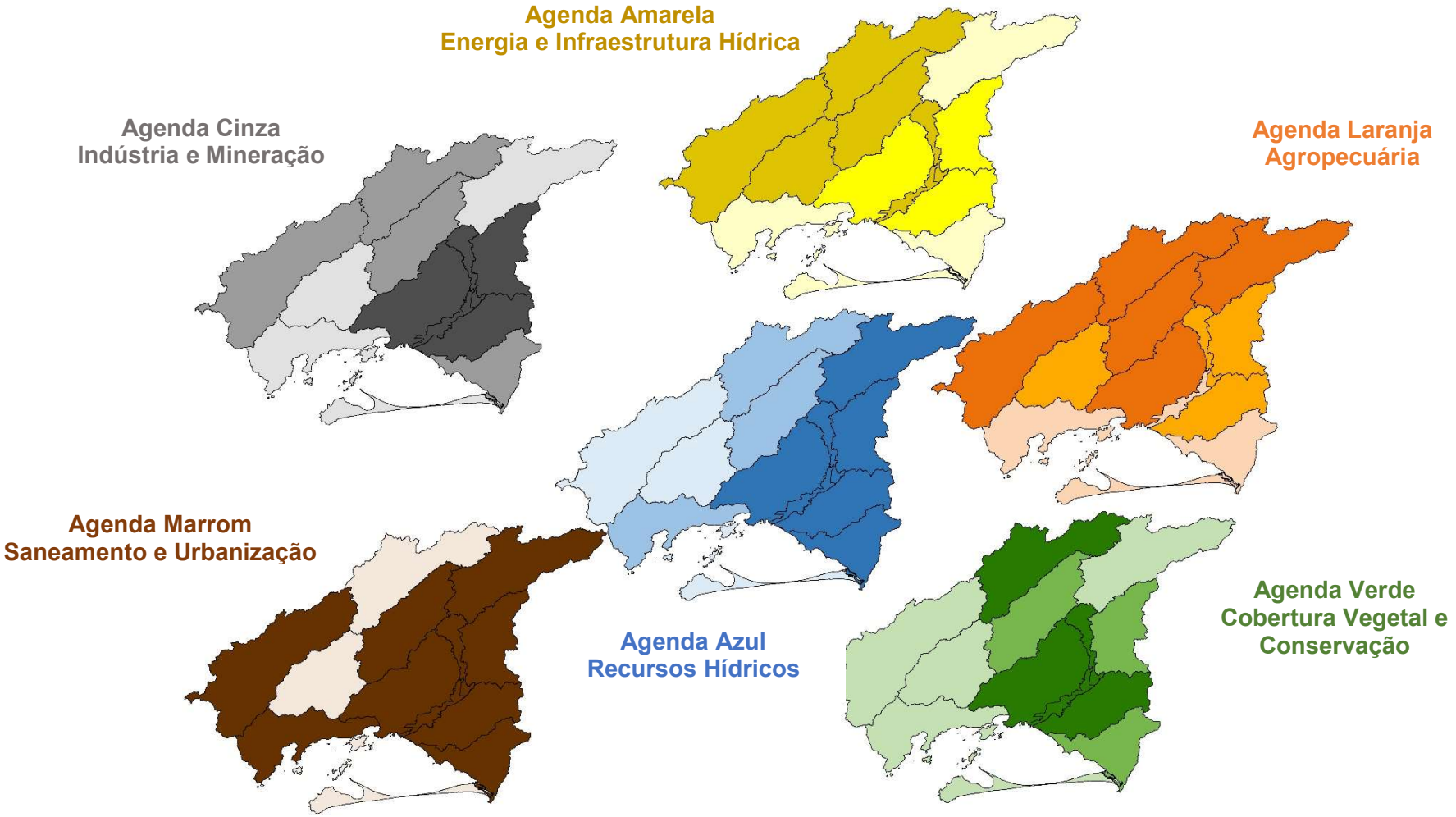


Figura 9.1 - Síntese dos resultados das Agendas Temáticas

ID	UHP
1	Rio Piraí - montante res. Santana
2	Rio Piraí - res. Santana e afluentes
3	Ribeirão das Lajes - montante reservatório
4	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório
5	Rios Santana e São Pedro
6	Rios Queimados e Ipiranga
7	Rio Guandu
8	Canal de São Francisco
9	Rio da Guarda
10	Rio Guandu-Mirim
11	Bacias Litorâneas (MD)
12	Bacias Litorâneas (ME)
13	Ilhas e Restinga de Marambaia

LEGENDA

- Sede municipal
- Rio Principal
- Massa d'água
- UHP
- Limite da RH II
- Limite municipal
- Unidade da Federação

Agenda Azul (Recursos Hídricos)
- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Agenda marrom
- Alto (Valor 2)
- Baixo (Valor 0)

Agenda cinza
- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Agenda laranja
- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Agenda amarela
- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Agenda verde
- Alto (Valor 2)
- Intermediário (Valor 1)
- Baixo (Valor 0)

Ordem
- Agenda marrom
- Agenda cinza
- Agenda laranja
- Agenda amarela
- Agenda verde

Organização: GUANDU Comitê da Bacia Hidrográfica
Acompanhamento: AGEVAP Agência de Bacia
Execução: PROFILL

DIAGNÓSTICO

PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:360.000

Mapa 9.18: Síntese das agendas temáticas

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia RJ: IBGE, 2017. SP: IBGE, 2015
- Limite da bacia/UHPs: Delimitado a partir de MDE/hidrografia IBGE, 2017
- Agendas temáticas: PROFILL, 2017

10. ANÁLISE SINTÉTICA DO DIAGNÓSTICO

No presente capítulo é apresentada uma análise integrada e sintética do Diagnóstico da Região Hidrográfica II, referente às Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim. O diagnóstico previamente apresentado neste relatório integra o esforço de atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da RH II, elaborado em 2006.

O diagnóstico agora elaborado considerou as informações coletadas, geradas e sistematizadas abrangendo os temas relativos aos meios físico, biótico, socioeconômico e institucional, sempre com foco nos recursos hídricos.

Dentro desses temas, foram caracterizadas situações relativas a diversos aspectos, como: uso do solo, cobertura vegetal, áreas protegidas, dados populacionais, sócioeconomia, saneamento, transposição de águas, geração de energia, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, abrange questões relacionadas à quantidade e à qualidade, bem como às disponibilidades e às demandas e seus usos, ao balanço hídrico e à gestão de recursos hídricos, com ênfase no Sistema e nos Instrumentos de gestão. Tais aspectos também foram abordados de forma analítica e espacial através dos mapas temáticos apresentados nos itens do TOMO I E TOMO II do Diagnóstico do PERH-Guandu.

Em que pese essa ampla e abrangente caracterização da RH II, no âmbito deste diagnóstico, há necessidade de abordar a situação atual em termos integrados e de forma sintética, com vistas a possibilitar uma visão analítica concisa e concatenada, tendo os recursos hídricos como vetor orientativo.

Para tanto, foram sintetizadas as principais questões relativas ou vinculadas, direta ou indiretamente, com os recursos hídricos da RH II, procedendo-se uma visão analítica e integrada, através do cruzamento das diversas informações coligidas. Os resultados são apresentados na sequência.

Diversas leituras são possíveis da RH II a partir do diagnóstico elaborado. No entanto, interessa aqui abordar os aspectos intervenientes ou dependentes dos recursos hídricos.

10.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA RH II

Em uma primeira visão abrangente e panorâmica, pode-se dizer que a RH II é uma unidade hidrográfica de contrastes, que apresenta nítida compartimentação e uma notável singularidade que se refere à transposição de águas a partir do rio Paraíba do Sul, que superpõe os âmbitos federal e estadual no que se refere à dominialidade das águas, impondo um desafio à própria gestão compartilhada dos recursos hídricos.

Apesar de contar com uma área relativamente restrita, que representa 8,5% da área do Estado do Rio de Janeiro, concentra uma população da ordem de aproximadamente 2 milhões de habitantes (estimativa para 2016), com elevada taxa de urbanização e densidade demográfica na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Ainda, apresenta atividade industrial e minerária de expressão no âmbito estadual, considerável potencial de geração de energia e extensas áreas protegidas e com remanescentes vegetais. Tudo isso em um relevo que se altera de montanhoso, com altitudes de 1.500 m, às praias da baía de Sepetiba, com relevo suave ao nível do mar.

Nessa limitada superfície aproximadamente retangular, com dimensões da ordem de 110 km no sentido leste-oeste e de 70 km no sentido norte-sul, ocorre não só a maior reversão de águas brasileira, a partir do rio Paraiba do Sul alcançando o ribeirão das Lajes e o rio Guandu, como se encontra a maior estação de captação e tratamento de água do mundo, a ETA Guandu que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (com capacidade de 45 m^3/s), e, ainda, o maior centro de disposição e tratamento de resíduos sólidos da América do Sul, o CTR Rio, no município de Seropédica (com capacidade de 3.250.000 ton/ano). Nota-se, apenas nestes três aspectos, as magnitudes das intervenções realizadas pelo homem sobre os recursos hídricos da RH II.

Afora esses números superlativos, a RH II ainda apresenta uma característica especial, de compartimentar ou concentrar espacialmente várias dessas características. Se, por um lado, tem-se nas UHPs do leste grande concentração urbano-industrial, com seus problemas correlatos de pressão sobre os recursos naturais, por outro lado tem-se uma excepcional disponibilidade hídrica originada da transposição de águas, ainda que concentrada na calha do ribeirão das Lajes e do rio Guandu, e amplas áreas naturais protegidas com elevado índice de remanescentes vegetais e de conectividade ambiental.

O relevo montanhoso, com escarpas e serras, predomina em 65% da área da RH II concentrado na porção norte, mas torna-se aplainado junto ao litoral, principalmente no lado leste, dominado por planícies costeiras. Observam-se grandes declividades na transição dessas duas topologias, sendo que as altitudes do terreno variam entre 1.500 a 10 m.

Essa marcante configuração topográfica condiciona não apenas a pluviosidade, mas também e principalmente a ocupação do solo e, por decorrência, a cobertura vegetal. A precipitação média anual é da ordem de 1.460 mm, com a ocorrência de período chuvoso entre os meses de outubro e abril, quando ocorre 80% da pluviosidade média anual. Nota-se maior pluviosidade nas áreas com maiores altitudes, podendo alcançar 2236,5 mm anuais, principalmente nas bordas nordeste e sudeste da RH II (em Nova Iguaçu, por exemplo). Interessante ressaltar que o estudo sobre os padrões de precipitações, dos últimos 60 anos, não verificou mudança nos padrões e médias.

A RH II drena áreas pertencentes a 15 municípios fluminenses, com destaque ao Rio de Janeiro e Nova Iguaçu. Destes, seis estão totalmente inseridos na RH II (Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Seropédica, Queimados e Paracambi) e nove são abrangidos parcialmente pela região (Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro, Nova Iguaçu e Vassouras). Dos nove, quatro possuem a sede municipal localizada dentro da RH II (Mangaratiba, Rio Claro, Piraí e Mendes).

Tendo em vista condicionantes físicos, bióticos e antrópicos, a RH II foi dividida em 13 Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs), com áreas variando entre 41 e 587 km^2, conforme apresentado no capítulo 3 do TOMO I. Essa divisão permite entender melhor as diferenças e peculiaridades da RH II.

10.2. UNIDADADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO DA RH II

Com vistas a facilitar a compreensão da análise de espacialidade em curso, são reapresentadas a seguir as 13 UHPs integrantes da RH II: 1. Rio Piraí – montante do reservatório Santana; 2. Rio Piraí – reservatório Santana e afluentes; 3. Ribeirão das Lajes – montante reservatório; 4. Ribeirão das Lajes – jusante reservatório; 5. Rios Santana e São Pedro; 6. Rios Queimados e Ipiranga; 7. Rio Guandu; 8. Canal de São Francisco; 9. Rio da Guarda; 10. Rio Guandu-Mirim; 11. Bacias Litorâneas (Margem Direita); 12. Bacias Litorâneas (Margem Esquerda) e 13. Ilhas e Restinga de Marambaia.

A configuração das unidades de planejamento, como se pode observar, é fortemente condicionada pelas diversas estruturas hidráulicas existentes, face ao significativo condicionamento hidráulico-hidrológico que exercem. Por exemplo, o sistema de transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, através de estações elevatórias e do complexo hidrelétrico de Lajes, acaba por possibilitar o abastecimento de 80% da RMRJ a partir de captação do Guandu. Nesse sistema, há transposição em regime condicionado, mas em valores que podem alcançar 200 m^3/s.

Considerando a área natural de contribuição do rio Guandu e as precipitações e coeficientes de escoamento médios, é de se esperar uma vazão natural da ordem de 50 m^3/s. Isso mostra a magnitude e importância da transposição, que representa um acréscimo hídrico da ordem de quatro vezes ou mais a defluência hídrica natural da RH II. No entanto, face ao longo tempo de operação dessa transposição, a vazão fluvial adicional transposta já está “absorvida” pela calha fluvial.

Em termos de grandes compartimentos, as UHPs 1 e 2 localizam-se na porção mais alta da bacia; as UHPs 3 a 5 na porção intermediária; as UHPs 7 e 8 na calha fluvial principal da RH II; as UHPs 6, 10 e 12 na porção leste (ou a leste da calha fluvial principal); as UHPs 9 e 11 na porção oeste (ou a oeste da calha fluvial principal) e a UHP 13 configura uma unidade especial e separada das demais. Ou seja, também se pode entender a RH II como integrada por seis grandes compartimentos (ou grupos de UHPs).

A análise fluviométrica mostra para o rio Guandu e o ribeirão das Lajes curvas de permanência com patamares horizontalizados, mostrando o efeito regularizador da transposição. Ainda assim, pode-se observar o efeito da sazonalidade pluviométrica, com inverno marcado por menores vazões.

10.3. SOCIOECONOMIA E POPULAÇÃO DA RH II

A partir deste ponto, apresenta-se a análise com base na segmentação da RH II, o que auxilia no entendimento integrado das principais questões. Por exemplo, observa-se forte antropização no setor leste, próximo à RMRJ (notadamente nas UHPs 10 e 12), porém com áreas naturais predominando na porção intermediária, nas UHPs 3, 4 ,5 e também na 11.

Em termos populacionais, observa-se forte concentração (75% do total da RH II) nas UHPs 6, 10 e 12, por conta das populações residentes nos municípios do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu e Queimados. Também as taxas de urbanização são elevadas, chegando a 98% a média geral da RH II.

A elevada densidade populacional, tendo a média para a RH II de 525 hab./km^2, sendo que os maiores valores ocorrem nas UHPs 6, 10 e 12, no compartimento leste, atingindo valores de três a seis vezes a média da região.

Esses números mostram o tamanho do desafio no que se refere à pressão antrópica sobre os recursos hídricos, em termos localizados, conforme se verá ao longo desta análise, principalmente as UHPs 6, 8, 10 e 12, assim como em parte da UHP 9.

Em termos de PIB, a RH II é responsável por cerca de 22% do total estadual, havendo concentração de geração de riqueza nas UHPs 10 e 12 responsáveis por 74% do PIB da RH II. Esse fato demonstra a forte concentração de riqueza e de atividades produtivas, com ênfase nos serviços e na indústria.

Em termos de dinâmica socioeconômica, a UHP 11 apresenta crescimento superior à media da RH II nos últimos anos, seja de população, seja de geração de riqueza, mostrando uma potencial pressão antrópica futura, provavelmente resultado do aumento da ocupação das áreas litorâneas de grande valor turístico e de lazer.

Ainda na ótica socioeconômica, observa-se que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios da RH II é elevado, variando entre médio (para Japeri, Queimados e Rio Claro) a muito alto (para o Rio de Janeiro), com destaque para longevidade e renda, sendo, no entanto, mais preocupante os aspectos relacionados à educação.

10.4. USO E COBERTURA DO SOLO DA RH II

Na RH II, em termos de uso do solo predominam formações florestais (43%) e as pastagens (36%). Já as áreas urbanas representam 12% do total. Essa situação demonstra uma nítida segmentação ou compartimentação: **a)** há predomínio de áreas naturais (florestas com boa conectividade estrutural, mangue, dunas, água) nas UHPs 3, 4, 5, 11, 12 e 13; **b)** predomínio de áreas antrópicas agrícolas (lavouras, pastagens e silvicultura) nas UHPs 1, 2, 6, 7, 8 e 9; **c)** e predomínio de áreas antrópicas não agrícolas (urbanizadas) apenas na UHP 10.

Existem 54 Unidades de Conservação, sendo 41 de uso sustentável e 13 de proteção integral, que em conjunto cobrem 49% da área da RH II, demonstrando uma situação favorável quanto à proteção e conservação. Há presença de importantes Unidades de Conservação, notadamente nas UHPs 1, 4, 5, 6 e 11. Grandes áreas contínuas de remanescentes vegetais são encontradas em UCs nas UHPs 1, 3, 4, 5, 6, e 11, compondo um corredor ecológico. As UHPs 10 e 12 chamam atenção devido ao alto grau de antropização. No entanto, destaca-se que todas UHPs possuem no mínimo duas UC's.

Já com relação ao uso do solo nas Áreas de Proteção Permanente (APPs) dos cursos de água, a situação é preocupante nas UHPs 1, 4, 6, 9, 12, sendo, no entanto, mais grave e muito preocupante nas UHPs 7, 8 e 10.

10.5. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA RH II

Em relação a disponibilidade hídrica destaca-se que a mesma é fortemente influenciada pelas transposições. Conforme a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015, as vazões mínimas a serem liberadas pelas transposições devem ser de 120 m³/s na UHE Pereira Passos. Nota-se que por conta da transposição, as vazões mínimas são bastante elevadas na calha principal dos cursos do ribeirão das Lajes e do rio Guandu, principalmente no trecho do rio Guandu entre UHE Pereira Passos e a ETA Guandu.

Ao se analisar o parâmetro $Q_{95\%mod.}$ observa-se que as maiores disponibilidades hídricas encontram-se nas UHPs dispostas ao longo da transposição de águas e da calha principal da RH II (ribeirão das Lajes – Rio Guandu – Canal de São Francisco), abrangendo as UHPs 3, 4, 7 e 8.

No que se refere à qualidade das águas superficiais fluviais, existem 28 pontos de monitoramento na RH II, a grande maioria concentrada ao longo do rio Guandu. A qualidade média, em termos de IQA, varia de ruim a muito ruim (período 2012-2016) nos rios Macacos (UHP 4), Poços, Queimados e Ipiranga (UHP 6), Guandu-Mirim e Cação-Vermelho (UHP 10), Piraquê (UHP 12) e também em Barra do Piraí (UHP 1) e no rio Saco (UHP 11 em Mangaratiba). Essa realidade vale, também, para os parâmetros individuais, como: DBO, OD, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes. Os rios da Guarda, Itaguaí e Piranema, na UHP 9, também apresentam comprometimento localizado da qualidade de suas águas.

Na captação da ETA Guandu (responsável pelo abastecimento de água da RMRJ), bem como ao longo do rio Guandu e ribeirão das Lajes, por conta da elevada vazão média, a qualidade das águas se enquadra entre boa e média, em Classe 1, sendo que apenas em 2016 os Coliformes atingiram Classe 4. No entanto, o grande comprometimento da qualidade das águas dos rios Queimados, Poços e Ipiranga (na UHP 6, em Classe 4) é preocupante, visto afluírem a montante da captação da ETA Guandu.

10.6. SANEAMENTO BÁSICO DA RH II

Em relação ao abastecimento público, o percentual de pessoas com acesso ao sistema público de abastecimento é de 96,5%. No entanto, excluindo-se o município do Rio de Janeiro, o índice de atendimento de água na RH II passa a ser igual a 89,4%, abaixo da média da região sudeste (91,2%). O baixo índice de atendimento de água em alguns municípios obriga a população a utilizar fontes alternativas de abastecimento (minas d'água, poços rasos, etc).

