

Diagnóstico (P02)

23003_AGEVAP_DIAG01_R03

Etapa técnico-propositiva do enquadramento das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.



QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento	23003_AGEVAP_DIAG01_R03		
Título	Diagnóstico		
Aprovação por:	Lawson Francisco de Souza Beltrame		
Data da Aprovação:	-		
Controle de Revisões			
Revisão Nº	Natureza	Data	Aprovação
00	Emissão Inicial	03/10/2023	LB
01	Revisão 01	04/03/2024	LB
02	Revisão 02	30/04/2024	LB
03	Revisão 03	12/06/2024	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

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

Diretor-Presidente – André Luis de Paula Marques

AGEVAP - Gerência Contrato Gestão ANA nº 27/2020

Gerente de Contrato de Gestão – Aline Raquel Alvarenga

Gerente de Recursos Hídricos – Marina Mendonça Costa de Assis

Especialista em Recursos Hídricos – Ingrid Delgado Ferreira

CEIVAP - Diretoria Colegiada Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

Presidente – Marcelo Pereira Manara - Prefeitura de São José dos Campos

Vice-Presidente – João Gomes de Siqueira – APROMEPS

Secretário – Matheus Machado Cremonese – PREA

GT ENQUADRAMENTO - Grupo de Trabalho para Acompanhamento do Desenvolvimento do Projeto

Coordenação do Grupo – Allan de Oliveira Mota - IGAM/MG

Luiz Roberto Barretti – Câmara Técnica Consultiva (CTC-CEIVAP)

Alex Leão da Fonseca – SEAS/RJ

Lilian Barrella Peres – CETESB/SP

Ana Paula Montenegro Generino – ANA

Renato Traballi Veneziani – Comitê Paulista Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS)

João Marcos Almeida da Silva – Comitês Mineiros Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS1)

Eduardo de Araújo Rodrigues - Comitês Mineiros Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS2)

Erika Cortines – Comitês Fluminenses Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-Piabanha)

Carin von Mühlen - Comitês Fluminenses Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-MPS)

João Gomes de Siqueira - Comitês Fluminenses Afluentes do Rio Paraíba do Sul (CBH-BPSI)

Antônio Carlos Simões – Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP – Rio de Janeiro

Roberto da Silva Santos - Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP – São Paulo

Luis Fernando Oliveira Cuco – Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP – Minas Gerais

Ingrid Delgado Ferreira – AGEVAP

Marina Mendonça Costa de Assis – AGEVAP

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE TÉCNICA PERMANENTE

COORDENADOR GERAL DO PROJETO

Lawson Francisco de Souza Beltrame – Eng. Agrônomo – CREA RS010020

GERENTE TÉCNICA E COORDENADORA ADJUNTA

Larissa da Silva Soares – Eng. Ambiental – CREA RS254720

ESPECIALISTA EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – PLENO

Antonio Eduardo Leão Lanna – Eng. Civil – CREA RS006673

ESPECIALISTA EM QUALIDADE DA ÁGUA – PLENO

Luiz Fernando de Abreu Cybis - Eng. Civil – CREA RS039005

ESPECIALISTA EM QUALIDADE DA ÁGUA – JUNIOR

Elisa de Mello Kich - Eng. Ambiental – CREA RS211253

ESPECIALISTA EM MOBILIZAÇÃO SOCIAL – SÊNIOR

Pomy Yara Meireles – Geógrafa

EQUIPE TÉCNICA DE CONSULTORES

José Rafael Cavalcanti – Eng. Ambiental e Sanitarista – CREA RS229427

Laís Helena Mazzali Gaeversen – Eng. Ambiental – CREA RS245799

Daniel Gustavo Allasia Piccilli – Eng. Civil - CREA RS150106

EQUIPE COMPLEMENTAR

Lucas Rodrigo Kehl – Eng. Ambiental - CREA RS261618

Pedro Boff – Eng. Ambiental

Fabiane Cazulo – Eng. Hídrica

Alessandro Gustavo Franck – Eng. Hídrico

Luiza Vivian Santos – Eng. Ambiental

Lucas Ronzoni Calviera – Eng. Ambiental

Pedro Wainberg Bohrer – Graduando em Eng. Ambiental

Stéfano Sica – Graduando em Eng. Hídrica

Marcela Teixeira – Graduanda em Eng. Ambiental

Julia Rey – Graduanda em Eng. Ambiental

SUMÁRIO

1	Introdução	38
2	Caracterização da bacia	41
2.1	Caracterização fisiográfica	41
2.2	Uso e cobertura do solo	69
2.3	Áreas de preservação e conservação	73
2.3.1	Unidades de Conservação	73
2.3.2	Áreas estratégicas (PAN-CEPTA)	80
2.3.3	Áreas indígenas e quilombolas	83
2.4	Mapeamento de riscos	88
2.4.1	Estiagens	90
2.4.2	Cheias	93
2.4.3	Movimentos de massa	96
2.4.4	Intrusão salina	99
2.4.5	Contaminação por poluentes	102
2.4.6	Rompimento ou colapso de barragens	105
2.5	Caracterização Socioeconômica	108
2.5.1	Demografia	108
2.5.2	Indicadores Sociais e de Renda	111
2.5.3	Atividades Produtivas	111
3	Diagnóstico Quantitativo	114
3.1	Disponibilidade Hídrica	114
3.1.1	Disponibilidade Superficial	114
3.1.2	Disponibilidade Subterrânea	118
3.2	Vazões de referência para enquadramento	150
3.2.1	Contexto para definição da vazão de referência	151
3.2.2	Vazão de referência ou estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico	153
3.2.3	Propostas para fixação das vazões de referência no processo de enquadramento	160
3.2.4	Proposta para vazão de referência do Enquadramento PS	163
3.3	Usos preponderantes superficiais	164
3.3.1	Contextualização	164
3.3.2	Metodologia	167

3.3.3	Usos identificados	168
3.3.4	Complementação dos usos – Oficinas e Dinâmicas Colaborativas	194
3.3.5	Síntese dos usos na bacia do rio Paraíba do Sul.....	201
4	Diagnóstico Qualitativo.....	203
4.1	Pontos de monitoramento	203
4.1.1	Metodologia.....	203
4.1.2	Pontos considerados	204
4.1.3	Resultados	213
4.1.4	Síntese da qualidade das águas superficiais	313
4.2	Qualidade das Águas Subterrâneas e Vulnerabilidade à Contaminação	315
4.3	Cargas Poluidoras.....	318
4.3.1	Cargas Pontuais	318
4.3.2	Cargas Difusas	363
4.3.3	Resultados	377
5	Quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos.....	379
5.1	Arcabouço legal e institucional.....	379
5.1.1	Avaliação do quadro institucional e legal vigente	379
5.1.2	Instrumentos de gestão	390
5.2	Políticas, planos e programas existentes.....	409
5.2.1	Programa Mananciais	409
5.2.2	Programa Protratar - Programa de Tratamento de Águas Residuárias	411
5.2.3	Programa Monitorar - Programa de Monitoramento Hidrológico Quali-quantitativo do CEIVAP.....	413
5.2.4	Plano e Programa de Educação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (PPEA) ..	417
5.2.5	Plano de Gerenciamento de Risco - PGR	419
5.2.6	Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI)	421
5.2.7	Planos Plurianuais	422
5.2.8	Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PMGIRS	424
5.2.9	Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB	427
5.2.10	Articulação dos planos setoriais	429
5.3	Capacidade de investimento em ações de gestão de recursos hídricos	431
5.3.1	CEIVAP	431
5.3.2	São Paulo.....	431
5.3.3	Rio de Janeiro	431
5.3.4	Minas Gerais	432

Referências bibliográficas	433
Anexos.....	442
Anexo I.....	442
Anexo II.....	446
Anexo III.....	454
Anexo IV	458
Anexo V	462
Anexo VI	467

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1. Requisitos de Qualidade da água em função das classes de enquadramento e usos da água Fonte: Agência Nacional de Águas (2020).	39
Figura 1.2 Fluxograma dos produtos a serem entregues	40
Figura 2.1. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	42
Figura 2.2. Classificação climatológica de Köppen-Geiger da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	43
Figura 2.3. Temperatura média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	44
Figura 2.4. Temperatura média sazonal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	45
Figura 2.5. Precipitação média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	46
Figura 2.6. Precipitação média sazonal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	47
Figura 2.7. Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	49
Figura 2.8. Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	50
Figura 2.9. Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	51
Figura 2.10. Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	53
Figura 2.11. Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	54
Figura 2.12. Áreas susceptíveis a erosão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	56
Figura 2.13. Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	57
Figura 2.14. Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	59
Figura 2.15. Interferências da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.	65
Figura 2.16. Unidades de Planejamento (UP) da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	68
Figura 2.17. Mapa de Uso e Ocupação do solo.	72
Figura 2.18. Limites das Unidades de Conservação existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	79
Figura 2.19. Áreas estratégicas para preservação de fauna aquática na hidrográfica do rio Paraíba do Sul (PAN-CEPTA).....	82
Figura 2.20. Áreas quilombolas demarcadas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	85

Figura 2.21. Evolução do armazenamento do reservatório equivalente da bacia do rio Paraíba do Sul (% volume útil, 1999-2015)	90
Figura 2.22. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de estiagem	92
Figura 2.23. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de cheias.	95
Figura 2.24. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de movimentos de massa.	98
Figura 2.25. Riscos de intrusão salina nos dois cenários para os três tipos de impactos	101
Figura 2.26. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de contaminação por poluentes.	104
Figura 2.27. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de rompimento de barragens.	107
Figura 2.28. Densidade demográfica por município na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	110
Figura 2.29. PIB (x R\$1000) por município na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.....	113
Figura 3.1. Vazão de referência Q_{95} para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul obtida por regionalização de vazões.....	116
Figura 3.2. Vazão de referência $Q_{7,10}$ para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul obtida por regionalização de vazões.....	117
Figura 3.3. Seção geológica esquemática transversal da Bacia Sedimentar de Taubaté na região de São José dos Campos (SUGUIO, 2003).....	120
Figura 3.4. Localização dos compartimentos geológicos na BHPS.....	122
Figura 3.5. Unidades aquíferas e produtividade.....	129
Figura 3.6. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Paraíba do Sul. Fonte: DAEE.	137
Figura 3.7. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Paraíba do Sul. Fonte: DAEE.	137
Figura 3.8. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na Preto Paraibuna. Fonte: IGAM.	138
Figura 3.9. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Preto Paraibuna. Fonte: IGAM.	138

Figura 3.10. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Pomba e Muriaé. Fonte: IGAM.	139
Figura 3.11. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Pomba e Muriaé. Fonte: IGAM.	139
Figura 3.12. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Médio Paraíba do Sul. Fonte: INEA.	140
Figura 3.13. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Médio Paraíba do Sul. Fonte: INEA.	140
Figura 3.14. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA. ...	141
Figura 3.15. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.	141
Figura 3.16. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA. ...	142
Figura 3.17. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.	142
Figura 3.18. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA. ...	143
Figura 3.19. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.	143
Figura 3.20. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA. ...	144
Figura 3.21. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.	144
Figura 3.22. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento paulista da bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e DAEE.	170
Figura 3.23. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento paulista da bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e DAEE.	170
Figura 3.24. Usos cadastrados identificados na UP Paraíba do Sul - Trecho paulista nos bancos de dados do DAEE e CNARH (ANA).	171
Figura 3.25. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e INEA.	173
Figura 3.26. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e INEA.	173

Figura 3.27. Usos cadastrados identificados na UP Médio Paraíba do Sul nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).	174
Figura 3.28. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Piraí. Fonte: CNARH e INEA.	175
Figura 3.29. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Piraí. Fonte: CNARH e INEA.	176
Figura 3.30. Usos cadastrado identificados na UP Piraí nos bancos de dados do INEA.	177
Figura 3.31. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Preto e Paraibuna. Fonte: CNARH e IGAM.	179
Figura 3.32. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Preto e Paraibuna. Fonte: CNARH e IGAM.	179
Figura 3.33. Usos cadastrados identificados na UP Preto-Paraibuna nos bancos de dados do IGAM e CNARH (ANA).	180
Figura 3.34. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Piabanha. Fonte: CNARH e INEA.	181
Figura 3.35. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Piabanha. Fonte: CNARH e INEA.	182
Figura 3.36. Usos cadastrado identificados na UP Piabanha nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).	183
Figura 3.37. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Pomba e Muriaé. Fonte: CNARH e IGAM.	185
Figura 3.38. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Pomba e Muriaé. Fonte: CNARH e IGAM.	185
Figura 3.39. Usos cadastrados identificados na UP Pomba-Muriaé nos bancos de dados do IGAM e CNARH (ANA).	186
Figura 3.40. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Dois rios. Fonte: CNARH e INEA.	188
Figura 3.41. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Dois rios. Fonte: CNARH e INEA.	188

Figura 3.42. Usos cadastrados identificados na UP Rio Dois Rios nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).	189
Figura 3.43. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento do Baixo Paraíba do Sul. Fonte: CNARH.....	191
Figura 3.44. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento do Baixo Paraíba do Sul. Fonte: CNARH.....	191
Figura 3.45. Usos cadastrados identificados na UP Baixo Paraíba do Sul nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).	192
Figura 3.46. Recebimento das informações.	195
Figura 3.47. Usos informados para a BHPS.....	196
Figura 3.48. Classes de qualidade requerida segundo usos informados para a BHPS.	196
Figura 3.49. Usos informados pelos CBHs.....	199
Figura 3.50. Classes requeridas de acordo com os usos informados para por cada CBH.	201
Figura 4.1. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 1 – Paraíba do Sul (Trecho Paulista).	205
Figura 4.2. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 2 – Preto - Paraíbuna.	206
Figura 4.3. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 3 – Pomba - Muraié.....	207
Figura 4.4. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 4 – Médio Paraíba do Sul.	208
Figura 4.5. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 5 – Piabanha.	209
Figura 4.6. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 6 – Rio Dois Rios.	210
Figura 4.7. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 7 – Baixo Paraíba do Sul	211
Figura 4.8. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 8 – Sub-Bacia do Rio Pirai.	212

Figura 4.9. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	213
Figura 4.10. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	213
Figura 4.11. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	214
Figura 4.12. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	214
Figura 4.13. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	215
Figura 4.14. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	215
Figura 4.15. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	215
Figura 4.16. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	216
Figura 4.17. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	217
Figura 4.18. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	217
Figura 4.19. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	218
Figura 4.20. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	218
Figura 4.21. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	219
Figura 4.22. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	219
Figura 4.23. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista, removendo o ponto 24. ...	219

Figura 4.24. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	220
Figura 4.25. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	220
Figura 4.26. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	221
Figura 4.27. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	221
Figura 4.28. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	222
Figura 4.29. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	222
Figura 4.30. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.	223
Figura 4.31. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.....	223
Figura 4.32. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	224
Figura 4.33. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	224
Figura 4.34. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	225
Figura 4.35. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	225
Figura 4.36. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	226
Figura 4.37. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	226
Figura 4.38. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	226

Figura 4.39. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	227
Figura 4.40. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	227
Figura 4.41. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	228
Figura 4.42. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	228
Figura 4.43. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	229
Figura 4.44. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	229
Figura 4.45. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	230
Figura 4.46. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	230
Figura 4.47. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	231
Figura 4.48. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	231
Figura 4.49. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	232
Figura 4.50. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	232
Figura 4.51. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	233
Figura 4.52. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.....	233
Figura 4.53. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.	234

Figura 4.54. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	234
Figura 4.55. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	235
Figura 4.56. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai..	235
Figura 4.57. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	236
Figura 4.58. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	236
Figura 4.59. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	237
Figura 4.60. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	237
Figura 4.61. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	237
Figura 4.62. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	238
Figura 4.63. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	238
Figura 4.64. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	239
Figura 4.65. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	239
Figura 4.66. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	240
Figura 4.67. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	240
Figura 4.68. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.	240

Figura 4.69. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai	241
Figura 4.70. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	241
Figura 4.71. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	242
Figura 4.72. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	242
Figura 4.73. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	243
Figura 4.74. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	243
Figura 4.75. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	244
Figura 4.76. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.....	244
Figura 4.77. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	245
Figura 4.78. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	245
Figura 4.79. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	246
Figura 4.80. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	246
Figura 4.81. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	247
Figura 4.82. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	247
Figura 4.83. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	247

Figura 4.84. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	248
Figura 4.85. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.....	248
Figura 4.86. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	249
Figura 4.87. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	249
Figura 4.88. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	250
Figura 4.89. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	250
Figura 4.90. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	251
Figura 4.91. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	251
Figura 4.92. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	252
Figura 4.93. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	252
Figura 4.94. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	253
Figura 4.95. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	253
Figura 4.96. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	254
Figura 4.97. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	254
Figura 4.98. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.	255

Figura 4.99. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Piabanha.	256
Figura 4.100. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Piabanha.....	257
Figura 4.101. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Piabanha.	258
Figura 4.102. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Piabanha.....	258
Figura 4.103. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para amônia na unidade de planejamento Piabanha.	259
Figura 4.104. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para amônia na unidade de planejamento Piabanha.....	260
Figura 4.105. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Piabanha.	261
Figura 4.106. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Piabanha.....	261
Figura 4.107. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Piabanha.	262
Figura 4.108. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Piabanha.....	263
Figura 4.109. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Piabanha.	264
Figura 4.110. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Piabanha.....	264
Figura 4.111. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Piabanha.....	265
Figura 4.112. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Piabanha.	265
Figura 4.113. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Piabanha.	266

Figura 4.114. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Piabanha.....	266
Figura 4.115. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Piabanha.....	267
Figura 4.116. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Piabanha.....	267
Figura 4.117. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Piabanha.....	268
Figura 4.118. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Piabanha.....	268
Figura 4.119. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Piabanha.....	269
Figura 4.120. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Piabanha.....	269
Figura 4.121. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	270
Figura 4.122. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	270
Figura 4.123. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	271
Figura 4.124. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	271
Figura 4.125. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	272
Figura 4.126. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	272
Figura 4.127. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	272
Figura 4.128. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	273

Figura 4.129. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	273
Figura 4.130. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	274
Figura 4.131. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	274
Figura 4.132. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	275
Figura 4.133. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	275
Figura 4.134. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	276
Figura 4.135. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	276
Figura 4.136. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	277
Figura 4.137. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	277
Figura 4.138. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	278
Figura 4.139. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	278
Figura 4.140. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	279
Figura 4.141. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.	279
Figura 4.142. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.....	280
Figura 4.143. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	280

Figura 4.144. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	281
Figura 4.145. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	281
Figura 4.146. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	282
Figura 4.147. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para amônia na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	282
Figura 4.148. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para amônia na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	283
Figura 4.149. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	283
Figura 4.150. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	283
Figura 4.151. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	284
Figura 4.152. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Dois Rios.	284
Figura 4.153. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	285
Figura 4.154. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	285
Figura 4.155. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	286
Figura 4.156. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	286
Figura 4.157. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	286
Figura 4.158. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	287

Figura 4.159. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	287
Figura 4.160. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	288
Figura 4.161. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	288
Figura 4.162. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	289
Figura 4.163. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Rio Dois Rios.	289
Figura 4.164. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Rio Dois Rios.....	289
Figura 4.165. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	290
Figura 4.166. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	291
Figura 4.167. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	291
Figura 4.168. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	292
Figura 4.169. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	292
Figura 4.170. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	293
Figura 4.171. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	293
Figura 4.172. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	294
Figura 4.173. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	294

Figura 4.174. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	295
Figura 4.175. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	295
Figura 4.176. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	296
Figura 4.177. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	296
Figura 4.178. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	297
Figura 4.179. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	297
Figura 4.180. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	298
Figura 4.181. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	298
Figura 4.182. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	299
Figura 4.183. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	299
Figura 4.184. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	300
Figura 4.185. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.	300
Figura 4.186. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	301
Figura 4.187. Pontos de monitoramento no rio Paraíba do Sul.	302
Figura 4.188. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido no rio Paraíba do Sul.....	303

Figura 4.189. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido no rio Paraíba do Sul.....	303
Figura 4.190. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO no rio Paraíba do Sul.....	304
Figura 4.191. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO no rio Paraíba do Sul.....	304
Figura 4.192. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal no rio Paraíba do Sul.....	305
Figura 4.193. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal no rio Paraíba do Sul.....	305
Figura 4.194. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato no rio Paraíba do Sul.....	305
Figura 4.195. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato no rio Paraíba do Sul.....	306
Figura 4.196. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo no rio Paraíba do Sul.....	306
Figura 4.197. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo no rio Paraíba do Sul.....	307
Figura 4.198. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes no rio Paraíba do Sul.....	307
Figura 4.199. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes no rio Paraíba do Sul.....	308
Figura 4.200. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio no rio Paraíba do Sul.....	308
Figura 4.201. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio no rio Paraíba do Sul.....	309
Figura 4.202. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo no rio Paraíba do Sul.....	309
Figura 4.203. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo no rio Paraíba do Sul.....	310

Figura 4.204. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio no rio Paraíba do Sul.....	310
Figura 4.205. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio no rio Paraíba do Sul.....	311
Figura 4.206. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro no rio Paraíba do Sul.....	311
Figura 4.207. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro no rio Paraíba do Sul.....	312
Figura 4.208. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	312
Figura 4.209. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.....	313
Figura 4.210. Índice de tratamento de efluentes domésticos por ETEs em cada município da bacia.....	324
Figura 4.211. Índice de tratamento de efluentes domésticos por SI em cada município da bacia.....	326
Figura 4.212. Carga remanescente de DBO por ponto de lançamento.....	328
Figura 4.213. Carga de coliformes fecais por ponto de lançamento.....	330
Figura 4.214. Carga de fósforo orgânico por ponto de lançamento.....	332
Figura 4.215. Carga de fósforo inorgânico por ponto de lançamento.....	334
Figura 4.216. Carga de nitrogênio orgânico por ponto de lançamento.....	336
Figura 4.217. Carga de nitrogênio amoniacal por ponto de lançamento.....	338
Figura 4.218. Declarações por local de lançamento nas unidades de planejamento, a partir da Declaração de Carga Poluidora disponibilizado pelo IGAM. Fonte: Elaboração Própria.....	342
Figura 4.219. Cadastros de lançamento com finalidade industrial por unidade de planejamento, a partir do banco de dados de outorgas do INEA. Fonte: Elaboração Própria.....	343
Figura 4.220. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista).....	347
Figura 4.221. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista).....	348

Figura 4.222. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Médio Paraíba do Sul.	349
Figura 4.223. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Médio Paraíba do Sul.....	350
Figura 4.224. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Sub-Bacia do Rio Pirai.	351
Figura 4.225. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Sub-Bacia do Rio Pirai.	352
Figura 4.226. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Preto Paraibuna.	353
Figura 4.227. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Preto Paraibuna.	354
Figura 4.228. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Piabanha.	355
Figura 4.229. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Piabanha.	356
Figura 4.230. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Pomba-Muriaé.	357
Figura 4.231. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Pomba-Muriaé.....	358
Figura 4.232. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Rio Dois Rios. .	359
Figura 4.233. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Rio Dois Rios.	360
Figura 4.234. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Baixo Paraíba do Sul.	361
Figura 4.235. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Baixo Paraíba do Sul.....	362
Figura 4.236. Uso do solo reclassificado para a bacia do rio Paraíba do Sul.	367
Figura 4.237. Cargas poluidoras difusas na UP 1 - Paraíba do Sul (trecho paulista).	369
Figura 4.238. Cargas poluidoras difusas na UP 4 - Médio Paraíba do Sul.	370
Figura 4.239. Cargas poluidoras difusas na UP 8 - Sub-bacia do rio Pirai.	371
Figura 4.240. Cargas poluidoras difusas na UP 2 - Preto-Paraibuna.	372
Figura 4.241. Cargas poluidoras difusas na UP 5 - Piabanha.	373
Figura 4.242. Cargas poluidoras difusas na UP 3 - Pomba-Muriaé.....	374
Figura 4.243. Cargas poluidoras difusas na UP 6 - Rio Dois Rios.....	375
Figura 4.244. Cargas poluidoras difusas na UP 7 - Baixo Paraíba do Sul.....	376

Figura 5.1. Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	381
Figura 5.2. Arranjo institucional da gestão integrada de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2021).	383
Figura 5.3. Pontos de monitoramento contemplados no Programa Monitorar (CEIVAP, 2024b)...	415
Figura 5.4. Pontos de monitoramento contemplados no Programa Monitorar ciclo 2024-2026. (CEIVAP, 2024).	416
Figura 5.5. Grau de articulação dos atores com o PPEA-CEIVAP. Fonte: CEIVAP (2022b)	419
Figura 5.6. Situação Atual dos PMGIRS.	425
Figura 5.7. Avaliação dos PMGIRS.....	426
Figura 5.8. Situação Atual dos PMGIRS.	427
Figura 5.9. Planos Municipais de Saneamento Básico na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	428
Figura 5.10. Articulação entre planos, programas e projetos existentes na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP, 2021).	429

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Principais aquíferos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	58
Tabela 2.2. Principais afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	60
Tabela 2.3. Interferências: relação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	62
Tabela 2.4. Descrição das Unidades de Planejamento da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	67
Tabela 2.5. Percentual dos usos do solo identificados por Unidade de Planejamento. Fonte: MapBiomas, coleção 8.	70
Tabela 2.6. Definição das Unidades de Conservação.	74
Tabela 2.7. Unidades de Conservação existentes na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul classificadas por Unidade de Planejamento.	76
Tabela 2.8. Discretização das Unidades de Conservação por categoria.	77
Tabela 2.9. Áreas pertencentes ao Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Aquáticas na bacia do Paraíba do Sul. Fonte: ICMBio, 2023.	81
Tabela 2.10. Áreas quilombolas demarcadas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	84
Tabela 2.11. Terras Indígenas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	86
Tabela 2.12. Terras quilombolas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	86
Tabela 2.13. Área Quilombolas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	87
Tabela 2.14. Matriz de classificação do risco. Adaptado de PGR-PS (AGEVAP, 2022).	89
Tabela 2.15. População total, densidade demográfica e taxa de crescimento geométrico por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (IBGE, 2022).	109
Tabela 2.16. IDHM, renda <i>per capita</i> e Índice de Gini relativos ao ano de 2010 por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (PNUD, 2022).	111
Tabela 2.17. PIB, PIB <i>per capita</i> e VAB no ano de 2021 por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (IBGE, 2021).	112
Tabela 3.1. Compartimentos geológicos da BHPS. Fonte: CEIVAP (2012).	121
Tabela 3.2. Classes de produtividade.	128

Tabela 3.3. Distribuição das faixas de potencialidade para cada unidade de planejamento.....	130
Tabela 3.4. Principais usos subterrâneos identificados na bacia do rio Paraíba do Sul considerando diferentes critérios e fontes de dados.....	145
Tabela 3.5. Vazões de referência adotadas em diferentes Unidades da Federação e Bacias Hidrográficas.....	156
Tabela 3.6 Potencial relativo da contribuição de cargas das fontes poluentes em situações hidrológicas distintas.....	158
Tabela 3.7. Usos típicos da água categorizados por tipo e pela qualidade da água necessária considerando os limites de classe da Resolução CONAMA 357/2005 para água doce.....	165
Tabela 3.8 Tipos de usos considerados na padronização do banco de dados de outorgas superficiais da ANA (CNAHR), DAEE, IGAM e INEA na bacia do rio Paraíba do Sul.	168
Tabela 3.9. Principais usos superficiais identificados na bacia do rio Paraíba do Sul considerando diferentes critérios e fontes de dados.....	194
Tabela 3.10. Data das oficinas realizadas com os CBHs.	194
Tabela 3.11. Número de usos informados por CBH.	195
Tabela 4.1. Número de pontos de monitoramento na bacia do rio Paraíba do Sul classificados por unidade de planejamento.....	204
Tabela 4.2. Relação das cargas per capita no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo (fonte: Von Sperling, 2005).....	321
Tabela 4.3. Eficiências de tratamento típicas por solução de esgotamento sanitário para DBO e coliformes.	321
Tabela 4.4: Eficiências de tratamento típicas por solução de esgotamento sanitário para frações de nitrogênio e fósforo.	322
Tabela 4.5: Soma das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.	339
Tabela 4.6. Média por ponto das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.	339
Tabela 4.7. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por unidade de planejamento.....	345
Tabela 4.8. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por divisão do CNAE. Fonte: Elaboração Própria.	346

Tabela 4.9. Cargas unitárias de poluentes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) por tipo de uso do solo (valores entre parênteses são médios). Fonte: Larentis (2004).	363
Tabela 4.10 Reclassificação das classes de uso do solo para metodologia Larentis (2004)	364
Tabela 4.11. Tipos de uso do solo relevantes para geração de cargas difusas por unidades de planejamento (percentual de uso em relação ao total).	366
Tabela 4.12 Valores de carga difusa potencial ($\text{ton}\cdot\text{ano}^{-1}$) estimada para cada unidade de planejamento.	368
Tabela 4.13: Soma das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.	377
Tabela 4.14. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por unidade de planejamento.	377
Tabela 4.15 Valores de carga difusa potencial ($\text{ton}\cdot\text{ano}^{-1}$) estimada por unidade de planejamento.	378
Tabela 5.1. Bacias hidrográficas estaduais que compõem a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.	382
Tabela 5.2. Atores estratégicos por campo de atuação. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP,2021).	383
Tabela 5.3. Composição dos comitês	384
Tabela 5.4. Cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP, 2021).	393
Tabela 5.5. Valores cobrados na bacia do Paraíba do Sul em rios de domínio da União.....	394
Tabela 5.6. Valores de PPU cobrados na bacia do Paraíba do Sul, trecho paulista	395
Tabela 5.7. Valores de PPU cobrados nas bacias fluminenses afluentes do Paraíba do Sul	396
Tabela 5.8. Valores de PPU cobrados nas bacias mineiras afluentes do Paraíba do Sul.....	397
Tabela 5.9. Dispositivos legais que regulamentam o instrumento de Enquadramento no âmbito da União	399
Tabela 5.10. Enquadramento na porção paulista da bacia do Paraíba do Sul	400
Tabela 5.11. Enquadramento na porção fluminense da bacia do Paraíba do Sul	402
Tabela 5.12. Enquadramento na porção mineira da bacia do Paraíba do Sul	403
Tabela 5.13. PRISMAs do Programa Mananciais do Primeiro Ciclo.....	410

Tabela 5.14. Resoluções que aprovam os PAPs e PAADs de cada RH fluminense	424
Tabela 5.15. Ano de conclusão dos PMGIRS	424
Tabela 5.16. Ano de conclusão dos PMSB	427
Tabela 5.17. Cobrança e arrecadação nas bacias fluminenses	432
Tabela 5.18. Cobrança e arrecadação nas bacias mineiras.....	432

LISTA DE SIGLAS

SIGLA	DESCRIPTIVO
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
BHRPS	Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CBH	Comitê da Bacia Hidrográfica
CBH R2R	Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Dois Rios
CBH-BPSI	Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana
CBH-MPS	Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul
CBH-Piabanha	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto
CBH-PCJ	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
CBH-PS	Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul
CBH-PS1	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna
CBH-PS2	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba-Muriaé
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CERHI-RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
CERH-MG	Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CEPTA	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
COBRADE	Codificação Brasileira de Desastres
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CRH-SP	Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo
CT	Coliformes Termotolerantes
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EDH-PS	Estudo de Disponibilidades Hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

SIGLA	DESCRIPTIVO
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
Fr	Unidade Fraturada
FUNAI	Fundação Nacional dos Povos Indígenas
Gr	Unidade Granular
GT	Grupo de Trabalho
GTPGR	Grupo de Trabalho do Plano de Gerenciamento de Riscos
HGE	Hidrologia de Grande Escala
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDE-SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQA	Índice de Qualidade da Água
KW	Quilowatt
MD	Margem Direita
ME	Margem Esquerda
MINTER	Ministério de Interior
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima
MOP	Manual Operativo
MPI	Ministério dos Povos Indígenas
NH4	Nitrogênio Amoniacal
NO3	Nitrato
OD	Oxigênio Dissolvido
PAN	Plano de Ação Nacional
PAP	Plano de Aplicação Plurianual
PI	Unidades de Proteção Integral
PIB	Produto Interno Bruto
PIRH-PS	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
PGR	Plano de Gerenciamento de Riscos

SIGLA	DESCRITIVO
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PUFs	Preços Unitários Finais
POA	Plano de Execução Orçamentária Anual
PPEA	Plano e Programa de Educação Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul
PPU	Preço Público Unitário
PT	Fósforo Total
R MSP	Região Metropolitana de São Paulo
R NQA	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas
RH	Região Hidrológica
RJ	Rio de Janeiro
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGA-CEIVAP	Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SP	São Paulo
STF	Supremo Tribunal Federal
TR	Tempo de Recorrência
UC	Unidade de Conservação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UHE	Usina Hidrelétrica
US	Unidades de Uso Sustentável
UP	Unidades de Planejamento
VAB	Valor acrescentado bruto

Sigla

SI

APRESENTAÇÃO

O presente documento visa atender aos preceitos estipulados pelo Contrato N° 024/2023/AGEVAP firmado entre a empresa Água e Solo Estudos e Projetos LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49) e a Contratante Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul – AGEVAP (CNPJ: 05.442.000/0001-01) referente ao projeto **“CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA ELABORAÇÃO DA ETAPA TÉCNICO-PROPOSITIVA PARA A CONSTRUÇÃO DO ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, NA FORMA DE SEU ANEXO I – ATO CONVOCATÓRIO E TERMO DE REFERÊNCIA”**.

O presente documento, intitulado “Diagnóstico” (Produto 2), contempla a caracterização da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, levantamento socioeconômico, avaliação quantitativa das águas da bacia, estudo das vazões de referência, diagnóstico qualitativo das águas incluindo cargas poluidoras e pontos de monitoramento, além da avaliação do arranjo institucional relacionado ao sistema de gestão de recursos hídricos da bacia.

Contemplando assim, todos os incisos do Art. 4º da Resolução CNRH nº 91/2008.

1 Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) conhecida como Lei das Águas, foi instituída pela Lei Federal nº 9.433/97 a qual estipula instrumentos e princípios básicos para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no país. Dentre os cinco instrumentos estipulados na PNRH, destaca-se o Enquadramento dos Corpos Hídricos em classes, o qual visa “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997).

O enquadramento dos Corpos Hídricos é um instrumento de planejamento que visa assegurar que a qualidade da água seja compatível com as demandas e de acordo com a ANA (2022), “deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d’água em questão”.

Analisando o enquadramento dos Corpos Hídricos como um instrumento que planeja e visa determinado resultado, o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA,2020) orienta-se por três perspectivas:

- A constatação da realidade atual dos corpos hídricos – o rio que temos;
- O conhecimento da visão da sociedade sobre o futuro que deseja para esses corpos hídricos – o rio que queremos;
- A pactuação da situação possível de ser mantida ou alcançada, levando em conta os limites técnicos, sociais e econômicos para o alcance de metas de qualidade para determinado corpo hídrico, em um horizonte de tempo estabelecido – o rio que podemos ter.

O enquadramento de Corpos Hídricos se aplica a qualquer corpo de água (reservatórios, lagos, estuários, águas costeiras, águas subterrâneas) e está dividido em classes.

A Figura 1.1 apresenta os requisitos de qualidade da água em função das classes de enquadramento e usos da água.



Figura 1.1. Requisitos de Qualidade da água em função das classes de enquadramento e usos da água
Fonte: Agência Nacional de Águas (2020).

O enquadramento de corpos hídricos é uma ferramenta essencial no âmbito de planejamento pois integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) com o Sistema Nacional de Meio Ambiente, servindo de referência a outros instrumentos de gestão de recursos hídricos (Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos) e instrumentos de gestão ambiental (Licenciamento e Monitoramento de qualidade).

O PIRH-PS (CEIVAP, 2021) apresentou diretrizes e matrizes de enquadramento preliminares para serem discutidos e analisados em momentos posteriores a sua conclusão. Desta forma, o escopo da proposta de enquadramento para o rio Paraíba do Sul foi dividido em duas etapas:

- Etapa técnico-propositiva, responsável por elaborar os subsídios técnicos necessários para construção de diferentes propostas de enquadramento, detalhadas com base nos usos atuais e pretensos, bem como metas intermediárias e orçamento necessário para atingir o enquadramento desejado; e
- Etapa político-institucional, responsável pelo processo de discussão e pactuação para a seleção de proposta de alternativa de enquadramento pelo comitê segundo critérios técnicos, econômicos, sociais e políticos, bem como a elaboração do programa de efetivação.

O presente projeto tem como objeto a construção da **etapa técnico-propositiva do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul**. Os principais objetivos são: avaliar a condição atual da bacia, conhecer os principais e atuais usos da água, identificar os usos desejados, definir diferentes cenários futuros e construir alternativas de enquadramento com suas estimativas de ações, custos e metas finais e intermediárias.

As etapas de trabalho, conforme a organização dos itens a serem executados, estão apresentadas a seguir em formato de fluxograma pela Figura 1.2.



Figura 1.2 Fluxograma dos produtos a serem entregues

A etapa que o presente documento contempla é referente ao diagnóstico, que busca entender a atual situação da bacia, identificando os principais e mais importantes usos da água, as fontes de poluição e avaliando como elas afetam a qualidade da água. Ainda, são contemplados todos os incisos do Art. 4º da Resolução CNRH nº 91/2008, relativo à fase de diagnóstico da proposta de enquadramento.

2 Caracterização da bacia

No contexto do enquadramento de corpos hídricos, a caracterização é etapa fundamental para entendimento das particularidades e potencialidades da bacia. Este capítulo apresentará as principais características da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul nas temáticas relacionadas ao processo de diagnóstico para enquadramento.

2.1 Caracterização fisiográfica

Compondo parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (BHPS) estende-se por 61.540 km² (0,7% do território nacional) e está situada entre os estados do Rio de Janeiro (43,7% da área total da bacia), de Minas Gerais (33,7% da área total da bacia) e de São Paulo (22,6% da área total da bacia)¹. Ao total, abrange 184 municípios contemplando 4,53%¹ da população nacional. A Figura 2.1 mostra a localização e os municípios abrangidos pela BHPS, cuja relação está apresentada no Anexo I.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Figura 2.2), a BHPS é caracterizada por um clima predominantemente úmido e subtropical (Cwa – Chuva de verão com verão quente, Cwb – Chuva de verão com verão moderadamente quente, Cfb – Úmido em todas as estações com verão moderadamente quente), influenciado pela proximidade do litoral e pelo efeito orográfico provocado pelas Serra do Mar e da Mantiqueira. A temperatura² média anual oscila entre 19°C e 25°C. Quanto às precipitações³, as médias máximas ocorrem na região da Serra da Mantiqueira chegando a 2.100 mm/ano, enquanto as mínimas são observadas principalmente ao norte fluminense, na região da foz, atingindo 800 mm/ano. O verão e inverno são marcados pelos regimes pluviais, sendo, respectivamente, as estações de maior e menor concentração de chuvas. As figuras Figura 2.3, Figura 2.4, Figura 2.5 e Figura 2.6 apresentam a distribuição espacial do clima, bem como a temperatura e a precipitação médias anuais e sazonais.

¹ Calculado a partir da delimitação das Unidades Federativas (IBGE, 2010) e da Bacia Hidrográfica (CEIVAP, 2021).

¹ Calculado a partir de dados do censo de 2022 (IBGE, 2022).

² Os mapas de temperatura média anual e sazonal foram elaborados a partir das normais climatológicas de 1991-2020 (INMET, 2022) das estações climatológicas com dados mensais existentes para cada período considerado aplicando o método de krigagem ordinária. Admitiu-se para a estação de verão os meses de dezembro a fevereiro; outono, março a maio; inverno, junho a agosto; e primavera, setembro a novembro.

³ Os mapas de precipitação média anual e sazonal foram elaborados a partir de dados disponibilizados entre jan/1990 e setembro de 2023, em ANA (2023).

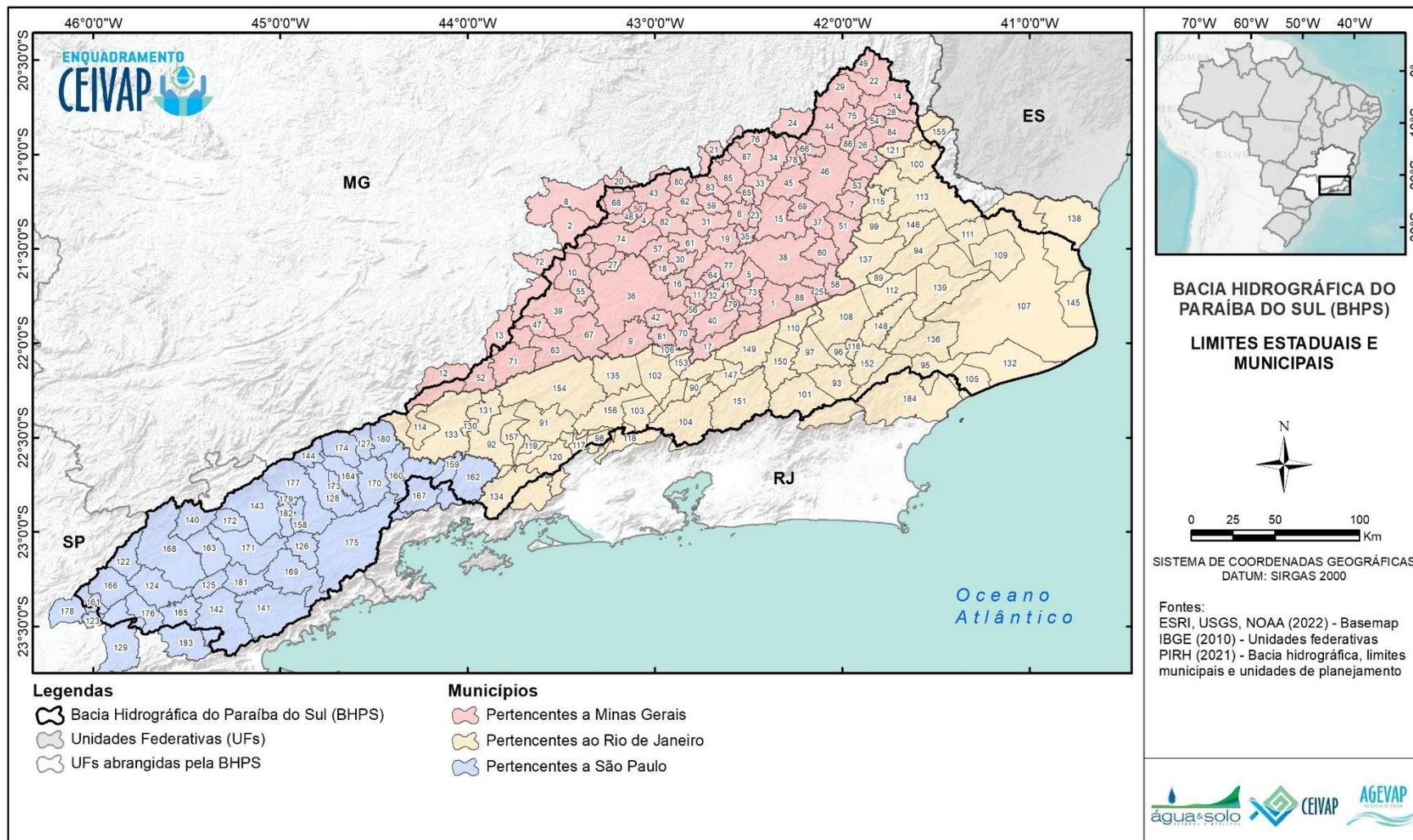


Figura 2.1. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria.

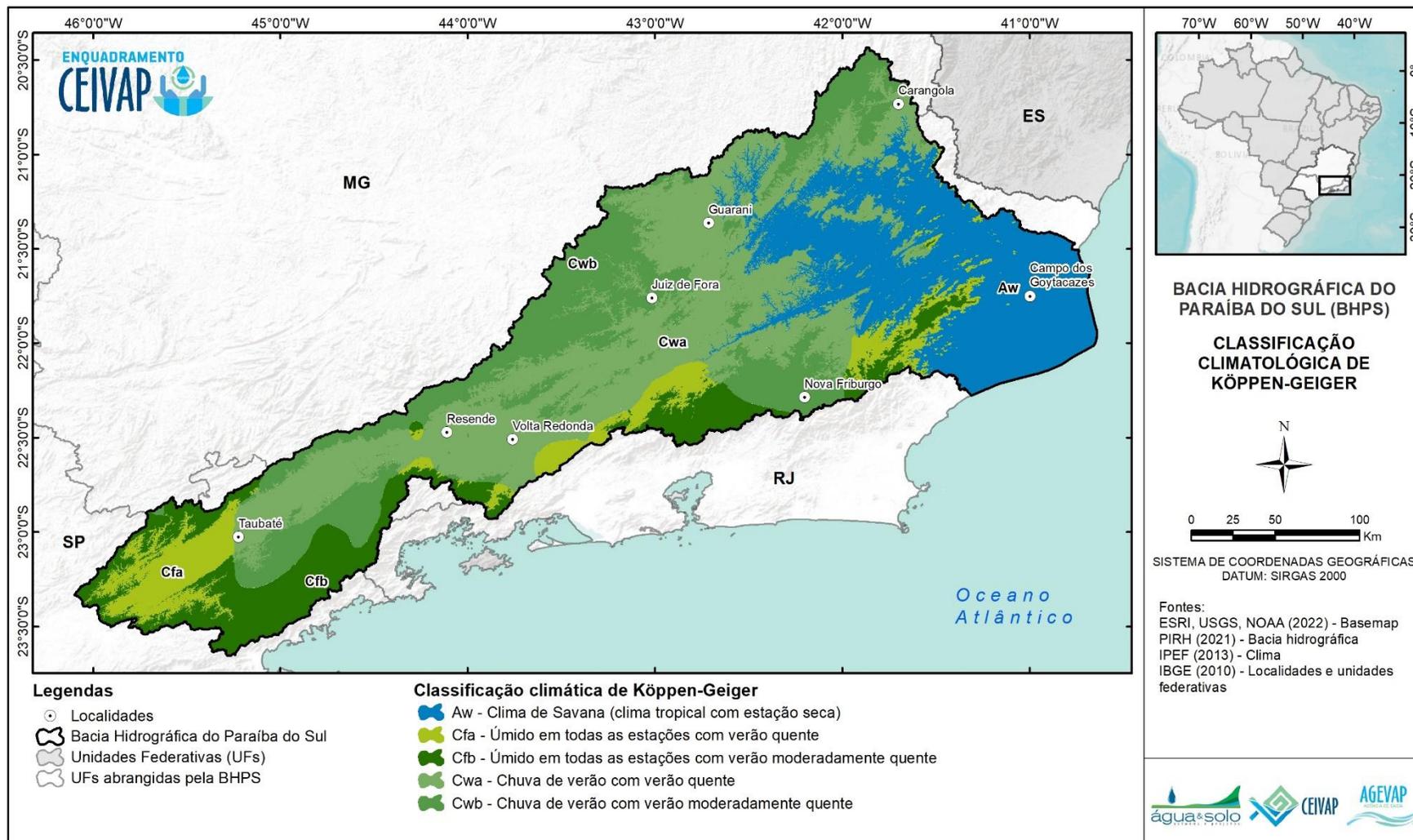


Figura 2.2. Classificação climatológica de Köppen-Geiger da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria.

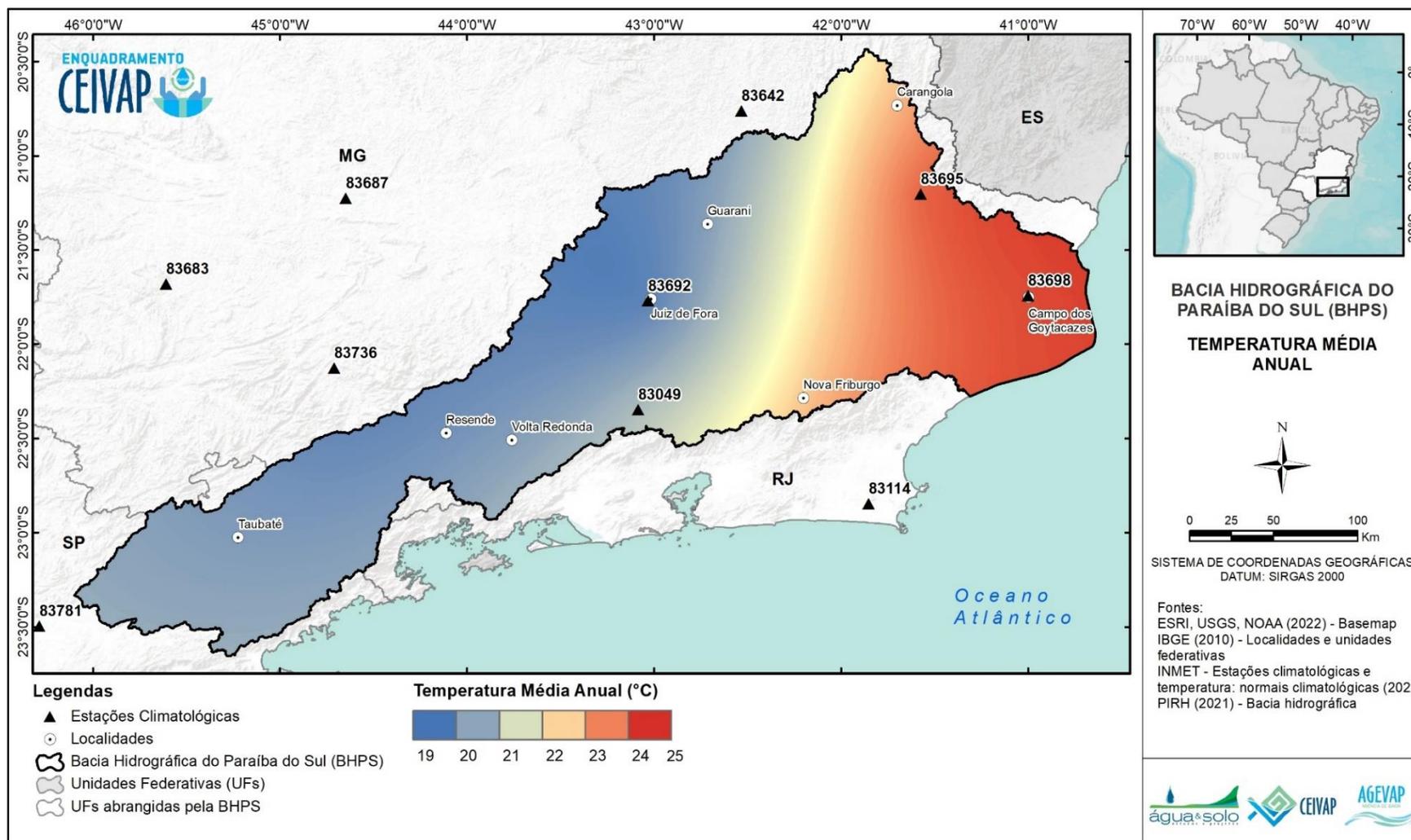


Figura 2.3. Temperatura média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

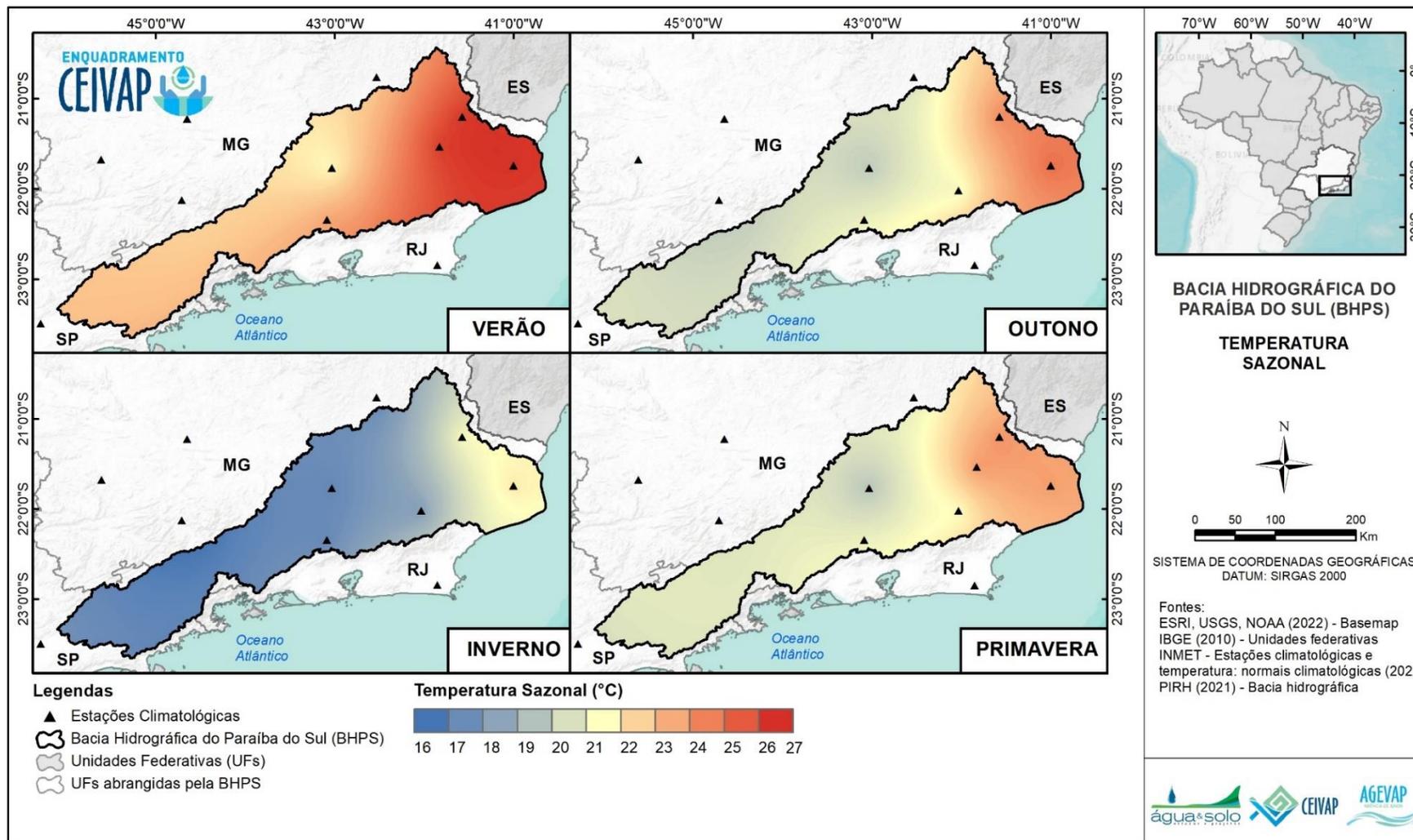


Figura 2.4. Temperatura média sazonal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

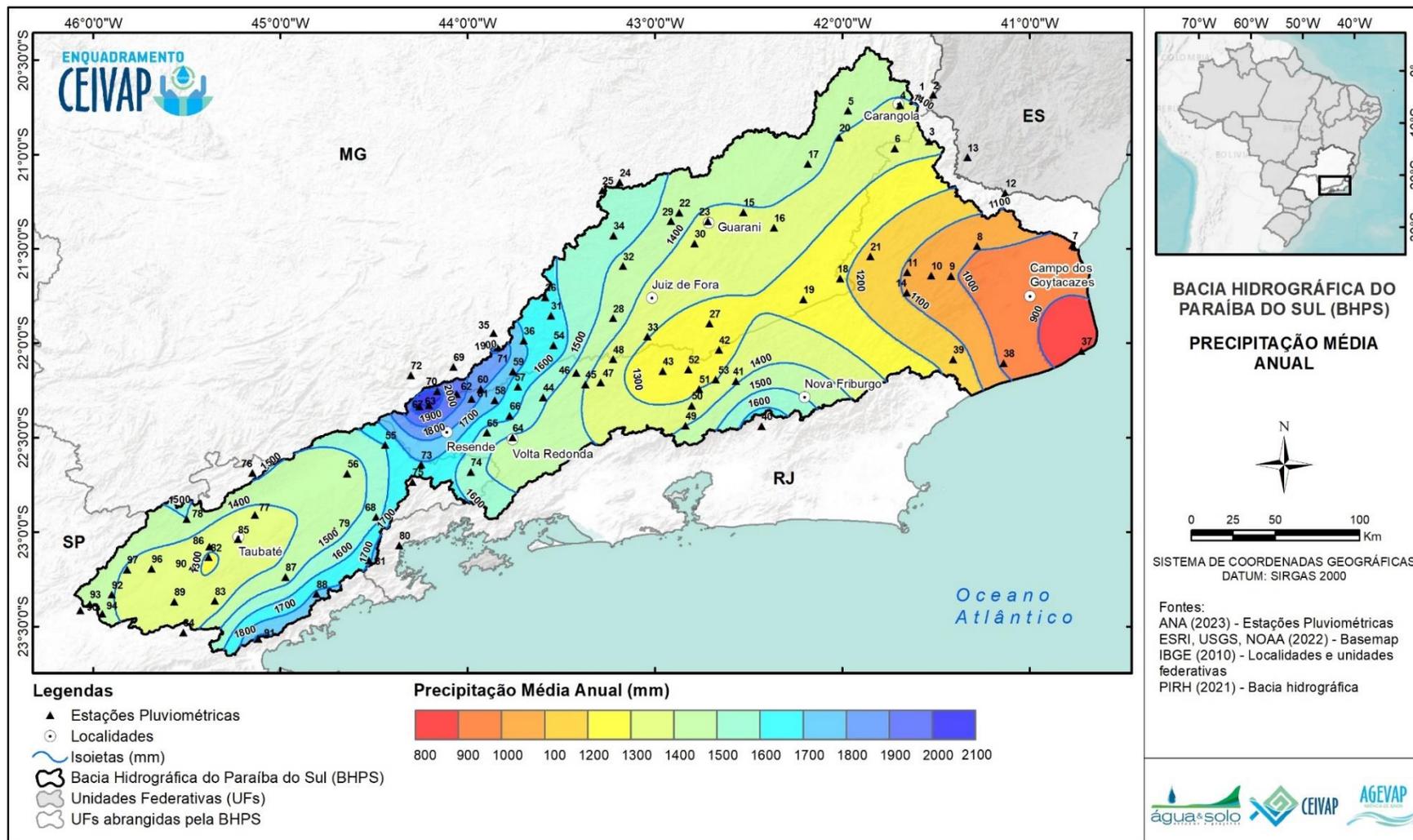


Figura 2.5. Precipitação média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

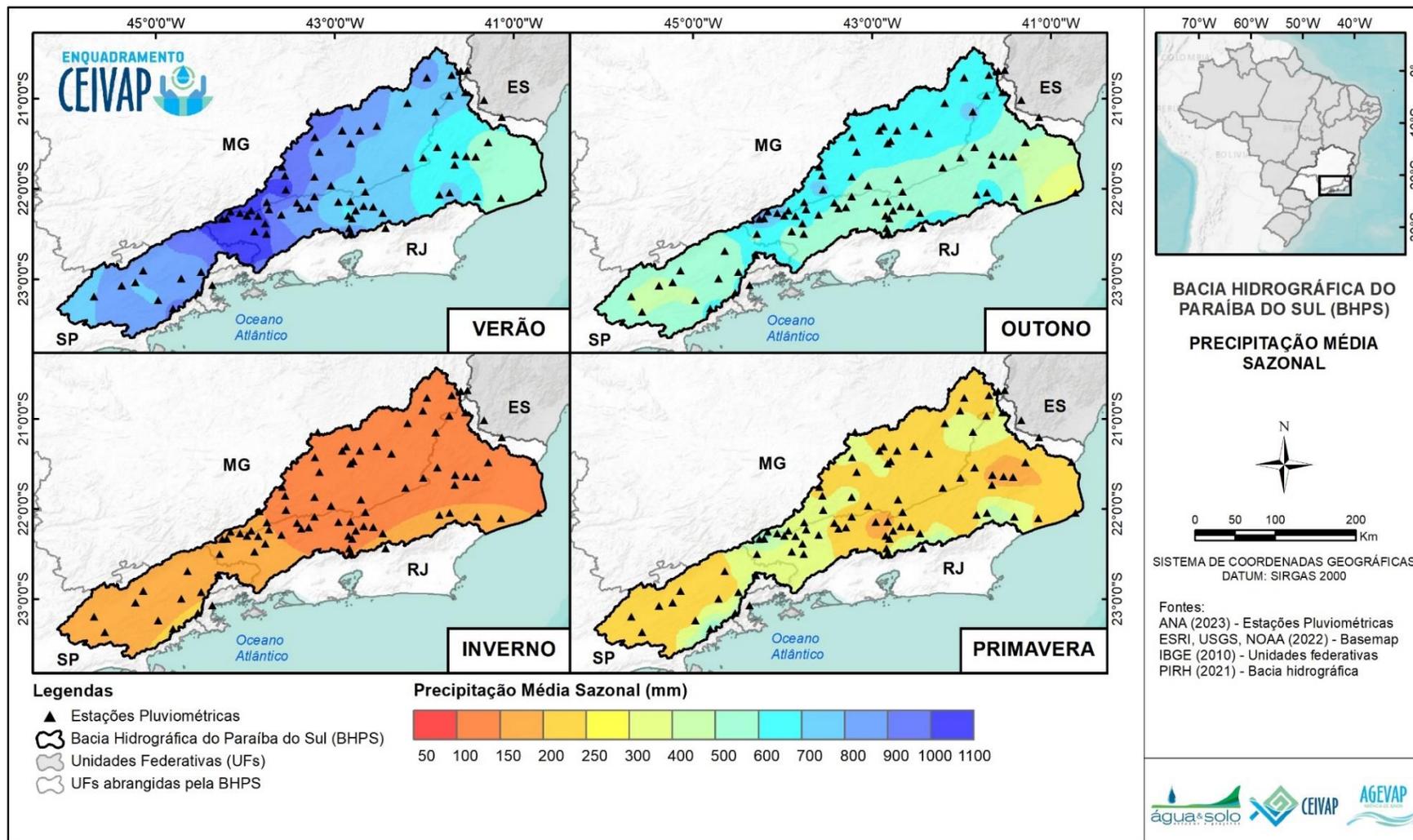


Figura 2.6. Precipitação média sazonal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

As Figura 2.7, Figura 2.8 e Figura 2.9 apresentam, respectivamente, os compartimentos do relevo, a hipsometria⁴ e a declividade⁵ da BHPS. A bacia apresenta, em sua geomorfologia, depressões, serras, patamares, planaltos, planícies e tabuleiros.

A geomorfologia da bacia é predominantemente representada por depressões (43,2%) e serras (24,4%), onde as altitudes variam entre 100 e 2.000 m. Pode-se definir a hipsometria como a determinação da altitude da superfície em relação ao nível do mar. A oeste, as serras chegam às maiores altitudes, próximo a 2.800m no pico das Agulhas Negras no Parque Nacional de Itatiaia. Nesta porção, observam-se também depressões e patamares. A leste da bacia, onde encontra-se a foz do rio Paraíba do Sul, o relevo é diversificado, composto de patamares, depressões, tabuleiros, planícies e serras, caracterizando-se por apresentar as menores altitudes da bacia, compreendendo a faixa entre 0 a 300m.

Com exceção da região de planícies, onde o relevo é plano⁶, avaliando a declividade e considerando a mesma como a inclinação da superfície em relação à horizontal, a bacia apresenta predomínio de um relevo fortemente ondulado (38,4% do total da bacia) e ondulado (30,4%), é possível observar que o norte Fluminense e o Vale do Paraíba Paulista são mesorregiões com predominância de áreas que apresentam as menores declividades da BHPS.

⁴ Elaborado a partir do Modelo Digital de Terreno (ANADEM) elaborado por ANA (2024) e disponibilizado pelo HGE/UFRGS que considera a metodologia descrita por LAIPELT *et al.* (2023).

⁵ Elaborado a partir do Modelo Digital de Terreno (ANADEM) elaborado por ANA (2024) e disponibilizado pelo HGE/UFRGS que considera a metodologia descrita por LAIPELT *et al.* (2023).

⁶ Conforme classe de relevo definida por EMBRAPA (2018): plano (declividades variáveis entre 0 e 3%), suave ondulado (entre 3 e 8%), ondulado (entre 8 e 20%), forte ondulado (entre 20 e 45%), montanhoso (entre 45 e 75%) e escarpado (superior a 75%).

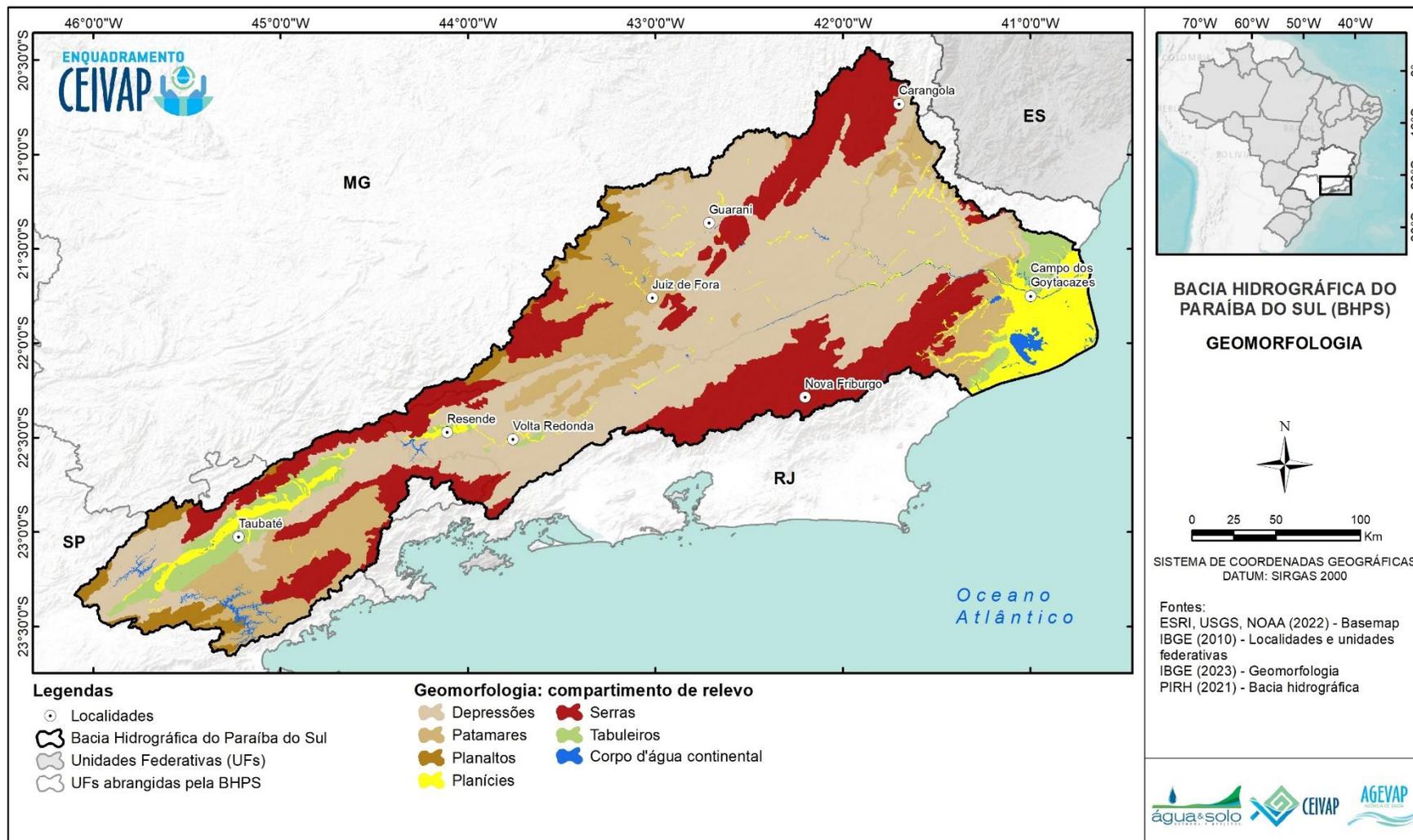


Figura 2.7. Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

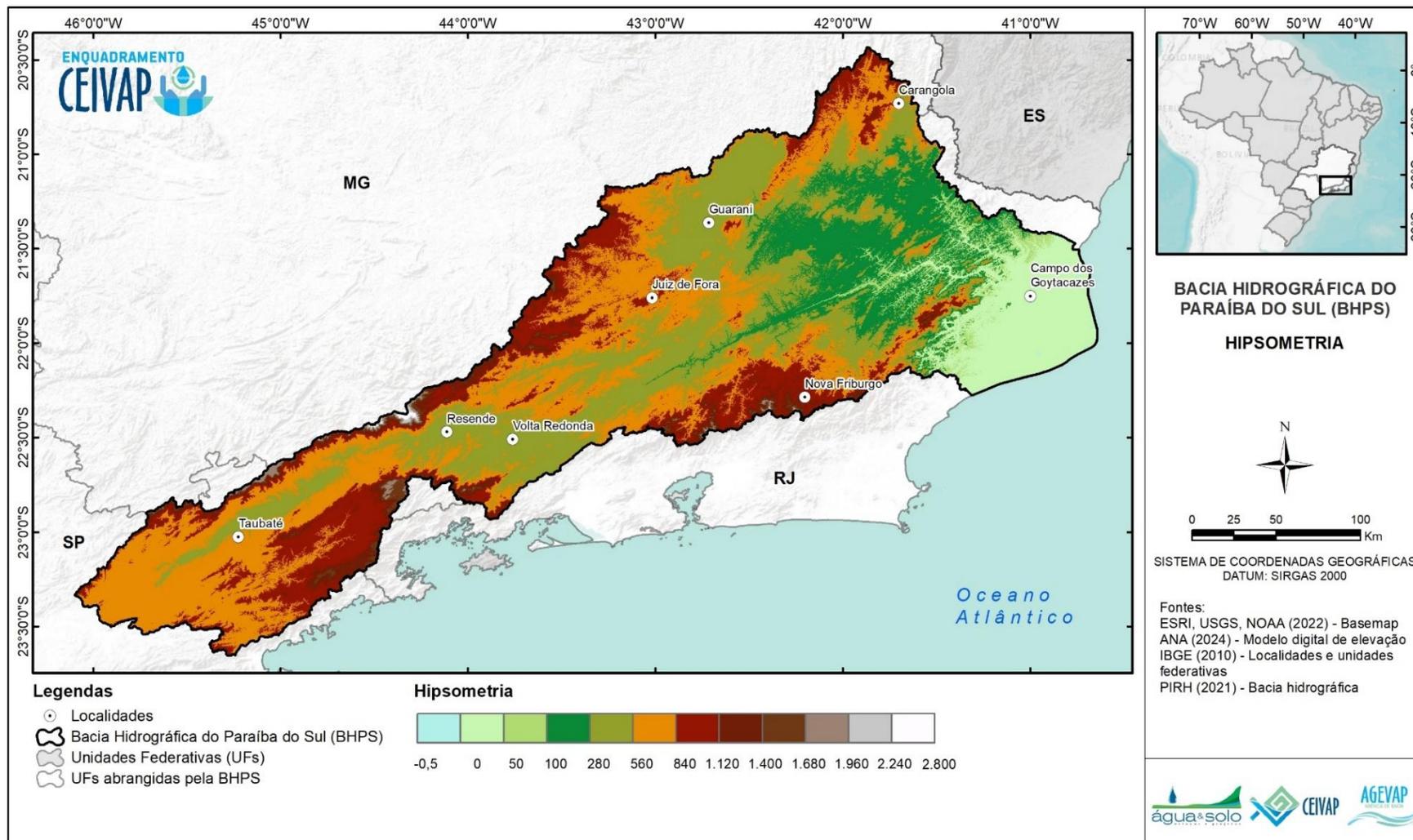


Figura 2.8. Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

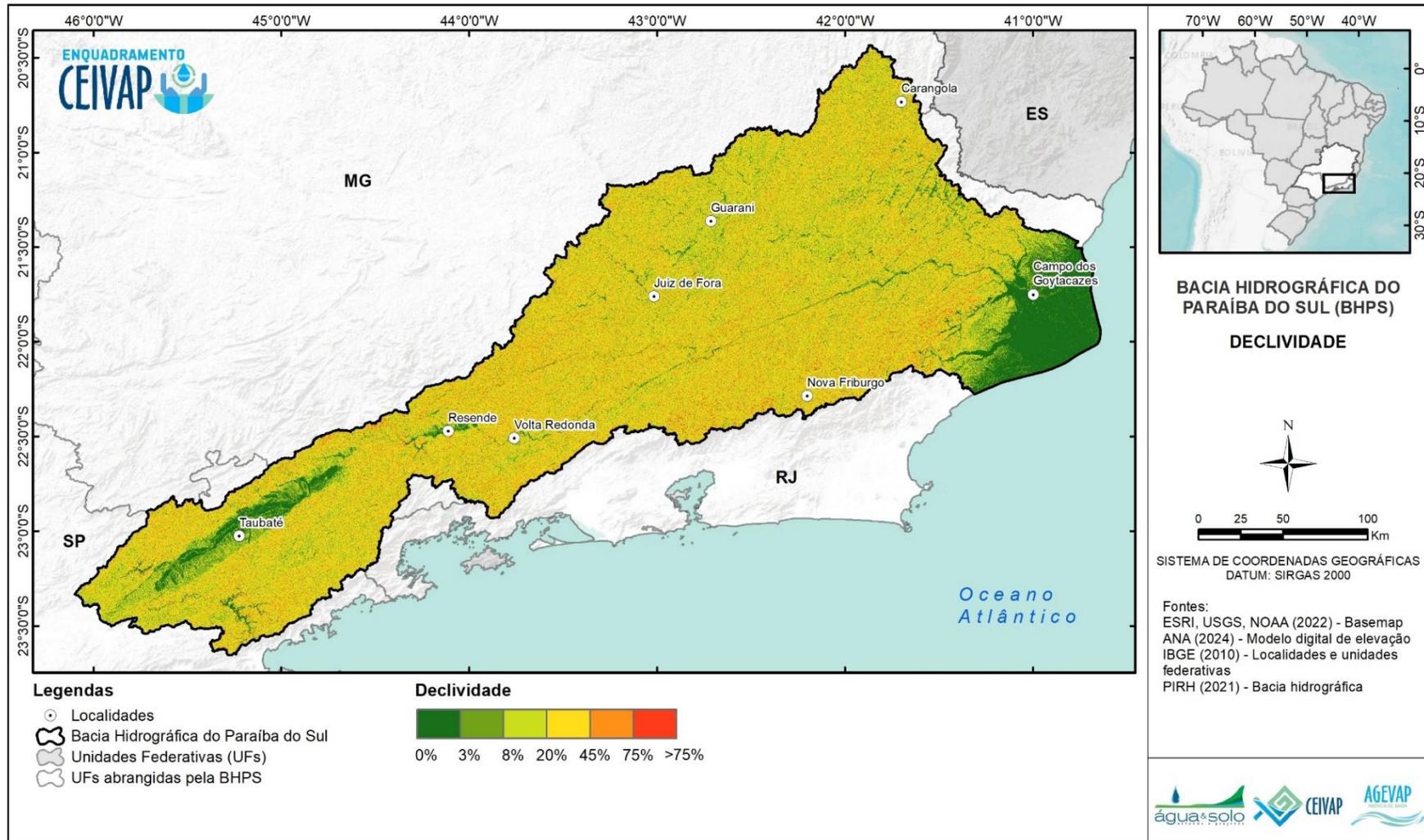


Figura 2.9. Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

Em aspectos geológicos, conforme descrevem Frota *et al.* (2023), a BHPS está localizada na Província da Mantiqueira que se apresenta em terreno com embasamento do éon arqueano até a era paleoproterozoica, sendo sobreposto por sedimentos e intrusões vulcânicas, isto é, corpos de rocha ígnea cristalizados no interior da crosta terrestre. SOARES *et al.* (2008) destacam três unidades geológicas-geomorfológicas na BHPS, sendo elas: (i) rochas pré-cambrianas associadas com relevos de morros e serras; (ii) sedimentos terciários associados a relevos suaves; (iii) sedimentos quaternários associados a extensas planícies aluvionares. Tal diversidade está diretamente associada ao desenvolvimento de diversas unidades pedológicas (Oliveira *et al.*, 1999, *apud* Soares *et al.*, 2008).

Na Figura 2.10 são apresentadas as unidades geológicas. Há predomínio de rochas metamórficas (47,1%; como gnaiss, mica xisto e quartzito⁷) e ígneas (44,3%; como granito) nas regiões de depressão, patamares e serras. Nas áreas planas, por outro lado, observa-se maior presença de rochas sedimentares (4,8%; mistura de tipos de solo silte e argila⁸).

Com relação a pedologia, como pode-se observar na Figura 2.11, a BHPS é coberta por latossolos (46,3%), argissolos (31,1%) e cambissolos (18,2%), os quais apresentam, nessa ordem, alta, baixa e moderada capacidade de infiltração⁹, conforme descrito por SOARES *et al.* (2008). De forma geral, os solos mais rasos e ou a presença de rochas ocorrem em relevos mais montanhosos, em vertentes de maior declividade, enquanto os solos mais desenvolvidos e profundos encontram-se geralmente em declives mais suaves (FROTA *et al.*, 2023).

⁷ Frota *et al.* (2023).

⁸ Frota *et al.* (2023).

⁹ Sendo alta capacidade, os solos profundos e boa drenagem; moderada, com profundidades relativamente rasas e textura variável; e baixa, camadas impermeáveis que dificultam o movimento descendente da água.

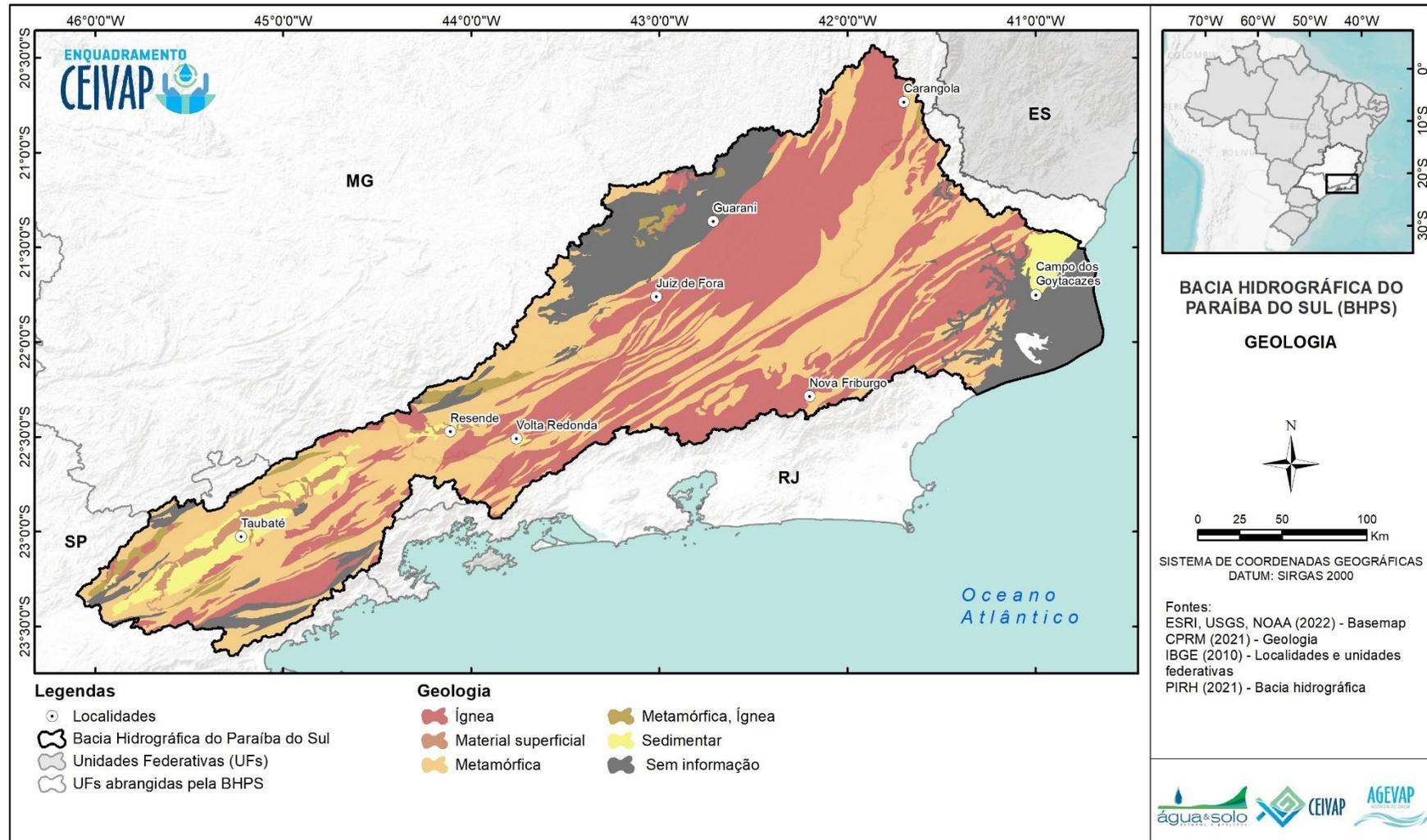


Figura 2.10. Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

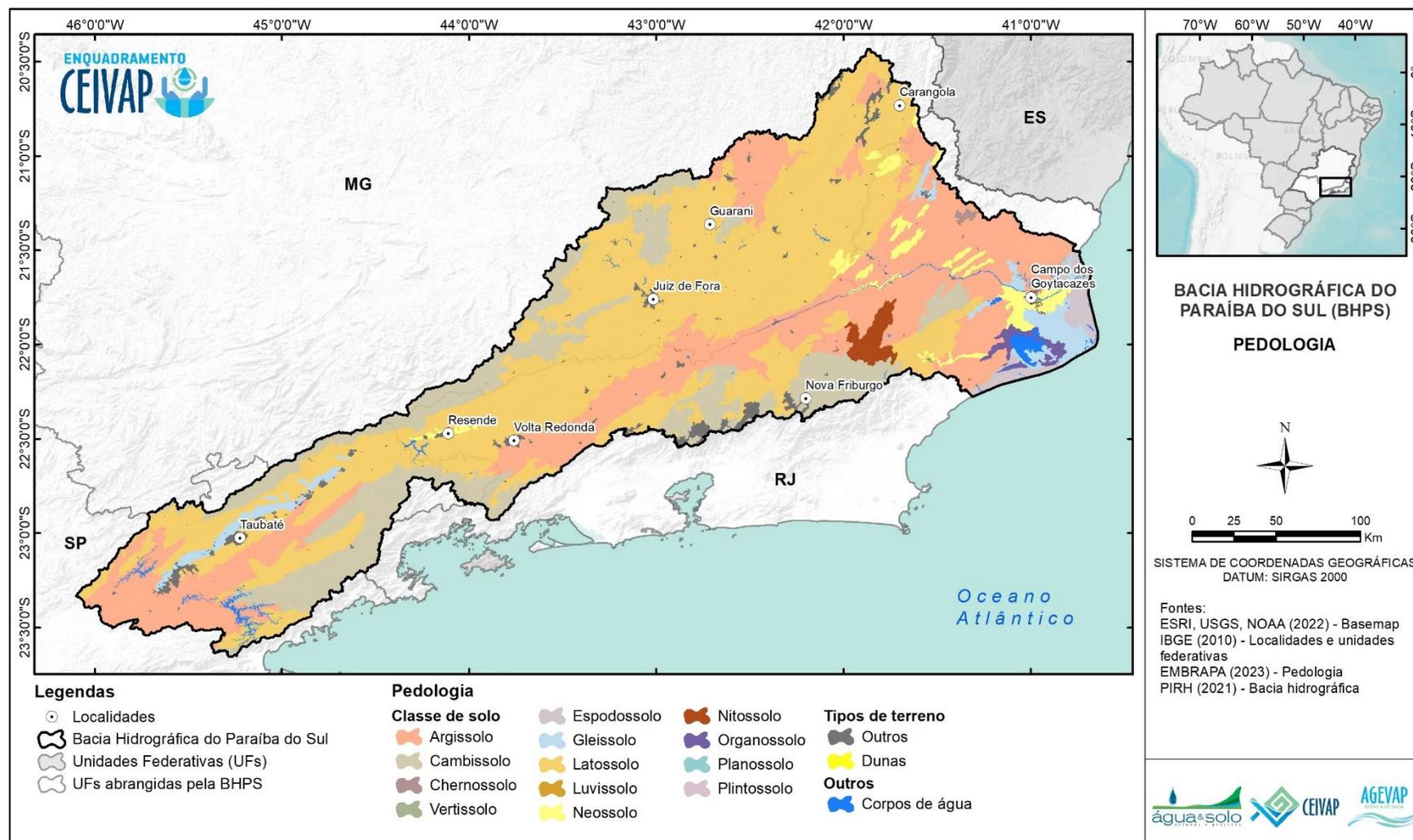


Figura 2.11. Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

 Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 2.12 mostra a erodibilidade dos solos à erosão hídrica (EMBRAPA, 2020). Majoritariamente, a BHPS possui entre baixa (43,2%) e média (31,7%) erodibilidade. Quando comparada com a pedologia (Figura 2.13), observa-se que a primeira classe está mais associada aos latossolos; a segunda, aos argissolos. Igualmente, por estar situada em uma região de relevo acidentado alinhada ao manejo inadequado do solo por atividades agropecuárias, pode ocorrer o favorecimento e aceleração de processos erosivos (SRH/MMA, 2006; SOUSA, 2014). A erosão, por sua vez, acelera o processo de assoreamento e, conseqüentemente, altera a qualidade da água dos rios, podendo afetar assim, os usos mais restritivos como o abastecimento público.

Em relação à hidrogeologia, está intrinsecamente ligada aos processos históricos de formação das superfícies e relevos que moldaram a região (FROTA *et. al.*, 2023). A bacia apresenta dois tipos de aquíferos: fraturado (ou fissural) e poroso (ou granular)¹⁰, como mostra a Figura 2.13 e descreve a Tabela 2.1. Os primeiros predominam em toda a bacia, sendo que essa porção se relaciona ao Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul. Já os aquíferos do tipo poroso estão presentes no Litorâneo Nordeste-Sudeste e o Barreiras, na região leste da BHPS e do estado do Rio de Janeiro, o Volta Redonda e Resende, na região central da bacia e leste do Rio de Janeiro, o Taubaté, ocupando o oeste da bacia e boa parte da área pertencente ao estado de São Paulo, além de pequenas frações do tipo São Paulo, ainda a oeste.

Em Minas Gerais, predominam aquíferos representados por rochas cristalinas (FROTA *et. al.*, 2023) e de produtividade média, com vazões entre 10 e 40 m³/h. No estado do Rio de Janeiro, a região de aquíferos porosos inclui depósitos aluviais de água doce e marinhos salgados (FROTA *et. al.*, 2023). Nessa área, a produtividade passa a ser, em sua maioria, baixa, com vazões que variam de 3 a 10 m³/h. A leste do Rio de Janeiro e no estado de São Paulo, aparece tanto uma produtividade baixa quanto média. Ainda, o aquífero Taubaté, composto por sedimentos arenosos e argilosos de variabilidade litológica (FROTA *et. al.*, 2023), possui uma região com alta produtividade (entre 40 e 100 m³/h). O capítulo disponibilidade subterrânea tratará com maior detalhamento as águas subterrâneas da BHPS.

¹⁰ Conforme Borghetti *et al.* (2011), nos porosos, a água está armazenada nos poros entre os grãos de areia, silte ou argila, permitindo a movimentação e um grande armazenamento de água; nos fraturados/fissurais, a água circula através de fraturas geradas por movimentos tectônicos, possuindo uma capacidade de armazenamento relacionada a essas fraturas.

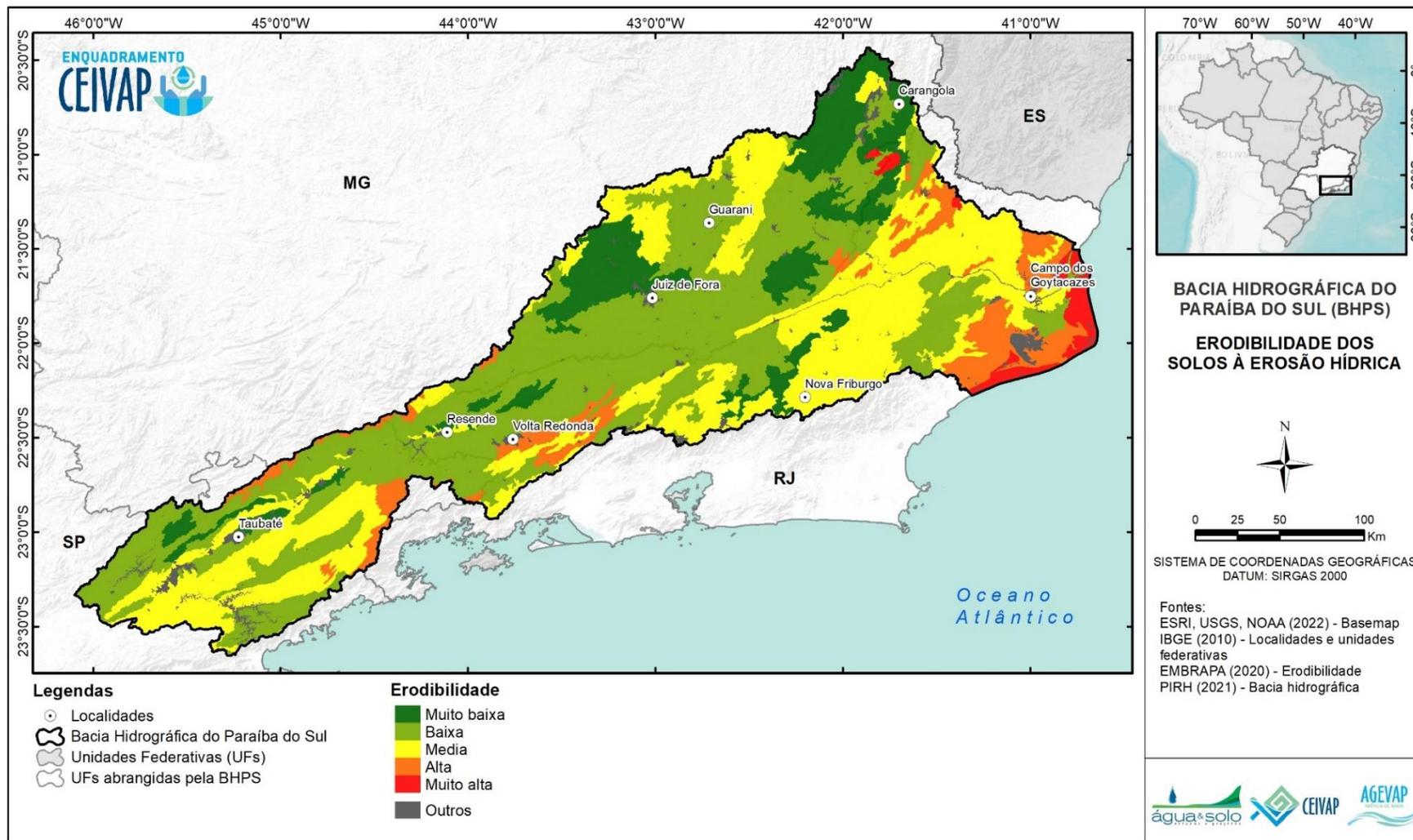


Figura 2.12. Áreas susceptíveis a erosão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

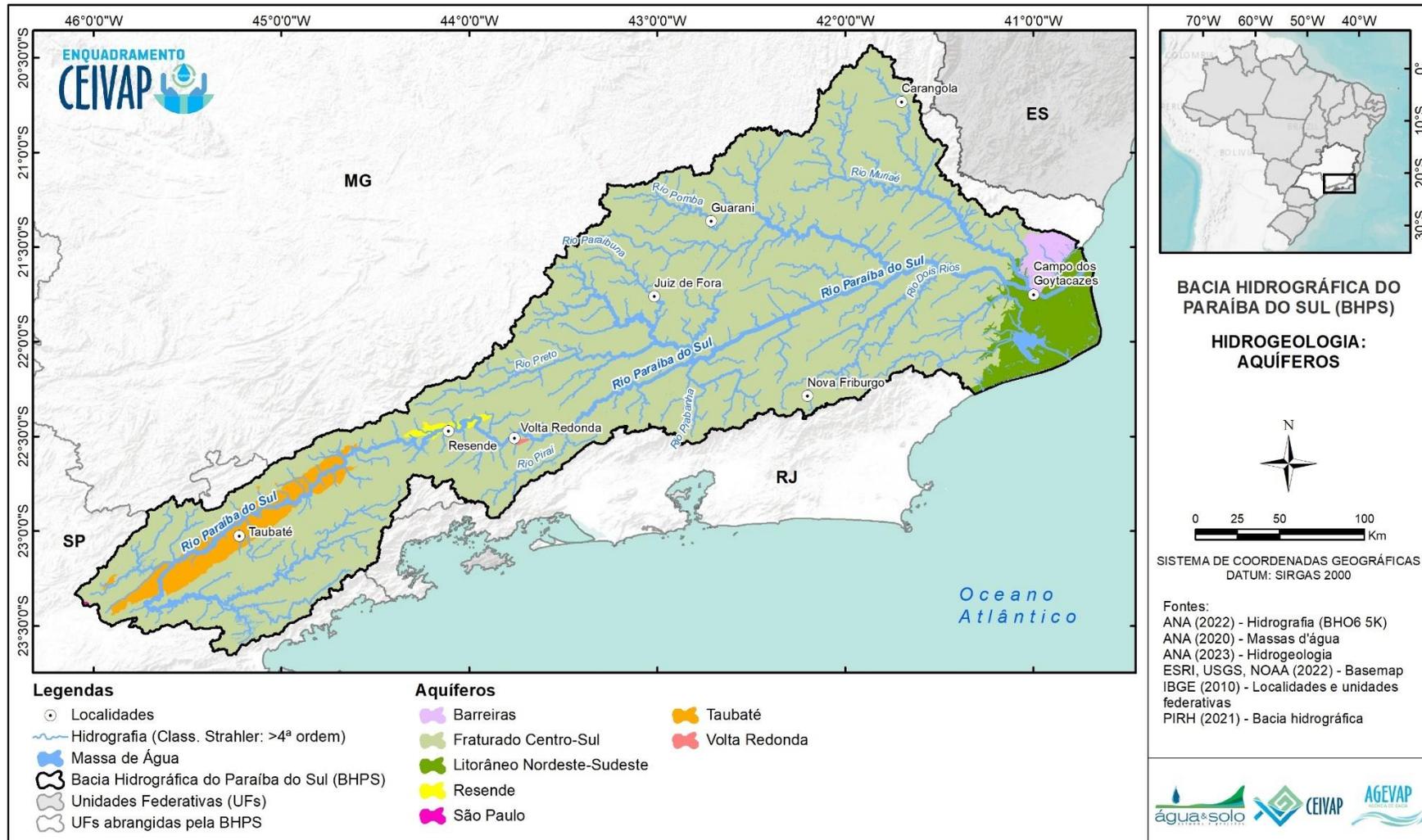


Figura 2.13. Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

 Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 2.1. Principais aquíferos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Aquífero	Tipo	Breve descrição
Fraturado Centro-Sul	Fraturado/fissural	É o sistema predominante em toda a BHPS, ocupando toda a área do estado de Minas Gerais pertencente à bacia, além da maior parte dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro ⁽¹⁾ . A sua produtividade vai de baixa (vazões entre 3 e 10 m ³ /h) a média (vazões entre 10 e 40 m ³ /h) ⁽²⁾ .
Litorâneo Nordeste-Sudeste	Poroso	Ocupa o extremo leste da bacia, no estado do Rio de Janeiro ⁽¹⁾ . Apresenta produtividade baixa, com vazões entre 3 e 10 m ³ /h ⁽²⁾ .
Barreiras	Poroso	Se localiza acima do aquífero Litorâneo Nordeste-Sudeste, também a leste do estado do Rio de Janeiro e da BHPS ⁽¹⁾ . A sua produtividade também é baixa (entre 10 e 40 m ³ /h) ⁽²⁾ .
Volta Redonda	Poroso	Ocupa uma pequena área a oeste do estado do Rio de Janeiro e centro da bacia ⁽¹⁾ . A produtividade deste aquífero é baixa (3 a 10 m ³ /h) ⁽²⁾ .
Resende	Poroso	Fica na região a oeste do estado do Rio de Janeiro e próximo ao centro da BHPS ⁽¹⁾ . A sua produtividade é, em maioria, média (10 a 40 m ³ /h), ficando baixa (3 a 10 m ³ /h) a leste do aquífero ⁽²⁾ .
São Paulo	Poroso	Ocupa áreas muito pequenas a oeste da bacia, no estado de São Paulo ⁽¹⁾ . Sua produtividade vai de baixa a média (3 a 40 m ³ /h) ⁽²⁾ .
Taubaté	Poroso	Apresenta formato alongado e ocupa o oeste da bacia e parte da área pertencente ao estado de São Paulo ⁽¹⁾ . Sua produtividade, em maioria, é média (entre 10 e 40 m ³ /h), com a região central com alta produtividade (entre 40 e 100 m ³ /h) ⁽²⁾ .

Fonte: A partir dos dados disponibilizados por ⁽¹⁾ANA (2023) e ⁽²⁾IBGE (2016).

No que concerne aos recursos hídricos superficiais (Figura 2.14), a hidrografia tem como rio principal o Paraíba do Sul (1.180 km de extensão), que nasce no estado de São Paulo a partir da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. Percorre o Vale do Paraíba, localizado entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, passando pelos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Sua foz desagua no Oceano Atlântico no norte fluminense, entre os municípios de São João da Barra/RJ e São Francisco de Itabapoana/RJ.

Seus principais afluentes são os rios Jaguari, Paraibuna, Pomba, Muriaé, Piraí, Piabanha e Dois Rios, cujas informações estão sintetizadas na Tabela 2.2. As bacias hidrográficas dos rios Muriaé e Pomba destacam-se como uma das mais vulneráveis a inundações do país (ANA, 2014), sendo assim áreas prioritárias para elaboração de estudos e projetos de infraestruturas hidráulicas de controle de inundações integradas ao aumento da oferta hídrica (CEIVAP, 2021; ANA, 2019; ANA, 2014).

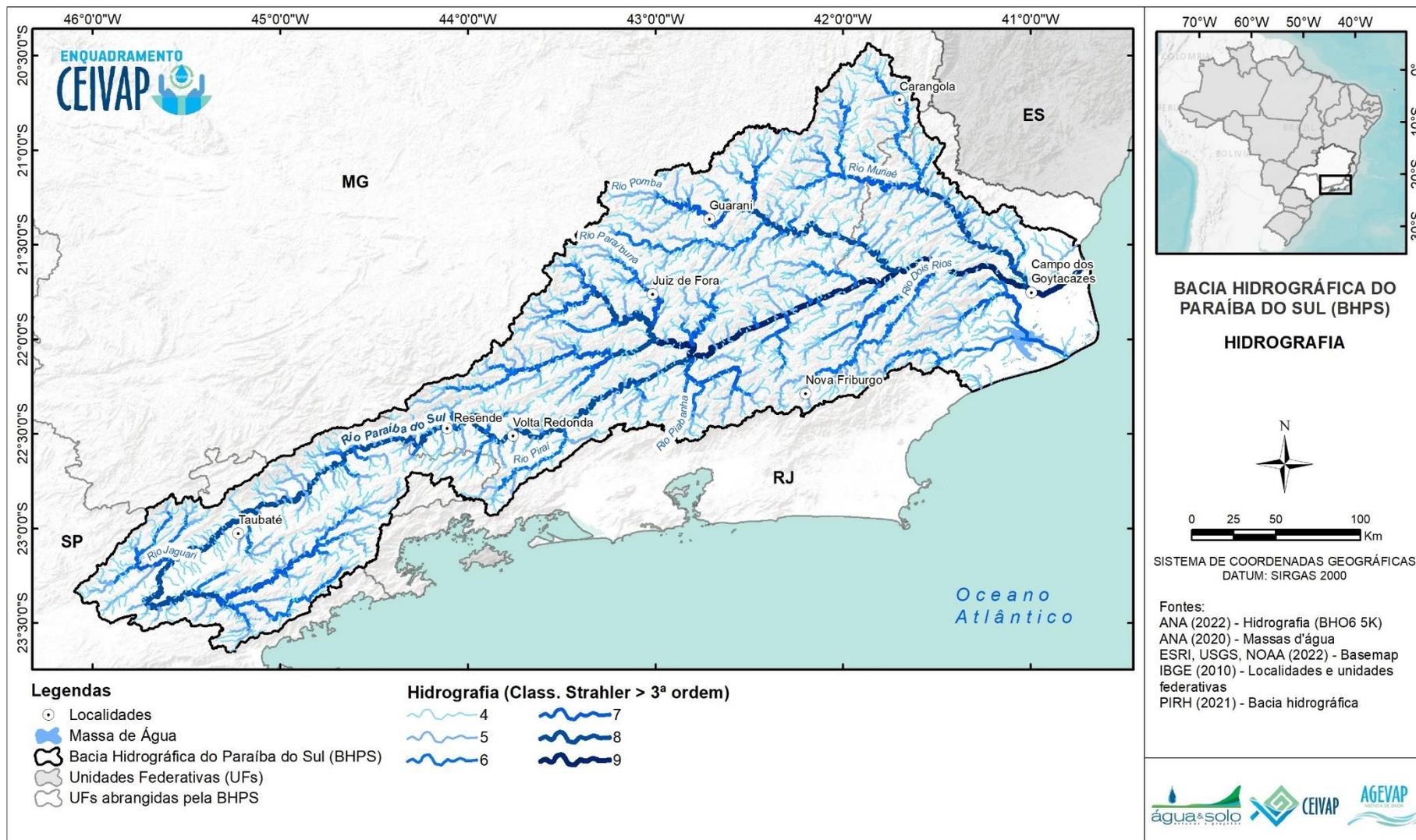


Figura 2.14. Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 2.2. Principais afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Curso de água	Área de drenagem (km ²)	Extensão (km)	Breve descrição	Principais afluentes
Rio Jaguari (ME)	1.757	35 ⁽¹⁾	Nasce no estado de São Paulo e atravessa os municípios de Igaratá, Jacareí e São José dos Campos. É represado próximo à sua foz pela barragem da UHE de Jaguari.	Rio do Peixe, Parateí e Pilões ⁽⁶⁾
Rio Paraibuna (ME)	8.558	170	Nasce no município de Antônio Carlos/MG e, dentre outros municípios, banha Juiz de Fora, importante polo industrial mineiro.	Rio do Peixe, Cágado e Preto
Rio Pomba (ME)	8.616	265	Nasce no município de Santa Bárbara do Tugúrio/MG ⁽²⁾ . Abrange 38 municípios (92,1% mineiros e 7,9% fluminenses), sendo os principais: Cataguases, Leopoldina, Santos Dumont, São João Nepomuceno, Ubá e Visconde do Rio Branco, em Minas Gerais, e Santo Antônio de Pádua e Miracema, no Rio de Janeiro.	Rios Novo, Piau, Xopotó, Formoso e Pardo
Rio Muriaé (ME)	8.162	300	Nasce no município de Mirai/MG ⁽³⁾ , a partir da confluência dos rios Bom Sucesso e Samambaia. Abrange 26 municípios (73,1% mineiros e 26,9% fluminenses), sendo os principais: Muriaé/MG, Carangola/MG e Itaperuna/RJ. No Rio de Janeiro, de Italva até a sua foz, desenvolve-se em região plana, constituindo planície de inundação nas grandes cheias.	Rios Santo Antônio e Carangola
Rio Pirai (MD)	1.097	110 ⁽⁵⁾	Nasce no distrito de Lídice, no município de Rio Claro/RJ ⁽⁴⁾ e banha o estado do Rio de Janeiro. Seus principais municípios são: Rio Claro/RJ, Pirai/RJ e Barra do Pirai/RJ. Suas características hidráulicas e sedimentológicas encontram-se bastante modificadas devido a dois barramentos, Tocos e Santana. Também no rio Pirai está localizada a barragem de Santana e a elevatória de Vigário.	Rios das Pedras, dos Papudos, Claro e do Braço ⁽⁵⁾
Rio Piabanha (MD)	2.065	80	Nasce na Serra do Mar, a 1.546 metros de altitude ⁽⁵⁾ . Abrange os municípios fluminenses de Areal, Petrópolis, Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto.	Rio Paquequer
Rio Dois Rios (MD)	3.200	300	Nasce pelo encontro das águas dos rios Negro e Grande. Abrange de municípios fluminenses de Nova Friburgo, Cantagalo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Bom Jardim, São Sebastião do Alto, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes.	Córregos da Estrada, dos Milagres e Colônia ⁽⁷⁾

Nota: (ME) Margem esquerda; (MD) Margem direita.

Fonte: Adaptado de FROTA *et al.* (2023); ⁽¹⁾Prefeitura Municipal de Pedreira (2024), ⁽²⁾ SILVA (2014), ⁽³⁾CORRÊA (2021), ⁽⁴⁾RAMOS *et al.* (2023), ⁽⁵⁾SILVA *et al.*(2017) e ⁽⁷⁾ANA (2013).

A distribuição espacial das interferências existentes na BHPS está apresentada na Figura 2.15. Conforme FROTA *et al.* (2023), observa-se grande diversidade de reservatórios em termos de uso¹¹ e dimensão de espelho de água. Em relação a este último, ressalta-se os de Jaguari, Paraibuna/Paraitinga e Santa Branca por caracterizarem como os maiores espelhos de água da bacia.

Ao total, a região possui 80 aproveitamentos hidrelétricos em operação (Tabela 2.3), sendo 15% classificados como Usinas Hidrelétricas – UHE (com potência superior a 30 MW). Dentre estas, destacam-se a UHE Simplício com uma potência superior a 300 MW, situada entre os municípios de Além Paraíba/MG, Sapucaia/RJ, Três Rios/RJ e Chiador/MG; a UHE Funil com 216 MW de potência, localizada entre Itatiaia/RJ e Resende/RJ; e, com uma potência de 187 MW, a UHE Ilha do Pombos, também em Além Paraíba/MG e em Carmo/RJ.

Além de outros reservatórios de operação a fio d'água¹² (3) e de regularização (2)¹³, a BHPS conta também com três transposições instaladas, sendo elas Jaguari, Lajes e Macabu (CEIVAP, 2021). Frisa-se a importância das duas primeiras transposições, indispensáveis para o abastecimento das regiões metropolitanas dos estados de São Paulo (bacias PCJ/SP) e Rio de Janeiro (Guandu/RJ), respectivamente (OROSCO, 2018; AVELLAR, 2015).

¹¹ (...) antigos reservatórios de geração de energia elétrica, cujas estações de geração de energia foram desativadas; tanques de rejeito de mineração; cavas de mineração desativadas; cavas de mineração de areia (...); açudes (represas) em área de agricultura para garantir a irrigação; açudes de piscicultura; e açudes de lazer.

¹² Vigário, Santana e Santa Cecília.

¹³ Paraibuna Paraitinga e Tócos.

Tabela 2.3. Interferências: relação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Aproveitamento hidrelétrico	Tipo	UF	Lat. (S)	Long. (W)	Início da operação	Área de drenagem (km ²)	Estágio	Potência total (KW)
Anna Maria	PCH	MG	21°28'53,58"S	43°27'43,75"W	01/08/1937	230	Operação	1.680
Antônio Prado	CGH	MG	21°01'43,00"S	42°11'59,00"W	01/09/2017	N.I.	Operação	1.000
Areal	PCH	RJ	22°13'34,55"S	43°04'41,34"W	01/01/1949	N.I.	Operação	18.000
Areal	PCH	MG	22°13'34,55"S	43°04'41,34"W	01/01/1988	N.I.	Operação	5.149
Avelar	CGH	RJ	22°17'38,00"S	43°25'05,00"W	N.I.	N.I.	Operação	1.000
Barra do Braúna	UHE	MG	21°27'00,15"S	42°24'17,04"W	25/12/2009	N.I.	Operação	39.000
Bom Jardim	CGH	RJ	22°09'30,00"S	42°25'03,00"W	04/11/2016	N.I.	Operação	140
Bonfante	PCH	MG	22°00'32,00"S	43°15'55,00"W	02/08/2008	7187	Operação	19.000
Braço	PCH	RJ	22°47'27,46"S	44°14'21,30"W	01/02/2011	116	Operação	11.155
Cachoeira do Brumado	CGH	MG	21°51'04,55"S	43°53'24,62"W	06/03/2010	142	Operação	2.340
Cachoeira Do Espírito Santo	CGH	MG	20°48'31,00"S	42°19'35,00"W	21/02/2023	N.I.	Operação	1.116
Caju	PCH	RJ	21°53'56,64"S	42°02'55,42"W	17/03/2011	1556	Operação	10.000
Capitão Mor	CGH	SP	22°42'11,66"S	44°27'49,14"W	05/12/1961	N.I.	Operação	288
Carangola	PCH	MG	20°41'57,04"S	42°04'01,46"W	25/06/2008	673	Operação	15.000
Comendador Venâncio	CGH	RJ	21°11'08,65"S	42°05'59,58"W	29/03/2005	3102	Operação	1.600
Coronel Domiciano	UHE	MG	21°00'48,43"S	42°26'53,05"W	01/07/1994	195	Operação	5.040
Dona Mariana	CGH	RJ	22°08'55,36"S	42°37'33,18"W	01/01/1930	N.I.	Operação	34
Ervália	UHE	MG	20°54'25,40"S	42°39'41,80"W	01/01/1999	N.I.	Operação	6.970
Euclidelândia	PCH	RJ	21°54'51,87"S	42°15'28,45"W	01/01/1949	440	Operação	1.400
Fagundes	CGH	RJ	22°13'07,29"S	43°09'55,61"W	27/02/1923	56	Operação	4.800
Fazenda Aquidauana	CGH	MG	21°46'16,00"S	43°34'17,00"W	N.I.	N.I.	Operação	12
Fazenda Santa Cruz	CGH	RJ	22°07'03,90"S	42°37'44,60"W	01/01/1911	N.I.	Operação	20
Funil	UHE	RJ	22°31'43,64"S	44°34'04,60"W	20/03/1970	N.I.	Operação	216.000
Glória	UHE	MG	21°02'23,00"S	42°19'44,00"W	01/01/1983	N.I.	Operação	13.800
Guary	PCH	MG	21°29'20,21"S	43°27'18,68"W	01/01/1914	287.1	Operação	5.400
Hans	CGH	RJ	22°19'45,00"S	42°31'00,00"W	01/01/2012	N.I.	Operação	300
Henrique Portugal	CGH	MG	22°09'57,13"S	44°07'02,71"W	01/01/1953	N.I.	Operação	800
Hidrogerador Quântico	CGH	SP	22°45'13,00"S	45°26'50,00"W	30/03/2016	N.I.	Operação	1.225
Ilha dos Pombos	UHE	RJ	21°51'05,82"S	42°36'28,26"W	01/01/1924	32516	Operação	187.169
Ituerê	CGH	MG	21°17'57,67"S	43°12'30,87"W	01/10/1918	787	Operação	4.040
Ivan Botelho I (Antiga Ponte)	PCH	MG	21°22'26,57"S	42°59'37,70"W	14/05/2003	1771	Operação	24.300
Ivan Botelho II (Antiga Palestina)	PCH	MG	21°20'42,20"S	42°58'14,82"W	28/11/2003	1796	Operação	12.400

Aproveitamento hidrelétrico	Tipo	UF	Lat. (S)	Long. (W)	Início da operação	Área de drenagem (km ²)	Estágio	Potência total (KW)
Ivan Botelho III (Antiga Triunfo)	PCH	MG	21°18'09,83"S	42°54'44,95"W	26/01/2005	2318	Operação	24.400
Izabel	CGH	SP	22°43'39,06"S	45°27'07,63"W	01/05/1915	N.I.	Operação	3.168
Jaguari	UHE	SP	23°11'34,71"S	46°01'16,75"W	11/12/1973	N.I.	Operação	27.600
Joasal	UHE	MG	21°47'45,00"S	43°17'49,00"W	01/05/1950	1070	Operação	8.400
Jph Catete	CGH	RJ	22°13'01,00"S	42°30'02,00"W	10/09/2020	N.I.	Operação	1.764
Lavrinhas	PCH	SP	22°34'04,89"S	44°51'47,96"W	03/09/2011	12633	Operação	30.000
Limeira	CGH	MG	21°00'50,43"S	42°27'38,55"W	28/05/2012	N.I.	Operação	1.260
Lito Mendes	CGH	RJ	22°19'31,64"S	42°44'35,99"W	27/12/1996	N.I.	Operação	50
Marmelos	UHE	MG	21°47'13,35"S	43°18'37,81"W	01/01/1915	1000	Operação	4.000
Maurício	CGH	MG	21°28'32,75"S	42°50'42,55"W	01/01/1908	1889	Operação	640
Mello	PCH	MG	22°02'00,31"S	43°46'57,32"W	30/10/1997	224	Operação	10.685
Miguel Pereira	CGH	MG	21°11'37,24"S	42°34'03,14"W	01/01/1930	N.I.	Operação	736
Miradouro	CGH	MG	20°51'55,00"S	42°21'18,00"W	27/02/2012	N.I.	Operação	1.260
Monte Serrat	PCH	RJ	22°01'15,39"S	43°17'58,03"W	13/02/2009	7175	Operação	25.000
Nossa Sra do Paquequer	CGH	RJ	21°58'33,73"S	42°42'09,60"W	22/10/2002	N.I.	Operação	18
Nova Maurício	PCH	MG	21°28'32,88"S	42°50'42,45"W	01/01/1956	N.I.	Operação	29.232
Ormeo Junqueira Botelho (Antiga Cachoeira Encoberta)	PCH	MG	21°05'04,34"S	42°20'37,35"W	31/12/2003	1040	Operação	22.700
Paciência	UHE	MG	21°50'40,82"S	43°20'22,13"W	27/05/1930	1102	Operação	4.080
Paes Leme	PCH	MG	22°10'49,55"S	44°16'39,95"W	21/06/2001	50	Operação	1.920
Paraibuna	UHE	SP	23°24'35,54"S	45°36'02,23"W	20/04/1978	N.I.	Operação	87.020
Pedra Lavada	CGH	RJ	21°56'52,00"S	42°20'59,00"W	01/05/2015	N.I.	Operação	1.000
Piabanha	PCH	RJ	22°12'33,80"S	43°08'17,90"W	01/01/1908	1606	Operação	9.000
Piau	UHE	MG	21°29'21,00"S	43°24'08,00"W	01/01/1955	N.I.	Operação	18.012
Picada	UHE	MG	21°53'05,38"S	43°32'27,08"W	01/07/2006	1702	Operação	50.000
Pirapanema	CGH	MG	21°01'02,00"S	42°26'27,00"W	28/02/2013	N.I.	Operação	1.260
Poço Fundo	PCH	RJ	22°11'23,38"S	42°53'30,18"W	02/10/2020	730	Operação	14.000
Queluz	PCH	SP	22°32'37,50"S	44°47'45,42"W	12/08/2011	12732	Operação	30.000
Quilombo	CGH	RJ	21°51'49,08"S	42°26'07,88"W	01/10/2019	N.I.	Operação	3.000
Rio Bonito Três Vales	CGH	RJ	22°13'35,79"S	43°00'48,75"W	01/02/2015	N.I.	Operação	796
Santa Bárbara Energia	CGH	MG	20°48'22,00"S	42°21'49,00"W	20/01/2014	N.I.	Operação	1.000
Santa Branca	UHE	SP	23°22'24,51"S	45°52'17,41"W	21/05/1999	5030	Operação	56.050
Santa Cecília	CGH	MG	21°8'30,615"S	42°36'16,25"W	01/01/1950	N.I.	Operação	424
Santa Fé I	PCH	RJ	22°01'58,75"S	43°09'15,98"W	09/05/2008	7378	Operação	30.000

Aproveitamento hidrelétrico	Tipo	UF	Lat. (S)	Long. (W)	Início da operação	Área de drenagem (km ²)	Estágio	Potência total (KW)
Santa Rosa	CGH	RJ	22°11'26,03"S	43°40'45,68"W	18/09/1978	N.I.	Operação	680
Santa Rosa II	PCH	RJ	22°07'19,74"S	42°18'34,95"W	25/06/2008	979	Operação	30.000
Santana do Deserto I	CGH	MG	21°57'49,11"S	43°09'18,52"W	25/05/2018	N.I.	Operação	1.600
Santo Antônio	PCH	RJ	22°08'22,09"S	42°21'07,38"W	04/02/2012	837	Operação	8.000
São José	CGH	RJ	22°11'54,97"S	42°23'04,64"W	20/09/2006	N.I.	Operação	108
São Sebastião do Alto	PCH	RJ	21°56'13,94"S	42°05'24,10"W	19/08/2011	1470	Operação	13.200
Secretário	PCH	RJ	22°17'55,97"S	43°10'37,67"W	02/08/2018	287	Operação	2.680
Serra Negra	CGH	MG	22°01'42,65"S	43°44'53,18"W	12/04/2023	N.I.	Operação	3.000
Simplício	UHE	MG	21°55'14,66"S	42°47'35,35"W	05/06/2013	N.I.	Operação	333.700
Sobragi	UHE	MG	21°58'45,28"S	43°21'47,07"W	01/07/1998	N.I.	Operação	60.000
Sodré	CGH	SP	22°39'52,00"S	45°18'33,00"W	01/04/2013	N.I.	Operação	1.012
Tombos	PCH	MG	20°54'52,30"S	42°01'37,00"W	01/01/1912	1277	Operação	2.880
Tudelândia	PCH	RJ	21°54'45,51"S	41°57'25,14"W	22/05/2010	48.9	Operação	2.547
Volta Grande	CGH	MG	21°47'25,00"S	42°30'09,00"W	01/12/2012	N.I.	Operação	990
Zé Tunin	PCH	MG	21°18'54,00"S	42°56'42,00"W	27/12/2012	1812	Operação	8.000

Nota: (N. I.) Não informada; (CGH) Central Geradora Hidrelétrica; (PCH) Pequena Central Hidrelétrica; (UHE) Usina Hidrelétrica de Energia.

Fonte: ANEEL, 2024.

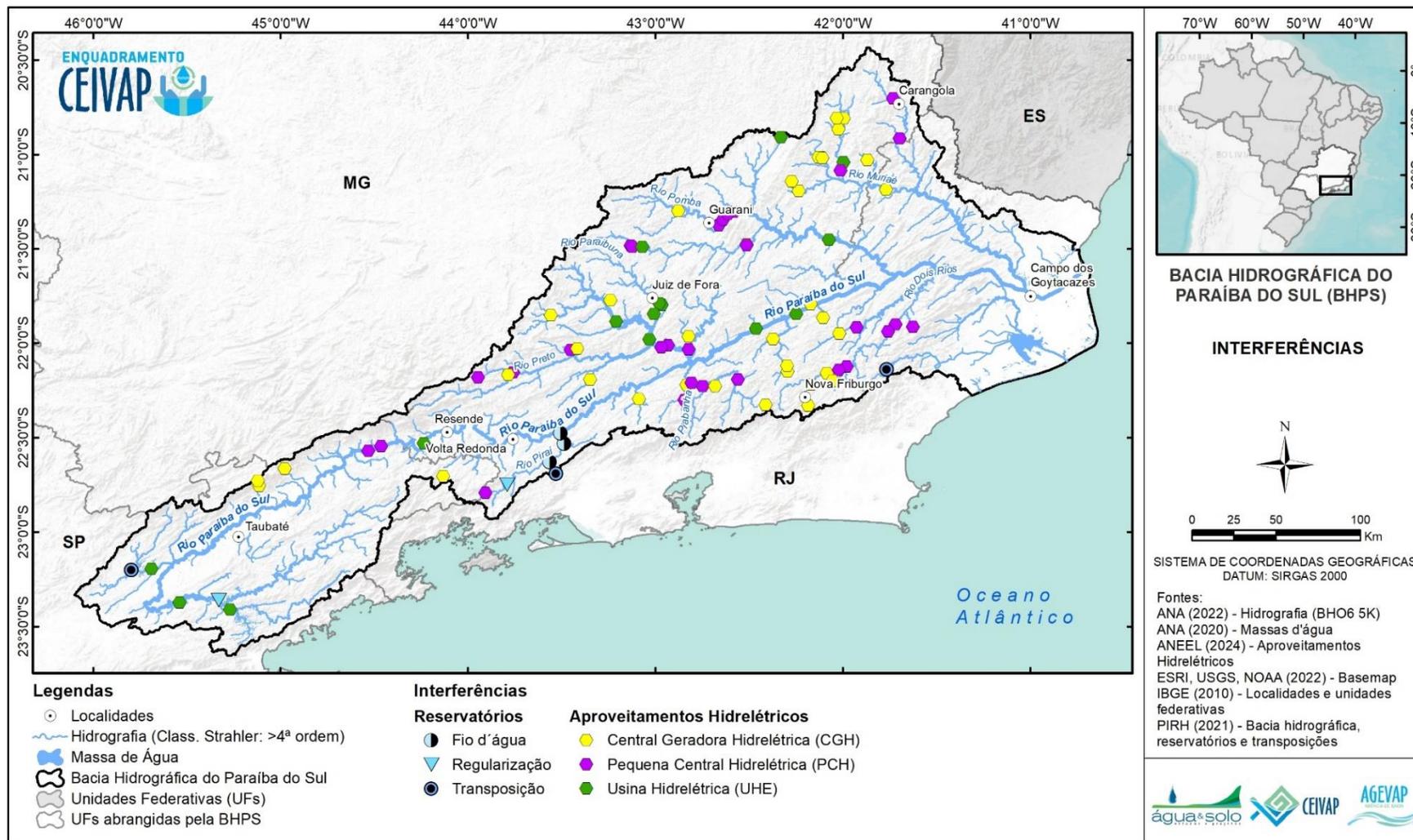


Figura 2.15. Interferências da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

Para fins de gestão dos recursos hídricos, a BHPS é dividida em oito Unidades de Planejamento (UPs), conforme apresentado na Tabela 2.4. Na Figura 2.16, observa-se a extensão territorial da área de influência dos CBHs das bacias afluentes e do Comitê de Integração da Bacia do Paraíba do Sul (CEIVAP), que é o promotor da articulação entre os estados e CBHs a fim de garantir uma unidade de gestão na bacia como um todo. Em termos de dimensão territorial, Paraíba do Sul (trecho paulista), Pomba-Muriaé e Baixo Paraíba do Sul constituem as maiores unidades de planejamento, somando 63,4% da área da BHPS.

Tabela 2.4. Descrição das Unidades de Planejamento da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Cód.	Unidade de Planejamento	UF	Comitê de Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	% da área na BHRPS
1	Paraíba do Sul (trecho paulista)	SP	CBH Paraíba do Sul	13.941,6	22,7%
2	Preto-Paraibuna	MG	CBH Preto Paraibuna	7.185,1	11,7%
3	Pomba-Muriaé	MG	COMPÉ	13.536,0	22,0%
4	Médio Paraíba do Sul	RJ	CBH Médio Paraíba do Sul	6.429,4	10,4%
5	Piabanha	RJ	CBH Piabanha	3.458,5	5,6%
6	Rio dois Rios	RJ	CBH Rio Dois Rios	4.463,0	7,3%
7	Baixo Paraíba do Sul	RJ	CBH Baixo Paraíba do Sul	11.507,8	18,7%
8	Sub-bacia do rio Pirai	RJ	Guandu (Sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,6	1,7%

Nota: Áreas de abrangência calculadas utilizando a projeção “Albers Equal Área”, conforme recomendação do Termo de Referência.

Apesar de ser abrangida pela BHPS, a sub-bacia do rio Pirai está inserida no contexto da gestão da Região Hidrográfica II do estado do Rio de Janeiro, rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim. Assim, caberá a este estudo a caracterização da sub-bacia por estar inserida na área da BHPS e impactar no enquadramento do rio Paraíba do Sul, porém não será tratado enquadramento dos rios estaduais inseridos na mesma. No capítulo do Quadro Institucional será apresentado em detalhe a composição dos CBHs e demais atores envolvidos na gestão de recursos hídricos da BHPS.

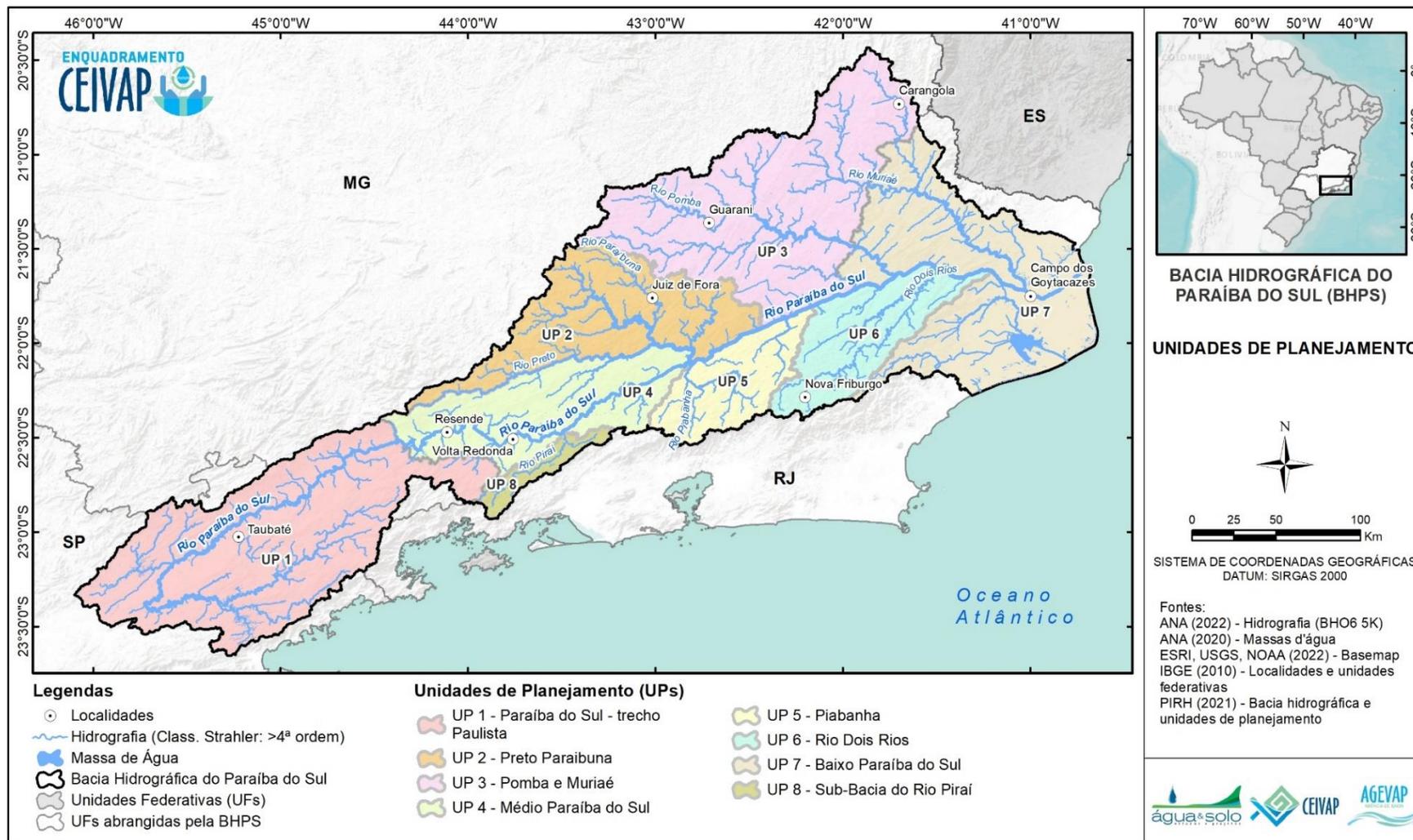


Figura 2.16. Unidades de Planejamento (UP) da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria.

2.2 Uso e cobertura do solo

A cobertura do solo na BHPS foi avaliada com base nos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas, coleção 8, do ano de 2023. A base de dados possui resolução espacial com pixels de aproximadamente 30 metros de resolução e classifica a cobertura do solo em diferentes classes.

Informações de cobertura do solo são relevantes para os estudos de enquadramento de corpos hídricos superficiais, gerando informações relevantes sobre os usos existentes na bacia. A estimativa de cargas poluidoras difusas, ou seja, aquelas derivadas do escoamento superficial que transporta substâncias da superfície do solo para os rios e lagos, durante eventos de chuva, se beneficia de dados detalhados sobre a cobertura existente na bacia.

Os dados correspondentes, discriminados por classe na bacia, estão apresentados na Tabela 2.5. Observa-se que a Pastagem apresentou o maior percentual de área ocupada sendo predominante em 6 das 8 UPs, com destaque para Pomba-Muriaé em que as pastagens apresentam ocupação de 66,75% da área da unidade de planejamento e Baixo Paraíba do Sul com 53,37%. As Formações Florestais apresentaram maior representatividade em duas unidades de planejamento, Sub-Bacia do Rio Pirai (46,73%) e Piabanha (40,77%). Os Mosaico de Usos, áreas sem predomínio de uma cobertura específica, apresentam a terceira maior ocorrência com índice de 13,60% em relação a área total da bacia hidrográfica. Vale mencionar também a porcentagem de áreas urbanizadas na bacia, onde a UP do trecho paulista apresenta o maior índice entre as unidades de planejamento com 3,32% de sua área, seguido do Médio Paraíba do Sul com 2,94%. Estas mesmas coberturas foram identificadas no PIRH-PS (2021), indicando que houve pouca variação nas principais coberturas identificadas na bacia entre os anos de 2018 e 2023.

Nesse contexto, nas regiões onde ocorrem atividades antrópicas, como a agropecuária, o manejo do solo desempenha um papel relevante nas propriedades físicas, químicas e biológicas da água. Isso ocorre, em parte, por ser a atividade que utiliza grande quantidade de água e contribui como fonte difusa de poluentes. Nas áreas cobertas por formações florestais, essenciais para a preservação e o fornecimento de água de alta qualidade, a presença de vegetação atua como um mecanismo de defesa contra a erosão do solo, a sedimentação e o excesso de lixiviação de nutrientes. Em contrapartida, as práticas adotadas após a remoção das árvores tendem a resultar em degradação intensa e

prolongada da qualidade da água. Similarmente ao uso agrícola, a magnitude das mudanças ambientais relacionadas ao desenvolvimento urbano do solo faz com que essa atividade também exerça considerável influência na qualidade dos recursos hídricos superficiais. Por estes e outros fatores, destaca-se a importância de avaliação do uso e ocupação do solo na BHPS para delimitação das ações relacionadas com a proposição do enquadramento dos corpos hídricos.

A Tabela 2.5 apresenta a classificação da cobertura do solo para a bacia do rio Paraíba do Sul.

Tabela 2.5. Percentual dos usos do solo identificados por Unidade de Planejamento. Fonte: MapBiomias, coleção 8.

Classificação do uso e ocupação	UP								BHPS
	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Médio Paraíba	Sub-Bacia do Rio Pirai	Preto Paraibuna	Piabanha	COMPÉ	Rios Dois Rios	Baixo Paraíba do Sul	
Afloramento Rochoso	0,54%	0,45%	0,05%	0,22%	1,98%	0,06%	0,97%	0,18%	0,42%
Apicum					0,001%			0,01%	0,002%
Aquicultura	0,12%	0,001%						0,01%	0,03%
Área Urbanizada	3,32%	2,94%	1,14%	1,43%	1,89%	1,02%	0,93%	1,35%	1,90%
Café	0,18%	0,0002%		0,59%		1,53%		0,001%	0,45%
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,003%	0,0002%	0,01%		0,01%		0,0002%	3,57%	0,67%
Cana	0,02%							0,0001%	0,01%
Formação Campestre				0,10%					0,01%
Formação Florestal	32,40%	28,32%	46,73%	35,47%	40,77%	18,79%	29,40%	13,00%	26,22%
Formação Savânica		0,0004%		0,00%	0,0004%	0,005%	0,004%	0,002%	0,002%
Mangue								0,04%	0,01%
Mineração	0,01%	0,01%	0,01%	0,003%	0,004%	0,02%	0,07%	0,00%	0,01%
Mosaico de Usos	17,33%	13,71%	12,65%	13,12%	18,20%	10,49%	15,55%	10,87%	13,60%
Outras Áreas não Vegetadas	0,22%	0,12%	0,07%	0,17%	0,11%	0,11%	0,05%	0,38%	0,19%
Outras Formações não Florestais								0,01%	0,002%
Outras Lavouras Perenes	0,02%			0,05%		0,02%			0,01%
Outras Lavouras Temporárias	2,83%	0,26%	0,001%	0,06%	0,0003%	0,06%	0,01%	7,72%	2,13%
Pastagem	36,65%	52,77%	38,66%	47,67%	36,46%	66,75%	51,62%	53,37%	50,44%

Classificação do uso e ocupação	UP								BHPS
	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Médio Paraíba	Sub-Bacia do Rio Pirai	Preto Paraibuna	Piabanha	COMPÉ	Rios Dois Rios	Baixo Paraíba do Sul	
Praia, Duna e Areal				0,001%				1,20%	0,22%
Restinga Arbórea								0,63%	0,12%
Restinga Herbácea								3,75%	0,70%
Rio, Lago e Oceano	1,89%	1,10%	0,56%	0,58%	0,35%	0,48%	0,71%	3,84%	1,52%
Sem classificação				0,0001%				0,03%	0,01%
Silvicultura	4,13%	0,32%	0,12%	0,54%	0,23%	0,66%	0,68%	0,03%	1,25%
Soja	0,35%	0,01%	0,01%						0,08%

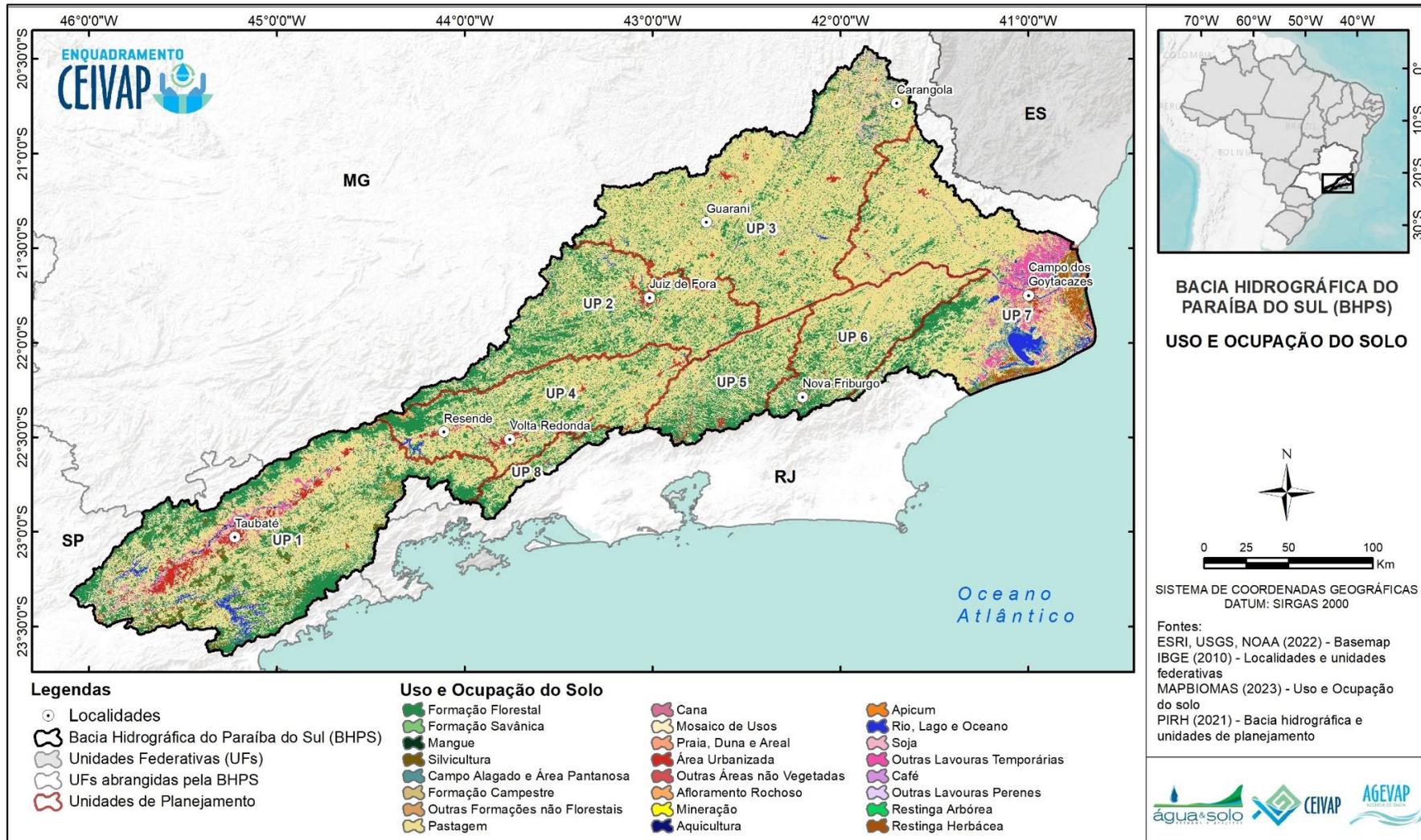


Figura 2.17. Mapa de Uso e Ocupação do solo.

Fonte: Elaboração Própria

2.3 Áreas de preservação e conservação

Para avaliação do enquadramento dos corpos hídricos da BHPS é fundamental avaliar a existência de áreas de proteção. Neste capítulo serão apresentadas as Unidades de Conservação e demais áreas relevantes para preservação e conservação da biota, que deverão ser consideradas como pontos de usos restritivos na bacia.

2.3.1 Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC - Lei 9.985/2000) define unidade de conservação (UC) como o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivo de conservação, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção abrangendo um conjunto de unidades de conservação (UC) de âmbito federal, estadual e municipal, divididas em 12 categorias, apresentadas na **Tabela 2.6**. Essas categorias apresentam objetivos específicos que variam em termos de proteção e permissões de uso, diferenciando aquelas que exigem maior cuidado devido à sua fragilidade e particularidades daquelas que podem ser sustentavelmente utilizadas.

O SNUC foi concebido para otimizar o papel das UC, promovendo o planejamento e a gestão integrada. Isso assegura a representação adequada, em todo o território nacional e nas águas jurisdicionais, de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diversas populações, habitats e ecossistemas. A administração do SNUC é realizada em colaboração entre as esferas de governo federal, estadual e municipal.

Além disso, a abordagem estratégica do SNUC oferece aos tomadores de decisão uma visão que vai além da simples conservação de ecossistemas e biodiversidade. Ela permite que as UCs contribuam para a geração de renda, emprego, desenvolvimento e promovam uma efetiva melhoria na qualidade de vida das populações locais e de todo o Brasil. Neste sentido, o SNUC instituiu duas categorias de UCs:

- Unidades de Proteção Integral (PI): manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; e
- Unidades de Uso Sustentável (US): exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos,

mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

As Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral têm como principal objetivo a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais. Isso significa que são autorizados apenas usos que não envolvam consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos. Por outro lado, o grupo de UCs de uso sustentável visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte de seus recursos naturais. Essas unidades permitem o uso direto desses recursos, permitindo sua coleta e uso, seja para fins comerciais ou não (BRASIL, 2000).

A avaliação das zonas especiais foi realizada através da integração de múltiplos bancos de dados relacionados à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Foram examinadas informações provenientes das fontes:

- Ministério do Meio Ambiente (MMA - 2023) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - 2023), que apresentam as Unidades de Conservação com registro ativo no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) datadas do ano de 2023;
- E órgãos gestores estaduais, incluindo a Fundação Florestal (SP), o IDE-SISEMA (MG) e o GEO-INEA(RJ), apresentando as UC's de domínio estadual e municipal.

Esse conjunto de dados foi processado e unificado para estabelecer uma base consolidada das áreas de conservação na bacia do rio Paraíba do Sul. Vale destacar que algumas unidades de conservação apresentam áreas compartilhadas entre diferentes unidades de planejamento e estados. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 2.7.

Tabela 2.6. Definição das Unidades de Conservação

Unidade	Categoria	Objetivo
Proteção Integral (PI)	Estação Ecológica	Preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas
	Reserva Biológica	Preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.
	Parque	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Unidade	Categoria	Objetivo
Uso Sustentável (US)	Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
	Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
	Área de Proteção Ambiental	Área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
	Área de Relevante Interesse Ecológico	Área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
	Floresta Nacional	Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas
	Reserva Extrativista	Área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
	Reserva de Fauna	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Área privada, gravada com perpetuidade, tendo o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Tabela 2.7. Unidades de Conservação existentes na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul classificadas por Unidade de Planejamento.

Unidade de Planejamento (UP)	PI (km ²)	US (km ²)	Área total UC (km ²)	% da UP com UC de PI	% da UP com UC de US	% total da UP com UC
Paraíba do Sul (trecho Paulista)	615,27	3.920,04	4.535,31	4,41%	28,12%	32,53%
Médio Paraíba do Sul	496,85	941,35	1.438,20	7,73%	14,64%	22,37%
Sub-Bacia do Rio Pirai	46,45	241,57	288,02	4,56%	23,74%	28,30%
Preto Paraibuna	114,73	398,70	513,43	1,60%	5,55%	7,15%
Piabanha	399,07	1.271,17	1.670,25	11,54%	36,76%	48,30%
Pomba-Muriaé	70,50	1.330,75	1.401,25	0,52%	9,83%	10,35%
Rio Dois Rios	130,87	243,23	374,09	2,93%	5,45%	8,38%
Baixo Paraíba do Sul	647,36	735,38	1.382,75	5,63%	6,39%	12,02%
BHPS	2.521,11	9.082,19	11.603,30	4,10%	14,76%	18,86%

Compreendendo uma extensão total de 11.603,30 km², as Unidades de Conservação (UCs) correspondem a 18,86% da área total na bacia do rio Paraíba do Sul. Entre as unidades de planejamento, a região do Piabanha apresenta a maior porcentagem de sua área ocupada por unidades de conservação com 1.670,25 km² o que representa 48,30% do total da unidade, sendo 1.271,17 km² (36,76%) de uso sustentável e 399,07 km² de proteção integral (11,54%). Por outro lado, as UPs Preto Paraibuna e Rio Dois Rios apresentam os menores índices com 513,43 km² (7,15%) e 374,09 km² (8,38%) do total de suas áreas. Vale destacar, também, que a UP Pomba-Muriaé apresentou apenas 0,52% de sua área ocupada por unidade de proteção integral.

Realizando a análise discretizada por categoria foram identificados 9 tipos de unidades de conservação na área de abrangência da bacia, apresentados na Tabela 2.8, sendo destes 4 de uso sustentável, onde as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) possuem extensão total de 8.874,19 km², o que representa 76,48% da área total ocupada pelas unidades de conservação. Tratando-se do grupo de proteção integral foram identificadas 5 categorias, onde os parques naturais representaram 15,56% das áreas protegidas, ocupando 1.804,99 km².

Tabela 2.8. Discretização das Unidades de Conservação por categoria.

Categoria	Unidade de Planejamento								
	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Médio Paraíba do Sul	Sub-Bacia do Rio Pirai	Preto Paraibuna	Piabanha	Pomba-Muriaé	Rio Dois Rios	Baixo Paraíba do Sul	Total BHPS (km ²)
Proteção Integral (PI)									
Estação Ecológica	8,95			1,87	2,14	0,71		1,66	15,34
Reserva Biológica		0,02		3,71	45,91		0,55		50,19
Parque	507,08	280,92	46,45	109,15	262,83	69,79	102,34	426,44	1804,99
Monumento Natural	99,24	65,59			88,20		12,36	78,93	344,31
Refúgio de Vida Silvestre		150,32					15,63	140,24	306,19
Total PI (km²)	615,27	496,85	46,45	114,73	399,07	70,50	130,87	647,36	2521,11
Uso Sustentável (US)									
Área de Proteção Ambiental	3883,67	925,43	214,48	374,26	1264,22	1281,51	239,46	691,19	8.874,19
Área de Relevante Interesse Ecológico	6,36	1,68						0,15	8,20
Floresta	3,74	0,78						0,29	4,80
Reserva Particular do Patrimônio Natural	26,28	13,47	27,09	24,44	6,96	49,24	3,77	43,85	195,09
Total US (km²)	3.920,04	941,35	241,57	398,70	1.271,17	1.330,75	243,23	735,38	9.082,19
Total Geral (km²)	4.535,31	1.438,20	288,02	513,43	1.670,25	1.401,25	374,09	1.382,75	11.603,30

No total, foram identificadas 416 unidades de conservação total ou parcialmente inseridas nos limites da BHPS, sendo 116 unidades de Proteção Integral e 300 de Uso Sustentável, no **Anexo II** é apresentada a lista de todas UCs inseridas na bacia. Entre as áreas destacadas, merece ênfase a Área de Proteção Ambiental (APA) Bacia do Paraíba do Sul, com extensão de 2.740,69 km², completamente situada nos limites da unidade Paraíba do Sul (trecho Paulista) onde abriga a confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna originando o rio Paraíba do Sul, representa 23,62% do total das áreas de proteção. Adicionalmente, vale mencionar a APA Serra da Mantiqueira, com 1.052,58 km² de extensão, que abrange três unidades de planejamento, sendo a maior parte, 550,38 km², localizada na unidade Paraíba do Sul (trecho Paulista), seguido da UP Preto Paraibuna onde ocupa 288,83 km²

sendo cortada pelas águas do rio Preto. A APA Rainha das Águas com extensão de 555,35 km², presente em duas unidades de planejamento, Médio Paraíba do Sul (418,85 km²) e Piabanha (136,50 km²), abrange trechos dos rios Paraíba do Sul e Piabanha. A APA da Região Serrana de Petrópolis com 236,67 km², dentro dos limites da UP Médio Paraíba do Sul sendo cortada pelas águas do Rio Piabanha.

Com relação ao enquadramento dos corpos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a existência de unidades de conservação será fator determinante na construção das propostas de enquadramento. A Resolução CONAMA 357/2005 prevê que em unidades de conservação de proteção integral seja previsto enquadramento dos corpos hídricos em classe especial, que representa a classe com maior restrição do uso, e assim, com maior nível de qualidade ambiental. Essas questões serão discutidas no processo de construção do enquadramento da bacia.

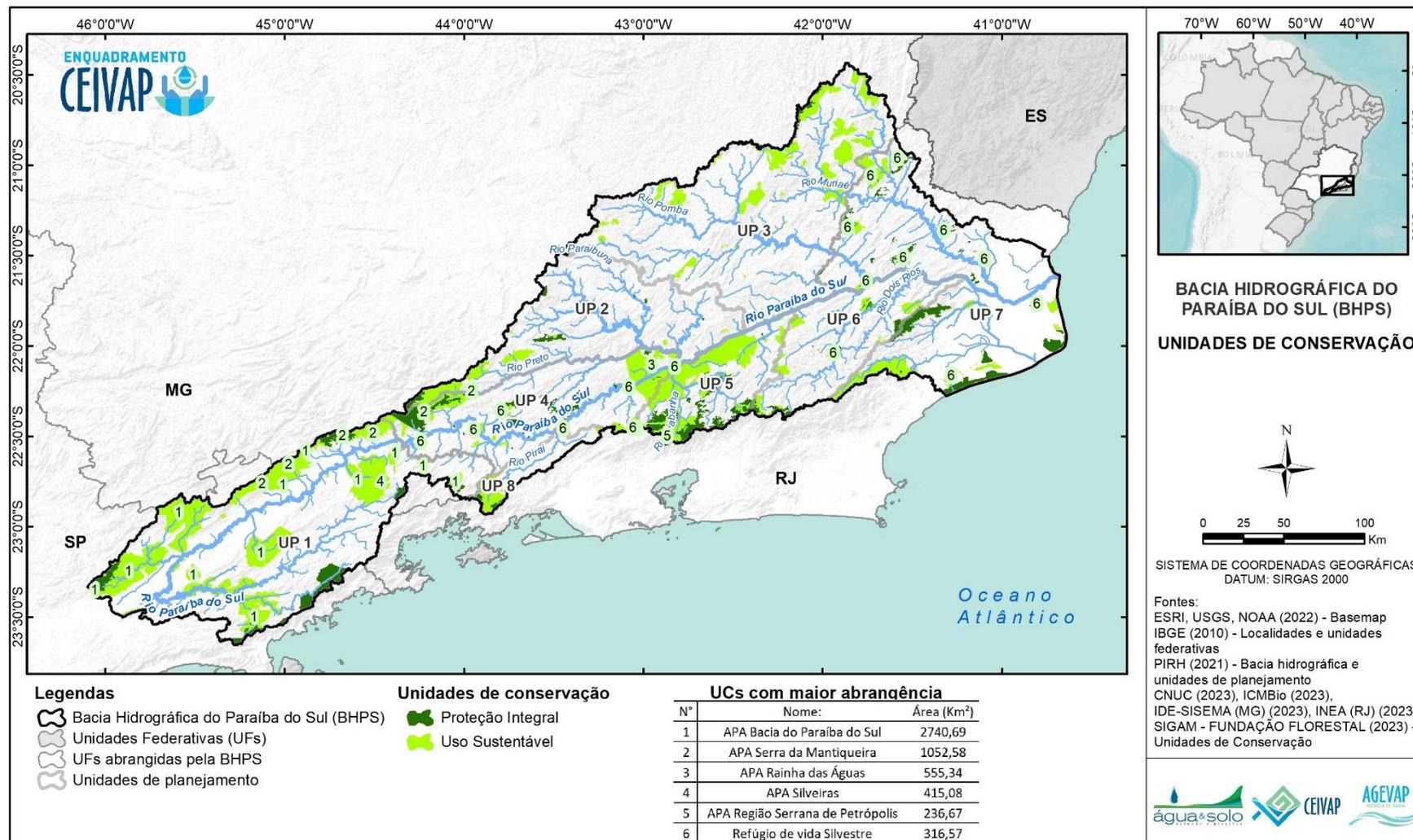


Figura 2.18. Limites das Unidades de Conservação existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria.

2.3.2 Áreas estratégicas (PAN-CEPTA)

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais (CEPTA), vinculado ao ICMBio, é um centro especializado dedicado à pesquisa e conservação da biodiversidade aquática continental no Brasil. Suas principais atividades incluem a elaboração e coordenação de Planos de Ação Nacional para espécies ameaçadas, bem como a avaliação do estado de conservação de mais de 1.700 espécies de peixes continentais. Essas iniciativas, pioneiras no país, têm contribuído significativamente para identificar e preservar espécies ameaçadas, envolvendo diversas instituições e a sociedade civil. A pesquisa conduzida no CEPTA busca aprimorar o conhecimento científico sobre as espécies estudadas, com os resultados sendo amplamente divulgados em periódicos científicos nacionais e internacionais.

O Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Aquáticas Ameaçadas de Extinção do rio Paraíba do Sul tem como meta a recuperação e preservação das espécies aquáticas em risco de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul. O PAN inclui 14 espécies aquáticas listadas como ameaçadas de extinção a nível nacional, compreendendo 13 espécies de peixes e um quelônio.

Foram identificadas 20 áreas prioritárias no plano de ações para preservação e conservação das espécies aquáticas na bacia do Paraíba do Sul. A Unidade de Planejamento Médio Paraíba do Sul registrou o mais alto índice de áreas destinadas à preservação no PAN, totalizando 2.770,41 km² (43,09%). Destaca-se a extensão da área denominada Itatiaia Porto Real, abrangendo 1.888,81 km² (29,3%). A unidade do Baixo Paraíba do Sul também apresenta uma considerável porcentagem, com 4.926,97 km² de áreas contempladas no plano, representando 41,95% da área da unidade. Destaque especial para a área denominada Imbé – Ururaí, que compreende 12,72% dessa extensão. No âmbito da bacia federal, a área de proteção Rio Muriaé destaca-se com a maior representatividade, totalizando 2.082,98 km², o que equivale a 3,38% da área total da bacia. As áreas prioritárias do PAN podem impactar na definição de metas do enquadramento nos trechos em que se encontram. Assim, essas áreas, por serem de potencial uso para a “proteção das comunidades aquáticas”, requerem qualidade de água até classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357, de 2005. Ou seja, a localização das áreas prioritárias do PAN poderá ser um critério essencial para discussões do enquadramento dos trechos de rios que as cortam.

Tabela 2.9. Áreas pertencentes ao Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Aquáticas na bacia do Paraíba do Sul. Fonte: ICMBio, 2023.

Nome	Paraíba do Sul (trecho Paulista)		Médio Paraíba do Sul		Sub-Bacia do Rio Pirai		Preto Paraibuna		Piabanha		Pomba-Muriaé		Rio Dois Rios		Baixo Paraíba do Sul		BHPS (km ²)
	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	%UP	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	% UP	Área (km ²)	% UP	
Carangola - Tombos											318,01	2,35			194,09	1,69	512,10
Fazenda Ribeirão Grande	159,14	1,14															159,14
Imbé-Ururai													1,28	0,03	1.464,19	12,72	1.465,47
Itatiaia - Porto Real - REVIS Médio Paraíba			1.888,81	29,3	33,15	3,26	27,63	0,38	61,99	1,79							2.011,58
Lavrinhas-Funil	333,02	2,39	31,20	0,49													364,21
Rio Dois Rios													281,99	6,32	57,55	0,50	339,54
Rio Grande													145,33	3,26			145,33
Rio Jaguari	87,19	0,63															87,19
Rio Macabu													1,46	0,03	1.064,80	9,25	1.066,26
Rio Macaé-São Pedro													39,79	0,89	2,78	0,02	42,58
Rio Muriaé											701,12	5,18			1.381,86	12,01	2.082,98
Rio Paraibuna			34,16	0,53			986,98	13,74			23,54	0,17					1.044,69
Rio Paraitinga	386,95	2,78															386,95
Rio Peixes e Cobras	177,27	1,27															177,27
Rio Pomba											1749,67	12,93			222,51	1,93	1.972,18
Rio Preto			816,24	12,70			820,32	11,42									1.636,57
Rio Una- APA Paraíba do Sul	1.161,52	8,33															1.161,52
Rio Veado-Itabapoana															0,02	0,0002	0,02
UHE Pombos - São Fidélis									77,51	2,24	213,95	1,58	410,47	9,20	439,16	3,82	1.141,10
UHE Santa Branca	184,51	1,32															184,51
Total Geral (km²)	2.489,60	17,86	2.770,41	43,09	33,15	3,26	1.834,94	25,54	139,50	4,03	3.006,30	22,21	880,33	19,72	4.826,97	41,95	15.981,20

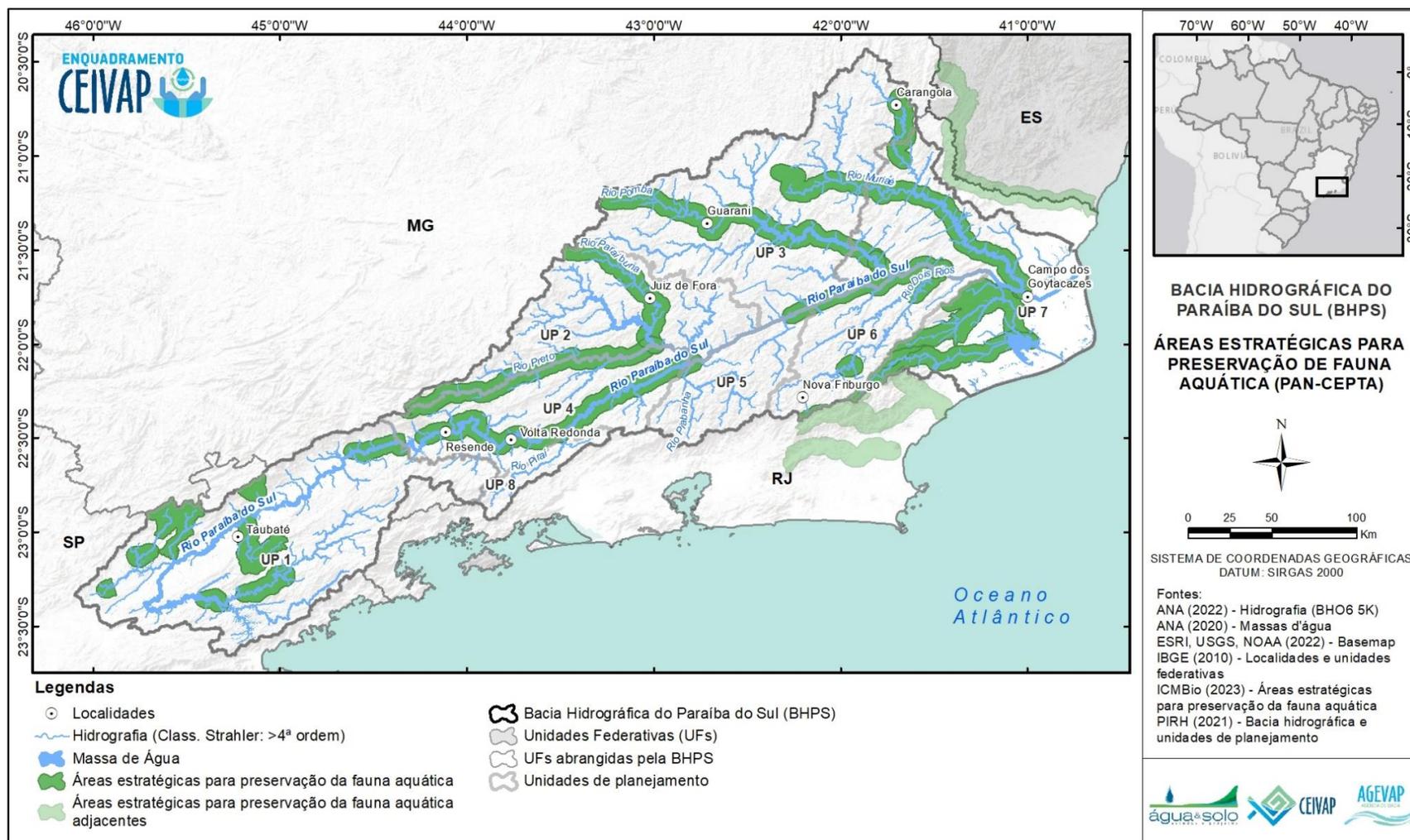


Figura 2.19. Áreas estratégicas para preservação de fauna aquática na hidrográfica do rio Paraíba do Sul (PAN-CEPTA).

Fonte: Elaboração Própria.

2.3.3 Áreas indígenas e quilombolas

A terras indígenas, de acordo Constituição Federal (BRASIL, 1988), são áreas de proteção tradicionalmente ocupadas por indígenas, por eles habitadas em caráter permanente e utilizadas para suas atividades produtivas, imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e necessárias à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições. Ainda, cabe aos indígenas o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, porém essas áreas são consideradas bens da União, e compete a ela a gestão do território (BRASIL, 1988).

No Brasil, o órgão indigenista oficial do Estado brasileiro é a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai). Cabe a ela promover estudos de identificação e delimitação, demarcação, regularização fundiária e registro das terras tradicionalmente ocupadas pelos povos indígenas (MPI, 2020).

Também consideradas áreas de proteção, as áreas quilombolas são terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos e utilizadas para a garantia de sua reprodução física, social, econômica e cultural (BRASIL, 2003). Esses remanescentes são grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto-atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida (BRASIL, 2003).

Compete ao Ministério do Desenvolvimento Agrário, por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas pelos remanescentes das comunidades dos quilombos (BRASIL, 2003).

Existem 6 áreas de comunidades quilombolas demarcadas pelo INCRA dentro da BHPS, todas no estado do Rio de Janeiro (Tabela 2.10 e Figura 2.20). Destaca-se a comunidade São Benedito, com uma área de quase 3000 hectares.

Tabela 2.10. Áreas quilombolas demarcadas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Comunidade Quilombola	Município	Área (ha)
São José da Serra	Valença (RJ)	476,30
Alto da Serra do Mar	Rio Claro e Angra dos Reis (RJ)	211,98
Boa Esperança	Areal (RJ)	676,79
Cruzeirinho	Natividade (RJ)	62,54
Santana	Quatis (RJ)	722,88
São Benedito	São Fidélis (RJ)	2953,74

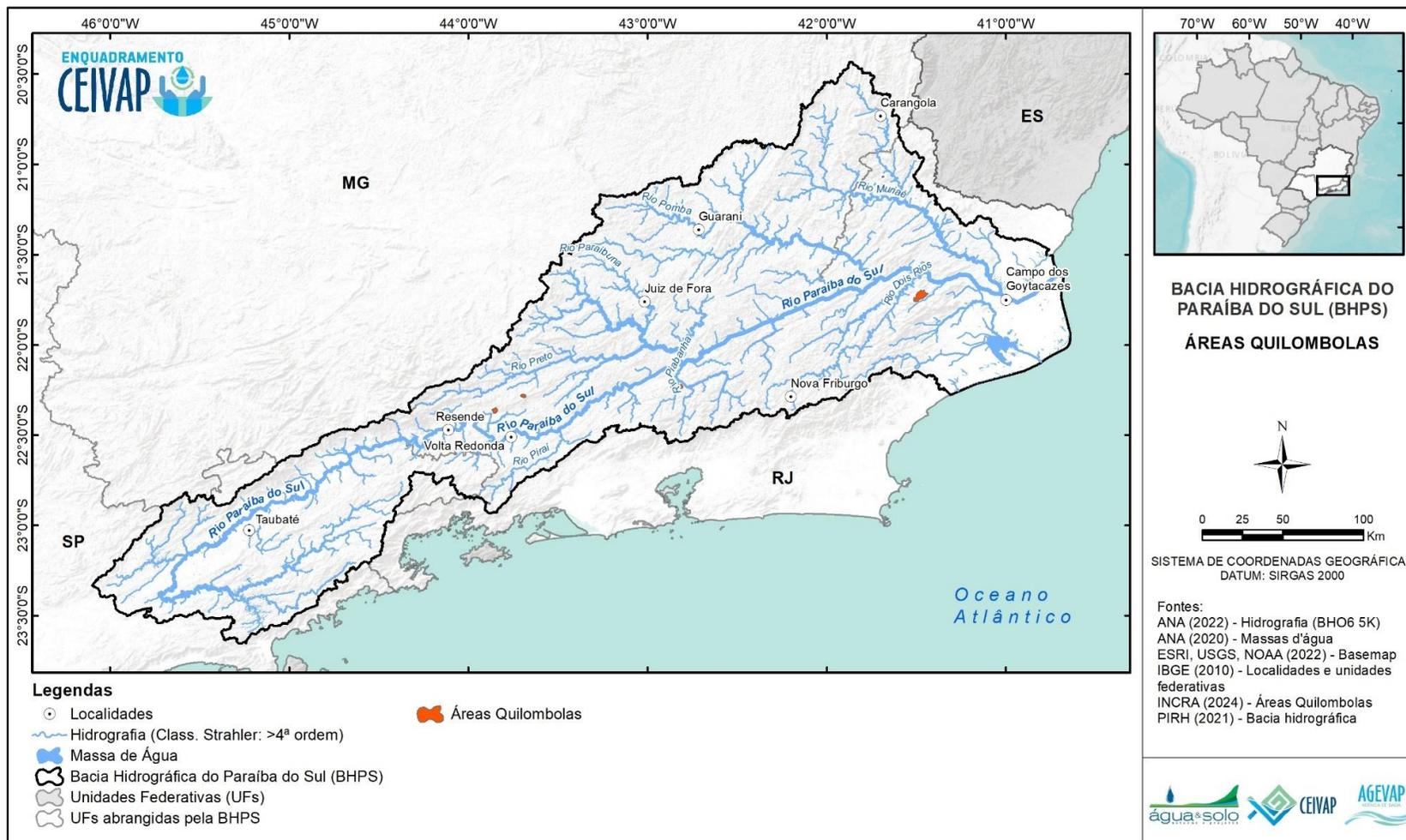


Figura 2.20. Áreas quilombolas demarcadas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

Para a verificação da existência de terras indígenas na BHPS, foram analisados os dados disponibilizados pela Funai que trazem os polígonos de delimitação das terras indígenas brasileiras. Porém não foram localizadas terras indígenas delimitadas dentro da BHPS. Ainda, verificou-se o site Terras Indígenas no Brasil, uma base de dados do ISA (Instituto Socioambiental), e, da mesma forma, não foram encontrados dados referentes à bacia.

Entretanto, a partir de dados do IBGE (2019), onde foi realizada uma estimativa de áreas indígenas e quilombolas por município brasileiro, alguns municípios pertencentes à BHPS indicaram a presença de terras indígenas e de áreas quilombolas além das demarcadas pelo INCRA, conforme a Tabela 2.11 e Tabela 2.12.

Sendo assim, sabe-se que existem comunidades indígenas na bacia, que delimitariam áreas de uso restritivo da água segundo Resolução Conama 357/2005 com classe de qualidade Classe I, e definiriam assim, critérios para o enquadramento dos corpos hídricos da região. Porém, com a inexistência da demarcação dessas terras nos municípios nos quais foram identificadas estimativas de comunidades, se torna inviável a avaliação dos usos restritivos nessas áreas, a menos que, sejam identificadas tais áreas pelos atores envolvidos no processo de construção do enquadramento.