Nos sistemas púbicos de abastecimento predominam as captações em mananciais superficiais, através de sistemas integrados. As maiores captações para abastecimento público, em termos de vazão, são as captações do Sistemas Integrado Guandu e Ribeirão das Lajes. Em média são captados por esses sistemas 42 m³/s e 5 m³/s, respectivamente, podendo chegar, em situações máximas instantâneas à 45 m³/s e 5,5 m³/s. Todas as captações de água superficial internas à RH II dos sistemas de abastecimento atingem 49,75 m^3/s, em média, podendo alcançar 53,82 m^3/s, como máxima instantânea. Destaca-se que do total captado pelos sistemas públicos de abastecimento, apenas 20% são destinados para a população residente na RH II.

O índice médio de perdas físicas é relativamente baixo (28,5%), porém ao se retirar o município do Rio de Janeiro esse valor eleva-se para quase 40,3% (passando a elevado). Já o índice de perdas no faturamento é elevado, 53,8%, sendo apenas no Rio de Janeiro de 53%, demonstrando a necessidade de ações no sentido de regularização e micromedição.

Conforme já mencionado, a captação da ETA Guandu é a principal captação de água para abastecimento na RH II, com captação na UHP 7. A captação ocorre em um sistema de lagoas fluviais formadas pelos sitemas de barragens do Sistema Guandu. As lagoas fluviais encontram-se em situação vulnerável em relação à qualidade das águas e a

sua proteção. A fonte de contaminação (de origem doméstica e industrial) vem dos rios Ipiranga e Queimados, conforme comentado anteriormente. No entanto, a operação entre as lagoas favorece uma captação de água com padrões mais adequados, visto que as águas do rio Guandu apresentam boa qualidade e grande vazão e se misturam (e diluem) àquelas efluentes dos rios Ipiranga e Queimados.

Em termos de tratamento de água a velha ETA Guandu opera acima da sua capacidade nominal, enquanto a nova ETA opera abaixo da sua capacidade. A ampliação dos sistemas Guandu e ribeirão das Lajes, conforme o ATLAS/ANA, para atender às demandas do ano de 2025, implica em investimentos de 1,35 bilhões de reais (valores de 2017). Entre 2010 e 2015 foram investidos 740 milhões de reais nos sistemas de abastecimento, sendo 550 milhões somente no município do RJ.

Em termos de esgotamento sanitário, os serviços são operados basicamente pela CEDAE, prefeituras e a empresa Foz Águas 5 (Zona Oeste do Rio de Janeiro). O índice médio de coleta de esgotos na RH II é de 56,7% e o de tratamento é de 38,9%. No entanto, desconsiderando o município do Rio de Janeiro, esses índices caem para 34% e 1%, respectivamente, mostrando a influência das UHPs 10 e 12 neste aspecto. Assim, observa-se grande contraste: de um lado o município do Rio de Janeiro com elevado índice de coleta/tratamento e de resto os demais municípios em situação que merece atenção.

Há um grande esforço para coletar e tratar esgotos domésticos na RH II, notadamente em Queimados e Nova Iguaçu com vistas a melhorar a qualidade das águas na captação da ETA Guandu. No entanto, no último quinquênio observou-se manutenção nos índices de coleta e queda nos índices de tratamento de esgotos. Os maiores investimentos, no período, foram verificados no município do Rio de Janeiro.

As maiores cargas lançadas de DBO nos cursos de água ocorrem nas UHPs 6 (Nova Iguaçu), 10 e 12 (ambas, na zona oeste do Rio de Janeiro), responsáveis por 73% do total da RH II. Assim, se por um lado o Rio de Janeiro apresenta maiores índices de tratamento de esgotos, por outro, é também o maior lançador de carga orgânica. Como agravante nesse quadro, tem-se que a zona oeste do Rio de Janeiro é a de maior crescimento populacional e a de maior deficiência em infraestrutura de saneamento.

No que se refere à qualidade das águas nos reservatórios cabe comentar problemas de macrófitas no reservatório Santana. Via de regra, a magnitude do fluxo da transposição, que passa pelos reservatórios, contribui para qualidade das águas.

No que se refere aos resíduos sólidos, a RH II gera cerca de 10.000 ton./dia, sendo 94% desse valor relativo à Nova Iguaçu e Rio de Janeiro. Nova Iguaçu tem seu CTR (localizado fora da RH II), mas o Rio de Janeiro e parte dos municípios da RH II destinam seus resíduos sólidos ao CTR Rio, em Seropédica, o maior da América do Sul, com capacidade de 3.250.000 ton./ano.

Observa-se, assim, forte concentração da disposição de resíduos sólidos na UHP 9. O fato positivo é que, a principio, o CTR Rio, operado pela CICLUS e dotado de sistema de tratamento de chorume, não drena para a captação da ETA Guandu.

Já no que se refere à drenagem, o risco de inundações é maior nas UHPs 4, 5, 6, 8, 10 e 11, havendo trechos vulneráveis no rio Guandu na UHP 7. Com efeito, a associação de elevadas declividades com chuvas intensas e concentradas e a presença de antropização, levam a uma maior ocorrência de desastres naturais nessas unidades. Análise de tendências climáticas futuras indica redução da precipitação e elevação da temperatura, com impactos diretos sobre a ocorrência de desastres naturais.

Ações no âmbito do saneamento podem ser observadas em toda a RH II; todos municípios possuem Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos prontos ou em elaboração. Já quanto à drenagem a situação é mais incipiente.

Em termos cronológicos observa-se uma melhora nos indicadores de abastecimento de água no último quinquênio, muito por contas dos investimentos ocorridos no município do Rio de Janeiro.

10.7. DEMANDAS DE USO DA ÁGUA NA RH II

10.7.1. Indústria

O uso de água para indústria ocorre principalmente em cinco distritos industriais, localizados na zona oeste do Rio de Janeiro, em Seropédica e Queimados, nas UHPs 6, 8, 10 e 12. A atividade industrial está concentrada nos ramos de minerais não

metálicos, alimentícia e química, com ênfase para os seus potenciais poluidores. Totalizam uma demanda de 4,42 m³/s. Fator importante é que as maiores captações industriais estão localizadas a jusante da captação da ETA Guandu.

Na mesma região onde se concentram as indústrias da RH II, há também um polo de geração de energia termoelétrica, na região do Canal de São Francisco, nas UHPs Canal de São Francisco, Rio Guandu e Ribeirão das Lajes - jusante reservatório. As termelétricas são responsáveis pela segunda maior demanda da RH II, com um total captado de 30,08 m³/s. No entanto, face ao retorno das águas captadas, o consumo efetivo é de apenas 1,79 m³/s. As termelétricas acabam realizando transposições internas entre as UHPs, pois as mesmas captam no Rio Guandu e Canal de São Francisco e lançam, principalmente nas UHPs Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim.

A localização das indústrias e termoelétricas acaba por estabelecer um problema relacionado à intrusão salina que, por sua vez, depende de vazão mínima no Canal de São Francisco.

10.7.2. Mineração

A atividade de mineração concentra-se na extração de areia, saibro e granito, havendo concentração de extração nas UHPs 9 e 10, principalmente nos municípios de Seropédica e Itaguaí. Considerando todos os processos em andamento no DNPM, para todas as substâncias, tem se um total de 1.370,8 km² de área requerida para mineração na RH II (35,9% da área da RH II). Com efeito, a atividade minerária local é a principal fornecedora de areia do Rio de Janeiro. De acordo com o Cadastro de Usuários do INEA, a vazão captada pela mineração é em torno de 89,22 L/s.

Os impactos diretos dessa atividade sobre os recursos hídricos levam a uma atenção especial, havendo atualmente restrições à operação e expansão da atividade. Como exemplo, pode-se afirmar que a APA rio Guandu “freou” a expansão da extração de areia na região.

10.7.3. Irrigação e Dessedentação de Animais

Outro uso da água na RH II é a irrigação, que abrange 1.685 ha, localizados predominantemente nas UHPs 4, 6, 9 e 12. A vazão captada é bastante limitada, da ordem de 220 L/s, cabendo ressaltar o baixo índice de cadastramento da atividade.

Também as demandas destinadas à dessedentação animal são limitadas (da ordem de 110 L/s). Predominam os rebanhos bovinos e a criação de galináceos, concentrados nas UHPs 1, 2, 3, 4 e 5, na parte alta e intermediária da RH II. Novamente chama a atenção o baixo índice de cadastramento da atividade, a exemplo da irrigação.

10.7.4. Geração de Energia

A geração de energia é um uso importante no contexto da RH II, visto estar diretamente associada à transposição de águas. Existem três UHEs, duas Elevatórias, duas PCHs e duas CGHs na RH II, totalizando 649 MW instalados, sem contar as elevatórias (com 125 MW). Essa atividade se concentra nas UHPs da parte alta e intermediária (1, 2, 3 e 4). Em fase de estudos existem sete aproveitamentos, sendo quatro CGHs e três PCHs, com potência total instalada de 16,95 MW, localizadas nas UHPs 1 e 5.

10.7.5. Cadastro de Usuários

Em relação ao Cadastro de Usuários, ao todo, existem 1.082 usuários cadastrados, sendo 509 significantes. No entanto, o índice de regularização do uso da água na RH II (através do cadastro/outorga) é limitado, embora essa carência esteja associada a usos de pequena monta, como a irrigação e a dessedentação animal.

Já em termos de cadastro de lançamento de carga orgânica, predomina o setor industrial seguido do saneamento; mas essa situação não mostra identidade direta com a realidade da RH II, demonstrando novamente a limitação da regularização (cadastramento).

Em síntese, as captações médias cadastradas, internas à RH II, totalizam 111,5 m^3/s, sendo 49,75 m^3/s para abastecimento (45% do total); 30,08 m^3/s para termelétricas (27% do total); e 4,42 m^3/s para indústria (4% do total). Essas demandas, por sua vez, concentram-se nas UHPs 6, 7, 8, 9, 10 e 12.

10.8. INTRUSÃO SALINA

Uma importante situação no Canal de São Francisco refere-se à ocorrência de intrusão salina. Segundo estudo da ANA (2007), são necessários 60 m^3/s para evitar salinização no Canal de São Francisco. Os reultados demonstraram que mais de 80% das ocorrências de salinidade acima de 0,5 ‰ ocorreram quando a vazão em Pereira Passos estava abaixo de 110 m^3/s, valor abaixo do valor mínimo de 120 m^3/s de liberação, de acordo

com a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382, de 7 de dezembro de 2015. Lembrando que este cenário é válido para o ponto de monitoramento correspondente à captação da FCC, distante cerca de 3,8 km da Baía de Sepetiba.

Nessas situações há comprometimento do abastecimento das indústrias e termelétricas da região, mostrando a necessidade desse Plano de propor providências quanto à solução ou minimização desta situação.

10.9. BALANÇO HÍDRICO

A situação quantitativa global dos recursos hídricos superficiais na RH II pode ser retratada através dos balanços hídricos, confrontando disponibilidades e demandas. Os resultados mostraram problemas (com disponibilidades inferiores a 50% das demandas) apenas para a UHP 8, na foz Canal São Francisco. Nesta situação excepcional há risco de intrusão salina no Canal de São Francisco.

10.10. ÁGUA SUBTERRÂNEA NA RH II

No que se refere às águas subterrâneas, os problemas relacionam-se à salinização de poços e à contaminação por esgoto doméstico e mineração. Predomina o aquífero cristalino (SAC), sendo que menos de 20% corresponde ao aquífero sedimentar (SAP-Piranema, que predomina nas UHPs 7, 8 e 9 e 10). No SAC a disponibilidade de água está condicionada ao faturamento, enquanto no SAP a água está nos poros e é de limitada produtividade.

Os diversos cadastros de poços consultados apresentaram grandes discrepâncias entre si. No entanto, sabe-se que a extração de água subterrânea está concentrada na porção sudeste da RH II. Estima-se em 2.000 poços a realidade, quando o cadastro com maior número de poços alcança apenas 750 unidades. O volume anual extraído é estimado em 74.000.000 m^3 (que correspondem a cerca de 5 m^3/s para operação de 12h/dia).

As reservas renováveis estão estimadas em 124 milhões de m^3/ano, enquanto as reservas permanentes atingem 23 bilhões de m^3. Como resultado, a disponibilidade considerada é de 107 milhões de m^3/ano, estando concentrada na UHPs 1, 5 e 9. O balanço hídrico subterrâneo indica que são utilizados de 16 a 76% da disponibilidade estimada, dependendo da UHP.

Já a qualidade das águas subterrâneas é comprometida, principalmente no SAP, pela contaminação de esgotos domésticos e industriais, chorume de lixões e mineração e, também, pela intrusão salina.

No entanto, os casos de contaminação são pontuais e faltam informações sistematizadas para uma análise mais detalhada. Existem 23 áreas contaminadas registradas, metade no município do Rio de Janeiro e vinculadas ao setor industrial. Importante destacar que não há rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas.

10.11. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA RH II

No que se refere à gestão de recursos hídricos, em termos de Sistema, a RH II superpõe os âmbitos federal e estadual. É interessante ressaltar a situação institucional em que se encontra a AGEVAP e a RH II, que, como já mencionado, possui uma situação de múltipla dominialidade em seu território, com obras de infraestrutura hídrica da União, rios de domínio da União e do Estado do Rio de Janeiro.

Como decorrência a sua efetiva gestão impõe a necessidade de uma complexa articulação, dentro da qual se destaca o contrato de gestão INEA-AGEVAP, na qual esta última atua como agência delegatária na RH II.

No Quadro 10.1 são apresentados de forma sintética, simplificada e ilustrativa os entes deste complexo sistema de gestão de recursos hídricos, demonstrando uma situação em que todos os espaços e âmbitos de atuação encontram-se definidos e em atuação.

Quadro 10.1 – Entes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da RH II

Natureza/Âmbito	Nacional – Federal	Estadual – RH II (Guandu)
Sistema de Gestão	SINGREH	SEGRHI
Política de R.H.	Política Nacional R.H.	Política Estadual R.H.
Comitê/Decisão	CEIVAP	Guandu
Agência Delegatária	AGEVAP	
Órgão Gestor	ANA	INEA
Político-Administrativo	MMA/SRHU	SEA
Conselho	CNRH	CERHI/RJ
Suporte Financeiro	ANA – Cobrança	FUNDRHI – PAP – Cobrança
Atores Estratégicos	ONS, ANEEL, Light, CEDAE, FIRJAN, Sociedade Civil, outros	
	Municípios (15)	

Já quanto aos Instrumentos de gestão de recursos hídricos, a situação não é diferente. Todos os cinco instrumentos encontram-se em aplicação na RH II.

Os planos de recursos hídricos, tanto nos âmbitos nacional (PNRH, 2011 e metas definidas para 2016 – 2020), como estadual (PERHI-RJ, 2014) e local (Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Região RH II - Guandu, Guarda e Guandu-Mirim, 2006) estão formalizados, inclusive o atual esforço refere-se à Atualização e Aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim".

No que se refere ao enquadramento, em 2014, com a condução do INEA, foram enquadrados 24 trechos de cursos de água na RH II. É possível observar que o enquadramento vigente enquadrou os rios apenas nas três classes mais favoráveis (Especial, Classe 1 e Classe 2), embora existam cursos e trechos onde a qualidade das águas encontra-se em piores condições, como, por exemplo, em alguns trechos de rios das UHPs 6, 10 e 12, todas no compartimento leste, onde predominam as áreas mais urbanizadas e industrializadas da RH II.

A outorga é praticada na RH II, sendo o binômio responsabilidade/gestão compartilhado nos âmbitos federal (ANA) e estadual (INEA). Uma situação potencialmente problemática desse compartilhamento refere-se o fato das outorgas serem emitidas por dois órgãos diferentes, em diferentes instâncias, denotando o desafio necessário quanto à articulação e comunicação.

Vale lembrar, que a RH II possui uma particularidade relevante no que diz respeito à concessão das outorgas: as transposições dos rios Piraí e Paraíba do Sul para o Guandu, que faz com que a disponibilidade hídrica da bacia do Guandu seja fortemente influenciada pelas regras de operação do Sistema Light-Guandu e do Complexo de Lajes, que por sua vez dependem da disponibilidade hídrica no próprio rio Paraíba do Sul. Assim, se faz necessária a definição de regras claras quanto à outorga pelo uso das águas transpostas dos rios Paraíba do Sul e Piraí, inclusive quanto à sua dominialidade. De forma geral, há necessidade de se aumentar a regularização dos usos da água através do cadastramento e outorga.

A cobrança é praticada na RH II desde 2004, havendo legislação estadual e resoluções do próprio Comitê Guandu, com critérios específicos (para captação, consumo e lançamento de efluentes), baseados em grande parte nos critérios do CEIVAP.

Uma particularidade refere-se à possibilidade do pagamento pelo uso da água ser feito (ou reduzido) através de medidas de conservação quantitativa dos recursos hídricos (armazenamento, aumento da eficiência, utilização de águas da chuva, reuso da água).

Cabe ao INEA arrecadar os valores da cobrança, para posteriormente, sobre solitação da agência, repassá-los à AGEVAP, pelo FUNDRHI para projetos. Em relação ao custeio os valores são repassados em três parcelas ao longo do ano. Em 2016 foram arrecadados pela cobrança na RH II cerca de 16 milhões de reais, sendo 88% proveniente do setor de saneamento e 8,5% do industrial.

Por fim, no que se refere ao sistema de informações, no âmbito nacional podem ser citados o SNIRH e o CNARH. Já no âmbito da RH II existe o Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (SIGA-GUANDU), atuando com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão no processo de gestão e integrando informações do monitoramento das estações hidrológicas e meteorológicas com a situação dos cadastros de outorga, cobrança e de usuários de recursos hídricos.

Em uma visão sintética e integrada da RH II pode-se apresentar os seguintes comentários e conclusões com relação à situação de cada UHP, com base nos principais temas analisados neste diagnóstico, evidenciando-se somente aqueles aspectos de maior relevância:

- **UHP 1: Rio Piraí – montante do reservatório Santana**: Apresenta predominância de áreas antrópicas agrícolas (com pastagens), sendo preocupante a situação quanto ao uso do solo nas APPs de cursos de água. A disponibilidade hídrica superficial e subterrânea é boa, havendo, no entanto, comprometimento localizado da qualidade das águas superficiais.
- **UHP 2: Rio Piraí – reservatório Santana e afluentes**: Apresenta situação bastante similar à UHP 1 quanto à presença de pastagens e condição de uso dos solos nas APPs de cursos de água. A disponibilidade hídrica superficial é boa e há presença de estruturas hidráulicas significativas relacionadas à transposição de vazões do rio Paraíba do Sul e geração de energia.
- **UHP 3: Ribeirão das Lajes – montante reservatório**: Apresenta predomínio de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade

estrutural), bem como de remanescentes vegetais. A disponibilidade hídrica superficial é elevada em razão da transposição de água através do complexo de Lajes e da geração de energia. É nesta unidade que as águas transpostas dos rios Piraí e Paraíba do Sul se concentram.