Tabela 2.11. Terras Indígenas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Município	Estimativa de localidades indígenas no município (2019)
Araponga (MG)	1
Barão de Monte Alto (MG)	1
Barbacena (MG)	2
Dores do Turvo (MG)	1
Ervália (MG)	1
Itamonte (MG)	1
Liberdade (MG)	1
Santa Bárbara do Tugúrio (MG)	1
Ubá (MG)	1
São Francisco de Itabapoana (RJ)	1
Bananal (SP)	1

Tabela 2.12. Terras quilombolas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Município	Estimativa de localidades quilombolas no município (2019)
Araponga (MG)	1
Barão de Monte Alto (MG)	1
Barbacena (MG)	2
Dores do Turvo (MG)	1
Ervália (MG)	1
Itamonte (MG)	1
Liberdade (MG)	1
Santa Bárbara do Tugúrio (MG)	1
Ubá (MG)	1

Município	Estimativa de localidades quilombolas no município (2019)
São Francisco de Itabapoana (RJ)	1
Bananal (SP)	1
Araonga (MG)	1
Barão de Monte Alto (MG)	1
Barbacena (MG)	2
Dores do Turvo (MG)	1
Ervália (MG)	1
Itamonte (MG)	1

Tabela 2.13. Área Quilombolas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Município	Estimativa de localidades quilombolas no município (2019)
Além Paraíba (MG)	1
Antônio Carlos (MG)	2
Aracitaba (MG)	1
Barbacena (MG)	3
Bias Fortes (MG)	3
Bocaina de Minas (MG)	1
Bom Jardim de Minas (MG)	1
Divino (MG)	3
Estrela Dalva (MG)	1
Goianá (MG)	1
Guidoval (MG)	1
Guiricema (MG)	1
Lima Duarte (MG)	2
Mercês (MG)	3
Olaria (MG)	2
Orizânia (MG)	1
Passa Quatro (MG)	1
Piraúba (MG)	2
Rio Pomba (MG)	1
Rochedo de Minas (MG)	1
Santa Rita de Ibitipoca (MG)	1
Santo Antônio do Aventureiro (MG)	1
Santos Dumont (MG)	3
São Francisco do Glória (MG)	1
São João Nepomuceno (MG)	2
Silveirânia (MG)	1
Tabuleiro (MG)	2
Tocantins (MG)	2
Ubá (MG)	3
Visconde do Rio Branco (MG)	2

Município	Estimativa de localidades quilombolas no município (2019)
Volta Grande (MG)	2
Areal (RJ)	2
Barra Mansa (RJ)	2
Carapebus (RJ)	1
Campos dos Goytacazes (RJ)	12
Cantagalo (RJ)	2
Carmo (RJ)	3
Duas Barras (RJ)	2
Itaocara (RJ)	1
Natividade (RJ)	2
Nova Friburgo (RJ)	1
Paraíba do Sul (RJ)	1
Paty do Alferes (RJ)	1
Petrópolis (RJ)	1
Quatis (RJ)	3
Quissamã (RJ)	8
Rio Claro (RJ)	4
Santa Maria Madalena (RJ)	1
São Francisco de Itabapoana (RJ)	4
São Fidélis (RJ)	2
São Sebastião do Alto (RJ)	1
Sapucaia (RJ)	1
Teresópolis (RJ)	1
Valença (RJ)	3

2.4 Mapeamento de riscos

A BHPS apresenta uma complexa rede de situações e atividades suscetíveis a riscos, capazes de desencadear impactos adversos no meio ambiente e na população residente na região. Com o intuito de gerenciar esses riscos, foi elaborado o Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) para a bacia (CEIVAP, 2022), que serviu como base para a construção deste capítulo. O PGR destaca os impactos identificados decorrentes de atividades antrópicas e desastres naturais, referentes a estiagens prolongadas, cheias, contaminação por poluentes, rompimento de barragens, intrusão salina e movimentos de massa.

Conforme os princípios da análise de riscos, o plano considerou o risco como a interação matricial entre a probabilidade de ocorrência de desastres e os impactos a eles associados

em uma área específica da bacia hidrográfica. Os impactos, divididos em ambiental, social e econômico, foram categorizados para cada tipologia de evento, variando entre insignificante e catastrófico, enquanto a probabilidade recebeu uma classificação variando entre muito baixa e muito alta, sendo especializada para toda a extensão da bacia. A integração resultou na matriz apresentada na Tabela 2.14.

O Plano de Gerenciamento de riscos apresenta informações detalhadas sobre o levantamento de dados, análise de eventos críticos e o dimensionamento dos impactos. Essas informações podem ser acessadas no seguinte [Link](#).

Tabela 2.14. Matriz de classificação do risco. Adaptado de PGR-PS (AGEVAP, 2022).

Risco: Probabilidade x Impacto		Probabilidade (P)				
		Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Impacto (I)	Insignificante	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado
	Pequeno	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto
	Moderado	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto
	Grande	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
	Catastrófico	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto

Assim, o cruzamento das informações de Probabilidade e Impacto resultou em mapas de risco, nos quais foi possível a interpretação, para cada tipologia de evento, de trechos mais críticos da bacia do rio Paraíba do Sul, o evento crítico em questão e o tipo de risco associado. Para isso, a metodologia do PGR utilizou como recorte de análise as otobacias (Otto Pfafstetter, ANA) nível 6, para parte da região do Baixo Paraíba do Sul, e nível 7 para todo o restante da área.

Assim como apresentado no PGR, este capítulo expõe a análise dos riscos, apresentando os resultados para Cenário 1, Cenário 2 e Cenário 3 relacionados a cada tipologia de evento. Será conduzida uma avaliação percentual do risco por UP, calculando a extensão da área com risco não nulo em cada UP e expressando o percentual dessa área em relação ao total de cada UP.

É importante destacar que o propósito desta análise, ao apresentar o percentual da UP, não é afirmar que uma UP com menor percentual não apresenta riscos, mas sim realizar uma comparação entre elas. Nos subcapítulos subsequentes, serão examinados os eventos de estiagem, cheias, movimentos de massa, intrusão salina, contaminação por

poluentes e rompimento de barragens. Posteriormente, uma síntese dos riscos é apresentada, ordenando as UPs em uma escala do risco mais elevado para o mais baixo.

2.4.1 Estiagens

Entre 2014 e 2015, o Brasil enfrentou um período de dramático risco de escassez de recursos hídricos em algumas de suas cidades mais importantes. A carência de chuvas durante esse período, combinada a fatores históricos como o rápido crescimento populacional, a elevada taxa de urbanização, a falta de planejamento, o desmatamento e a subsequente poluição dos rios, desempenharam um papel direto no esgotamento dos mananciais e na redução drástica dos níveis de captação nos reservatórios (CAVALCANTI, *et al.*, 2016). Esta crise também afetou a bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, resultando em iminentes problemas de armazenamento, conforme demonstrado na Figura 2.21.

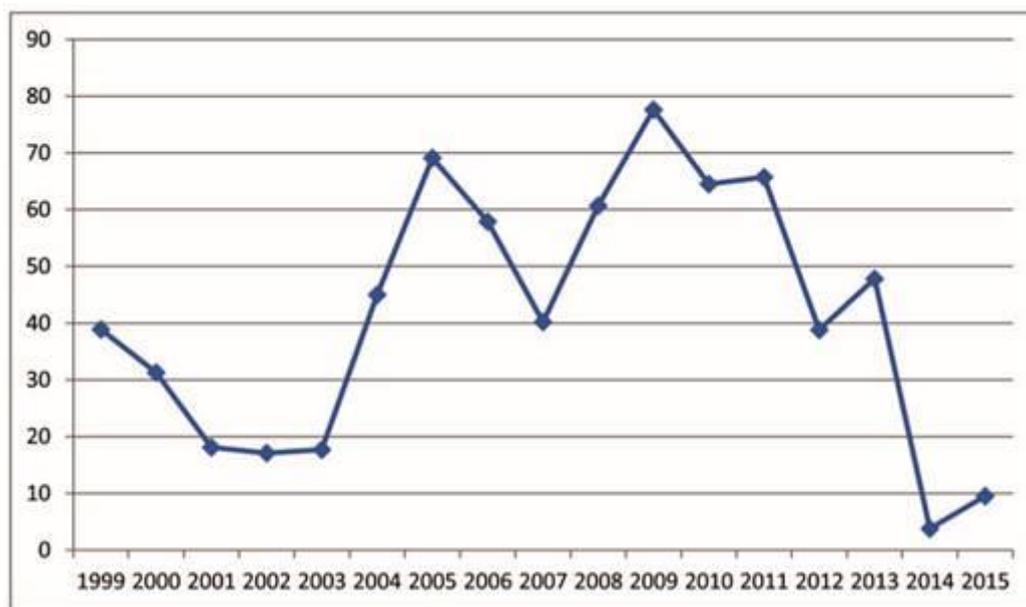


Figura 2.21. Evolução do armazenamento do reservatório equivalente da bacia do rio Paraíba do Sul (% volume útil, 1999-2015)
Fonte: ANA (2016).

Dessa forma, a estiagem emerge como um dos principais desafios enfrentados pela BHPS, tendo seu risco examinado no PGR. Para estimar seu risco, o PGR realizou a análise dos eventos registrados no Monitor de Secas da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico, da variação das precipitações médias anuais na BHPS, e da base de dados das séries históricas de vazões em diversas regiões hidrográficas. A abordagem abrangeu a crise hídrica de 2014 a 2015, estendendo-se até 2019, sempre que possível, utilizando a vazão de referência da bacia (Q_{95}) como critério para avaliação da estiagem. Foi

considerado como estiagem qualquer vazão inferior a Q_{95} , com variações em diferentes níveis.

Adicionalmente, foram delineados três cenários distintos para avaliar os diversos níveis de impacto. No cenário 1, trata-se de estiagens leves, onde o total precipitado no período chuvoso anterior fica entre a média histórica e 10% abaixo desse valor médio. Já no cenário 2, as estiagens são caracterizadas por um total precipitado no período chuvoso anterior entre 10% abaixo da média histórica e 25% inferior a essa mesma média. Esse cenário também pode englobar a ocorrência de pelo menos dois anos consecutivos anteriores de cenários 1. Por fim, no cenário 3, estão as estiagens mais severas, marcadas por um total precipitado no período chuvoso anterior inferior a 75% da média histórica. Alternativamente, esse cenário também é identificado quando pelo menos dois anos consecutivos anteriores apresentaram cenários 2.

Os resultados de risco de estiagens para os três cenários e os três tipos de impacto, divididos por UP, estão apresentados na Figura 2.22. Para os riscos ambientais, percebe-se que há predominância dos riscos moderados e altos para o cenário 1, e altos e muito altos para os cenários 2 e 3. A UP com de menor impacto é a de UP 5 - Piabanha.

Já para os riscos sociais e econômicos, predomina-se o risco moderado para todas as UPs no cenário 1, com destaque para o risco baixo em cerca de 30% da área da UP 5 - Piabanha, a de menor impacto novamente. Nos cenários 2 e 3, o risco predominante é alto e muito alto, respectivamente, destacando-se a UP 7 - Baixo Paraíba do Sul, com risco muito alto em mais de 99% da área da UP.

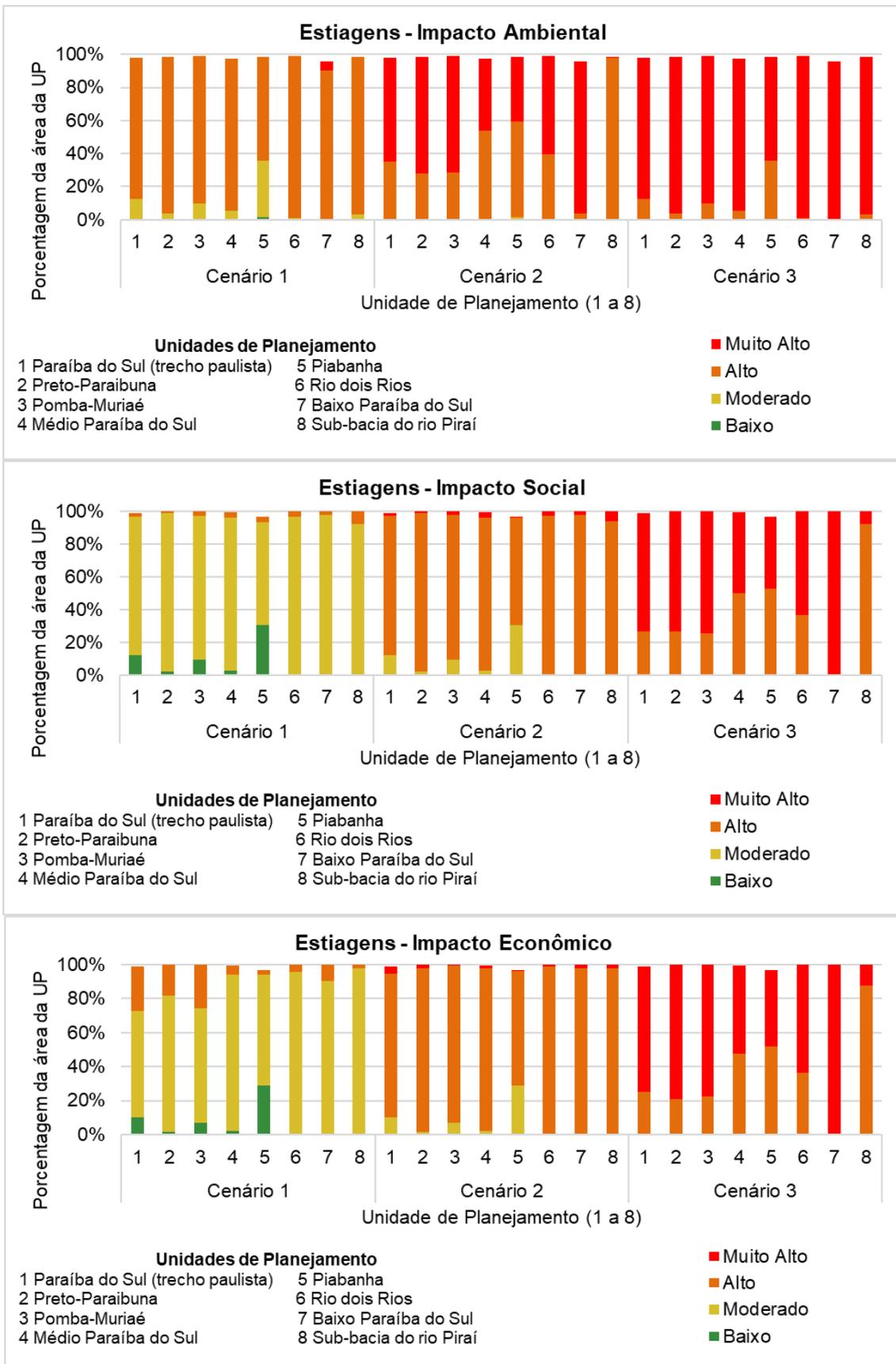


Figura 2.22. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de estiagem

2.4.2 Cheias

O desenvolvimento urbano dos municípios fluminenses, paulistas e mineiros nas margens do rio Paraíba do Sul acarreta em inundações frequentes em residências, estabelecimentos comerciais e até mesmo em prédios públicos. A cada ocorrência de cheias, os prejuízos se intensificam, sendo o efeito mais prejudicial a exposição da população a situações de risco de vida, causadas por enchentes e desmoronamentos (CEIVAP, 2021).

Assim, os riscos deste tipo de evento foram mapeados e examinados no PGR. A abordagem metodológica utilizada para calcular a probabilidade de ocorrências de cheias assemelhou-se à apresentada anteriormente para estiagens, utilizando as mesmas estações fluviométricas e registros de vazões. Utilizou-se a vazão com Tempo de Recorrência (TR) igual ou superior a 2 anos como variável hidrológica escolhida para caracterização das cheias. Além disso, foram realizadas comparações entre os valores de precipitação com TR de 2 anos em toda a bacia e os volumes anuais médios.

Novamente, foram delimitados 3 cenários para avaliação do risco. O cenário 1 refere-se à ocorrência de cheias superiores às ordinárias, com índices observados em valores superiores a 10 anos de período de recorrência. Já o cenário 2 está associado à ocorrência de cheias elevadas, onde os índices observados ultrapassam valores superiores a 25 anos de período de recorrência. Por fim, o cenário 3 está relacionado à ocorrência de cheias de maior magnitude, com índices observados em valores superiores a 100 anos de período de recorrência, ou a presença de dois eventos consecutivos associados a períodos de recorrência superiores a 50 anos.

A Figura 2.23 exibe os resultados dos riscos de cheias para os três cenários e os três tipos de impacto, divididos por UP. No que se refere aos riscos ambientais, destaca-se a prevalência de riscos baixos no cenário 1, com a exceção das UPs Paraíba do Sul (trecho paulista) e Rio Piraí, que registram porcentagens significativas de sua área como risco alto, devido à elevada probabilidade de ocorrência desses eventos nesses locais. No cenário 2, observa-se predominância de risco moderado, exceto nas mesmas UPs do cenário 1, juntamente com Pomba-Muriaé, que apresentam um risco alto considerável. Por fim, no cenário 3, o risco alto prevalece em todas as UPs.

Quanto aos riscos sociais, as UPs com as maiores porcentagens nos três cenários são Paraíba do Sul (trecho paulista) e Baixo Paraíba do Sul. Essa situação é atribuída

principalmente ao desenvolvimento urbano ao longo de seus leitos, tanto nos trechos maiores quanto nos menores do rio Paraíba do Sul, que são áreas naturais propensas a extravasamentos. Para o restante das UPs, embora a porcentagem seja reduzida, observa-se um aumento gradual nas categorias de risco entre os cenários, culminando no predomínio dos níveis alto e muito alto no último.

Finalmente, os riscos econômicos se mostram mais segmentados na bacia, concentrando-se nas zonas de maior densidade urbana e industrial. O aumento gradativo nas categorias ao longo dos cenários é observado de maneira semelhante para todas as UPs, com predominância dos níveis baixo e moderado no cenário 1, moderado e alto no cenário 2, e alto e muito alto no cenário 3.

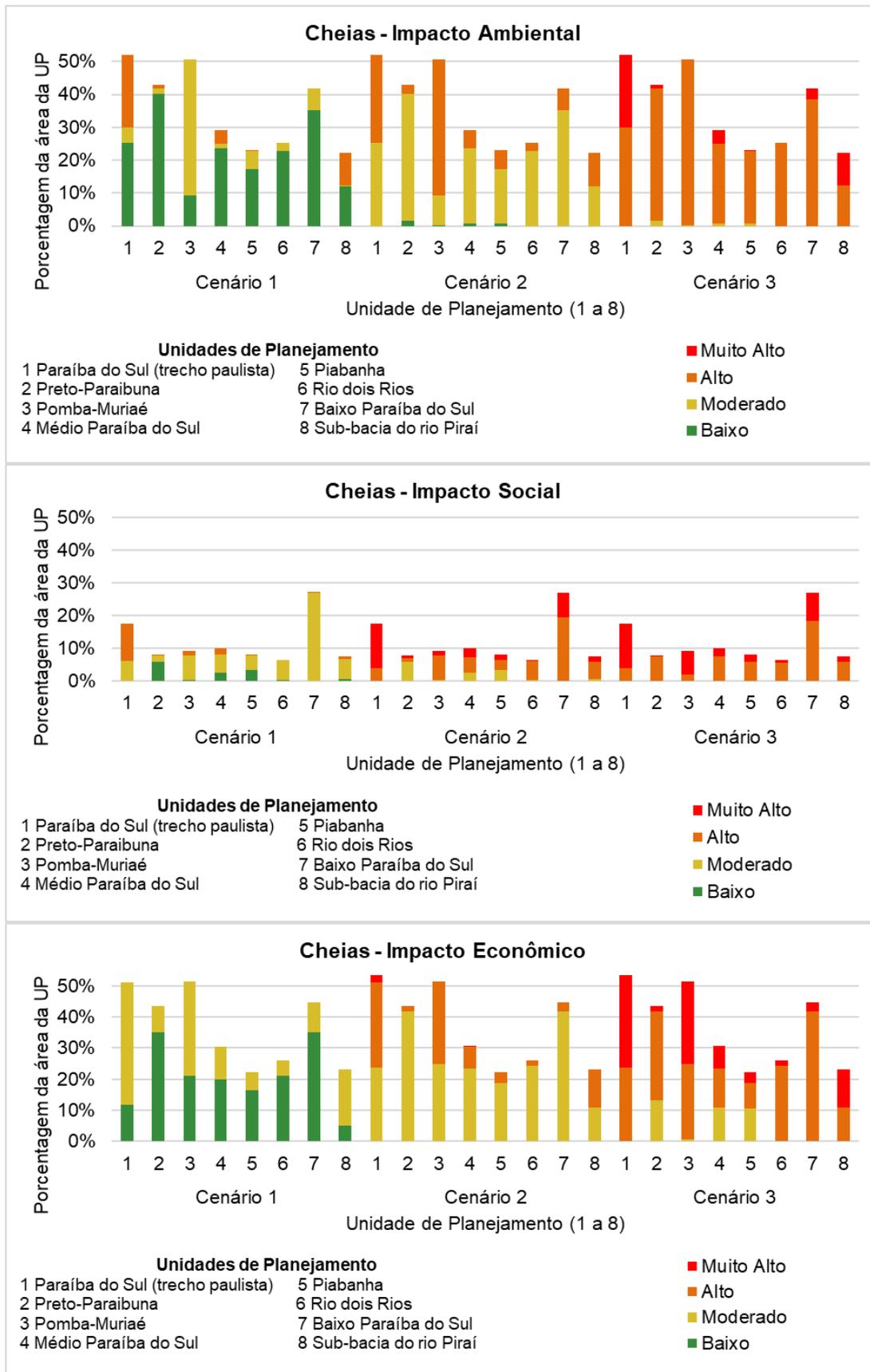


Figura 2.23. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de cheias.

2.4.3 Movimentos de massa

Ao longo da extensão da BHPS, a existência de vastas extensões de terreno íngreme favorece ou intensifica a ocorrência de processos de movimentos de massa, tais como escorregamentos e corridas de massa. Ressalta-se que os movimentos de massa, especialmente aqueles identificados pela Defesa Civil como "escorregamentos ou deslizamentos", juntamente com as inundações (enchentes, alagamentos e enxurradas), representam os tipos de desastres naturais mais frequentes e responsáveis pelos danos mais significativos na bacia (CEIVAP, 2021).

Dessa forma, os potenciais riscos associados a esse tipo de incidente foram identificados e examinados no PGR da BHPS. Ao analisar os movimentos de massa, foi avaliada a relação entre a incidência de escorregamentos e corridas de massa na BHPS, juntamente com o mapeamento das áreas propensas a tais eventos. A investigação das ocorrências baseou-se no levantamento disponível de 1946 a 2021. No que diz respeito aos escorregamentos, foram selecionados os eventos mais significativos e generalizados, considerando situações em que ocorreram dez ou mais escorregamentos no município durante um único episódio de chuvas intensas. Devido à sua magnitude e impactos, todas as corridas de massa foram consideradas na análise. O cenário 1 diz respeito à ocorrência de movimentos de massa generalizados com alcance limitado, ou com números restritos de escorregamentos em um único evento. O cenário 2 está vinculado à manifestação de escorregamentos generalizados em áreas extensas, ou mesmo a corridas de massa localizadas, agrupadas como deslizamentos nesse contexto. Por fim, o cenário 3 está associado a grandes eventos generalizados que resultaram em corridas de grande magnitude.

A Figura 2.24 apresenta os resultados relativos aos riscos de movimentos de massa para os três cenários e os três tipos de impacto, segmentados por UP. No que concerne aos riscos ambientais relacionados à entrada de sedimentos e ao aumento da turbidez nos corpos d'água, observa-se uma predominância de riscos baixos nos cenários 1 e 2, indicando índices menores de vulnerabilidade a esse tipo de evento. Entretanto, para o cenário 3, embora haja concentração em áreas específicas das UPs, destaca-se a prevalência de riscos considerados altos, moderados e muito altos, respectivamente. As UPs Piabanha, ao longo do rio Piabanha, e Pomba-Muriaé, nas proximidades dos rios Muriaé e Pomba, apresentaram as maiores somatórias de concentrações de risco. Nas UPs

Médio Paraíba do Sul e Baixo Paraíba do Sul, ao longo do rio Paraíba do Sul, foram identificadas as maiores concentrações de riscos altos.

No que diz respeito aos riscos sociais relacionados à presença de núcleos urbanos, as categorias de risco baixo e moderado predominam nos dois primeiros cenários, com percentagens mais elevadas no Baixo Paraíba do Sul e classes de risco mais significativas no Paraíba do Sul (trecho paulista). No cenário 3, as maiores percentagens de risco concentram-se nas UPs Baixo e Médio Paraíba do Sul e Piabanha.

Por fim, no que tange aos riscos econômicos, destaca-se o cenário 2, no qual as classes de risco abrangem grande parte de todas as UPs. Nesse cenário, a economia seria impactada devido à água imprópria para consumo, à irrigação e às medidas de remediação necessárias. Já no cenário 3, observa-se risco alto e muito alto principalmente ao longo do rio Paraíba do Sul e nos rios Muriaé e Piabanha, associados ao grande número de empreendimentos nessas áreas.

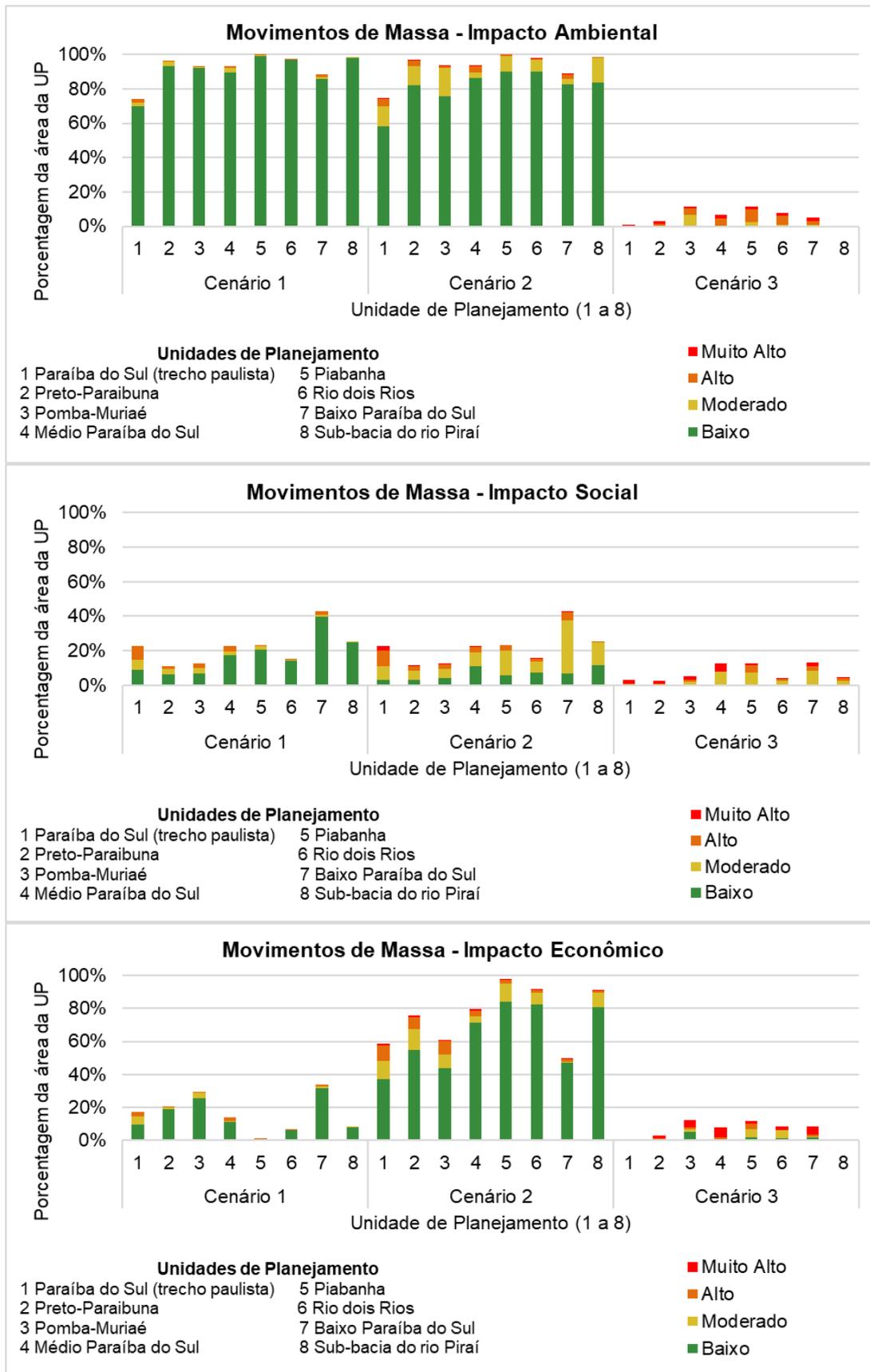


Figura 2.24. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de movimentos de massa.

2.4.4 Intrusão salina

Conforme indicado pelo PGR da BHPS, a UP Baixo Paraíba do Sul enfrenta um caso de intrusão salina ativo desde 2014, apresentando uma tendência de agravamento ao longo dos anos. Esse fenômeno é desencadeado pela diminuição da vazão do rio durante o período de estiagem, sendo agravado pela redução das vazões escoadas na foz do rio e pelas crises hídricas observadas nos últimos anos.

Os impactos desse fenômeno são significativos, uma vez que a intrusão salina resulta na salinização dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, além do solo. Isso acarreta na perda da qualidade da água em todos os canais e rios da foz. Os relatos dos efeitos dessa intrusão indicam impactos notáveis, como a escassez de água no município de São João da Barra, decorrente da salinização da água do rio Paraíba do Sul no ponto de captação. Outro impacto significativo está relacionado à interrupção da atividade pesqueira de água doce. Adicionalmente, observa-se a salinização dos canais de irrigação locais, gerando impactos negativos na atividade agrícola na região adjacente à foz do rio Paraíba do Sul.

Assim, os riscos deste tipo de evento foram mapeados e examinados no PGR. A determinação da probabilidade de intrusão salina baseou-se em estudos conduzidos pelo INEA (2013), os quais delimitaram zonas de suscetibilidade em relação à progressão da cunha salina no sentido jusante-montante do rio Paraíba do Sul. Vale ressaltar que a suscetibilidade mapeada, conforme a modelagem, concentrou-se estritamente na calha do rio Paraíba do Sul, impossibilitando a mensuração do avanço da cunha salina em afluentes diretos.

O primeiro cenário representa uma situação de curta duração, associada a períodos de seca moderada combinados com ressacas marítimas, ocasionando episódios distintos e, por vezes, instantâneos de salinização. Isso resulta na perda imediata de potabilidade e na impossibilidade de uso para irrigação. Já o segundo cenário reflete uma situação prolongada relacionada a uma seca severa, na qual, uma vez ultrapassado o limite de potabilidade, o recurso hídrico perde seu uso por um período estendido. Embora reversível, essa condição impede inclusive o uso para irrigação.

A Figura 2.25 exhibe os riscos de intrusão salina na UP Baixo Paraíba do Sul para os dois cenários e os três tipos de impacto. No que diz respeito aos riscos ambientais, de maneira geral, nota-se que as fitofisionomias localizadas no município de São João da Barra são as

mais impactadas. Para o Cenário 1, as otto-bacias mais próximas à foz apresentam riscos moderados e altos, relacionados a floresta ombrófila densa e manguezais/restingas. Para o Cenário 2, de maior magnitude de entrada de cunha salina, os riscos são ampliados, especialmente nas otto-bacias em São João da Barra, que apresentam riscos altos e muito altos, ligados às fitofisionomias mencionadas anteriormente. Já as otto-bacias em Campos dos Goytacazes apresentam riscos moderados, relacionados a áreas agrícolas, pastagens e áreas urbanizadas.

Quanto aos riscos sociais, todas as otto-bacias apresentaram risco moderado no cenário 1. No cenário 2, algumas otto-bacias foram classificadas com risco social alto e muito alto nos municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana.

Finalmente, em relação aos riscos econômicos, no cenário 1, observa-se uma graduação do risco econômico em direção à foz no rio Paraíba do Sul, concentrando as otto-bacias de risco muito alto nos municípios de São João da Barra e São Francisco de Itabapoana. No Cenário 2, as otto-bacias são classificadas com risco econômico alto e muito alto para processos de intrusão salina. Neste cenário, as otto-bacias predominantemente apresentam risco muito alto, afetando os municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana.

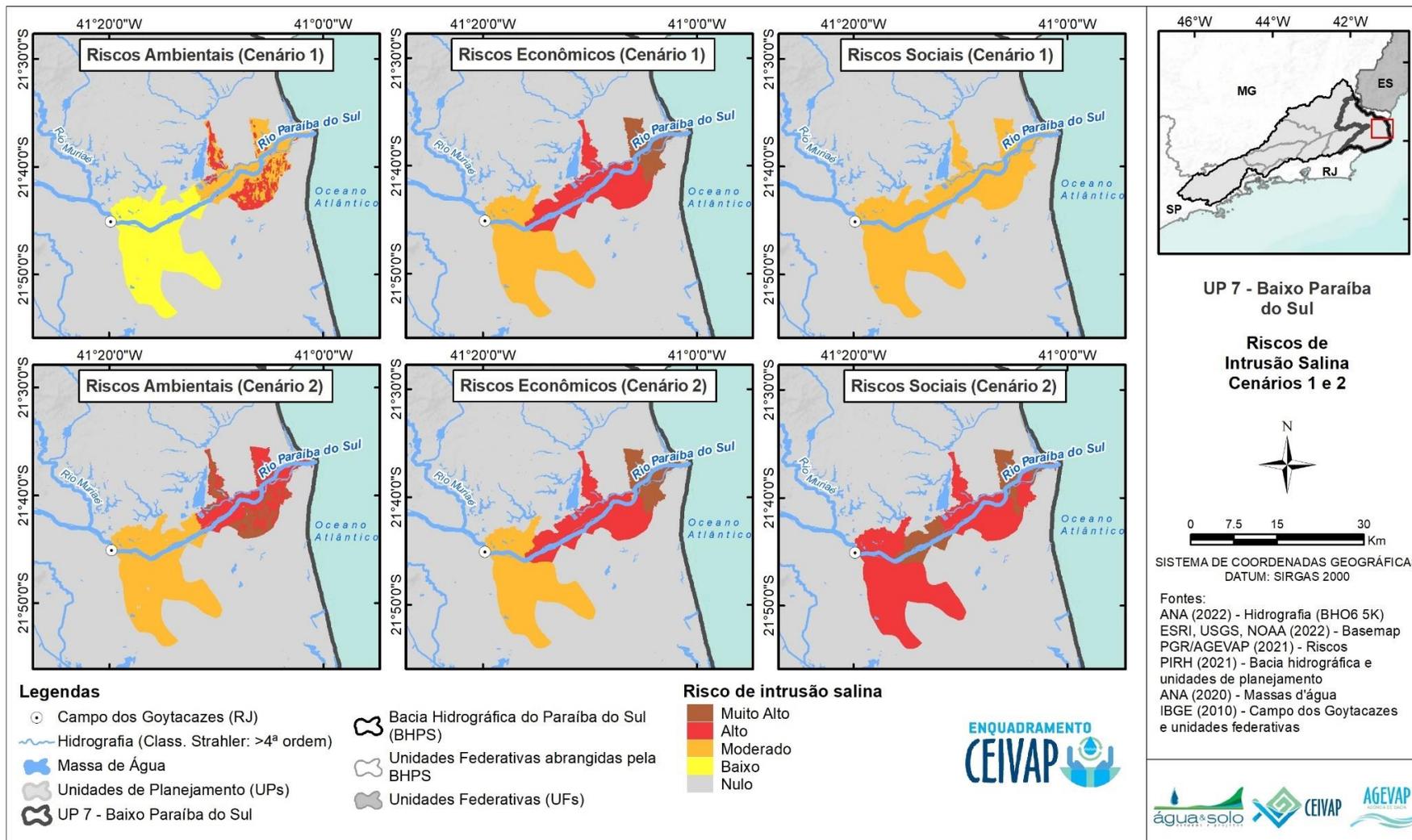


Figura 2.25. Riscos de intrusão salina nos dois cenários para os três tipos de impactos
Fonte: Elaboração própria

2.4.5 Contaminação por poluentes

A contaminação dos recursos hídricos por poluentes pode ser desencadeada tanto por desastres naturais quanto tecnológicos. No caso destes últimos, são considerados diversos tipos de desastres de acordo com a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Quando ocorre a introdução de poluentes nos corpos hídricos, a contaminação torna-se um evento significativo na bacia, podendo impactar o ambiente aquático, as fontes de abastecimento de água, prejudicar a saúde da população e demandar consideráveis recursos públicos para a remediação dos danos, entre outras consequências.

Nesse contexto, na análise dos riscos relacionados à contaminação por poluentes no PGR da BHPS, foram consideradas como potenciais ameaças às águas na região as seguintes categorias de eventos, conforme a COBRADE: derramamento de produtos químicos em recursos hídricos, derramamento de produtos químicos transportados por rodovias em recursos hídricos, derramamento de produtos químicos transportados por ferrovias em recursos hídricos, derramamento em recursos hídricos de produtos químicos transportados por dutos e incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos.

Com base nas licenças concedidas e nas outorgas vigentes na BHPS, foram relacionados os empreendimentos localizados na bacia, classificando a possibilidade de cada um deles gerar algum dos tipos de acidentes tecnológicos. A seguir, indicou-se a ocorrência era possível ou não para cada categoria de desastre em cada empreendimento.

O cenário 1 refere-se a pequenas quantidades de poluentes derramadas de forma direta ou indireta no recurso hídrico. Já o cenário 2 está associado a uma carga de poluentes derramada de forma direta ou indireta em quantidades consideráveis, levando em consideração a toxicidade do composto e sua persistência no meio. Por fim, o cenário 3 está relacionado ao derramamento de poluentes em quantidades significativas e com compostos de alta toxicidade e persistência no meio.

A Figura 2.26 apresenta os resultados referentes aos riscos de contaminação por poluentes nos três cenários e para os três tipos de impacto, segmentados por Unidade de Planejamento (UP). No que concerne aos riscos ambientais, observa-se uma intensificação das classificações à medida que a magnitude dos cenários aumenta, com predominância de riscos baixos no cenário 1, moderados no cenário 2 e altos no cenário 3. As maiores proporções de classes de risco nas UPs são encontradas no Baixo Paraíba do Sul e no rio

Piraí, sendo a primeira uma região de mangues e restingas, onde a recuperação é mais lenta em casos de contaminação.

Nos riscos sociais e econômicos, relacionados aos impactos na captação de água para abastecimento, tanto para consumo humano quanto para irrigação, e considerando a presença de núcleos urbanos, a classe de risco baixo prevaleceu nos três cenários. No entanto, observa-se um aumento nas classes de risco moderado, alto e muito alto à medida que os cenários aumentam em magnitude. O rio Piraí destaca-se, apresentando a maior proporção de áreas com risco alto, devido à sua importância crítica no abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro. Isso evidencia que a contaminação dos corpos hídricos nessa UP teria repercussões significativas para além da BHPS.

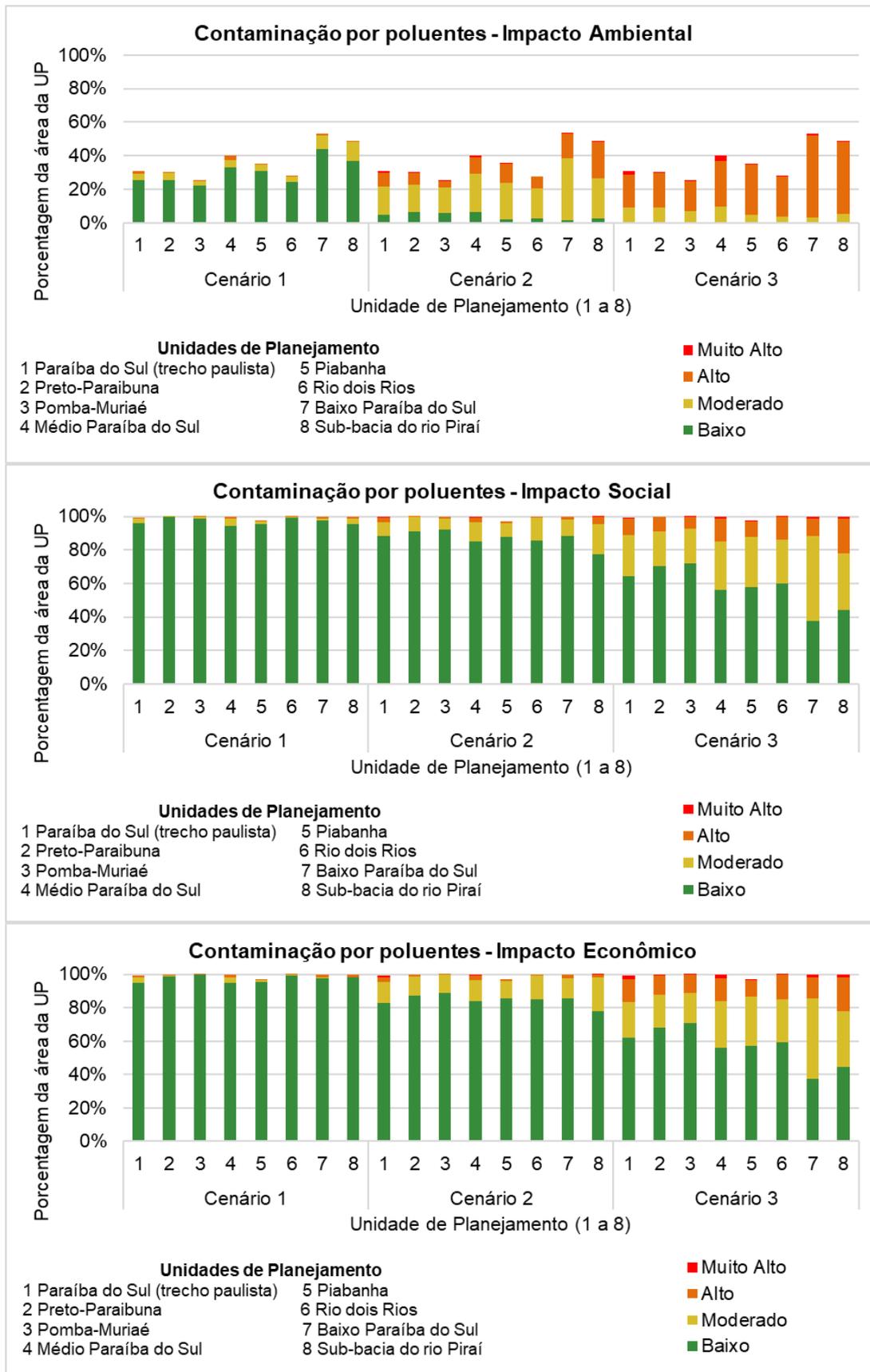


Figura 2.26. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de contaminação por poluentes.

2.4.6 Rompimento ou colapso de barragens

A análise dos riscos associados ao rompimento ou colapso de barragens não apenas abrange a preocupação relacionada ao armazenamento de rejeitos de mineração, mas também destaca a importância crítica do armazenamento de água. Esse cenário não só demanda atenção por parte dos residentes nas áreas que abrigam barragens, mas, acima de tudo, representa uma questão de extrema relevância para as autoridades responsáveis por garantir a segurança dessas estruturas.

Os incidentes de rompimento de barragens de rejeitos e vazamentos nos rios, exemplificados pelos eventos nos rios Pomba-Muriaé, afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, ocorridos em 2007 e 2008, evidenciam a urgência de uma análise aprofundada dos riscos associados a tais estruturas na BHPS. Estes episódios evidenciam a necessidade de compreensão dos riscos relacionados ao rompimento de barragens como uma prioridade para assegurar a segurança e o bem-estar das populações afetadas.

Dentro desse contexto, durante a análise dos riscos relacionados ao rompimento ou colapso de barragens no PGR da BHPS, as probabilidades foram calculadas utilizando dois critérios distintos. Inicialmente, foi realizada uma comparação com os empreendimentos cadastrados na base do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), adotando-se as classes de risco de rompimento de barragens disponíveis. Em um segundo momento, para os empreendimentos que não se enquadram no SNISB, foram analisados conforme as finalidades específicas de cada empreendimento, aplicando a probabilidade de ruptura por meio dos processos desencadeadores, como o galgamento, especialmente em situações de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas.

Novamente, foram delimitados 3 cenários para avaliação. O cenário 1 refere-se a empreendimentos de pequeno porte e capacidade limitada de transporte de materiais, geralmente resultantes de rompimentos de barragens de menor porte. Já o cenário 2 está associado a uma quantidade moderada de água e à consequente capacidade de transportar materiais, com possíveis efeitos de assoreamento em trechos de várzeas e destruição de estruturas de saneamento em sua área de influência. Por fim, o cenário 3 trata-se de infraestruturas de grande porte que, em caso de rupturas, terão impactos catastróficos, independentemente de outras avaliações locais.

A Figura 2.27 apresenta os resultados relativos aos riscos de rompimento ou colapso de barragens nos três cenários, categorizados pelos três tipos de impacto e segmentados por UP. No que diz respeito aos riscos ambientais, destaca-se uma predominância de riscos baixos no cenário 1, embora com uma porcentagem relevante de riscos moderados nas UPs Paraíba do Sul (trecho paulista), Preto Paraibuna, Pomba-Muriaé e Médio Paraíba do Sul. Para o cenário 2, nota-se uma distribuição decrescente entre as classes de risco alto, moderado e baixo, sendo as mesmas UPs do cenário 1 as com maior prevalência de risco. No cenário 3, predomina a classe alta, seguida por moderada e muito alta. Em todos os cenários analisados, as UPs Paraíba do Sul (trecho paulista) e Pomba-Muriaé apresentaram as maiores porcentagens de áreas com classes de risco.

No que se refere aos riscos sociais, em todos os cenários, as maiores porcentagens ocorreram ao longo do rio principal das bacias, nas UPs Baixo Paraíba do Sul, Paraíba do Sul (trecho paulista) e Médio Paraíba do Sul, respectivamente. Destaca-se uma expressiva presença da classe muito alta nos cenários 2 e 3.

Por fim, em relação aos riscos econômicos, no cenário 1, os riscos concentram-se nas UPs Paraíba do Sul (trecho paulista), Preto Paraibuna e Pomba-Muriaé. Nos cenários 2 e 3, os riscos expandem-se para além das UPs do cenário 1, com um agravamento das classes de risco do cenário 2 para o cenário 3. Neste último, observa-se risco alto ao longo do curso principal, o rio Paraitinga, rio Piraí, rio Preto, rio do Peixe, rio Pomba e rio Muriaé.

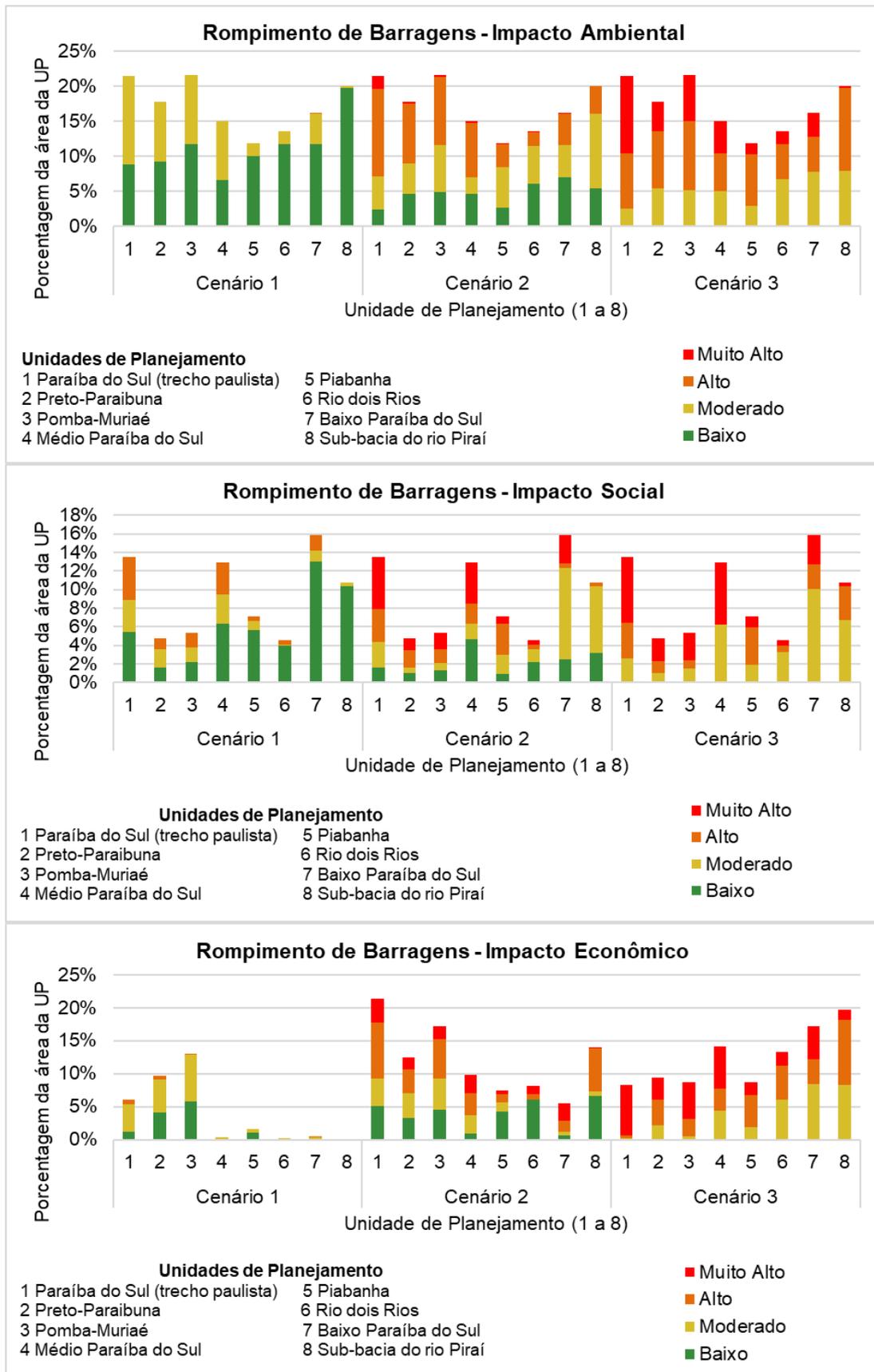


Figura 2.27. Porcentagem das categorias de risco para os três cenários de rompimento de barragens.

2.5 Caracterização Socioeconômica

A caracterização socioeconômica é fundamental para mapear a dinâmica demográfica, social e econômica de uma região. No contexto de uma bacia hidrográfica, ela auxilia na identificação das áreas mais povoadas e as relações sociais da região, criando uma conexão com os usos da água e as alterações qualitativas e quantitativas relativas aos corpos hídricos. Assim, este capítulo apresenta o levantamento demográfico, a caracterização social e de renda e uma análise das atividades produtivas da BHPS, com o objetivo de embasar análises desenvolvidas nos capítulos subsequentes. Os dados são apresentados para cada unidade de planejamento da bacia com aplicação de metodologias adequadas para manter a proporcionalidade de cada município.

2.5.1 Demografia

O IBGE realizou, no ano de 2022, a consolidação de um novo banco de dados censitário nacional, permitindo desenvolver uma atualização dos dados demográficos anteriormente apresentados no PIRH-PS (CEIVAP, 2021) relativos à Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Através dos dados recentes, é possível avaliar a população em cada unidade de planejamento da bacia, sem a necessidade de projeções populacionais. A Tabela 2.15 apresenta os dados censitários por unidade de planejamento para o ano de 2022, onde os dados de população foram calculados considerando a população total do município proporcional à sua área dentro de cada unidade de planejamento. Os dados de densidade demográfica e taxa de crescimento foram calculados através da média dos valores municipais de todos os municípios com área dentro de cada UP (IBGE,2022).

Destaca-se que, ao considerar a população total dos municípios com área na bacia, a população chega a mais de 9 milhões de habitantes. No entanto, cabe ressaltar que parte dos municípios com grande população, como Guarulhos (SP) por exemplo, não têm a sua região densamente povoada localizada dentro da bacia, resultando em uma população de 6 milhões e 800 mil habitantes na bacia do rio Paraíba do Sul. Ainda, destaca-se que, levando em consideração a população atendida por intermédio das transposições da bacia, a BHPS abastece um número muito maior de pessoas. Segundo dados apresentados no Relatório de Situação (2020) o número de pessoas atendidas pela transposição do rio Pirai chegou a cerca de 13 milhões na região metropolitana do Rio de Janeiro.

A região apresenta ainda uma densidade demográfica de 127 habitantes por km² com as regiões mais densamente povoadas à montante no Trecho Paulista e no Médio Paraíba do Sul e uma taxa de crescimento geométrico de 0,17% seguindo a mesma tendência apresentada na densidade demográfica. A Figura 2.28 apresenta a distribuição espacial da densidade demográfica.

Tabela 2.15. População total, densidade demográfica e taxa de crescimento geométrico por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (IBGE,2022).

Unidade de Planejamento	População Total (hab)	Densidade Demográfica (hab./km ²)	Taxa de Crescimento Geométrico (%)
Paraíba do Sul (trecho Paulista)	2.652.011	380	0,45
Médio Paraíba do Sul	948.275	204	0,32
Sub-Bacia do Rio Pirai	56.404	95	-0,11
Preto Paraibuna	672.963	39	0,12
Piabanha	578.902	131	0,20
Pomba-Muriaé	792.437	50	0,06
Rio Dois Rios	274.741	65	0,04
Baixo Paraíba do Sul	827.648	53	0,26
Bacia do Rio Paraíba do Sul	6.803.380	127	0,17

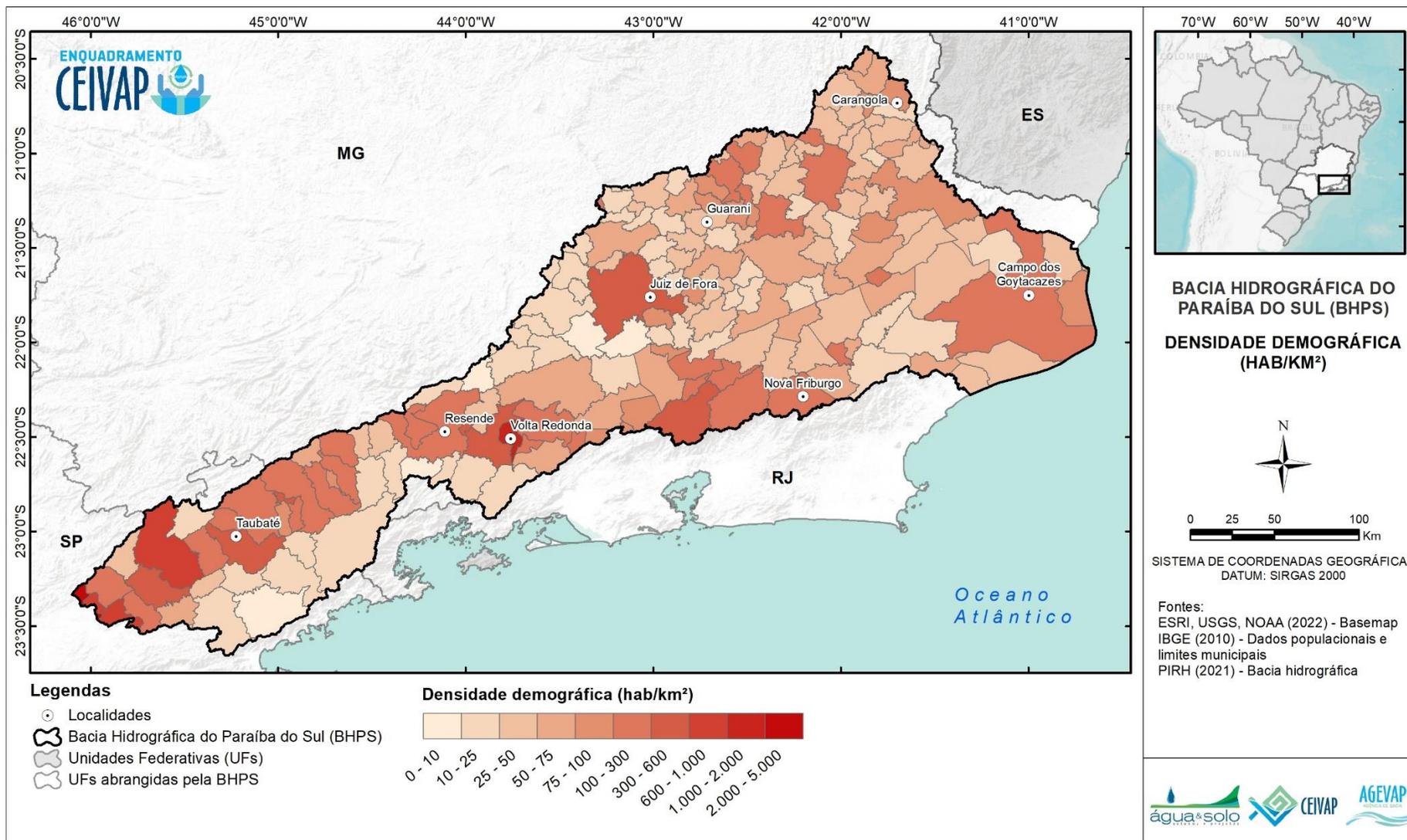


Figura 2.28. Densidade demográfica por município na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

2.5.2 Indicadores Sociais e de Renda

Para avaliar a conjuntura social e de renda da região, abaixo são apresentadas as médias dos indicadores de IDHM Renda, Longevidade, Educação e Total por unidade de planejamento considerando os municípios inseridos em cada uma, assim como médias de renda *per capita* e Índice de Gini. Todos os dados são relativos ao ano de 2010 (PNUD, 2022).

A região apresenta os melhores índices de IDHM, renda e igualdade (Gini) nas unidades de planejamento mais a montante, no entanto com considerável homogeneidade entre todas as UPs. A BHPS como um todo apresenta um IDHM de 0,699 com a maior influência positiva relativa à longevidade e menor valor relativo à componente de educação. A renda *per capita* fica levemente acima de R\$ 600,00 enquanto que o Índice de Gini fica abaixo de 0,5, onde quanto mais próximo de zero maior é a igualdade de renda.

Tabela 2.16. IDHM, renda *per capita* e Índice de Gini relativos ao ano de 2010 por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (PNUD, 2022).

Unidade de Planejamento	IDHM	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação	Renda <i>per capita</i> (R\$)	Índice de Gini
Paraíba do Sul (trecho Paulista)	0,735	0,706	0,835	0,676	672,21	0,486
Médio Paraíba do Sul	0,718	0,711	0,816	0,639	677,57	0,496
Sub-Bacia do Rio Pirai	0,716	0,706	0,808	0,645	650,10	0,493
Preto Paraibuna	0,676	0,669	0,835	0,556	530,50	0,468
Piabanha	0,690	0,700	0,816	0,576	637,30	0,508
Pomba-Muriaé	0,681	0,667	0,832	0,569	519,79	0,463
Rio Dois Rios	0,691	0,692	0,809	0,589	601,43	0,478
Baixo Paraíba do Sul	0,689	0,680	0,804	0,600	556,54	0,484
BHPS	0,699	0,691	0,819	0,606	605,68	0,484

2.5.3 Atividades Produtivas

A análise das atividades produtivas leva em consideração os indicadores econômicos de PIB, PIB *per capita* e VAB, subdividido em quatro categorias: Agropecuária, Serviços, Indústria e Setor Público. Os dados são relativos a cada município no ano de 2021 (IBGE, 2021). Para a obtenção do valor de PIB e VAB por Unidade de Planejamento, os seus respectivos valores foram somados considerando o valor de cada município proporcional à área inserida em cada UP, enquanto que o PIB *per capita* foi obtido através da divisão do PIB pela população proporcional a cada UP.

As unidades de planejamento com a maior produção econômica (PIB) são a do Trecho Paulista, Médio Paraíba do Sul e Baixo Paraíba do Sul. Entre as de menor valor, destaca-se a região da sub-bacia do rio Pirai. Em relação ao PIB *per capita*, destacam-se as regiões do Baixo e Médio Paraíba do Sul, com os maiores valores. Os menores valores são observados nas UPs Preto Paraibuna, Rio Dois Rios e Pomba-Muriaé.

Tabela 2.17. PIB, PIB *per capita* e VAB no ano de 2021 por unidade de planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul (IBGE, 2021).

Unidade de Planejamento	PIB (x R\$1000)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	VAB Agro. (%)	VAB Serviços (%)	VAB Indústria (%)	VAB Ser. Público (%)
Paraíba do Sul (trecho Paulista)	148.473.143	55.985,13	0,6	52,1	37,7	9,6
Médio Paraíba do Sul	61.633.686	64.995,60	0,9	38,9	42,9	17,2
Sub-Bacia do Rio Pirai	2.467.606	43.749,12	2,7	28,1	41,9	27,3
Preto Paraibuna	23.308.014	34.634,90	1,6	56,2	25,4	16,9
Piabanha	28.807.366	49.762,09	3,7	45,5	30,0	20,8
Pomba-Muriaé	19.476.735	24.578,27	6,9	45,9	23,6	23,5
Rio Dois Rios	8.450.824	30.759,20	6,0	44,2	16,9	32,8
Baixo Paraíba do Sul	59.054.724	71.352,50	1,8	33,2	51,4	13,6
BHPS	351.672.097	51.690,79	1,7	45,4	38,3	14,5

A participação da agropecuária na região é modesta em relação aos setores de serviços, indústria e setor público. Em geral, os setores de serviços e indústria apresentam a maior participação percentual nas UPs, com o serviço sendo a principal atividade em cinco delas e a indústria em três. A bacia do rio Paraíba do Sul tem o foco das suas atividades nos serviços e indústria, com a soma chegando a mais de 83,7%.

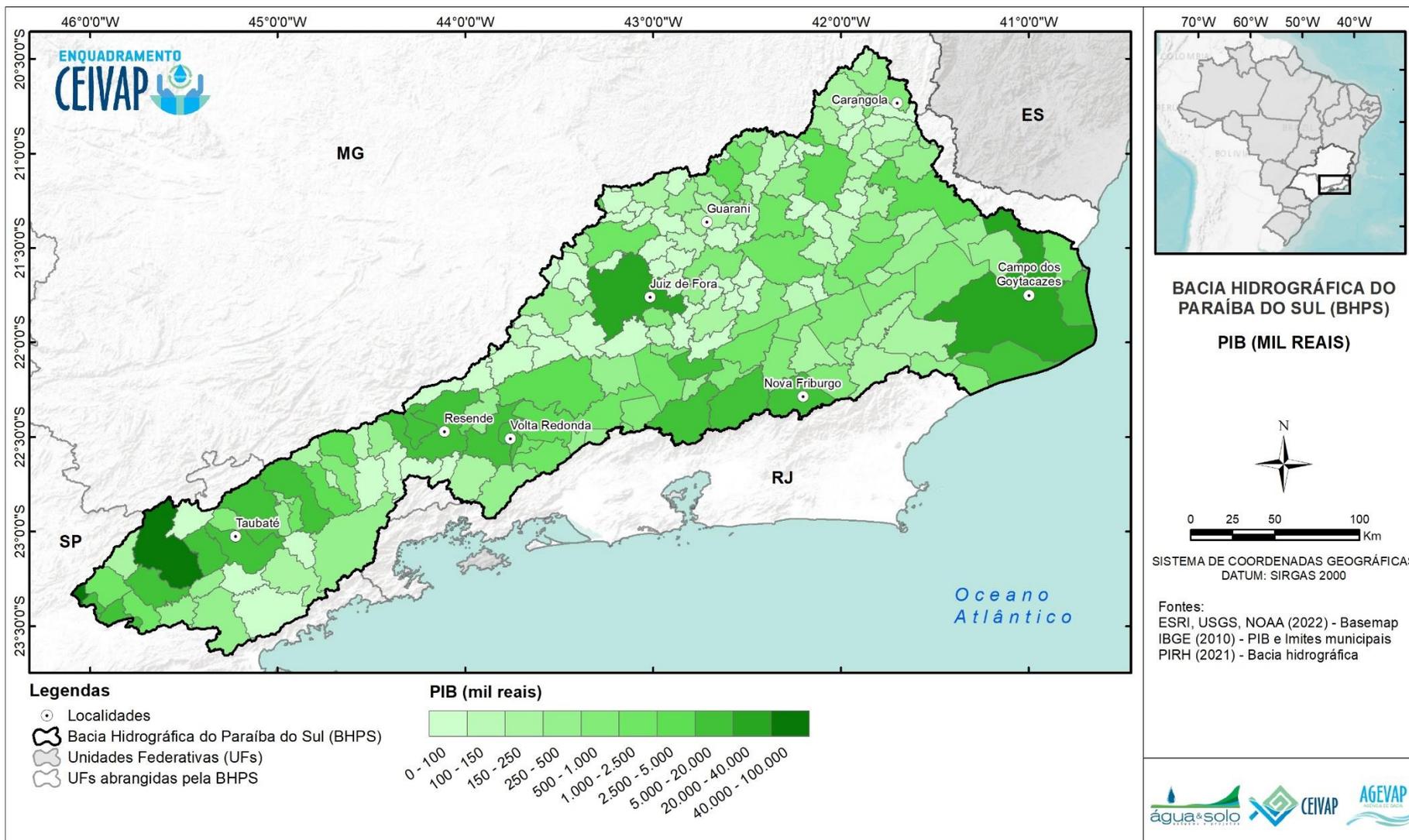


Figura 2.29. PIB (x R\$1000) por município na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

3 Diagnóstico Quantitativo

Neste capítulo serão apresentados os itens relacionados a disponibilidade hídrica e demanda hídrica, aspectos que são fundamentais para a construção do enquadramento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

3.1 Disponibilidade Hídrica

3.1.1 Disponibilidade Superficial

A disponibilidade hídrica quantitativa superficial na bacia do rio Paraíba do Sul apresentada no PIRH-PS considerou a metodologia de regionalização de vazões. Foram considerados os bancos de dados fluviométricos existentes na bacia e com dados compreendidos entre janeiro de 1984 e dezembro de 2017. Para cada estação, foram calculadas duas vazões de referência, Q_{95} e $Q_{7,10}$. A regionalização para outras áreas não monitoradas na bacia foi realizada considerando regiões homogêneas determinadas por CPRM (2013). Ao todo foram consideradas 17 regiões homogêneas, além da calha principal do rio Paraíba do Sul. Na calha principal foi ainda considerada a operação de reservatórios com controle hidráulico e regras de operação pré-definidas. As regiões homogêneas consideradas no PIRH-PS estão listadas abaixo.

- **Paraibuna/Paraitinga:** rios Paraibuna e Paraitinga;
- **Alto Paraíba I:** afluentes do rio Paraíba do Sul (rio Una, Guaratinguetá, etc);
- **Alto Paraíba II:** afluentes do rio Paraíba do Sul (rio Jaguari e Buquira);
- **Alto Paraíba III:** afluentes do rio Paraíba do Sul (rio da Bocaina, rio Itagaçaba, etc);
- **Médio Paraíba I:** afluentes do rio Paraíba do Sul (rio Bananal, rio Ubá, etc);
- **Médio Paraíba II:** afluentes do rio Paraíba do Sul (rio Pirapetinga, rio Turvo, etc) e rio das Flores;
- **Piraí:** bacia do rio Piraí;
- **Preto:** bacia do rio Preto (exceto rio das Flores);
- **Paraibuna:** bacia do rio Paraibuna (exceto rio Preto);
- **Pomba I:** cabeceira rio Pomba e Novo (e afluentes);

- **Pomba II:** bacia do rio Xopotó;
- **Pomba III:** bacia do rio Pomba (exceto Pomba I e Pomba II);
- **Muriaé I:** cabeceira rio Muriaé (e afluentes);
- **Muriaé II:** bacia do rio Muriaé (exceto Muriaé I);
- **Piabanha:** bacias do rio Piabanha e Paquerer;
- **Dois Rios I:** bacia do rio Dois Rios até a confluência do Ribeirão Santo Antônio;
- **Dois Rios II:** da confluência do Ribeirão Santo Antônio até a foz no rio Paraíba.

A Figura 3.1 apresenta a disponibilidade hídrica na bacia do rio Paraíba do Sul considerando a vazão de referência Q_{95} . A Figura 3.2 apresenta a mesma informação considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$.

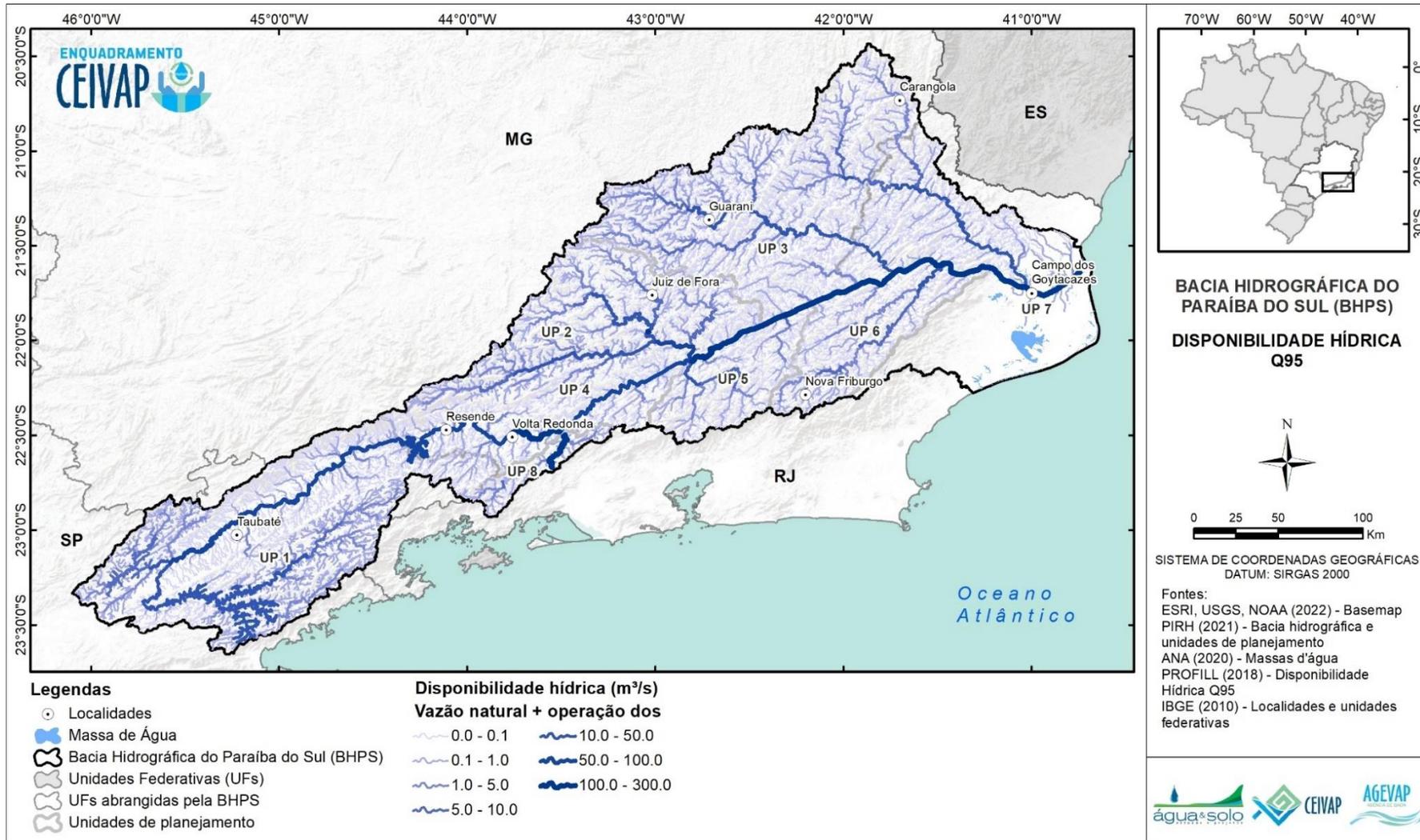


Figura 3.1. Vazão de referência Q₉₅ para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul obtida por regionalização de vazões.

Fonte: Elaboração Própria (PIRH-PS,2019)

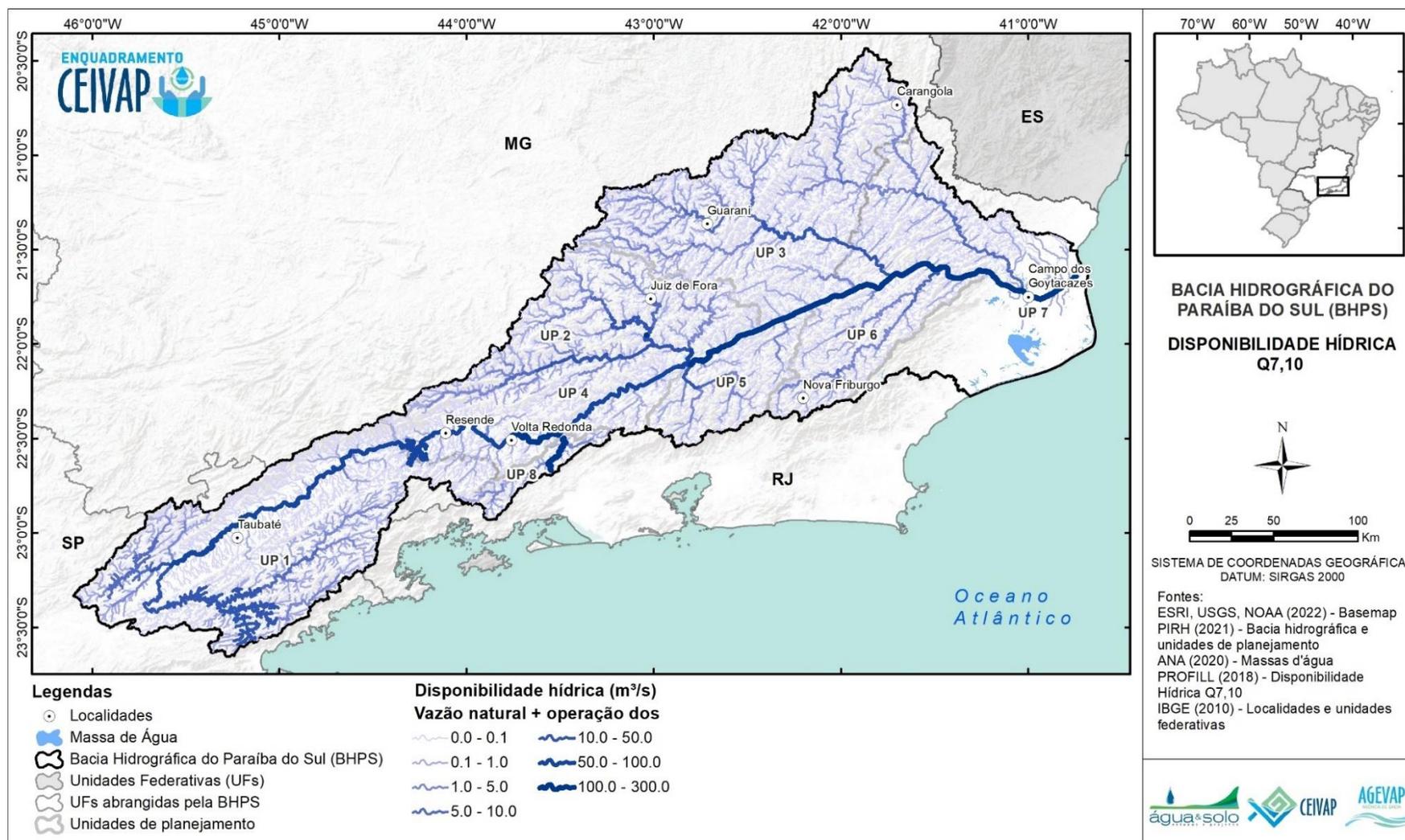


Figura 3.2. Vazão de referência Q_{7,10} para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul obtida por regionalização de vazões.

Fonte: Elaboração Própria (PIRH-PS,2019)

A disponibilidade hídrica quantitativa dos corpos hídricos superficiais está sendo atualizada por uma contratação executada em paralelo a elaboração da etapa técnico-propositiva do enquadramento de corpos hídricos superficiais na bacia do rio Paraíba do Sul. O Ato Convocatório AGEVAP 09/2002 contratou a empresa PROFILL (contrato de serviço número 071/2022) com objeto: “*CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)*”. Este contrato vem gerando insumos referentes a vazões de referência que serão utilizados nas etapas posteriores do estudo apresentado neste documento. Sendo assim, para a modelagem de qualidade da água, próxima etapa do projeto, serão utilizados os dados gerados pela empresa Profill aprovados pela fiscalização.

3.1.2 Disponibilidade Subterrânea

3.1.2.1 Caracterização dos Mananciais Subterrâneos

Esta caracterização dos mananciais hídricos subterrâneos traz uma abordagem sobre a geologia de bacia, que condiciona a forma de ocorrência das águas em subsuperfície e permite a compartimentação em domínios e sistemas aquíferos e, a partir dos estudos disponíveis, apresenta o conhecimento atual sobre as potencialidades e disponibilidade das águas subterrâneas, bem como da qualidade dessas águas e a vulnerabilidade dos aquíferos.

Os tipos de rochas que formam o substrato, assim como as estruturas geológicas que afetaram essas rochas, são determinantes na forma como as águas subterrâneas estão presentes em uma determinada região, condicionando o tipo de armazenamento, alimentação, circulação e as possibilidades de exploração. Assim, o conhecimento da geologia é fundamental para o entendimento da diversidade e diferenciação dos reservatórios de águas subterrâneas e as possibilidades de seu uso. Este conhecimento também é importante na avaliação da qualidade das águas dos mananciais subterrâneos, uma vez que a água, em contato com a rocha, incorpora elementos químicos, sendo fundamental também na avaliação da forma como eventuais contaminantes presentes em superfície percolam e podem atingir os mananciais subterrâneos.

O arcabouço geológico da bacia do rio Paraíba do Sul é formado predominantemente por rochas cristalinas antigas relacionadas à Província Mantiqueira. Esta Província

corresponde a um conjunto de rochas metamórficas muito antigas, de idade Arqueana e Proterozóica, deformadas e metamorizadas, estabilizadas após o ciclo Brasileiro. A litoestratigrafia é representada por gnaisses, migmatitos, xistos, rochas vulcanoclásticas, granitóides e suítes intrusivas, formando um conjunto complexo de rochas duras, deformadas e fraturadas.

Ao longo da história geológica da região, quando da separação entre os continentes da América do Sul e África, essas rochas antigas do embasamento sofreram esforços distensivos que resultaram em um processo de rifteamento (Rifte Continental do Sudeste do Brasil), culminando com o soerguimento da Serra do Mar e Serra da Mantiqueira e na formação de um grande vale alinhado na direção WSW-ENE (vale do Paraíba do Sul). Ao longo deste vale extenso, ladeado por grandes serras alinhadas, formaram-se depressões as quais foram preenchidas por sedimentos continentais derivados das áreas elevadas adjacentes, formando as bacias sedimentares cenozóicas (Bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda).

Os esforços tectônicos que atingiram a região em tempos pretéritos, também foram responsáveis pela formação de sistemas de fissuras, fraturas e falhas geológicas nas rochas duras do embasamento cristalino, proporcionando condições para a infiltração e armazenamento da água em subsuperfície.

A Bacia Sedimentar de Taubaté está localizada no médio-alto Paraíba do Sul (trecho Paulista da bacia), possuindo uma forma alongada de direção ENE-WSW que acompanha o vale principal do rio Paraíba do Sul. Apresenta um comprimento de 170 km, com largura média de 15 km, estendendo-se desde o limite leste da cidade de São Paulo, até a cidade de Cruzeiro. A Figura 3.3 mostra uma seção geológica esquemática da bacia de Taubaté.

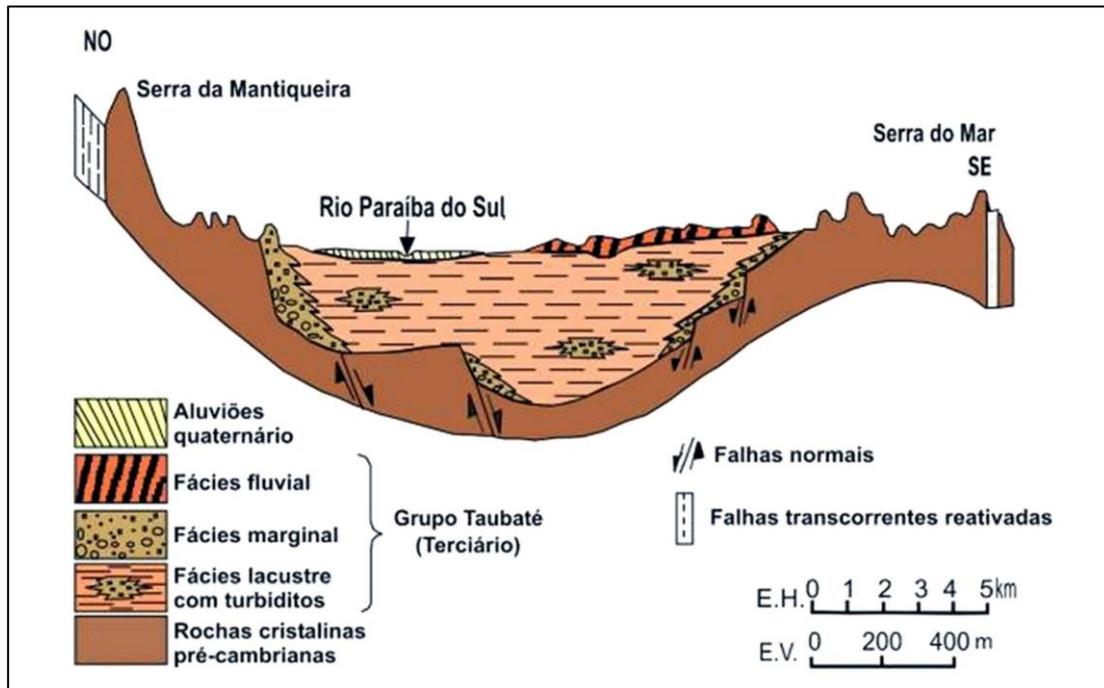


Figura 3.3. Seção geológica esquemática transversal da Bacia Sedimentar de Taubaté na região de São José dos Campos (SUGUIO, 2003).

A Bacia de Taubaté, gerada a partir de um ambiente deposicional flúvio-lagunar, é composta por conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, compartimentados litoestratigraficamente nas Formações Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba. São pacotes de sedimentos clásticos, de granulometria variada, que atingem uma profundidade de até 800 metros.

A Bacia Sedimentar de Resende, que também possui uma forma alongada na direção ENE-WSW, acompanhando o vale do Paraíba do Sul, possui um comprimento de 47 km e uma largura média de 4,5 km, posicionando-se entre as cidades de Itatiaia e Quatis, na região do médio Paraíba do Sul (território do estado do Rio de Janeiro). O pacote de sedimentos acumulados nesta bacia apresenta uma espessura de até 550 metros, sendo formado por uma sucessão de camadas arenosas e argilosas subdivididas nas Formações Resende e Floriano.

Já a Bacia de Volta Redonda, de menor dimensão, encontra-se limitada à região do entorno da cidade homônima, aflorando na forma de dois segmentos de pouco mais de 10 km de comprimento e largura entre 1,0 e 2,0 km. Alcança uma espessura de até 120 metros, sendo composta por depósitos conglomeráticos e areníticos intercalados com depósitos lamíticos

e algumas intercalação de derrames vulcânicos, subdividida nas Formações Ribeirão dos Quatis, Resende e Pinheiral.

Na região da desembocadura do Paraíba do Sul, Município de Campos dos Goytacazes e entorno, encontram-se extensos pacotes de sedimentos aluviais que recobrem, de forma discordante, pacotes de sedimentos mais antigos relacionados à Bacia Sedimentar de Campos.

A porção emersa da Bacia de Campos, na região da desembocadura do rio Paraíba do Sul, é constituída por sedimentos conglomeráticos e areníticos da Formação Emboré, recoberta por sedimentos fluviodeltáicos da planície Quaternária do delta do Paraíba do Sul e por coberturas terrígenas de idade Cenozóicas da Formação Barreiras. Este pacote de sedimento apresenta uma espessura de até 120 metros.

Exceto por esses trechos de bacias sedimentares e por depósitos aluviais e de cobertura na região da desembocadura (Grupo Barreiras e sedimentos fluviais estuarinos), todo o restante do substrato da bacia do rio Paraíba do Sul, correspondendo a mais de 90% da área total da bacia, é constituído por rochas duras do embasamento cristalino. A Tabela 3.1 apresenta a área de ocorrência dos compartimentos geológicos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e a Figura 3.4 mostra a localização dessas unidades.

Tabela 3.1. Compartimentos geológicos da BHPS. Fonte: CEIVAP (2012).

UP	Área (km ²)						Total Geral
	Bacia de Campos	Bacia de Resende	Bacia de Taubaté	Bacia de Volta Redonda	Embasamento Fraturado	Formação Barreiras	
CBH - Baixo Paraíba do Sul	2799,02	0,00	0,00	0,00	7958,10	745,23	11502,36
CBH - Médio Paraíba do Sul	0,00	258,09	0,00	39,67	6131,32	0,00	6429,07
CBH - Paraíba do Sul (SP)	0,00	0,00	2346,83	0,00	11597,19	0,00	13944,01
CBH - Preto Paraibuna	0,00	0,00	0,00	0,00	7185,99	0,00	7185,99
CBH - Rio Dois Rios	0,00	0,00	0,00	0,00	4462,39	0,00	4462,39
Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,00	0,00	0,00	1017,90	0,00	1017,90
Comitê Piabanha	0,00	0,00	0,00	0,00	3459,19	0,00	3459,19
COMPÉ	0,00	0,00	0,00	0,00	13537,22	0,00	13537,22
Total Geral	2799,02	258,09	2346,83	39,67	55349,29	745,23	61538,13

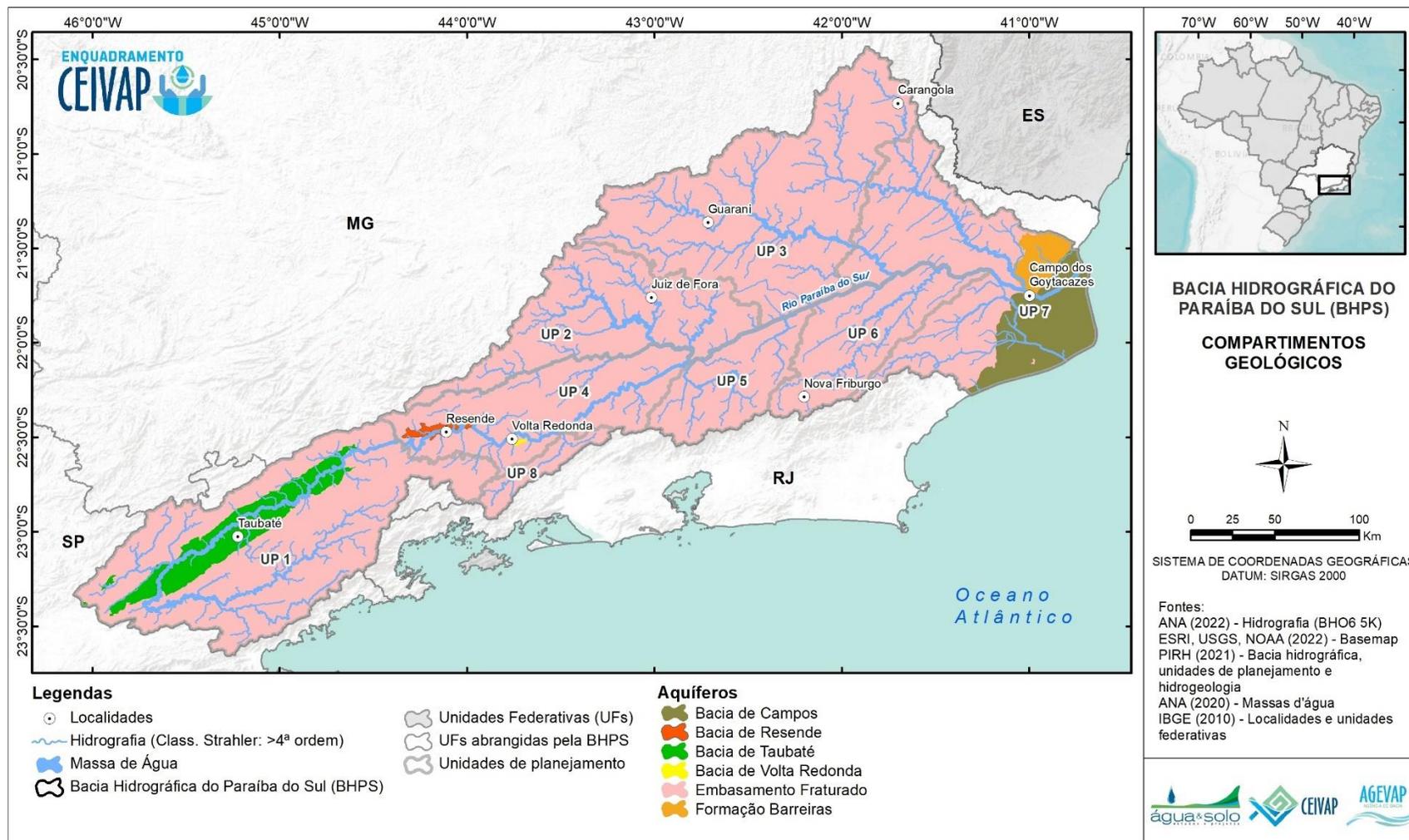


Figura 3.4. Localização dos compartimentos geológicos na BHPS.

 Fonte: CEIVAP (2015).

A Bacia Sedimentar de Taubaté (2346,8 km²), que apresenta o maior potencial subterrâneo, está totalmente inserida no trecho paulista da BHPS, enquanto que as Bacia de Resende (258,1 km²) e Volta Redonda, esta última com apenas 39,7 km² de área aflorante, estão na UP do Médio Paraíba do Sul. A porção emersa da Bacia de Campos (2799,0 km²) e as coberturas sedimentares da Formação Barreiras (745,2 km²) encontram-se na UP do Baixo Paraíba do Sul, já na sua desembocadura, limite com a zona costeira. O restante dos terrenos, perfazendo 89,94% da área total da BHPS corresponde a rochas do embasamento cristalino fraturado.

Em função dos condicionantes geológicos, os quais determinam a forma de armazenamento e circulação da água em subsuperfície, de forma genérica, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul apresenta dois grandes Domínios Aquíferos: o Domínio Aquífero Fissural, predominando em grande parte da área da BHPS (89,94%), associado a ocorrência de rochas fraturadas do embasamento cristalino, e o Domínio Aquífero Granular (10,06%), associado às rochas das bacias sedimentares e depósitos de cobertura.

3.1.2.1.1 Domínio Aquífero Fissural

As rochas duras do embasamento cristalino não apresentam porosidade primária, entretanto, a tectônica que atuou de forma intensa sobre essas rochas produziu sistemas de fissuras, fraturas e falhas de distintas direções, as quais permitem a infiltração e o armazenamento das águas em subsuperfície.

O comportamento hidrogeológico deste aquífero é variável, tanto no plano horizontal quanto no vertical. Esta variação se deve a distintos graus de fraturamento da rocha (porosidade fissural) e da interligação entre essas descontinuidades estruturais (permeabilidade). Localmente, a diversidade de direções de falhas e fraturas favorece a interconexão e a consequente circulação da água, possibilitando uma melhor permeabilidade efetiva e a obtenção de maiores vazões de produção. Adicionalmente, falhas geológicas de caráter regional e de maior profundidade, como aquelas produzidas na formação dos riftes que deram origem às bacias sedimentares, podem conferir melhores possibilidades de armazenamento e captação, proporcionando maiores volumes e com melhor qualidade.

Neste tipo de aquífero a recarga ocorre a partir da infiltração das águas pluviais, que pode ser da forma direta, quando a água de escoamento atinge as fendas e fraturas abertas na superfície aflorante, ou de forma indireta, quando a água percola através de camadas

sedimentares, coberturas coluviais, aluviões ou pela própria rocha alterada, atingindo a interface com a rocha sã fraturada. Índices pluviométricos elevados e a ocorrência de um manto de alteração contínuo e espesso sobre as rochas cristalinas facilitam a infiltração das águas, melhorando as condições de recarga e circulação.

A partir da infiltração em superfície, predomina o fluxo vertical nos materiais de cobertura ou rocha alterada e, posteriormente, um fluxo horizontal quando as águas infiltradas atingem a interface com a rocha sã. A malha de fissuras e fraturas, associada às coberturas de rocha alterada e coberturas colúvio-aluviais, constituem um sistema aquífero quase sempre livre, onde a topografia local passa a ser o principal fator responsável pela circulação das águas.

Considerando que ao longo de toda a borda elevada da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul predomina o aquífero fissural, onde a direção de fluxo regional é controlada pela topografia, pode-se concluir que nesta bacia, os divisores de fluxo subterrâneos coincidem com os divisores de águas superficiais.

O armazenamento das águas é limitado devido à baixa porosidade fissural, condicionada pelo reduzido espaço proporcionado pelas fraturas e falhas abertas nas rochas. Em profundidade, devido ao aumento da pressão litostática, as falhas e fraturas tendem a ficar mais fechadas, diminuindo a porosidade e permeabilidade fissural e, conseqüentemente, a capacidade de armazenamento e produção. Exceto pela ocorrência de falhas regionais profundas, a partir de profundidades de 80 metros, a porosidade fissural é muito reduzida.

Sendo a direção preferencial de fluxo subterrâneo comandada pela topografia, os exutórios naturais deste domínio ocorrem na forma de surgências pontuais ou difusas ao longo das vertentes e fundos de vales. Em períodos mais secos do ano e em áreas de baixo armazenamento, essas eventuais surgências podem desaparecer, sendo caracterizadas como efêmeras.

O Domínio Aquífero Fissural, via de regra, apresenta-se com baixa porosidade e baixa permeabilidade, são anisotrópicos, com circulação subordinada pelas paredes das falhas e fraturas, e direção geral de fluxo orientada pela interface entre os materiais de cobertura/rocha alterada com a rocha sã fraturada. Os materiais de cobertura de alteração apresentam profundidade média entre 20 e 30 metros, variando em função do tipo de rocha e da umidade local, sendo relatadas profundidades de até 50 metros.

Os poços que captam água desses aquíferos apresentam, em média, baixa capacidade de produção de águas em função da baixa porosidade e permeabilidade fissural. Geralmente são poços utilizados para suprir as necessidades da população rural dispersa ou de pequenas comunidades, quando não se dispões de outras fontes superficiais em quantidade ou qualidade adequada.

3.1.2.1.2 Domínio Aquífero Granular

Registra-se na Bacia hidrográfica do Paraíba do Sul a ocorrência de três bacias sedimentares continentais: Taubaté, Resende e Volta Redonda, além de sedimentos da porção emersa da Bacia Sedimentar de Campos e depósitos costeiros e de cobertura na região da desembocadura. Essas bacias e depósitos de superfície, compostos por sedimentos variados, proporcionam a formação de sistemas aquíferos granulares, nos quais a água infiltra e fica armazenada.

Assim, o Domínio Aquífero Granular é formado por pacotes ou camadas de sedimentos de posicionamento e composição variada, incluindo desde materiais argilosos muito finos e impermeáveis, que funcionam como aquíclude, a arenitos e conglomerados com porosidade elevada, proporcionando, eventualmente, boas reservas de águas subterrâneas.

Quando comparadas às áreas do Domínio Fissural, esses sistemas aquíferos sedimentares, que representam apenas 7% da área total da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, correspondem aos trechos com maior potencial para exploração de água subterrânea, entretanto, localmente, esses aquíferos podem ser superficiais ou profundos, livres ou confinados, com capacidade de produção variada em função de parâmetros intrínsecos a cada camada ou pacote de sedimento.

A recarga ocorre de forma direta a partir da infiltração das águas pluviais sobre o solo ou afloramentos rochosos ou, indiretamente, pela percolação de camadas superiores permeáveis. Assim, índices pluviométricos mais elevados proporcionam melhores condições de recarga.

O leito principal do rio Paraíba do sul e alguns de seus afluentes percorrem trechos significativos de terrenos sobre essas bacias sedimentares, constituindo também uma importante fonte de recarga. Nestes trechos, a declividade é baixa e a extensa planície

aluvionar forma um ambiente propício à acumulação e infiltração das águas, que atingem as camadas sedimentares inferiores que funcionam como reservatórios. Segundo Silva Junior et al (2014) a recarga principal dos aquíferos na Bacia de Campos, na região da desembocadura, provém diretamente do rio Paraíba do Sul ou através de seus paleocanais. Os exutórios naturais ocorrem através de descargas em corpos de drenagens superficiais, mantendo as vazões de base dos escoamentos superficiais e, uma parcela das águas migra para as rochas de embasamento subjacente, alimentando os aquíferos do Domínio Fissural.

Os pacotes de sedimentos que formam o Domínio Aquífero Granular além de tamanho e litologias variadas, possuem distintas características hidrogeológicas, tais como porosidade, permeabilidade, condutividade hidráulica, parâmetros esses que tornam distintas as capacidades de armazenamento e produção de águas subterrâneas.

A Bacia Sedimentar de Taubaté é composta por alternâncias de camadas arenosas e argilosas, formando um sistema aquífero heterogêneo, anisotrópico, com superfície livre ou localmente confinada, com espessura variando entre 200 e 500 metros de profundidade.

Conforme estudos realizados pelo IPT (2012) a Bacia de Taubaté apresenta dois níveis aquíferos de comportamentos distintos: um mais superficial relacionado a sedimentos recentes da planície aluvial, com espessura da ordem de uma dezena de metros e lençol freático muito raso, e um aquífero inferior, isolado do aquífero superior por uma camada de sedimentos argilosos, relacionado à pacotes de sedimentos arenosos e argilosos das Formações Resende e Tremembé.

Na Bacia Sedimentar de Resende também são caracterizados dois aquíferos distintos (INEA, 2014): um aquífero sedimentar mais superficial e livre, relacionado a depósitos quaternários, planícies aluviais e terraços fluviais, e um aquífero mais profundo, multicamadas, semi-confinado a confinado, representado pelas Formações Resende e Floriano. Esse aquífero mais profundo se mostra bastante heterogêneo, apresentando intercalação de camadas de sedimentos arenosos e argilosos, formando níveis aquíferos confinados e livres. Estende-se por toda a área da bacia sedimentar apresentando uma espessura média da ordem de 100 metros, podendo alcançar a profundidade de até 260 metros.

A bacia de Volta Redonda, de pequenas dimensões, é composta por areias e argilas fortemente intercaladas, apresentando aquíferos livres ou confinados com espessuras entre 10 e 30 metros e de baixa produtividade.

A Bacia de Campos apresenta um sistema aquífero superficial formado por sedimentos recentes (aluviões e coluviões) com superfície livre e espessura variando entre 60 e 90 metros, e um aquífero mais profundo, não aflorante, denominado de Emborê, com espessura de até 220 metros, composto por camadas arenosas e argilosas com presença de conchas ou arenitos com cimento carbonático, características que indicam deposição em ambiente marinho.

Por fim, a Formação Barreiras, constituída por areias intercaladas com argilas lateríticas (INEA, 2014), apresenta-se como um aquífero livre, pouco produtivo, com vazões máximas da ordem de 2,0 m³/h.

3.1.2.2 *Potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas*

Exceto pela ocorrência das bacias sedimentares ao longo do vale e na região da desembocadura, grande parte do território da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul apresenta como substrato rochas do embasamento cristalino, as quais formam aquíferos do tipo fissural, que tem como característica a elevada heterogeneidade e baixa produtividade, embora, em função de condições locais favoráveis, possam produzir boas vazões.

Avaliando os dados atualizados dos bancos de outorgas, percebe-se que para as outorgas emitidas pelo DAEE no trecho paulista da BHPS, 77% do volume outorgado corresponde à captações superficiais, e 23% à captações subterrâneas. Para o Rio de Janeiro, observando as outorgas emitidas pelo INEA, o volume superficial representa 97% das captações, registrando apenas 3% de volume captado por fontes subterrâneas. Por fim, para Minas Gerais, o IGAM apresenta no banco de outorgas emitidas 91% para captações superficiais.

O Serviço Geológico do Brasil (SGB) publicou as Cartas Hidrogeológicas ao Milionésimo para as folhas Rio de Janeiro (SGB, 2015) e Vitória (SGB, 2016) as quais contemplam os terrenos da Bacia do rio Paraíba do Sul. Essas cartas, baseadas nas unidades geológicas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com

produtividade da mesma ordem de grandeza, definiram Unidades Hidroestratigráficas, as quais são apresentadas em classes.

Para a caracterização dessas Unidades Hidroestratigráficas em termos de produtividade hídrica, foram definidas classes baseadas em dados de vazão e coeficientes hidrodinâmico dos aquíferos. A Tabela 3.2 a seguir apresenta as classes de produtividade definidas para a BHPS.

Tabela 3.2. Classes de produtividade.

Legenda	Descrição da Classe
3 Gr	Unidade Granular (Gr) de produtividade moderada.
4 Gr	Unidade Granular (Gr) de produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada.
5 Gr	Unidade Granular (Gr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
4 Fr	Unidade Fraturada (Fr) de produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada.
5 Fr	Unidade Fraturada (Fr) de produtividade geralmente muito baixa porém localmente baixa.
6 Fr	Unidade Fraturada (Fr) de produtividade pouco produtiva ou não aquífera.

A Figura 3.5 apresenta a distribuição espacial dessas classes de produtividade para a bacia Hidrográfica do rio Paraíba do sul.

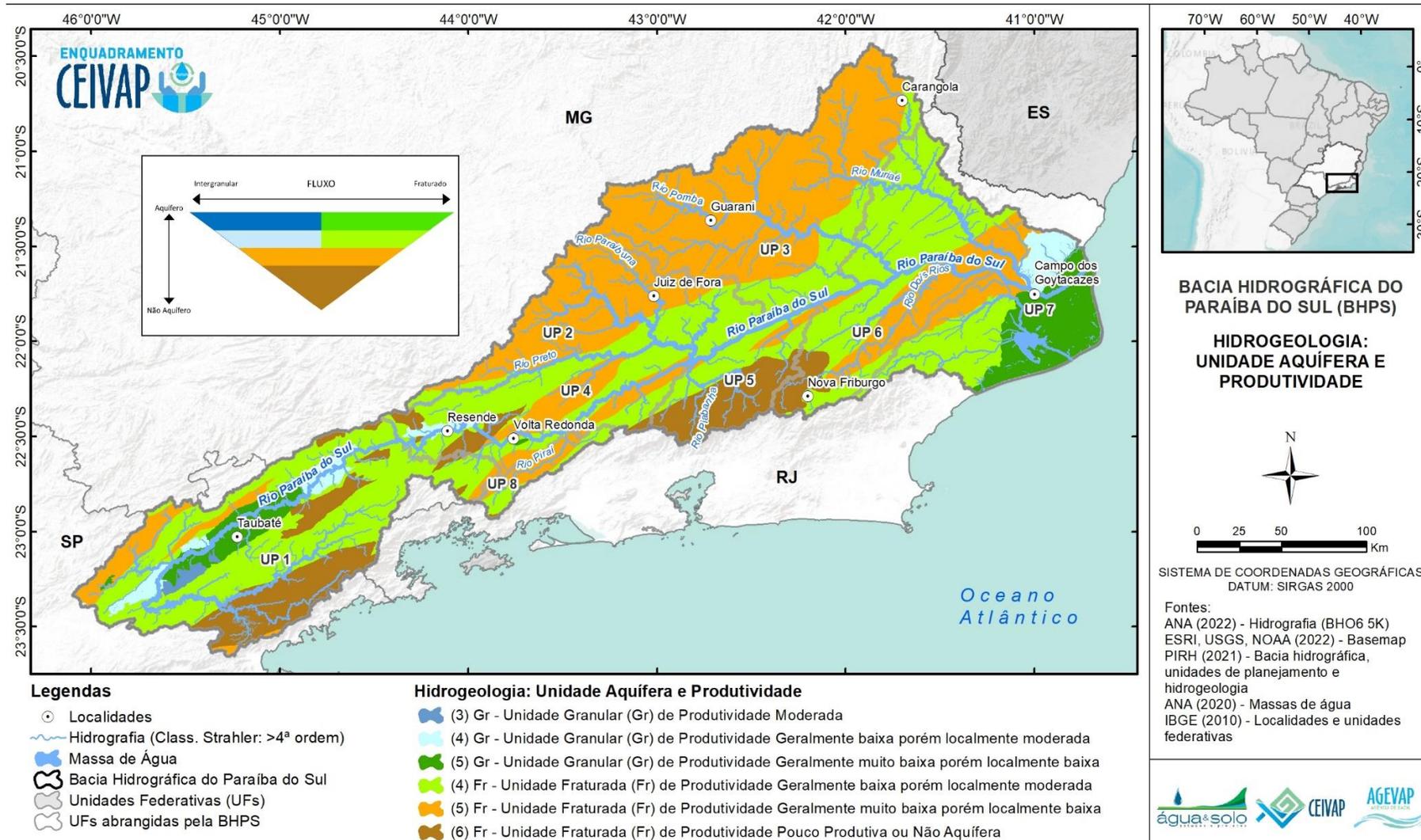


Figura 3.5. Unidades aquíferas e produtividade.

A Tabela 3.3 apresenta a área das classes de produtividade para cada uma das Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.

Tabela 3.3. Distribuição das faixas de potencialidade para cada unidade de planejamento.

UP	(3) Gr	(4) Fr	(4) Gr	(5) Fr	(5) Gr	(6) Fr	Total Geral
CBH - Baixo Paraíba do Sul	0,0	6178,5	745,2	1779,6	2799,0	0,0	11502,4
CBH - Médio Paraíba do Sul	0,0	3639,5	258,1	1878,3	39,7	613,5	6429,1
CBH - Paraíba do Sul (SP)	218,4	7178,4	878,2	1351,2	1250,2	3067,6	13944,0
CBH - Preto Paraibuna	0,0	2210,0	0,0	4975,8	0,0	0,2	7186,0
CBH - Rio Dois Rios	0,0	1963,5	0,0	1849,6	0,0	649,3	4462,4
Sub-bacia do Rio Pirai	0,0	432,7	0,0	566,7	0,0	18,5	1017,9
Comitê Piabanha	0,0	1212,3	0,0	281,0	0,0	1966,0	3459,2
COMPÉ	0,0	2292,5	0,0	11244,7	0,0	0,0	13537,2
Total Geral	218,4	25107,4	1881,5	23926,8	4088,9	6315,1	61538,1

Observa-se que as Classes (4) Fr e (5) Fr são as mais representativas em termos de área de ocorrência (49.0342, Km²) perfazendo 79,6% da BHPS. Representam aquíferos fissurais de produtividade geralmente baixa a muito baixa, porém localmente moderada a baixa. A maior perspectiva de produtividade, correspondente a classe (3) Gr - Unidade Granular de produtividade moderada, ocorre no alto Paraíba do Sul - trecho paulista, associada a Bacia Sedimentar de Taubaté.

A classe de melhor produtividade para o sistema fraturado (4) Fr - produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada, ocorre associada ao vale do rio Paraíba do Sul, acompanhando o seu curso principal, nas terras de relevo mais rebaixado. Os trechos de menor produtividade, por sua vez, estão localizados grosseiramente nas bordas da bacia, nas áreas de relevo mais alto, associados as cabeceiras e divisores de água.

Os dados sobre disponibilidade hídrica subterrânea na Bacia do Paraíba do Sul são bastante limitados. As informações disponíveis sobre produção e qualidade das águas são dispersas e descontínuas, geralmente obtidas a partir de estudos em trechos específicos e em períodos distintos.

A seguir apresenta-se o resultado e conclusões de alguns desses estudos por domínio aquífero, no intuito de fornecer uma visão mais abrangente sobre a potencialidade dos recursos hídricos subterrâneos na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do sul.

3.1.2.2.1 Domínio Aquífero Fissural

O meio aquífero fissural, de forma genérica, é caracterizado pela ausência de porosidade primária, sendo a ocorrência de águas subterrâneas relacionada a uma porosidade secundária representada por fissuras, fraturas e falhas, condicionando, em média, baixa capacidade de armazenamento quando comparada com os aquíferos granulares das rochas sedimentares.

O comportamento das rochas ígneas e metamórficas frente a esforços tectônicos é bastante diferenciado, acarretando, ao longo de toda a extensão da bacia do Paraíba do Sul, variações significativas na densidade, grau de abertura e interconexão das fraturas, características essas, muito variáveis e de baixa previsibilidade. Assim, considerando apenas o sistema aquífero fissural, em uma área tão vasta quanto a bacia do rio Paraíba do Sul, observa-se variações significativas na quantidade de água armazenada e, por consequência, nas possibilidades de exploração, função do comportamento tectônico diferenciado. Contribui para essa heterogeneidade, a ocorrência de falhas geológicas de grande amplitude, que conferem condições específicas de armazenamento, possibilitando a ocorrência de poços com vazões elevadas.

Fatores como o clima, relevo, hidrografia, ocorrência e espessura de manto de alteração, presença de formações superficiais, dentre outras, também influenciam na quantidade e qualidade dos mananciais subterrâneos.

O sistema fissural no território do estado de São Paulo, em geral, apresenta produtividade baixa e muito variável, com vazões médias da ordem de 5 m³/h, porém com possibilidade de haver poços próximos, com vazões muito distintas devido à variação da quantidade, da conectividade e da abertura das descontinuidades presentes no maciço rochoso (IRITANI e EZAKI, 2008). Poços bem localizados nessa unidade, como por exemplo em lineamentos tectônicos, produzem vazões da ordem de 10 a 20 m³/h (DURIGAN e SIMÕES, 2014).

Estudos do PIRH-PS (CEIVAP, 2021) caracterizam vazões da ordem de 1,0 a 6,0 m³/h na região mais a norte do trecho paulista, na Serra da Mantiqueira, e vazões da ordem de 3,0 a 23,0 m³/h, mais a sul, na região da Serra do Mar. No trecho paulista, as águas do sistema fissural são captadas para abastecimento público em 15 municípios, com vazão total de 0,07 m³/s, distribuída em 50 pontos de captação (CEIVAP, 2021).

Na porção mineira, as vazões apresentam grande variabilidade e a vazão explotável esperada na operação continuada de poços profundos está compreendida no intervalo entre 18 m³/h e 90 m³/h (ANA, 2002). Na porção fluminense, onde o estudo ressalta o maior grau de fraturamento das rochas, as vazões chegam a 15 m³/h.

Estudos desenvolvidos por GONÇALVES (2003) em 114 poços no norte da bacia do Paraíba do Sul, envolvendo territórios do sul de Minas, nas sub-bacias do rio Pomba-Muriaé, caracterizaram na região mais a oeste, uma vazão média específica de 0,1234 L/s/m para os poços perfurados nas rochas do Complexo Paraíba do Sul e Barbacena e, 0,2331 L/s/m para as rochas do Complexo Juiz de Fora e rochas intrusivas graníticas posicionada mais a leste. Ainda segundo esses estudos, a maioria dos poços apresentaram profundidade útil no intervalo entre 40 a 80 metros.

Na região leste, correspondente ao Baixo Paraíba do sul, a elevada densidade de fraturamento permite a obtenção de vazões da ordem de 50 m³/h ainda que as vazões médias possam ser bem menores.

Conforme o PIRH-PS (CEIVAP, 2021) do total de municípios inseridos na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, 75% estão situados sobre terrenos do embasamento cristalino, onde a alternativa de aproveitamento de água subterrânea fica restrita a captações no sistema fissural. O restante, correspondente a 45 municípios, tem parte do seu território situados em trechos de bacia sedimentar.

3.1.2.2 Domínio Aquífero Granular

As áreas com maior potencial para água subterrânea no interior da bacia do rio Paraíba do Sul correspondem às bacias sedimentares, sendo registrados trechos de boa potencialidade e vazões superiores a 200 m³/h.

Segundo o PIRH-PS (CEIVAP, 2021) ações propostas para aproveitamento de mananciais subterrâneos na bacia do Paraíba do Sul podem ser concentradas inicialmente nos principais aquíferos granulares (porosos), pois são eles que, devido a suas maiores potencialidades hídricas, podem trazer incremento da disponibilidade de água e garantir a segurança hídrica para o abastecimento público de sedes urbanas e atividades industriais da região.

Considerando o conjunto dos aquíferos granulares, estudos do PIRH-PS (CEIVAP, 2021) estimaram uma vazão total explorada de 2,8 m³/s, enquanto a vazão explorável é da ordem de 3,5 m³/s, o que equivale a 80% da disponibilidade, embora não tenha esclarecido a relação desses cálculos com a recarga anual e as reservas reguladoras.

Fazendo parte do Domínio Granular, O Sistema Aquífero Taubaté está localizado no trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul, na região de maior densidade demográfica, entre as cidades de São José do Campo e Cruzeiro, e os Sistemas Resende e Volta Redonda encontram-se mais a jusante, no trecho do Médio Paraíba do Sul, na região das cidades homônimas. O Sistema Aquífero de Campos está localizado na região do Baixo Paraíba do Sul, próximo a desembocadura.

O Sistema Aquífero Taubaté apresenta uma composição litológica variada e com pouca continuidade lateral, condicionando um comportamento hidráulico não uniforme e com significativas variações locais. Segundo IPT (2012), na bacia de Taubaté, os sedimentos se tornam menos arenosos em profundidade, condicionando uma redução da capacidade de produção em relação aos níveis arenosos mais superficiais.

A Formação Resende é considerada a unidade geológica de maior expressividade quando a produção, sendo constituído de areias finas a muito grossas, heterogêneo, com a presença de lentes de sedimentos argilosos. Poços que captam água nesta camada produzem vazões relativamente elevadas, com valores entre 30 e 50 m³/h, podendo chegar a 200 m³/h.

Ainda no Sistema Aquífero Taubaté, as Formações Tremembé, Pindamonhangaba e São Paulo possuem potencial para água subterrânea, entretanto, as suas características hidrodinâmicas não são uniformes, apresentando fortes variações locais em termos de produção PIRH-PS (CEIVAP, 2021).

As menores vazões são registradas centro da bacia sedimentar de Taubaté, onde predominam sedimentos argilosos (argilitos, folhelhos, ritmitos, margas e calcários dolomíticos da Formação Tremembé), neste trecho as vazões se assemelham àquelas do aquífero Fissural, dificilmente ultrapassando a ordem de 10 m³/h. Já nas porções sudoeste e nordeste da bacia sedimentar, onde predominam os sedimentos arenosos (arenitos e conglomerados), observam-se as maiores vazões e potencialidade (CEIVAP, 2021).

No Sistema Aquífero Taubaté foram registrados 169 poços perfazendo uma vazão total explorada de 1,84 m³/s, com essas águas destinadas ao abastecimento público em 12 municípios. Cálculos de excedente hídrico de recarga anual sobre a bacia sedimentar apontam para valores da ordem da 4,01 m³/s, demonstrando o potencial deste manancial (CEIVAP, 2021).

Segundo o IPT (2011) na Bacia de Taubaté encontram-se dois núcleos de produção expressiva: um em torno da Cidade de São José dos Campos, com vazões da ordem de 40 a 80 m³/h, e outro na região de Aparecida e Guaratinguetá com vazões entre 80 e 120 m³/h.

Outra área de importância significativa quanto aos recursos hídricos subterrâneos está localizada na bacia sedimentar de Resende, onde ocorre o aquífero multicamadas Resende. A produtividade desse sistema é relativamente alta, atingindo vazões da ordem de 30 a 50 m³/h, variando de acordo com o local (Castro, 2000). Poços localizados no setor leste da bacia, correspondente a uma área de descarga do aquífero multicamadas, atingem 260 metros de profundidade e vazões da ordem de 70 m³ por hora.

Segundo PIZANI (2003) a reserva explotável é da ordem de 31 hm³/ano, sendo o uso de água subterrânea mais difundido entre as indústrias, que consomem aproximadamente 6 hm³/ano desta reserva.

O modelo de funcionamento hidrogeológico proposto para a bacia de Resende, de acordo com a caracterização hidrodinâmica e com o balanço hídrico realizado, indica que o aquífero multicamadas recebe seu principal aporte a partir da infiltração das águas da chuva e também contribuição do leito do rio Paraíba do Sul (Castro, 2000).

As camadas aquíferas são encontradas em profundidades que variam desde a superfície até 500 m, entretanto os poços mais profundos têm cerca de 260 m. Localmente ocorre um semiconfinamento ou confinamento da água subterrânea e as vazões neste aquífero também são variáveis, com valores entre 0,8 a 52 m³/h (Monteiro, 2010). A qualidade das águas é boa, dispensando sistemas complexos de tratamento na maioria dos casos.

O aquífero livre, mais superficial, é representado pelos terraços fluviais e pelos aluviões quaternários. As captações de água subterrânea provenientes deste aquífero são feitas através de poços rasos do tipo cacimba.

Para os poços situados na Bacia Sedimentar de Resende, o banco de dados do SIAGAS/CPRM apresenta vazões variando entre 6 e 30 m³/h, com nível estático entre 0 e 15 metros. Estudos realizados por CASTRO (2000) indicam uma vazão média de 11,5 m³/h e vazão máxima registrada de 54 m³/h. Esses mesmos estudos sugerem que este aquífero apresenta, de maneira geral, boa qualidade podendo ser classificadas como águas bicarbonatadas sódicas, com pH básico próximo a neutralidade e baixa salinidade.

Na bacia sedimentar de Volta Redonda, de pouca expressividade tanto em termos de área de ocorrência quanto de produção hídrica, os aquíferos são livres a semiconfinados, com espessuras entre 10 m e 30 m e apresentam produtividade menor do que 1,0 m³/h. A qualidade química das águas é regular, com registro da ocorrência de teores elevados de ferro (Barreto et al., 2000).

Já na região do Baixo Paraíba do Sul, na Bacia Sedimentar de Campos, são encontrados os maiores reservatórios hídricos subterrâneo do estado Rio de Janeiro (Nascimento, 2012). A vazão dos poços implantados nesse sistema pode ultrapassar 200 m³/h, com rebaixamentos de 1 a 2 m, apresentando águas de boa qualidade.

Nesta área são reconhecidos dois aquíferos, um mais raso, livre, relacionado a sedimentos fluviodeltáicos, e um mais profundo, confinado, denominado de Aquífero Emborê.

O aquífero mais superficial é formado pela sedimentação fluvial do delta aluvionar da região da desembocadura do rio Paraíba do Sul, constituindo-se em um aquífero livre, com produtividade elevada e água de boa qualidade natural. Esse aquífero superficial é muito explorado por poços rasos, construídos a trado. Os poços possuem profundidade variando entre 5,0 e 14,0 m, com média de 8,5 m. Os níveis estáticos, por sua vez, apresentam variação entre 1,1 e 12,8 m, com média de 6,1 m. (Correia, 2020).

Por ser um aquífero livre com profundidade do freático muito baixa, esses aquíferos superficiais apresentam elevada vulnerabilidade a contaminação antrópica a exemplo de vazamentos em sistemas de esgotos, disposição inadequada de resíduos sólidos, postos de combustíveis, dentro outros. SILVA JR. et al (2014) estimou as suas reservas como da ordem de 6.654 hm³.

O Aquífero Emborê é a maior reserva de água subterrânea do Estado do Rio de Janeiro, e por isso muito utilizada pelas concessionárias de serviços de tratamento e distribuição de águas, prefeituras e a população de forma geral. Para este aquífero foi estabelecida uma

espessura média de 80 metros, possuindo uma reserva estimada de aproximadamente 15.270 hm³ (Silva Jr et al., 2014).

De um modo geral, toda a área emersa da Bacia Sedimentar de Campos apresenta uma alta favorabilidade à utilização de água subterrânea, com exceção da área onde ocorre coberturas de Formação Barreiras (ANA, 2002).

A Formação Barreiras, corresponde a depósitos de cobertura relativamente recentes, constituído por areias intercaladas o com argilas lateríticas. Constitui um aquífero granular, livre, pouco produtivo, com vazões máximas da ordem de 2,0 m³/h. Sob o pacote de sedimentos da Formação Barreiras, mais a norte, ocorrem rochas fraturadas do embasamento cristalino, enquanto que a sul, está posicionada sobre sedimentos da Bacia de Campos, onde há a possibilidade de melhores vazões.

3.1.2.3 Captações subterrâneas

Para levantar o número de cadastros de captações subterrâneas e o seu respectivo volume anual, foram analisados os dados disponibilizados pelo IGAM, INEA e DAEE. Inicialmente, buscou-se fazer uma padronização da finalidade principal dos usos de água entre os bancos de dados, porém as categorias de finalidades provenientes do banco dos dados do DAEE diferem significativamente dos bancos do INEA e do IGAM. As classificações do uso do DAEE são determinadas segundo INSTRUÇÃO TÉCNICA DPO nº 10, de 30/05/2017.

Em função disso, optou-se por apresentar os resultados acerca do número e volume anual dos cadastros por unidade de planejamento, utilizando categorias iguais para as UPs 2 e 3 (oriundas do IGAM) e para as UPS 4 a 8 (oriundas do INEA). Dessa forma, a UP1, com dados oriundos do DAEE, é a única com categorias de uso distintas das demais.

3.1.2.3.1 UP1 - Paraíba do Sul - Trecho paulista

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP1 - Paraíba do Sul - Trecho paulista, foi consultado o banco de dados de outorgas do DAEE. Como é possível visualizar na Figura 3.6, os maiores números de cadastros são de uso doméstico e industrial, somando aproximadamente 48% do total. Já em relação ao volume de água anual, mesmo a mineração sendo apenas o quinto uso com maior número de cadastros, ela apresenta o maior volume (53,2%), conforme apresenta a Figura 3.7.

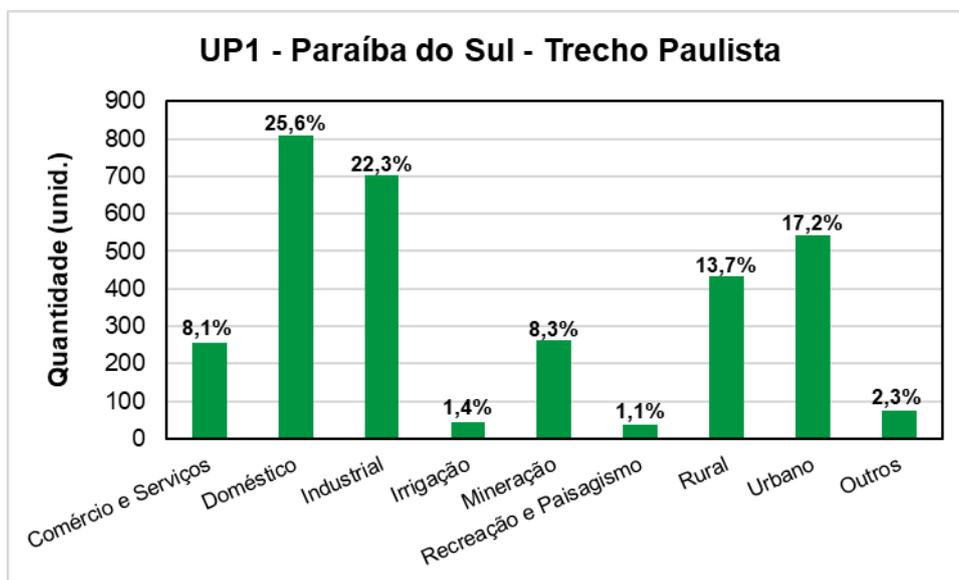


Figura 3.6. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Paraíba do Sul. Fonte: DAEE.

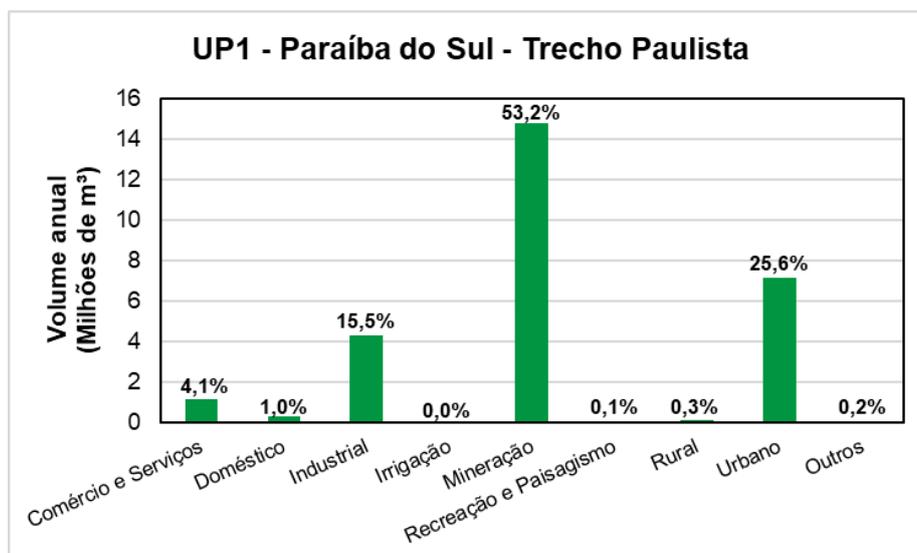


Figura 3.7. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Paraíba do Sul. Fonte: DAEE.

3.1.2.3.2 UP2 – Preto Paraibuna

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Preto Paraibuna, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do IGAM. Como é possível visualizar na Figura 3.8, os maiores números de cadastros são de consumo humano (59,6%), abastecimento público (12,6%) e abastecimento industrial (12,0%), somando aproximadamente 84% do total. Acerca do volume de água anual, os maiores volumes acompanham a quantidade de cadastros, prevalecendo o consumo humano (53,0%), conforme apresenta a Figura 3.9.

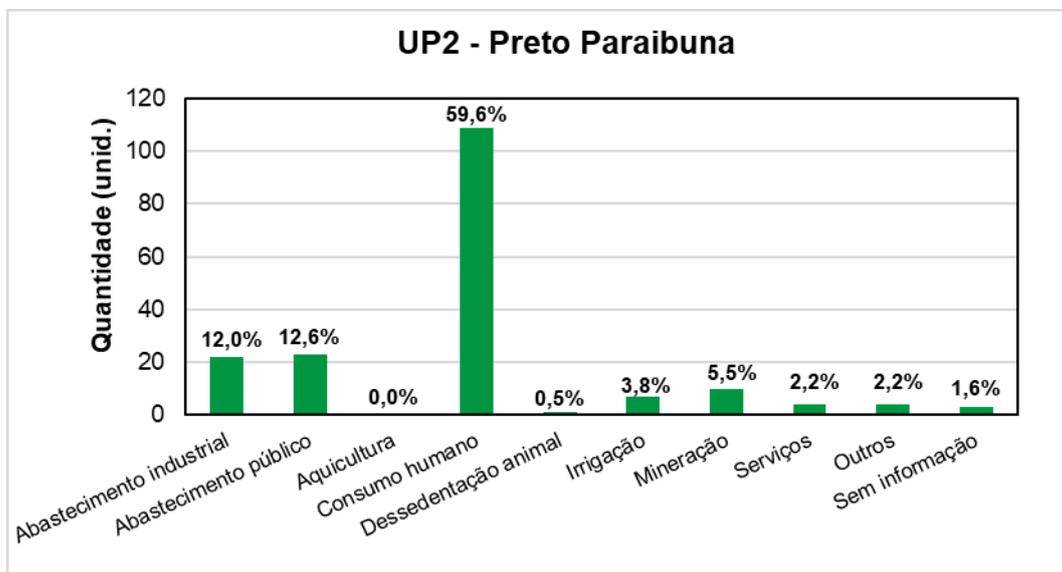


Figura 3.8. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na Preto Paraibuna. Fonte: IGAM.

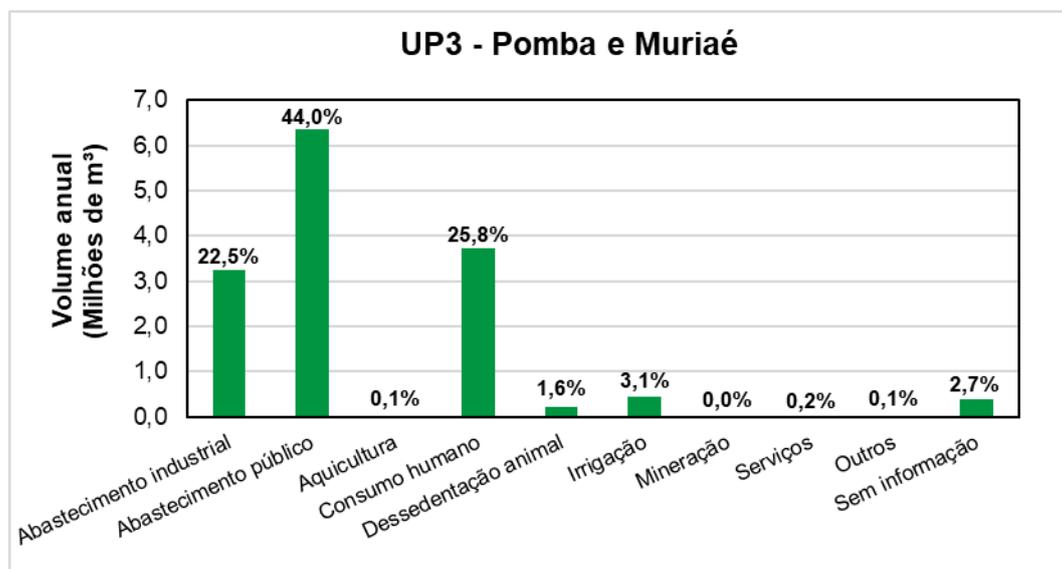


Figura 3.9. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Preto Paraibuna. Fonte: IGAM.

3.1.2.3.3 UP3 – Pomba e Muriaé

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Pomba e Muriaé, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do IGAM. Como é possível visualizar na Figura 3.10, os maiores números de cadastros, assim como na UP Preto Paraibuna, são de consumo humano (43,0%), abastecimento público (21,8%) e abastecimento industrial (20,7%), somando 85,5% do total. Contudo, em relação ao volume de água anual, o uso predominante é o abastecimento público (44,0%), diferente da UP Preto Paraibuna, conforme apresenta a Figura 3.11.

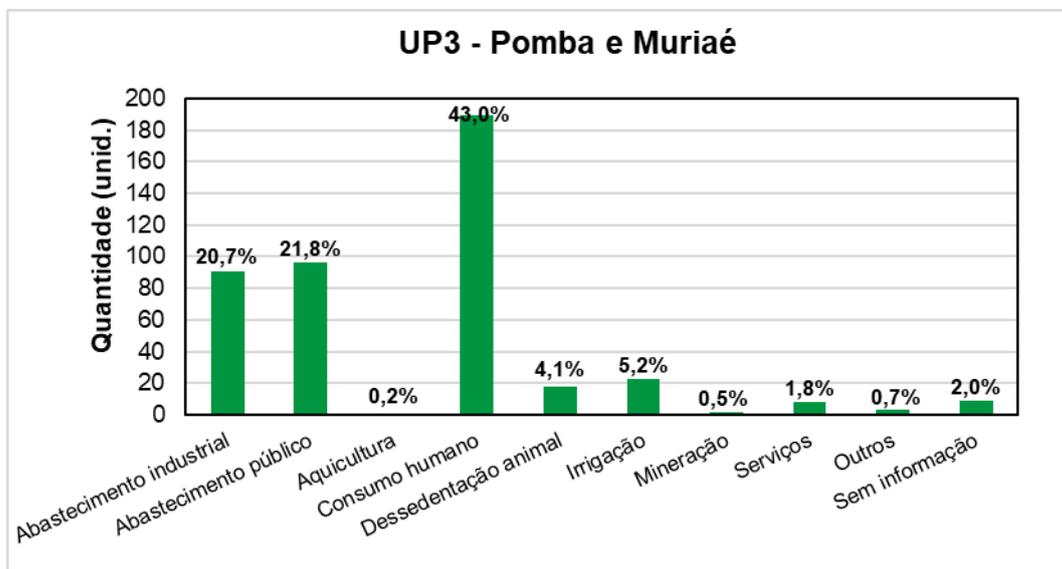


Figura 3.10. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Pomba e Muriaé. Fonte: IGAM.

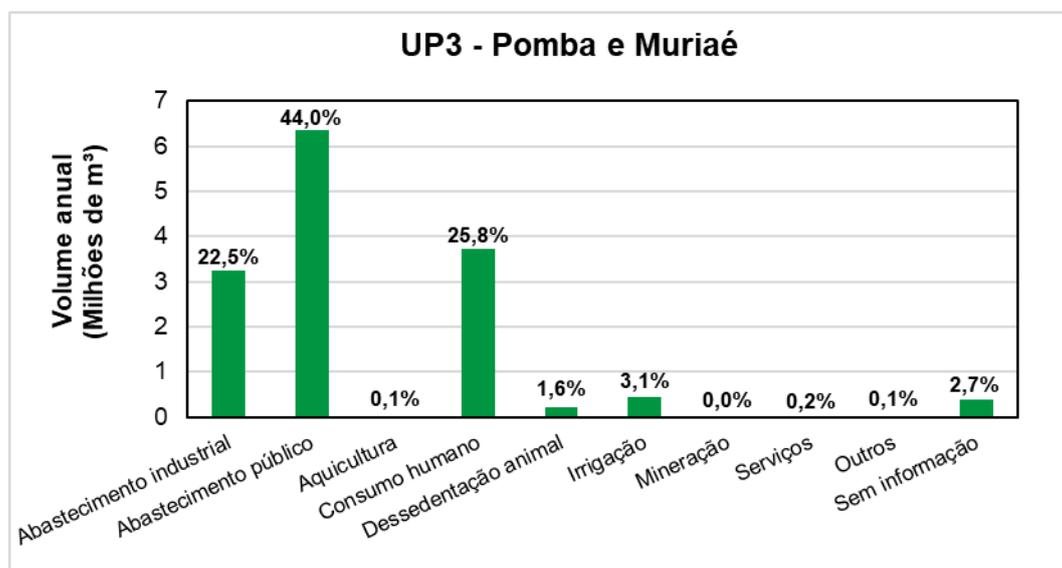


Figura 3.11. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Pomba e Muriaé. Fonte: IGAM.

3.1.2.3.4 UP4 – Médio Paraíba do Sul

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Médio Paraíba do Sul, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do INEA. Como é possível visualizar na Figura 3.12, os maiores números de cadastros, além da categoria outros, são abastecimento industrial e consumo humano, somando aproximadamente 46% do total. Já em relação ao volume de água anual, mesmo com apenas 2,1% da quantidade de cadastros, a irrigação apresenta o maior volume (53,4%), como mostra a Figura 3.13.

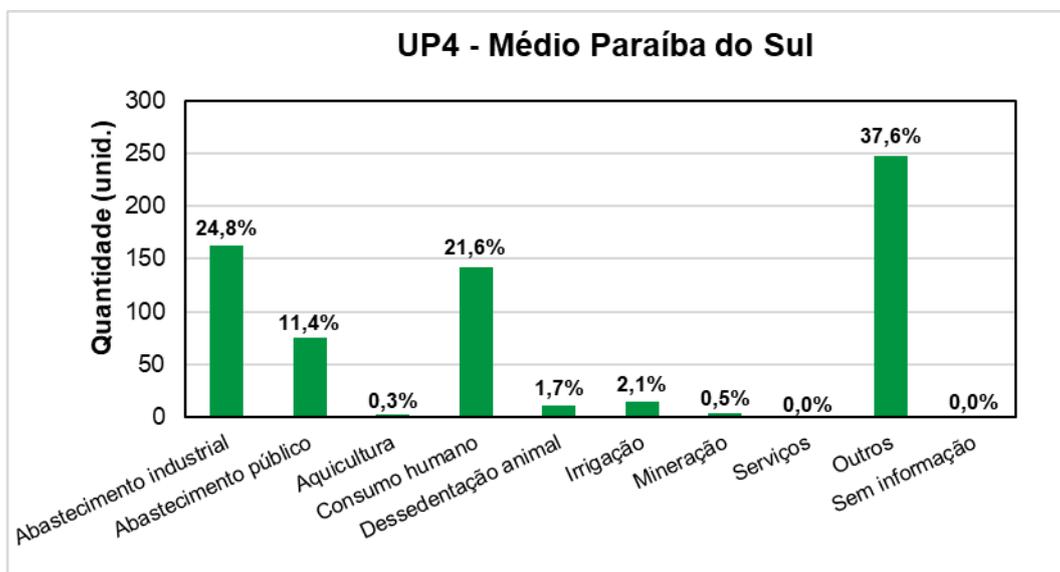


Figura 3.12. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Médio Paraíba do Sul. Fonte: INEA.

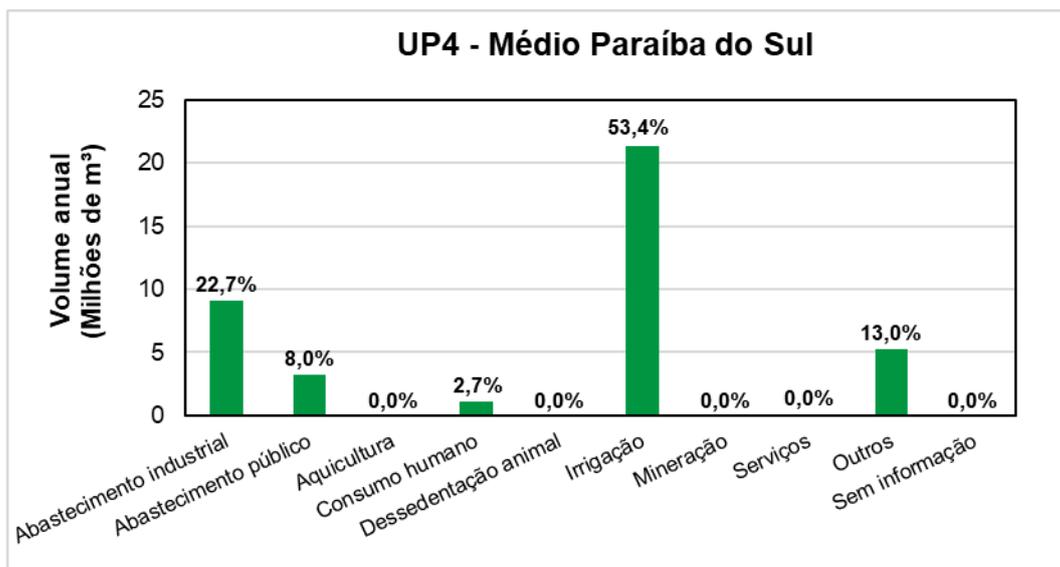


Figura 3.13. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Médio Paraíba do Sul. Fonte: INEA.

3.1.2.3.5 UP5 – Piabanha

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Piabanha, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do INEA. Como é possível visualizar na Figura 3.14, os maiores números de cadastros, além da categoria outros, são de irrigação e consumo humano, somando 52,5% do total. Já em relação ao volume de água anual, mesmo sendo apenas a quarta maior quantidade de cadastros (Figura 3.15), o abastecimento industrial apresenta o maior volume, com 35,7% do total.

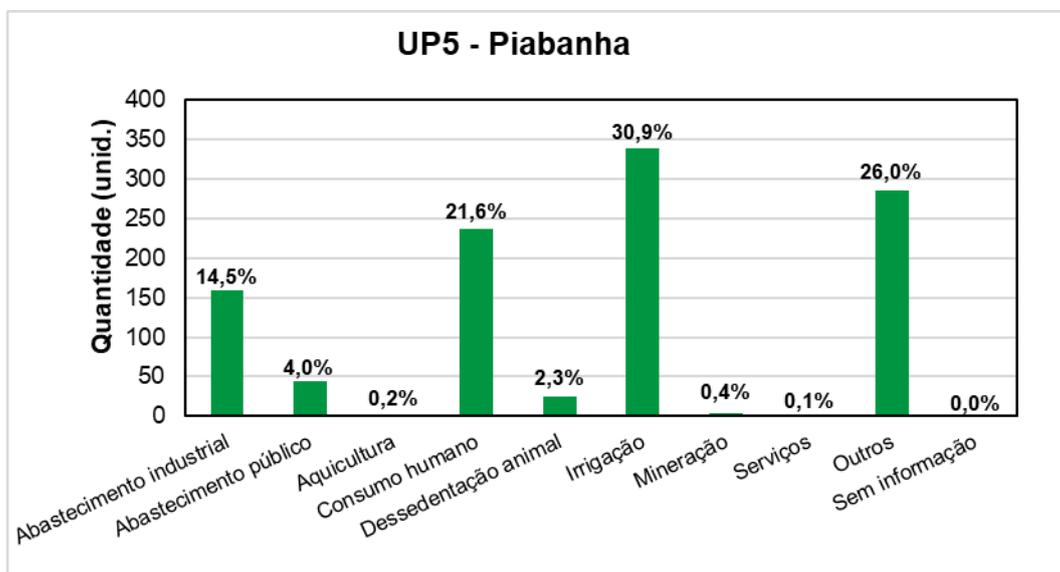


Figura 3.14. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

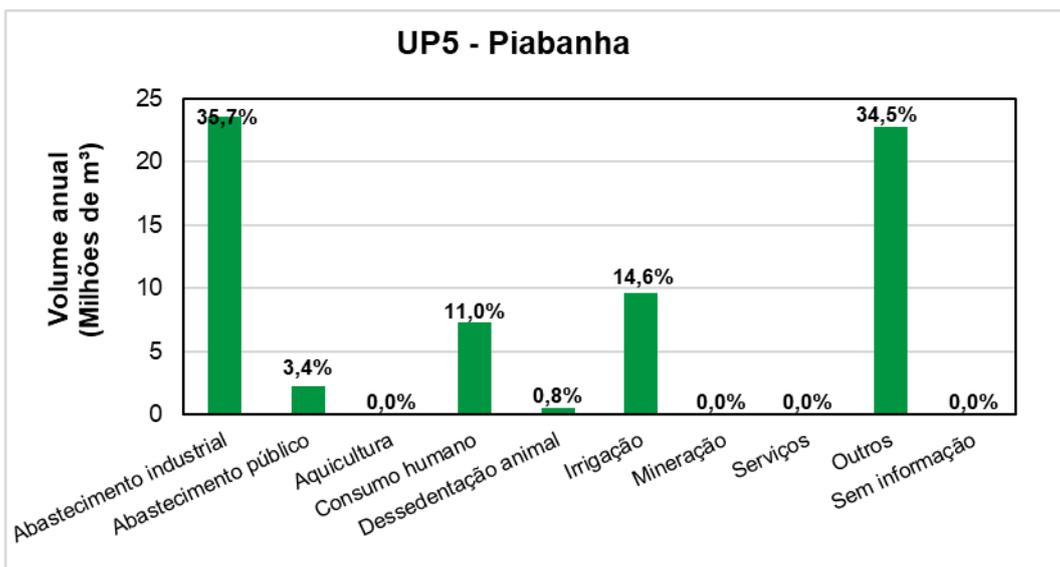


Figura 3.15. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

3.1.2.3.6 UP6 – Rio Dois Rios

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Rio Dois Rios, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do INEA. Como é possível visualizar na Figura 3.16, os maiores números de cadastros, além da categoria outros, são consumo humano e abastecimento industrial, somando 37,4% do total. Em relação ao volume de água anual, o único cadastro de mineração é responsável pela maior porcentagem (39,9%), conforme apresenta a Figura 3.17.

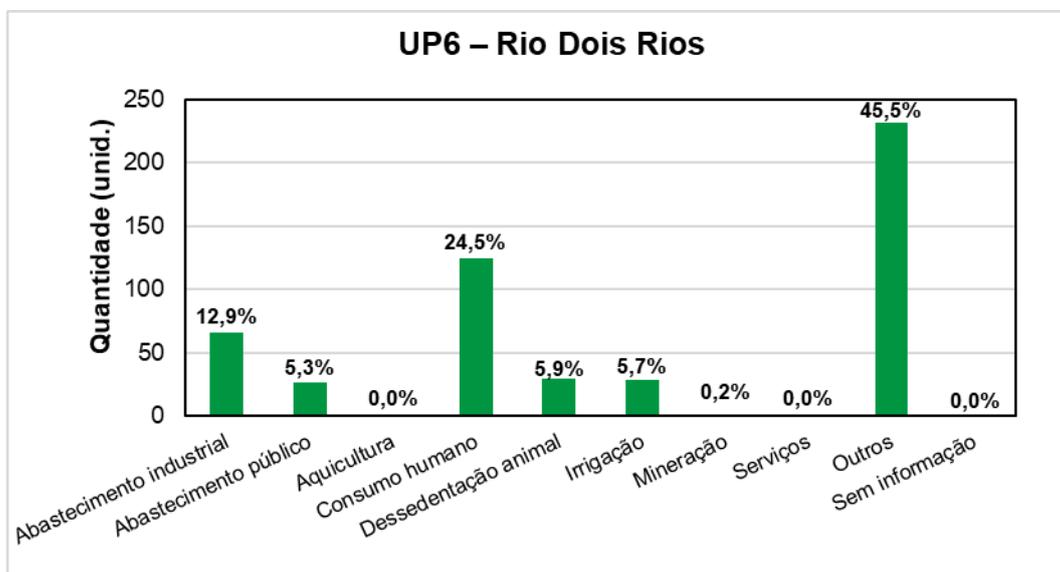


Figura 3.16. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

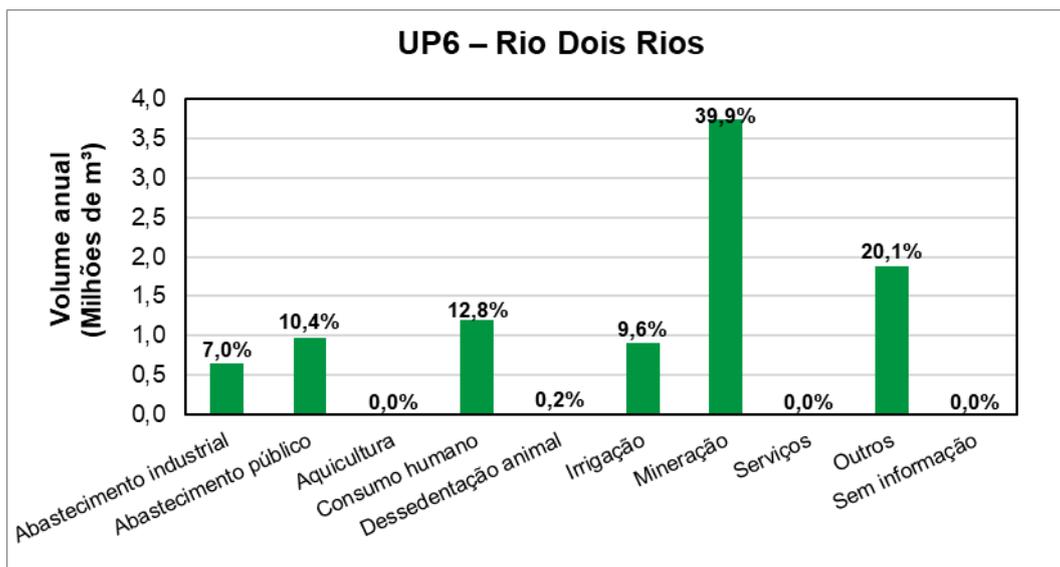


Figura 3.17. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

3.1.2.3.7 UP7 – Baixo Paraíba do Sul

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Baixo Paraíba do Sul, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do INEA. Entre as UPs da bacia do Rio Paraíba do Sul, a Baixo Paraíba do Sul é a com maior número de cadastros no banco de dados do INEA (1.662), sendo o consumo humano o uso majoritário (Figura 3.18), com 28,9%. Em relação ao volume de água anual, o uso predominante é o mesmo, totalizando aproximadamente três quartos do volume total, conforme apresenta a Figura 3.19.

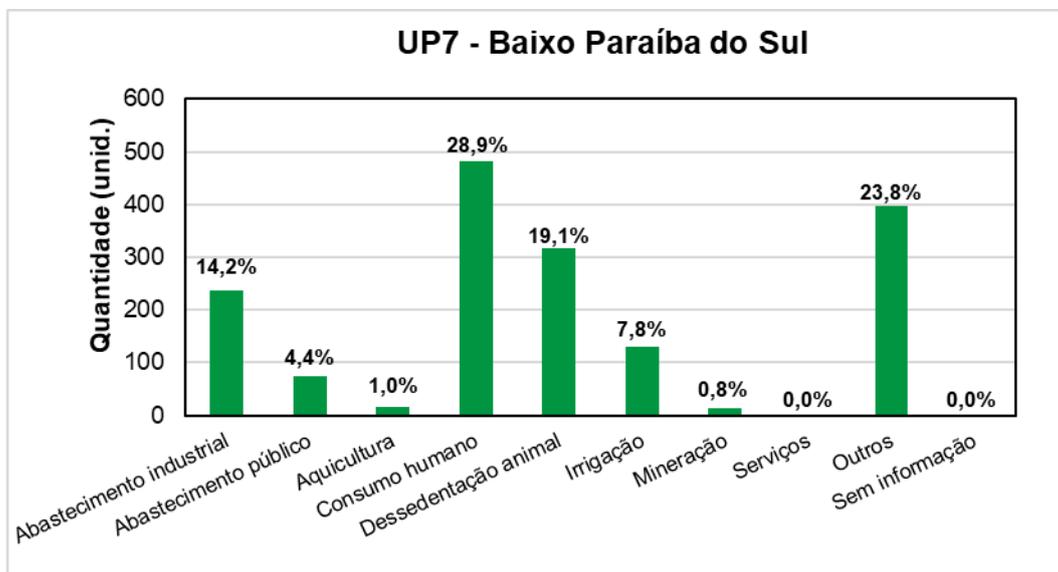


Figura 3.18. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

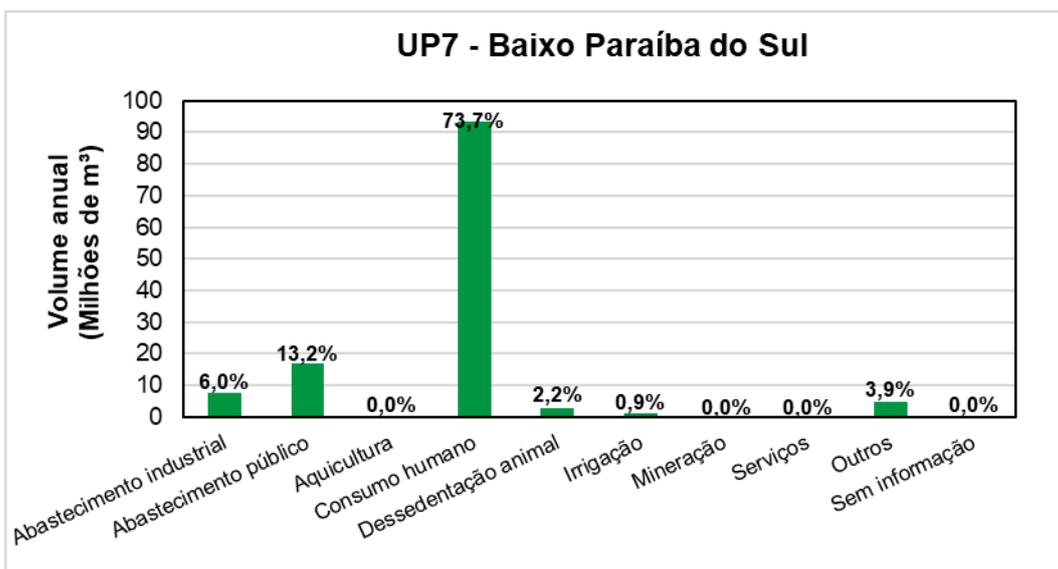


Figura 3.19. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

3.1.2.3.8 UP8 – Sub-bacia do rio Pirai

A fim de avaliar os cadastros de captação subterrânea presentes na UP Sub-bacia do rio Pirai, foi consultado o banco de dados de dados de outorgas do INEA. Foram encontradas apenas 31 cadastros na UP, sendo a maior parte de consumo humano (38,7%), como é possível visualizar na Figura 3.20. Já em relação ao volume de água anual, embora existam apenas 3 cadastros de abastecimento público (9,7%), eles representam 82,3% do volume total, conforme apresenta a Figura 3.21.

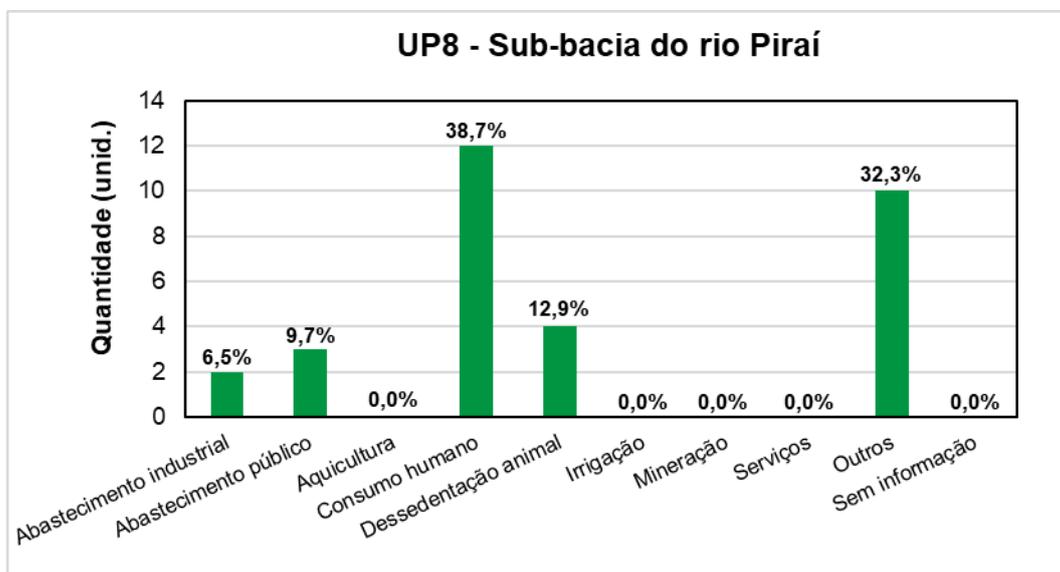


Figura 3.20. Número de cadastros por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

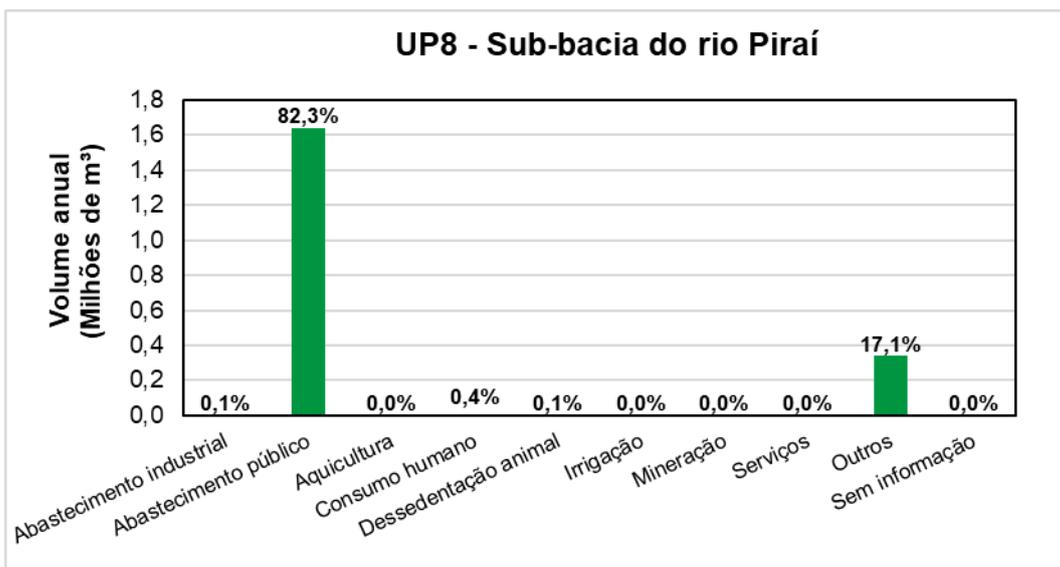


Figura 3.21. Volume anual cadastrado por tipo de uso subterrâneo na UP Piabanha. Fonte: INEA.

3.1.2.3.9 Síntese dos usos subterrâneos

Os usos subterrâneos foram avaliados considerando dois critérios: Número de cadastros e Volume anual cadastrado, similar a metodologia utilizada para avaliação dos usos superficiais. Com base nos usos identificados, é possível indicar que os principais usos de águas subterrâneas na bacia do rio Paraíba do Sul são: Consumo humano, Mineração, Irrigação e Abastecimento público. A Tabela 3.4 apresenta um resumo dos principais usos identificados nos bancos de dados disponíveis.

Tabela 3.4. Principais usos subterrâneos identificados na bacia do rio Paraíba do Sul considerando diferentes critérios e fontes de dados.

UP	Banco de Outorgas
Paraíba do Sul – Trecho paulista	Doméstico (cadastros) Mineração (volume)
Médio Paraíba do Sul	Outros (cadastros) Irrigação (volume)
Sub-bacia do rio Pirai	Consumo Humano (cadastros) Abastecimento público (volume)
Preto-Paraibuna	Consumo Humano (cadastros) Consumo Humano (volume)
Piabanha	Irrigação (cadastros) Abastecimento Industrial (volume)
Pomba e Muriaé	Abastecimento humano (cadastros) Consumo Humano (volume)
Rio Dois Rios	Outros (cadastros) Mineração (volume)
Baixo Paraíba do Sul	Consumo Humano (cadastros) Consumo Humano (volume)

3.1.2.4 Análise crítica sobre a disponibilidade de informações

O diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos para fins de enquadramento é a etapa de conhecimento e apropriação de informações sobre os mananciais subterrâneos da bacia, sua ocorrência, potencialidade e uso. A qualidade do diagnóstico fica condicionada à disponibilidade de informações e dados sobre a quantidade e localização das captações subterrâneas, vazões explotadas, qualidade das águas e seus usos, parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos dos sistemas aquíferos, bem como a estudos hidrogeológicos básicos e que possam caracterizar os principais condicionantes da ocorrência, potencialidade e produção das águas subterrâneas.

Estudos regionais sobre mananciais subterrâneos que possam ser representativos em termos de diagnóstico de uma bacia hidrográfica do porte da Bacia do Paraíba do Sul apresentam objetivos muito específicos, voltados para o conhecimento com fins de controle

e gestão de recursos hídricos, elaborados, via de regra, por órgãos estaduais ou federal envolvidos com a gestão de recursos hídricos. Estudos localizados e com área de abrangência restrita, geralmente são de cunho acadêmico, desenvolvidos em instituições de ensino e/ou pesquisa ou por companhias de trabalho com abastecimento público que necessitam definir disponibilidade local para suprir demandas específicas.

A bacia hidrográfica do Paraíba do Sul percorre território de três Estados: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, dificultando ainda mais a elaboração de estudos de abrangência regional para a bacia. Segundo a Resolução CNRH nº. 91/2008, os órgãos e entidades responsáveis pela gestão de recursos hídricos do domínio da União, dos Estados e do Distrito Federal deverão articular-se para que os enquadramentos dos respectivos corpos de água, em uma mesma bacia hidrográfica, sejam compatíveis entre si.

Em relação à disponibilidade de dados e informações primárias, a bacia do Paraíba do sul não possui uma rede de monitoramento de águas subterrâneas para a maior parte do território, existindo, portanto, em um contexto regional, grande carência de informações a respeito da qualidade das águas e das variações sazonais de nível estático, importante na definição da potencialidade. Apenas o trecho paulista da bacia é monitorado pela CETESB/DAEE que publica relatórios anuais sobre a qualidade das águas. A estrutura de monitoramento operada pela CETESB faz parte da Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas, que atualmente conta com sete poços no aquífero Taubaté e doze poços no aquífero fissural Pré-Cambriano.

O trecho paulista corresponde a 22% da área da bacia. No trecho mineiro e fluminense, que corresponde a 78% da área da bacia do Paraíba do Sul, não foram identificadas redes de monitoramento de qualidade da água subterrâneas.

A partir de um levantamento bibliográfico acerca dos recursos hídricos subterrâneos na região, constatou-se que os estudos de diagnóstico e caracterização dos mananciais subterrâneos na Bacia do Paraíba do Sul são descontínuos no espaço e no tempo, limitando-se a estudos localizados, de pouca abrangência e realizados em períodos distintos.

Foram identificados poucos estudos hidrogeológicos relevantes na área de abrangência da bacia, os quais, em sua maioria, são estudos restritos a trechos específicos ou limitados a um dos estados no qual a bacia se insere. Adicionalmente, esses estudos tratam de

aspectos e utilizam metodologias e dados primários distintos, o que compromete uma avaliação integrada dos resultados.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul conta com um Plano Integrado de Recursos hídricos, o qual deveria apresentar estudos e informações básicas de modo a compor um diagnóstico que proporcionasse o conhecimento com vistas ao planejamento da gestão desses recursos. Os estudos de revisão e complementação do Plano Integrado de Recursos hídricos (PIRH-PS, 2021) abordaram o tema águas subterrâneas de forma superficial, carecendo de levantamento de dados primários e secundários mais abrangentes, de modo que pudesse ser uma fonte de informação norteadoras para as ações de enquadramento. Este Plano esclarece que as avaliações de recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul foram desenvolvidas a partir de estudos anteriores do Plano (PIRH-PS, 2016), complementado com materiais fornecidos pela ANA.

A revisão mais recente do Plano (PIRH-PS, 2021), quando trata dos recursos hídricos subterrâneos, caracteriza a bacia como sendo formada por dois tipos de aquíferos: o Fraturado que ocorrem em 83% da área da bacia, instalado em rochas Pré-Cambrianas muito antigas, e o Poroso que ocorrem em apenas 7% da área, relacionado a quatro bacias sedimentares.

Quanto à produtividade, relata que os sistemas aquíferos fraturados geralmente apresentam baixa vocação e que os aquíferos porosos são aqueles que normalmente apresentam maiores porosidade e permeabilidade, refletindo em um maior armazenamento e produtividade hídrica. Para os aquíferos porosos, cita uma vazão explotável é 3,5 m³/s e a uma vazão total extraída calculada em 2,8 m³/s, sem contudo, fazer referências a fonte de informações ou dados. Para o aquífero cristalino, relata apenas que as extrações são muito baixas.

Quanto à Potencialidade não apresenta dados, inferindo apenas que os principais aquíferos porosos da bacia, devido a suas maiores potencialidades hídricas, podem trazer incremento da disponibilidade de água. O tema relativo à qualidade das águas subterrâneas também é tratado de forma muito superficial no Plano (PIRH-PS, 2021), limitando-se a fazer referências a alguns estudos localizados e de pouca representatividade para a bacia.

Os estudos do Plano Integrado de Recursos hídricos (PIRH-PS, 2016) que serviu de base para a mais recente revisão e complementação o Plano (PIRH-PS, 2021), por sua vez, relata que a carência e a disponibilidade dos dados quantitativos e dados qualitativos sobre as águas subterrâneas é crítica nos três estados. Este plano também não apresentou dados quantitativos e qualitativos relativos às águas subterrâneas, limitando-se a fazer referências a alguns estudos locais, cujas avaliações e conclusões foram replicadas na revisão do PIRH-PS (2021).

A atualização do plano de recursos hídricos no ano de 2006 (PIRH-PS, 2006), quando tratou do tema águas subterrâneas, limitou-se a transcrever as avaliações do Plano de 2002 (COPPETEC, 2002) o qual também não apresentou dados primários e de monitoramento, relatando que os estudos foram desenvolvidos a partir de dados secundários, revistas técnicas, projetos, teses, publicações, informes eletrônicos e relatórios disponibilizados pelas instituições que desenvolvem atividades relacionadas à hidrogeologia. Neste plano e em sua revisão (PIRH-PS, 2006) as informações foram consolidadas e compiladas para os trechos paulista, fluminense e mineiro da bacia.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, desde a sua primeira versão no ano de 2002 (COPPETEC, 2002), passando por todas as suas revisões ao longo das duas últimas décadas, não apresentou um diagnóstico consistente e integrado a respeito da situação dos os recursos hídricos subterrâneos na bacia, limitando-se a fazer referência ao poucos estudos existentes. Para preencher as lacunas de informações e dados, o PIRH-PS (2021) propôs ações para aumentar o conhecimento sobre os recursos hídricos subterrâneos da bacia, considerando que o manancial é estratégico e pode ser utilizado como forma de atenuar problemas de atendimento das demandas hídricas em porções da bacia onde o balanço hídrico da água superficial está comprometido.

As ações do PIRH-PS (2021) foram estruturadas em Programas de Ações, relacionados a agendas e subagendas definidas em função das demandas observadas e dos desafios propostos, entre eles o de: Aumentar o conhecimento sobre os recursos hídricos subterrâneos.

Os recursos hídricos subterrâneos são tratados de forma específica em dois Programas: Programa de Enquadramento e o Programa de Uso Sustentável da Água Subterrânea.

No Programa de Enquadramento (Programa 1.2.3), que objetiva efetivar uma proposta de enquadramento dos corpos d'água em classes de usos como um instrumento de gestão, estão relacionadas as seguintes ações:

- Ação 2.3.1.1 - Operar e realizar as manutenções necessárias da rede de monitoramento quali-quantitativa da água superficial e subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, bem como elaborar relatório apresentando os resultados obtidos
- Ação 2.3.2.2 - Executar o programa Monitorar, visando a modernização da rede de monitoramento em pontos estratégicos da bacia

No programa: Uso Sustentável da Água Subterrânea (Programa 2.2.1) que objetiva promover ou aprimorar o uso sustentável dos mananciais subterrâneos, com base no aumento do conhecimento e melhor gestão dos recursos, foi prevista a seguinte ação:

- Ação 2.2.1.1: Contratação de apoio técnico para 24 meses de trabalho de investigação hidrogeológica, análise de dados e proposição de medidas para a gestão da água subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, incluindo extenso levantamento de dados primários.

Os Programas de Ações, entretanto, não falam especificamente sobre a necessidade de se criar uma rede integrada de monitoramento de águas subterrâneas para a bacia, envolvendo o território dos três estados. A criação de uma rede integrada de monitoramento poderia estar relacionada à Subagenda: Monitoramento Quali-quantitativo da Água Superficial e Subterrânea e ao Programa: Melhoria, Redimensionamento e Modernização da Rede de Monitoramento Quali-quantitativa (Programa 2.3.2).

Para o Programa de Melhoria, Redimensionamento e Modernização da Rede de Monitoramento Quali-quantitativa (programa 2.3.2) foram relacionadas as seguintes ações:

- Ação 2.3.2.1 - Elaborar estudo de avaliação da situação atual com vistas ao redimensionamento da rede de monitoramento da quantidade e qualidade da água superficial e subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (para o Programa Monitorar).
- Ação 2.3.2.2 – Executar o programa Monitorar, visando a modernização da rede de monitoramento em pontos estratégicos da bacia.