- **UHP 4: Ribeirão das Lajes – jusante reservatório**: Assim como a UHP 3, apresenta predomínio de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade estrutural), bem como de remanescentes vegetais e ainda com presença significativa de Unidades de Conservação. No entanto, é preocupante a situação quanto ao uso do solo nas APPs de cursos de água. A disponibilidade de água superficial é elevada em razão da transposição, sendo destacada a presença da geração hidrelétrica. Há comprometimento da qualidade das águas superficiais no rio dos Macacos e há problemas de drenagem, com risco de inundações.
- **UHP 5: Rios Santana e São Pedro**: Apresenta predomínio de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade estrutural) e presença de significativos remanescentes vegetais, bem como de Unidades de Conservação. Embora com elevada disponibilidade hídrica subterrânea, em termos superficiais apresenta balanço hídrico em situação crítica, principalmente no rio São Pedro, além de problemas de drenagem, com risco de inundações.
- **UHP 6: Rio Queimados e Ipiranga**: Visto abranger parte da RMRJ, apresenta elevada concentração populacional com predomínio de áreas antropizadas, mas com a presença de algumas importantes UCs. Com relação ao uso do solo nas APPs de cursos de água, a situação é preocupante. O lançamento de carga orgânica nos cursos de água é elevado, acarretando no comprometimento da qualidade das águas superficiais, principalmente nos rios Poços, Queimados e Ipiranga. Também há elevada geração de resíduos sólidos. A demanda de água é elevada, com destaque para o uso industrial, resultando em um balanço hídrico em situação crítica. Também são verificados problemas de drenagem com riscos de inundações.
- **UHP 7: Rio Guandu**: Essa unidade consiste basicamente na calha do rio Guandu, até o Canal de São Francisco, estando localizada nesta unidade a captação de água da ETA Guandu. A situação quanto ao uso do solo nas

áreas de APPs de cursos de água é muito preocupante. Há elevada disponibilidade hídrica na calha do rio Guandu por conta da transposição; no entanto, também há elevada demanda de água por conta da captação da ETA Guandu, com vazões captadas que podem alcançar 45 m^3/s. Como resultado, o balanço hídrico nesta unidade é crítico, para o cenário mínimo excepcional.

- **UHP 8: Canal de São Francisco**: De forma similar a UHP 7, a situação quanto ao uso do solo nas áreas de APPs de cursos de água é muito preocupante. Há problemas de drenagem com riscos de inundações. A demanda de água é elevada, sendo predominante as captações das térmicas e do uso industrial, o que compromete o balanço hídrico resultando em situações críticas, tanto para o cenário mínimo excepcional como operacional. Em situações de baixas vazões há o risco da intrusão salina no canal, comprometendo as captações de água. Também a qualidade das águas subterrâneas se encontra comprometida.
- **UHP 9: Rio da Guarda**: Há predomínio de áreas antropizadas e o uso do solo nas APPs de cursos de água é preocupante. Também merece atenção a presença do CTR Rio, em Seropédica, e seus riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, em que pese as ações de controle de chorume. A mineração é uma atividade de destaque nesta unidade, merecendo atenção no que se refere à interferência com as águas subterrâneas, principalmente considerando-se a elevada disponibilidade hídrica subterrânea.
- **UHP 10: Rio Guandu-Mirim**: Essa unidade, a exemplo da UHP 6, abrange parte da RMRJ, apresentando elevada concentração populacional e de geração de riqueza (PIB), com predomínio de áreas antropizadas urbanizadas, mas com a presença de alguns importantes remanescentes vegetais. Com relação ao uso do solo nas APPs de cursos de água a situação é muito preocupante. A carga orgânica lançada dos cursos de água é elevada, acabando por comprometer a qualidade tanto das águas superficiais (rios Guandu-Mirim e Cação-Vermelho), como das subterrâneas. Há elevada geração de resíduos sólidos, embora coletados e dispostos fora da unidade. A disponibilidade hídrica superficial é baixa, mas o risco de inundações é elevado. Em contrapartida, a demanda de água é

elevada, muito por conta do setor industrial. Também a mineração é uma atividade de destaque na unidade, com repercussões na qualidade dos recursos hídricos subterrâneos.

- **UHP 11: Bacias Litorâneas (Margem Direita)**: Apresenta predominância de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade estrutural), bem como de remanescentes vegetais e ainda presença significativa de Unidades de Conservação. Em contrapartida, vem apresentando elevado crescimento populacional, que já pode ser sentido no comprometimento das águas superficiais, principalmente em Mangaratiba, no rio Saco. Há problemas de drenagem com riscos de inundações localizadas.
- **UHP 12: Bacias Litorâneas (Margem Esquerda)**: Essa unidade apresenta grande similaridade de situações com a UHP 10, abrangendo parte da RMRJ, com destaque para zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. Apresenta elevada concentração populacional e de geração de riqueza (PIB), com predomínio de áreas antropizadas urbanizadas. Por outro lado, apresenta importantes remanescentes vegetais, sendo preocupante a situação com relação ao uso do solo nas APPs de cursos de água. A carga orgânica lançada nos cursos de água é elevada, comprometendo a qualidade das águas superficiais (rio Piraquê). Há elevada geração de resíduos sólidos, embora coletados e dispostos fora da unidade. A disponibilidade hídrica superficial é baixa. A demanda de água é elevada, com destaque para o abastecimento humano.
- **UHP 13: Ilhas e Restinga de Marambaia**: Essa é uma unidade especial, sendo bastante diversa das demais, seja pela sua condição natural e de ambientes, como pela restrição de acesso. Predominam as áreas naturais e as condições ambientais são, ainda, bastante favoráveis.

Com base nas informações sistematizadas por UHP, pode-se, igualmente, apresentar a situação de cada um dos seis grandes compartimentos anteriormente definidos, o que acaba por reforçar esse conceito de compartimentação:

- **Porção Alta: UHPs 1 e 2**: Apresenta predominância de áreas antrópicas agrícolas (com pastagens), sendo preocupante a situação quanto ao uso do solo nas APPs de cursos de água. A disponibilidade hídrica superficial é

razoável e há presença de estruturas hidráulicas significativas relacionadas à transposição de vazões do rio Paraíba do Sul e geração de energia. A disponibilidade hídrica subterrânea é boa na UHP 1, havendo, no entanto, comprometimento localizado da qualidade das águas superficiais. De forma geral, pode ser considerado como um compartimento em boa situação ambiental e dos seus recursos hídricos.

- **Porção Intermediária: UHPs 3, 4 e 5**: Apresenta predomínio de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade estrutural), de remanescentes vegetais e ainda a presença considerável de Unidades de Conservação. Na UHP 4, é preocupante a situação quanto ao uso do solo nas APPs de cursos de água. A disponibilidade de água superficial é elevada em razão da transposição, sendo destacada a presença da geração hidrelétrica. Há comprometimento da qualidade das águas superficiais no rio dos Macacos (UHP 4) e os balanços hídricos apresentam situação confortável, com exceção do rio São Pedro na UHP 5. Há problemas de drenagem, com risco de inundações nas UHPs 4 e 5. Esse compartimento pode ser considerado como apresentando muito boa condição ambiental e dos recursos hídricos, sendo os problemas quali-quantitativos localizados.
- **Calha Fluvial Principal: UHPs 7 e 8**: Esse compartimento consiste basicamente na calha do rio Guandu e no Canal de São Francisco. É responsável pela condução das águas transpostas até a captação de água da ETA Guandu e das captações das indústrias e termoelétricas. A situação quanto ao uso do solo nas áreas de APPs de cursos de água é muito preocupante. Há elevada disponibilidade hídrica na calha do rio Guandu por conta da transposição; no entanto, também há elevada demanda de água por conta da captação da ETA Guandu, com vazões captadas que podem alcançar 45 m^3/s, e do uso industrial. Como resultado, o balanço hídrico neste compartimento é crítico, para o cenário mínimo excepcional e mesmo no mínimo operacional para a UHP 8. Na parte mais baixa desse compartimento, na UHP 8, ainda há problemas de drenagem com riscos de inundações e em situações de baixas vazões há o risco da intrusão salina no canal, comprometendo as captações de água. A qualidade das águas subterrâneas se encontra comprometida nesta parte mais baixa.

- **Porção Leste: UHPs 6, 10 e 12**: Esse compartimento caracteriza-se por apresentar elevada concentração populacional e de geração de riqueza (PIB), abrangendo parte da RMRJ, com destaque para a zona oeste da cidade do Rio de Janeiro e o município de Nova Iguaçu. Apresenta predomínio de áreas antropizadas urbanizadas, mas com a presença de remanescentes vegetais e algumas importantes Unidades de Conservação. Com relação ao uso do solo nas APPs de cursos de água, a situação varia entre preocupante a muito preocupante. O lançamento de carga orgânica nos cursos de água é elevado, acarretando no comprometimento da qualidade das águas superficiais, principalmente nos rios Queimados e Ipiranga (UHP 6), rios Guandu-Mirim e Cação-Vermelho (UHP 10) e rio Piraquê (UHP 12). Há elevada geração de resíduos sólidos, embora coletados e dispostos fora desse compartimento. As disponibilidades hídricas superficiais são baixas, mas os problemas de drenagem e o risco de inundações é considerável. Já as demandas são elevadas, notadamente para o abastecimento humano e para uso industrial. O balanço hídrico chega à situação crítica na UHP 6 no rio Queimados. Por conta da atividade minerária, na UHP 10 há comprometimento na qualidade dos recursos hídricos subterrâneos.
- **Porção Oeste: UHPs 9 e 11**: Esse compartimento apresenta diversidade de situações; por exemplo, na UHP 9 há predomínio de áreas antropizadas e o uso do solo nas APPs de cursos de água é preocupante, enquanto na UHP 11 há predominância de áreas naturais (matas nativas com boa conectividade estrutural), bem como de remanescentes vegetais e ainda presença significativa de Unidades de Conservação. Na UHP 9 merece atenção a presença do CTR Rio, em Seropédica, e seus riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, bem como a forte presença da atividade minerária e sua interferência com as águas subterrâneas, principalmente considerando-se a elevada disponibilidade hídrica subterrânea. Já a UHP 11 apresenta elevado crescimento populacional, que já pode ser sentido no comprometimento das águas superficiais, principalmente em Mangaratiba. Ainda, há problemas de drenagem com riscos de inundações localizadas nessa unidade.

- **Ilhas e Restinga de Marambaia**: Esse compartimento é integrado exclusivamente pela UHP 13, apresentando condições ambientais específicas, ainda bastante favoráveis.

Essa configuração de compartimentos, pode ser representada de forma esquemática conforme o diagrama de blocos a seguir (Figura 10.1).

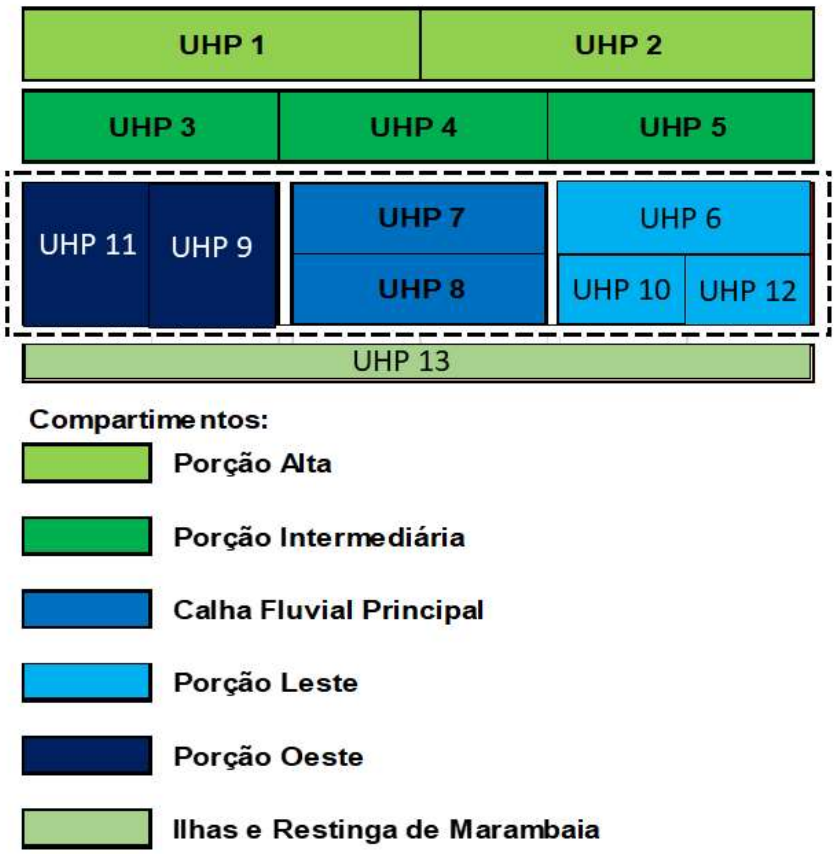


Figura 10.1 - Diagrama de Blocos dos Compartimentos e UHPs da Região Hidrográfica II

No diagrama de blocos foram delimitados (pela linha tracejada) os compartimentos que merecem atenção em razão das suas situações atuais. Desses, o compartimento Porção Leste, integrado pelas UHPs 6, 10 e 12 é o que merece maior atenção, por conta da significativa presença humana e de atividades produtivas, com repercussões diretas sobre os recursos hídricos.

O compartimento da Calha Fluvial Principal (UHPs 7 e 8) também merece atenção, pela sua importância no abastecimento de água às populações e para o uso industrial e termoelétrico, em razão das situações relativas aos balanços hídricos críticos e ao risco de salinização das águas.

Já o compartimento da Porção Oeste, integrado pelas UHPs 9 e 11 embora ainda contando com situação mais confortável quanto à pressão sobre os recursos hídricos, já mostra sinais de intensificação da presença humana e de atividades produtivas, com destaque para o CTR Rio, atividades relacionadas a mineração e ao setor industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, RJ. 1986.

ACWORTH, R.I. 1987. The Development of Crystalline Basement Aquifers In a Tropical Environment. Q. J. Eng. Geol. 20: 265-272.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Organograma de funcionamento da Agência. Acesso em: 27 de março de 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/ana/Organograma_INTERNET.pdf

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Nota Técnica 010/2003/SPR (Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contido no documento “Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos). Brasília, DF. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Nota Técnica nº 56/2015/SPR (Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil). Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua>. Acesso em: 15 mar. 2017. Brasília, DF. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas associadas. NT 07 - UGRH Paranapanema. Brasília, DF. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 1041 de 19 de agosto de 2013. Define os critérios para análise de balanço hídrico em pedidos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos para captação de água e lançamento de efluentes com fins de diluição, bem como para prazos de validade das outorgas de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 ago. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 1175, de 16 de setembro de 2013. Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d’água de domínio da União não sujeitos a outorga. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 16 set. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004. Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no

exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 dez. 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); SONDOTÉCNICA ENGENHARIA DE SOLOS S.A. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2006.

AGEVAP - Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano associativo de combate às queimadas e incêndios florestais na bacia hidrográfica dos rios guandu, guandu-mirim e da guarda. Resende: 2012. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://comiteguandu.org.br/conteudo/R6_v1_Plano_Associativo_Prevencao_Combate_Volume_Unico.pdf

ALMEIDA F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B.B.; FUCK, R.A. 1977. As províncias estruturais do Brasil. In: SBG, Simp Geol. Nordeste, 8, Bol. Esp., 12p.

ALMEIDA F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B.B.; FUCK, R.A. 1981. Brazilian Structural Provinces: an introduction. Earth-Sci. Rev.17: 1-29.

ALMEIDA, F.F.M. de. 1967. Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Boletim da Divisão de Geologia Mineral. DNPM, Rio de Janeiro, 241:1-36.

ALMEIDA, F.F.M. de. 1969. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira In: Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador, 1969, Anais... SBG, p.29-46.

ALMEIDA, F.F.M. DE. 1977. O Cráton de São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 7: 349-364.

ALMEIDA, F.F.M. DE.; HASUI, Y. & CARNEIRO, C.D.R. 1975. Lineamento de Além Paraíba. Anais de Academia Brasileira de Ciências, 47(3/4):575.

ALMEIDA, F.F.M. DE; AMARAL. G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of Amazonas River. In: The Ocean Basin and Margins (Nairn & Stille, Eds.), , Plenum, New York, 1:411-446.

ALMEIDA. A. G. 2010. Revisão Petroquímica dos Granitóides Pós-Colisionais Ocorrentes na Folha Baía de Guanabara (1.100:000) RJ, Brasil. Univ. Federal Rural do Rio de Janeiro.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS /SONDOTÉCNICA, 2006. Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim: Relatório Gerencial. Agência Nacional de Águas – Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2010. Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA. Disponível em < http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx> Acesso em: março de 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2006. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim. Execução: Sondotécnica Engenharia de Solos S.A. Brasília – DF.

ANA, FIESP, SINDUSCON-SP, COMASP. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo, 2005.

ANA/ SONDOTÉCNICA. PERH-Plano Estratégico dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim. Volume 1. 2006.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DE ÁGUAS EDA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP); COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM (COMITÊ GUANDU). Relatório de Gestão da Região Hidrográfica do Guandu 2016. AGEVAP. Resende, RJ. 2016.

BARBOSA, G.R; MONSORES, A.L.M.; NUMMER, A.R.; MIRANDA, A.W.A.; CASTRO, D.R.M. & TUBBS FILHO, D. 2004. Aspectos hidrodinâmicos dos aquíferos aluvionares a oeste da Bacia do Rio Guandu, município de Seropédica/ Rio de Janeiro. In: ABAS, XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Cuiabá. CD-ROM. 18 p.

BARRETO, A.B.C.; MONSORES, A.L.M. & PIMENTEL, J. 2001. Modelo de favorabilidade hidrogeológica em aquíferos fissurais – A utilização de técnicas de geoprocessamento no cristalino do Estado do Rio de Janeiro.

BORGES, Ana Lúcia; SOUZA, Luciano da Silva. O cultivo da bananeira. Cruza das Almas, Bahia: Embrapa de Fruticultura, 2004. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://frutvasf.univasf.edu.br/images/banana2.pdf

BRASIL. Constituição Federal. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Senado Federal. Brasília, DF. 1988.

BRASIL. Decreto nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a instalação, aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos Comissionados e dos Cargos Comissionados Técnicos da Agência Nacional de Águas - ANA, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 dez. 2000.

BRASIL. Lei 10.881, de 09 de junho de 2004. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 09 jun. 2004.

BRASIL. Lei 11.516, de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes; altera as Leis nos 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 11.284, de 2 de março de 2006, 9.985, de 18 de julho de 2000, 10.410, de 11 de janeiro de 2002, 11.156, de 29 de julho de 2005, 11.357, de 19 de outubro de 2006, e 7.957, de 20 de dezembro de 1989; revoga dispositivos da Lei no 8.028, de 12 de abril de 1990, e da Medida Provisória no 2.216-37, de 31 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 28 ago. 2007.

BRASIL. Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 jan. 1997.

BRASIL. Lei 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 17 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art.

35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 jan. 2010

BRASIL. Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 22 fev. 1989.

BRITTO, A. L.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; CARNEIRO, P. R. F. Abastecimento público e escassez hidrossocial na metrópole do Rio de Janeiro. Ambiente & Sociedade, São Paulo v. XIX, n. 1. p. 185-208. 2016.

BULHOES, E. Condições morfodinâmicas associadas a afogamentos. Contribuição à segurança nas praias oceânicas da cidade do Rio de Janeiro.. Sociedade & natureza (UFU. Online), v. 22, p. 136-154, 2010.

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.H. 1987. Sistema brasileiro de classificação de solos. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 12, nº. 1, p. 11-33, jan./ abr.

CARELLI, S.G.; ALENCAR, C.T.A.; LAUT, L.L.M.& GOMES, O.V.O. 2012. Análise da interface água doce/água salgada no Aquífero Piranema, Itaguaí – RJ. In: ABAS, XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Bonito. CD-ROM. 4 p.

CARVALHO, L. M. V., JONES, C., LIEBMANN, B.; Extreme precipitation events in south-eastern South America and large-scale convective patterns in South Atlantic Convergence Zone. Journal of Climate, v. 15, p. 2377 - 2394, 2002.

CARVALHO. L. M. V., C. JONES. B. LIEBMANN. 2004: The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, relationships with intra-seasonal to inter-annual activity and extreme rainfall. J. Climate. 17. 88-108.

CAVALCANTI, I, F. A., e KOUKSY, V., 2001: DROUGHT IN BRAZIL DURING SUMMER AND FALL 2001 AND ASSOCIATED ATMOSPHERIC CIRCULATION FEATURES. Climanalise, Nov 2001 (disponível em: http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/artigos/artcien2.shtml).

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. http://www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em 25/01/2017.

CHRISPIN, S. & TUPINAMBÁ, M.A. 1989. Observações sobre o caráter transpressivo da deformação entre as zonas de cisalhamento do Paraíba do Sul (RJ) e Guaçui (ES). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE. I, Rio de Janeiro, 1989. Atas..., Rio de Janeiro, SBG/RJ, p. 120-121.

COELHO, F. M; AZEVEDO, J. P. S. DE; VOLSCHAN JÚNIOR, I. Análise multicritério de propostas para a melhoria da qualidade da água captada para abastecimento da Região Metropolitana oeste do Rio de Janeiro. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife/PE, ABES, 2009.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM (COMITÊ GUANDU). Regimento Interno – Revisão aprovada pelo plenário do COMITÊ GUANDU na 5ª reunião extraordinária de 2014, realizada no dia 28 de agosto de 2014. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 28 ago. 2014. Acesso em: 28/03/2017. Disponível em: http://comiteguandu.org.br/downloads/regimento-interno-atualizado.pdf

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM (COMITÊ GUANDU). Resolução Comitê Guandu nº 109, de 28 de agosto de 2014. Dispõe sobre a extinção das Câmaras Técnicas vigentes e cria as Câmaras Técnicas de Instrumentos Legais e de Gestão; e de Estudos Gerais e define as respectivas competências. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM (COMITÊ GUANDU). Resolução Comitê Guandu nº 124, de 17 de outubro de 2016. Dispõe sobre o Plano de Aplicação Plurianual (PAP) dos recursos financeiros do Comitê Guandu para o período de 2017 a 2020 com recursos disponíveis na subconta da Região Hidrográfica Guandu (RH II) do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 17 out. 2016.

Comunicado Técnico 102 - 1a edição on-line: (2013). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/sites/ default/files/principal/publicacao/Comunicado102.pdf>

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (CERHI). Resolução CERHI nº 09 de 13 de novembro de 2003. Estabelece critérios gerais sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 13 nov. 2003

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). A Secretaria Executiva. Sítio Eletrônico do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF. 2017. Acesso em: Abril de 2017. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=11

CONSÓRCIO ETEP – ECOLOGUS - SM GROUP. 1998. Macroplano de gestão e saneamento da bacia da baía de Sepetiba. In: Relatório R-8, Estudos de Base, Rio de Janeiro: SEMA/PNMA.

COPPETEC - FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS. 2014. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado Do Rio De Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente – SEA. Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

CORDANI, U.G.; DELHAL, J.; LEDENT, O., 1973. Orogeneses superposes dans le Précambrien Du Brésil sud-oriental (États du Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Revista Brasileira de Geociências, 3 (1):1-22.

CORDANI, U.G.; MELCHER, G.C. & ALMEIDA, F.F.M, DE. 1967. Outline of Precambrian Geochronolgy of South America. Canadian Journal of Earth Science, 5:629-632.

CORRÊA NETO, A.V.; DAYAN, H.; VALENÇA J.G. & RAPHAEL CABRAL. (1993). Geologia e estrutura da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e adjacências, no trecho entre Três Rios e Sapucaia (RJ). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, RIO DE JANEIRO, 1993. Boletim de Resumos... Rio de Janeiro, SBG, p. 194-200.

CORRÊA NETO, A.V.; DAYAN, H.; VALENÇA, J. G. 1994. Intrusões sintectônicas em ambientes transpressivos: o exemplo do Plutonito Sapucaia na zona de cisalhamento do rio Paraíba do Sul. In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Balneário de Camboriú. Boletim de Resumos Expandidos, 1: 160-161.

COSTA – CONSULTORIA E SERVIÇOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS LTDA. 1999. Plano diretor dos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú. Secretaria de Estado de Recursos Hídricos e Irrigação. Maceió. Alagoas. 746 p.

COSTA, D.T.M.A., ARGENTO, M.S.F., REIS. C.H. Caracterização do uso da terra da Bacia de Sepetiba com vistas a subsidiar projetos de gestão ambiental em âmbito municipal. Anais

XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2129-2136.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. 2001. Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro. Inventário de pontos de água.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. 2002. Regionalização de vazões da Sub-bacia 59, ANEEL. Rio de Janeiro.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Projeto-Rio-de-Janeiro---Geologia-612.html. Acesso em 14/02/2017.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Projeto-Rio-de- janeiro---Solos-618.html. Acesso em 20 de fever. 2017.

CPRM. 2000. Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1:500.000.

CPRM. 2008. Geologia da Folha Varginha. Escala 1:100.000.

CRUZ, A. 2006. Estudo de Processos de Salinização de Aquíferos no Litoral Leste do estado do Rio de Janeiro: Modelagem Hidrogeoquímica e Avaliação de Vulnerabilidade à Intrusão Marinha. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CUSTODIO, E. & M. R. LLAMAS. 1996. Hidrologia Subterrânea. Barcelona, Ediciones Omega S.A. v. 1 e 2.

DA COSTA, L. S. et al. Investigação sobre o grau de contribuição das águas afluentes nas variáveis físico-químicas e densidade das cianobactérias na água de captação do rio Guandu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24.,2-7 set. 2007, Belo Horizonte. Anais...Rio de Janeiro: ABES, 2008. p. 1-63.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1976. Estudo de águas subterrâneas, regiões administrativas 7, 8 e 9: Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba. São Paulo: v.1 e v.2.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2005. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000. CD-ROM.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 1974. Estudo de águas subterrâneas, região administrativa 6 - Ribeirão Preto - SP. São Paulo: v. 1 e v. 2.

DERECZYNSKI, C. P., SILVA DE OLIVEIRA, J., OSÓRIO, M. C.; Climatologia da precipitação no Município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009.

DIAS, D. A. 2008. Caracterização de campo, petrografia e litogeoquímica da Unidade Santo Aleixo em sua localidade-tipo. Diss. De Mestrado, Rio de Janeiro.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). Disponível em < http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine> Acesso em março de 2017.

DWR – CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. 2003. Basic groundwater concepts. Bulletin n. 246. p.

EBERT. H.D.; HASUY, Y. & COSTA, J.B.S. 1991. O caráter transpressivo do cinturão transcorrente Rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3, Rio Claro, SP, 1991. Boletim de Resumos...SBG-UNESP, p. 139-141.

ELETROBOLT. 2003. Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Intergranulares a Oeste do Rio Guandu, Município de Seropédica/RJ. Seropédica, Sociedade Fluminense de Energia Ltda., Relatório de Consultoria Técnica, 234 p.

ELETROBRAS FURNAS. Pela Preservação dos Rios: FURNAS implanta Política de Recursos Hídricos e participa de cinco comitês de bacias. Revista FURNAS. Rio de Janeiro, RJ. Ano XXXIV. Nº 359. Dezembro, 2008.

Embrapa Suínos e Aves (2009)- Uso racional da água na suíno cultura. Disponível (http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf) pg 16.

EMBRAPA. 1988a. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Definição e notação de horizontes e camadas de solo. Rio de Janeiro. 54p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos, Brasília: Embrapa- SPI, 412p.

EM-DAT – Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em: http://www.emdat.be/advanced_search/index.html. Acesso em: 04 mar. 2017.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética: Projeto - Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Paraíba do Sul), 2007. Escala 1: 1.000.000.

ERM BRASIL LTDA. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Siderúrgica CSA, Companhia Siderúrgica do Atlântico. Outubro de 2005.

FEMAR/ SEMADS. Manguezais: educar para proteger. Rio de Janeiro: 2001. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manguezais.pdf

FERRARI. A.L. DUPUY I.S.S. BRENNER T.L. 1977. Ocorrência de rocha alcalina no município de Piraí, RJ, e sua relação com o lineamento de Além Paraíba (nota preliminar). Anuário do Inst. De Geociências 1, 114-121.

FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em período de El Nino e La Nina. Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 89-98, 2004.

FIPERJ - Fundação Instituto da pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2012. Relatório Final de Pesca.

FIPERJ - Fundação Instituto da pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2013. Relatório Final de Pesca.

FIPERJ - Fundação Instituto da pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2014 Relatório Final de Pesca.

FIPERJ - Fundação Instituto da pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2015. Relatório Final de Pesca.

FIPERJ - Fundação Instituto da pesca do Estado do Rio de Janeiro. Diagnóstico da Pesca do Estado do Rio de Janeiro. Niterói, 2013.

FIRJAN/ SEBRAE. Estudos de desenvolvimento para o Estado do Rio de Janeiro: Silvicultura Econômica no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: FIRJAN/ SEBRAE, 2009.

FONTES, Humberto Rollemberg. 5 dicas para tornar a produção de coco mais lucrativa. Revista Globo Rural, 2014. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/noticia/2014/09/6-dicas-para-tornar-sua-producao-de-coco-mais-lucrativa.html

FREITAS, M.B, RODRIGUES, S.C.A. As consequências do processo de desterritorialização da pesca artesanal na Baía de Sepetiba (RJ, Brasil): um olhar sobre as questões de saúde do trabalhador e o ambiente. Ciência & Saúde Coletiva, 19(10):4001-4009, 2014.

GÓES, M.H.B. 1994. Sobre a Formação Piranema da Bacia do Rio Guandu (RJ): um estudo paleoambiental. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Anais, p. 322-323.

GROISMAN. P. Y.. R. W.; KNIGHT. D. R.; EASTERLING. T. R.; Karl. G. C.; HEGERL. and V. N. RAZUVAEV. (2005). Trends in intense precipitation in the climate record. J. Clim.. 18. 1326–1350.

HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICH, C.A. STEIN, D.P. GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A. ALMEIDA, M.A.; MELO, M.S. & PIRES NETO, 1977. As grandes falhas do leste Paulista e sua importância. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1, São Paulo, 1977. Atas... São Paulo, SBG/SP. p. 369-380.

HEILBRON, M. 1993. Evolução tectono-metamórfica da seção Bom Jardim de Minas- MG-Barra do Piraí- RJ, setor central da Faixa Ribeira. São Paulo. (Tese de Doutoramento, Universidade de São Paulo). 268p.

HEILBRON, M. 1995. O Segmento Central da Faixa Ribeira: Síntese Geológica e Ensaio de Evolução Geotectônica. Rio de Janeiro. p. (Tese de Livre Docência, Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

HEILBRON, M., MACHADO, N. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira belt SE Brazil. Precambrian Research, 125, 87-112.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H & TUPINAMBÁ, M. 1991. A Megassinforma do Rio Paraíba do Sul e sua implicação na compartimentação tectônica do

setor central da Faixa Ribeira, In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo, 1991. Atas... São Paulo, SBG:SP, p. 519-527.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; VALLADARES, C.S. & TUPINBAMBÁ, M. 1994. Segmento Central da Faixa Ribeira, exemplo de colisção continental obliqua no evento termo-tectônico Brasiliano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Balneário de Camboriú, 1994. Boletim de Resumos Expandidos... SBG, vol. 1:263-265.

HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O.M. (Coord.). Conservação e Reuso de Água – Manual de Orientações para o setor industrial – Volume 1. FIESP/CIESP (org.): São Paulo, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. IBGE Cidades. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=33&search=rio-de-janeiro. Acesso em: março de 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2º edição. Rio de Janeiro: 2012.

IBGE (2017). Fonte: https://sidra.ibge.gov.br/ pesquisa/ppm/quadros/brasil/2015

INEA – Instituto Estadual do Ambiente, 2014. Procedimento Técnicos Relacionados à outorga de títulos minerários do DNPM e ao licenciamento ambiental. Disponível em < www.inea.rj.gov.br> Acesso em março de 2017.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente, 2017. Cadastro de usuários de captação e lançamento. Recebido por: Setor de Cadastro do INEA.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2015. Cadastro de áreas contaminadas do Estado do Rio de Janeiro.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2017. Cadastro de usuários de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. http://www.inea.rj.gov.br/Portal. Acesso em 25/02/2017.

INEA. O Estado do Ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Rio de Janeiro: IBAMA, [2001].

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). Gestão das Águas. Aceso em: 2017. Diponível em: http://www.inea.rj.gov.br/

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). O Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Estadual de Mangaratiba. 2015. Disponível para consulta na Biblioteca Central do INEA ou em www.inea.rj.gov.br >.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). Reserva Biológica de Guaratiba. 2008. Disponível para consulta na Biblioteca Central do INEA ou em www.inea.rj.gov.br >.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014

JOURDAN, P., Classificação Dos Padrões Sinóticos Associados Aos Eventos De Chuvas Extremas No Município Do Rio De Janeiro Utilizando Mapas Auto-Organizados. Dissertação de Mestrado em Meteorologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2015.

KEIDEL, Gabriel de Araujo; CARREÑO, Paloma M. L.P.; SEABRA, Vinícius da Silva; CRUZ, Carla B. Madureira. Caracterização dos domínios vegetacionais do estado do Rio de Janeiro através de fatores climáticos e de relevo. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal (p.2761:2767). 2009.

KIM, M. Estudo da variabilidade de turbidez no trecho superior do rio Guandu. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

LIMA, K. C., FERNÁNDEZ, J. P. R., SATYAMURTI, P.; Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in southeast Brazil. Theoretical Applied Climatology, v.101, p. 121-135, 2009.

LIMA, Luiz Carlos de Oliveira; FUNCKE, Andre Luís; RODRIGUES, PEREIRA, Paulo Fernandes; BORSOI, Tales Neri. Arranjo Produtivo Local (APL) da Banana no Estado do Rio de Janeiro: Instituições e Desenvolvimento Social. Campo Grande: 2010. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://www.sober.org.br/palestra/15/941.pdf

LLOPART, M. ACA 0223 – Climatologia I (Climatologia Física 2012). 2012. Disponível em: <http://www.dca.iag.usp.br/www/material/cfmraupp/Climatologia-1/SistemasMetAtuantesNaASul.pdf>. Acessado em 10 de fevereiro de 2017.

MACE, R. E.; MULLICAN, W. F. & WAY, T. 2001. Estimating Groundwater Availability in Texas. Texas Water Development Board – TWDB. Texas. 16 p.

MACHADO, R. 1984. Evolução geológica, análise estrutural e metamórfica da região de Vassouras e Paracambi, porção ocidental do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutoramento, 196 p.

MACHADO, R. 1997. Litogeoquímica e tectônica dos granitóides neoproterozóicos do Cinturão Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre Docência, 215 p.

MANCUSO, PCS; SANTOS, HF. Reuso da Agua . USP/Manole, Barueri, SP, 2003.

Manual de conservação e reuso de água na indústria / Sistema FIRJAN. – Rio de Janeiro : [s.n], 2015.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. Caminhos de Geografia, v.6, n.19, p. 130-149, 2006.

MARENGO, J. A., L. ALVES, M., VALVERDE, R., ROCHA, and R., LABORBE, (2007) Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS –SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, February 2007.

MARENGO. J. A.; JONES. R.; ALVES. L.; VALVERDE. M. 2009: Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional

climate modeling system. Int. J. Climatol. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/ joc.1863

MARQUES, E.D.; TUBBS FILHO, D.; GOMES, O.V.O. & SILVA-FILHO, E.V. 2012. Impactos das cavas de extração de areia sobre a química das águas subterrâneas na região da Piranema, bacia sedimentar de Sepetiba, Rio de Janeiro. CBHG – Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu. Organizado por Décio Tubbs Filho, Julio Cesar Oliveira Antunes, Janaina Silva Vettorazzi. Rio de Janeiro: INEA.

MARTINS, A. M.; CAPUCCI, E.; CAETANO, L.C.; CARDOSO, G.; BARRETO, A.B.C.; MONSORES, A.L.M.; LEAL, A. S & VIANA, P. 2006. In: ABAS, XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Curitiba. CD-ROM. 17 p.

MARTINS, Calos Roberto; JESUS JÚNIOR, Luciano Alves. Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014. Aracaju: Embrapa, 2014. Consultado em: março de 2017. Caminho: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf

MELO, E. (1993). The sea sentinel project: watching waves in Brazil. Proceedings of the VIII Symposium on Coastal and Ocean Management — Coastal Zone 93, 19-23 de julho de 1993, New Orleans, USA.

Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). 2013. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Brasil.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada. Relatório Técnico 6. 265 p. Brasília, DF. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 12 dez. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 17 mar. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 07 abr. 2008.

MOURA, R. C., ESCOBA, G. C. J.; Climatologia sinótica de eventos extremos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Anais do IV Simpósio Internacional de Climatologia. João Pessoa, Paraíba. 2011.

MUEHE, D. ; LIMA, Cristiano Figueiredo ; BARROS, Flavia Moraes Lins de . Rio de Janeiro. In: Dieter Muehe. (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: Minstério do Meio Ambiente, 2006, v. 1, p. 265-296.

NETO, G. D.; Previsão de extremos de chuva no Rio de Janeiro: melhorias utilizando o conhecimento adquirido com eventos anteriores. Tese de doutorado em Meteorologia. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2012. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3BKDM7E>

ONS – OPERADOR NACIONAL DE SISTEMAS, 2003. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do sistema interligado nacional – SIN. Brasília: ONS, 201 p.

PAULA, AEA. Manual Agua – Conservação, Uso racional e Reuso , Ministério do Meio Ambiente/ Novo Encanto Ecologia, Brasília, 2009.

PEIXOTO, A. L.; CARVALHO, S. M; DA ROSA, e M. M. T. Analise botânica de um campo de pastagem no Estado do Rio de Janeiro. PLANTA DANINHA V (2): 1-7, 1982. Consultado em: março de 2017. Caminho: http://www.scielo.br/pdf/pd/v5n2/a01v5n2.pdf

REBOITA, M. S.; GAN, M. A; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regime de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOUÇAS, A.C. 1992. Condições de Uso e Proteção das Águas Subterrâneas. Seminário sobre Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo. ABAS, ABGE, SBG/SP. Atas. p. 77-87.

REIS. R.P., BASTOS. M., GÓES. H.G. 2007. Cultivo de Kappaphycus alvarezii no litoral do Rio de Janeiro: subsídios ao monitoramento ambiental da produção em escala industrial. Panorama da AQÜICULTURA, janeiro/fevereiro, 2007.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 31.178, de 03 de abril de 2002. Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, incluídas as nascentes do Ribeirão das Lages, as águas desviadas do Paraíba do Sul e do Piraí, os afluentes ao Ribeirão das Lages, ao Rio Guandu e ao Canal de São Francisco, até a sua desembocaduara na Baía de Sepetiba, em como as bacias hidrográficas do rio da Guarda e Guandu-Mirim. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 03 abr. 2002.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 41.628 de 12 de janeiro de 2009. Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, criado pela Lei n°. 5101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 12 jan. 2009.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 45.463, de 25 de novembro de 2015. Dá nova redação ao Decreto n° 31.178, de 03 de abril de 2002, que instituiu o Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Guandu, no âmbito do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 25 nov. 2015

RIO DE JANEIRO. Lei 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de recursos hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 02 ago. 1999.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 4247, de 16 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 16 dez. 2003

RIO DE JANEIRO. Lei nº 5.101 de 04 de outubro de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 04 out. 2007

RIO DE JANEIRO. Lei nº 5.234, de 05 de maio de 2008. Altera a lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 05 mai. 2008.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os contratos de gestão entre o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos e entidades delegatárias de funções de Agência de Água relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 06 jan. 2010.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 6.639, de 06 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os contratos de gestão entre o órgão gestor e executor da política estadual de recursos hídricos e entidades delegatárias de funções de Agência de Água relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 06 jan. 2010.

ROCHA, G. A. (org.). 2005. Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Nota Explicativa. DAEE, IG, IPT,CPRM. São Paulo. 119 p.

ROSIER, G.F. 1957. A Geologia da Serra do Mar, entre os picos de Maria Comprida e do Desengano (Estado do Rio de Janeiro). DNPM, GGM, Boletim 166, 58p.

SANTA RITTA, J. A água do Rio - do Carioca ao Guandu. A história do abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Synergia, Light, Centro Cultural da SEAERJ, 2009.

Seluchi, M. E., Chou, S. C., Synoptic patterns associated with landslide events in the Serra do Mar, Brazil. Theoretical Applied Climatology, v. 98, p. 67 - 77, 2009.