De acordo com o Plano, o objetivo deste Programa é avaliar e aprimorar o sistema de monitoramento quali-quantitativo da água superficial e subterrânea existente na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Para o Programa de Operação e Manutenção da Rede de Monitoramento Quali-quantitativa (Programa 2.3.1), já relacionada a uma fase de operação de rede existente ou a ser implantada/complementada, estão relacionadas as seguintes ações:

- Ação 2.3.1.1 - Operar e realizar as manutenções necessárias da rede de monitoramento quali-quantitativa da água superficial e subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, bem como elaborar relatório apresentando os resultados obtidos.
- Ação 2.3.1.2 - Promover a integração dos dados de monitoramento quali-quantitativo da água superficial e subterrânea, bem como reunir as informações no sistema de informações da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Faz-se ressalva que ainda não foi concebida uma rede de monitoramento quali-quantitativa para os mananciais subterrâneos da bacia, sendo necessário, portanto, antes da efetivação da ação, promover estudos que permitam conceber e implantar esta rede de monitoramento. Estes estudos poderiam ser desenvolvidos no contexto do Programa 2.2.1, Ação 2.2.1.1 (Contratação de apoio técnico para 24 meses de trabalho de investigação hidrogeológica, análise de dados e proposição de medidas para a gestão da água subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, incluindo extenso levantamento de dados primários).

3.2 Vazões de referência para enquadramento

Enquadramento se refere ao processo de estabelecimento de metas de qualidade de água considerando os usos pretendidos da água, atual e futuro. Regulado pela Resolução Conama nº 357/2005, em termos da definição das classes de qualidade e pela Resolução CNRH nº 91/2008, em termos dos procedimentos gerais. Trata-se, portanto, de se estabelecer metas de atendimento às demandas hídricas em qualidade, o que resulta em propostas de intervenções estruturais (estações de tratamento de esgotos, por exemplo) e não estruturais (instrumentos de gestão ambiental – licenças, por exemplo, ou de recursos hídricos – outorgas de lançamento de poluentes, por exemplo) para alcançá-las.

São estas questões que envolvem níveis de segurança no atendimento às metas de suprimento hídrico em qualidade que se apresentam quando se pretende estabelecer vazões ou regimes hidrodinâmicos de referência para fins de enquadramento de corpos hídricos.

3.2.1 Contexto para definição da vazão de referência

No caso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul já existe o enquadramento aprovado na bacia afluyente da porção paulista e na bacia afluyente dos rios Preto e Paraibuna. No PIRH-PS foi proposta uma segmentação preliminar dos corpos hídricos com 154 trechos e as classificações das qualidades de água de acordo com as classes da Resolução CONAMA n.º 357/2005¹⁴. Para atendimento ao que dispõe a Resolução CNRH n.º 91/2008 existem as seguintes demandas, retiradas literalmente desta norma:

Art. 6º As propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento deverão ser elaboradas com vistas ao alcance ou manutenção das classes de qualidade de água pretendidas em conformidade com os cenários de curto, médio e longo prazos.

§ 1º As propostas de metas deverão ser elaboradas em função de um conjunto de parâmetros de qualidade da água e das vazões de referência definidas para o processo de gestão de recursos hídricos.

§ 2º O conjunto de parâmetros de que trata o §1º deste artigo será definido em função dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os diagnósticos e prognósticos elaborados e deverá ser utilizado como base para as ações prioritárias de prevenção, controle e recuperação da qualidade das águas da bacia hidrográfica.

§ 3º As metas deverão ser apresentadas por meio de quadro comparativo entre as condições atuais de qualidade das águas e aquelas necessárias ao atendimento dos usos pretensos identificados.

¹⁴ Cabe destacar que classificar não é o mesmo que enquadrar. Classificar é identificar a classe de qualidade de água em determinado momento ou período de tempo, em um corpo hídrico; enquadrar é propor as classes desejáveis de qualidade de água, a serem alcançadas e mantidas nos corpos hídricos.

§ 4º O quadro comparativo deve vir acompanhado de estimativa de custo para a implementação das ações de gestão, incluindo planos de investimentos e instrumentos de compromisso.

Art. 7º O programa para efetivação do enquadramento, como expressão de objetivos e metas articulados ao correspondente plano de bacia hidrográfica, quando existente, deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso que compreendam, entre outros:

I - recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;

II – recomendações de ações educativas, preventivas e corretivas, de mobilização social e de gestão, identificando-se os custos e as principais fontes de financiamento;

III - recomendações aos agentes públicos e privados envolvidos, para viabilizar o alcance das metas e os mecanismos de formalização, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos;

IV - propostas a serem apresentadas aos poderes públicos federal, estadual e municipal para adequação dos respectivos planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de enquadramento; e

V - subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica.

Atenção especial deve ser dirigida ao caput do Artigo 6º que referencia cenários de curto, médio e longo prazos e aos seus parágrafos 3º e 4º, e a todo Artigo 7º e seus incisos. Em resumo, caberá à proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a definição de:

- Cenas de curto médio e longo prazos para cada cenário elaborado, ou para o cenário de referência, caso seja acatado, com as respectivas metas de qualidade de água;
- Parâmetros de qualidade de água a serem considerados, em função dos usos pretendidos da água;
- Vazão ou, melhor se referindo, condições hidrodinâmicas de referência para avaliação do alcance das metas de qualidade de água;
- Quadro comparativo entre as condições atuais de qualidade das águas e aquelas necessárias ao atendimento dos usos pretendidos identificados, como estimativa de custo para a implementação das ações de gestão, incluindo planos de investimentos e instrumentos de compromisso; e
- Programa para efetivação do enquadramento com objetivos e metas articulados com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, com propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso, conforme incisos do Artigo 7º.

3.2.2 Vazão de referência ou estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico

A Resolução Conama nº 357/2005 estabelece que (Art. 38, § 4o) “*as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico*”.

Vazão de referência é definida como a vazão mínima a ser considerada, para garantir que a qualidade da água esteja compatível com o uso preponderante dos recursos hídricos, durante a maior parte do tempo (associada a probabilidades de ocorrência e riscos de não atendimento). É também aquela a ser utilizada para acompanhar o atendimento às metas de qualidade de água expressas no enquadramento.

Como foi comentado previamente, e a própria Resolução considera, este critério de vazão de referência não se aplica a trechos de rio com a hidrodinâmica daquelas que se encontram na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, especialmente em sua parte final,

onde ocorre inversão de fluxo e salinização, pelo que se propõe para elas se estabelecer condições hidrodinâmicas de referência.

Assim, a definição da condição de referência (vazão ou condição hidrodinâmica de referência) é um dos fatores importantes (primeiro fator) envolvidos no processo deliberativo do enquadramento, tendo em vista que está associada à garantia do atendimento das metas de qualidade de água em que se pretende enquadrar o corpo de água (segundo fator). O terceiro fator é o custo que representa o abatimento das cargas poluentes para os diferentes setores econômicos (ou setores responsáveis pela poluição) para viabilizar a melhoria da qualidade da água. Quanto menor ou mais restritiva a condição de referência, por um lado, maior será o custo envolvido no seu atendimento, pois o nível de tratamento dos efluentes deverá ser maior. Por outro lado, serão menores os riscos à saúde da população e à deterioração do ambiente aquático. Uma análise da combinação desses três fatores (1 - condição hidrodinâmica de referência, 2 - meta do enquadramento e 3 - custos para atingir a meta) deve ser amplamente explorada, para propiciar a seleção do conjunto de fatores que possibilite o necessário equilíbrio entre a qualidade da água, os custos envolvidos e a capacidade de investimento, tendo em conta a realidade socioeconômica da bacia hidrográfica em estudo¹⁵.

Normalmente se busca uma segurança alta, da ordem de 90% ou 95%, de que ao longo do tempo será possível atender às demandas de qualidade nos corpos hídricos. As seguintes situações podem ocorrer:

3.2.2.1 *Condição de estiagens: redução do volume de diluição de poluentes*

Esta é a condição mais conhecida, análoga à condição crítica de suprimento quantitativo. Para a situação de qualidade de água caberá avaliar se a capacidade de diluição e de depuração das águas é suficiente para manter as condições de qualidade dentro dos limites de concentração de poluentes da classe em que estiver enquadrado o corpo hídrico.

No caso de um rio, poderá ser considerada uma vazão referencial de estiagem – com alta permanência ou uma vazão mínima em 7 dias sucessivos com 10 anos de recorrência, por

¹⁵ Esta consideração está também expressa em Costa, M. P.; Conejo, J. G. L. A Implementação do Enquadramento dos Corpos D'água em Bacias Hidrográficas: Conceitos e Procedimentos. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, 22 a 26 de novembro de 2009.

exemplo – para a qual as metas de qualidade de água sejam atendidas. Alguns exemplos de valores adotados são apresentados na Tabela 3.5, mostrando não haver consenso, mas tendências de se considerar as vazões de estiagem, em especial a $Q_{7,10}$ (Minas Gerais), $Q_{95\%}$ (União) e $Q_{90\%}$ (Espírito Santo e parte do Rio Grande do Sul).

No caso de lagoas cabe avaliar se as condições hidrodinâmicas próximas aos locais de lançamento do emissário permitem a manutenção da qualidade de água de forma a atender às metas expressas pelo enquadramento. Estas condições envolvem o volume de água armazenado na lagoa, a sua capacidade de mistura, que depende de ventos, entre outros fatores

Tabela 3.5. Vazões de referência adotadas em diferentes Unidades da Federação e Bacias Hidrográficas.

Unidades da Federação ou Bacias Hidrográficas		Q _{7,10}	Q _{50%}	Q _{70%}	Q _{85%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{méd}
Paraná ¹				X				
Paraná, CBH Litorânea ²	Corpos d'água que cruzam áreas urbanas e para os que recebem lançamento de efluentes outorgados Demais corpos de água, incluindo os que se constituam em mananciais de abastecimento público, estejam a montante das respectivas captações, cruzem Unidades de Proteção Integral bem como Áreas Indígenas oficialmente delimitadas		X				X	
	Bacias dos rios Gravataí e Sinos				X			
	Bacias dos rios Taquari-Antas e do Lago Guaíba						X	
Rio Grande do Sul ³	Bacias dos rios Alto Jacuí, do Baixo Jacuí, do Camaquã, Apuaê-Inhandava, Passo Fundo, Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, Ibicuí, Santa Maria e Ijuí,					X		
	Bacias dos rios Caí, Pardo e Tramandaí	Não definiram vazões de referência em seus enquadramentos						
Minas Gerais ⁴	Bacias dos rios Paraopeba, Pará, Entorno da Represa de Três Marias, Afluentes Mineiros do Alto São Francisco	X						
Paraíba do Sul ⁵		X					X	
Paraíba do Sul/SP ⁶		X					X	
Bacia do Rio Paranapanema ⁷							X	
Bacia do Rio Grande ⁸		X					X	
Região Hidrográfica do Paraguai ⁹								X
Bacia Hidrográfica do rio Doce ¹⁰		X				X	X	

¹ Machado, E.S.; Knapik, H.G.; Bitencourt, C.C.A., 2019. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. Eng Sanit Ambient | v.24 n.2 | mar/abr 2019 | 261-269;

² Deliberação CBH-Litorânea nº 01, de 02 de abril de 2019;

³ Nota Técnica nº 003/2021 da Divisão de Planejamento e Gestão do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento da Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul;

⁴ Propostas de enquadramentos das respectivas bacias hidrográficas;

⁵ Agevap. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Resumo Executivo. Junho de 2021 – não houve proposta de enquadramento, mas simulação da qualidade das águas considerando a ocorrência das vazões Q_{7,10} e Q_{95%}.

⁶ FEHIDRO. Revisão e Atualização do PBH da UGRHI 02 - Paraíba do Sul (2020-2023).

⁷ ANA. Relatório Executivo do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema. Novembro de 2016. Não houve proposta de enquadramento, mas foi adotada a vazão Q_{95%} para simulações dos balanços hídricos quali-quantitativos;

⁸ ANA. Relatório Executivo do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Outubro de 2017. Não houve proposta de enquadramento, mas foram adotadas as vazões Q_{7,10} e Q_{95%} para simulações dos balanços hídricos quali-quantitativos;

⁹ ANA. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. Resumo Executivo. 2018. Não houve proposta de enquadramento, mas foi adotada a vazão média de longo período para as simulações dos balanços hídricos quali-quantitativos, por serem as que promovem pior qualidade das águas;

¹⁰ ANA. Revisão e Atualização do PIRH Doce. Setembro de 2023. Nota: a União adota a vazão de referência Q_{95%}, Minas Gerais Q_{7,10} e o Espírito Santo Q_{90%}; as três foram consideradas na proposta.

Fonte: Elaboração própria tendo por referência as fontes indicadas.

3.2.2.2 *Condição das primeiras chuvas do ano hidrológico: carreamento da poluição lançada no solo para os corpos hídricos*

Tem sido observado pelas informações de monitoramento de qualidade de água superficial que situações extremas de má qualidade de água frequentemente ocorrem não em eventos de estiagem, mas nas primeiras chuvas do ano hidrológico, ou seja, quando se encerra o período de estiagem. Isto é muito comum em bacias onde a poluição difusa, originária da criação extensiva de animais é significativa, e pode ser explicada pelo efeito de “lavagem do solo”. Durante as estiagens, na ausência de chuvas, as cargas animais são lançadas ao solo e ali permanecem. Durante as chuvas - especialmente quando ocorrem as primeiras chuvas após o período de estiagem -, o que restou desta carga de poluição – ou seja, a parte que não foi naturalmente depurada - é “lavada” pelas águas e vai atingir os corpos hídricos ocasionando picos de poluição.

Este fenômeno é facilmente observado pelos que residem ou costumam acessar corpos hídricos em diferentes épocas do ano ou usar suas águas. A mera observação das condições das águas após chuvas intensas, especialmente as primeiras da estação úmida, permite esta constatação.

A experiência da consultora nos Planos de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé-Ostras, no Rio de Janeiro, nas bacias do Recôncavo Sul e do Rio das Contas, na Bahia, na bacia do Rio Camaquã, no Rio Grande do Sul, confirma este fato, tanto pelas informações dos moradores, quanto pelas avaliações das redes de monitoramento. Mesmo que a operação destas redes não seja contínua, geralmente obtendo poucas amostras ao longo do ano (muitas quadrimestralmente), de forma que frequentemente deixam de monitorar a qualidade após as chuvas iniciais da estação.

Corroborando com estas observações empíricas, de forma igualmente empírica a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América apresenta as informações da Tabela 3.6. As cargas maiores das diferentes fontes poluentes ocorrem quando as vazões estão na faixa mediada, com permanências entre 40% e 60%. Nas vazões mínimas, as fontes pontuais preponderam nas cargas poluentes e nas vazões altas a preponderância se encontra no extravasamento de estações de tratamento de esgotos combinados, na lavagem do solo e na erosão das margens.

Tabela 3.6 Potencial relativo da contribuição de cargas das fontes poluentes em situações hidrológicas distintas.

	Fontes poluentes	Faixas da Curva de Permanência					
		Máximas	Períodos úmidos	Medianas	Períodos secos	Mínimas	
		<10%	10% a 40%	40% a 60%	60% a 90%	>90%	
		Cargas lançadas no meio hídrico					
Fonte de contribuição de cargas poluentes	Fontes pontuais (esgotos e efluentes localizados)				Média	Alta	
	Fontes difusas	Lançamentos de fontes com tratamento local (fossas sépticas, p.ex.)			Alta	Média	
		Áreas marginais (riparianas)		Alta	Alta	Alta	
		Lavagem de solo em áreas pouco permeáveis		Alta	Alta	Alta	
		Extravasamento de Estações de Tratamento em sistemas combinados (esgotos sanitários e pluviais)	Alta	Alta	Alta		
		Carreamento de substâncias por chuvas intensas (lavagem do solo)	Alta	Alta	Média		
		Erosão das margens	Alta	Média			

Fonte: Adaptado de U. S. Environmental Protection Agency, 2007. An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs, pg. 16.

No Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai é recomendada a avaliação da “possibilidade de adoção de vazões de referência sazonalizadas nos estudos de enquadramento, uma vez que, para algumas bacias da RH-Paraguai, a pior condição de qualidade é verificada no período chuvoso”. Também recomendou a “possibilidade de que um mesmo curso de água apresente uma classe de enquadramento válida para o período chuvoso e outra para o período seco”¹⁶.

Desta forma, a situação crítica de qualidade de água em um rio dependerá do potencial das cargas poluentes das diferentes fontes e das medidas para as suas reduções. Em uma área com expressiva ocupação agrícola, e sem controle das emissões, esta situação poderá ocorrer nas vazões medianas ou nos períodos úmidos. Nas áreas com contribuições urbanas, sem tratamento das fontes pontuais, elas podem ocorrer nos períodos secos ou de vazões mínimas.

¹⁶ Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. Resumo Executivo, pág. 141. 2018.

3.2.2.3 *Condição potencial de salinização de corpos hídricos*

Outra condição crítica de poluição que pode ocorrer, especialmente no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, e especialmente em seu trecho final, decorrerá da conjugação de pelo menos quatro condições:

1. Estiagem, com ausência de chuvas por períodos prolongados;
2. Uso intensivo de água, especialmente para a irrigação, mas também para abastecimento público;
3. Marés de sizígia; e
4. Ventos.

Cabe avaliar, porém, em que nível o efeito antrópico de retirada de água afeta este fenômeno natural de salinização. Pode ser que os efeitos naturais – maré, vento e estiagem – preponderem e a retirada de água não venha afetar demasiadamente o problema da salinização, situação que o gerenciamento de recursos hídricos não poderá mitigar.

Como alternativa nestes casos, deverá haver intervenção estrutural no sistema, por meio, por exemplo, de eclusas que impeçam a entrada de água salina, alterando, porém, a integridade ecológica do sistema estuarino, que incorpora naturalmente eventos de salinização de suas águas.

3.2.2.4 *Conclusão parcial*

De acordo com o exposto, não existe uma única condição de referência específica para orientar a avaliação da segurança hídrica no caso do alcance de metas de qualidade de água: situações críticas quanto à qualidade de água podem ocorrer tanto em situação de estiagem, devido à baixa diluição dos poluentes pelo volume de água remanescente, quanto em situações em que as chuvas promovem a “lavagem do solo” e o aumento da carga de poluentes lançados nos corpos de água. Podem ocorrer também em condições de salinização amplificadas pelas retiradas de água do sistema lagunar.

Desta forma, no processo de enquadramento haverá necessidade de se avaliar a qualidade das águas fluviais, mediante modelagem matemática, em quantidade e em qualidade, em diferentes situações hidrodinâmicas. Em função destas considerações, a seguir serão

apresentadas propostas para abordagens desta questão de vazão referencial no processo de enquadramento.

3.2.3 Propostas para fixação das vazões de referência no processo de enquadramento

Cabe antes de tudo esclarecer que a fixação de vazões de referência para o enquadramento é um processo deliberativo, com consequências socioeconômicas. Sendo um processo deliberativo, cabe a manifestação dos entes com tais atribuições: os Comitês de Bacia Hidrográfica e os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente. À consultora cabe apresentar subsídios técnicos para que as deliberações sejam realizadas de forma consistente.

A dificuldade de apresentação neste momento destes subsídios técnicos para deliberação é que as consequências de adoção de vazões ou de regimes hidrodinâmicos de referência mais ou menos restritivos somente serão conhecidos quando:

1. Estiver ajustado e operacional um modelo matemático de qualidade de água que permita avaliar as condições de qualidade de água nos diversos trechos em que fora dividida a rede de drenagem da bacia do Paraíba do Sul;
2. Forem estimadas as demandas hídricas e as cargas de lançamento de poluentes atuais, e prospectadas nos cenários futuros, ou no cenário de referência;
3. Houver, pelo menos, uma avaliação expedita das consequências socioeconômicas das restrições de lançamentos de cargas poluentes e, portanto, de licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, e dos custos das medidas mitigadoras a serem adotadas para alcance da qualidade desejável.

Em casos de ecossistemas aquáticos lóticos – rios - duas situações podem ser sugeridas para avaliação do alcance da meta de qualidade expressa no enquadramento dos corpos hídricos:

1. Situação de estiagem, com vazões de referência $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ ou $Q_{7,10}$, considerando que a poluição difusa, originária dos dejetos dos animais criados extensivamente, não atinja naquele momento os cursos de água, permanecendo no solo sem mobilização; as demais fontes de poluição – abastecimento urbano, abastecimento rural, indústria, mineração, confinamentos animais, etc. – deverão ser consideradas; e

2. Situação de retorno das chuvas no início do ano hidrológico, com vazão de referência que pode ser arbitrada como igual à mediana das vazões, considerando que a poluição difusa, originária dos dejetos dos animais criados extensivamente, atinja os cursos de água, bem como as demais cargas poluentes lançadas no solo.

No caso de ecossistemas estuarinos podem ocorrer três situações onde as avaliações do alcance da meta de qualidade expressa no enquadramento dos corpos hídricos deverão ser consideradas, das quais as duas primeiras são análogas aos ecossistemas lóticos:

1. Situação de estiagem, com condição hidrodinâmica de estiagem, determinada pelo aporte de água fluviais à lagoa com permanências $Q_{90\%}$ ou $Q_{95\%}$, ou com estiagem $Q_{7,10}$, considerando que a poluição difusa, originária dos dejetos dos animais criados extensivamente não atinja naquele momento os cursos de água, permanecendo no solo sem mobilização; as demais fontes de poluição – abastecimento urbano, abastecimento rural, industrial, minerária, confinamentos animais, etc. – deverão ser consideradas;
2. Situação de retorno das chuvas no início do ano hidrológico, com vazão de referência que pode ser arbitrada como igual à mediana das vazões, considerando que a poluição difusa, originária dos dejetos dos animais criados extensivamente, atinja os cursos de água, bem como as demais cargas poluentes lançadas no solo; e
3. Situação de intrusão salina, na qual se avaliará se a retirada de água amplifica o efeito natural de ingresso de águas salinas devido a causas naturais: vento, maré e estiagem.

Para avaliar as condições acima nos ecossistemas lóticos, tradicionalmente, demanda-se que o modelo de qualidade de água seja calibrado para uma situação de estiagem e para uma situação de normalidade hidrológica (mediana das vazões), supondo a ocorrência das hipóteses acima quanto à carga difusa animal. Para os ambientes estuarinos, haverá que se calibrar o modelo hidrodinâmico de qualidade de água, para realizar as mesmas simulações. No entanto, tendo em vista a complexidade do sistema estuarino, será verificada opção que melhor se aplique a Bacia do Rio Paraíba do Sul.

3.2.3.1 Conclusão para ecossistemas lóticos

Para estes casos, mais simples, cabe um reparo, para o efeito “lavagem do solo”. Inicialmente deve ser considerado que este efeito deveria considerar não apenas a carga de poluentes lançada no dia, ou qualquer outro intervalo de tempo adotado pelo modelo de simulação de qualidade de água: deveria ser considerada toda carga difusa gerada e que foi lançada inicialmente no solo antes da estação chuvosa, ficando ali se depurando por meio de fenômenos físico, químicos e biológicos até a ocorrência da “lavagem”. Teria que ser considerada a autodepuração desta carga exposta ao meio. Obviamente, são fenômenos complexos que não podem ser tratados de forma mais consistente por carência de informação. Mas a calibração do modelo matemático de qualidade de água adota um coeficiente de abatimento da carga poluidora de forma que o modelo reproduza as condições de qualidade de água nos dias em que ocorre monitoramento. Entende-se que este coeficiente de abatimento estabeleça um compromisso entre a carga acumulada de poluição entre as estações de chuva e a sua autodepuração, considerando assim de forma conjunta ambos os fenômenos, o que, dentro da precisão dos resultados de simulação de qualidade de água, pode ser considerado adequado.

Por outro lado, verifica-se que a União costuma adotar a vazão de referência $Q_{95\%}$ tanto nos procedimentos de outorga de direitos de uso de água, quanto nas propostas de enquadramento. Minas Gerais costuma adotar a $Q_{7,10}$.

Em função destas informações, e considerando as avaliações previamente realizadas, propõe-se ao CBH Paraíba do Sul a adoção das seguintes vazões referenciais para os processos de enquadramento:

1. $Q_{50\%}$, nas condições de aportes dos tipos de cargas indicados na Tabela 3.6, para situações de vazões medianas;
2. $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$, nas condições de estiagens severas, com os aportes de carga indicados na Tabela 3.6, em consonância com as práticas da União e do estado de Minas Gerais.

3.2.3.2 Conclusão para ecossistemas estuarinos

Para os ecossistemas estuarinos, a situação é mais complexa pela possibilidade de existir diversas situações que podem ser superpostas no mesmo período: estiagem conjugada com esvaziamento do rio devido tanto à retirada de água quanto aos efeitos de maré e ventos e situação de lavagem do solo, nas mesmas condições de retirada de água e efeitos de maré e ventos. Devido à complexidade e dificuldade de se considerar estes efeitos conjuntos propõe-se adotar a análise de período crítico.

O período crítico é entendido como aquele que historicamente ofereceu as piores condições de funcionamento do sistema estudado. No caso em análise, aquele em que as condições de qualidade de água foram as mais críticas para atender as metas que são expressas pelo enquadramento. Na falta de registros completos de monitoramento de qualidade de água será necessário a obtenção de evidências empíricas para se determinar em que datas ele ocorreu. Isto poderá ser realizado por consultas às concessionárias de serviços de abastecimento público de água, por exemplo, e a outros entes que atuam na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

A proposta da adoção do período crítico como referência para avaliação das condições de qualidade de água se baseia no pressuposto de que se o sistema estuarino mantiver condições de qualidade de água na pior situação ocorrida historicamente, ele deverá em grande parte do tempo estar em situação ainda melhor. Esta é a garantia que se pode oferecer.

3.2.4 Proposta para vazão de referência do Enquadramento PS

As análises realizadas mostraram que a fixação de vazões de referência para o gerenciamento qualitativo dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul não é trivial. Isto ocorre tanto pela necessidade de conhecimento dos impactos socioeconômicos de valores mais ou menos restritivos, quanto pela demanda de se estabelecer um regime hidrodinâmico de referência em ambientes lênticos.

Na parte mais a jusante do rio Paraíba do Sul, tanto pelo ecossistema lêntico, quanto pelos efeitos conjugados de poluição e de salinização, resta a adoção de uma abordagem empírica, baseada na observação de situações críticas pregressas, para a qual o sistema de gerenciamento de recursos hídricos deverá se preparar para enfrentar.

Não cabe à consultora tomar qualquer decisão, mas seu papel é fornecer subsídios para os decisores. Porém, caso seja opção destes decisores de imediato a adoção de uma vazão de referência, as propostas que se pode oferecer são:

Em sistemas lóticos: adoção das vazões de referência com que as outorgas de captação de água são emitidas pelos órgãos gestores estaduais e nacional, por uma questão de mero alinhamento entre os procedimentos de autorização de uso de água ($Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$); considerar adicionalmente o efeito de “lavagem do solo” e carreamento de substância poluentes que caracterizam a poluição difusa rural, adotando-se como referencial a mediana das vazões fluviais ($Q_{50\%}$); em todos os casos considerar os tipos de carga conforme indicados na Tabela 3.6.

Em sistemas lânticos: adoção do regime hidrodinâmico de referência mais crítico observado, para se alinhar à abordagem do período crítico que geralmente é empregada quando os fenômenos estudados (estiagem em sistemas lânticos, por exemplo) são de difícil ajuste a modelos probabilísticos, ou existe considerável aversão a riscos;

Problemas de salinização: a intrusão salina na foz do rio Paraíba do Sul, que pode alcançar trechos maiores ou menores em função do efeito de marés e dos ventos requer uma abordagem pragmática. Nela, seria fixado por observações o limite entre os trechos em que a água é doce, e

- a seção a partir da qual existe possibilidade de se tornar salobra e
- a seção em que a água é em boa parte do tempo salina,

... mesmo que estas seções sejam variáveis. O processo de enquadramento será realizado tendo por base nestas seções limites, fixadas pelos decisores, com subsídios da consultora.

3.3 Usos preponderantes superficiais

3.3.1 Contextualização

A água pode ser utilizada para diversas finalidades, desde a irrigação de lavouras e abastecimento humano até atividades como rafting e turismo ecológico. Qualquer atividade humana que altere as condições naturais das águas pode ser considerada um tipo de uso. Os diversos usos podem impactar de forma diferente o meio ambiente aquático. Alguns usos consomem água e assim impactam na quantidade de água disponível. Outros usos

alteram as condições físicas, químicas e/ou biológicas da água e, conseqüentemente, impactam na qualidade da água disponível.

A gestão dos recursos hídricos busca equilibrar e garantir que os usos múltiplos da água permaneçam de forma contínua, reduzindo possíveis conflitos e garantindo o acesso a este recurso essencial para o desenvolvimento humano. Portanto, uma maneira de identificar e gerenciar os recursos hídricos de forma eficaz é com base no impacto que o uso tem sobre o meio ambiente. Os usos podem ser classificados em **consuntivos** e **não-consuntivos**. O consuntivo tem como principal característica a retirada ou consumo de um determinado volume de água, tornando este volume indisponível para outros usos temporariamente ou permanentemente. O segundo tipo de uso, não-consuntivo, tem como principal característica o uso da água sem consumo ou retirada da fonte hídrica, mantendo o volume de água disponível para outros usos permanentemente. Os usos não-consuntivos dependem também das condições naturais ou da operação de infraestrutura hídrica, sendo diretamente impactado por outros usos que alterem a quantidade ou qualidade das águas que recebem.

A Resolução CONAMA 357/2005 apresenta quais classes mínimas de qualidade do corpo hídrico são necessárias para os principais usos da água, não indicando diretamente de que forma estes usos alteram a qualidade da água. A Tabela 3.7 apresenta a relação entre usos, tipo (consuntivo ou não-consuntivo) e a qualidade da água necessária para sua existência considerando as águas doces. A Resolução CONAMA 357 apresenta ainda, além da classificação para água doce, esta classificação para as águas salobras e salinas.

Tabela 3.7. Usos típicos da água categorizados por tipo e pela qualidade da água necessária considerando os limites de classe da Resolução CONAMA 357/2005 para água doce.

USOS	TIPO	QUALIDADE NECESSÁRIA
Preservação de ambientes aquáticos	Não-consuntivo	Especial
Terras indígenas	Não-consuntivo	Classe 1
Proteção de ambientes aquáticos	Não-consuntivo	Classe 2
Abastecimento com tratamento simplificado	Consuntivo	Classe 1
Abastecimento com tratamento convencional	Consuntivo	Classe 2 ou Classe 3
Irrigação de Hortaliças cruas ou frutas ingeridas com casca	Consuntivo	Classe 1
Irrigação de hortaliças cozidas e/ou frutas com casca	Consuntivo	Classe 2
Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	Consuntivo	Classe 3
Contato humano com água – Nadar	Não-consuntivo	Classe 2

USOS	TIPO	QUALIDADE NECESSÁRIA	
Contato humano com água - Esportes náuticos	Não-consuntivo	Classe 3	Amarelo
Pesca	Não-consuntivo	Classe 3	Amarelo
Dessedentação de animais	Consuntivo	Classe 3	Amarelo
Navegação	Não-consuntivo	Classe 4	Vermelho
Harmonização paisagística	Não-consuntivo	Classe 4	Vermelho
Geração de energia	Não-consuntivo	Seguir legislação*	Cinza
Lançamento de efluentes	Consuntivo	Seguir legislação*	Cinza
Mineração	Consuntivo**	Seguir legislação*	Cinza
Abastecimento para indústria	Consuntivo	Seguir legislação*	Cinza

*Conforme CONAMA 357/2005: Estes usos devem utilizar as águas de montante na qualidade disponível e manter as águas a jusante na qualidade recebida. Logo, não podem alterar a classe de qualidade prevista no enquadramento, mas não exigem determinada classe de qualidade. No que diz respeito ao lançamento de efluentes, a CONAMA 430, define: Art. 5º Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

** A mineração tem diferentes tipos de operações e pode utilizar água como parte do seu processo não alterando a quantidade e qualidade disponível (não-consuntivo) ou alterando a quantidade e qualidade disponível (consuntivo).

Todos os usos da água (consuntivos e não-consuntivos) são passíveis de outorga. Ou seja, toda e qualquer forma de uso dos recursos hídricos disponíveis em uma bacia hidrográfica devem ser identificados, cadastrados e outorgados. Este cenário é importante mesmo para usos de pequeno porte (também chamados insignificantes), uma vez que o cadastro e outorga buscam não apenas identificar o uso, mas também garantir que a qualidade da água esteja de acordo com o necessário para o uso. Em processos de enquadramento de recursos hídricos, a identificação de usos tem um grau a mais de relevância pois busca revelar usos mais restritivos, que demandam maior qualidade das águas utilizadas como fonte hídrica. Desta forma, a identificação de usos **preponderantes** em processos de enquadramento de corpos hídricos busca identificar não apenas o número de usos cadastrados e o volume total outorgado, mas também a qualidade da água mais **restritiva** necessária para cada um destes usos.

Cabe ressaltar que as outorgas são subdivididas em outorgas federais, que são fornecidas pela ANA em rios de domínio da união, no caso da BHPS, em outorgas localizadas no rio Paraíba do Sul. Já para os afluentes, as outorgas são estaduais, fornecidas pelos respectivos órgãos gestores estaduais, INEA para o Rio de Janeiro, IGAM para Minas Gerais e DAAE para São Paulo.

Uma vez que sistemas de gestão não possuem a capilaridade necessária para avaliação local, a identificação de usos é uma etapa essencial para estudos de planejamento de recursos hídricos. O engajamento e a participação colaborativa de todos os usuários de recursos hídricos na bacia hidrográfica são um diferencial para complementar bancos de

outorgas deficitários. É por meio desta participação que usos restritivos, como usos de contato primário e irrigação de hortaliças consumidas cruas são identificados e auxiliam no processo de gestão de recursos hídricos da região. Desta forma, este capítulo apresenta os principais resultados obtidos pela avaliação de bancos de outorgas na bacia do rio Paraíba do Sul complementados pela participação de usuários de água na bacia.

3.3.2 Metodologia

Para identificar como são utilizadas as águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, e suas interferências em sua quantidade e qualidade, foi realizada uma análise dos usos cadastrados e conhecidos na bacia. A avaliação de usos da água cadastrados na bacia foi conduzida considerando o registro de outorgas disponibilizados pelo IDE-SISEMA (para a porção mineira da bacia), GEO-INEA (para a porção fluminense da bacia) e SOE-DAEE (para a porção paulista da bacia). Adicionalmente, foi consultado o CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos) gerenciado pela ANA. Abaixo estão disponibilizados os links para acesso aos respectivos bancos de dados de outorgas consultados:

- IDE-SISEMA: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webqis>.
- GEO-INEA: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=811a0feace564581afae2f9149b8031d>
- SOE-DAEE: <https://cth.dae.sp.gov.br/soe/#11/0.0000/0.0000>
- CNARH-ANA: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/3b1ed9295d2c428a8f0ec6e6ffcfeddf_1/explora

Os dados foram obtidos pelos sites oficiais em julho de 2023. Os dados do INEA foram complementados a partir de envio realizado pela AGEVAP também em julho de 2023.

Os usos cadastrados foram complementados com base em oficinas de trabalho junto aos atores dos corpos hídricos de interesse na bacia do rio Paraíba do Sul, delimitado pela área de atuação dos comitês de bacia existentes na região.

Os tipos de usos cadastrados em todos os bancos de outorgas e obtidos durante as dinâmicas foram padronizados seguindo a Tabela 3.8, com objetivo de qualificar a

discussão referente ao enquadramento de corpos hídricos superficiais em etapas posteriores deste contrato. Usos consuntivos ou não-consuntivos cadastrados, mas que não impactam diretamente a qualidade da água superficial devido ao seu uso (por exemplo, lavagem de carros, travessias, obras hidráulicas), foram descartados das análises a seguir¹⁷.

Tabela 3.8 Tipos de usos considerados na padronização do banco de dados de outorgas superficiais da ANA (CNARH), DAEE, IGAM e INEA na bacia do rio Paraíba do Sul.

Tipo de Uso	Natureza
Abastecimento humano*	Consuntivo
Abastecimento para indústria	Consuntivo
Contato humano com água*	Não-consuntivo
Dessedentação de animais	Consuntivo
Geração de energia	Não-consuntivo
Harmonização paisagística	Não-consuntivo
Irrigação*	Consuntivo
Lançamento de efluentes	Consuntivo
Mineração	Consuntivo**
Navegação	Não-consuntivo
Pesca amadora	Não-consuntivo
Pesca e aquicultura profissionais	Não-consuntivo

* Estes usos possuem diferentes finalidades (por exemplo, abastecimento humano com tratamento convencional), mas que não estão discretizadas nos bancos de outorgas consultados. ** A mineração tem diferentes tipos de operações e pode utilizar água como parte do seu processo não alterando a quantidade e qualidade disponível (não-consuntivo) ou alterando a quantidade e qualidade disponível (consuntivo).

3.3.3 Usos identificados

Neste capítulo serão apresentados os dados cadastrados nos bancos estaduais e federais. A existência de duas bases distintas de dados é graças a dominialidade dos corpos hídricos, ou seja, as bases de dados são complementares de acordo com a dominialidade dos rios existentes em cada UP.

3.3.3.1 UP1 - Paraíba do Sul - Trecho paulista

Os usos cadastrados no trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul (UP1) apresentaram contraste entre os bancos de dados do DAEE, cadastros estaduais, e do CNARH, cadastros federais. Enquanto no banco de dados federal (CNARH) o principal uso cadastrado na região é o lançamento de efluentes, o banco de dados estadual (DAEE) apresenta diferença no principal uso cadastrado dependendo da forma de análise. Para fins de classificação de

¹⁷ O descarte de usos que não impactam a qualidade da água de recursos hídricos superficiais não influencia nas principais conclusões necessárias para a proposição de alternativas de enquadramento, objeto de contrato deste escopo.

usos preponderantes mais restritivos, escopo da construção de alternativas de enquadramento no rio Paraíba do Sul, o maior volume cadastrado para abastecimento humano indica a necessidade de águas com boa qualidade para seu uso.

No mapa da Figura 3.24 apresenta-se a distribuição espacial dos cadastros identificados nesta unidade de planejamento. Observa-se que ao longo do corpo hídrico principal (rio Paraíba do Sul) há um predomínio de usos que demandam qualidade elevada (Classe 1 ou 2) combinados com usos que não demandam qualidade, mas que devem manter as condições de quantidade e qualidade dos recursos hídricos utilizados. Nas nascentes do rio Paraíba do Sul observam-se usos cadastrados que necessitam de boa qualidade para sua manutenção (Classe 2 ou 3), como a pesca amadora e o contato humano com água apresentando destaque nestas regiões.

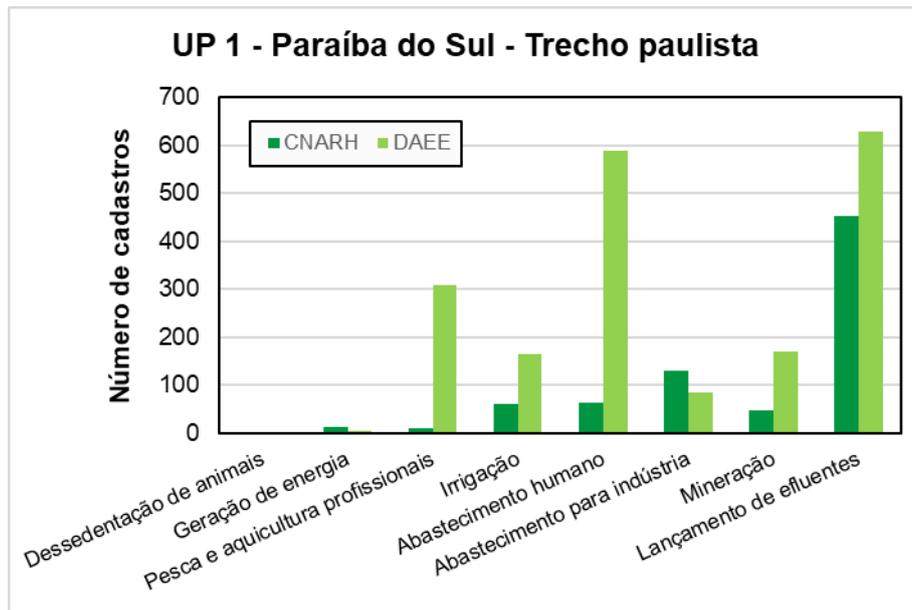


Figura 3.22. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento paulista da bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e DAEE.

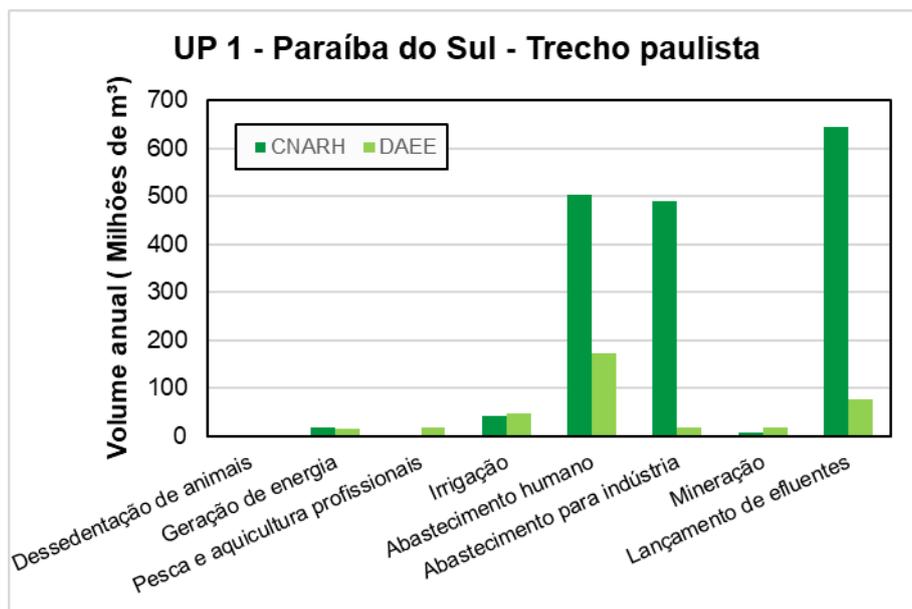


Figura 3.23. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento paulista da bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e DAEE.

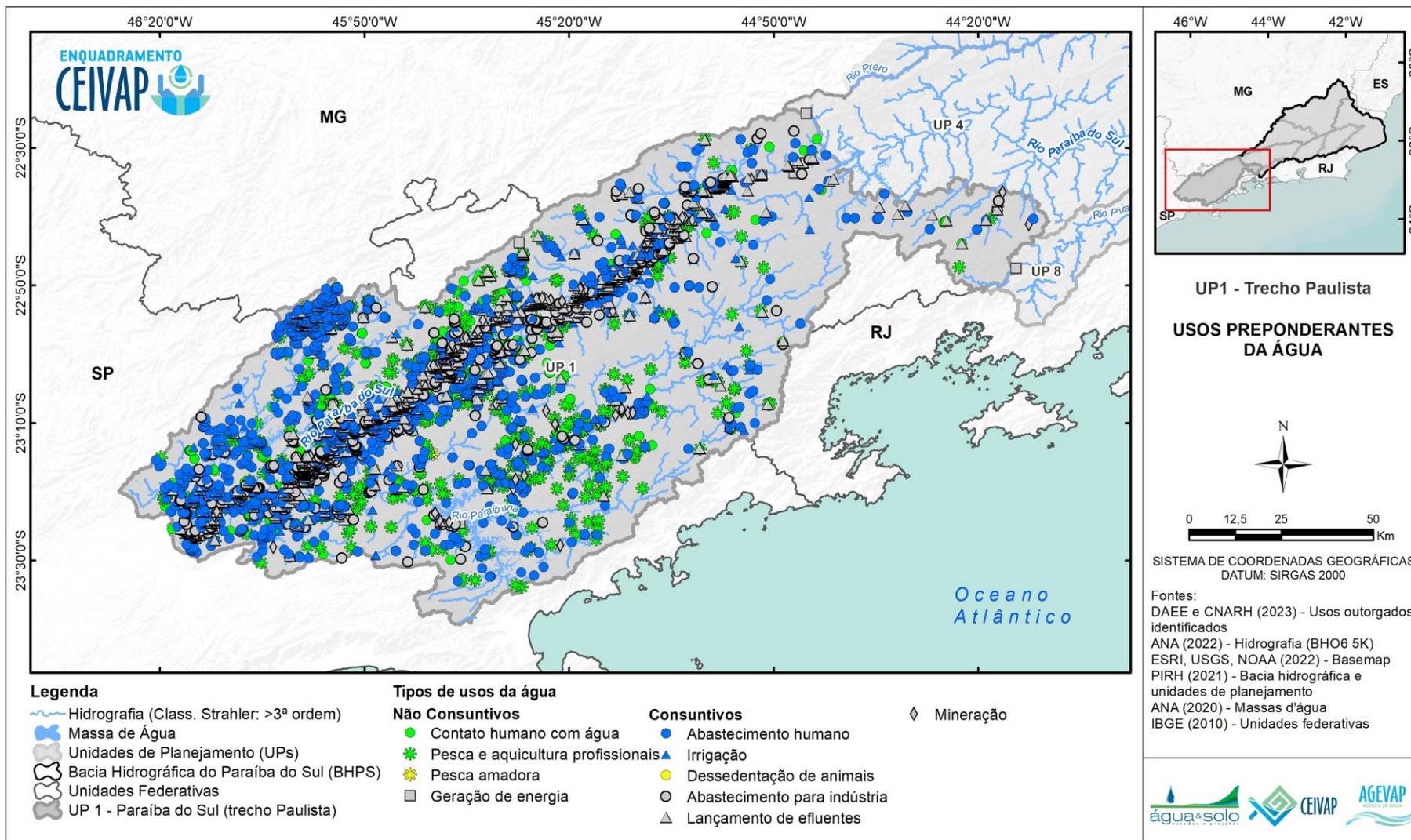


Figura 3.24. Usos cadastrados identificados na UP Paraíba do Sul - Trecho paulista nos bancos de dados do DAEE e CNARH (ANA).

3.3.3.2 UP4 - Médio Paraíba do Sul

Os usos cadastrados na unidade de planejamento do Médio Paraíba do Sul geram conclusões diferentes a partir dos bancos de dados consultados. No banco de dados do CNARH o uso com maior número de cadastros é o Lançamento de Efluentes (Figura 3.25) enquanto o uso com maior volume cadastrado anual é o Abastecimento para Indústrias (Figura 3.26). Analisando o banco de dados do INEA, o maior número de cadastros é dado para Irrigação enquanto o maior volume cadastrado é para Abastecimento Humano. Diferenças entre os dois bancos de dados são esperadas, contudo, o banco de dados do INEA se apresenta mais representativo dos usos preponderantes mais restritivos identificados. Enquanto Lançamento de Efluentes e Abastecimento para Indústria são usos que devem manter a qualidade da água encontrada na fonte hídrica, Irrigação e Abastecimento Humano são mais restritivos e demandam qualidade da água em boas condições para sua utilização.

A Figura 3.27 apresenta os usos cadastrados espalhados ao longo dos recursos hídricos da unidade de planejamento. Observa-se um predomínio de cadastros para Dessedimentação Animal em zonas de cabeceiras, a jusante ao longo do rio Paraíba do Sul, principalmente na margem esquerda (norte). Na margem direita (sul) os usos cadastrados apresentam predomínio de Irrigação e abastecimento humano. Estes usos possuem demandas variadas de qualidade da água (Dessedimentação de Animais – Classe 3, Irrigação – Classe 1 a 3 e Abastecimento Humano – Classe 1 a 3 de acordo com o nível de tratamento) e podem resultar em conflitos de usos quando as alternativas de enquadramento dos recursos hídricos forem elaboradas. Destaca-se que a jusante do rio Paraíba do Sul, próximo aos limites da unidade de planejamento, os usos cadastrados em sua maioria não demandam qualidade da água elevada.

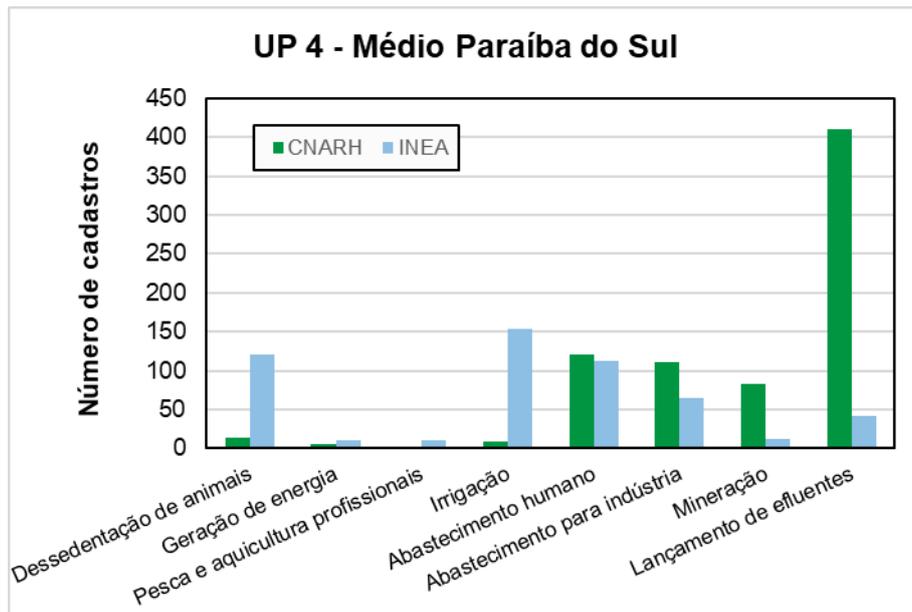


Figura 3.25. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e INEA.

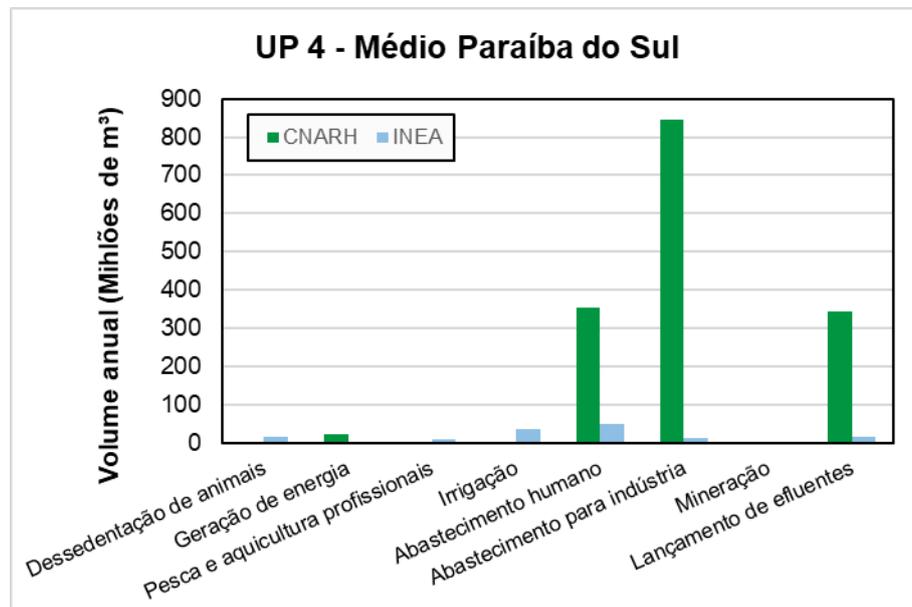


Figura 3.26. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul. Fonte: CNARH e INEA.

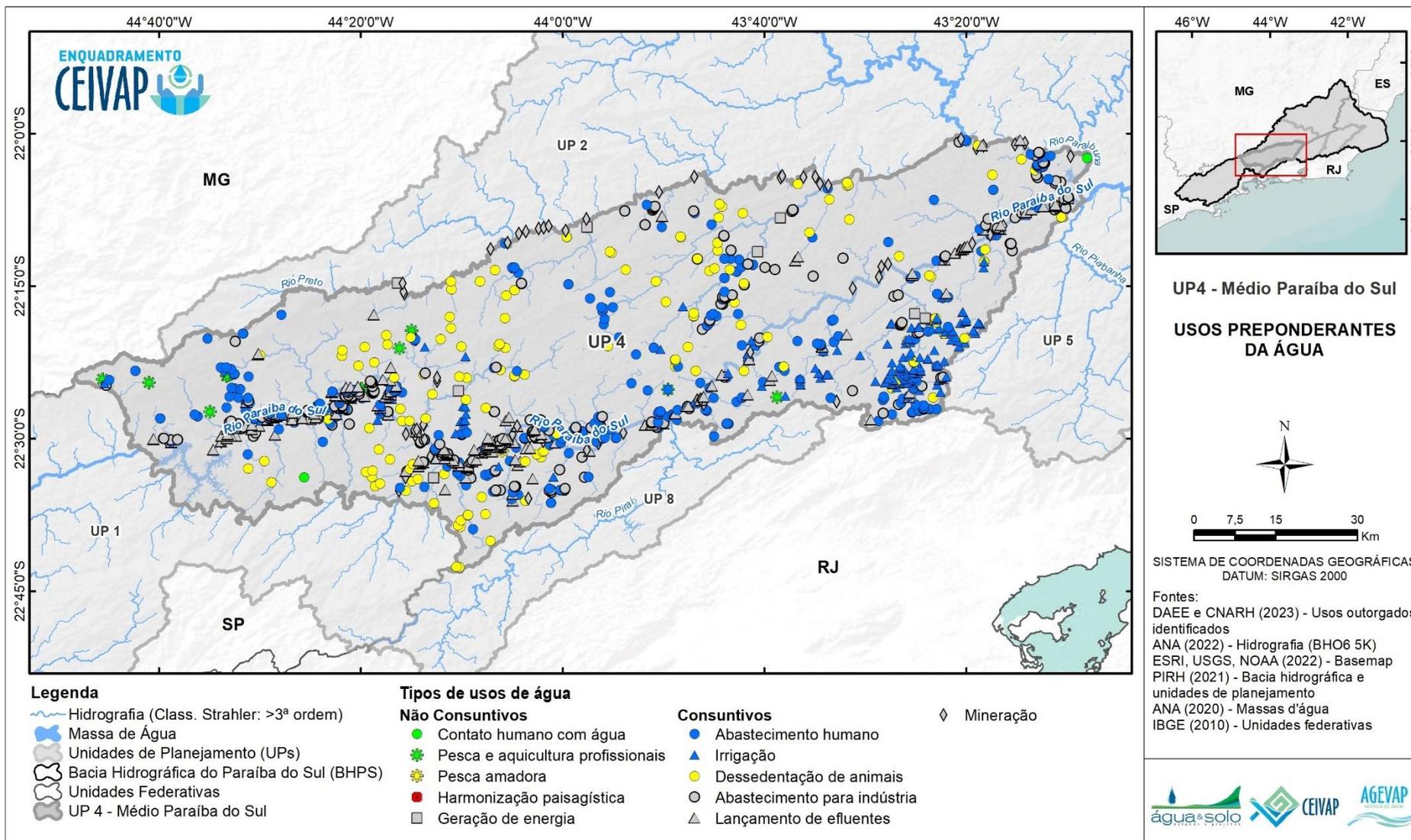


Figura 3.27. Usos cadastrados identificados na UP Médio Paraíba do Sul nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).

3.3.3.3 UP8 - Sub-bacia do rio Pirai

Avaliando os usos cadastrados no CNARH, percebe-se maior número de cadastros para o uso de abastecimento humano e lançamento de efluentes. Já com relação ao volume, os maiores volumes cadastrados são para lançamento de efluentes. Com relação aos dados do INEA os usos cadastrados na sub-bacia do rio Pirai são majoritariamente categorizados em dois tipos: dessedentação de animais e abastecimento humano. Estes dois usos necessitam de uma boa qualidade da água para sua manutenção (Classe 1 a 3). A Figura 3.30 demonstra que os usos com maior restrição a qualidade da água (Abastecimento Humano) estão localizados nas cabeceiras do rio Pirai (porção nordeste da unidade de planejamento) enquanto na porção mais a jusante (sudoeste) os usos possuem menor restrição em termos de qualidade da água (Dessedentação de animais).

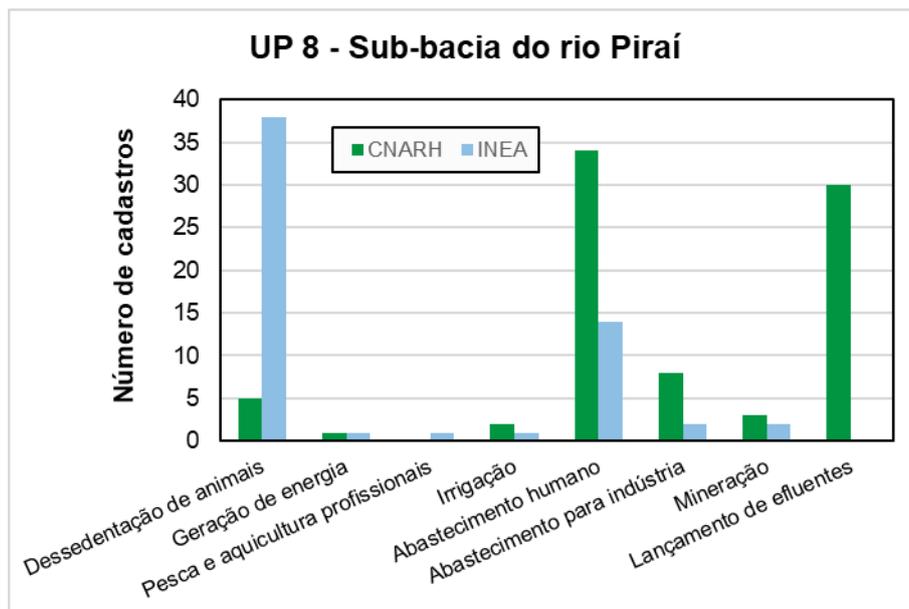


Figura 3.28. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai. Fonte: CNARH e INEA.

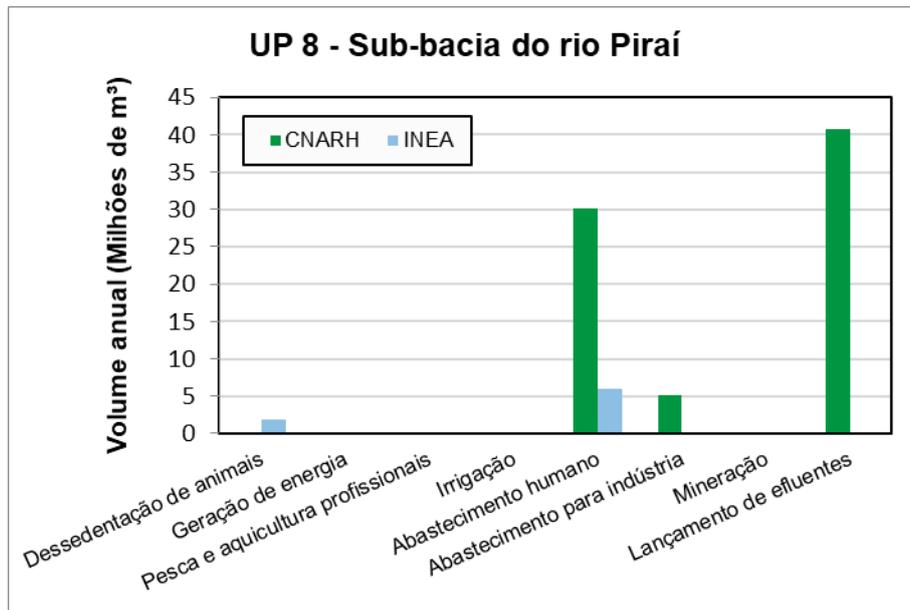


Figura 3.29. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai. Fonte: CNARH e INEA.

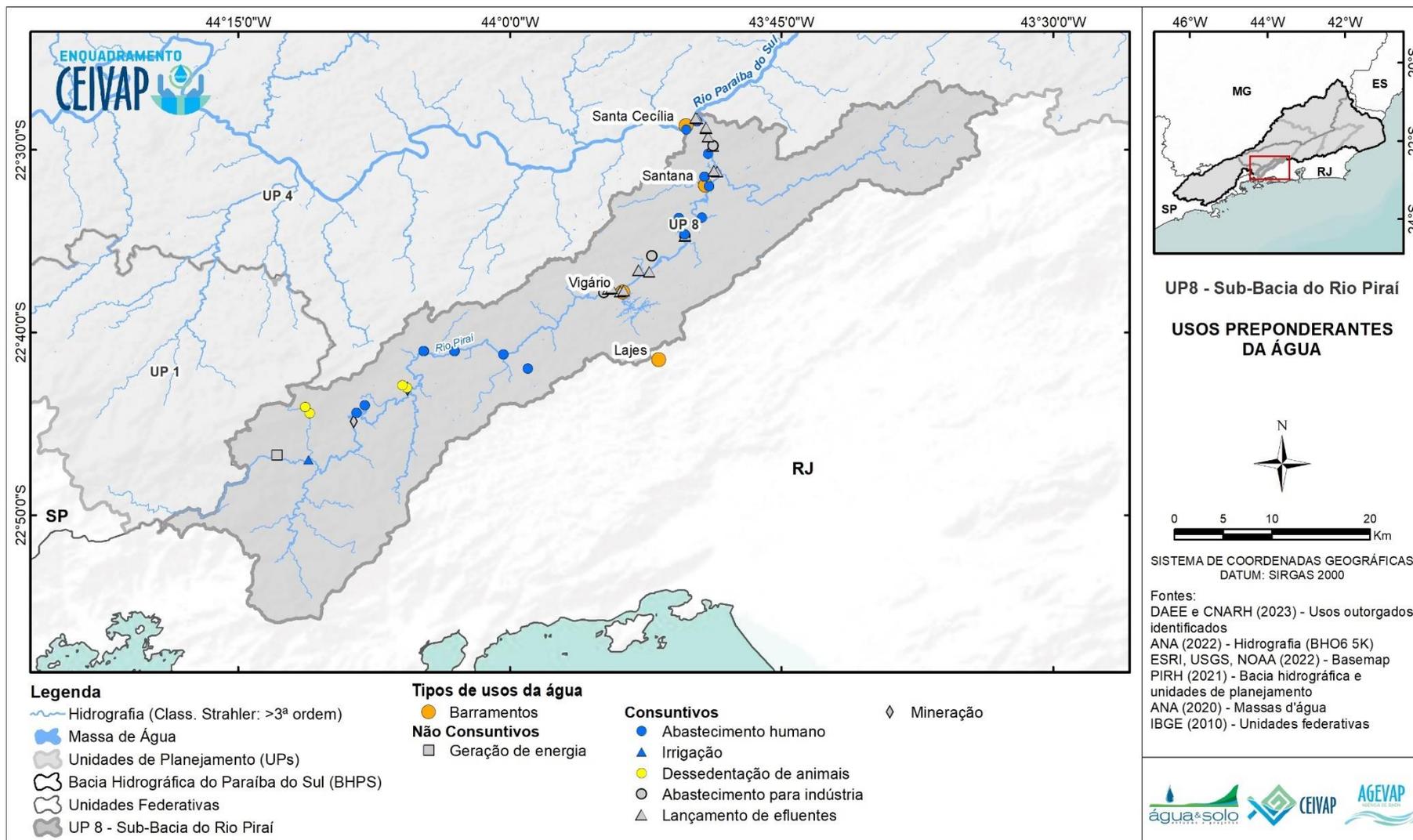


Figura 3.30. Usos cadastrado identificados na UP Pirai nos bancos de dados do INEA.

3.3.3.4 UP2 - Preto-Paraibuna

Os bancos de dados do CNARH e do IGAM resultaram na Mineração como o uso mais cadastrado na UP 2 (Preto-Paraibuna). Dependendo do tipo de operação realizada, este uso pode apresentar impactos na qualidade da água local. Contudo, este tipo de uso não demanda qualidade da água em condições diferentes das atuais na fonte hídrica, devendo se adaptar a utilizar e manter a qualidade da água conforme observado no corpo hídrico utilizado. Em termos de volume cadastrado anual o abastecimento humano e o Abastecimento para Indústria são os usos com maior volume anual cadastrado na unidade de planejamento. Assim como a Mineração, o Abastecimento para Indústria deve manter a classe de qualidade de enquadramento ou na sua ausência, a classe existente conforme determina o Art. 42 da Res. CONAMA 357/2005. O uso preponderante mais restritivo observado nesta unidade de planejamento é o Abastecimento Humano, que pode demandar qualidade da água elevada para sua utilização.

A Figura 3.33 apresenta os usos cadastrados identificados nos bancos de dados CNARH e IGAM. Observa-se uma lacuna em diversos trechos da unidade de planejamento, principalmente na porção oeste, onde poucas informações sobre usos cadastrados são disponibilizadas. Os rios Preto e Paraibuna se destacam como os corpos hídricos com a maior quantidade de outorgas cadastradas, com usos que não demandam qualidade distribuídos ao longo dos seus eixos principais.

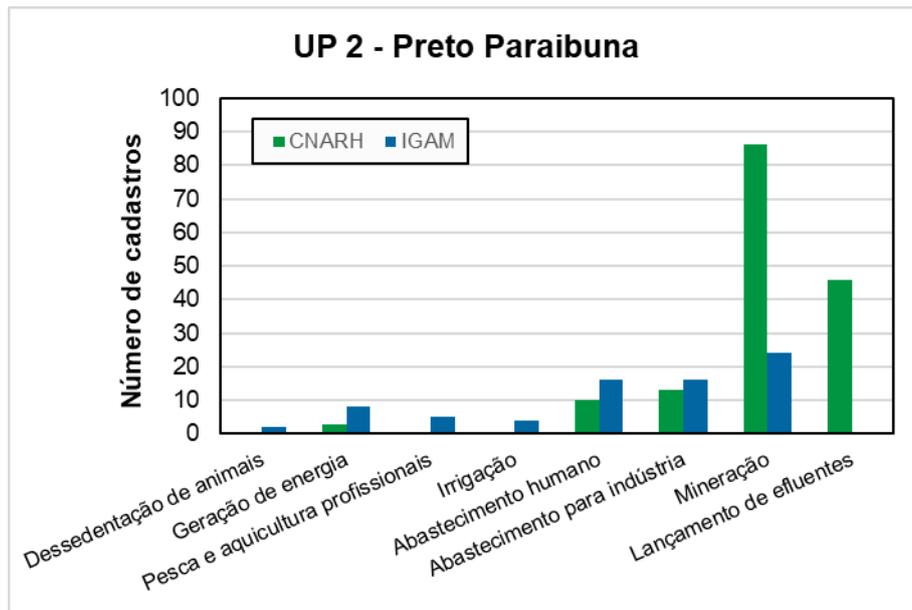


Figura 3.31. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Preto e Paraibuna. Fonte: CNARH e IGAM.

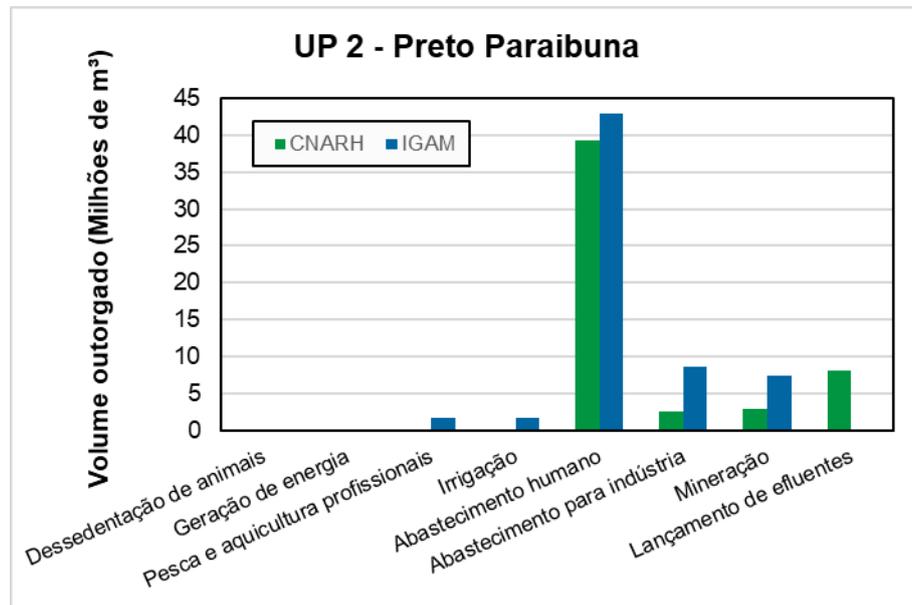


Figura 3.32. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Preto e Paraibuna. Fonte: CNARH e IGAM.

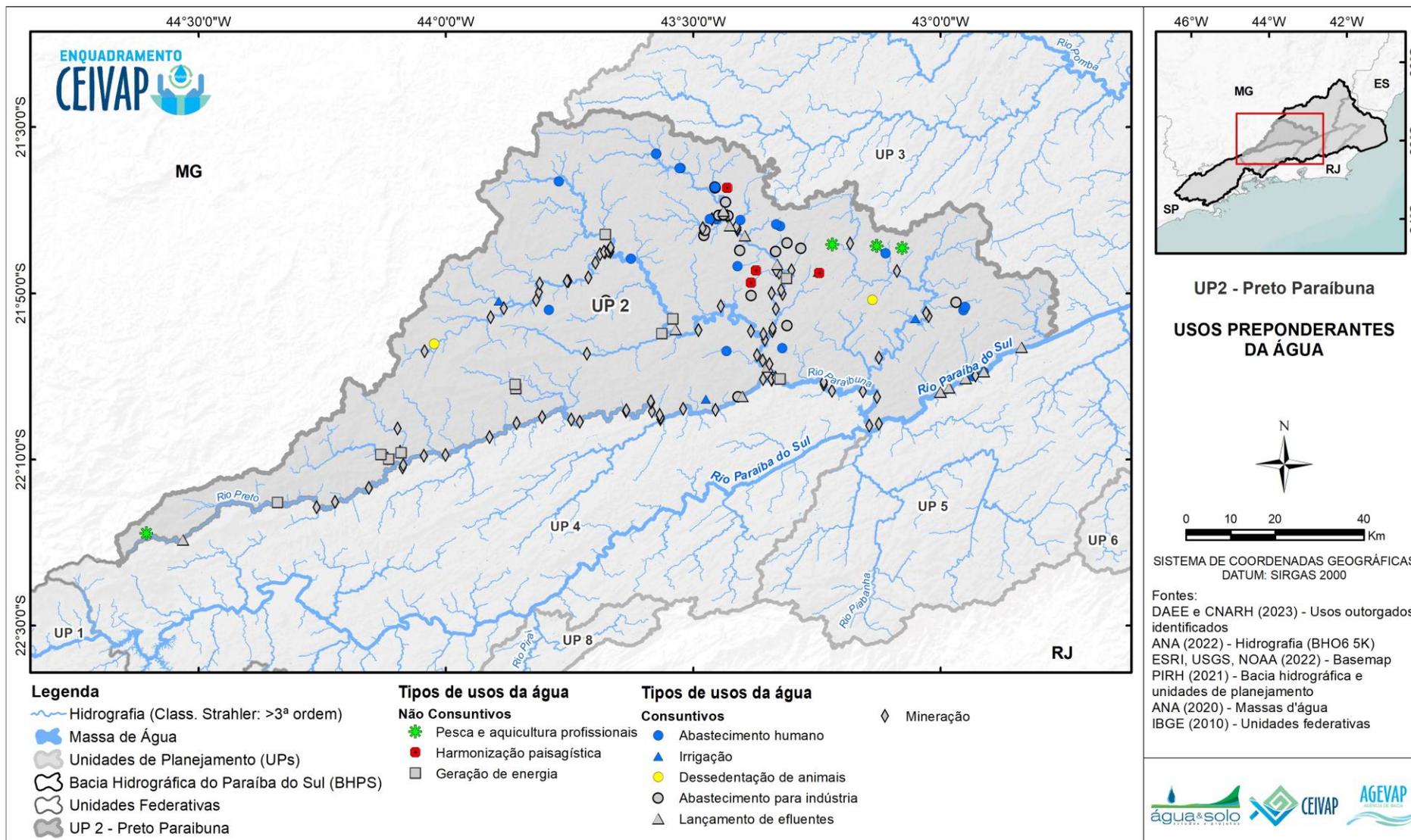


Figura 3.33. Usos cadastrados identificados na UP Preto-Paraibuna nos bancos de dados do IGAM e CNARH (ANA).

3.3.3.5 UP5 - Piabanha

Para a UP5 (Piabanha) os bancos de dados do CNARH e INEA apontaram o Abastecimento Humano como o principal uso cadastrado em número de outorgas e volume outorgado anual. O banco de dados do INEA apontou ainda que a Irrigação é o uso com o maior número de cadastros. Tanto Irrigação quanto o Abastecimento Humano podem ser usos mais restritivos, pois, demandam qualidade da água em condições boas (Classe 1 ou 2, Abastecimento Humano pode permitir Classe 3 com determinado nível de tratamento).

O mapa da Figura 3.36 apresenta a distribuição espacial dos usos cadastrados. É possível observar que as zonas de cabeceira na unidade de planejamento possuem usos que demandam boa qualidade (Abastecimento Humano e Irrigação - Classe 1 ou 2, Abastecimento Humano pode permitir Classe 3 com determinado nível de tratamento). Zonas próximas aos limites norte e nordeste da unidade de planejamento, próximo ao rio Paraíba do Sul, apresentam usos que demandam qualidade da água razoável para sua existência (Dessedentação de Animais - Classe 3).

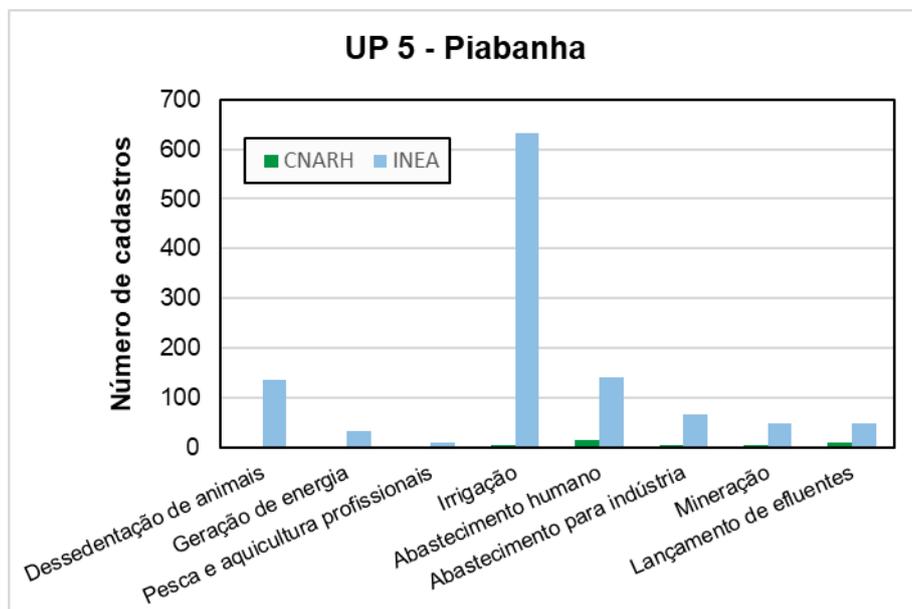


Figura 3.34. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Piabanha. Fonte: CNARH e INEA.

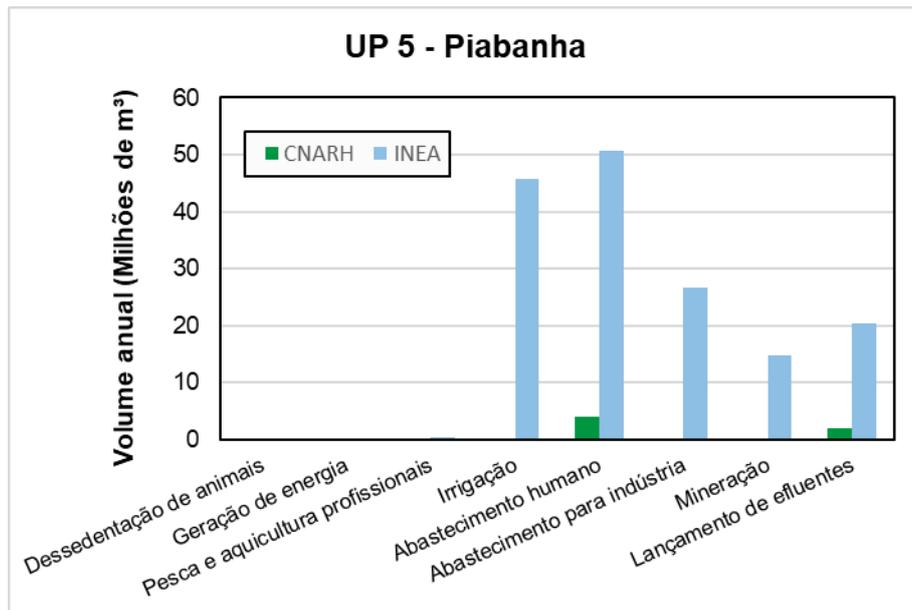


Figura 3.35. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Piabanha.
 Fonte: CNARH e INEA.

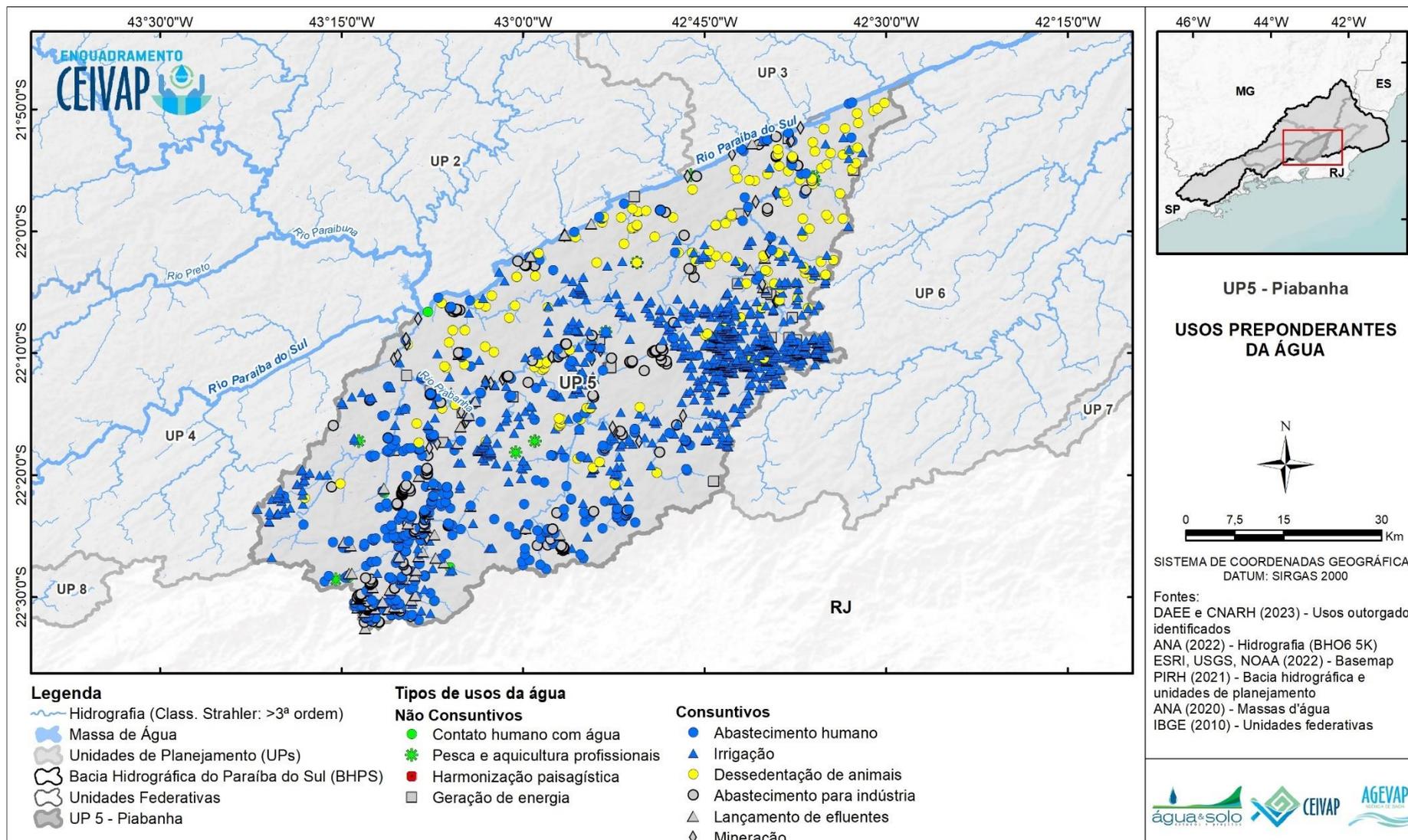


Figura 3.36. Usos cadastrado identificados na UP Piabanha nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).

3.3.3.6 UP3 – Pomba e Muriaé

Os principais usos cadastrados na UP3 (Pomba e Muriaé) apresentaram diferenças entre os dois bancos de dados consultados. No banco de dados do CNARH a Mineração foi o uso com maior número de cadastros enquanto o maior volume cadastrado anual é do uso Abastecimento Humano. No banco de dados do IGAM o maior número de cadastros é para Irrigação enquanto o maior volume anual cadastrado é para Abastecimento Industrial. Usos como Mineração e Abastecimento Industrial não demandam água de qualidade específica, sendo orientados a utilizar a água conforme sua qualidade disponível na fonte hídrica e manter sua qualidade após o uso.

O mapa da Figura 3.39 apresenta os usos cadastrados espacializados ao longo da unidade de planejamento. Observa-se um predomínio de usos que demandam água com boa qualidade no rio Pomba, com outros usos que não demandam qualidade sendo observados no seu trecho a jusante (próximo aos limites da unidade de planejamento). Em todas as cabeceiras observadas na unidade de planejamento há usos compatíveis com possíveis demandas elevadas de qualidade da água (Classe 1 ou 2).

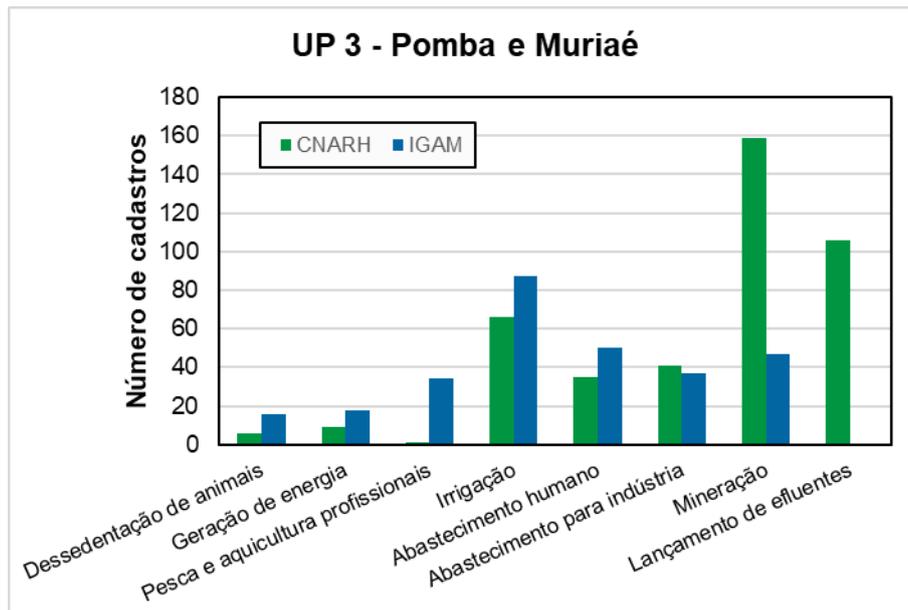


Figura 3.37. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Pomba e Muriaé. Fonte: CNARH e IGAM.

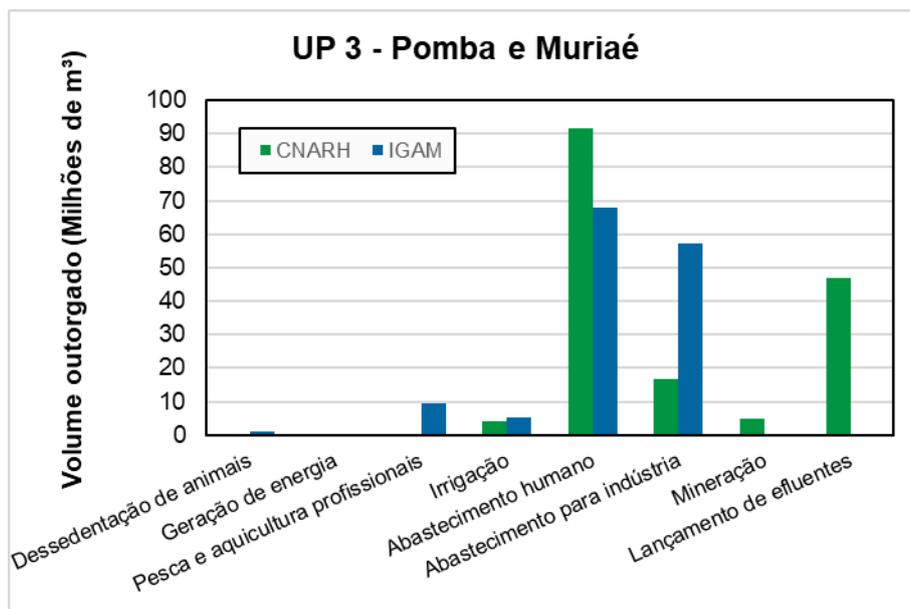


Figura 3.38. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Pomba e Muriaé. Fonte: CNARH e IGAM.

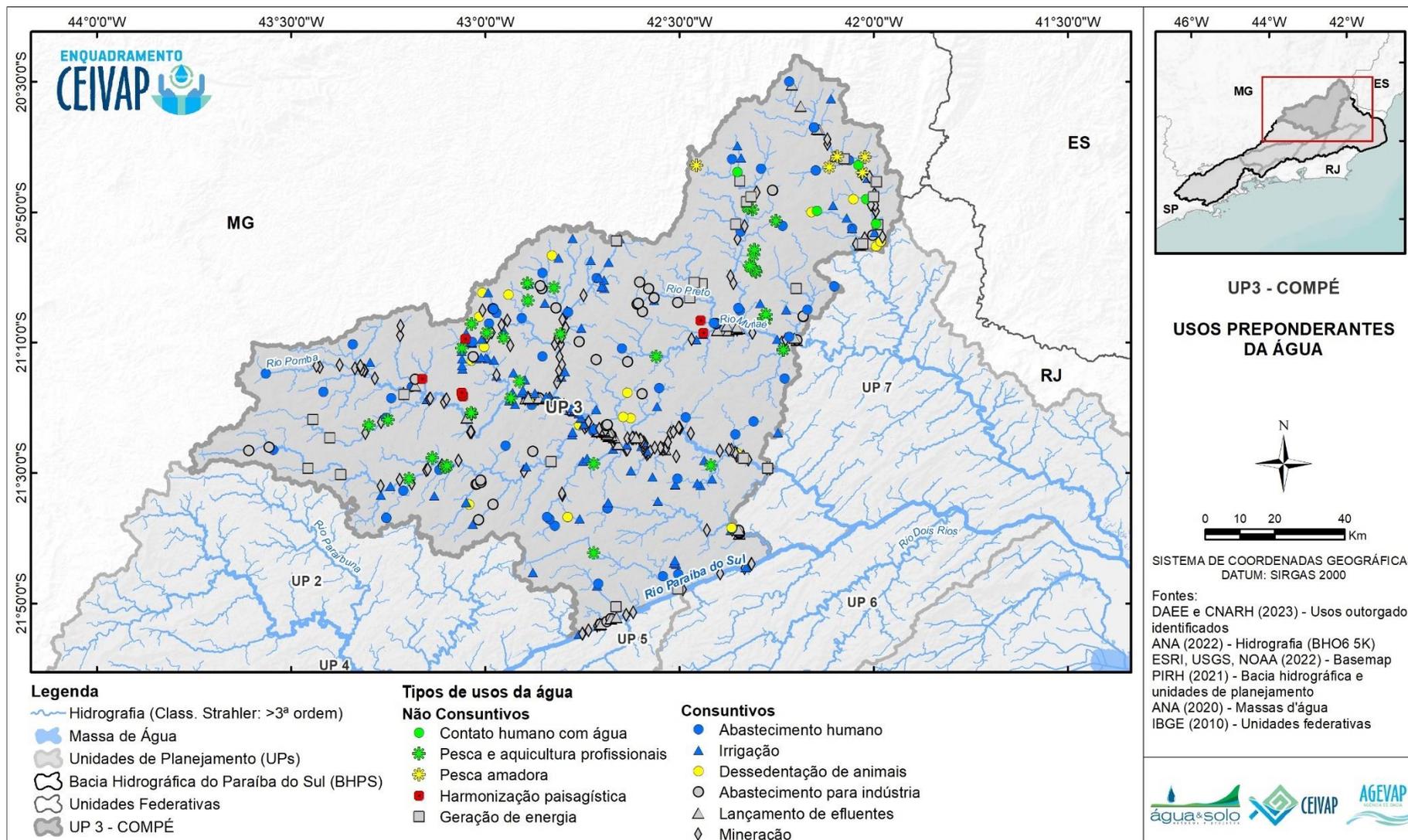


Figura 3.39. Usos cadastrados identificados na UP Pomba-Muriae nos bancos de dados do IGAM e CNARH (ANA).

3.3.3.7 UP6 – Rio Dois Rios

O abastecimento humano foi o principal uso identificado nos bancos de outorgas do CNARH e INEA para a UP6 (Rio Dois Rios), tanto em número de cadastros quanto em volume anual cadastrado. No banco de dados do INEA o número total de cadastros apresenta uma conclusão diferente, apontando a Dessedentação de Animais e a Irrigação como principais usos. Os cadastros apresentados nos bancos consultados apontam o Abastecimento Humano como uso preponderante mais restritivo na unidade de planejamento, com demandas de águas de boa qualidade (Classes 1 ou 2).

A Figura 3.42 apresenta os cadastros identificados na unidade de planejamento distribuídas ao longo dos corpos hídricos da região. Observa-se uma diferença entre os usos principais ao longo da região com as zonas de cabeceira, principalmente na porção sudoeste da unidade de planejamento, tendo usos que demandam qualidade da água superiores (Classes 1 e 2). Próximo aos limites da unidade de planejamento, a jusante, há um predomínio de usos que demandam águas de qualidade razoável (Dessedentação de Animais – Classe 3), misturado com trechos ao longo do rio Negro onde usos que demandam qualidade da água boa (Classe 1 ou 2) são observados.

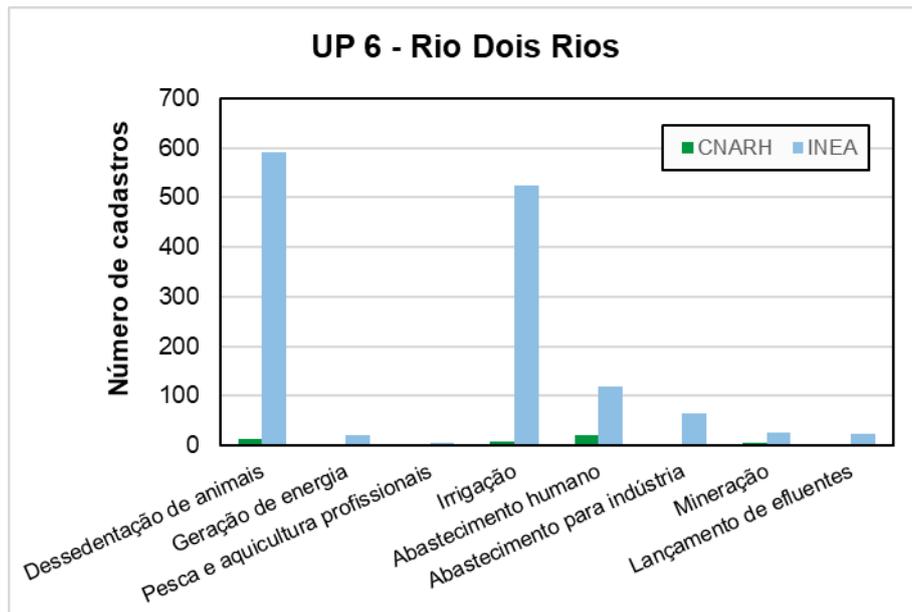


Figura 3.40. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Dois rios. Fonte: CNARH e INEA.

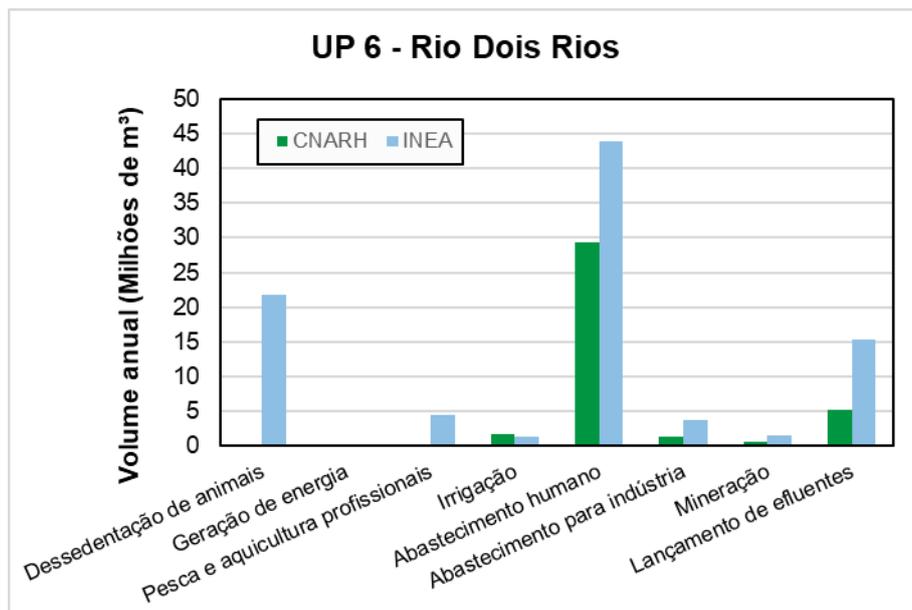


Figura 3.41. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento Dois rios. Fonte: CNARH e INEA.

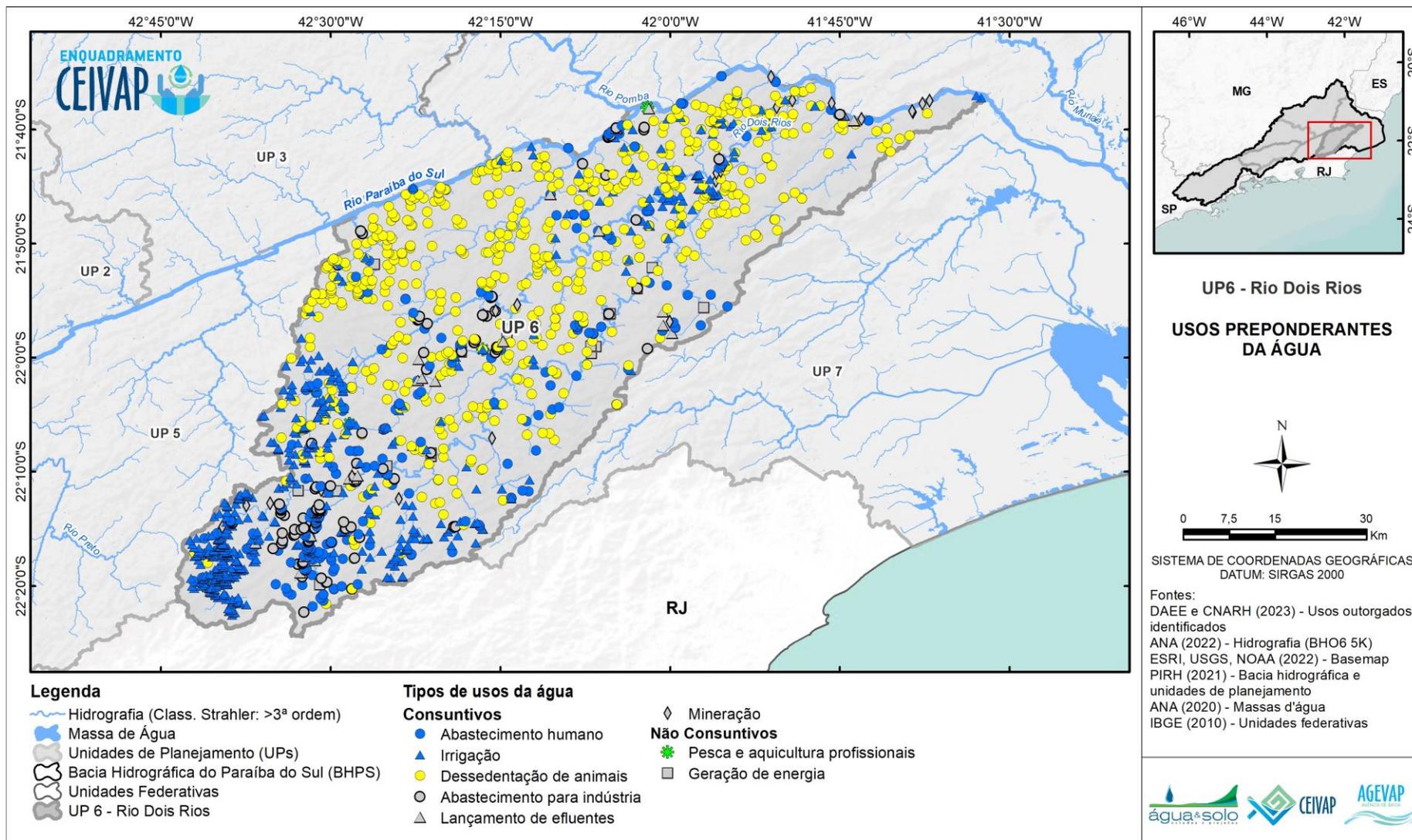


Figura 3.42. Usos cadastrados identificados na UP Rio Dois Rios nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).

3.3.3.8 UP7 - Baixo Paraíba do Sul

Os usos cadastrados no banco de dados do CNARH apontam para Irrigação e Lançamento de Efluentes como os usos com maior número de cadastros e volume anual cadastrado na UP7 (Baixo Paraíba do Sul). O banco de dados do INEA apresenta a Dessedentação Animal e o Abastecimento para Indústrias como os maiores usos em termos de número de cadastros e volume anual cadastrado, respectivamente. A Irrigação e a Dessedentação de Animais são usos mais restritivos, que demandam índices de qualidade da água bons (classes 1 a 3). O Abastecimento Industrial e o Lançamento de Efluentes devem ser compatíveis com a manutenção da classe de enquadramento do corpo d'água ou, na sua ausência, com a classe 2 ou melhor existente, conforme estabelecido pelo Art. 42 da Resolução CONAMA 357/2005.

O mapa da Figura 3.45 apresenta os usos cadastrados identificados na unidade de planejamento distribuídas ao longo dos seus corpos hídricos. É possível observar diferentes usos distribuídos nas margens esquerda (norte) e direita (sul) do rio Paraíba do Sul. Enquanto na margem esquerda (norte) há predomínio de usos que demandam qualidade razoável (Dessedentação de Animais – Classe 3) misturado com usos que demandam boa qualidade (Irrigação e Abastecimento Humano – Classe 1 a 3), na margem direita (sul) há predomínio de usos que demandam maior qualidade da água (Abastecimento humano e Irrigação – Classe 1 a 3; e pesca amadora – Classe 3). No eixo principal do rio Paraíba do Sul observa-se o predomínio de usos que demandam boa qualidade das águas (Classe 1 e 2).

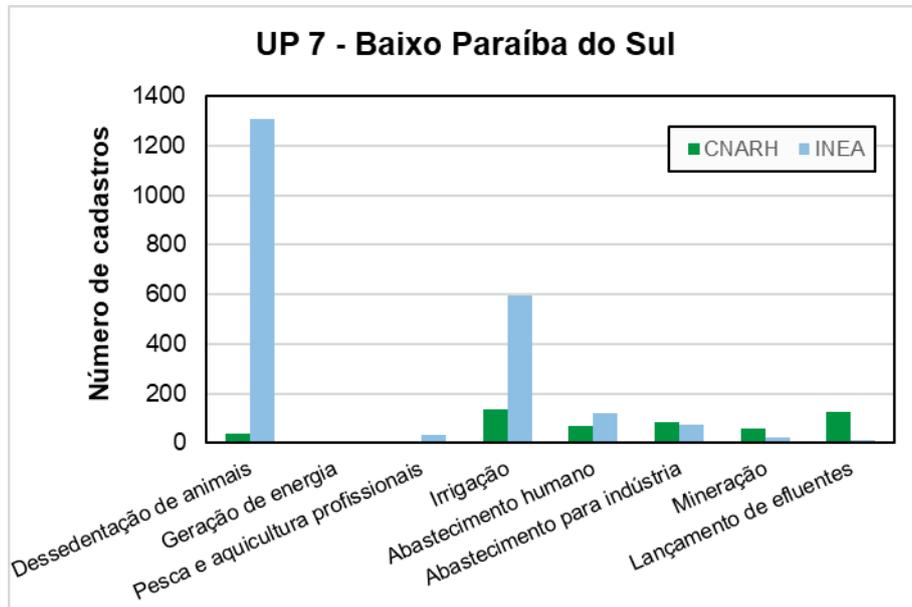


Figura 3.43. Número de cadastros por tipo de uso superficial na unidade de planejamento do Baixo Paraíba do Sul. Fonte: CNARH.

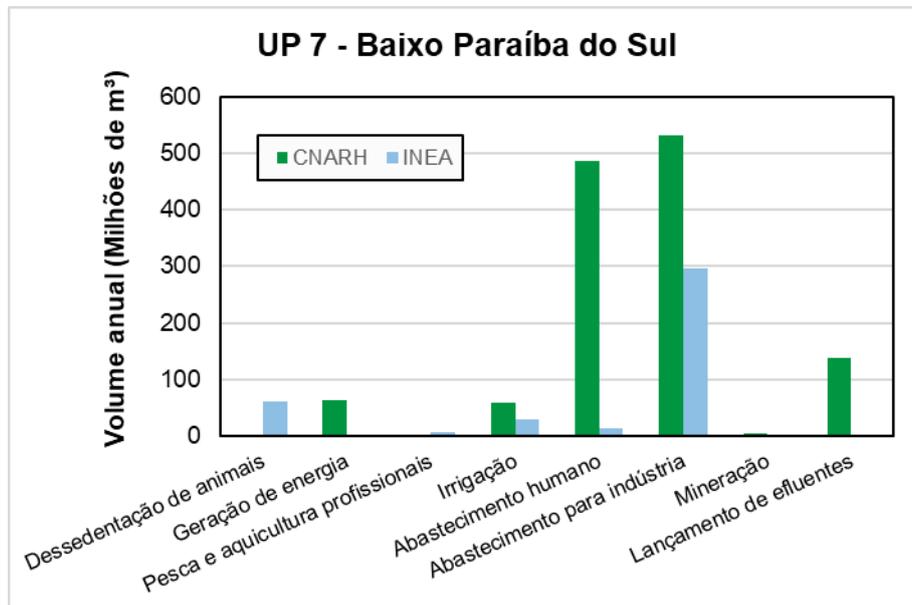


Figura 3.44. Volume anual cadastrado por tipo de uso superficial na unidade de planejamento do Baixo Paraíba do Sul. Fonte: CNARH.

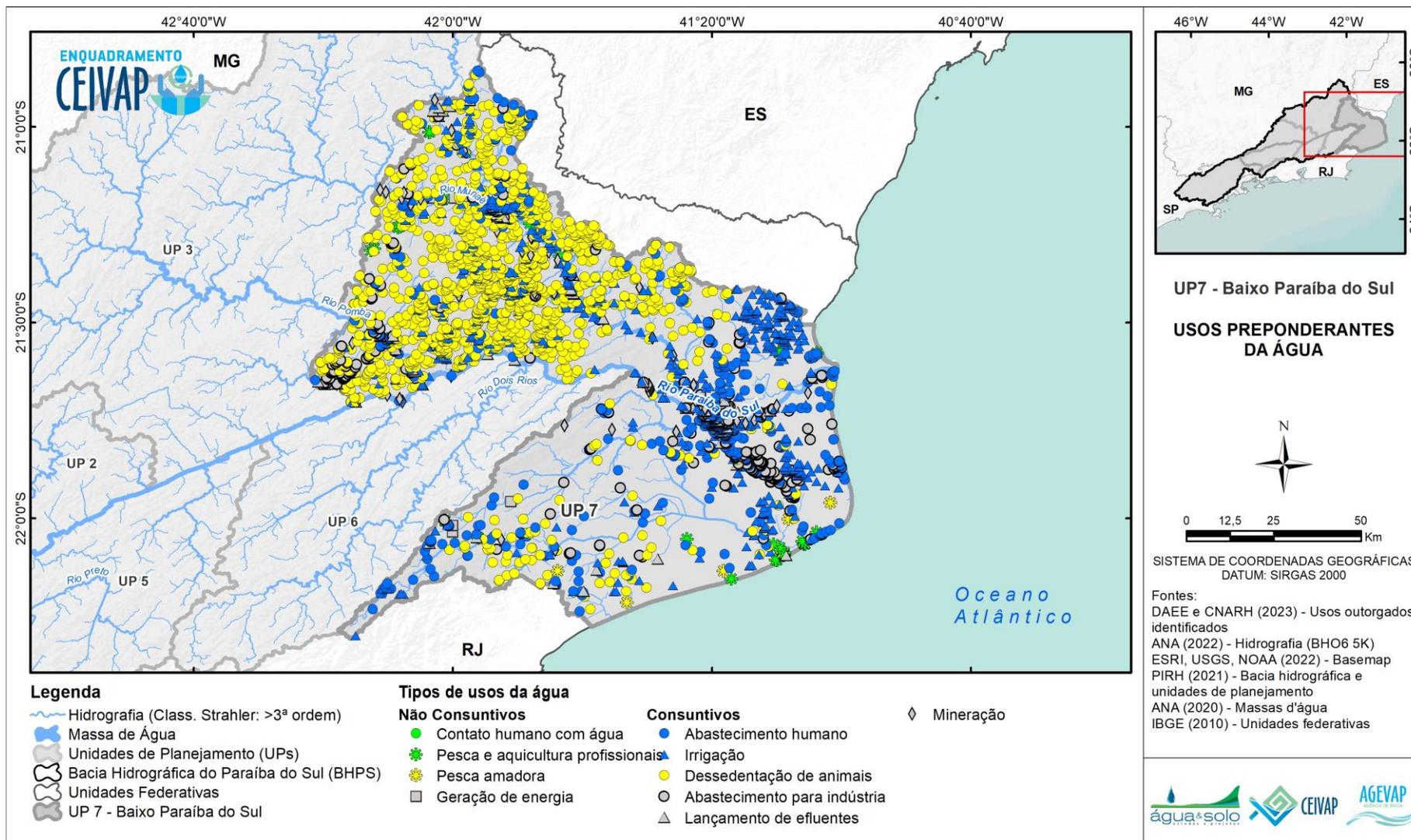


Figura 3.45. Usos cadastrados identificados na UP Baixo Paraíba do Sul nos bancos de dados do INEA e CNARH (ANA).

3.3.3.9 Síntese dos usos superficiais

Os principais usos superficiais foram analisados com base no número de cadastros e no volume cadastrado anual. Estas duas formas de avaliação, apesar de diferentes, são complementares e quando utilizadas de forma integrada geram conclusões robustas sobre os principais usos e seus possíveis impactos na qualidade da água.

Existem casos onde o uso com maior número de cadastros é similar ao uso com maior volume anual cadastrado. Nestes casos, é importante avaliar individualmente qual o uso prioritário. Por exemplo, mineração é um uso que não consome volumes elevados de água, mas possuem um potencial poluidor elevado. Portanto, a análise de usos e identificação de usos prioritários deve considerar não apenas o volume cadastrado ou quantidade de cadastros, mas também o potencial impacto do uso sobre a qualidade da água.

A fonte dos dados disponibilizados para análise dos usos existentes na bacia do rio Paraíba do Sul gera conclusões diferentes sobre os usos principais existentes. A Tabela 3.9 apresenta os resultados obtidos considerando o banco de dados federal (ANA) e os bancos de dados estaduais (IGAM, INEA e DAEE). Observa-se que além da diferença entre usos devido ao critério de análise (número de cadastros ou volume anual cadastro), há também diferença entre os principais usos a depender da fonte de dados utilizada. Essa diferença pode refletir na alteração entre os usos do rio Paraíba do Sul (outorgas federais) e dos demais afluentes (outorgas estaduais).

Conflitos entre bancos de dados de diferentes agências e órgãos são normais e ocorrem devido ao processo de atualização destas bases, que pode estar defasado entre os responsáveis pelos bancos. Para contornar estas situações, é feita uma complementação de conclusões entre os resultados dos bancos existentes. Os resultados apontados na Tabela 3.9 apresentam as principais diferenças entre os bancos e sua conclusão, impactando diretamente nos usos mais restritivos e sua demanda por qualidade da água.

De forma geral, observa-se que os principais usos superficiais identificados na bacia do rio Paraíba do Sul são: Indústria, Abastecimento público e Mineração. Contudo, cada unidade de planejamento pode ter um uso prioritário diferente, demonstrando a heterogeneidade de usos superficiais na bacia. Os resultados apresentados em mapas apontam que há uma heterogeneidade espacial nos usos que deve ser considerada na elaboração das propostas de enquadramento para os corpos hídricos da região.

Tabela 3.9. Principais usos superficiais identificados na bacia do rio Paraíba do Sul considerando diferentes critérios e fontes de dados.

UP	CNARH – outorgas federais (ANA)	Banco de Outorgas – outorgas estaduais (IGAM, INEA ou DAEE)
Paraíba do Sul – Trecho paulista	Lançamento de Efluentes	Lançamento de Efluentes (outorgas) Abastecimento Humano (volume)
Médio Paraíba do Sul	Lançamento de Efluentes (outorgas) Abastecimento Industrial (volume)	Irrigação (outorgas) Abastecimento Humano (volume)
Sub-bacia do rio Pirai	Abastecimento humano (outorgas) Lançamento de efluentes (volume)	Dessedentação de animais (outorgas) Abastecimento humano (volume)
Preto-Paraibuna	Mineração (outorgas) Abastecimento Humano (volume)	Mineração (outorgas) Abastecimento Industrial (volume)
Piabanha	Abastecimento Humano	Irrigação (outorgas) Abastecimento Humano (volume)
Pomba e Muriaé	Mineração (outorgas) Abastecimento Humano (volume)	Irrigação (outorgas) Abastecimento Industrial (volume)
Rio Dois Rios	Abastecimento Humano	Dessedentação de Animais (outorgas) Abastecimento Humano (volume)
Baixo Paraíba do Sul	Irrigação	Dessedentação de Animais (outorgas) Abastecimento Industrial (volume)

3.3.4 Complementação dos usos – Oficinas e Dinâmicas Colaborativas

Os usos cadastrados foram complementados com o apoio dos usuários de água da bacia, detentores de conhecimento único sobre os recursos hídricos da região. A complementação dos usos foi conduzida em dois momentos distintos: i) oficinas de diagnóstico elaboradas entre 23 e 27 de outubro de 2023 conforme Tabela 3.10 sob responsabilidade da consultoria com membros dos comitês e convidados; ii) workshops de detalhamento dos usos elaborados entre 10/11/2023 e 10/12/2023 sob responsabilidade dos comitês e apoio da consultoria.

Tabela 3.10. Data das oficinas realizadas com os CBHs.

Data	Comitê
23/10/2023	CBH-PP
23/10/2023	COMPÉ
24/10/2023	CBH-MPS
25/10/2023	CBH-R2R
26/10/2023	CBH-BPSI
26/10/2023	CBH-PIABANHA
27/10/2023	CBH-PS

Desta forma, a elaboração do conteúdo apresentado na sequência deste documento foi realizada de forma colaborativa e participativa, com todos os interessados no processo de enquadramento de águas superficiais envolvidos com os recursos hídricos da bacia.

Aqueles que não conseguiram participar das atividades tiveram ainda a opção de enviar sua contribuição por formulários on-line e e-mail.

No total foram informados 278 usos na bacia do rio Paraíba do Sul. Os dados foram recebidos a partir de preenchimento de formulário enviado aos membros, indicação nos mapas enviados em PDF e e-mails dos membros dos CBHs. A espacialização de tais usos registrados não é possível já que a maioria dos registros não apresentaram coordenadas específicas, e sim indicações da localização de tais usos. A Figura 3.46 apresenta a divisão de tais recebimentos e a quantidade de informações registradas sobre usos por cada comitê é apresentada na Tabela 3.11. A tabela em anexo inclui todas as informações coletadas. Para cada uso informado, foi realizada a correlação da classe de qualidade requerida para tal uso. Nas situações que mais de um uso foi informado para o ponto em avaliação, para padronização foi utilizada a nomenclatura “uso múltiplo” e definida a classe mais restritiva dentro dos usos informados. A Figura 3.47 apresenta a composição dos usos registrados para a BHPS e a Figura 3.48 apresenta o resultado das classes de qualidade requeridas de acordo com os usos informados.

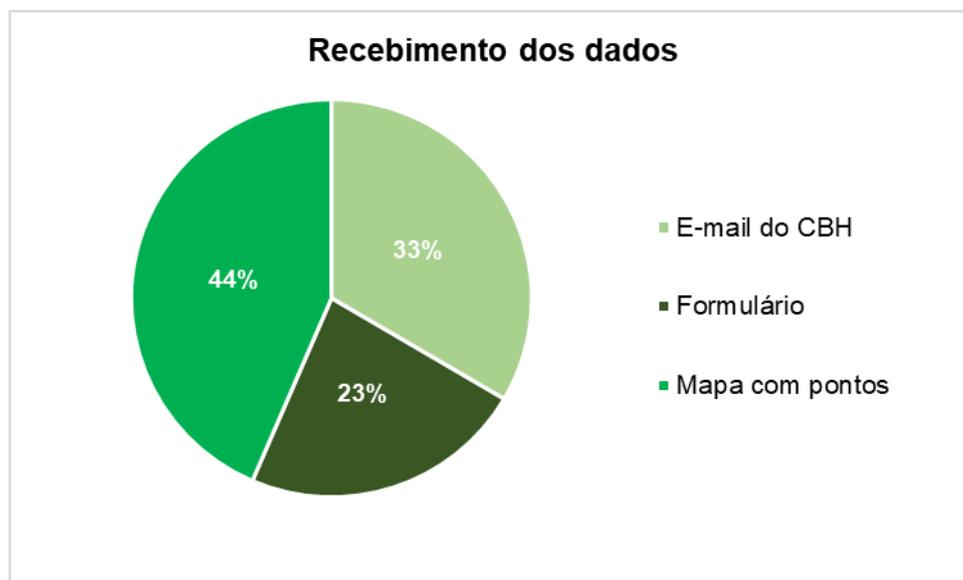


Figura 3.46. Recebimento das informações.

Tabela 3.11. Número de usos informados por CBH.

CBH	Usos informados
BPSI	2
COMPÉ	27
MPS	113

CBH	Usos informados
PIABANHA	93
PIRAÍ	3
PS	39
Não indicou o CBH	1
Total	278

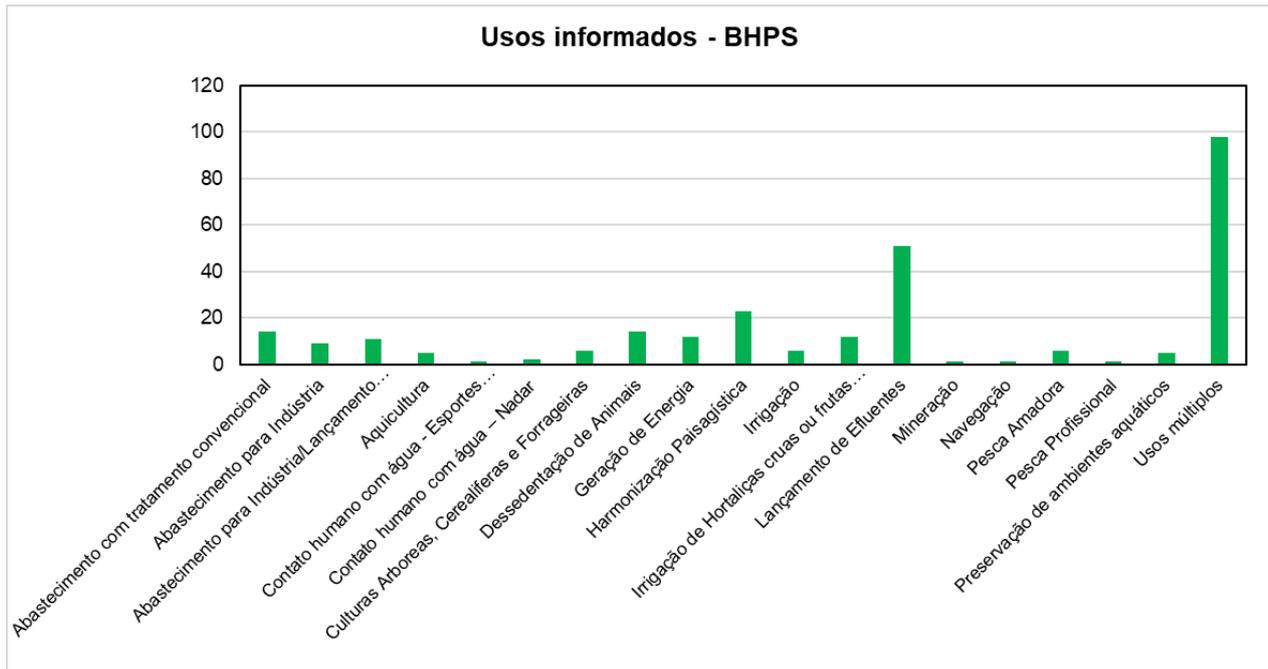


Figura 3.47. Usos informados para a BHPS.

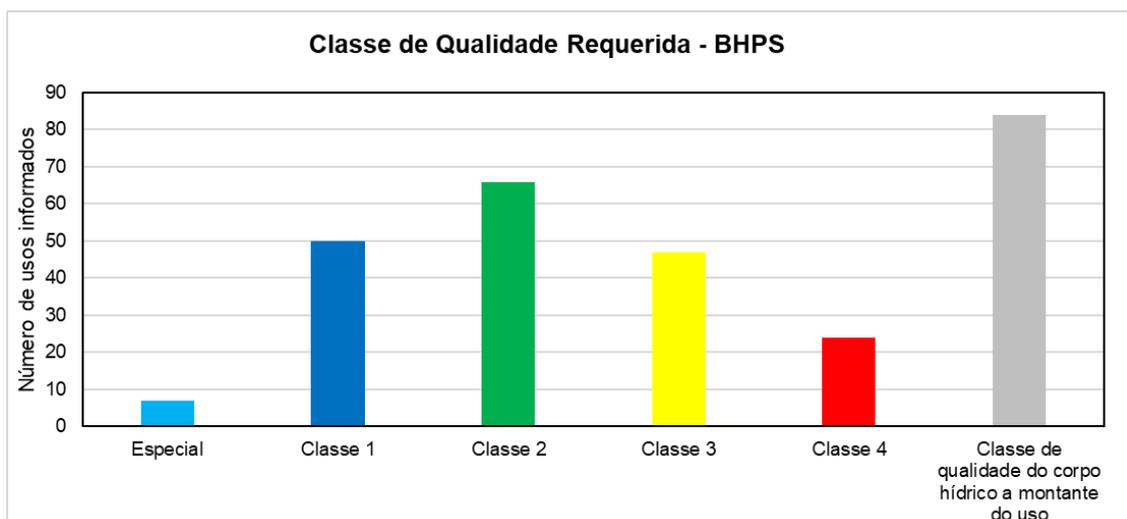
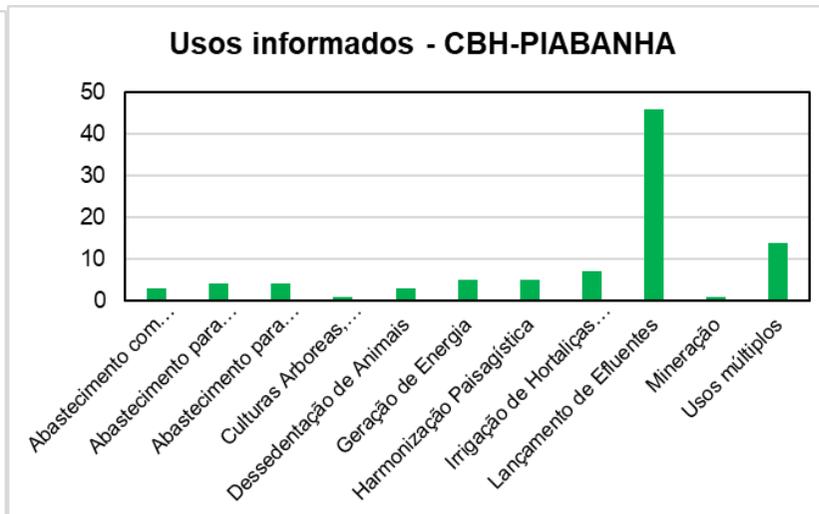
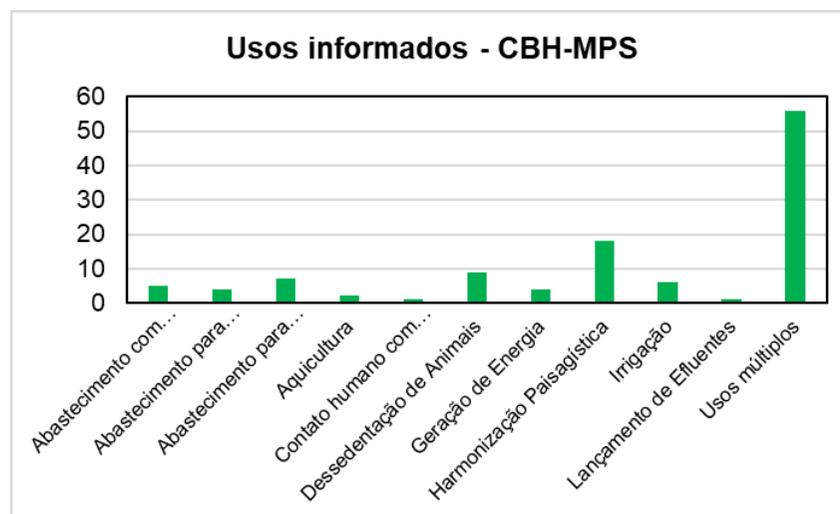
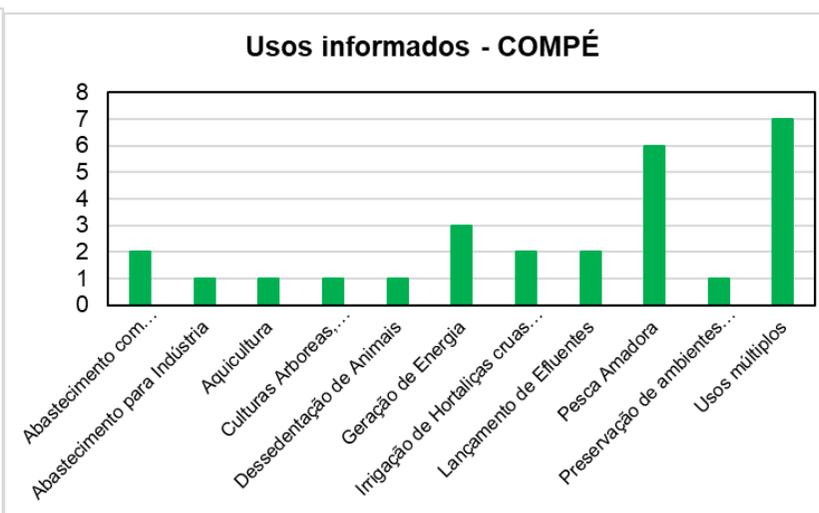
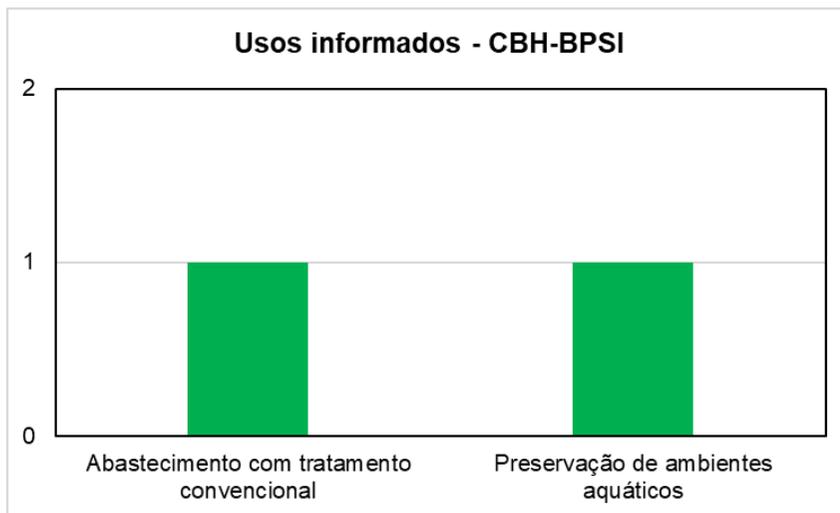


Figura 3.48. Classes de qualidade requerida segundo usos informados para a BHPS.

A Figura 3.49 a seguir apresenta os usos indicados por cada comitê. Com relação as classes de qualidade exigidas, a Figura 3.50 apresenta o resumo para cada comitê.



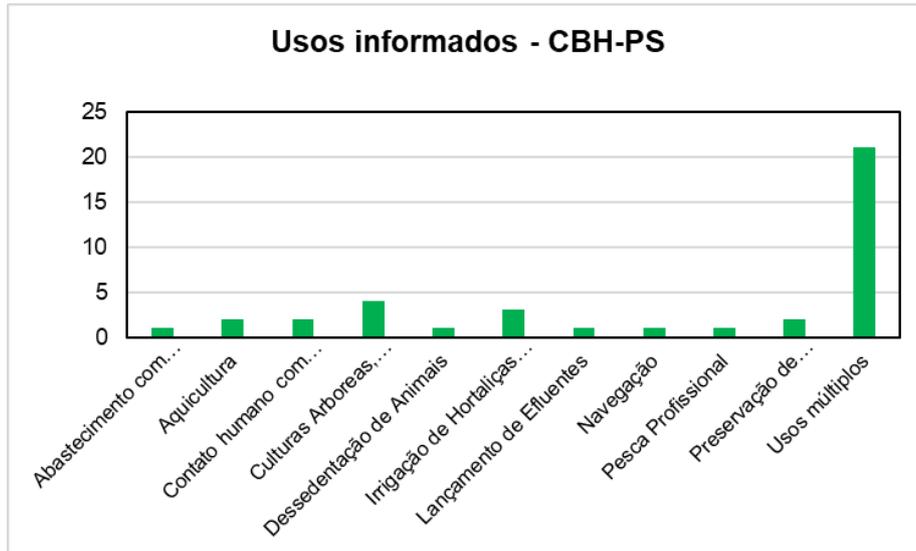
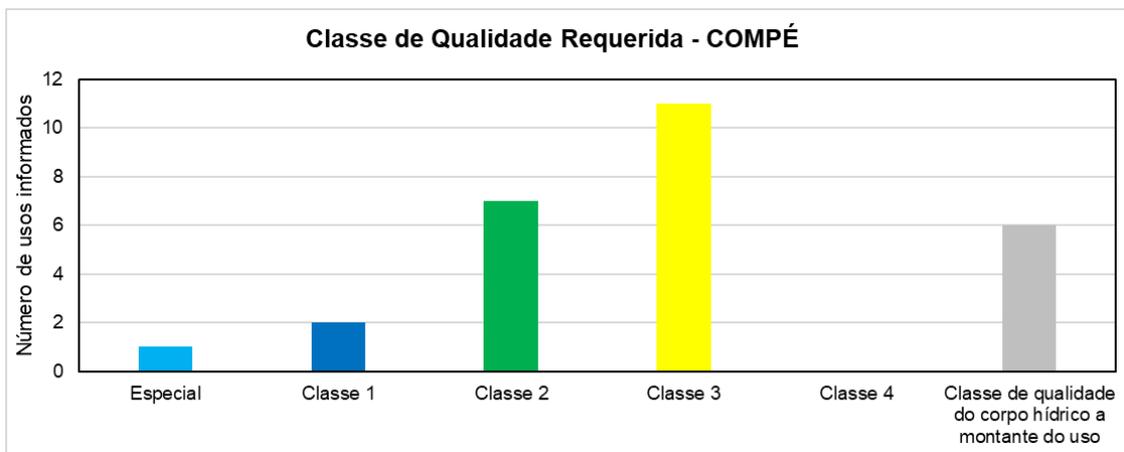
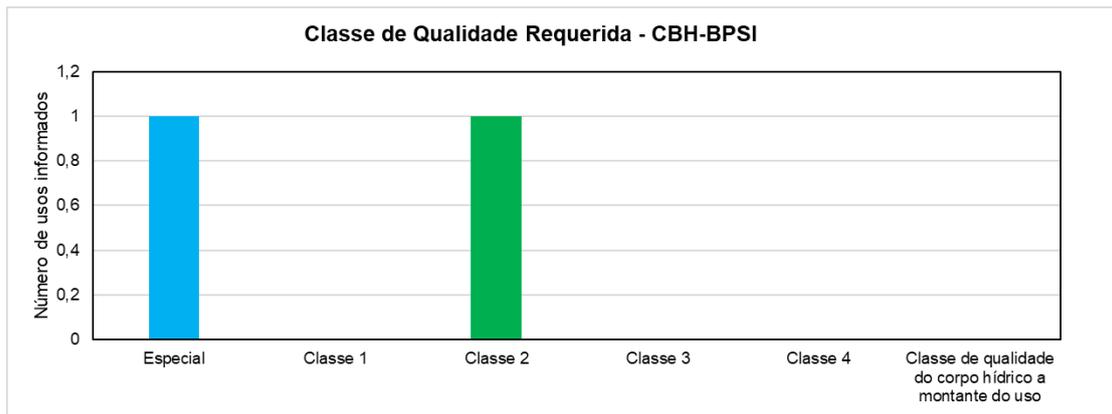
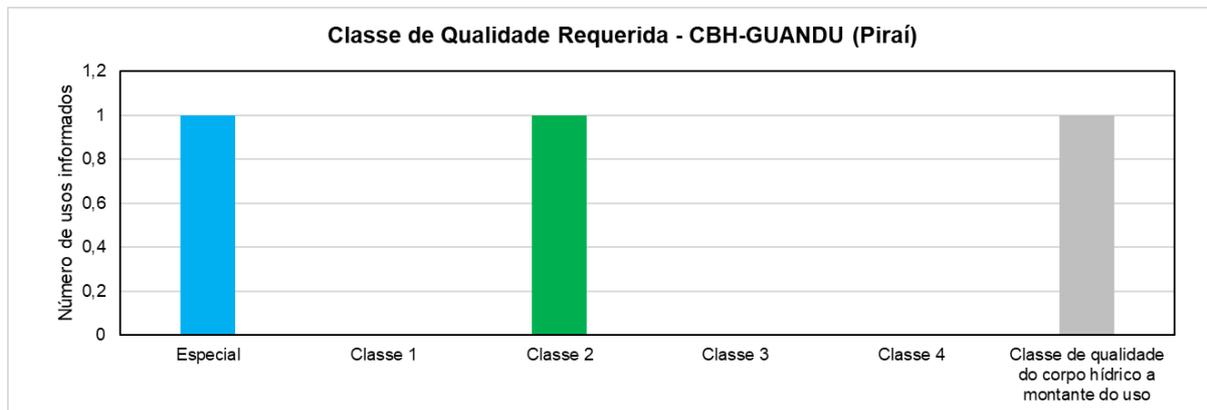
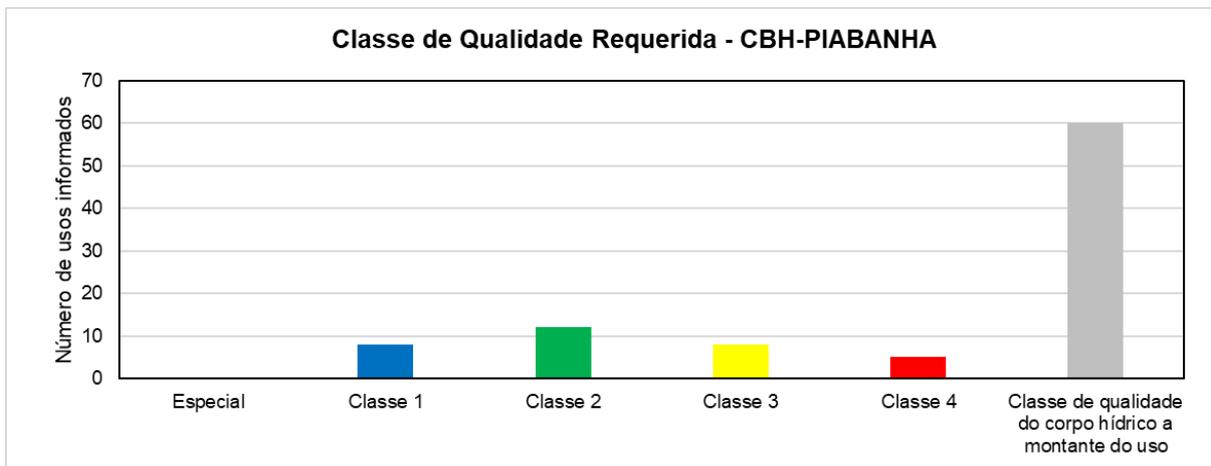
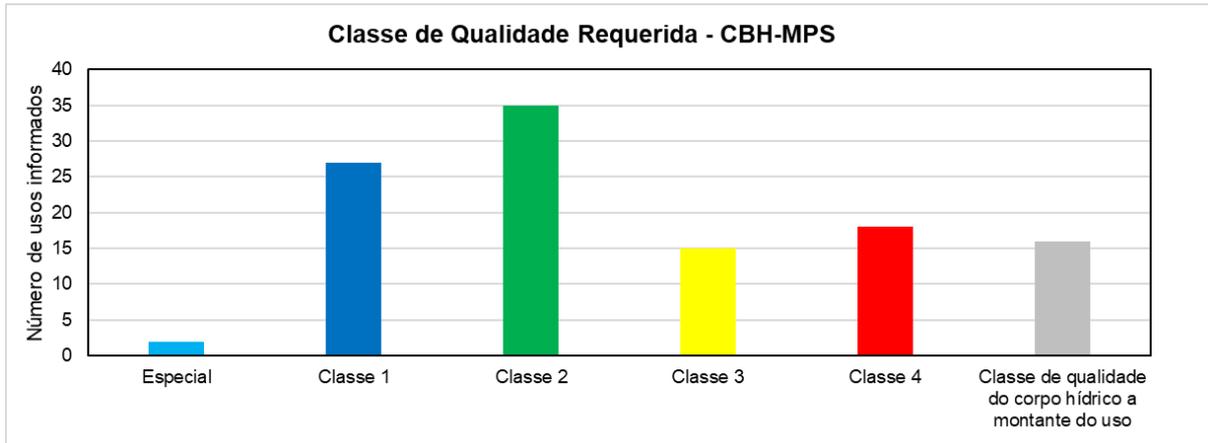


Figura 3.49. Usos informados pelos CBHs.





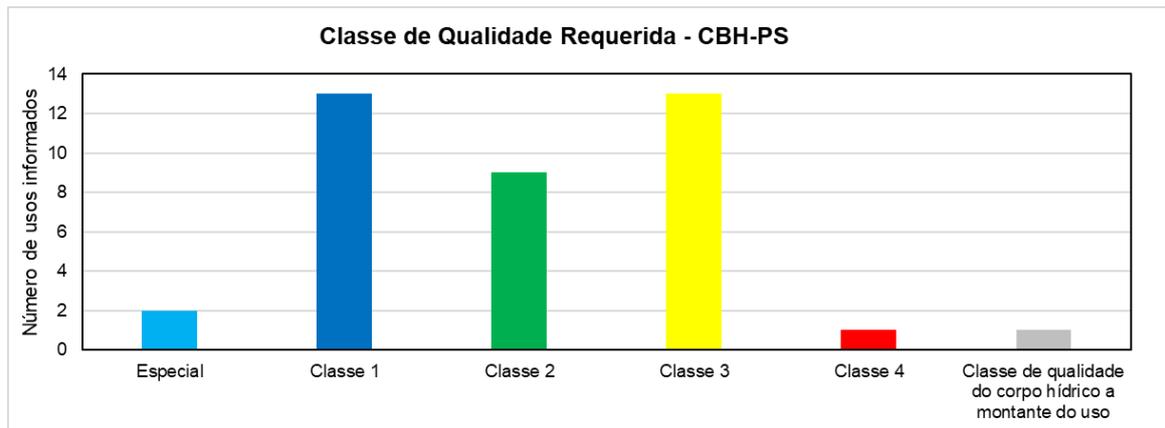


Figura 3.50. Classes requeridas de acordo com os usos informados para por cada CBH.

Cabe ressaltar que tais informações são qualitativas, ou seja, não é possível quantificar a demanda para cada uso indicado pelos atores. Porém, tais informações serão cruciais na etapa de construção do enquadramento, pois será fundamental entender quais os usos existentes nos rios para definição das metas de enquadramento.

Ainda, destaca-se que as classes indicadas aqui são referentes aos usos indicados pelos atores do CBH. Dentre estes usos, alguns requerem classe especial, 1, 2, 3 e 4, porém as classes indicadas nestes usos serão avaliadas durante e após a etapa de modelagem de qualidade da água.

3.3.5 Síntese dos usos na bacia do rio Paraíba do Sul

A avaliação dos principais usos das águas superficiais na bacia do rio Paraíba do Sul considerou a utilização de quatro fontes de dados: o CNARH gerenciado pela ANA; e três bancos de outorgas gerenciados por DAEE, IGAM e INEA para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, respectivamente.

A análise demonstrou que cada Unidade de Planejamento do rio Paraíba do Sul possui característica específica, sendo necessário uma avaliação específica para fins de quantificação de demanda e carga poluidora devido aos usos identificados. De maneira geral, os principais usos de águas superficiais são: Indústria, Abastecimento público e Mineração.

As análises consideraram o uso de quatro fontes de dados diferentes, gerenciados por entidades federais (ANA) e estaduais (INEA, IGAM e DAEE). Cada banco de dados utilizado possui sua própria classificação de usos e forma de armazenamento de dados, alguns apresentando diversas informações sobre o usuário e uso da água e outros

apresentando poucas informações. Em termos de gestão, todos os dados necessários estão disponibilizados nas bases, tipo de uso, localização e volumes. Porém a problemática está na padronização do preenchimento das informações e na consolidação dos dados. Para a construção do enquadramento, foi proposta padronização da classificação dos usos, conforme já apresentado anteriormente. Porém, para gestão da bacia como um todo é necessário prever a integração das bases. A integração das informações irá aprimorar a análise e conclusão acerca dos principais usos de água na bacia, sendo descritos de forma mais assertiva por meio de uma padronização única adotada pelos gestores dos bancos de dados de outorga federal e estaduais.

Outra melhoria observada é referente a padronização de dados coletados na elaboração dos bancos de dados de outorga. Observa-se que cada estado segue normas diferentes, com dados e informações diferentes sendo preenchidas nos bancos de dados. A padronização de tipos de usos, finalidades, pontuação decimal, nomeação de atributos e afins deve ser realizada de forma conjunta e estendida para outras regiões no estado, supervisionados pela ANA.

4 Diagnóstico Qualitativo

4.1 Pontos de monitoramento

4.1.1 Metodologia

A avaliação da qualidade da água nos pontos de monitoramento existentes na bacia do rio Paraíba do Sul foi desenvolvida com base na conformidade dos dados de qualidade da água em relação às classes de uso da água definidas na Resolução CONAMA nº 357/2005 para cada parâmetro. A avaliação foi realizada utilizando os dados disponíveis no período de 1974 a 2023, atualizando as séries de dados e pontos de monitoramento existentes na bacia.

Os dados referentes ao monitoramento de qualidade da água na bacia foram disponibilizados pelos órgãos gestores de recursos hídricos em São Paulo (CETESB), Minas Gerais (IGAM) e Rio de Janeiro (INEA). Adicionalmente, o CBH-Piabanha disponibilizou dados de sua rede de monitoramento específica para este comitê afluyente.

Foi dada prioridade para a análise dos seguintes parâmetros: Oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH₄), Nitrato (NO₃), e Coliformes Termotolerantes (CT). Estes parâmetros são usualmente representados por modelos matemáticos de qualidade da água, que constituem a base para projeção de usos e da qualidade da água na bacia em cenários de curto, médio e longo prazo. Adicionalmente, com objetivo de avaliar possíveis poluições devido a atividade agropecuária e industrial, alguns parâmetros referentes a metais pesados também foram avaliados (Alumínio, Chumbo, Cádmiio, Ferro e Manganês).

Assim como considerado no PIRH-PS, os dados foram separados em períodos hidrológicos marcados por precipitações (úmido) e estiagem (seco). Os meses de novembro a abril definiram os meses úmidos enquanto os meses de maio a outubro definiram os meses secos. Essa divisão foi realizada com o intuito de verificar varrições sazonais através da diluição ou não dos valores médios de cada parâmetro.

Ao final da análise foi realizada uma síntese dos resultados obtidos para cada parâmetro nos pontos monitorados.

4.1.2 Pontos considerados

A rede de monitoramento de qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul avaliada é composta por 269 pontos classificados na Tabela 4.1 por unidade de planejamento conforme a sua localização. Dos 269 pontos de monitoramento de qualidade da água existentes na bacia do rio Paraíba do Sul, 36 (13,4%) estão em São Paulo, 47 (17,5%) em Minas Gerais e 186 (69,1%) no Rio de Janeiro. Os pontos estão apresentados no Anexo IV.

Tabela 4.1. Número de pontos de monitoramento na bacia do rio Paraíba do Sul classificados por unidade de planejamento.

Unidade de Planejamento	Nº Pontos
Paraíba do Sul (Trecho Paulista)	36
Preto - Paraibuna	21
Pomba - Muriaé	26
Médio Paraíba Sul	24
Piabanha	126
Rio Dois Rios	5
Baixo Paraíba Sul	27
Sub-Bacia do Rio Pirai	4
Total	269

As figuras a seguir apresentam a rede de monitoramento em mapas conforme as Unidades de Planejamento (UP's).

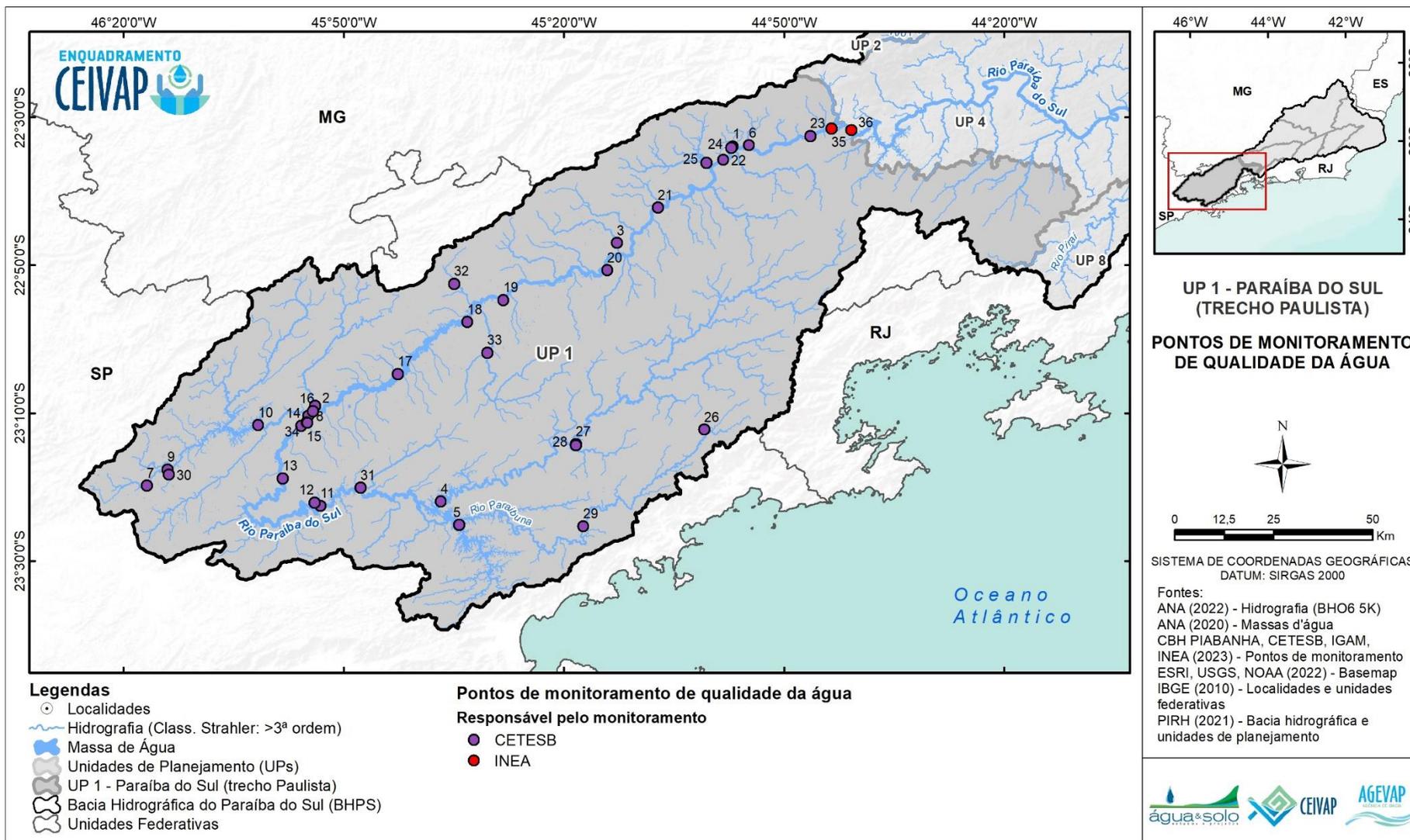


Figura 4.1. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 1 – Paraíba do Sul (Trecho Paulista).

Fonte: Elaboração Própria.

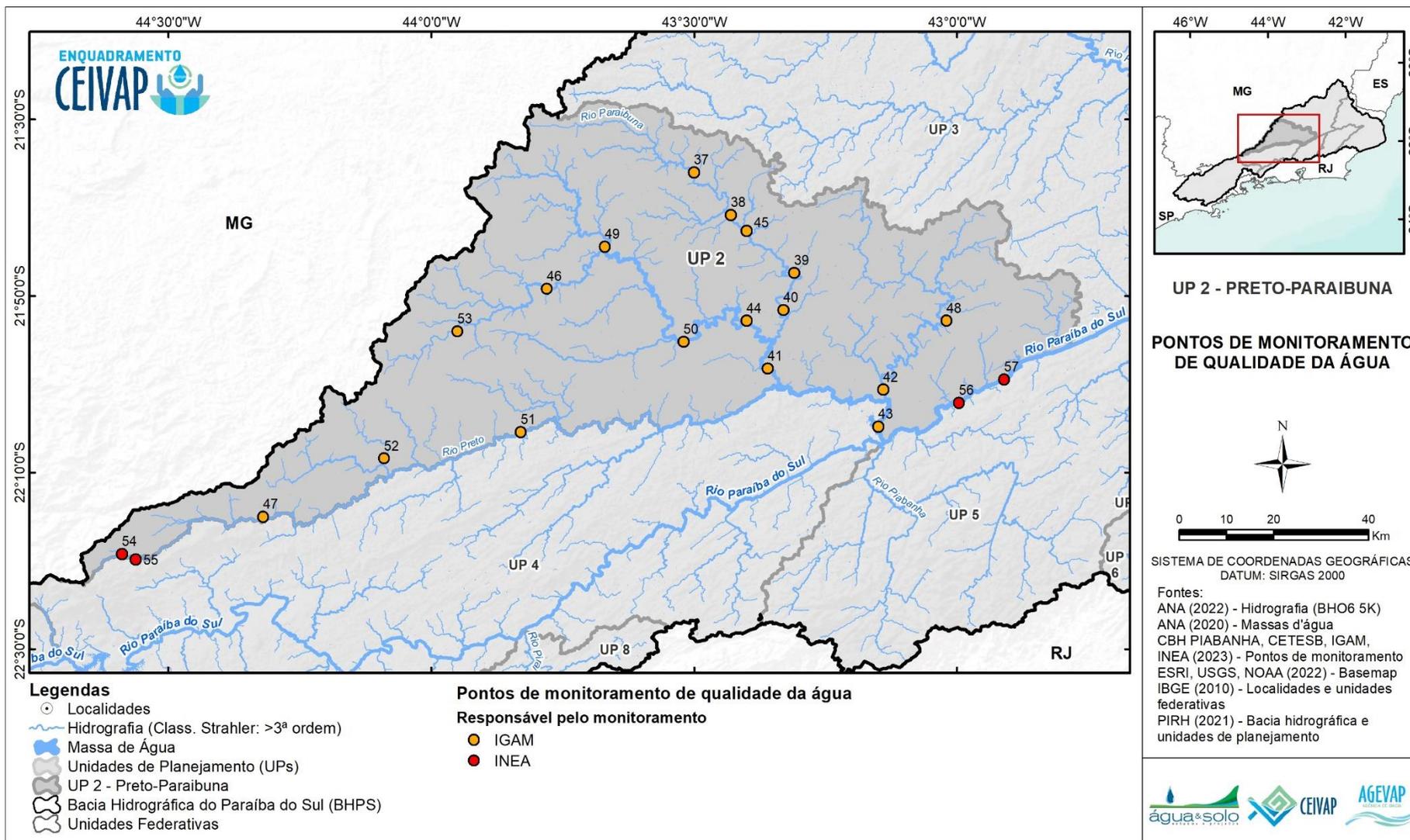


Figura 4.2. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 2 – Preto - Paraíba.
Fonte: Elaboração Própria.

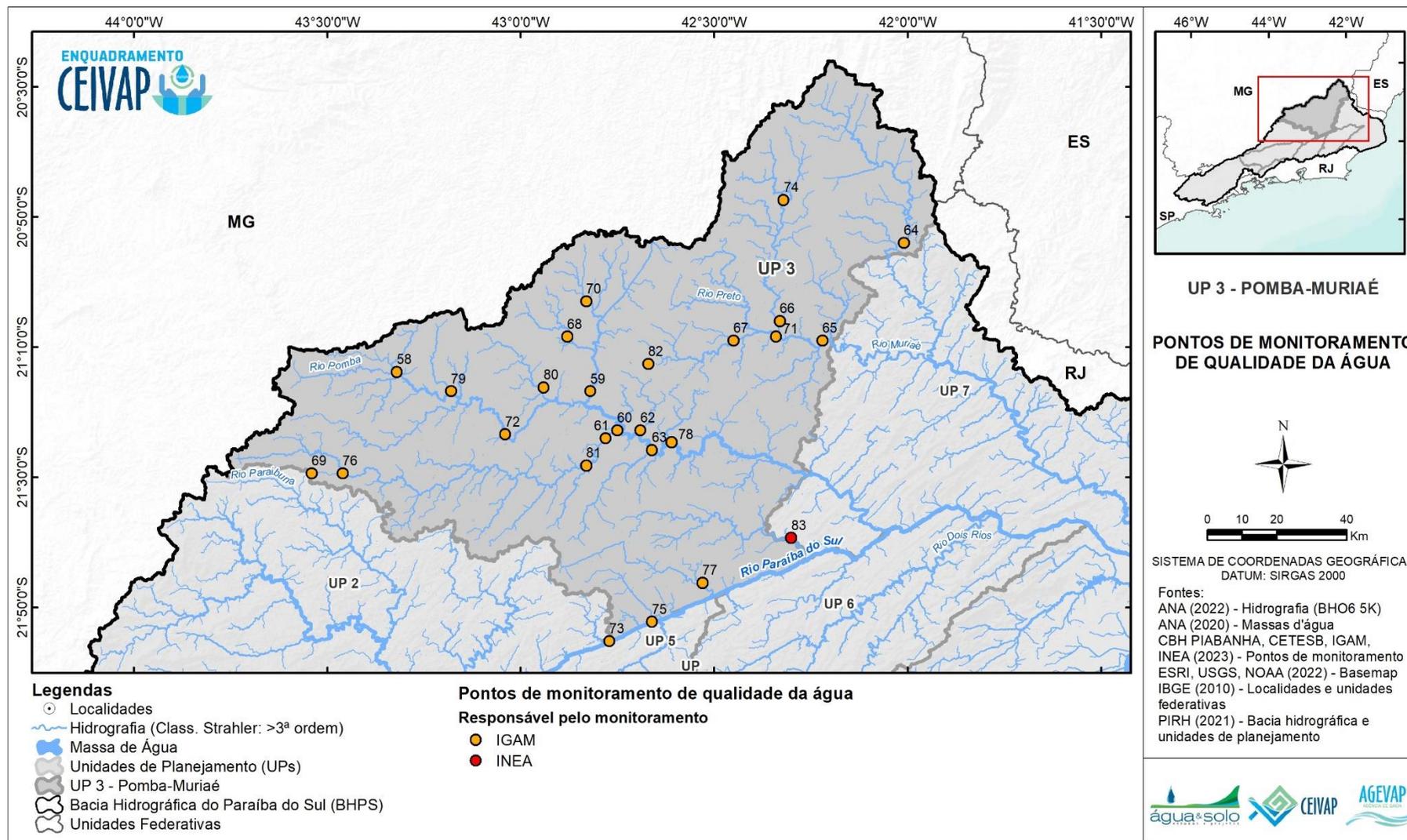


Figura 4.3. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 3 – Pomba - Muraié.

Fonte: Elaboração Própria.

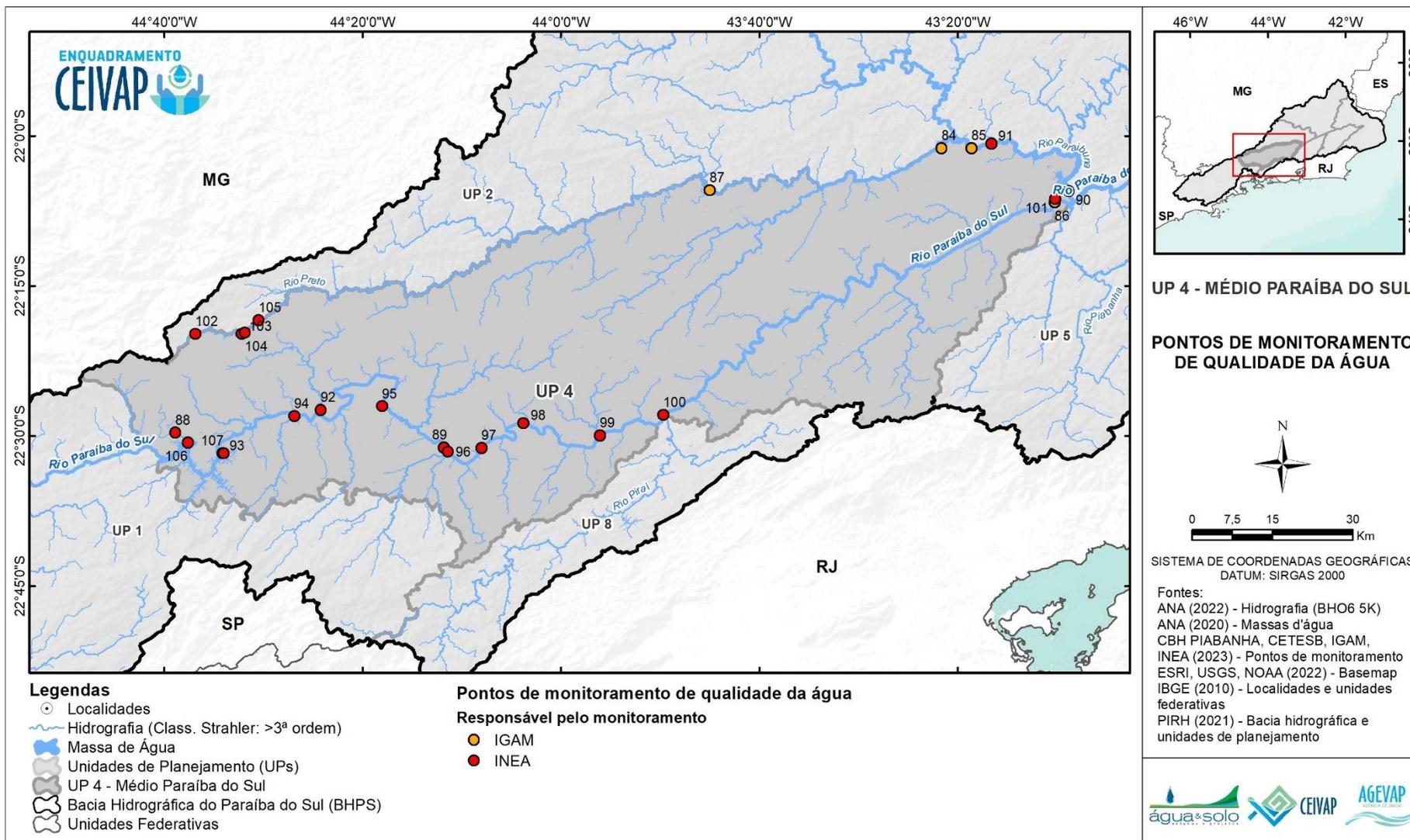


Figura 4.4. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 4 – Médio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria.

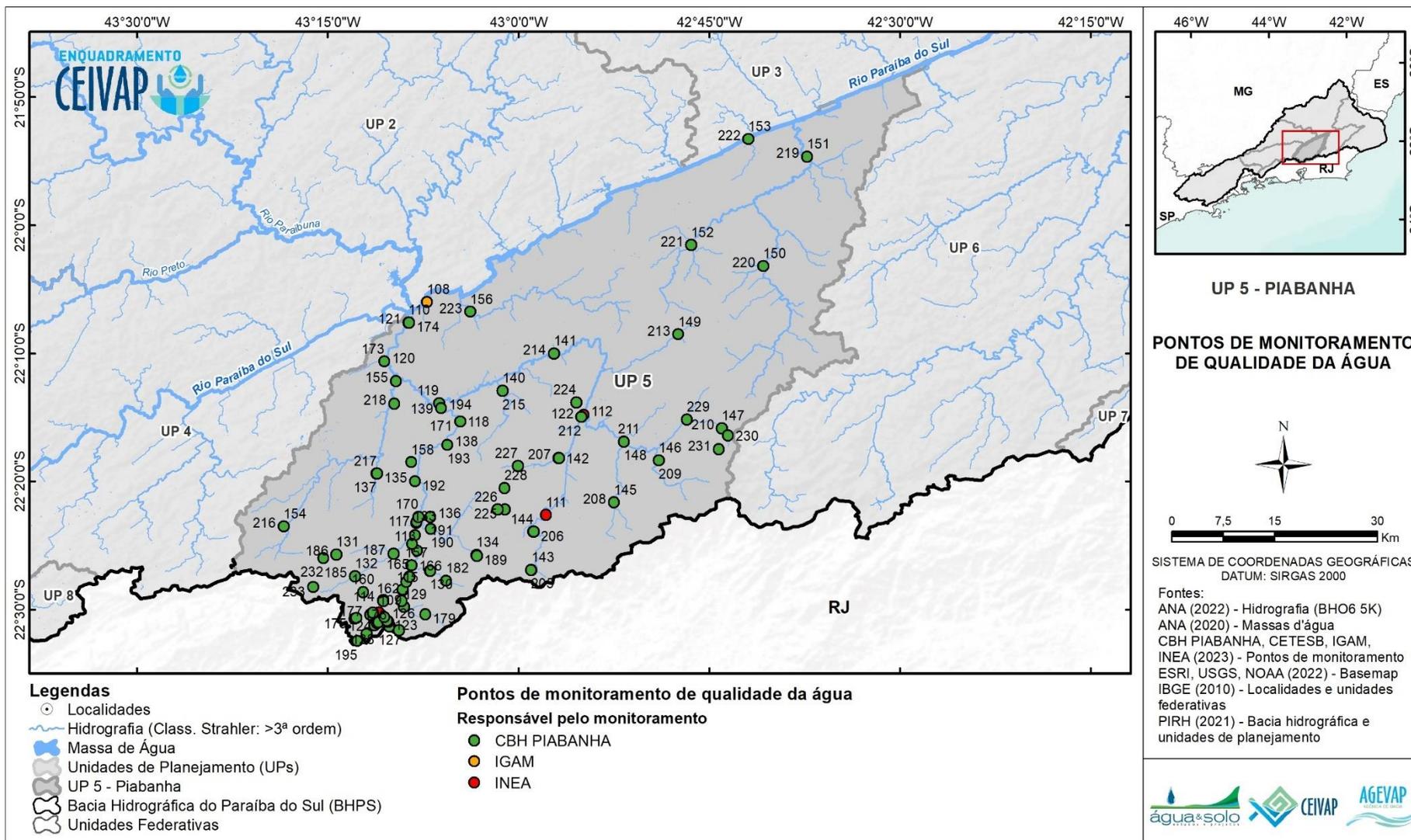


Figura 4.5. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 5 – Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria.

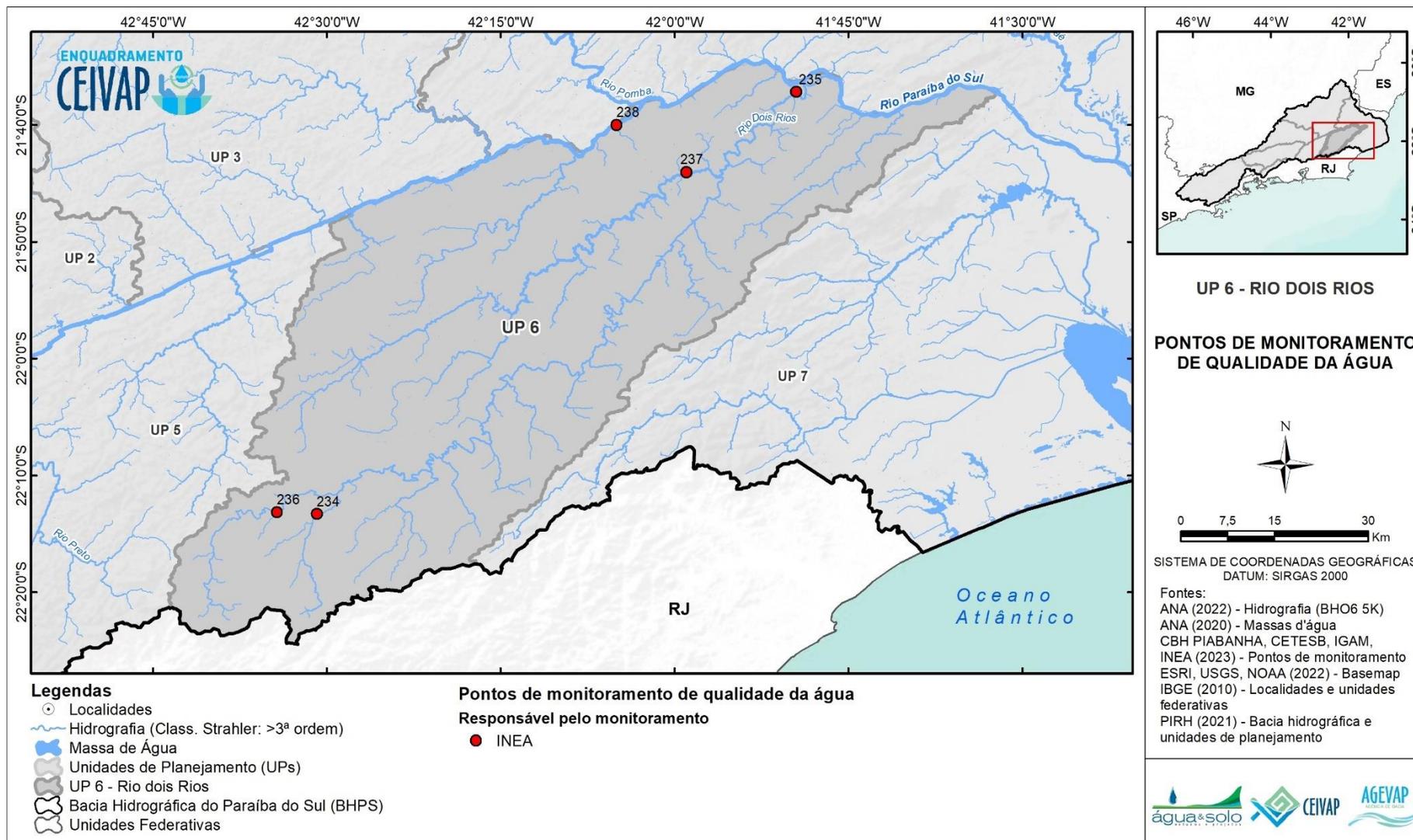


Figura 4.6. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 6 – Rio Dois Rios.

Fonte: Elaboração Própria.