SIAGAS – SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Acessado em 22 de fevereiro de 2017.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Tabelas Estatísticas, dados de 2015. Consultado em: março de 2017. Caminho: https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm

SIGA JR., O.; TEIXEIRA, W.; CORDANI U.G.; KAWASHITA, K.; DELHAL, J. 1982. O padrão geológico-geocronológico das rochas de alto grau da parte setentrional da Faixa Ribeira, a norte do Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 5, Argentina, 1982. Actas...1:349-370.

SILVA DIAS, M. A. F. Eventos climáticos extremos. REVISTA USP • São Paulo • n. 103 • p. 33-40 • 2014

SILVA, A. P.; CONSOLI, M. A. F.; OLIVEIRA, E. F. de Monitoramento da concentração de metais pesados solúveis e parâmetros físico-químicos na bacia do Guandu: avaliação comparativa com dados da década de 1980 e dados atuais. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife/PE, ABES, 2009.

SILVA, L. C. 2001. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Execução: CPRM - Serviço Geológico do Brasil /Departamento de Recursos Minerais - DRM – RJ. CPRM. 2ª edição revista em 2001.

SILVA, L.C. DA. 1999. Geocronologia U-Pb SHRIMP e Sm-Nd na Província Mantiqueira meridional, no Cinturão Saldania (África do Sul) e a evolução do Ciclo Brasiliano/Pan-Africano. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutoramento, 243 p.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2015. Série Histórica 2015. Disponível em <www.snis.gov.br/> Acesso em: março de 2017.

SONOKI, I. K.; GARDA, GIANNA MARIA.1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental: compilação e adaptação às novas constantes de decaimento. Boletim do IG-USP, SÉRIE CIENTÍFICA, SÃO PAULO, V. 19, P. 63-85.

THOMPSON, R.N. et al. 1998. Migrating Cretaceous- Eocene magmatism in the Serra do Mar alkaline Province, SE Brazil: melts from the deflected Trindade mantle plume? Journal of Petrology, v.39, p.1493- 1526.

TUBBS FILHO, D. & YOSHINAGA, S.P. 2005. A recarga artificial de aquíferos como estratégia para incrementar a disponibilidade hídrica e reduzir o impacto ambiental da extração da areia

na região da Piranema, Bacia do Rio Guandu, Seropédica, RJ. 9º Simpósio Brasileiro de Geologia do Sudeste.

TUPINAMBÁ, M., TEIXEIRA, W., HEILBRON, M. 2000. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio 58 Negro Complex in the Ribeira Belt. Revista Brasileira de Geociências, 30, 7- 11.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; OLIVEIRA, A.; PEREIRA, A. J.; CUNHA, E. R. S. P.; FERNANDES, G. A.; FERREIRA, F.N.; CASTILHO, J.G.; TEIXEIRA, W. 1996. Complexo Rio Negro- uma unidade estratigráfica relevante no entendimento da evolução da Faixa Ribeira. 39º Congr. Bras. Geol. In Anais.

U. S. Enviromental Protection Agency - EPA. Guidelines for Water Reuse. Washington, DC, 2004.

VALLADARES, C.S. 1996. Evolução geológica do Complexo Paraíba do Sul, no segmento central da Faixa Ribeira, com base em geoquímica e em geocronologia U/Pb. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutoramento, 145 p.

VALLADARES, C.S.; HEILBRON, M.; FIGUEIREDO, M.C.H.; TEIXEIRA, W. 1997. Geochemistry and geochronology of Paleoproterozoic gneissic rocks of the Paraíba do Sul Complex (Quirino Unit), Barra Mansa region, Rio de Janeiro, Brazil. Rev. Bras. Geociências, 27(1): 111-120.

VASCONCELLOS, F. C., CAVALCANTI, I. F. A.; Extreme precipitation over southeastern Brazil in the austral summer and relations with the Southern hemisphere annular mode. Atmospheric Science Letters, v. 11, p. 21-26, 2010.

VERA, C.; HIGGINS, W.; AMBRIZZI, T.; AMADOR, J.; GARREAUD, R.; GOCHIS, D.; GUTZLER, D.; LETTENMAIER, D.; MARENGO, J.; MECHOSO, C. R.; NOGUES-PAEGLE;. SILVA DIAS, P. L; ZHANG, C. Toward a Unified View of the American Monsoon Systems. Journal of Climate, v. 19, p. 4977-5000, 2006b.

VITAL, MARCOS H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, dez. 2007.

WOOLEY, A. R. 1987. Alkaline rocks and carbonatites of the world: Part I. North and South America. London: British Museum (Natural History), 216 p.

ZBOROWSKI, M.B, LOUREIRO, C.F.B. Conflitos Ambientais na Baía de Sepetiba: o caso dos pescadores artesanais frente ao processo de implantação do complexo siderúrgico da Companhia Siderúrgica do Atlântico – ThyssenKrupp. CSA. IV Encontro Nacional da Anppas 4,5 e 6 de junho de 2008, Brasília - DF – Brasil.

ANEXOS

ANEXO I – Lista dos postos fluviométricos da RH II

Quadro 1 – Lista dos postos fluviométricos da RH II

UHP	Código	Nome	Resp.	Município	Área bacia (km²)	Curso d'água	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Class. dados*
1	58350001	UEL VIGÁRIO FAZENDA NOVA ESPERANÇA	LIGHT	PIRAÍ	626	RIO PIRAÍ	-22,663	-43,957	Sim	sim	1
	58340000	FAZENDA SÃO SEBASTIÃO	ANA	PIRAÍ	521	RIO PIRAÍ	-22,667	-44,083	Não	não	0
	58338000	FAZENDA SANTANA	ANA	RIO CLARO	134	RIO DO BRAÇO	-22,782	-44,210	Não	não	2
	58344800	TOCOS - RESERVATÓRIO	LIGHT	RIO CLARO	472	RESERVATÓRIO DE TOCOS	-22,700	-44,083	Não	não	0
	58352800	PIRAÍ - PONTE CIDADE	LIGHT	PIRAÍ	675	RIO PIRAÍ	-22,629	-43,905	Não	não	0
	58353000	PIRAÍ	ANA	PIRAÍ	695	RIO PIRAÍ	-22,629	-43,902	Não	não	0
	58345001	TOCOS - ENTRADA DO TÚNEL	LIGHT	RIO CLARO	472	RIO PIRAÍ	-22,700	-44,080	Não	não	0
	58345080	UHE TOCOS	LIGHT	PIRAÍ	499	RIO PIRAÍ	-22,683	-44,083	Não	não	0
	58350000	FAZENDA BELA VISTA	LIGHT	PIRAÍ	648	RIO PIRAÍ	-22,650	-43,950	Não	não	1
	58335900	PCH BRAÇO BARRAMENTO	RIO DO BRAÇO	RIO CLARO	122	RIO DO BRAÇO	-22,790	-44,240	Sim	sim	0
	58336000	PCH BRAÇO JUSANTE	RIO DO BRAÇO	RIO CLARO	122	RIO DO BRAÇO	-22,780	-44,230	Sim	sim	0
	58338500	UHE NILO PEÇANHA RIO DO BRAÇO	LIGHT	RIO CLARO	0	RIO DO BRAÇO	-22,784	-44,189	Sim	sim	0
	58345000	UHE NILO PEÇANHA RES, TOCOS BARRAMENTO	LIGHT	RIO CLARO	385	RIO PIRAÍ	-22,749	-44,125	Sim	sim	0
	58347000	UHE FONTES NOVA DESVIO VARZEA	LIGHT	RIO CLARO	48,4	RIO VARGEM	-22,770	-44,090	Sim	sim	0
	58335000	UHE NILO PEÇANHA LÍDICE	LIGHT	RIO CLARO	0	RIO PIRAÍ	-22,831	-44,199	Sim	sim	2
2	59257000	CGH DA SERRA	TAIRETÁ	PARACAMBI	23,9	RIO DOS MACACOS	-22,520	-43,690	Sim	não	0
	58318001	UEL SANTA CECÍLIA SAÍDA TÚNEL	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	16800	CANAL SANTA CECÍLIA	-22,511	-43,826	Sim	sim	0
	58339001	UEL SANTA CECÍLIA MORSING	LIGHT	MENDES	270	RIO PARAÍBA DO SUL	-22,538	-43,777	Sim	sim	1
	58360000	SANTANÉSIA	ANA	PIRAÍ	3160	RIO PIRAÍ	-22,501	-43,815	Não	não	0
	58355000	RESERVATÓRIO SANTANA - KM15	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	2930	RIO PARAÍBA DO SUL	-22,548	-43,819	Não	não	0
	58358080	UHE SANTANA	LIGHT	PIRAÍ	889	RIO PIRAÍ	-22,534	-43,817	Não	não	0

UHP	Código	Nome	Resp.	Município	Área bacia (km²)	Curso d'água	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Class. dados*
	58354000	PIRAI (RESERVATORIO DE SANTANA)	LIGHT	PIRAÍ	2880	RIO PARAÍBA DO SUL	-22,580	-43,839	Não	não	0
	58359000	SANTANÉSIA	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	1060	RIO PIRAÍ	-22,519	-43,806	Não	não	1
	58339000	MORSING (RIO SACRA FAMÍLIA)	LIGHT	PIRAÍ	166	RIO PARAÍBA DO SUL	-22,533	-43,784	Não	não	0
	58352500	SANTANA - PONTE DAS LARANJEIRAS	LIGHT	PIRAÍ	2850	RESERVATÓRIO DE SANTANA	-22,599	-43,852	Não	não	0
	58351000	UEL VIGÁRIO CANAL	LIGHT	PIRAÍ	58	RESERVATÓRIO DE VIGÁRIO	-22,683	-43,873	Sim	sim	0
	58351500	UEL VIGÁRIO DESCARGA D'ÁGUA	LIGHT	PIRAÍ	2130	RIO PIRAÍ	-22,630	-43,896	Sim	sim	0
	58352000	UEL VIGÁRIO TOMADA D'ÁGUA	LIGHT	PIRAÍ	0	RIO PIRAÍ	-22,628	-43,895	Sim	sim	0
	58358000	UEL SANTA CECÍLIA RES, SANTANA BARRAMENTO	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	2930	RIO PIRAÍ	-22,532	-43,819	Sim	sim	0
3	59306000	UHE FONTES NOVA ROSÁRIO	LIGHT	RIO CLARO	0	RESERVATÓRIO DE LAJES	-22,792	-44,046	Sim	sim	1
	59307000	UHE FONTES NOVA RES, LAJES BARRAMENTO	LIGHT	PIRAÍ	302	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,702	-43,882	Sim	sim	1
4	59256000	CGH CASCATA	TAIRETÁ	PARACAMBI	18	CÓRREGO TAERETÁ	-22,595	-43,713	Sim	não	0
	59308000	UHE FONTES CALHA DA CEDAE	LIGHT	PIRAÍ	2080	CANAL MACAE	-22,692	-43,861	Sim	não	0
	59307080	UHE NILO PEÇANHA (RESERVATÓRIO VIGÁRIO)	LIGHT	RIO CLARO	305	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,685	-43,870	Não	não	0
	59310000	UHE PEREIRA PASSOS JUSANTE	LIGHT	PIRAÍ	1760	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,685	-43,820	Sim	sim	1
	59256500	PARACAMBI	INEA	PARACAMBI	0	RIO DOS MACACOS	-22,610	-43,710	Sim	sim	0
	59309000	UHE PEREIRA PASSOS BARRAMENTO	LIGHT	PIRAÍ	1760	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,686	-43,825	Sim	sim	0
	59311000	PCH PARACAMBI BARRAMENTO	LIGHTGER	PARACAMBI	161	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,673	-43,757	Sim	sim	1
	59311100	PCH PARACAMBI JUSANTE	LIGHTGER	PARACAMBI	161	RIBEIRÃO DAS LAJES	-22,670	-43,750	Sim	sim	0
5	59312500	HOTEL SANTA BRANCA	DNOS	MIGUEL PEREIRA	199	RIO SANTANA	-22,520	-43,550	Não	não	0
	59313500	PONTE SANTANA	DNOS	MIGUEL PEREIRA	333	RIO SANTANA	-22,635	-43,668	Não	não	0
6	59314500	CARAMUJOS	DNOS	NOVA IGUAÇU	105	RIO POCOS	-22,703	-43,617	Não	não	0

UHP	Código	Nome	Resp.	Município	Área bacia (km²)	Curso d'água	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Class. dados*
7	59313800	PAU CHEIROSO	DNOS	JAPERI	335	RIO GUANDÚ	-22,652	-43,671	Não	não	0
	59316000	PONTE DO GUANDU	ANA	NOVA IGUAÇU	630	RIO GUANDÚ	-22,814	-43,628	Não	não	1
	59314600	FAZ, ILHA MINEIROS - VIA DUTRA	INEA	NOVA IGUAÇU	831	RIO GUANDÚ	-22,730	-43,641	Sim	não	1
8	59316200	GUANDU SEROPÉDICA	INEA	SEROPÉDICA	0	RIO GUANDÚ	-22,810	-43,629	Sim	sim	0
9	59330000	ARAPUCAIA	DNOS	ITAGUAÍ	67,6	RIO GUANDÚ	-22,820	-43,820	Não	não	0
	59321000	AREAL DE SANTO ANTÔNIO	DNOS	RIO DE JANEIRO	887	CANAL DE SÃO FRANCISCO	-22,870	-43,730	Não	não	0
	59323000	CHAPERO	DNOS	ITAGUAÍ	23,6	CANAL DE SANTO INÁCIO	-22,821	-43,771	Não	não	0
	59325012	SANTA CANDIDA 2	INEA	ITAGUAÍ	52,4	RIO ARAPUCAIA (MAZOMBA)	-22,850	-43,820	Sim	não	0
	59325000	SÍTIO PERCÍLIO	INEA	ITAGUAÍ	7,2	RIO ARAPUCAIA (MAZOMBA)	-22,872	-43,909	Não	não	0
	59325010	SANTA CANDIDA	INEA	ITAGUAÍ	52,4	RIO ARAPUCAIA (MAZOMBA)	-22,850	-43,820	Não	não	0
10	59317000	PONTE WASHINGTON LUIZ	DNOS	RIO DE JANEIRO	76,6	RIO GUANDÚ-MIRIM	-22,859	-43,601	Não	não	0
	59319000	BARRAGEM	DNOS	RIO DE JANEIRO	100	RIO GUANDÚ	-22,886	-43,690	Não	não	0
	59305112	AVENIDA BRASIL	INEA	RIO DE JANEIRO	32,2	RIO CAMPINHO	-22,861	-43,628	Não	não	2
12	59305108	ESTRADA DO MATO ALTO	INEA	RIO DE JANEIRO	60,6	RIO CABUÇU	-22,947	-43,574	Não	não	2

* Classificação quanto à disponibilidade de dados: 0 (sem dados), 1 (séries alteradas ou inconsistentes), 2 (séries naturais).

ANEXO II – Lista dos postos pluviométricos da RH II

Quadro 1 – Lista dos postos pluviométricos da RH II

UHP	Cód. mapa	Código	Nome	Resp.	Município	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Dispo, dados desde 1941 (%)
1	1	2243203	PIRAÍ	ANA	PIRAÍ	-22,633	-43,900	Não	não	12,8
	2	2244040	LÍDICE	ANA	RIO CLARO	-22,832	-44,199	Não	não	59,1
	3	2244078	LÍDICE	ANA	RIO CLARO	-22,850	-44,200	Não	não	26,7
	4	2244082	PASSO TRÊS	DNOS	PIRAÍ	-22,683	-44,000	Não	não	0,0
	5	2243228	FAZENDA BELA VISTA	LIGHT	PIRAÍ	-22,636	-43,938	Não	não	9,8
	6	2243217	LAMBARI	LIGHT	PIRAÍ	-22,650	-43,915	Não	não	16,5
	7	2244132	BUGIO	LIGHT	RIO CLARO	-22,731	-44,029	Não	não	9,7
	8	2244097	VARGEM (RALO COLETOR)	LIGHT	RIO CLARO	-22,773	-44,090	Sim	sim	95,2
	9	2244099	LÍDICE	LIGHT	RIO CLARO	-22,833	-44,194	Sim	sim	81,0
	10	2244103	BARRAGEM DE TOCOS	LIGHT	RIO CLARO	-22,749	-44,125	Sim	sim	47,3
	11	2244107	PASSA TRÊS	LIGHT	RIO CLARO	-22,692	-44,007	Sim	sim	24,0
	12	2244165	PCH BRAÇO JUSANTE	RIO DO BRAÇO	RIO CLARO	-22,780	-44,230	Sim	sim	0,0
	13	2244196	UHE NILO PEÇANHA RIO DO BRAÇO	LIGHT	RIO CLARO	-22,780	-44,190	Sim	sim	0,0
	14	2243265	FAZENDA NOVA ESPERANÇA	LIGHT	PIRAÍ	-22,663	-43,957	Sim	sim	16,0
2	15	2243018	FAZENDA SANTANA	ANA	PIRAÍ	-22,533	-43,817	Não	não	24,1
	16	2243229	SANTANÉSIA	ANA	PIRAÍ	-22,533	-43,817	Não	não	14,8
	17	2243165	PIRAÍ	INMET	PIRAÍ	-22,633	-43,883	Não	não	29,8
	18	2243133	MENDES	INMET	MENDES	-22,533	-43,717	Não	não	0,0
	19	2243227	BARRAGEM DE SANTANA	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	-22,532	-43,818	Não	não	5,0
	20	2243216	USINA ELEVATÓRIA DE VIGÁRIO	LIGHT	PIRAÍ	-22,629	-43,896	Sim	sim	86,1
	21	2243263	BARRAGEM DE SANTANA	LIGHT	BARRA DO PIRAÍ	-22,531	-43,819	Sim	sim	13,4
	22	2243264	MORSING	LIGHT	MENDES	-22,538	-43,777	Sim	sim	13,3
	23	2243266	CANAL DE VIGÁRIO	LIGHT	PIRAÍ	-22,683	-43,873	Sim	sim	17,3
	24	2243383	MENDES_CIEP 288	CEMADEN	MENDES	-22,530	-43,730	Sim	sim	0,0
	25	2343003	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	DNOS	ENG, PAULO DE FRONTIN	-22,550	-43,733	Não	não	0,0

UHP	Cód. mapa	Código	Nome	Resp.	Município	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Dispo, dados desde 1941 (%)
3	26	2243256	BARRA	LIGHT	RIO CLARO	-22,773	-43,958	Não	não	0,0
	27	2244113	BARRA (LAJES)	LIGHT	RIO CLARO	-22,773	-43,958	Não	não	17,3
	28	2243257	RIO DAS PEDRAS	LIGHT	RIO CLARO	-22,796	-43,937	Não	não	0,0
	29	2244151	ROSÁRIO	LIGHT	RIO CLARO	-22,791	-44,049	Não	não	0,0
	30	2244134	ROSÁRIO (PORTAL)	LIGHT	RIO CLARO	-22,791	-44,049	Não	não	3,3
	31	2244094	SÃO JOÃO MARCOS	INMET	RIO CLARO	-22,817	-44,017	Não	não	0,0
	32	2243220	RIO DAS PEDRAS (LAJES)	LIGHT	RIO CLARO	-22,796	-43,937	Não	não	17,2
	33	2244098	FAZENDA LAPA	LIGHT	MANGARATIBA	-22,852	-43,995	Não	não	70,3
4	34	2243209	FAZENDA SANTA ROSA	LIGHT	PIRAÍ	-22,687	-43,873	Não	não	62,0
	35	2243218	PONTE COBERTA	LIGHT	PIRAÍ	-22,686	-43,822	Não	não	7,2
	36	2243333	PARACAMBI	INEA	PARACAMBI	-22,610	-43,711	Sim	sim	0,0
	37	2243044	FAZENDA CAXIAS - ESTRADA RIO S,PAULO	DNOS	ITAGUAÍ	-22,750	-43,783	Não	não	0,0
	38	2243051	MONUMENTO RODOV - ESTRADA RIO-SP	DNOS	PIRAÍ	-22,717	-43,850	Não	não	0,0
	39	2243055	PARACAMBI (EX-TAIRETA)	DNOS	PARACAMBI	-22,617	-43,717	Não	não	0,0
	40	2243248	PAULO DE FRONTIN	DNOS	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	-22,550	-43,700	Não	não	0,0
	41	2243207	IPÉ	LIGHT	PIRAÍ	-22,696	-43,872	Não	não	60,2
	42	2243211	BARRAGEM DE LAJES	LIGHT	PIRAÍ	-22,701	-43,878	Não	não	50,0
	43	2243223	BARRAGEM DE SALTO	LIGHT	PIRAÍ	-22,700	-43,879	Não	não	4,6
	44	2243506	PCH PARACAMBI BARRAMENTO	LIGHTGER	PARACAMBI	-22,670	-43,760	Sim	sim	0,0
	45	2243219	BARRAGEM DE LAJES	LIGHT	PIRAÍ	-22,701	-43,878	Sim	sim	26,8
	46	2243267	UHE PEREIRA PASSOS	LIGHT	PIRAÍ	-22,686	-43,822	Sim	sim	17,3
	47	2243414	PARACAMBI_Escola Municipal Dr, Carlos Nabuco	CEMADEN	PARACAMBI	-22,600	-43,710	Sim	sim	0,0
5	48	2243054	CONRADO (EX-PÃES LEME)	DNOS	MIGUEL PEREIRA	-22,533	-43,567	Não	não	0,0
	49	2243366	JAPERI_Estrada Ary Schivo	CEMADEN	JAPERI	-22,640	-43,650	Sim	sim	0,0