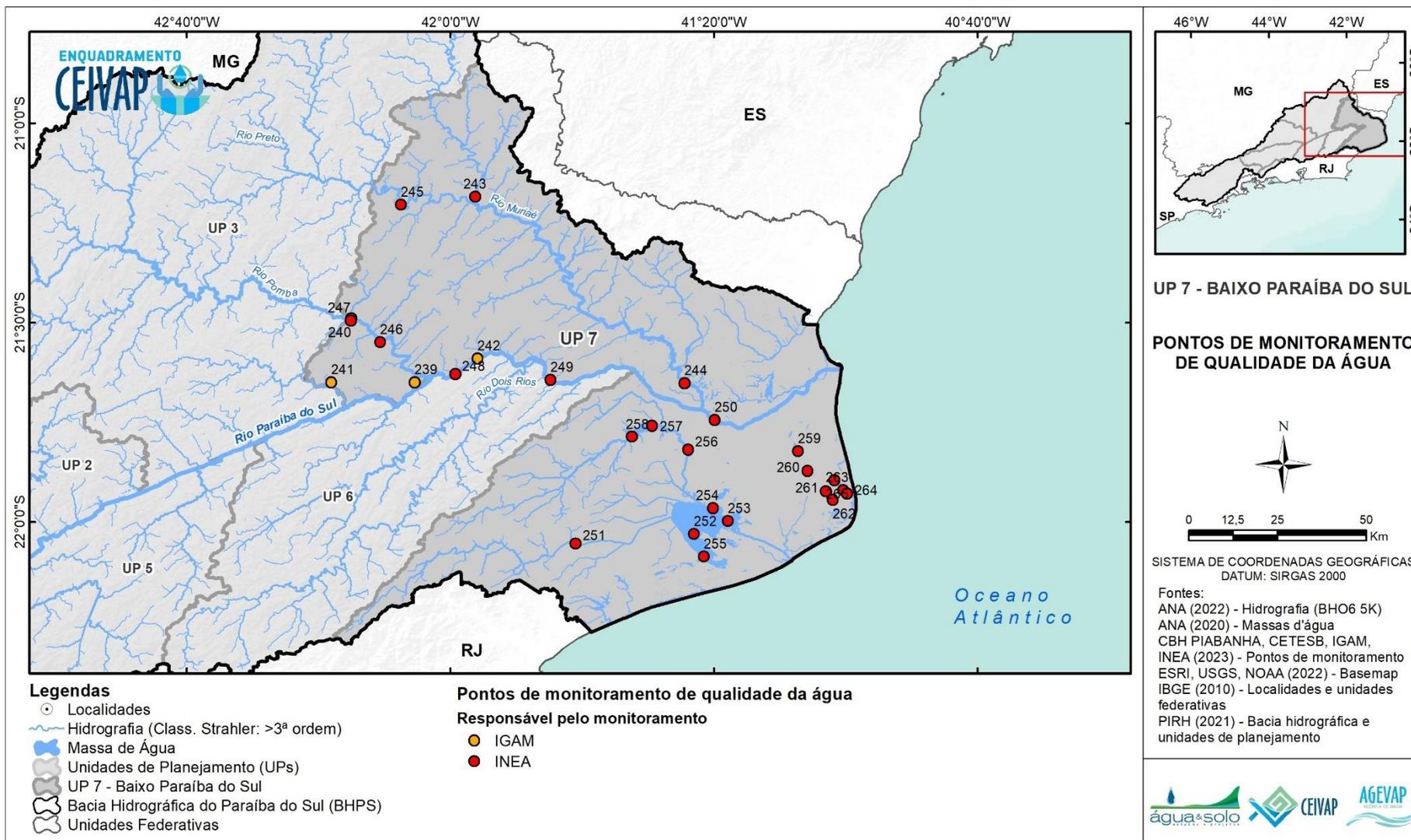


Figura 4.7. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 7 – Baixo Paraíba do Sul .

Fonte: Elaboração Própria.

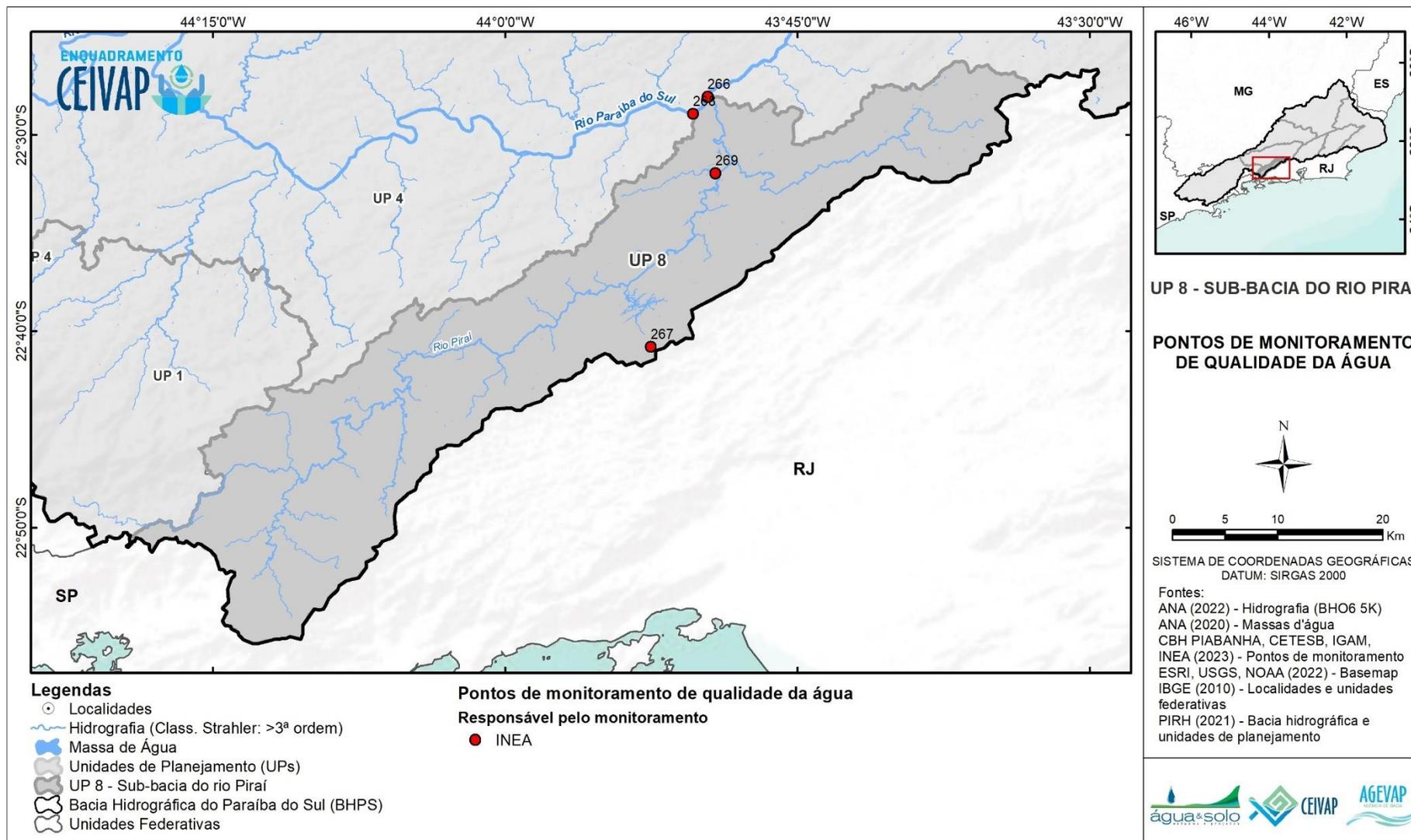


Figura 4.8. Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água na UP 8 – Sub-Bacia do Rio Pirai.

Fonte: Elaboração Própria.

4.1.3 Resultados

4.1.3.1 UP1 - Paraíba do Sul (Trecho paulista)

4.1.3.1.1 Oxigênio Dissolvido

A avaliação da conformidade em classes para oxigênio dissolvido no trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul indicou condições diferentes ao longo da bacia. Há locais de monitoramento com percentual elevado de condições compatíveis com Classe IV, contudo, alguns pontos apresentam praticamente todos os dados monitorados como compatíveis com Classe I. A análise de sazonalidade apontou que as maiores concentrações de oxigênio dissolvido nesta porção da bacia são encontradas durante os períodos secos.

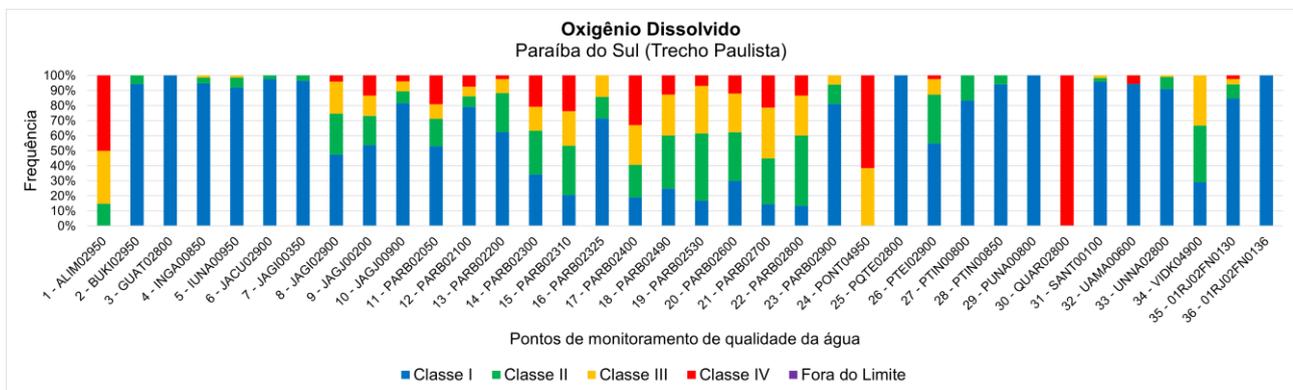


Figura 4.9. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

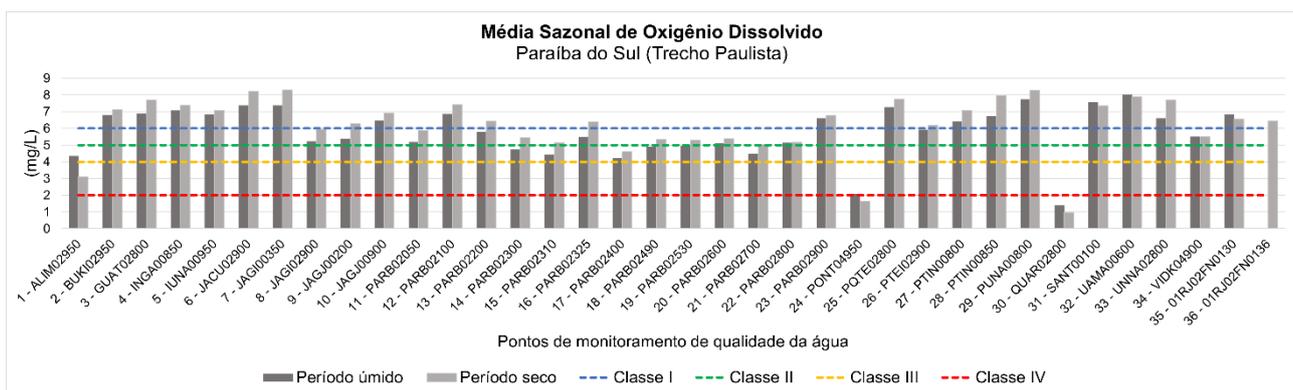


Figura 4.10. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A análise de DBO na UP apresentou a maioria dos pontos de monitoramento com frequência de conformidade compatível com águas de Classe I, enquanto apenas um ponto,

P24, apresentou maior frequência na Classe IV, localizado no Ribeirão Passo-Vinte e um ponto na Classe III, próximo do município de Santa Isabel (Figura 4.11). Os gráficos de sazonalidade apontam que as concentrações de DBO, assim como OD, aumentam durante os períodos secos (Figura 4.12).

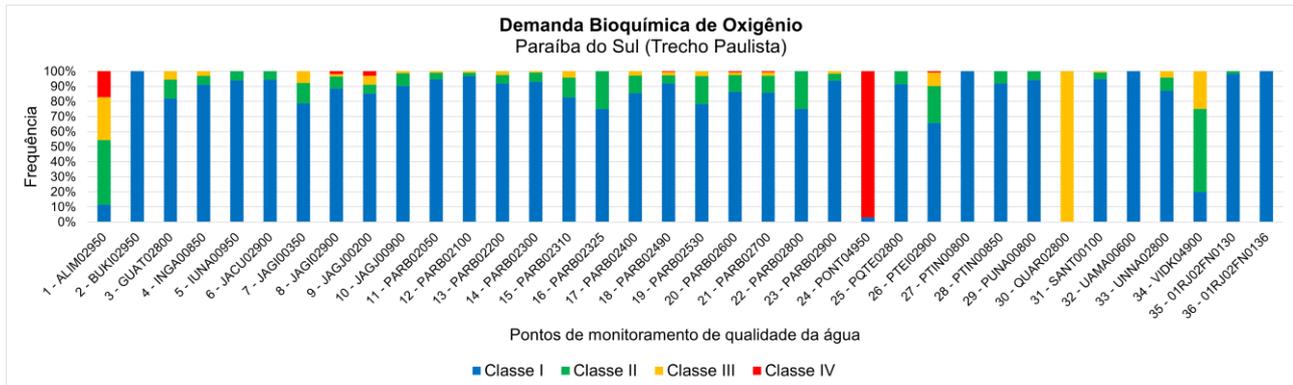


Figura 4.11. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

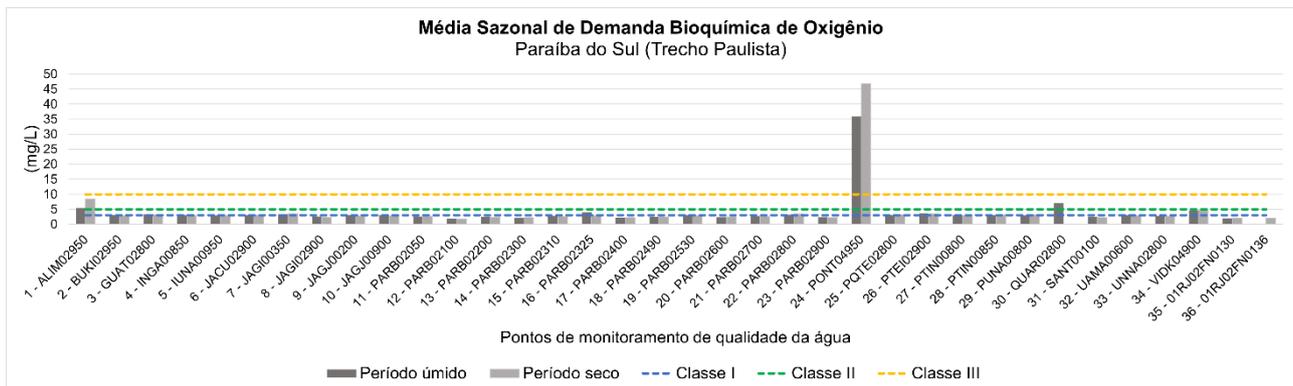


Figura 4.12. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.3 Nitrogênio

Os valores de nitrogênio amoniacal se mantiveram compatíveis com águas de Classe I (Figura 4.13), com sazonalidade apresentando concentrações maiores durante o período seco (Figura 4.14). Novamente, os pontos 24, localizado numa das cabeceiras do rio Paraíba do Sul, e 30 (Santa Isabel) apresentaram alta frequência em Classes III e IV.

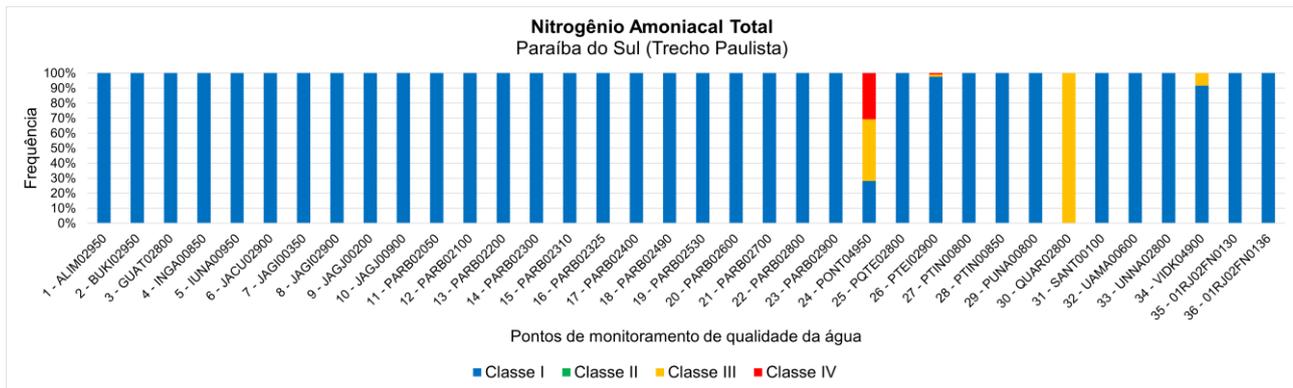


Figura 4.13. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

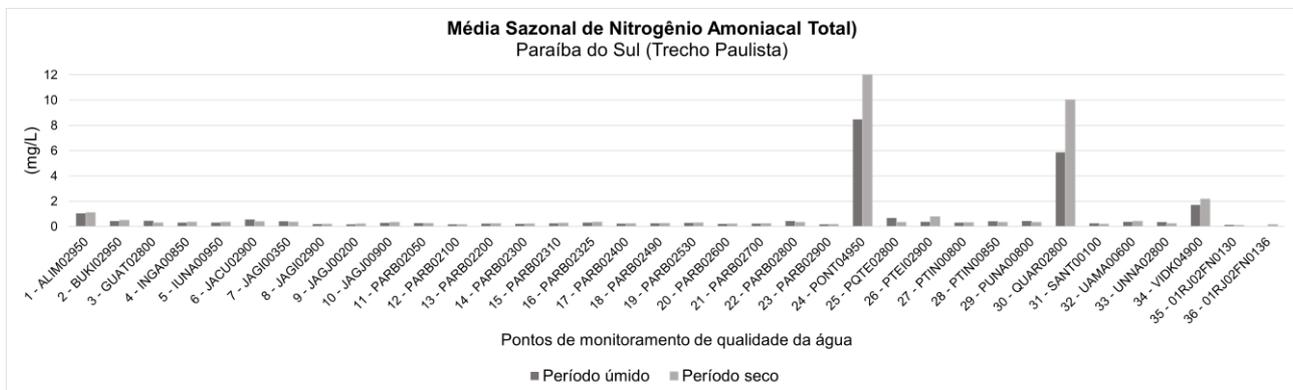


Figura 4.14. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

Os valores de nitrato se mantiveram compatíveis com águas de Classe I. A sazonalidade das concentrações apresentou variações, impossibilitando a identificação de um período hidrológico com predominância de concentrações maiores.

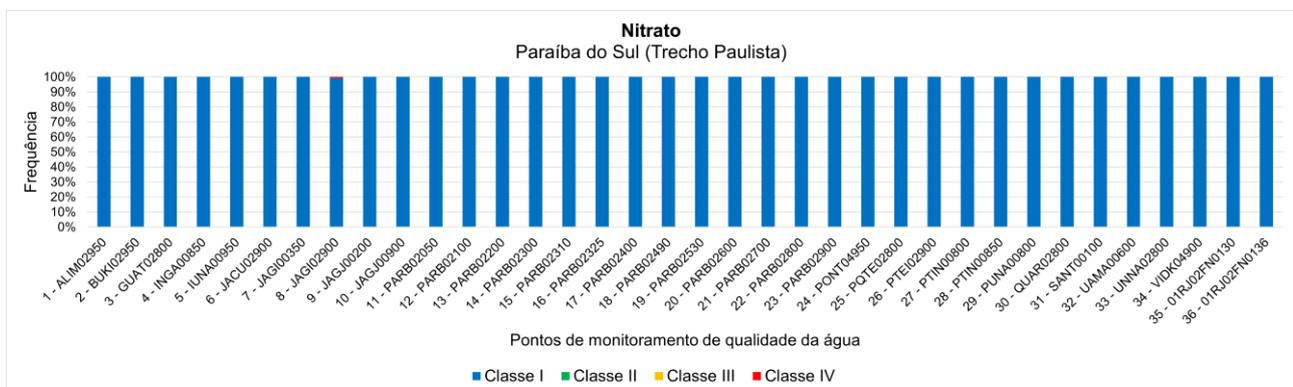


Figura 4.15. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

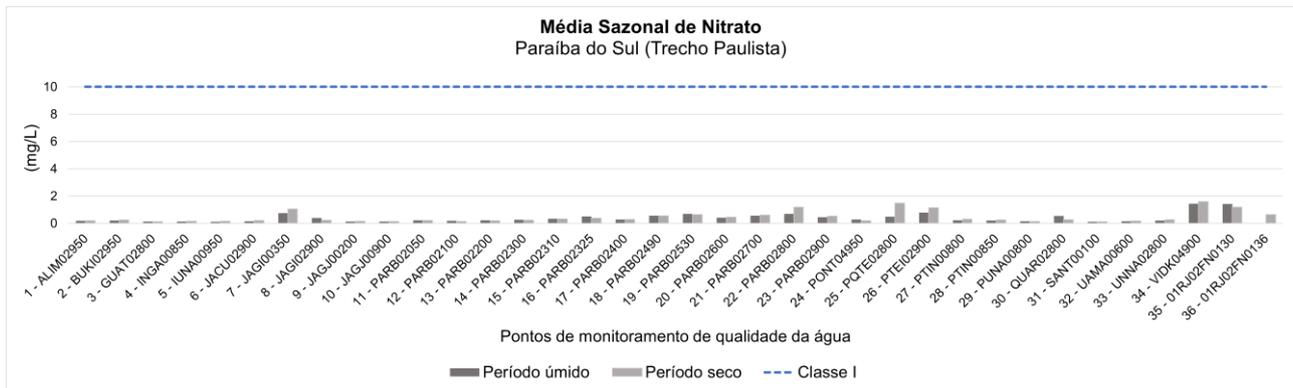


Figura 4.16. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo apresentam valores compatíveis com águas de boa qualidade, com maior permanência em Classes I ou II, exceto para os pontos 1, 24, 30, 34 e 35 (Figura 4.17). Observa-se a repetição da baixa qualidade nos pontos 24 e 30. O ponto 1 está localizado no centro do município de Cruzeiro, o ponto 34 em São José dos Campos e o 35 a jusante de Queluz. A avaliação das elevadas concentrações de fósforo no ponto P24 será investigada em maiores detalhes durante a modelagem de qualidade da água na bacia. Assim como para o nitrato, a sazonalidade das concentrações apresentou variações, impossibilitando a identificação de um período hidrológico com predominância de concentrações maiores (Figura 4.18).

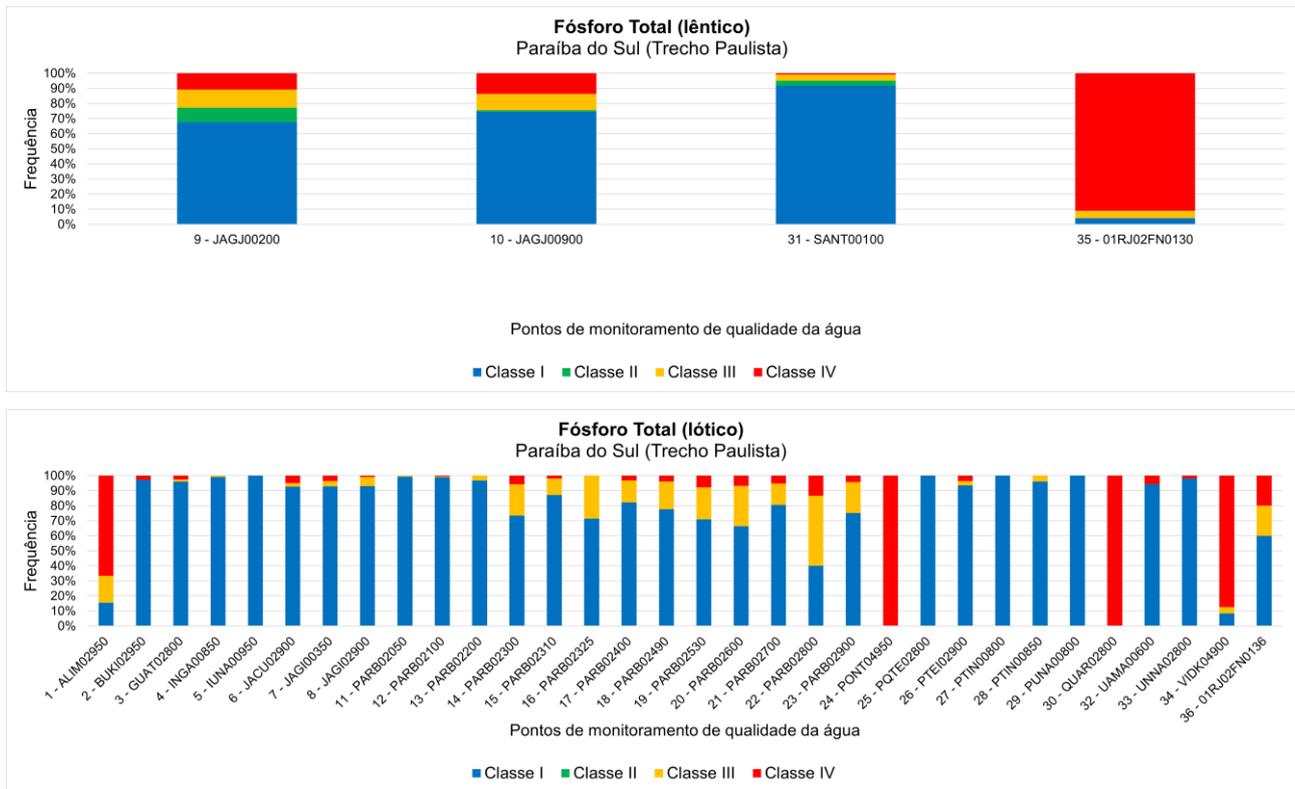


Figura 4.17. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

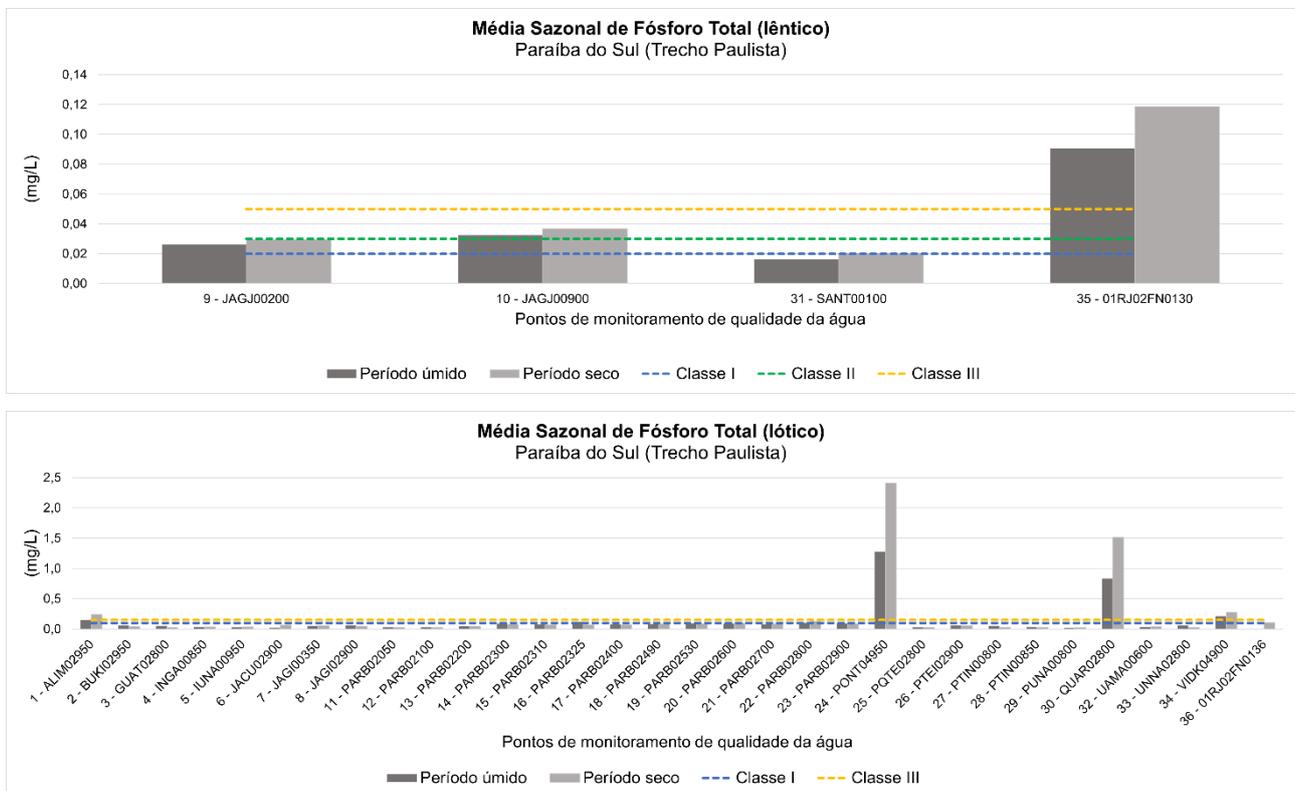


Figura 4.18. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.5 Coliformes Termotolerantes

As concentrações de Coliformes Termotolerantes são compatíveis com águas superficiais de baixa qualidade na maioria dos pontos de monitoramento, grande parte deles junto ou próximos de aglomerações urbanas (Figura 4.19). A análise de sazonalidade indica distribuições diferentes a depender do ponto de monitoramento considerado assim como coletas heterogêneas ao longo do ano, não sendo possível concluir se há um período hidrológico com maiores concentrações na unidade de planejamento (Figura 4.20).

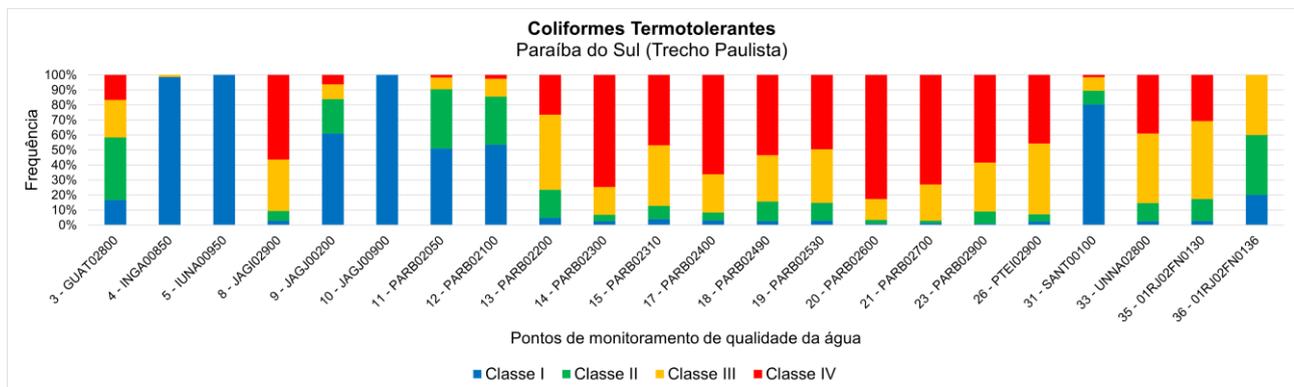


Figura 4.19. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

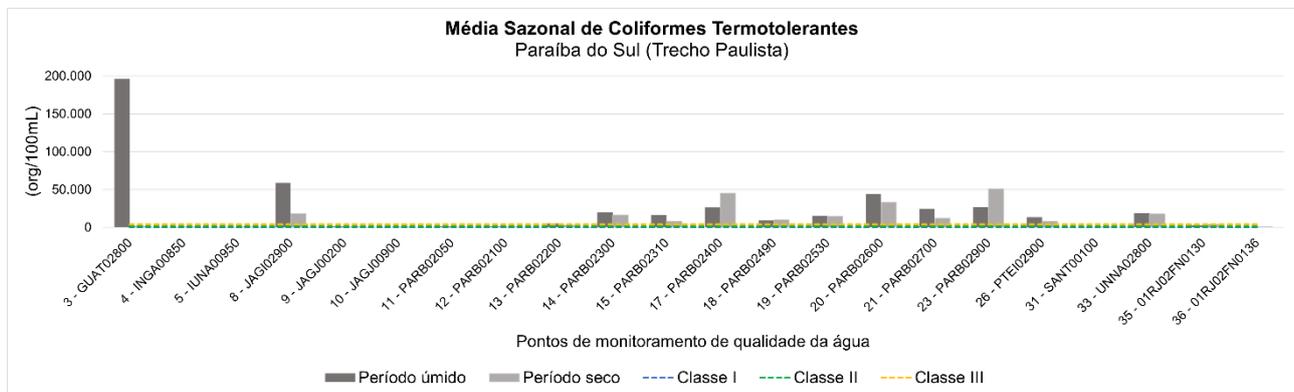


Figura 4.20. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.6 Alumínio

O Alumínio dissolvido se mostrou presente em praticamente todos os pontos de monitoramento, com concentrações compatíveis com Classe III ou IV (Figura 4.21), enquanto o ponto 24 apresenta o maior valor médio entre todos os pontos (Figura 4.22). Ao removê-lo do gráfico, é possível concluir que os períodos chuvosos apresentam as maiores

concentrações de alumínio dissolvido nas águas desta unidade de planejamento (Figura 4.23).

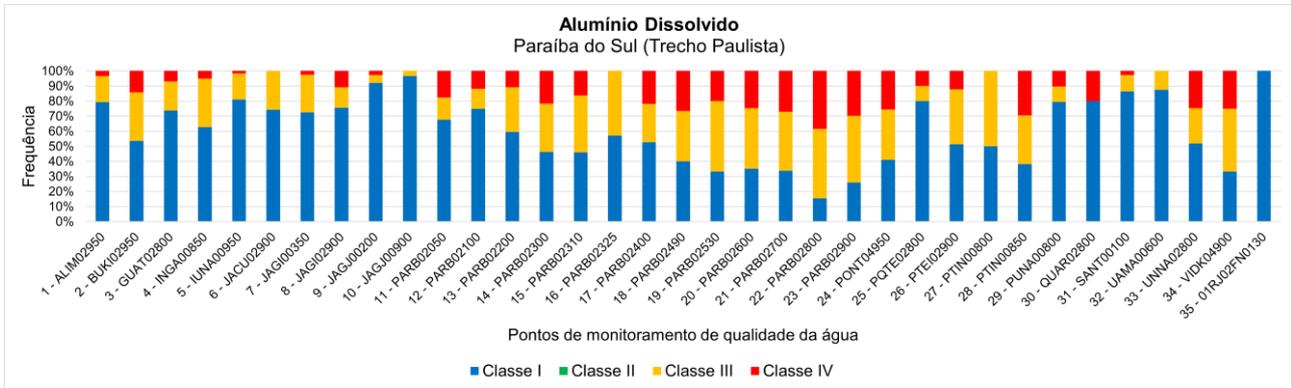


Figura 4.21. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

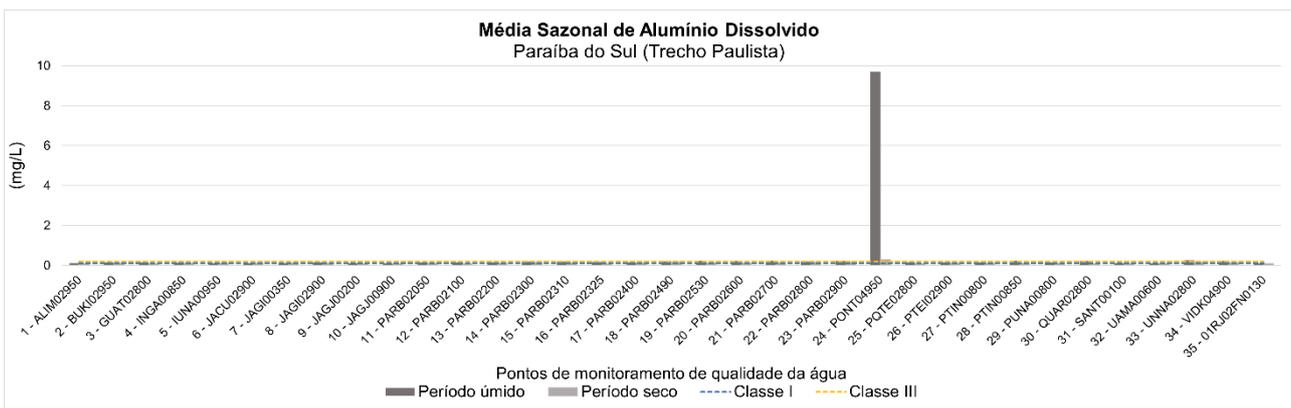


Figura 4.22. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

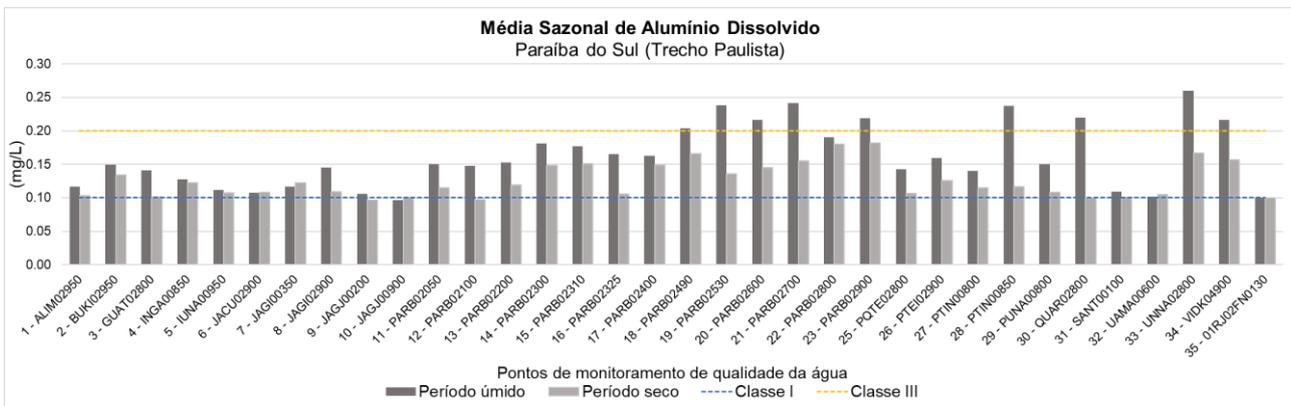


Figura 4.23. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista, removendo o ponto 24.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.7 Chumbo

Assim como observado para o Alumínio Dissolvido, as concentrações de Chumbo nas águas desta unidade de planejamento também demonstraram valores elevados, compatíveis com águas de Classe III e IV em alguns pontos de monitoramento. Porém, todos os pontos também apresentaram acima de 30% das amostras analisadas em Classe I durante o período amostrado. (Figura 4.24). A avaliação de períodos hidrológicos indica que períodos úmidos possuem maiores concentrações observadas nas campanhas de monitoramento (Figura 4.25).

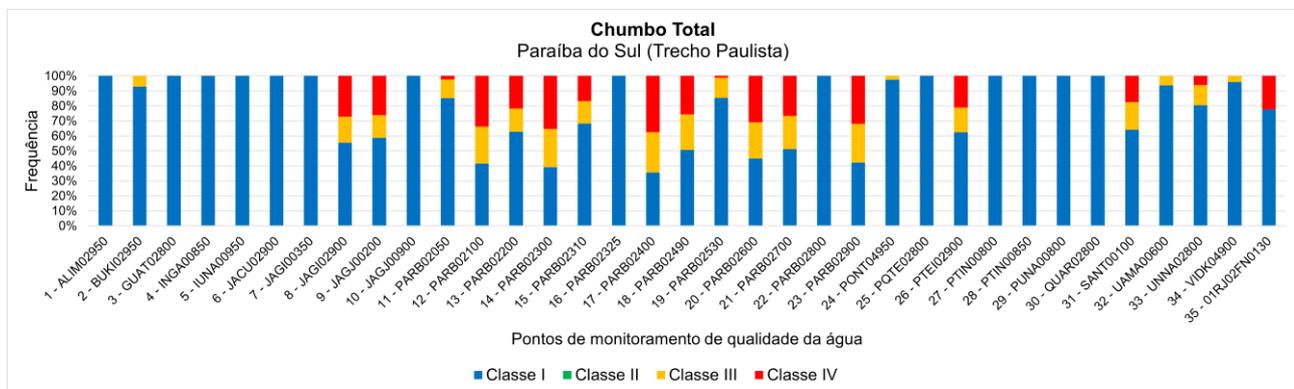


Figura 4.24. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

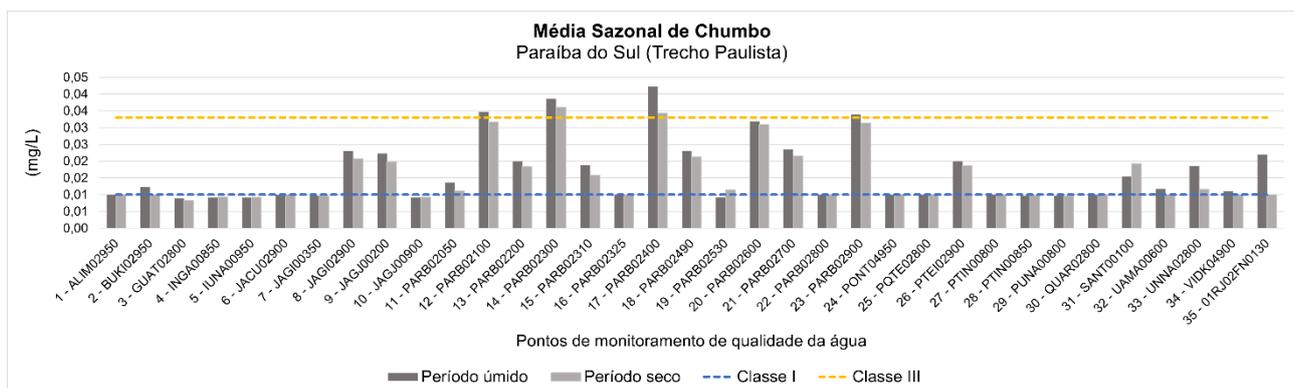


Figura 4.25. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.8 Cádmi

As concentrações de Cádmi nos pontos de monitoramento analisados indicam valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte dos pontos monitorados, porém também com registros de Classe III (Figura 4.26). A análise de sazonalidade indicou uma similaridade sazonal das concentrações médias dos locais de monitoramento,

impossibilitando determinar um período hidrológico com maiores concentrações (Figura 4.27).

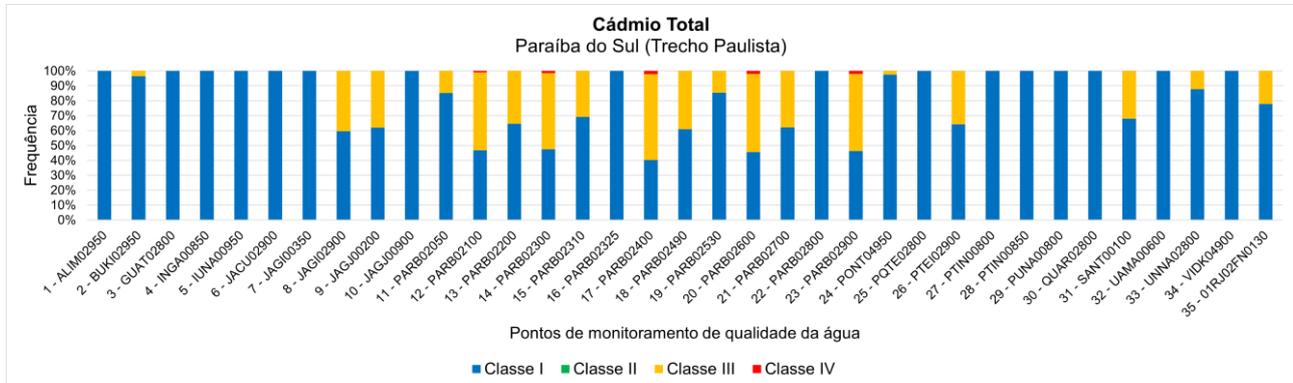


Figura 4.26. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

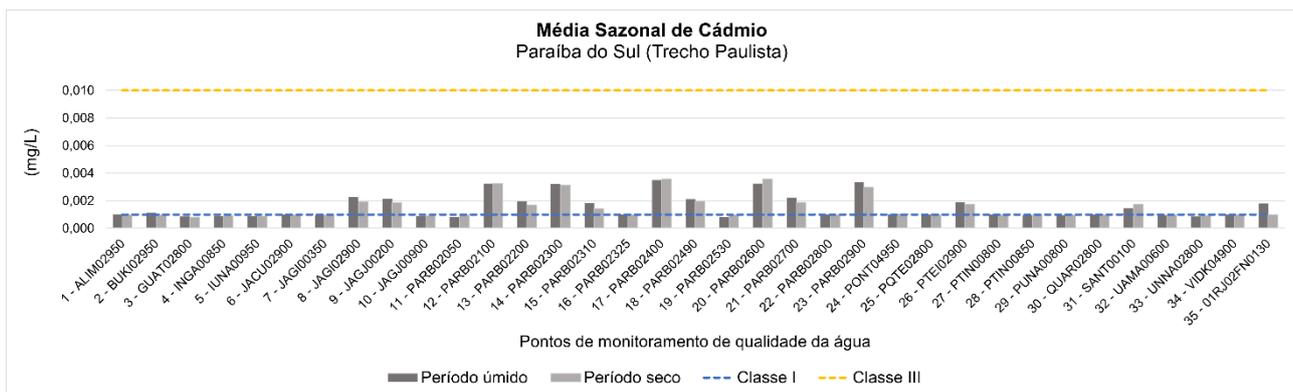


Figura 4.27. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.9 Ferro

O Ferro Dissolvido apresenta concentrações elevadas em grande parte do tempo nas séries temporais monitoradas nesta unidade de planejamento, com a maior frequência de valores pertencentes a Classe III (Figura 4.28). A sazonalidade da concentração de ferro apresenta-se variada, com alguns pontos apresentando maior concentração no período úmido enquanto outros apresentam no período seco. Diversos pontos não apresentam distinção entre os períodos (Figura 4.29).

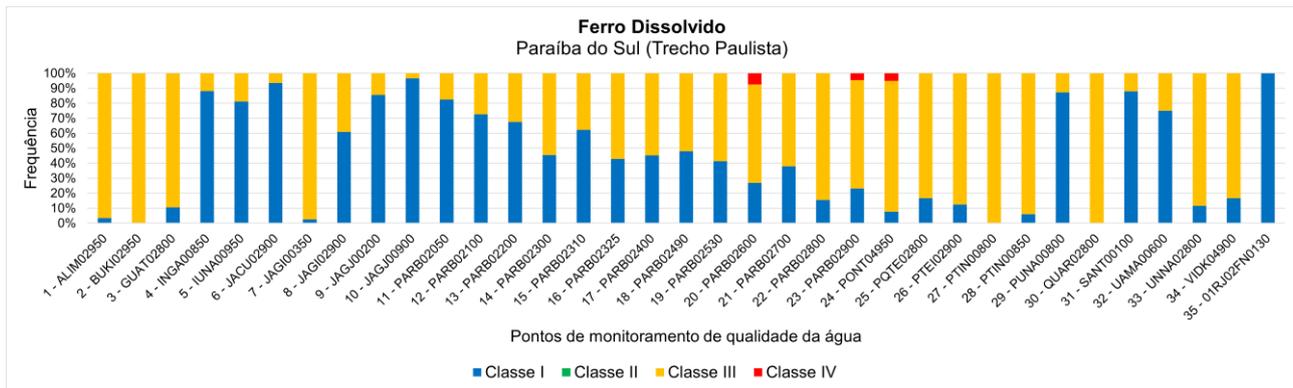


Figura 4.28. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

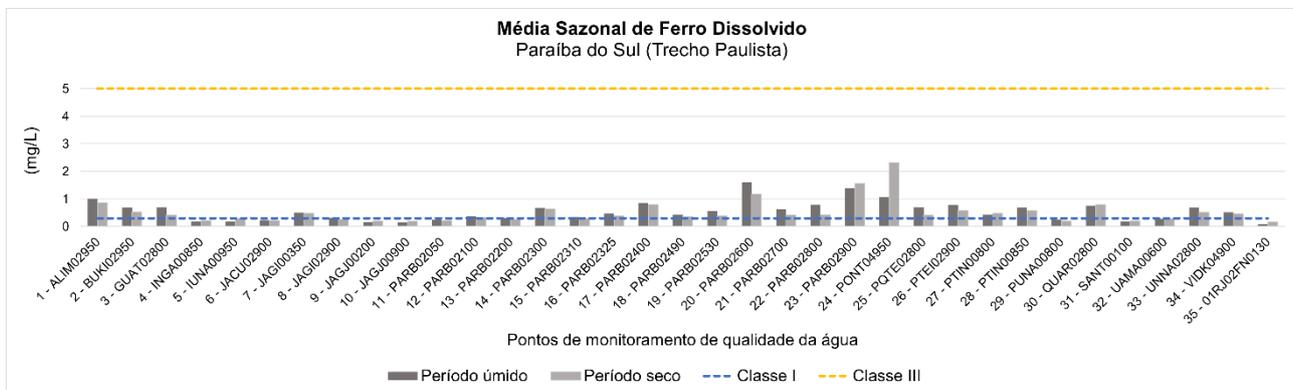


Figura 4.29. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro dissolvido na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.1.10 Manganês

Assim como o Ferro, para o Manganês os pontos de monitoramento tiveram valores compatíveis com Classe I e Classe III de águas superficiais nesta unidade de planejamento. A análise de sazonalidade não aponta para um período regendo os maiores valores maiores, com alguns pontos com suas médias maiores em ambos os períodos (úmido e seco).

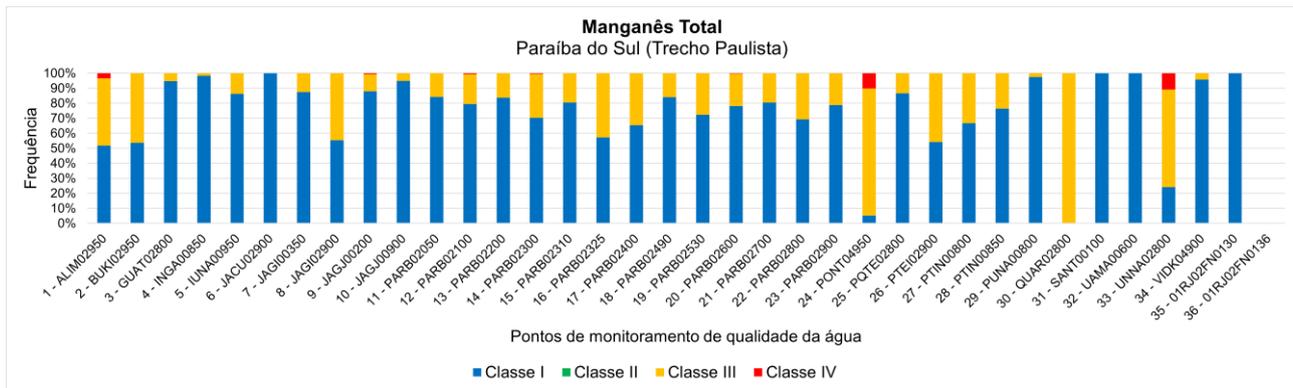


Figura 4.30. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

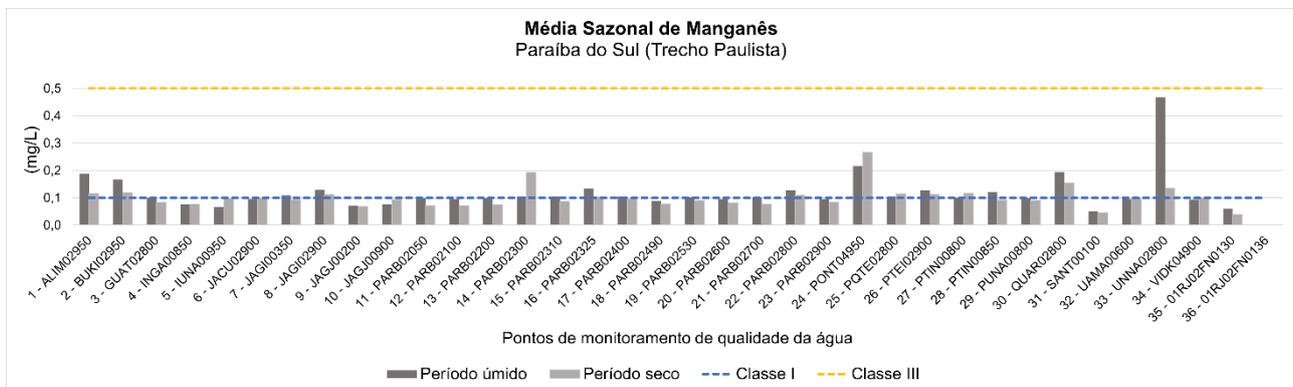


Figura 4.31. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Paraíba do Sul trecho paulista.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2 UP4 - Médio Paraíba do Sul

4.1.3.2.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio se mantiveram com conformidade com classes de boa qualidade em praticamente todas as estações de monitoramento, exceto alguns pontos (Figura 4.32). Dos três pontos com uma frequência maior fora da Classe I, um está na área urbana de Resende (94) e dois próximos à barragem da Usina de Funil (93 e 107). A sazonalidade nas concentrações obtidas indica que não há um predomínio de período hidrológico único que se relacione com concentrações maiores, havendo uma alternância entre os postos (Figura 4.33).

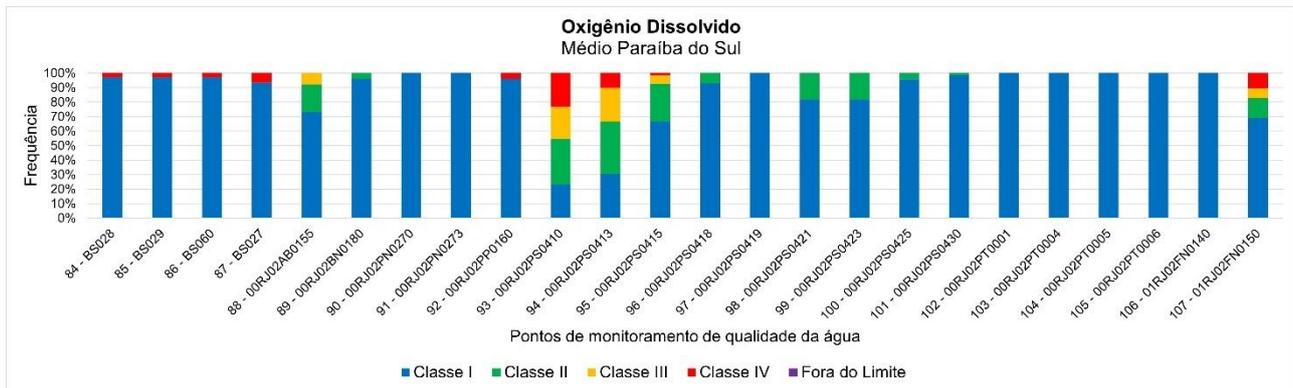


Figura 4.32. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

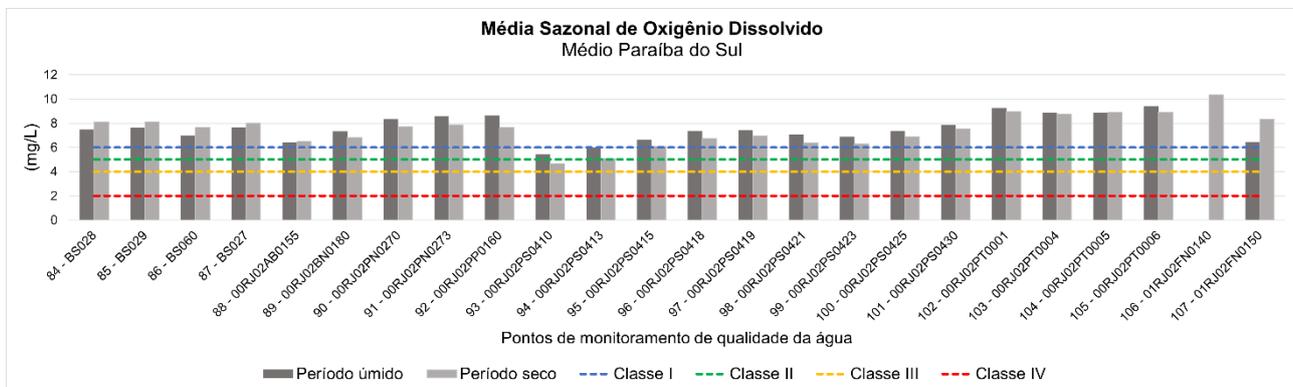


Figura 4.33. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As concentrações de DBO apresentaram valores compatíveis com águas de boa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.34). Os dois pontos que apresentam maior frequência em Classe IV estão no reservatório da Usina de Funil. As concentrações apresentaram um comportamento variado com relação a sazonalidade, impossibilitando determinar um período hidrológico de maior relevância (Figura 4.35), exceto para o ponto 107 próximo à barragem que têm a maior média no período seco.

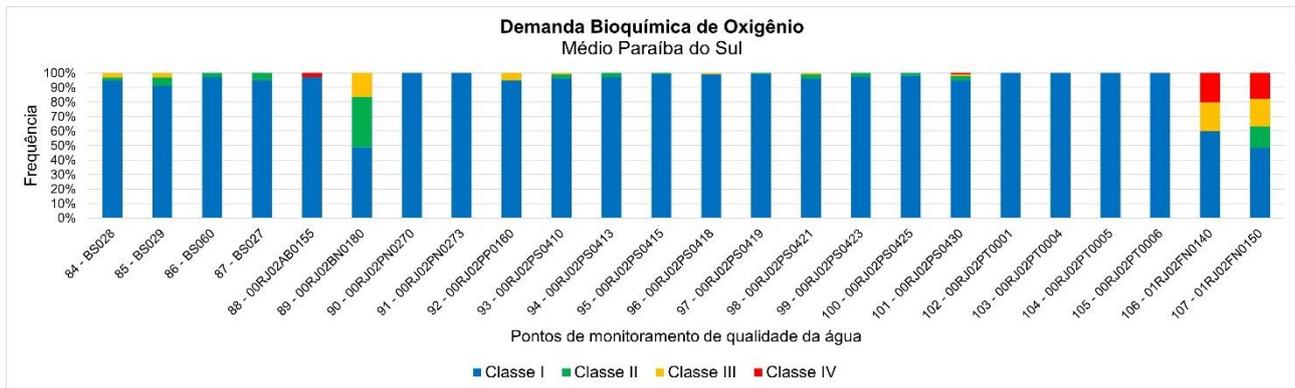


Figura 4.34. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

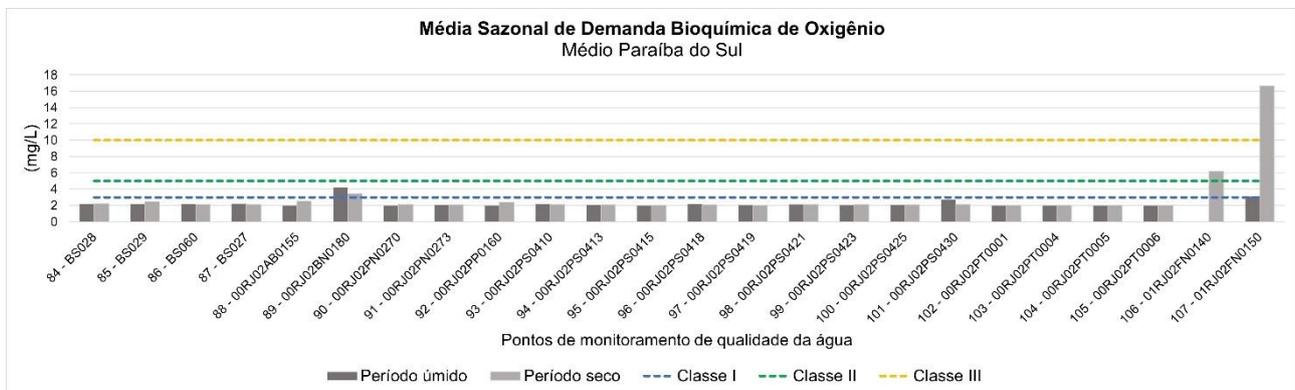


Figura 4.35. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.3 Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio amoniacal (Figura 4.36) e nitrato (Figura 4.38) apresentaram maior frequência de conformidade compatível com águas superficiais de Classe I. Em termos de sazonalidade, ambos os períodos úmido e seco demonstraram as maiores concentrações para nitrogênio amoniacal (Figura 4.37) e nitrato (Figura 4.39), a depender do ponto. Sendo assim, não é possível observar relação definitiva entre a sazonalidade e as maiores concentrações.

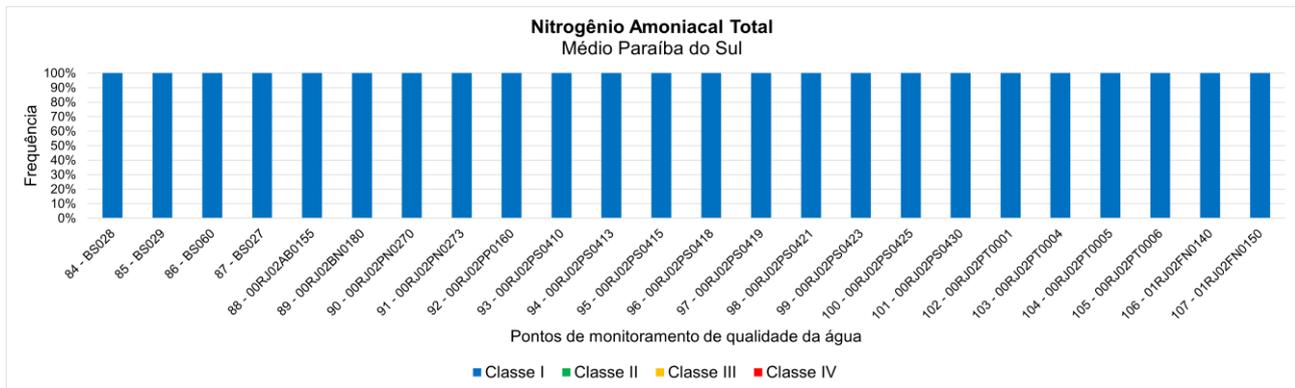


Figura 4.36. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

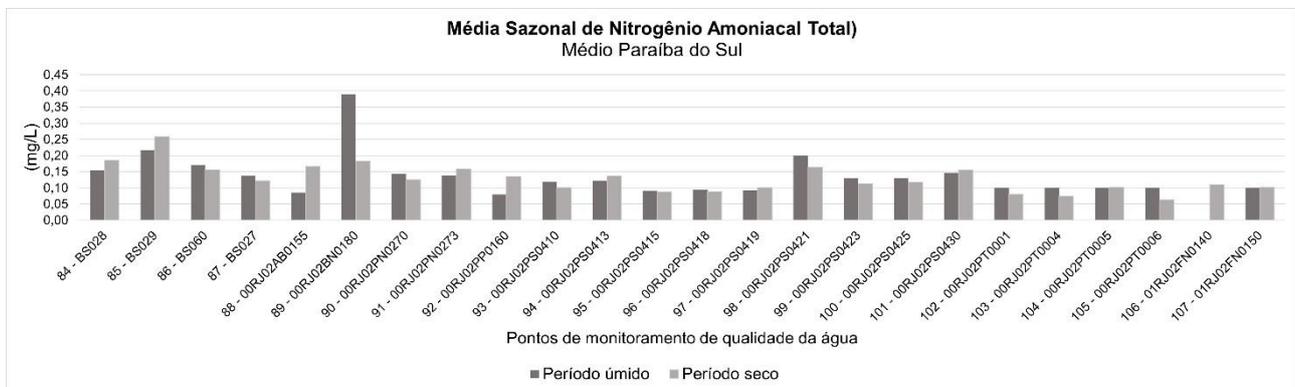


Figura 4.37. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

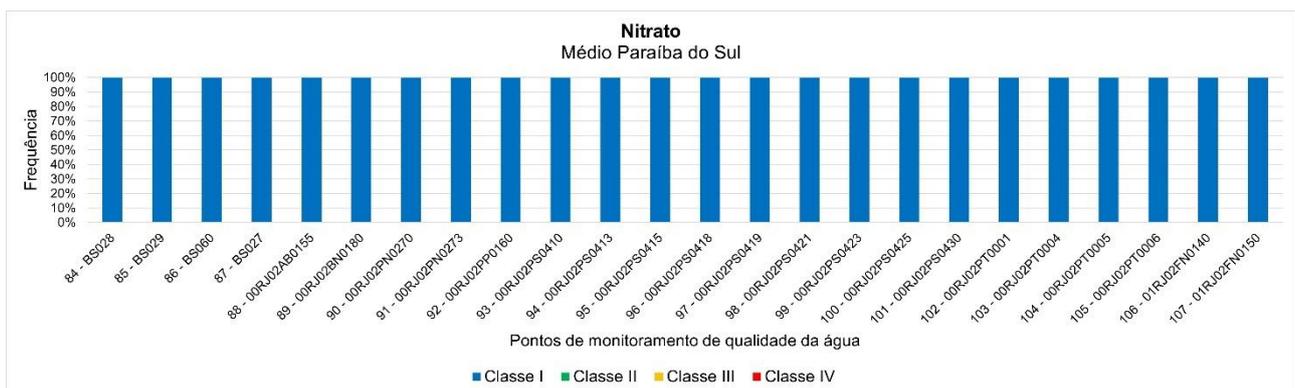


Figura 4.38. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

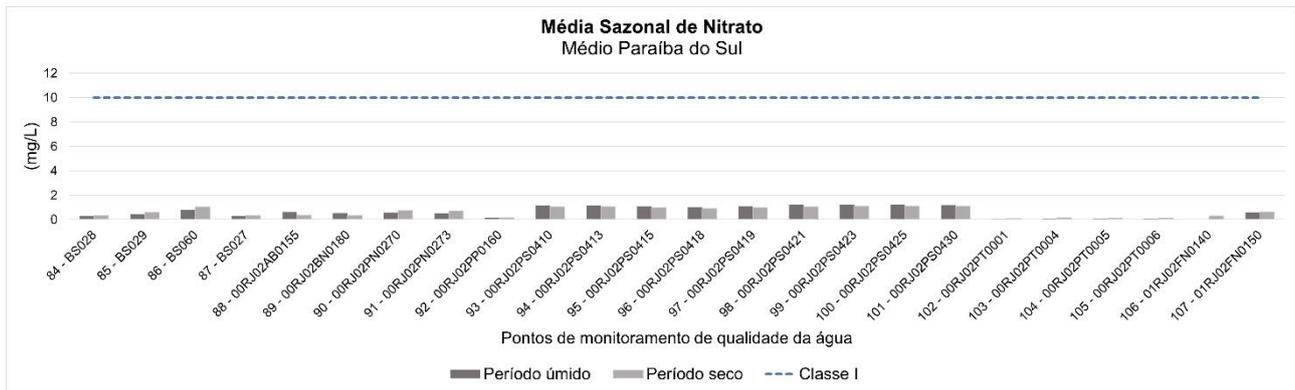


Figura 4.39. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo apresentaram valores mais elevados em pelo menos dois pontos da unidade de planejamento (Figura 4.40), porém todos registraram frequência em Classe IV. As concentrações de fósforo apresentam valores maiores sistematicamente em períodos de menor precipitação (Figura 4.41).

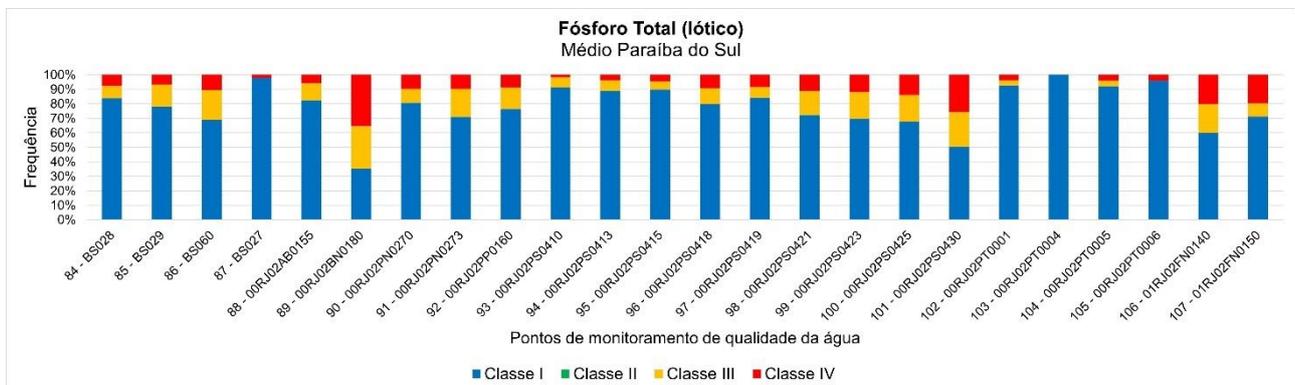


Figura 4.40. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

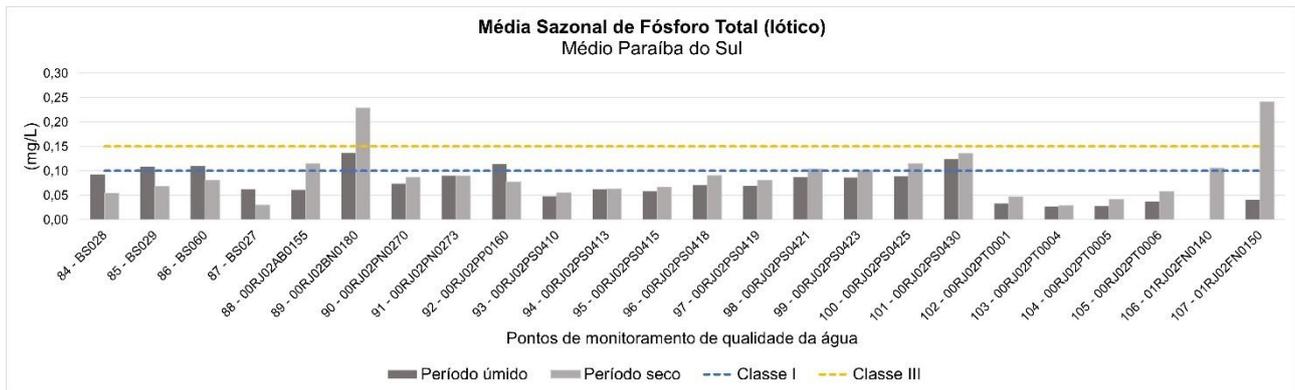


Figura 4.41. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.5 Coliformes Termotolerantes

As concentrações de coliformes termotolerantes nesta unidade de planejamento apresentaram frequência de conformidade compatível com águas de baixa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.42), majoritariamente próximos ou dentro de áreas urbanas. A análise de sazonalidade apresentou um comportamento heterogêneo dentro da unidade de planejamento, não permitindo a caracterização de um período hidrológico único que esteja relacionado a concentrações maiores (Figura 4.43).

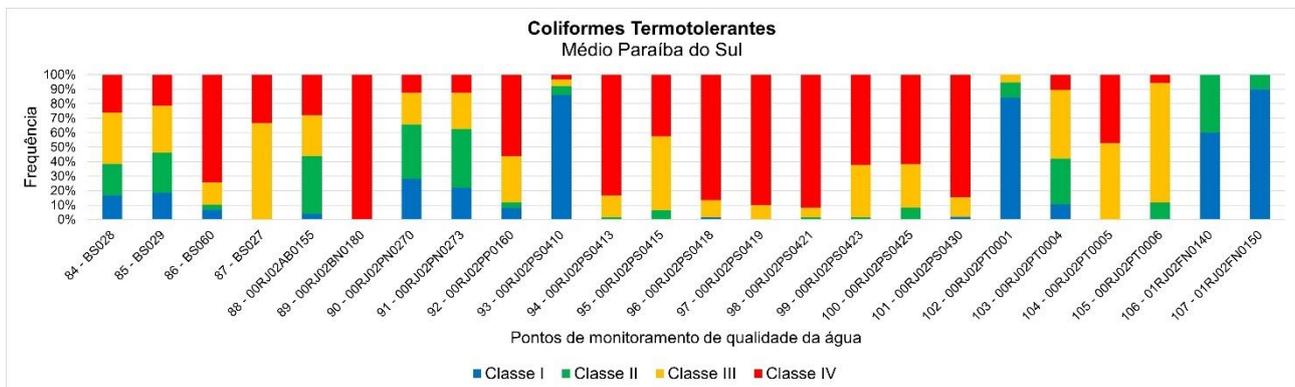


Figura 4.42. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

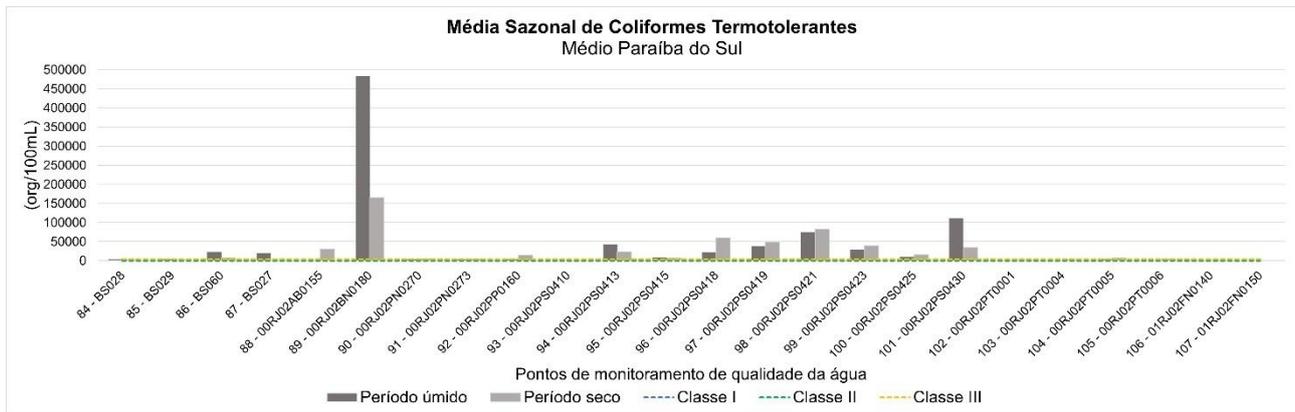


Figura 4.43. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.6 Alumínio

O alumínio dissolvido apresentou frequências de conformidade variadas ao longo dos pontos de monitoramento analisados. Os pontos a jusante de Volta Redonda apresentaram concentrações mais elevadas (Figura 4.44). A análise de sazonalidade indicou que os períodos hidrológicos alternam sua relevância para concentrações mais altas a depender da localização espacial na bacia (Figura 4.45).

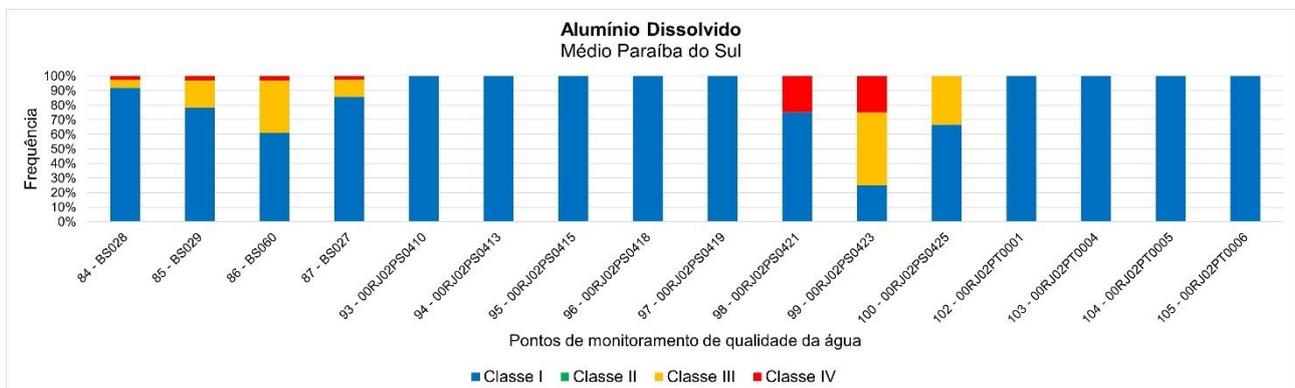


Figura 4.44. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

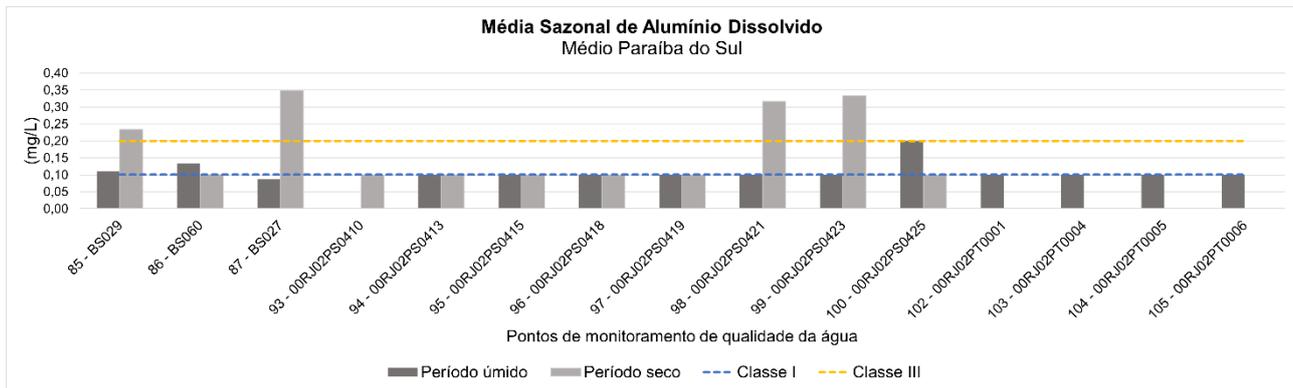


Figura 4.45. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.7 Chumbo

As concentrações de chumbo na unidade de planejamento apresentaram frequência de conformidade compatíveis com águas de boa qualidade, exceto em um ponto de monitoramento próximo à Usina Hidrelétrica Simão Pereira, alguns quilômetros a montante de Comendador Levy Gasparian. Há ainda, dois pontos (104 e 105) localizados a montante e jusante de Visconde de Mauá (Figura 4.46), um ponto próximo de Três Rios (101) e um em área isolada (102) podendo indicar contaminação pontual ou erro na análise. A análise de sazonalidade indicou que o período úmido foi mais relevante para as concentrações mais altas de chumbo (Figura 4.47).

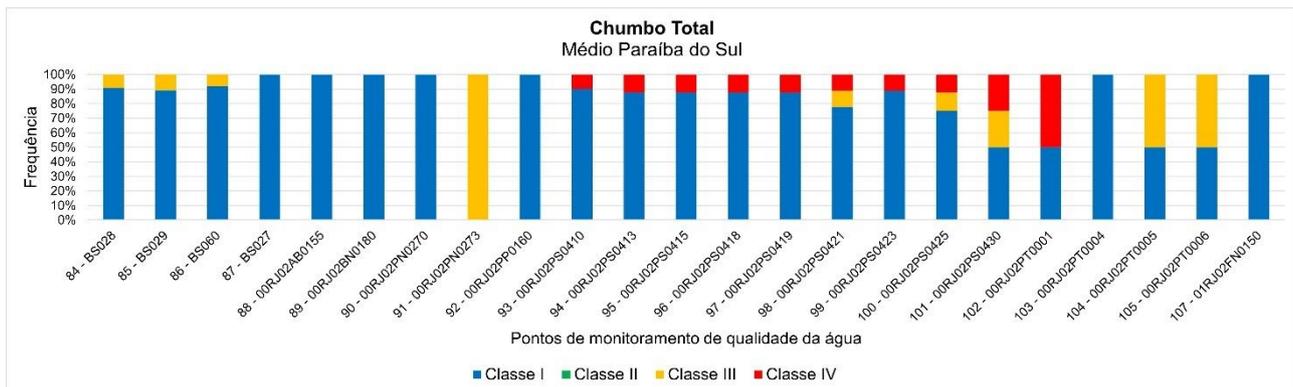


Figura 4.46. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

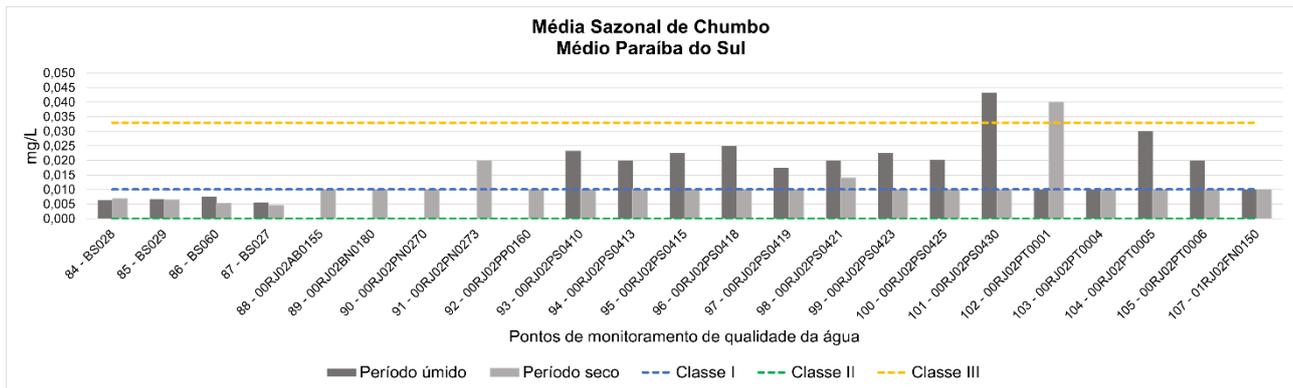


Figura 4.47. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.8 Cádmio

Assim como o chumbo, o elemento cádmio também apresentou concentrações maiores nas estações próximas a Visconde de Mauá (Figura 4.48). A análise de sazonalidade apresentou uma alternância na relevância do período hidrológico nas concentrações mais elevadas de cádmio na unidade de planejamento (Figura 4.49).