UHP	Cód. mapa	Código	Nome	Resp.	Município	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Dispo, dados desde 1941 (%)
6	50	2243052	QUEIMADOS (FAZ WEINSCHENK)	DNOS	NOVA IGUAÇU	-22,717	-43,567	Não	não	18,7
	51	2243163	SÃO PEDRO DA ALDEIA	INMET	NOVA IGUAÇU	-22,633	-43,550	Não	não	13,2
	52	2243367	JAPERI_Centro	CEMADEN	JAPERI	-22,680	-43,610	Sim	sim	0,0
	53	2243368	JAPERI_Parque Gandu	CEMADEN	JAPERI	-22,690	-43,630	Sim	sim	0,0
	54	2243369	JAPERI_E,M Teofilo Cunha	CEMADEN	JAPERI	-22,650	-43,600	Sim	sim	0,0
	55	2243409	NOVA IGUAÇU_Palhada	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	-22,770	-43,520	Sim	sim	0,0
	56	2243411	NOVA IGUAÇU_EMEI Olga Celestina Gilbert Almeida	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	-22,720	-43,520	Sim	sim	0,0
	57	2243444	QUEIMADOS_Estrada Rio do Ouro	CEMADEN	QUEIMADOS	-22,700	-43,560	Sim	sim	0,0
	58	2243445	QUEIMADOS_Jardim da Fonte	CEMADEN	QUEIMADOS	-22,710	-43,580	Sim	sim	0,0
	59	2243446	QUEIMADOS_Santa Catarina	CEMADEN	QUEIMADOS	-22,720	-43,560	Sim	sim	0,0
	60	2243447	QUEIMADOS_E M DR FRANCISCO MANOEL BRANDAO	CEMADEN	QUEIMADOS	-22,690	-43,580	Sim	sim	0,0
	61	2243448	QUEIMADOS_E M JOSÉ ANASTACIO RODRIGUES	CEMADEN	QUEIMADOS	-22,750	-43,630	Sim	sim	0,0
7	62	2243020	PONTE DO GUANDU	ANA	ITAGUAÍ	-22,817	-43,633	Não	não	5,9
	63	2243335	GUANDU SEROPÉDICA	INEA	SEROPÉDICA	-22,814	-43,626	Sim	sim	0,0
	64	2243495	SEROPEDICA_Dom Bosco	CEMADEN	SEROPÉDICA	-22,810	-43,640	Sim	sim	0,0
	65	2243498	SEROPEDICA_E,M, COLETIVO SANTA ALICE	CEMADEN	SEROPÉDICA	-22,710	-43,650	Sim	sim	0,0
8	66	2243045	BARRAGEM GUANDU-AÇU	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,883	-43,717	Não	não	0,0
	67	2243458	RIO DE JANEIRO_Posto de Saúde - Catta Preta	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	-22,890	-43,720	Sim	sim	0,0
9	68	2243043	ITAGUAI	DNOS	ITAGUAÍ	-22,867	-43,767	Não	não	21,1
	69	2243161	SANTA CANDIDA 2	INEA	ITAGUAÍ	-22,847	-43,821	Não	não	0,0
	70	2243138	OBSERVATÓRIO (KM 47)	INMET	ITAGUAÍ	-22,767	-43,683	Não	não	4,9
	71	2243234	MAZOMBA	INEA	ITAGUAÍ	-22,862	-43,884	Não	não	0,0
	72	2243186	ECOLOGIA AGRIC, (KM 47)	INMET	ITAGUAÍ	-22,767	-43,683	Sim	sim	39,0
	73	2243496	SEROPEDICA_Santa Sofia	CEMADEN	SEROPÉDICA	-22,720	-43,730	Sim	sim	0,0
	74	2243497	SEROPEDICA_Centro	CEMADEN	SEROPÉDICA	-22,750	-43,700	Sim	sim	0,0
	75	2243363	ITAGUAÍ_CIEP 497 - Prof, Silvia Tupinambá	CEMADEN	ITAGUAÍ	-22,870	-43,750	Sim	sim	0,0

UHP	Cód. mapa	Código	Nome	Resp.	Município	Lat.	Long.	Em operação	Telemetria	Dispo, dados desde 1941 (%)
	76	2243364	ITAGUAÍ_E,E,M FAZENDA SANTA CANDIDA	CEMADEN	ITAGUAÍ	-22,850	-43,820	Sim	sim	0,0
	77	2243365	ITAGUAÍ_Administração Regional da Ilha da Madeira	CEMADEN	ITAGUAÍ	-22,920	-43,850	Sim	sim	0,0
10	78	2243031	VITORINO (SANTA CRUZ)	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,917	-43,667	Não	não	0,0
	79	2243035	SÍTIO PARAÍSO (CAMPO GRANDE)	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,833	-43,583	Não	não	0,0
	80	2243244	SANTA CRUZ	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,933	-43,667	Não	não	0,0
	81	2243062	RIO DE JANEIRO (STA CRUZ - SBSC)	DEPV	RIO DE JANEIRO	-22,917	-43,717	Sim	não	0,0
	82	2243139	CAMPO GRANDE	INMET	RIO DE JANEIRO	-22,900	-43,567	Não	não	0,0
	83	2243180	SANTA CRUZ	INMET	RIO DE JANEIRO	-22,917	-43,667	Sim	não	13,9
	84	2243091	SANTA CRUZ - 8DR	INEA	RIO DE JANEIRO	-22,920	-43,688	Não	não	21,9
	85	2243097	MENDANHA - 6DR	INEA	RIO DE JANEIRO	-22,862	-43,543	Sim	não	32,1
	86	2243473	RIO DE JANEIRO_Defesa Civil Santa Cruz	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	-22,890	-43,680	Sim	sim	0,0
	87	2243407	NOVA IGUAÇU_Jardim Guandu	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	-22,830	-43,610	Sim	sim	0,0
	88	2243408	NOVA IGUAÇU_Paraiso	CEMADEN	NOVA IGUAÇU	-22,810	-43,590	Sim	sim	0,0
11	89	2244081	INGAIBA (FAZENDA BATATAL)	DNOS	MANGARATIBA	-22,933	-44,083	Não	não	16,5
	90	2244083	MANGARATIBA (FAZ, VITOR BREVES)	DNOS	MANGARATIBA	-22,933	-44,033	Não	não	15,5
	91	2243250	COROA GRANDE	ANA	ITAGUAÍ	-22,900	-43,866	Sim	não	35,4
	92	2244148	IBICUÍ	ANA	MANGARATIBA	-22,961	-44,031	Sim	não	35,3
	93	2243243	RUBIÃO	LIGHT	MANGARATIBA	-22,896	-43,975	Não	não	0,0
	94	2243381	MANGARATIBA_Muriqui	CEMADEN	MANGARATIBA	-22,920	-43,950	Sim	sim	0,0
12	95	2243032	MATO ALTO	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,967	-43,583	Não	não	12,1
	96	2243036	CAMPO GRANDE	DNOS	RIO DE JANEIRO	-22,900	-43,550	Não	não	0,9
	97	2243089	CAMPO GRANDE - 7DR	INEA	RIO DE JANEIRO	-22,918	-43,545	Sim	não	39,7
	98	2243102	BATALHA	INEA	RIO DE JANEIRO	-22,931	-43,508	Não	não	12,0
	99	2243457	RIO DE JANEIRO_Escola Mun, Tatiana Chagas Memória	CEMADEN	RIO DE JANEIRO	-22,960	-43,610	Sim	sim	0,0
13	100	2343008	MARAMBAIA	INEA	RIO DE JANEIRO	-23,054	-43,577	Não	não	21,2
	101	2343012	MARAMBAIA	INMET	RIO DE JANEIRO	-23,050	-43,600	Sim	sim	15,2

ANEXO III – Memória de cálculo da regionalização das vazões médias

- Dados de entrada:

Quadro 1 - Dados de entrada

Código	Posto	Q_{mlt}	Area (km²)	Prec. (m)
58335000	Lídice	4,53407	108	1,752
58338000	Fazenda Santana	8,19225	134	1,741
59305108	Est. Do Mato Alto	1,01188	60	1,313
59305112	Avenida Brasil	0,93655	32	1,272
58270000	Glicério	8,79963	407	1,676
58405000	Pedro do Rio	10,89714	420	1,577
58610000	Estevão Pinto	14,45000	783	1,310
58420000	Faz. Sobradinho	16,37000	715	1,628
58425000	Moreli	18,94000	930	1,563

- Modelo de regressão: potencial

$$Qm = \beta_0 A^{\beta_1} P^{\beta_2}$$

- Transformação logarítmica:

$$\ln Q = \ln \beta_0 + \beta_1 . \ln A + \beta_2 . \ln P$$

Quadro 2 - Transformação logarítmica e variável auxiliar

[Y]	[X]		
ln Q	Var. aux	ln A	ln P
1,5116	1	4,6821	0,5613
2,1032	1	4,8978	0,5546
0,0118	1	4,0943	0,2727
-0,0656	1	3,4657	0,2410
2,1747	1	6,0088	0,5165
2,3885	1	6,0403	0,4555
2,6707	1	6,6631	0,2705
2,7955	1	6,5723	0,4876
2,9413	1	6,8352	0,4472

- Resultados:

Quadro 3 - Estatísticas da regressão

R múltiplo	0,9940
R-Quadrado	0,9880
R-quadrado ajustado	0,8174
Erro padrão	0,2851
Observações	9

Quadro 4 - Análises de significância utilizando tabela ANOVA

	gl	***SQ***	***MQ***	***F***	***F de significação***
Regressão	3	40,2577	13,4192	165,0858	2,027 E-05
Resíduo	6	0,4877	0,0813		
Total	9	40,7454			

Quadro 5 - Valores dos coeficientes

	Coef.	***Erro padrão***	***Stat t***	***valor-P***	***95% inf.***	***95% sup.***
β_0	-3,569	0,505	-7,063	0,0004	-4,806	-2,333
β_1	0,798	0,086	9,225	0,0001	0,586	1,009
β_2	2,460	0,830	2,964	0,0251	0,429	4,491

- Equação final:

$$\beta_0{}' = e^{\beta_0} = 0{,}028$$

$$Qm = 0{,}028\, A^{0{,}798} P^{2{,}460}$$

ANEXO IV – Memória de Cálculo da Regionalização das vazões mínimas $Q_{7,10}$

Quadro 1 - Vazões mínimas anuais de 7 dias consecutivos por posto fluviométrico

Ano	58335000	58338000	59305108	59305112	58270000	58405000	58610000
1952	1,5114	1,9860					
1953	1,2800	1,8643					
1954	1,5757	2,1000					
1955	1,0986	0,8571					
1956	1,8171	1,7786					
1957							5,91
1958						3,05	5,58
1959	1,2600	3,0891				3,05	3,65
1960	1,7600	2,4724				2,92	5,91
1961	1,3729	2,8059				2,82	6,66
1962	1,7900					3,05	7,5
1963	0,6814					1,9	4,1
1964						2,55	5,19
1965	2,0443					3,36	9,14
1966						4,36	6,73
1967					4,18	3,41	5,34
1968	1,5043				3,59	3,82	5,69
1969	1,2114				3,48	3,01	5,55
1970	0,9980			0,2919	3,23	2,59	4,7
1971	1,3357			0,1772	3,45	2,72	3,37
1972	0,8707				5,64	2,17	7,22
1973	1,6186			0,3535	3,11	2,96	6,8
1974	1,3900			0,3827	2,5	2,44	6,42
1975	1,0000			0,2796	8,38	3,19	4,86
1976	2,1400		0,2531	0,2969		2,47	5,9
1977	0,9857		0,2135	0,2510		3,7	4,44
1978	0,6286		0,1691	0,1472		2,41	6,6
1979	1,8954		0,1975			3,8	6,64
1980	1,7566		0,3749			3,22	6,85
1981	1,2409		0,4333		3,91	2,42	5,28
1982	1,7874		0,5064		3,1	3,57	7,7
1983	1,8646		0,5478		6,59	5,13	13,4
1984	1,1638		0,5115		4,28	1,07	6,09
1985	1,5406		0,6146		4,38	1,56	8,11
1986	1,9263		0,2598		3,83	1,1	3,8
1987	2,1731				5,12	3,96	4,57
1988	2,0034				4,46	4,1	6,64
1989	2,6566				4,85	3,96	5,55
1990	1,8800				3,23	4,11	3,2
1991					4,42	3,91	6,24
1992					3,55	3,35	7,85

Ano	58335000	58338000	59305108	59305112	58270000	58405000	58610000
1993					3,67	3,26	5,42
1994	1,6023				2,29	3,49	7,28
1995	1,7720				3,04	3,39	4,86
1996	4,5243				4,58	2,85	7,56
1997					3,28	3,36	6,42
1998					2,7	3,86	3,91
1999					1,61	3,73	4,77
2000					3,28	5,03	5,29
2001					0,227	4,21	3,21
2002					2,25	3,72	2,83
2003					3,04	4,3	5,32
2004					3,19	4,21	7,76
2005					2,54	4,55	7,61

Quadro 2 - Dados de entrada

Código	Posto	Qmin* (m³/s)	Área (km²)	Prec. Anual	Prec. Anual (m)
58335000	Lídice	1,4840	108	1753	1,753
58338000	Fazenda Santana	2,0525	134	1741	1,741
59305108	Est. Do Mato Alto	0,3625	60	1314	1,314
59305112	Avenida Brasil	0,2770	32	1273	1,273
58270000	Glicério	3,6758	407	1676	1,676
58405000	Pedro do Rio	3,2922	420	1577	1,577
58610000	Estevão Pinto	6,0082	783	1311	1,311

* Valor médio dos valores do quadro anterior

- Modelo de regressão: potencial

$$Qm = \beta_0 A^{\beta_1} P^{\beta_2}$$

- Transformação logarítmica:

$$\ln Q = \ln \beta_0 + \beta_1, \ln A + \beta_2, \ln P$$

Quadro 3 - Transformação logarítmica e variável auxiliar

[Y]	[X]		
ln Q	Var, aux,	ln A	ln P
0,3948	1	4,6821	0,5613
0,7191	1	4,8978	0,5546
-1,0148	1	4,0943	0,2727
-1,2838	1	3,4657	0,2410
1,3018	1	6,0088	0,5165
1,1916	1	6,0403	0,4555

1,7931	1	6,6631	0,2705

- Resultados

Quadro 4 - Resultados da regressão

R múltiplo	0,9884
R-Quadrado	0,9770
R-quadrado ajustado	0,7155
Erro padrão	0,2359
Observações	7

Quadro 5 - Análises de significância utilizando tabela ANOVA

	gl	***SQ***	***MQ***	***F***	***F de significação***
Regressão	3	9,4580	3,1527	56,6393	0,0039
Resíduo	4	0,2226	0,0557		
Total	7	9,6806			

Quadro 6 - Valores dos coeficientes

	Coeficientes	***Erro padrão***	***Stat t***	***valor-P***	***95% inf.***	***95% sup.***
β_0	-5,115	0,470	-10,738	0,000	-6,346	-3,739
β_1	0,927	0,086	10,694	0,000	0,679	1,155
β_2	1,976	0,691	2,786	0,050	0,007	3,841

- Equação final:

$$\beta_0{}' = e^{\beta_0} = 0{,}006$$

$$Q_{7,10} = \left(0{,}006\ {A_d}^{0{,}927} {P_m}^{1{,}976}\right), 0{,}6064^{*}$$

* termo adimensional da curva de frequência para período de retorno de 10 anos:

ANEXO V – Cadastro de Cobrança da RH II

Razão Social	Matrícula Inea	Cód. CNARH	Finalidade	Cota 2016	Outorga Nº	Lat	Long
Petróleo Brasileiro S/A - Refinaria Duque de Caxias - RH II BS	BS-0007	330005042500,00	Indústria	R$342.413,75	IN030900	-22,81	-43,63
MANUFATURA ZONA OESTE	BB-0033	330005046255,00	Indústria	R$59,73		-22,92	-43,65
ThyssenKrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico	BS-0050	330005046336,00	Indústria	R$563.587,25	IN036343	-22,91	-43,73
NUCLEBRAS EQUIPAMENTOS PESADOS S/A	BB-0034	330005046417,00	Indústria	R$1.991,15	IN018648	-22,89	-43,83
PRIMUS PROCESSAMENTO DE TUBOS SA - PROTUBO	BB-0035	330005046760,00	Indústria	R$27,40	IN001951	-22,9	-43,58
SOCIEDADE MICHELIN DE PARTICIPAÇÕES IND E COM LTDA - Rio de Janeiro	BB-0024	330005047065,00	Indústria	R$348,47	IN022807	-22,95	-43,57
SOCIEDADE MARMIFERA BRASILEIRA LTDA	BB-0044	330005047146,00	Indústria	R$100,05	IN001556	-22,88	43,624
VALESUL ALUMÍNIO SA	BB-0038	330005047308,00	Indústria	R$9.344,13	PORTARIA SERLA 660	-22,5	-43,81
VESUVIUS REFRATÁRIOS LTDA	BB-0052	330005047499,00	Indústria	R$890,01	IN027237	-22,88	-43,62
Santa Cruz Melting	BB-0037	330005048460,00	Indústria	R$129,41		-22,92	-43,65
PETROFLEX INDUSTRIA E COMERCIO S/A (LANXESS) - RH II BS	BS-0010	330005049009,00	Indústria	R$45.248,62	PORTARIA SERLA 495	-22,81	-43,63
Fábrica Carioca de Catalisadores S/A	BS-0002	330005049351,00	Indústria	R$15.224,88	PORTARIA SERLA 341	-22,89	-43,73
Braskem S.A.(ex-Rio Polímeros)- RH II BS	BS-0017	330005049513,00	Indústria	R$146.957,76	IN030826	-22,81	-43,64
CONSTRUTORA METROPOLITANA S/A	BB-0045	330005049866,00	Indústria	R$12,27		-22,85	-43,56
DANCOR S.A. INDÚSTRIA MECÂNICA	BB-0027	330005050015,00	Indústria	R$42,24		-22,88	-43,62
EDURIC COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CIMENTO LTDA	BB-0110	330005050287,00	Indústria	R$142,76		-22,73	-43,54
Akzo Nobel Pulp and Performance Química Ltda	BB-0128	330005050449,00	Indústria	R$587,52	IN024846	-22,88	-43,73
Gerdau Aços Longos S/A	BS-0009	330005050872,00	Indústria	R$88.125,60	DECRETO 27800	-22,91	-43,75
Duratex S.A.	BB-0109	330005051330,00	Indústria	R$4.654,72	IN031845	-22,75	-43,62
INDUSTRIAS QUIMICAS CUBATÃO LTDA	BB-0031	330005051500,00	Indústria	R$168,92		-22,86	-43,57
Companhia de Bebidas das Américas	BS-0001	330005061998,00	Indústria	R$94.229,80	IN024264	-22,8	-43,63
KNAUF DO BRASIL LIMITADA	BB-0078	330005088845,00	Indústria	R$3.241,24	IN003232	-22,73	-43,63
INPAL S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS	BB-0032	330005089221,00	Indústria	R$311,91	IN003526	-22,82	-43,56
CLORAL INDUSTRIA DE PRODUTOS QUIMICOS LTDA	BB-0016	330005093920,00	Indústria	R$819,84		-22,86	-43,57
BRAFER CONSTRUÇÕES METÁLICAS S/A.	BB-0082	330005196656,00	Indústria	R$152,06	IN035601	-22,87	-43,61
NAVI INDUSTRIA E COMERCIO DE BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA	BB-0020	330005198519,00	Indústria	R$961,70	IN027727	-22,91	-43,52

Razão Social	Matrícula Inea	Cód. CNARH	Finalidade	Cota 2016	Outorga Nº	Lat	Long
JULIVAN INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BEBIDAS LTDA	BB-0132	330005198519,00	Indústria	R$961,70	IN027727	-22,91	-43,52
ACARITA ARTEFATOS DE CIMENTO ARMADO SANTA RITA LTDA.	BB-0077	330005202303,00	Indústria	R$433,68	IN016682	-22,95	-43,65
JOLIMODE ROUPAS S/A	BS-0006	330005204268,00	Indústria	R$1.471,47	IN029477	-22,74	-43,55
Linde Gases Ltda - Santa Cruz	BS-0024	330005207879,00	Indústria	R$24.513,40	PORTARIAS SERLA	-22,91	-43,76
Quaker Chemical Ind. Com. Ltda	BB-0057	330005306427,00	Indústria	R$68,21	54	-22,86	-43,55
Reginaves Industria e Comercio de Aves Ltda - Engo Paulo de Frontin	BB-0072	330005697787,00	Indústria	R$0,00	IN016393	-22,5	-43,83
Topmix Engenharia e Tecnologia de Concreto S/A - Seropédica	BB-0066	330005716595,00	Indústria	R$217,95	IN002468	-22,67	-43,69
LIARTE METALQUÍMICA LTDA.	BB-0098	330005730822,00	Indústria	R$76,48	IN019012	-22,88	-43,73
Topmix Engenharia e Tecnologia de Concreto S/A - Campo Grande	BB-0096	330005797579,00	Indústria	R$1.210,17	IN018649	-22,86	-43,55
Rio Mix Industria e Comercio de Bebidas Ltda.	BB-0063	330005823677,00	Indústria	R$713,69	IN001898	-22,86	43,542
Mahle Hirschvogel Forjas	BB-0071	330005932964,00	Indústria	R$74,36	IN002465	-22,73	-43,55
Sabor Total Produtos Naturais Ltda	BB-0092	330006010432,00	Indústria	R$107,74	IN018004	-22,63	-43,71
CASSOL PRE FABRICADOS LTDA	BB-0125	330006014691,00	Indústria	R$619,73	IN017943	-22,82	-43,68
CASA GRANADO LABORÁTORIOS FARMÁCIAS E DROGARIAS S/A.	BB-0095	330006181598,00	Indústria	R$233,63	IN018647	-22,69	-43,63
Morganite Brasil Ltda	BB-0136	330008409863,00	Indústria	R$31,40	IN029536	-22,88	-43,75
VOTORANTIM CIMENTOS S.A. Seropédica	BS-0051	330008695343,00	Indústria	R$1.065,25	IN030744	-22,66	-43,66
JARDIM DAS ACÁCIAS MINERAÇÃO LTDA-ME	BB-0140	330009073478,00	Indústria	R$399,55	IN032094	-22,8	-43,63
CONCRETO SANTA LUZIA LTDA	BB-0143	330009234234,00	Indústria	R$4.520,16	IN032977	-22,79	-43,79
SERGIO ZELINO COELHO MOITINHO	BS-0023	330005065632,00	Irrigação	R$40,31	PORTARIA SERLA	-22,86	-43,68
Paulo Flávio Ferreira Filho	BB-0075	330005722560,00	Irrigação	R$53,86	IN002741	-22,97	-43,57
ENGELIDER CONSTRUTORA E MINERADORA LTDA	BS-0022	330005069468,00	Mineração	R$0,00	IN022030	-22,81	-43,64
Pedreira Sepetiba Ltda	BB-0065	330005826269,00	Mineração	R$886,51	IN001853	-22,92	-43,83
MINERAÇÃO SANTA LUZIA DE ITAGUAÍ LTDA	BB-0080	330005948968,00	Mineração	R$3.062,88	IN017186	-22,78	-43,79
Jardim das Acácias Mineração LTDA	BB-0091	330006030115,00	Mineração	R$63,36	IN017907	-22,8	-43,63
VALLE SUL TERRAPLENAGEM LTDA	BB-0144	330009105183,00	Mineração	R$87,33	IN033251	-22,84	-43,86
Companhia Vale do Rio Doce	BB-0015	330005045798,00	Outro	R$28.038,53	PORTARIA SERLA 393	-22,93	-43,99

Razão Social	Matrícula Inea	Cód. CNARH	Finalidade	Cota 2016	Outorga Nº	Lat	Long
VIFRIO ARMAZENS GERAIS FRIGORIFICOS LTDA.	BB-0081	330005047570,00	Outro	R$287,32	IN002464	-22,75	-43,62
Arfrio SA Armazens Gerais Frigoríficos	BB-0108	330005048975,00	Outro	R$27,74	IN019126	-22,75	-43,62
Auto Posto 500 Tingui LTDA	BB-0026	330005049190,00	Outro	R$351,36		-22,89	-43,57
Condomínio do Loteamento Sítio Bom	BB-0053	330005049602,00	Outro	R$2.649,02	PORTARIA SERLA 611	-22,98	-44,09
Petrobras Transporte S/A - TECAM - RH II BS	BS-0018	330005050104,00	Outro	R$157,68		-22,81	-43,63
Centro de Recreação Paradiso S.A.	BB-0119	330005051259,00	Outro	R$935,22	IN022036	-22,76	-43,57
Resort Portobello Ltda	BB-0014	330005052492,00	Outro	R$1.120,09	PORTARIA SERLA 332	-22,93	-44,07
Lojas Citycol S.A	BB-0055	330005063265,00	Outro	R$1.263,78	50	-22,74	-43,62
Salutran Serviço de Auto Transporte Ltda	BB-0111	330005071870,00	Outro	R$60,15	PORTARIA SERLA 704	-22,74	-43,46
Gremio Recreativo Estudantil Antonio Roberto da Motta Moreira Gramm	BB-0056	330005083703,00	Outro	R$16,13	12	-22,9	-43,55
Companhia de Desenvolvimento do Sahy	BB-0060	330005088411,00	Outro	R$2.825,47	IN001671	-22,92	-43,99
COROA GRANDE SERV PORTUARIOS	BB-0013	330005088500,00	Outro	R$767,40	IN034756	-22,89	-43,85
Auto Posto Santa Rita do Oeste Ltda	BB-0054	330005095540,00	Outro	R$40,85		-22,91	-43,61
Petrobras Transporte S/A - ESJAP	BB-0047	330005097755,00	Outro	R$300,83	IN001737	-22,64	-43,61
MRS LOGISTICA S/A	BB-0121	330005112819,00	Outro	R$250,24	IN022191	-22,88	-43,82
CONDOMINIO PORTO REAL RESORT	BB-0022	330005241201,00	Outro	R$281,09	PORTARIA SERLA 622	-23,03	-44,14
ASSOCIACAO DA RES.ECO. DO SAHY	BB-0059	330005270724,00	Outro	R$1.806,05	IN001424	-22,92	-43,99
HAZ SOLUÇÕES AMBIENTAIS S.A.	BB-0127	330005282145,00	Outro	R$693,25	IN024550	-22,89	-43,73
Lojas Americanas Ltda	BB-0058	330005293775,00	Outro	R$84,10	35	-22,74	-43,53
AUTO VIAÇÃO JABOUR LTDA.	BB-0079	330005321493,00	Outro	R$214,49	IN000008	-22,89	-43,53
JPI - Holding e Participacoes LTDA	BB-0062	330005704902,00	Outro	R$20,02	IN003230	-22,87	-43,74
Incopre - Indústria e Comércio S.A.	BB-0100	330005727600,00	Outro	R$11,68	IN018104	-22,72	-43,64
Brascan SPE RJ 5 S.A.	BB-0147	330005729492,00	Outro	R$5.694,91	IN034980	-22,91	-43,99
UPS Administração de Bens e Participações Ltda.	BB-0064	330005729735,00	Outro	R$200,27	IN002792	-22,9	-43,18
Supermix Concreto S/A - Campo Grande	BB-0070	330005789711,00	Outro	R$114,19	IN015775	-22,85	-43,57
FLAPA MINERAÇÃO E INCORPORAÇÕES LTDA	BB-0069	330005797498,00	Outro	R$230,63	IN015859	-22,67	-43,69
Associação dos Proclamadores do Reino.	BB-0085	330005805261,00	Outro	R$241,98	IN017627	-22,88	-43,64
SH FORMAS ANDAIMES E ESCORAMENTOS LTDA	BB-0076	330005806748,00	Outro	R$87,84	IN016759	-22,86	-43,59
C.A.A. Costa Indústria de Gelo EPP	BB-0084	330005916098,00	Outro	R$39,53	IN017046	-22,91	-43,67
ESTÂNCIA TURÍSTICA JONOSAKE LTDA.	BB-0083	330005938067,00	Outro	R$275,80	IN017084	-22,84	-43,83

Razão Social	Matrícula Inea	Cód. CNARH	Finalidade	Cota 2016	Outorga Nº	Lat	Long
POSTO DE GASOLINA PORTELA DOIS LTDA	BB-0093	330005991200,00	Outro	R$29,86	IN018288	-22,91	-43,69
Don Zelittu´s Restaurante LTDA.	BB-0105	330006012567,00	Outro	R$500,68	IN017942	-22,87	-43,8
UNIFRETE TRANSPORTES DE TURISMO E FRETAMENTO LTDA.	BB-0107	330006386998,00	Outro	R$179,71	IN019006	-22,94	-43,67
ABOLIÇÃO CAMINHÕES E ÔNIBUS LTDA.	BB-0106	330006405020,00	Outro	R$61,89	IN018908	-22,85	-43,77
Construtora Norberto Odebrecht S/A - Itaguaí	BB-0097	330006406000,00	Outro	R$1.130,82	IN020548	-22,92	-43,84
SEST SERVIÇO SOCIAL DO TRANSPORTE	BB-0099	330006423869,00	Outro	R$76,14	IN019060	-22,92	-43,64
Sede Administrativa da MRS Logística	BB-0116	330006447296,00	Outro	R$479,39	IN021228	-22,48	-43,82
ASSOCIAÇÃO DE COMERCIANTES DA GALERIA AREIA BRANCA.	BB-0104	330006573402,00	Outro	R$42,77	IN019765	-22,93	-43,68
Hidracamp Irrigação e Equipamentos Agrícolas Ltda.	BB-0103	330006602879,00	Outro	R$25,76	IN020034	-22,86	-43,54
WORK SHORE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	BB-0102	330006605975,00	Outro	R$47,42	IN020194	-22,74	-43,62
TRANSMOTA COMÉRCIO TRANSPORTES E SERVIÇOS LTDA - Itaguaí	BB-0113	330006755438,00	Outro	R$2.922,34	IN031634	-22,85	-43,79
Club de Regatas Vasco da Gama	BB-0112	330006858598,00	Outro	R$394,39	IN020917	-22,82	-43,72
PLAZA DEL ART INCORPORADORA LTDA	BB-0115	330006888900,00	Outro	R$374,78	IN021198	-22,92	-43,55
Consórcio Arco do Rio - Japeri	BB-0117	330006909338,00	Outro	R$735,78	IN021552	-22,66	-43,61
Transmota - Transportes, Locações e Serviços LTDA - Seropédica	BB-0122	330006926267,00	Outro	R$22.721,18	IN032996	-22,84	-43,71
Procter & Gamble do Brasil S.A. - Seropédica	BB-0130	330007198770,00	Outro	R$246,84	IN027035/AVB002377	-22,69	-43,75
ASSOCIAÇÃO BÍBLICA FLUMINENSE	BB-0123	330007463198,00	Outro	R$148,68	in023392	-22,75	-43,56
DENGE ENGENHARIA E CONSULTORIA Ltda.	BB-0124	330007468904,00	Outro	R$37,53	IN023880	-22,86	-43,56
SERB - Saneamento e Energia Renovável do Brasil S.A.	BB-0126	330007636394,00	Outro	R$0,00	IN025874	-22,79	-43,76
Restaurante Visual Mineiro LTDA - ME	BB-0135	330007793490,00	Outro	R$66,58	IN026306	-22,88	-43,82
CASAS GUANABARA COMESTÍVEIS LTDA (PACIÊNCIA)	BB-0131	330008241580,00	Outro	R$272,65	IN027684	-22,92	-43,63
CASAS GUANABARA COMESTÍVEIS LTDA (CAMPO GRANDE)	BB-0134	330008245810,00	Outro	R$270,54	IN027774	-22,9	-43,56
Henamar Industria e Comércio de Tintas Ltda.	BB-0133	330008285609,00	Outro	R$234,24	IN027804	-22,74	-43,62
CURY CONSTRUTORA E INCORPORADORA S/A	BB-0137	330008792977,00	Outro	R$2.803,20	IN030665	-22,8	-43,57
CF I LOGISTICA LTDA	BB-0138	330008813486,00	Outro	R$767,96	IN030804	-22,69	-43,7
Prefeitura Municipal de Itaguaí	BB-0148	330008887250,00	Outro	R$87,59	IN0314133	-22,89	-43,81

Razão Social	Matrícula Inea	Cód. CNARH	Finalidade	Cota 2016	Outorga Nº	Lat	Long
CONSTRUTORA LYTORÂNEA	BB-0139	330008943428,00	Outro	R$906,21	IN031573	-22,86	-43,75
Rápido São Jorge Transporte de água e saneamento ltda-EPP	BB-0142	330009198688,00	Outro	R$517,83	IN032495	-22,98	-43,53
FOXWATER RJ SERVICOS E EQUIPAMENTOS AMBIENTAIS LTDA	BB-0141	330009224867,00	Outro	R$512,50	IN032859	-22,76	-43,65
FAVORITA TRANSPORTE DE ÁGUA LTDA - ME	BB-0145	330009443585,00	Outro	R$4.935,77	IN033585	-22,98	-43,53
Porto Sudeste do Brasil SA	BB-0146	330009516302,00	Outro	R$3.980,20	IN034654	-22,92	-43,83
Prefeitura Municipal de Itaguaí	BB-0149	330009570501,00	Outro	R$52,56	IN034817	-22,89	-43,81
Transportes Rio Vez Ltda-ME	BB-0150	330009619535,00	Outro	R$1.886,48	IN035111	-22,91	-43,52
Westville Promoção e Produção de Eventos Ltda.	BB-0151	330009622838,00	Outro	R$38,31	IN035329	-22,96	-43,65
SIND. DOS TRAB. EM EMP. TELEC. OP. SIST. TV POR ASS. TRANSM. DE DADOS E CORREIO ELETR. M. CEL .	BB-0152	330009748696,00	Outro	R$68,13	IN000062	-22,49	-43,47
CEDAE RIO CLARO	BB-0019	330005018049,00	Saneamento	R$8.590,44		-22,69	-44,01
CEDAE PIRAÍ	BB-0018	330005031819,00	Saneamento	R$60.034,77	PORTARIA SERLA 529	-22,7	-43,9
CEDAE GUANDU - RH IIBS	BS-0003	330005088098,00	Saneamento	R$12.372.281,74	IN031672	-22,81	-43,63
CEDAE ENG PAULO DE FRONTIN	BB-0017	330005096600,00	Saneamento	R$9.398,37		-22,49	-43,59
CEDAE MANGARATIBA - RH II	BB-0089	330006861548,00	Saneamento	R$58.630,60		-22,91	-43,9
CEDAE INTERM.ITINGUSSÚ - MANG/ITAGUAÍ	BB-0088	330006861629,00	Saneamento	R$41.930,26		-22,9	-43,89
CEDAE ITAGUAÍ	BB-0087	330006861971,00	Saneamento	R$41.752,79		-22,87	-43,9
CEDAE PARACAMBI	BB-0041	330006862943,00	Saneamento	R$11.992,22	PORTARIA SERLA 518	-22,58	-43,7
CEDAE LAJES	BS-0004	330006863400,00	Saneamento	R$1.481.284,93		-22,69	-43,86
CEDAE JAPERI	BB-0114	330007127244,00	Saneamento	R$4.867,09	IN028338	-22,63	-43,64
PETROLEO BRASILEIRO S.A. (Termorio)	BS-0019	330005042420,00	Termoelétrica	R$362.718,32	IN030708	-22,79	-43,63
SFE - SOCIEDADE FLUMINENSE DE ENERGIA LTDA.	BS-0008	330005046840,00	Termoelétrica	R$186.509,16	IN024936	-22,66	-43,66
Furnas Centrais Elétricas S/A	BS-0005	330005222916,00	Termoelétrica	R$4.882,53	PORTARIA SERLA 347	-22,91	-43,75

Fonte: INEA

ANEXO VI – Finalidade Uso conforme o INEA

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
ABASTECIMENTO PÚBLICO	ABASTECIMENTO PÚBLICO
	ABASTECIMENTO PÚBLICO (EXTRACAO PARA UNIDADE DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO)
	ABASTECIMENTO PÚBLICO (DISTRITOS PONTE COBERTA E KM 9)
	ABASTECIMENTO PUBLICO (ETA FABRICA BRASIL)
	ABASTECIMENTO PUBLICO (ETA PARACAMBI)
	ABASTECIMENTO PÚBLICO (MELHORIA E AMPLIAÇÃO)
	OUTROS
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO
AGROPECUÁRIA	Agrícola
	CRIAÇÃO DE ANIMAIS (DESSEDENTAÇÃO)
	Finalidade de uso em dessedentação de animais
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, DESSEDENTACAO ANIMAL, IRRIGACAO E LIMPEZA
	IRRIGACAO
	LAVAGEM EM GERAL E USO NOS BANHEIROS.
	OUTROS (LIMPEZA DO AVIARIO, DESSEDENTACAO DAS AVES E CONSUMO HUMANO)
	OUTROS (ABATE DE AVES E OUTROS PEQUENOS ANIMAIS)
	OUTROS (USO DOMESTICO, DESSEDENTACAO ANIMAL E REGAR PLANTAS)
	USO AGRÍCOLA
	USO AGRICOLA, OUTROS (LIMPEZA E REGA DE JARDINS) AGRICOLA (HORTA) E CRIACAO DE ANIMAIS
	USO DOMESTICO, DESSEDENTACAO, LIMPEZA DE ANIMAIS E REGAR PLANTAS
CONSUMO HUMANO	ABASTECIMENTO DE EMPREENDIMENTO IMOBILIARIO
	ABASTECIMENTO DE GUARITA
	ABASTECIMENTO HUMANO
	ABASTECIMENTO INTERNO E LIMPEZA DO ESCRITORIO
	ABASTECIMENTO PÚBLICO
	ABASTECIMENTO RESIDENCIAL, POIS NAO HA ABASTECIMENTO PUBLICO
	ABASTECIMENTO TOTAL DO EMPREENDIMENTO
	CAPTACAO DE AGUA PARA DISTRIBUICAO AOS LOTES O EMPREENDIMENTO
	CONSUMO E HIGIENE HUMANA
	CONSUMO E HIGIÊNE HUMANA
	CONSUMO E HIGIENE HUMANA
	Consumo e Higiene Humana e abastecimento de caminhões e maquinas pertencentes a obra do Arco Metropolitano
	CONSUMO E HIGIENE HUMANA E OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	Consumo e/ou Higiene humana
	CONSUMO HUMANO
	CONSUMO HUMANO E LIMPEZA DE HOTEL
	CONSUMO HUMANO E LIMPEZA EM GERAL
	CONSUMO HUMANO E OUTROS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	CONSUMO HUMANO E OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	CONSUMO HUMANO E OUTROS USOS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS E REGA DE JARDINS)
	CONSUMO HUMANO E OUTROS USOS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	CONSUMO HUMANO E OUTROS USOS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS, LAVAGEM DE VEICULOS E SANITARIOS)
	CONSUMO HUMANO, AGRICOLA, CRIACAO DE ANIMAIS, AQUICULTURA, MINERACAO, INDUSTRIAL, RECREACAO, ESPORTE, TURISMO E PAISAGISMO, TESTE HIDROSTATICO E OUTROS USOS (LAVAGEM DE VEICULOS E DEPENDENCIAS).
	CONSUMO HUMANO, IRIGACAO E LAVAGEM DE PATIO, GERACAO DE VAPOR, TORRE DE RESFRIAMENTO
	CONSUMO HUMANO, LAVAGEM DE PATIO, UMECTACAO NA MOLHAGEM DE POEIRA
	CONSUMO HUMANO, LIMPEZA EM GERAL, IRRIGACAO DE JARDINS E LAVAGEM DE VEICULOS
	CONSUMO HUMANO, RECREACAO, ESPORTE, TURISMO E PAISAGISMO E OUTROS USOS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	CONSUMO HUMANO, USO INDUSTRIAL E OUTROS USOS (CONSTRUCAO CIVIL, LAVAGEM DE VEICULOS E DEPENDENCIAS)
	CONSUMO HUMANO, AQUICULTURA E OUTROS (REGA DE JARDIM E LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	DOMESTICO
	Finalidade Industrial, consumo e higiene humana
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO , OUTROS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS) E MINERACAO(EM CAVA)
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO E OUTROS USOS (MANUTENCAO DAS INSTALACOES LOCAIS)
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, LAZER
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, LIMPEZA GERAL
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, MINERACAO (CAVA) E OUTROS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	HIGIENE HUMANA E CONTROLE DE EMISSOES ATMOSFERICA POR APERSAO
	HIGIENE HUMANA E OUTROS (SANITARIOS E TESTE DE EQUIPAMENTOS FABRICADOS NO LOCAL)
	HIGIENE HUMANA, USO INDUSTRIAL (PREPARACAO DA MATERIA PRIMA PARA FABRICACAO DE TIJOLOS) E OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS E REFRIGERACAO)
	OUTROS (HIGIENE HUMANA)
	OUTROS USOS (CONSUMO HUMANO, ABASTECIMENTO EM GERAL E REPOSICAO DE AGUA INDUSTRIAL)
	OUTROS USOS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS) E HIGIENE HUMANA
	Poço 1. Abastecimento
	Poço 1. Consumo e higiene humana e combate de incêndio
	Poço 1. Consumo humano, irrigação e outros(lavagem de pátio)
	Poço 1. Consumo, higiene humana e outros usos (limpeza de pátio e jardins)
	Poço 1. Escritório- Consumo e higiene humana e outros usos (aspersão e umectação de vias)
	Poço 1. Usina- Consumo e higiene humana e outros usos (aspersão e umectação de vias)
	Poço 2. Abastecimento
	Poço 2. Consumo humano, irrigação e outros(lavagem de pátio)
	Poço 3. Abastecimento

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	Poço 4. Abastecimento
	Poço 5. Abastecimento
	USO DE CONSUMO HUMANOE OUTROS USOS(LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	USO DOMESTICO
	USO PARA ABASTECIMENTO INTERNO E LIMPEZA DE ESCRITORIO
INDÚSTRIA	ABASTECIMENTO DO POLO PETROQUIMICO
	FABRICACAO DE ARTEFATOS DE BORRACHA
	FABRICACAO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS
	Finalidade de uso industrial (preparação de concreto), lavagem de pisos e descarga de sanitários
	GERACAO DE ENERGIA
	INDUSTRIAL
	Industrial (fabricação de concreto
	Industrial (fabricação de outros produtos elaborados de metal
	INDUSTRIAL (FABRICACAO DE REFRESCO)
	INDUSTRIAL (FABRICACAO DE REFRIGERANTES E REFRESCOS)
	INDUSTRIAL E LIMPEZA DE DEPENDENCIAS
	INDUSTRIAL E OUTROS USOS (ESGOTAMENTO SANITARIO)
	INDUSTRIAL(FRABICACAO DE PRODUTOS CERAMICOS REFRATARIOS)
	OUTROS (ABASTECIMENTO DA ESMERILHADORA DE TRILHOS PARA RESFRIAMENTO E COMBATE A INCENDIO)
	OUTROS (REFRIGERACAO DE LAMINAS DE CORTE)
	Outros usos (torre de resfriamento, geração de vapor e limpeza de fabrica)
	Poço 1. Industrial
	Poço 1. Uso industrial
	Poço 1. Uso industrial na fabricação de tecidos
	Poço 1. Uso no processo industrial
	Poço 10. Uso industrial
	Poço 11. Uso industrial
	Poço 12. Uso industrial
	Poço 2. Industrial
	Poço 2. Uso industrial
	Poço 2. Uso industrial (fabricação de moedas, referente ao banho galvânico)
	Poço 2. Uso industrial na fabricação de tecidos
	Poço 3. Uso industrial na fabricação de tecidos
	Poço 7. Uso industrial
	Poço 8. Uso industrial
	USO EM RESFRIAMENTO DE DEPOSITOS DE INFLAMAVEIS
	USO INDUSTRIAL
	USO INDUSTRIAL (DOSAGEM DDE CONCRETO PRE- MISTURADO)
	USO INDUSTRIAL (FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUIMICOS)
	USO INDUSTRIAL (FABRICACAO DE SABAO, SABONETE E DETERGENTE SINTETICO)
	USO INDUSTRIAL (RESFRIAMENTO DE MAQUINAS PARA PERFURACAO)

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	USO INDUSTRIAL (RESFRIAMENTO DE PECAS E EQUIPAMENTOS) E OUTROS (USOS (LAVAGEM DE PISOS)
	USO INDUSTRIAL (UMECTACAO DE VIAS)
	USO INDUSTRIAL (CONSTRUCAO CIVIL)
	USO INDUSTRIAL (FABRICACAO DE ARTEFATOS CONCRETO)
	USO INDUSTRIAL (FABRICAÇÃO DE CERÂMICA) E HIGIENE HUMANA
	USO INDUSTRIAL (FABRICACAO DE GELO)
	USO INDUSTRIAL (FABRICACAO DE PRODUTOS QUIMICOS)
	USO INDUSTRIAL (FABRICACAO DE REFRIGERANTES E REFRESCOS)
	USO INDUSTRIAL (INSUMO PRODUTIVO)
	USO INDUSTRIAL (REPOSICAO DE AGUA EVAPORADA NO PROCESSO DE DECANTACAO DA LAMA)
	USO INDUSTRIAL (RESFRIAMENTO DAS MAQUINAS)
	USO INDUSTRIAL E DOMESTICO
	USO INDUSTRIAL E OUTROS(PRODUÇÃO DE GARRAFAS DE VIDRO)
	Uso industrial e sanitários
	USO INDUSTRIAL(REFRIGERACAO DAS MAQUINAS), LAVAGEM DO PATIO, REGA DE JARDIM VASO SANITARIO.
	USO INDUSTRIAL; HIGIENE
LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
	ABASTECIMENTO
	ABASTECIMENTO INTERNO E LIMPEZA DE ESCRITORIO
	COMBATE A INCÊNDIO E CONSUMO HUMANO
	EFLUENTE INDUSTRIAL
	EFLUENTES TRATADOS
	ETE
	EXTRAÇÃO DE AREIA
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCESSOS DE USINA TERMELÉTRICA)
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (REFRIGERAÇÃO)
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, MINERACAO (CAVA) E OUTROS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	INDUSTRIAL
	INDUSTRIAL E LIMPEZA DE DEPENDENCIAS
	LANÇAMENTO DE EFLUENTE
	LANCAMENTO DE EFLUENTES
	LANÇAMENTO DE EFLUENTES
	LANCAMENTO DE EFLUENTES TRATADOS
	LANCAMENTO DE EFLUENTES TRATADOS PROVENIENTES DA ETE
	LAVAGEM DE VEÍCULOS E DEPENDÊNCIAS; ESGOTAMENTO SANITÁRIO
	LAZER
	LIMPEZA EM GERAL
	NÃO POSSUI DADO
	OUTROS
	OUTROS (EXTRAÇÃO DE AREIA)
	OUTROS (ESGOTAMENTO SANITÁRIO)

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	OUTROS (REFRIGERAÇÃO DA USINA TERMELÉTRICA RIOGEN)
	OUTROS USOS (REGA DE JARDINS, LIMPEZA DE DEPENDENCIAS E USO NA OBRA DE CONSTRUCAO CIVIL)
	PROVENIENTE DA ETE DE ESGOTO
	SANEAMENTO(ESGOTAMENTO SANITÁRIO)
	SEM DESCRICAO
	TESTE HIDROSTÁTICO
	TRATAMENTO PRIMÁRIO
	USO INDUSTRIAL
	USO INDUSTRIAL (REFRIGERACAO DS CONDENSADORES DAS UNIDADES GERADORAS)
	USO INDUSTRIAL E CONSUMO HUMaNO
	USO INDUSTRIAL E OUTROS(PRODUÇÃO DE GARRAFAS DE VIDRO)
MINERAÇÃO	BENEFICIAMENTO DE AREIA E PRODUCAO DE ARGAMASSA
	EXTRAÇÃO DE AREIA
	HIGIENE E/OU CONSUMO HUMANO, MINERACAO (CAVA) E OUTROS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	INDUSTRIAL E MINERACAO
	MINERAÇÃO
	MINERACAO (DRAGADEM DE RIO)
	MINERACAO (EXTRACAO DE AREIA)
	MINERAÇÃO DE AREIA EM CAVA SUBMERSA
	OUTROS (EXTRAÇÃO DE AREIA)
	OUTROS (EXTRACAO DE AREIA)
	USO INDUSTRIAL; MINERAÇÃO
OUTROS	
	ABASTECIMENTO DE EMBARCAÇÕES
	AGUA DO POCO SERA UTILIZADA PARA LAVAGEM DE VEÍCULOS E DA PISTA
	AGUA UTILIZADA PARA LAVAGEM DE VEÍCULOS
	CARRO PIPA
	CENTRO DE TRATAMENTO DE RESIDUOS SOLIDOS OUTROS (CANALIZACAO ABERTA)
	DESCARGA DO BANHEIRO
	DESCARGA NOS SANITARIOS E LIMPEZA DE PISO
	DESTINADA A REFRIGERACAO
	E UTILIZADA A AGUA DE ACÚMULO PLUVIOMÉTRICO E DO NÍVEL PIEZOMÉTRICO PARA MITIGAR E EMISSAO DE PARTIC
	Finalidade de outros usos (lavagem de veículos e piso)
	Finalidade de outros usos (lavagem de pátio e rega de jardins)
	Finalidade de outros usos (umidificação de vias de acesso)
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA(MICRO CENTRAIS HIDRELETRICAS)
	HIGIENIZACAO DO EMPREENDIMENTO
	IRRIGACAO E UMECTAÇÃO DE VIAS
	LAVAGEM DAS DEPENDÊNCIAS, FABRICACAO DE GELO PARA CONSERVACAO DE PRODUTOS

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	LAVAGEM DE AUTOMOVEIS
	LAVAGEM DE AUTOMOVEIS E CAIXAS METALICAS E REGA DE PLANTA
	LAVAGEM DE CAMINHÕES
	LAVAGEM DE CARRO
	LAVAGEM DE DEPENDENCIAS
	LAVAGEM DE DEPENDENCIAS E DESCARGA NOS SANITARIOS
	LAVAGEM DE ONIBUS E PATIO
	LAVAGEM DE PISO VEICULO E ETC...
	LAVAGEM DE PISOS E REGA DE PLANTAS E JARDINS
	LAVAGEM DE VEICULOS
	LAVAGEM DE VEÍCULOS E DE DEPENDÊNCIAS; REGA DE JARDIM
	LAVAGEM DE VEÍCULOS E DEPENDÊNCIAS
	LAVAGEM DE VEÍCULOS E DEPENDÊNCIAS, DESCARGA SANITÁRIA
	LAVAGEM DE VEÍCULOS E DEPENDÊNCIAS, REGA DE JARDIM E EM VALVULAS DE DESCARGA EM SANITARIO
	LAVAGEM DE VEICULOS E LIMPEZA GERAL DO EMPREENDIMENTO.
	Lavagem de veículos e/ou dependências
	LAVAGEM DE VEÍCULOS, LAVAGEM DA PISTA
	LAVAGEM DE VEÍCULOS, MAQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO GERAL, PECAS E ACESSORIOS
	LAVAGENS DE PISO E REGA DE JARDINS
	LAVAR AS DEPENDÊNCIAS DO ESTABELECIMENTO
	LAVAR CARRO, REGA DE JARDINS E LAVAR PISOS
	LAVAR PISO DO ESTABELECIMENTO
	LAVEGEM DE SANITARIOS
	LIMPEZA
	LIMPEZA DE SANITARIOS
	LIMPEZA EM GERAL
	MANUTENCAO DO JARDIM
	OBRAS(CONTENCAO E DRENAGEM)
	OUTROS
	OUTROS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS E REGA DE JARDIM)
	OUTROS (REGA DE JARDIM, SANITARIOS, LAVAGEM DE VEICULOS E DEPENDENCIAS)
	OUTROS (UMECTACAO DE VIAS)
	OUTROS (ABASTECER CANTEIRO DE OBRAS)
	OUTROS (ASPERSÃO E UMECTAÇÃO DE VIAS)
	OUTROS (CANTEIRO DE OBRAS)
	OUTROS (CONSTRUCAO CIVIL)
	OUTROS (LAVAGE, DE VEICULOS)
	OUTROS (LAVAGEM DE DEPENDÊNCIA, DESCARGA SANITARIA)
	OUTROS (LAVAGEM DE VEICULOS E PISO DO ESTABELECIMENTO)
	OUTROS (LAVAGENS EM GERAL)
	OUTROS (LAZER)

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	OUTROS (LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	OUTROS (LIMPEZA DE PATIOS, DESCARGA DE VASOS SANITARIOS)
	OUTROS (LIMPEZA DE PISOS, ESCARGA SANITARIA E REGA DE JARDIM)
	OUTROS (LIMPEZA DO EMPREENDIMENTO E LAVAGEM DE VEICULOS)
	OUTROS (USO EM SANITARIOS)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS, DESCARGA DE SANITARIOS E RESFRIAMENTO DE MAQUINAS)
	OUTROS USOS (LIMPEZA DE PATIO, IRRIGACAO DE JARDIM, CLIMATIZADORES E SANITARIOS)
	OUTROS USOS (ABASTECIMENTO DO EQUIPAMENTO PERFURATRIZ DO TUNEL)
	OUTROS USOS (IRRIGACAO, LAVAGEM PREDIAL E VEICULAR)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE AUTOMOVEIS)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS E EQUIPAMENTOS)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS E REGA DE JARDIM)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE DEPENDENCIAS)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE LOCOMOTIVAS, PECAS E DEPENDENCIAS)
	Outros Usos (Lavagem de veiculos e limpeza de dependencias)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE VEICULOS E UTILIZACAO NOS SANITARIOS)
	OUTROS USOS (LAVAGEM DE VEICULOS, DE PATIO E REGA DE JARDIM)
	Outros usos (limpeza da área fabril, jardinagem e vasos sanitários
	OUTROS USOS (LIMPEZA DE VAGOES E UMIDIFICACAO DE MINERIO DE FERRO E DE DORMENTES PARA COMBATE A INCENDIO)
	OUTROS USOS (PARA LAVAGEM EM GERAL)
	OUTROS USOS (PREPARO DE CIMENTO E CONCRETO)
	OUTROS USOS (REGA DE JARDINS, LAVAGEM DE PISOS E SANITARIOS)
	OUTROS USOS (REGA DE JARDINS, LAVAGEM DE VEICULOS E LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	OUTROS USOS (REGA DE PLANTAS, VALVULAS DE DESCARGA E LIMPEZA DE DEPENDENCIAS)
	OUTROS USOS (TERRAPLANAGEM E CONSTRUCAO CIVIL)
	OUTROS USOS (UMECTACAO DE VIAS E OBRAS DE TERRAPLANAGEM)
	OUTROS USOS (UMECTACAO DE VIAS E PREPARACAO DE CONCRETO)
	Outros Usos (umectação de vias)
	OUTROS USOS(LAVAGEM DE DEPENDENCIAS, DESCARGA DE SANITÁRIOS E RESFRIAMENTO DE MAQUINAS)
	OUTROS USOS(LIMPEZA DE DEPENDENCIAS, REGA DE JARDINS E VASOS SANITARIOS)
	OUTROS USOS(PROCESSO DE FILTRAGEM EM EQUIPAMENTO MEDICO-HOSPITALAR)
	OUTROS(LAVAGEM DE VEÍCULOS E PISO)
	PARA CONSTRUCAO CIVIL E TERRAPLANAGEM
	Poço 1. Recreação (piscina)
	Poço 2. Recreação (piscina)
	RECREAÇÃO, ESPORTE, TURISMO E PAISAGISMO/ HIGIENE E ABASTECIMENTO HUMANO
	Recreação/Esporte
	RECREACAO/TURISMO PARQUE AQUATICO EM CURSO DAGUA DA CACHOEIRA DO MAZOMBA

Finalidade (Adaptado Profill)	Finalidade (Cadastro de Outorga - INEA)
	REGA DE JARDIM
	REGA DE JARDIM,VALVULA DE DESCARGA E LIMPEZACREaCAO, ESPORTE, TURISMO E PaISaGISMO
	REGA DE JARDINS, VALVULA DE DESCARGACREaCAO, ESPORTE, TURISMO E PaISaGISMO
	REGA, VALVULA DE DESCARGA E LIMPEZA
	TESTE HIDROSTÁTICO
	UMECTAÇÃO DE VIAS
	UMECTACAO DE VIAS E FABRICACAO DE CONCRETO
	UMECTACAO DE VIAS E LAVAGEM DE CARROS
	UMECTACAO DE VIAS E PREPARACAO DE CONCRETO
	UMECTAÇÃO DE VIAS E SISTEMA DE BRITAGEM
	UMIDIFICACAO DE PATIOS E VIAS
	USO EM GERAL
RESERVA HÍDRICA (ABASTECIMENTO PÚBLICO)	ABASTECIMENTO PUBLICO
	ABASTECIMENTO PÚBLICO
	ABASTECIMENTO PUBLICO (ETA PIRAI- FUTURA AMPLIACAO)
RESERVA HÍDRICA (INDÚSTRIA)	GERACAO DE ENERGIA PCH
TERMELÉTRICA	GERACAO DE ENERGIA TERMOELETRICA
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCESSOS DE USINA TERMELÉTRICA)
	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (REFRIGERAÇÃO)
	OUTROS (RESFRIAMENTO CUNHA SALINA)
	OUTROS (REFRIGERAÇÃO DA USINA TERMELÉTRICA RIOGEN)
	OUTROS (REFRIGERACAO DA USINA TERMELETRICA)
	USO INDUSTRIAL
	USO INDUSTRIAL (REFRIGERACAO DS CONDENSADORES DAS UNIDADES GERADORAS)
	USO INDUSTRIAL (GERACAO DE ENERGIA TERMELETRICA)