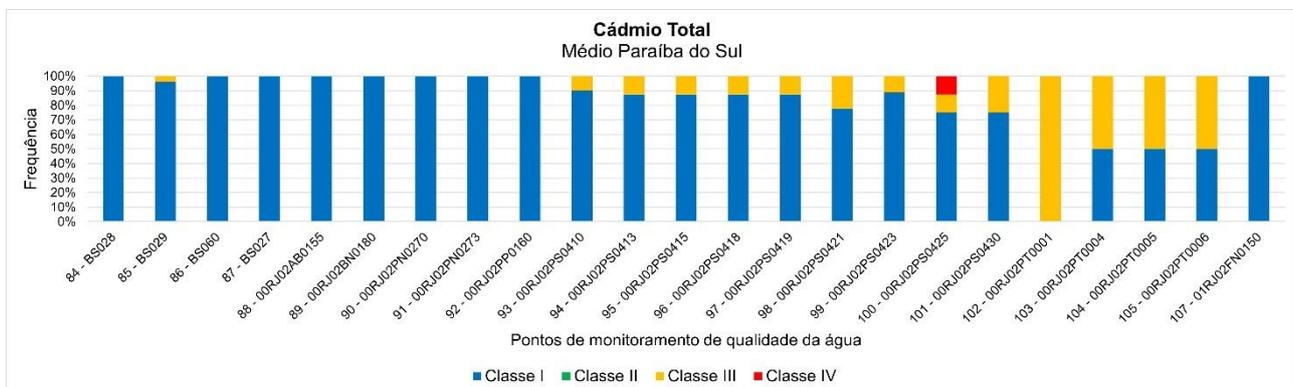


Figura 4.48. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

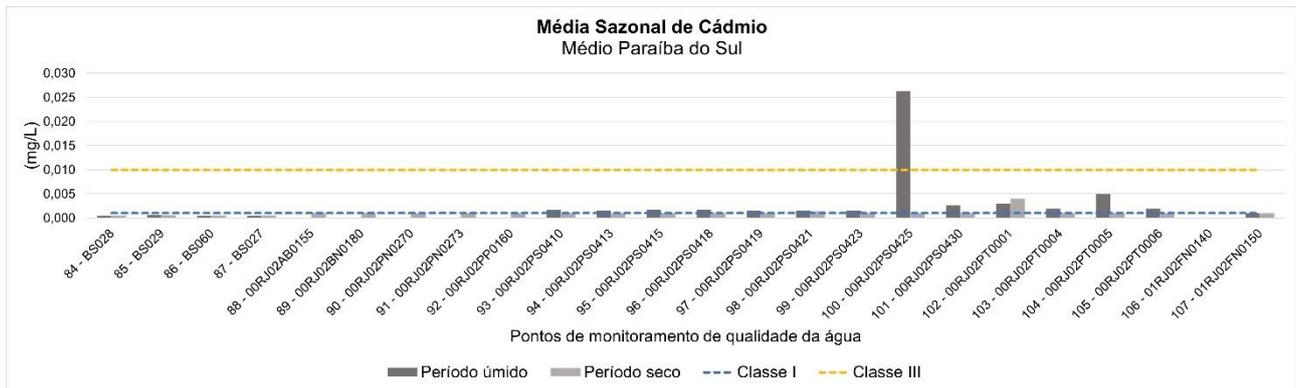


Figura 4.49. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.9 Ferro

As concentrações de ferro apresentaram frequências de conformidade compatíveis com águas de baixa qualidade em trechos próximos ao reservatório de Funil e Barra Mansa (Figura 4.50). A rede de monitoramento não possibilitou uma análise aprofundada das condições hidrológicas e sua relação com as concentrações mais elevadas observadas (Figura 4.51).

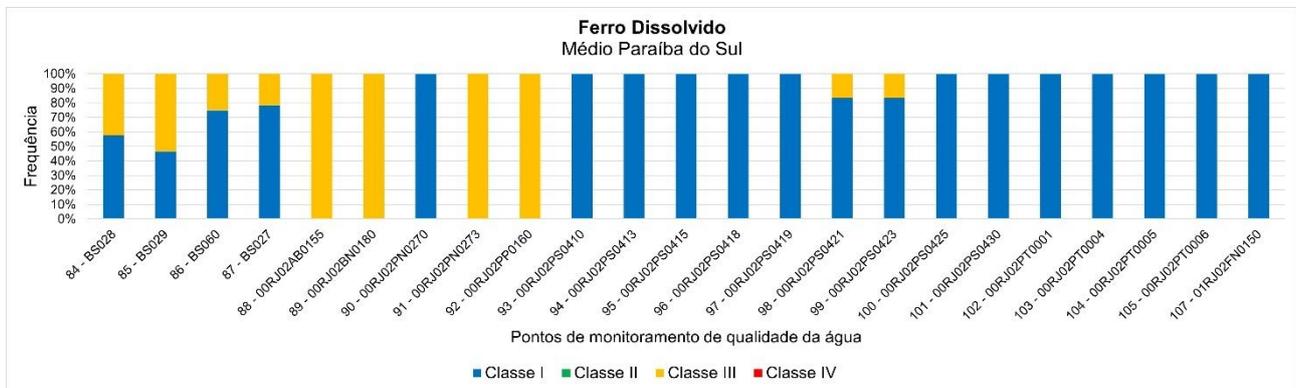


Figura 4.50. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

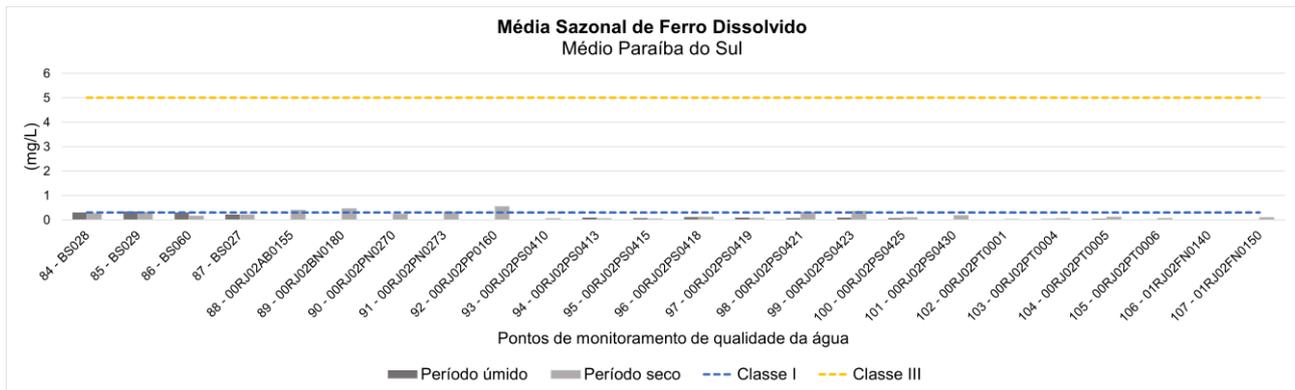


Figura 4.51. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.2.10 Manganês

Assim como foi observado para o ferro, o manganês apresentou concentrações maiores nas imediações do reservatório de Funil. Os outros pontos de monitoramento apresentaram frequência de conformidade compatível com águas de boa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.52). A análise de sazonalidade indicou que a unidade de planejamento possui uma alternância entre períodos hidrológicos de maior relevância para as concentrações deste elemento (Figura 4.53).

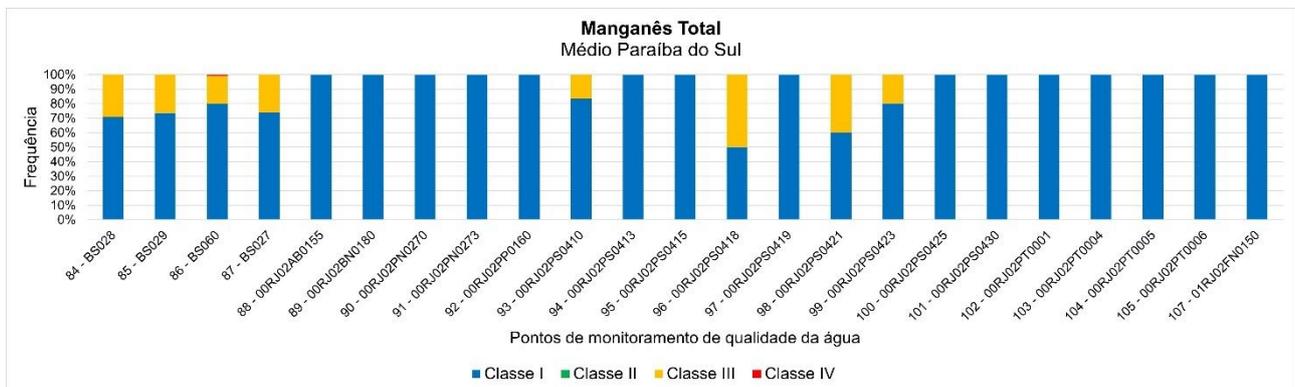


Figura 4.52. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

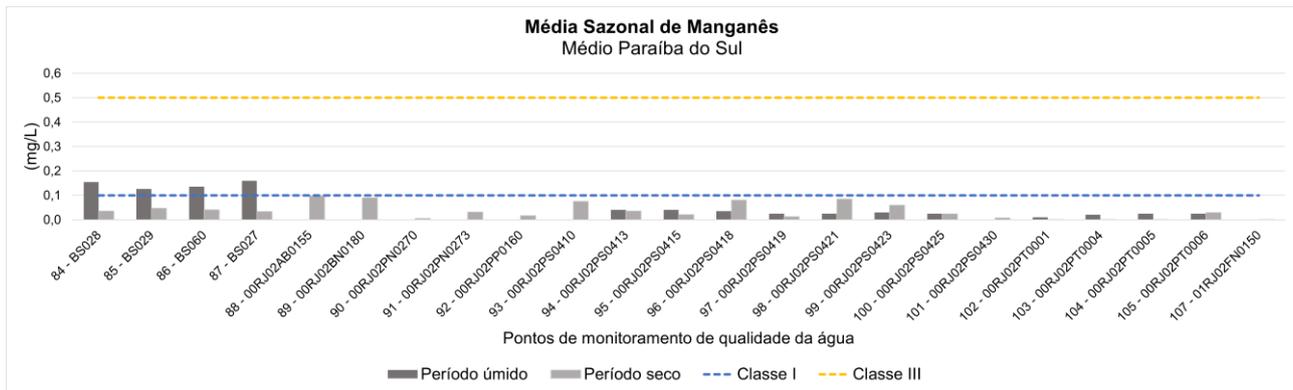


Figura 4.53. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3 UP8 - Sub-Bacia Rio Pirai

4.1.3.3.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido na UP 8 apresentam valores compatíveis a baixa qualidade em dois pontos (267 e 269), um no canal de turbinas no rio Guandu e outro na Barragem de Santana (Figura 4.54). As concentrações de oxigênio dissolvido na série, quando coletadas em ambos os períodos, são maiores durante o período úmido (Figura 4.55). Dois pontos apresentam coletas apenas no período seco, o que não indica, necessariamente, maior concentração neste período.

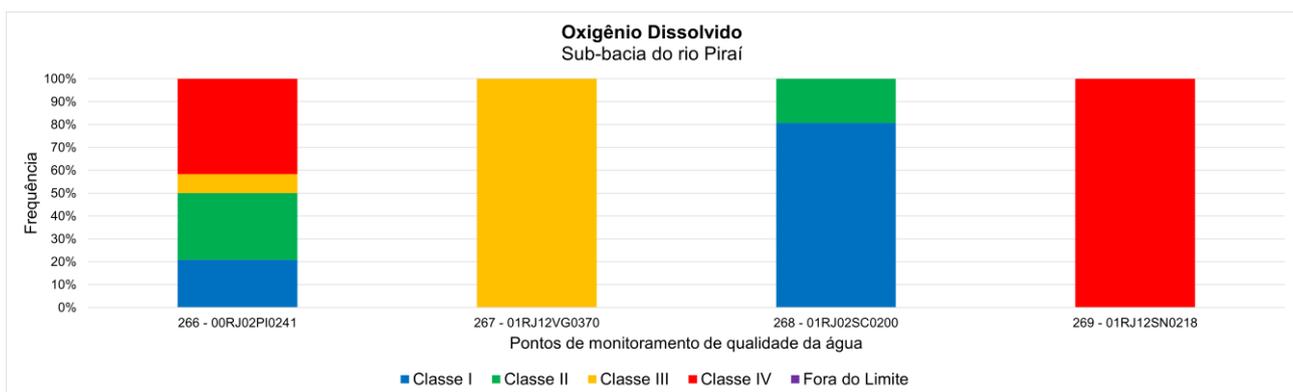


Figura 4.54. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

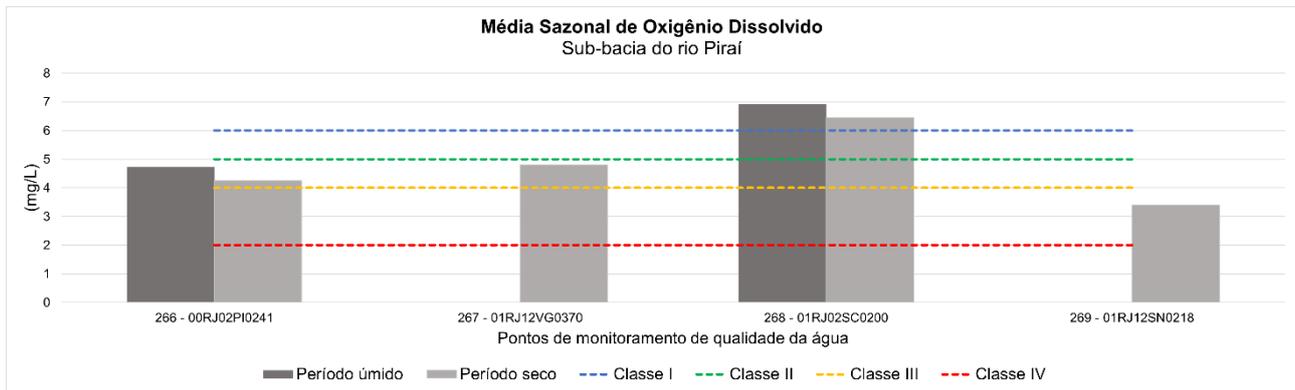


Figura 4.55. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As concentrações de DBO na unidade de planejamento apresentaram valores baixos na maior parte do tempo (Figura 4.56). O único ponto que difere (266) está localizado na área urbana de Barra do Pirai. A sazonalidade de DBO não indicou um padrão claro de concentrações maiores durante um período hidrológico específico (Figura 4.57).

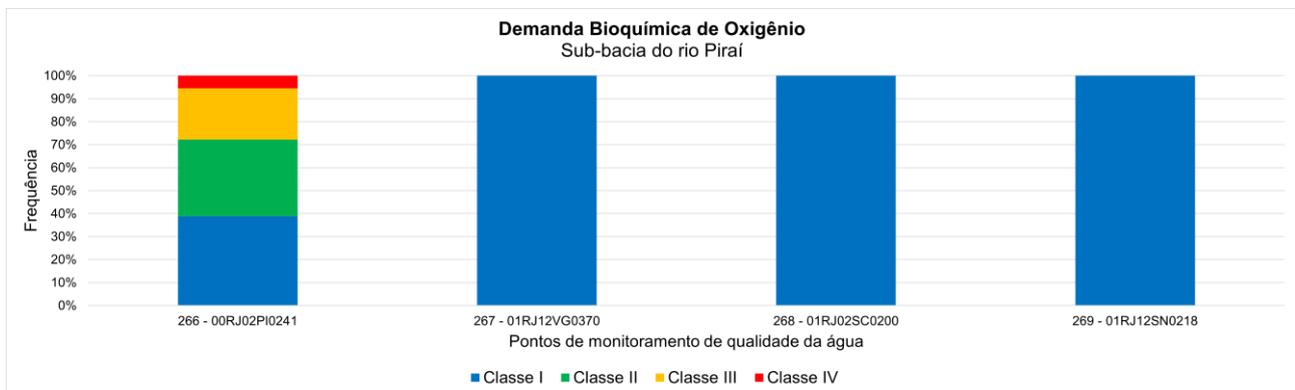


Figura 4.56. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

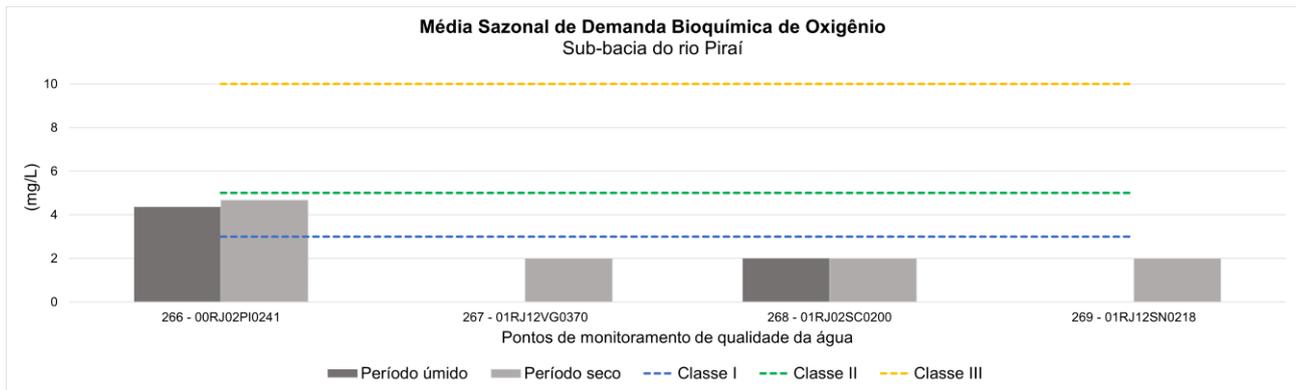


Figura 4.57. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.3 Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram concentrações compatíveis com Classe I em quase todo o período e estações monitoradas (Figura 4.58). A sazonalidade dos dados apresentou pouca variação, dificultando a determinação de um padrão de concentrações maiores durante determinado período hidrológico (Figura 4.59).

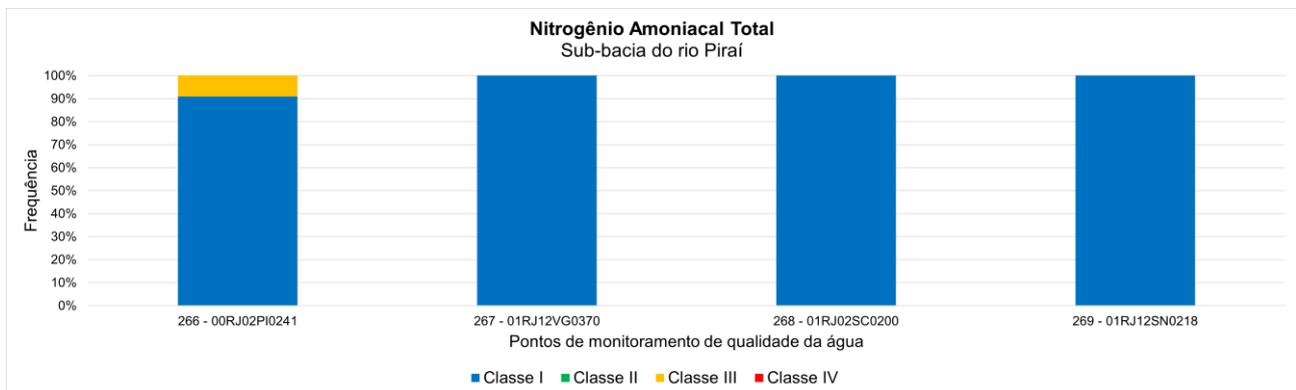


Figura 4.58. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

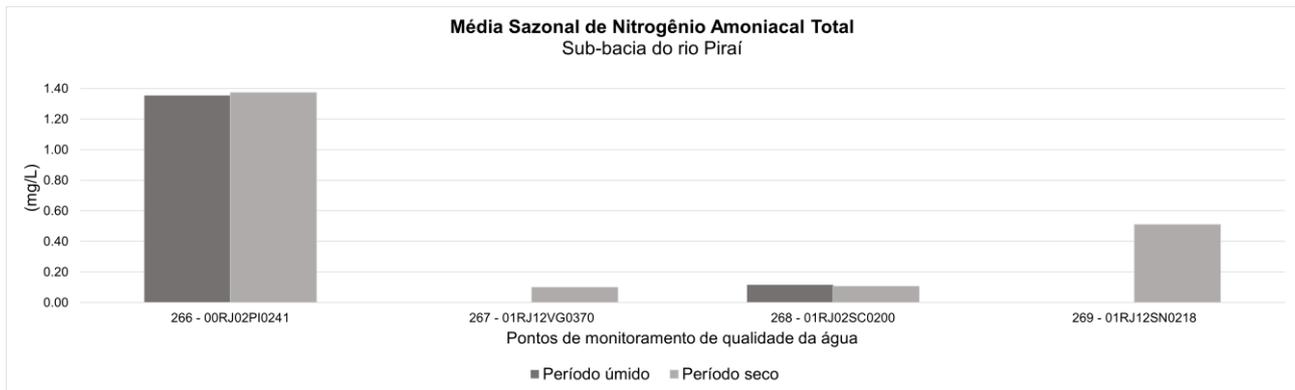


Figura 4.59. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

As concentrações de Nitrato seguiram o mesmo padrão de frequência de conformidade em classes observado para Amônia, em Classe I (Figura 4.60). A sazonalidade indicou que o período úmido apresenta concentrações levemente superior de nitrato nas águas desta unidade de planejamento (Figura 4.61) em relação ao período seco.

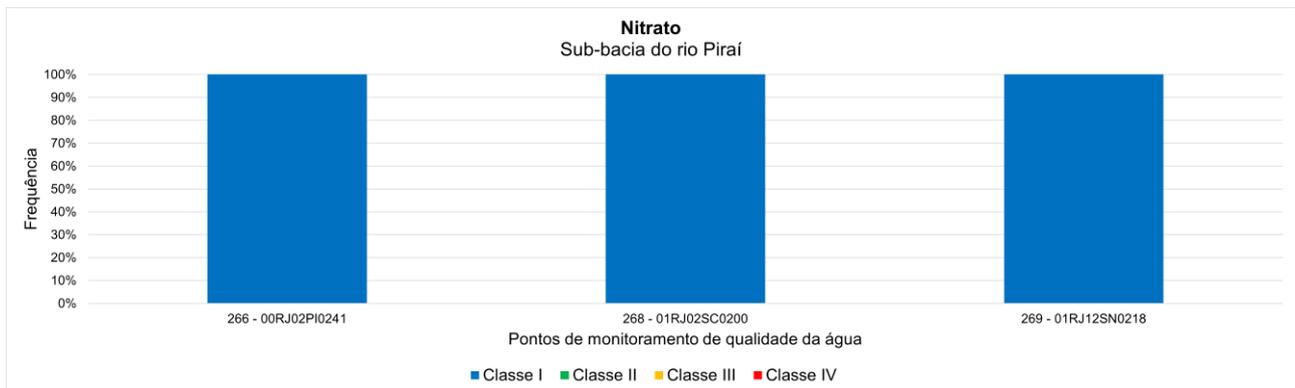


Figura 4.60. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

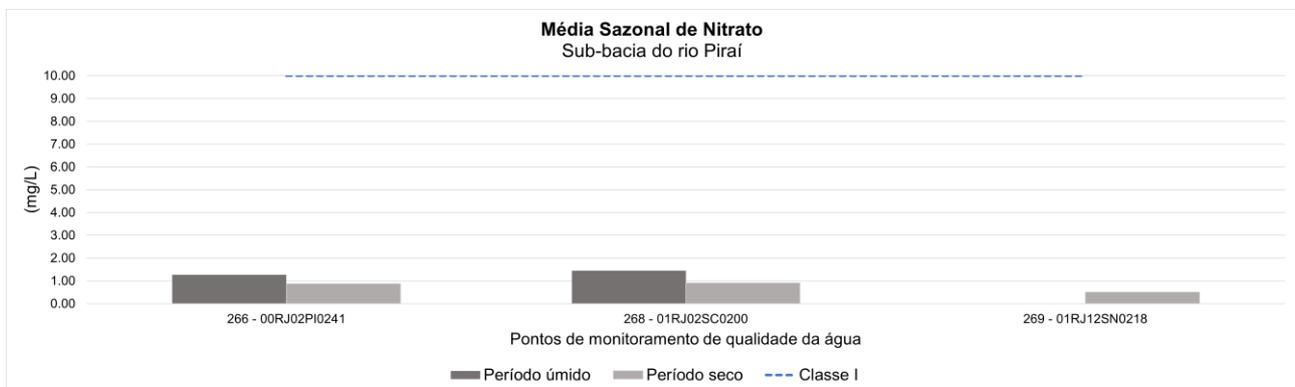


Figura 4.61. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo variam entre os pontos de monitoramento (Figura 4.63). O único ponto lântico (268), junto à PCH em Barra do Pirai e dois pontos lóticos (266 e 269) apresentam alta frequência de resultados em Classe III e IV. A sazonalidade nas concentrações impossibilitou determinar um período hidrológico específico com maiores concentrações (Figura 4.64).

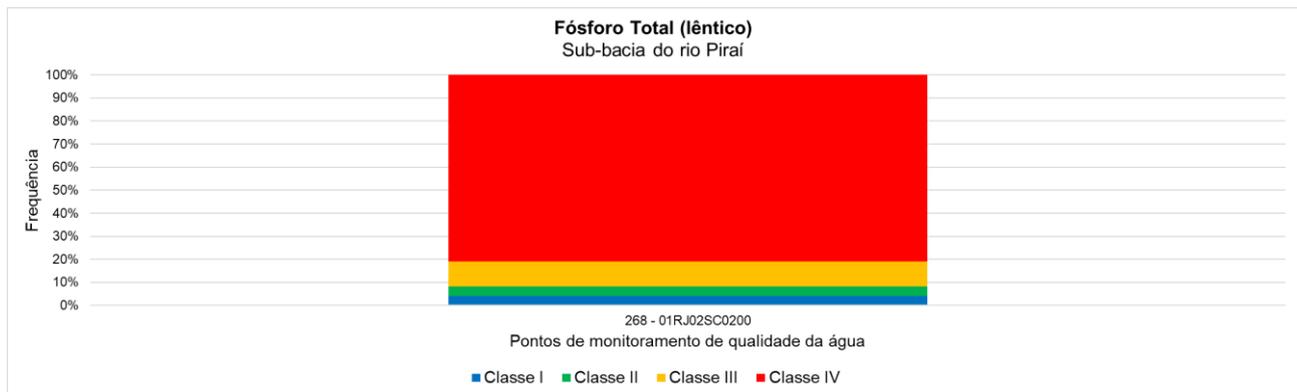


Figura 4.62. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.

Fonte: Elaboração Própria

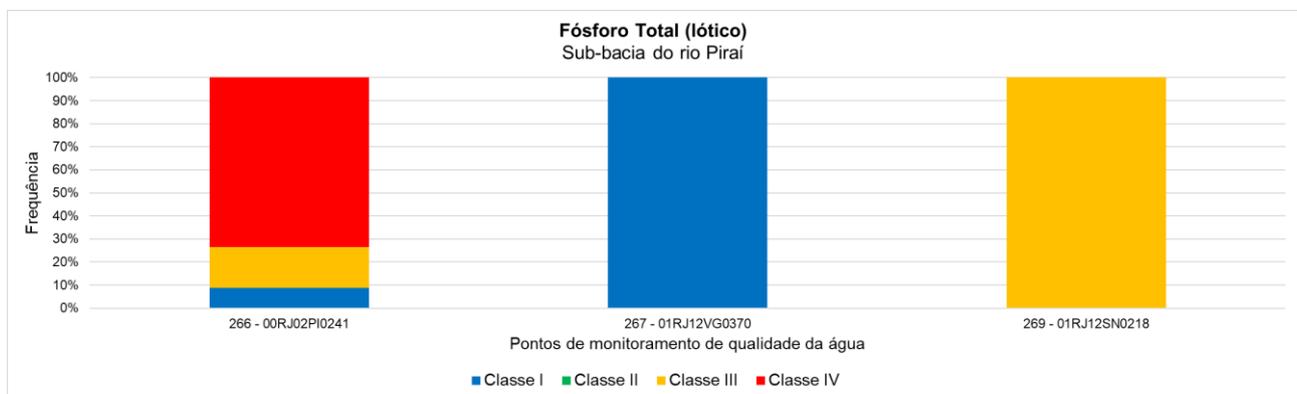


Figura 4.63. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.

Fonte: Elaboração Própria

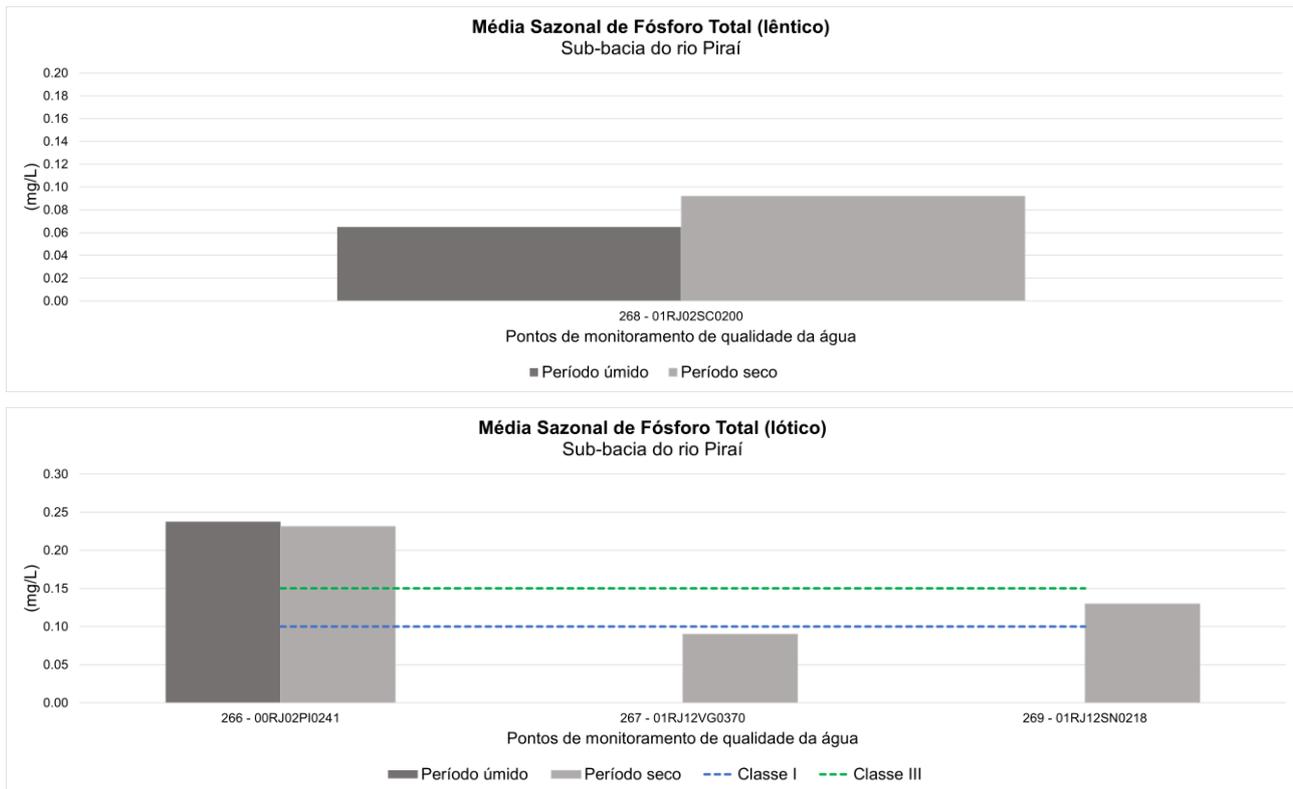


Figura 4.64. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.5 Coliformes Termotolerantes

Os pontos de monitoramento avaliados apresentaram elevadas concentrações de coliformes termotolerantes, compatíveis com águas de baixa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.65), exceto no ponto junto à Barragem de Santana. A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso representa a maior concentração média de coliformes termotolerantes nas águas (Figura 4.66).

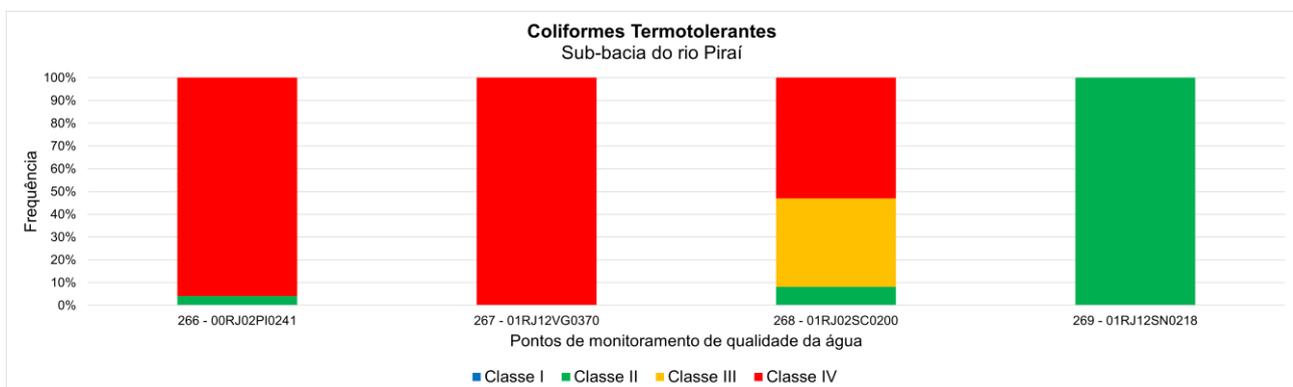


Figura 4.65. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

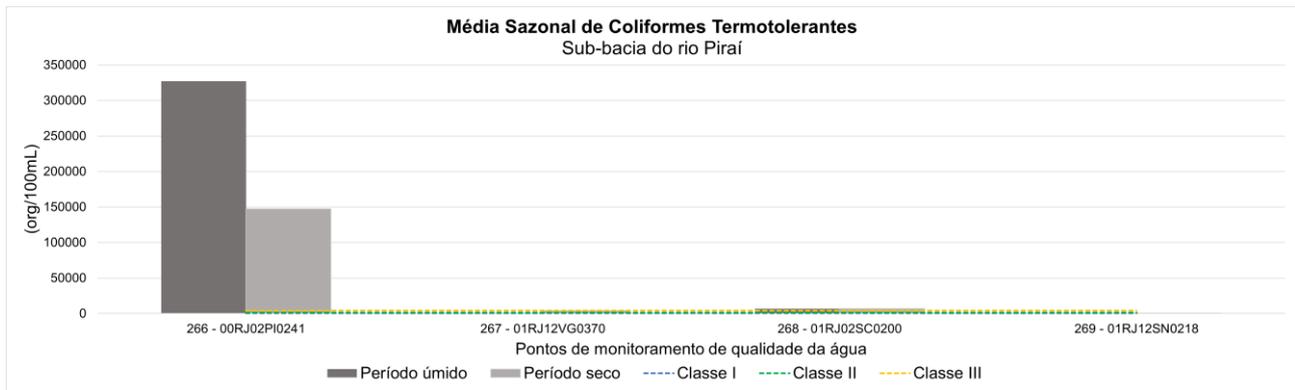


Figura 4.66. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.6 Alumínio

Apenas um ponto de monitoramento registrou valores para o parâmetro Alumínio, compatível com Classe III em todas as análises (Figura 4.67). A baixa disponibilidade de dados impossibilita a análise da sazonalidade (Figura 4.68).



Figura 4.67. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

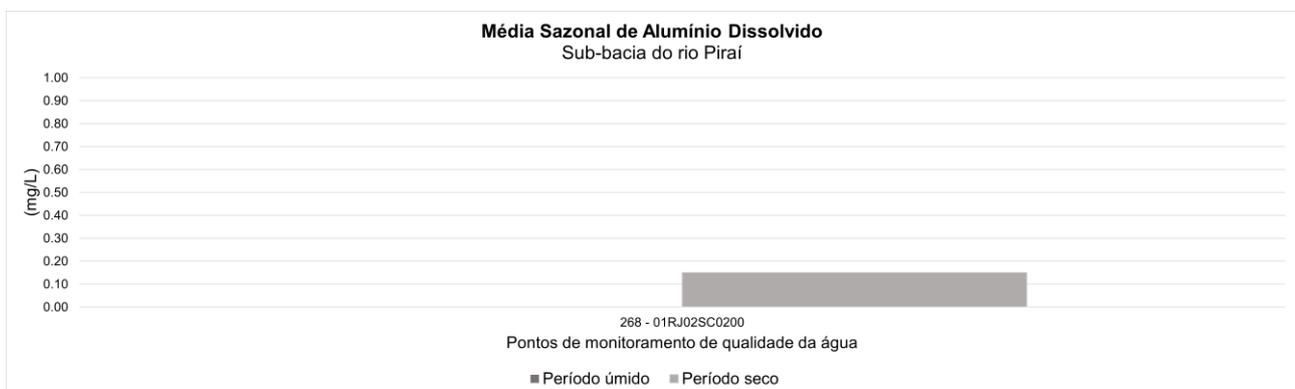


Figura 4.68. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.7 Chumbo

As concentrações de chumbo apresentaram valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.69), com uma parcela em Classe IV no ponto 268. A análise de sazonalidade indicou em um ponto maior valor médio no período chuvoso, porém devido ao baixo número de análises não permite conclusões assertivas se há um período hidrológico de concentrações maiores (Figura 4.70).

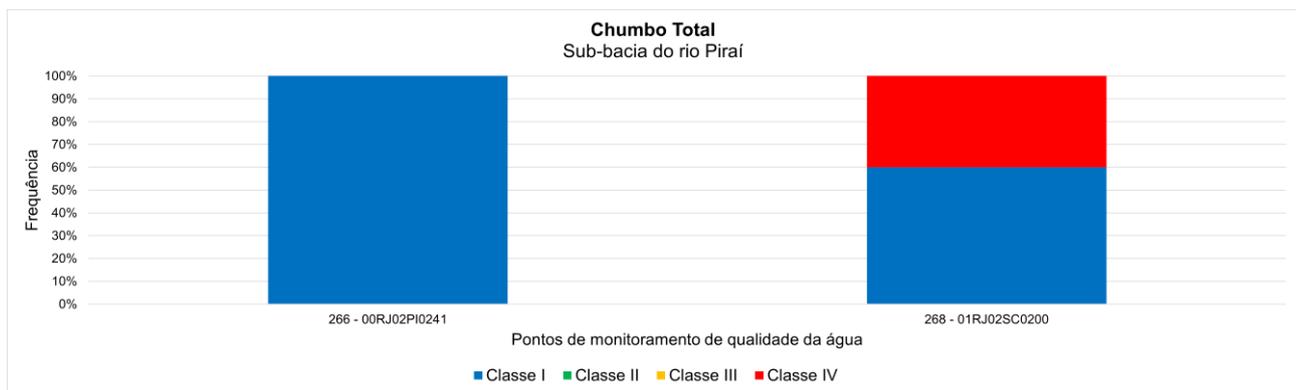


Figura 4.69. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai
Fonte: Elaboração Própria

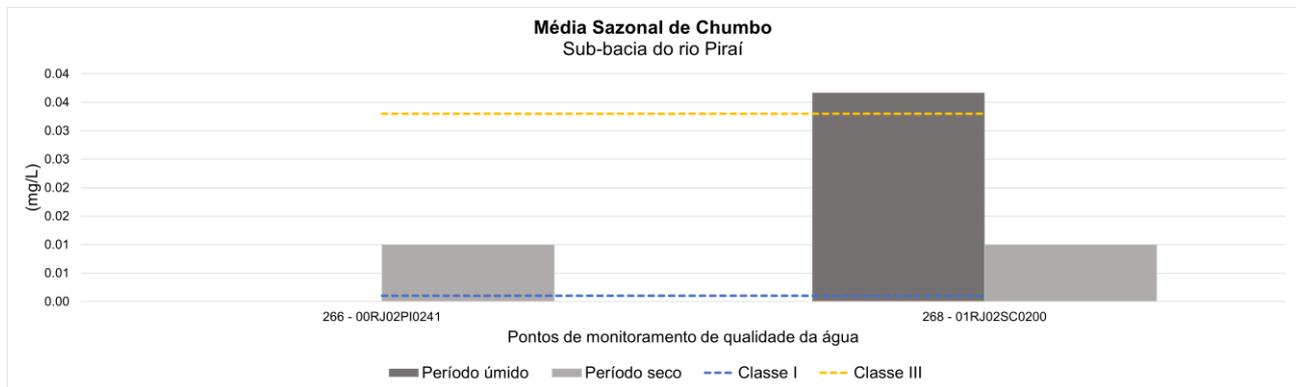


Figura 4.70. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.8 Cádmio

Assim como o observado para o Chumbo, as concentrações de Cádmio se mantiveram compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.71), enquanto a baixa disponibilidade de dados impossibilitou a avaliação exata da sazonalidade (Figura 4.72). Ainda, assim, um ponto indicou maiores valores no período úmido.

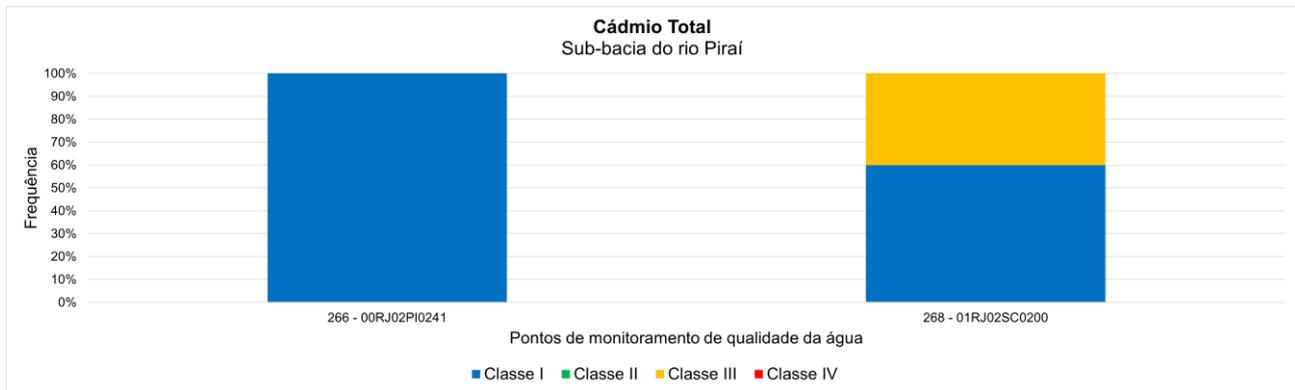


Figura 4.71. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai..
Fonte: Elaboração Própria

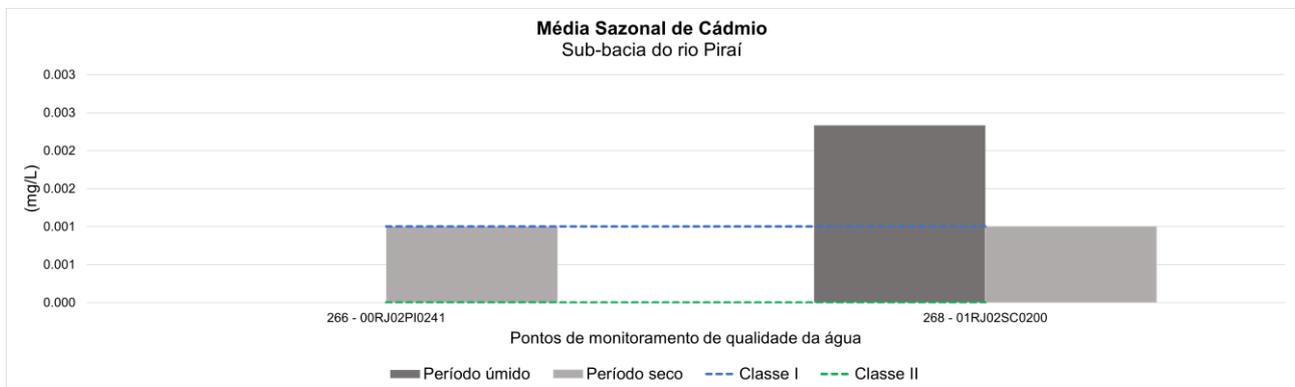


Figura 4.72. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai..
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.9 Ferro

Apenas dois pontos de monitoramento apresentaram registro de concentrações para ferro dissolvido (Figura 4.73) O ponto 266, em Barra do Pirai apresentou frequência total em Classe III. Devido aos períodos de monitoramento disponibilizados, não foi possível determinar a sazonalidade para as concentrações de ferro (Figura 4.74).

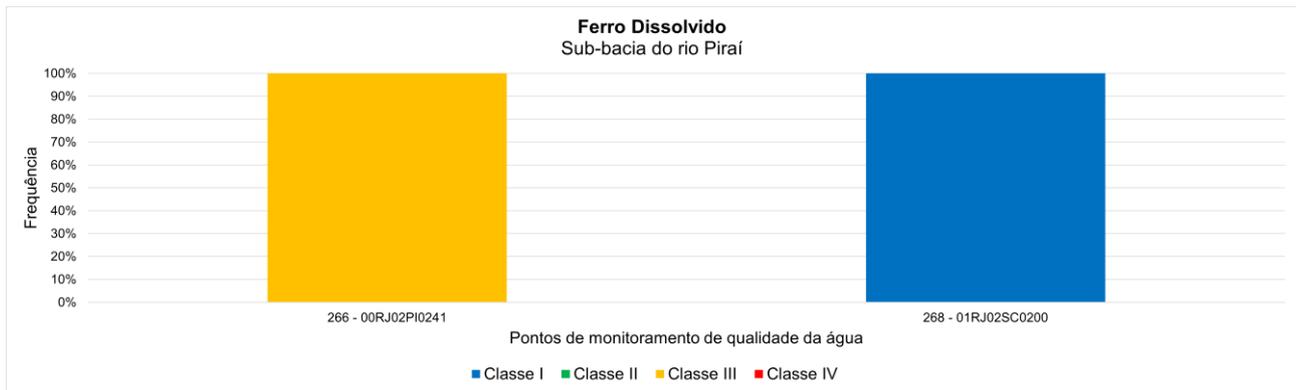


Figura 4.73. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

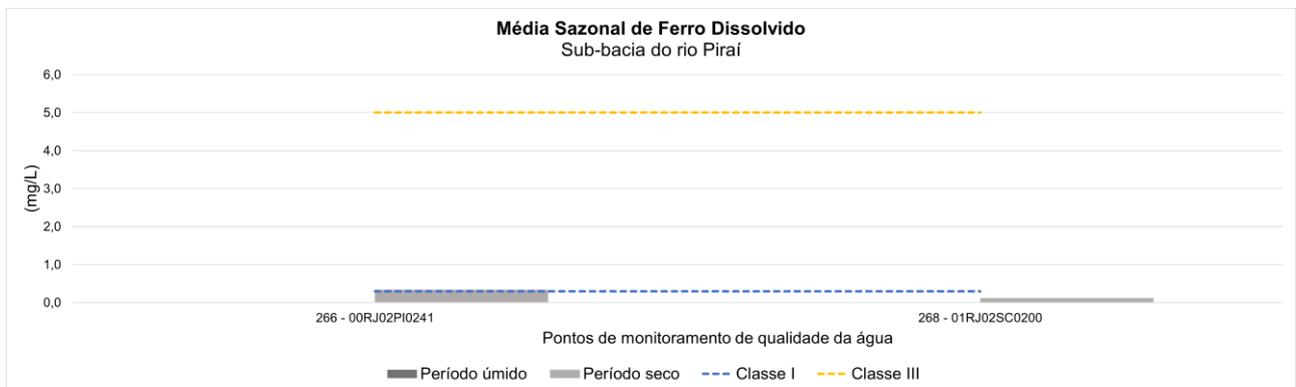


Figura 4.74. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.3.10 Manganês

Dois pontos apresentaram dados para Manganês Total, sendo que um registrou Classe I e o outro que está localizado em Barra do Pirai, registrou Classe IV (Figura 4.75), ambos em 100% das análises. Os dados disponíveis impossibilitaram a avaliação da sazonalidade (Figura 4.76).

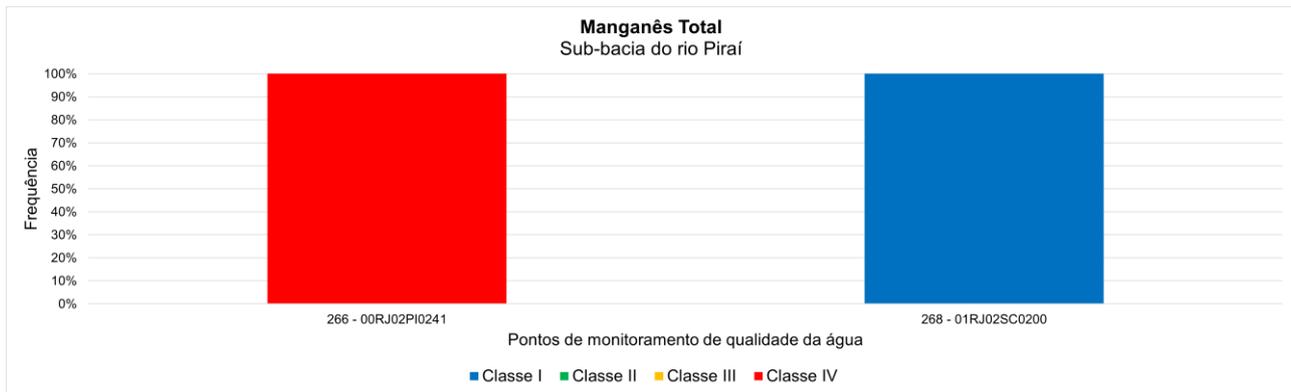


Figura 4.75. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

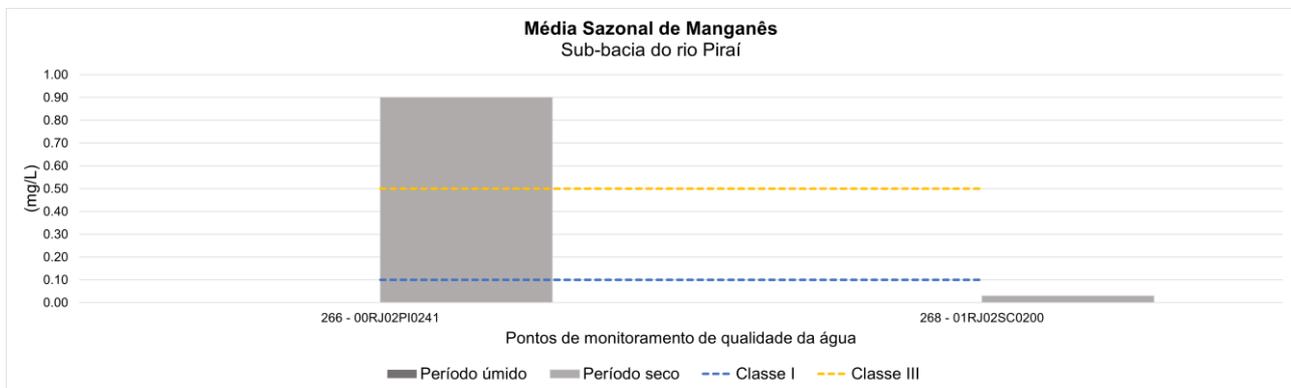


Figura 4.76. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4 UP2 - Preto e Paraíba

4.1.3.4.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram frequências de conformidade compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo, exceto para um ponto de monitoramento localizado próximo da cidade de Juiz de Fora (Figura 4.77). A análise de sazonalidade apresentou as maiores médias no período seca na maioria dos pontos, porém com alguns com médias maiores no período úmido (Figura 4.78).

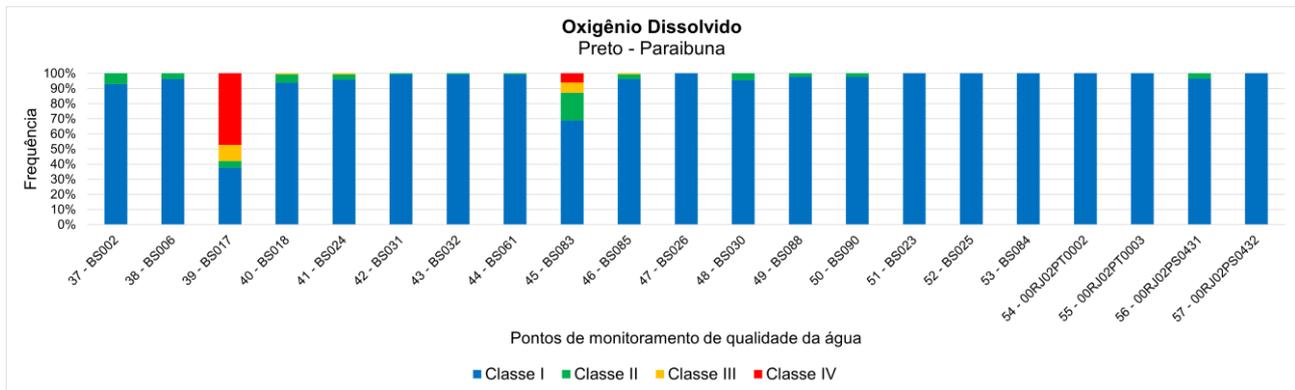


Figura 4.77. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

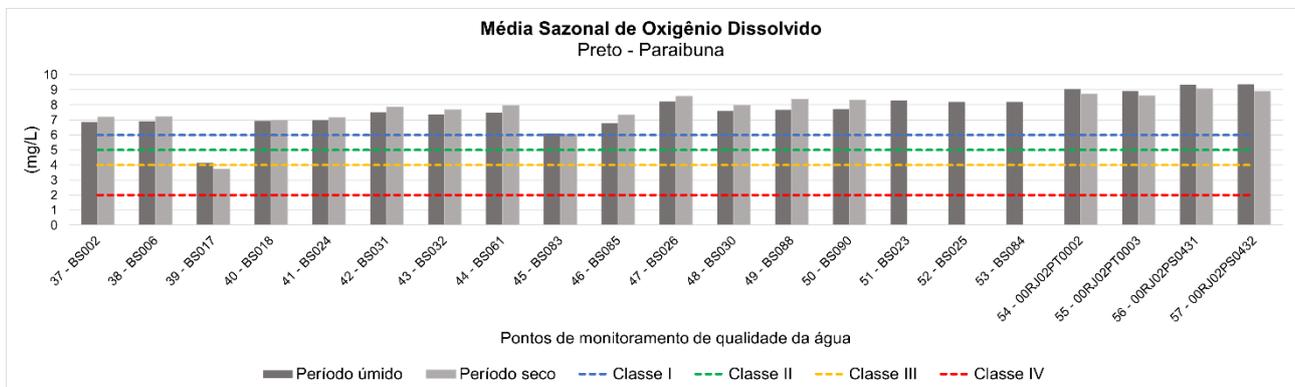


Figura 4.78. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As frequências de conformidade para DBO apresentaram boas condições, compatíveis com águas de Classe I, na maior parte do tempo, exceto para os pontos próximos a Juiz de Fora (Figura 4.79). A análise de sazonalidade de DBO apresentou o período seco como o mais relevante para as maiores concentrações (Figura 4.80).

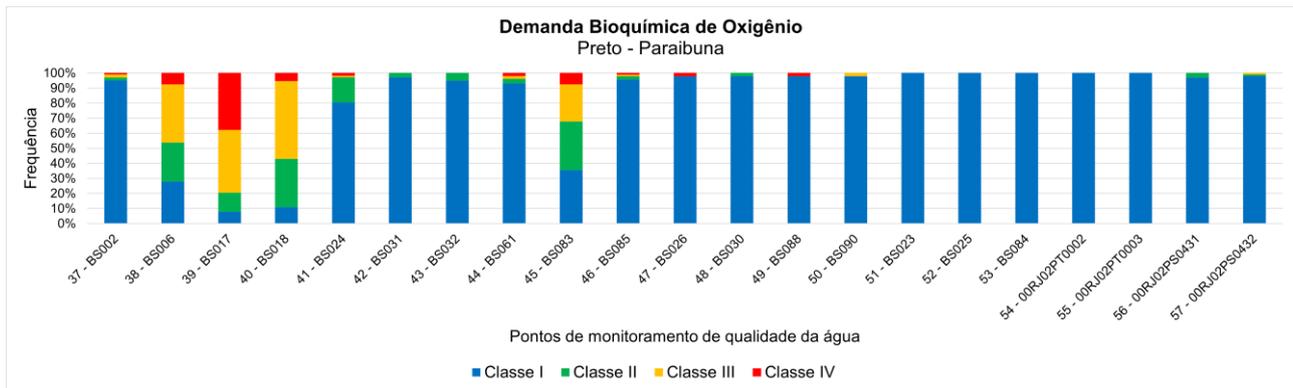


Figura 4.79. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

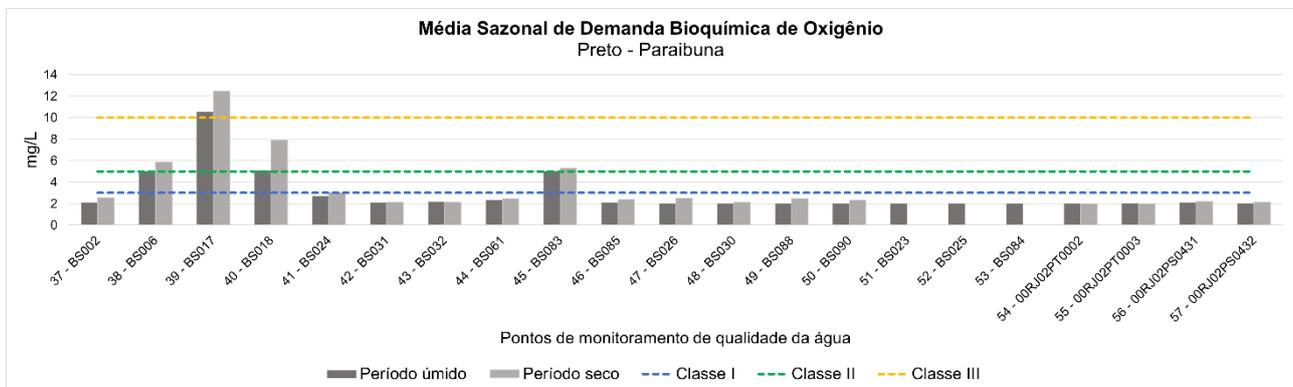


Figura 4.80. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.3 Nitrogênio

As frequências de conformidade para nitrogênio amoniacal apresentaram boas condições de qualidade (Figura 4.81). A análise de sazonalidade indicou que há uma pequena alternância entre períodos hidrológicos de maior relevância entre as estações de monitoramento analisadas, com uma maior influência do período seco (Figura 4.82).

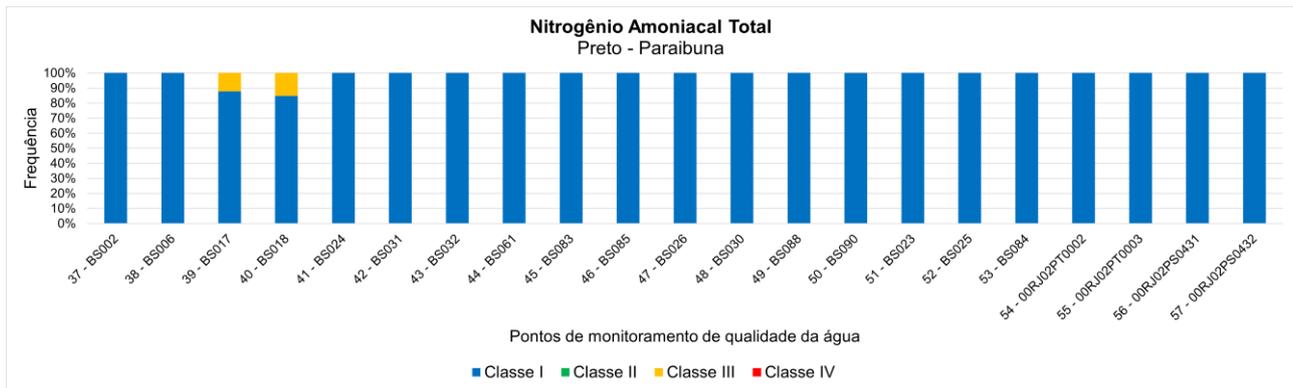


Figura 4.81. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

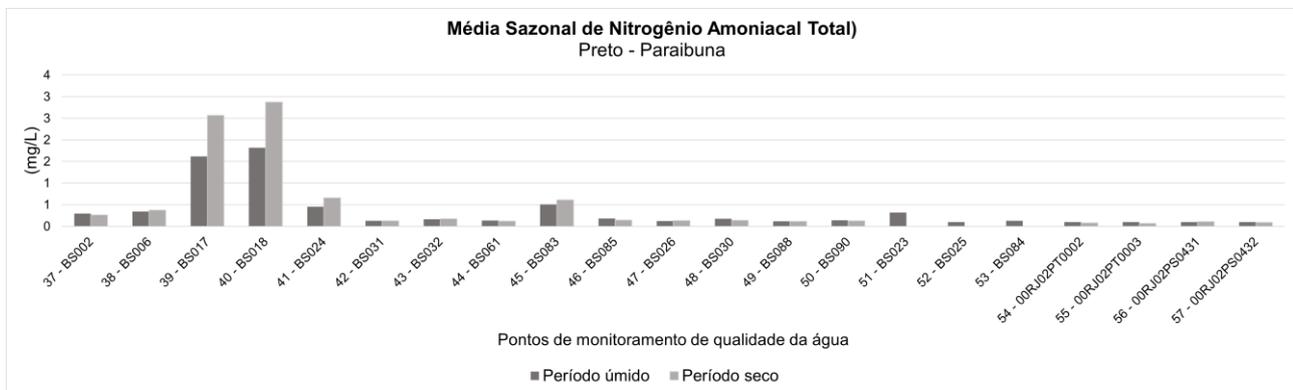


Figura 4.82. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

As concentrações de nitrato apresentaram frequências de conformidade compatíveis com águas de boa qualidade (Figura 4.83). A análise de sazonalidade não indicou alternância entre os períodos hidrológicos seco e úmido entre as estações de monitoramento analisadas (Figura 4.84).

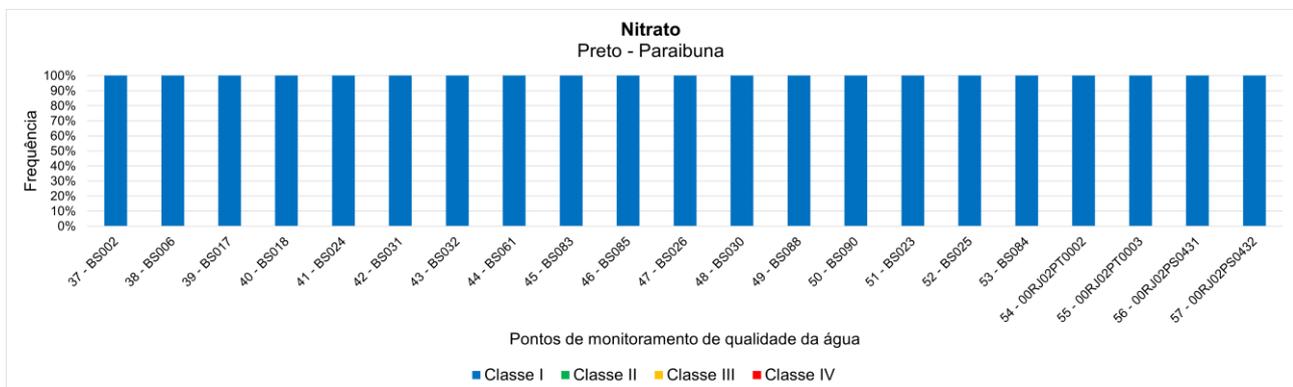


Figura 4.83. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

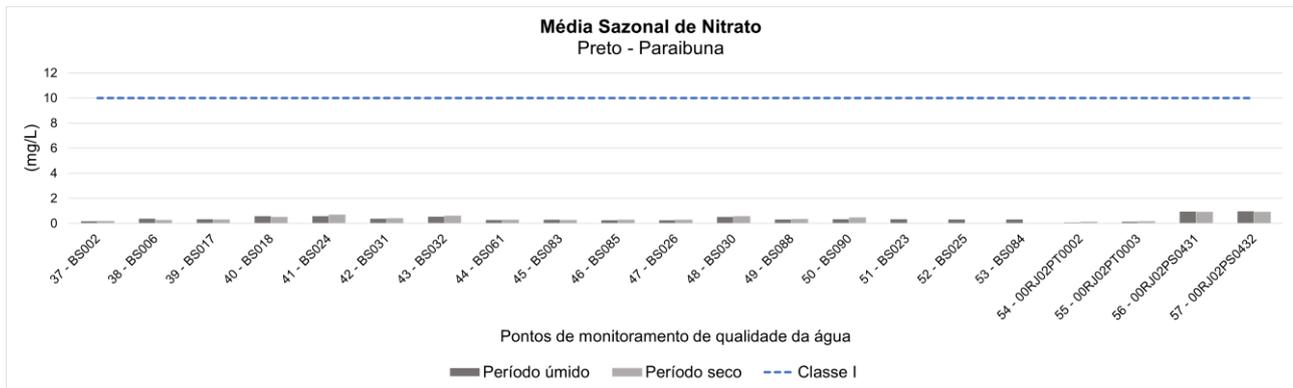


Figura 4.84. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.4 Fósforo Total

As frequências de conformidade das concentrações de fósforo indicam que a maioria dos pontos de monitoramento possuem predomínio de condições boas, compatíveis com águas de Classe I (Figura 4.85). Pontos próximos a Juiz de Fora apresentam condições de qualidade da água compatíveis com águas de má qualidade. A análise de sazonalidade apresenta um predomínio de concentrações maiores durante o período úmido, exceto nas estações de monitoramento próximas a Juiz de Fora (Figura 4.86).

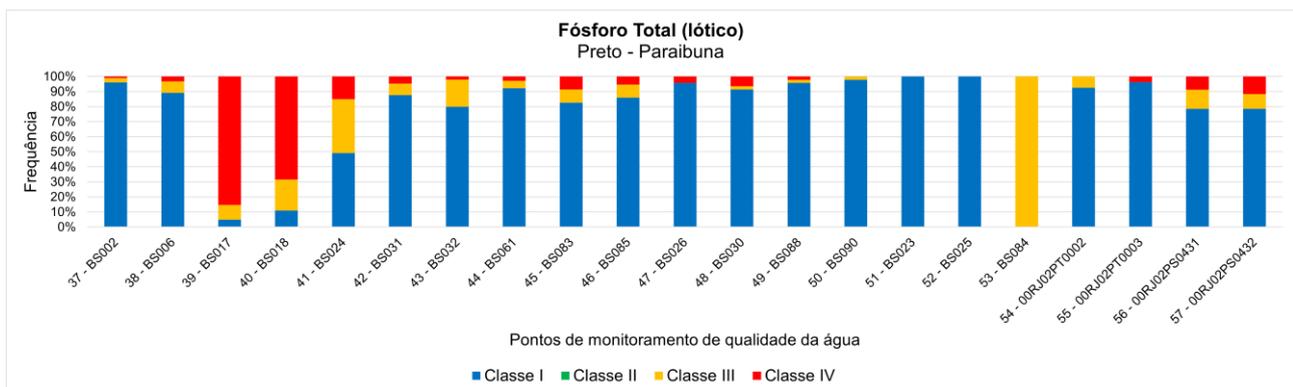


Figura 4.85. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

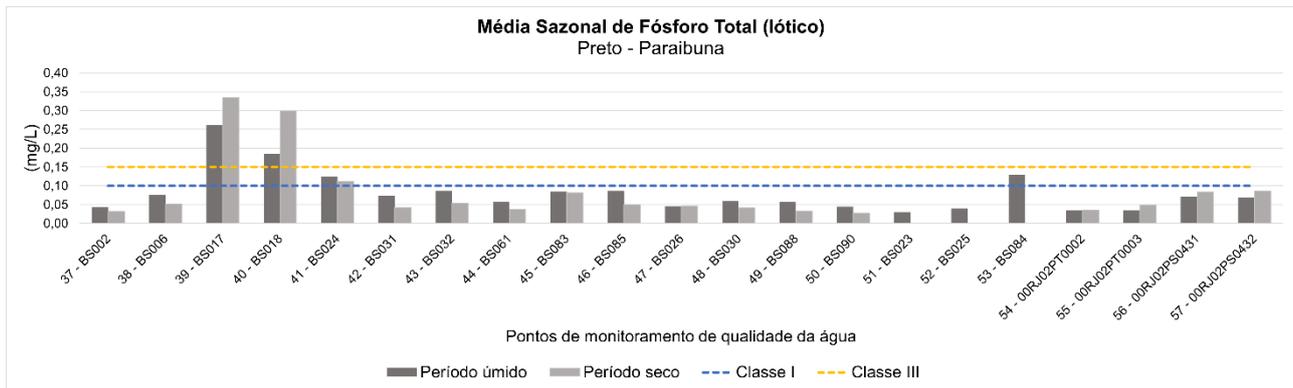


Figura 4.86. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.5 Coliformes Termotolerantes

As frequências de conformidade de coliformes termotolerantes demonstram que na maior parte do tempo a rede monitoramento se encontra em condições de baixa qualidade das águas (Figura 4.87). São identificados resultados em Classe IV em todos os pontos. A análise de sazonalidade indica um predomínio de concentrações maiores durante o período chuvoso (Figura 4.88).

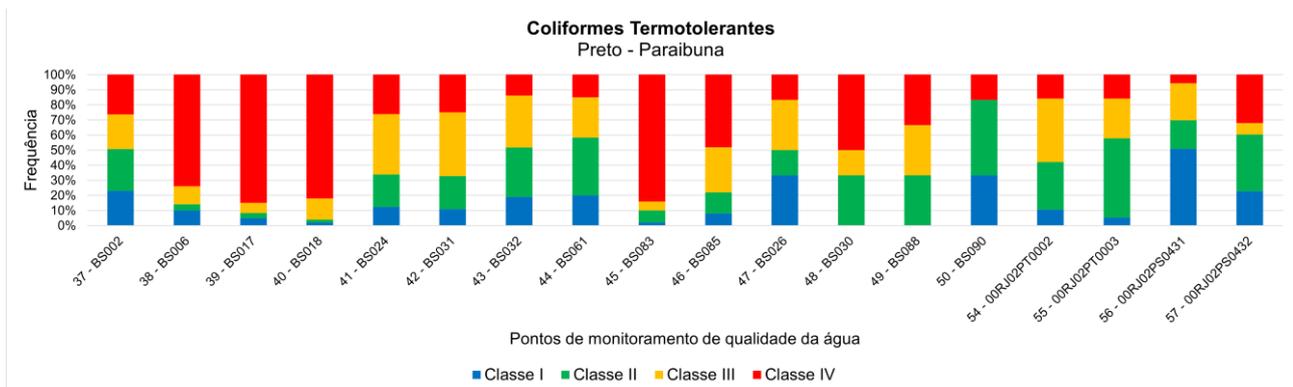


Figura 4.87. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

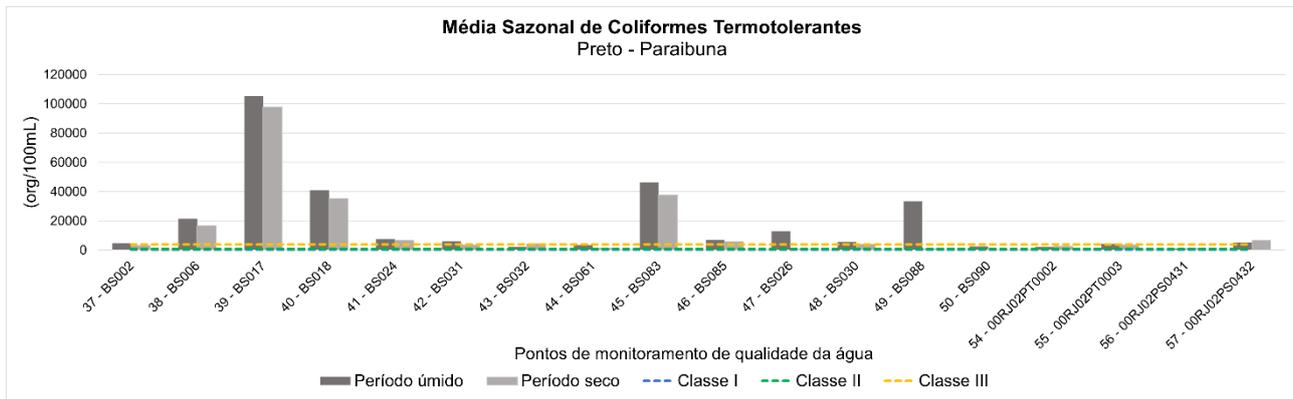


Figura 4.88. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.6 Alumínio

As frequências de conformidade de alumínio apontaram boas condições de qualidade da água na maior parte do tempo nesta unidade de planejamento, exceto por um ponto de monitoramento (Figura 4.89), localizado no rio Preto junto ao município de mesmo nome. A análise de sazonalidade para pontos com análises em ambos os períodos indica o predomínio de maiores concentrações durante período secos (pontos 47 e 48) (Figura 4.90).

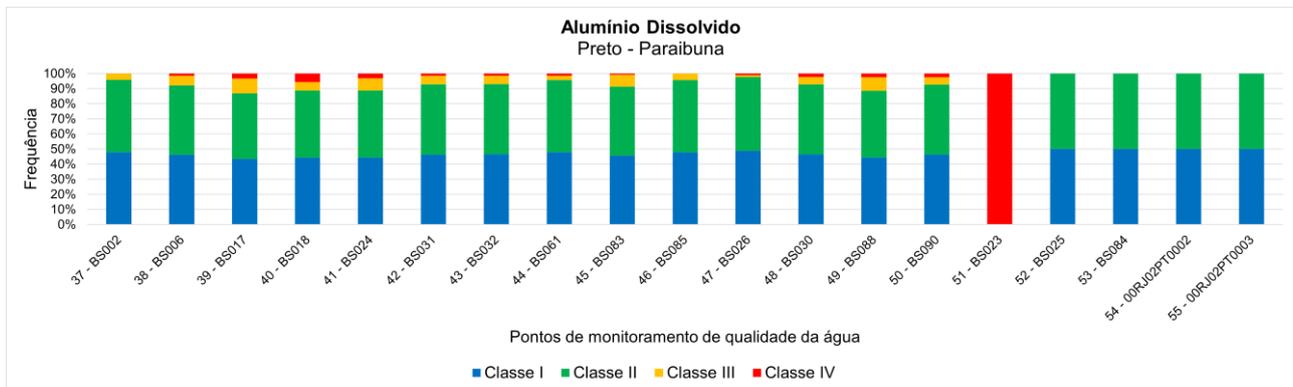


Figura 4.89. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

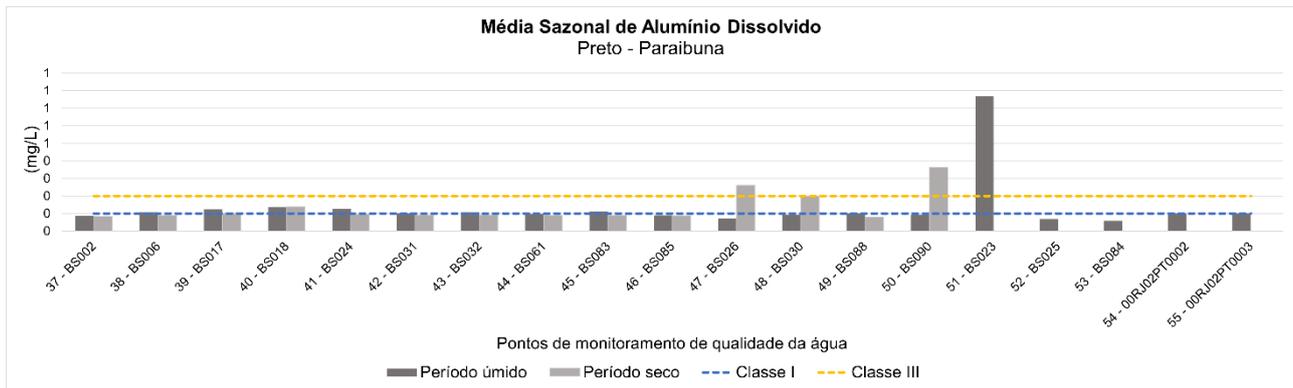


Figura 4.90. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.7 Chumbo

As frequências de conformidade para as concentrações de chumbo apresentaram boas condições na maior parte do tempo, exceto para o mesmo ponto no rio Preto e dois pontos a jusante da Usina Hidrelétrica Furnas de Anta, nas localidades de Anta e Sapucaia (Figura 4.91). A análise de sazonalidade indica o predomínio de maiores concentrações durante períodos úmidos (Figura 4.92).

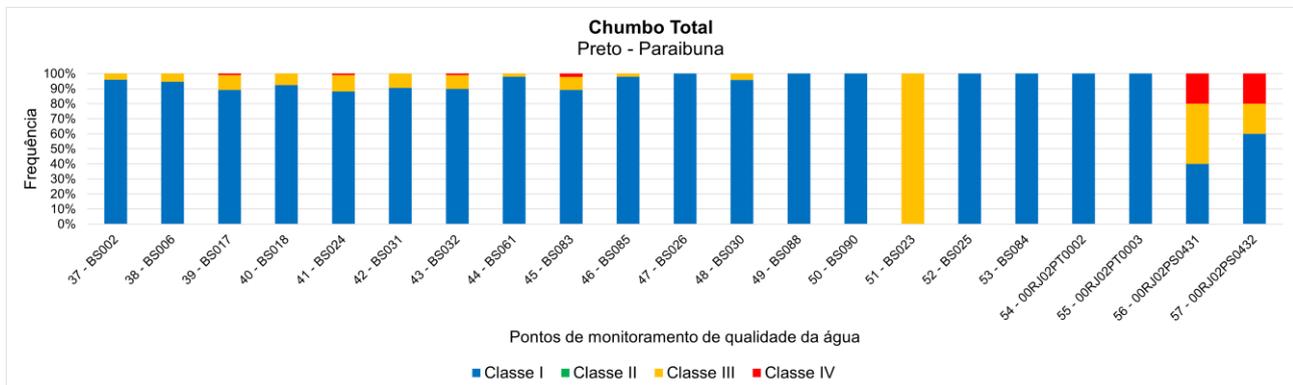


Figura 4.91. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

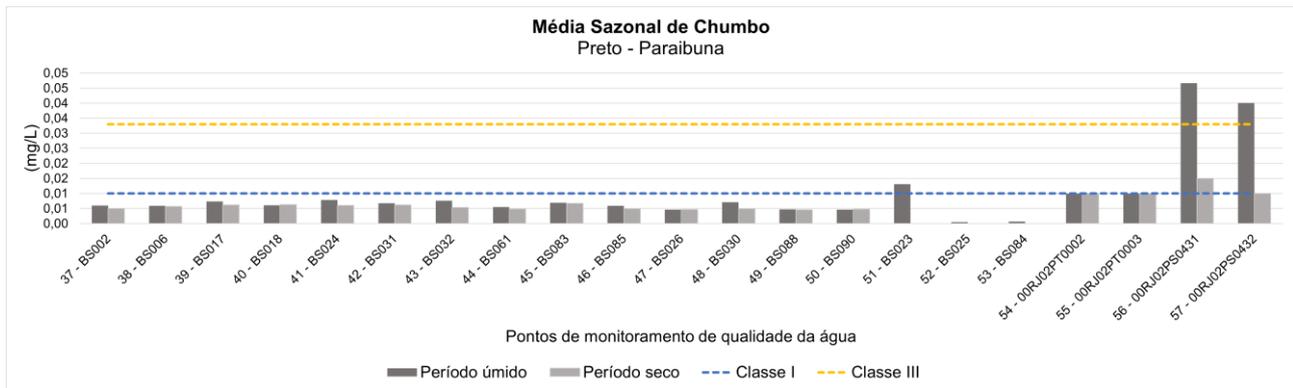


Figura 4.92. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.8 Cádmio

As concentrações de cádmio apresentaram frequências de conformidade compatíveis com águas de boa qualidade na maior parte do tempo e na maioria das estações, exceto aquelas próximas a região de Juiz de Fora (Figura 4.93). A análise de sazonalidade indicou que o período úmido tem predomínio para concentrações maiores (Figura 4.94).

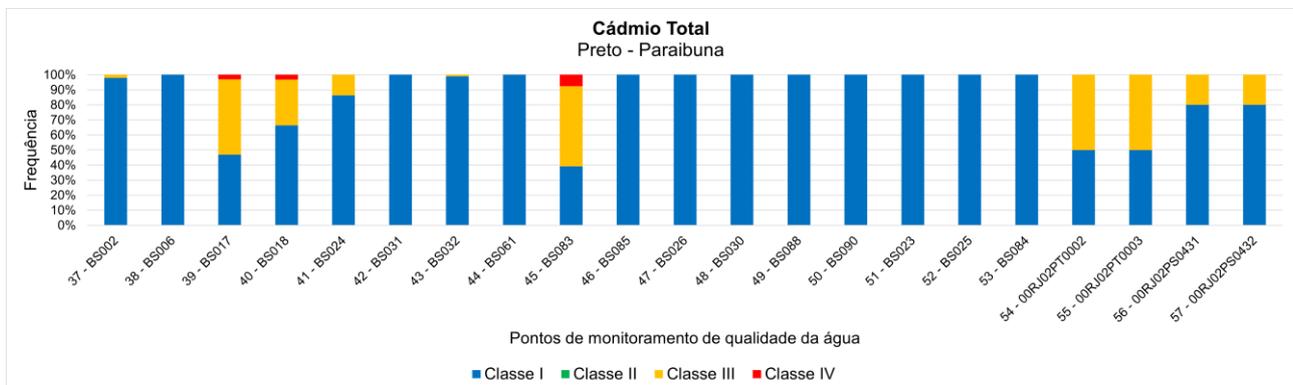


Figura 4.93. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

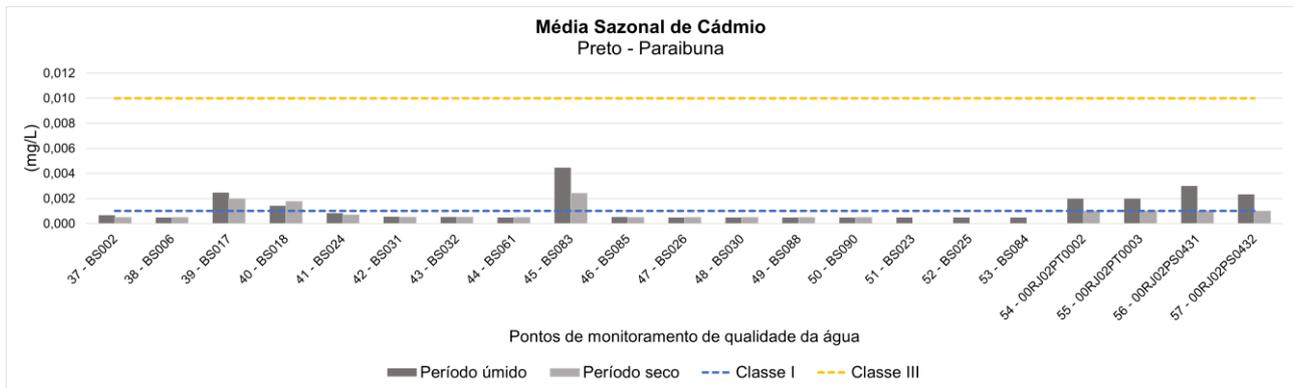


Figura 4.94. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.9 Ferro

As concentrações de ferro resultaram em frequências de conformidade compatíveis com águas superficiais de má qualidade (Classe III) na maior parte do tempo em quase todas as estações de monitoramento, localizadas próximas de cidades como Juiz de Fora e Santa Rita de Jacutinga, mas também em áreas rurais (Figura 4.95). Destacam-se quatro pontos com frequência total das análises em Classe I. A análise de sazonalidade não indicou uma alternância entre períodos hidrológicos de maior relevância entre as estações de monitoramento analisadas (Figura 4.96).

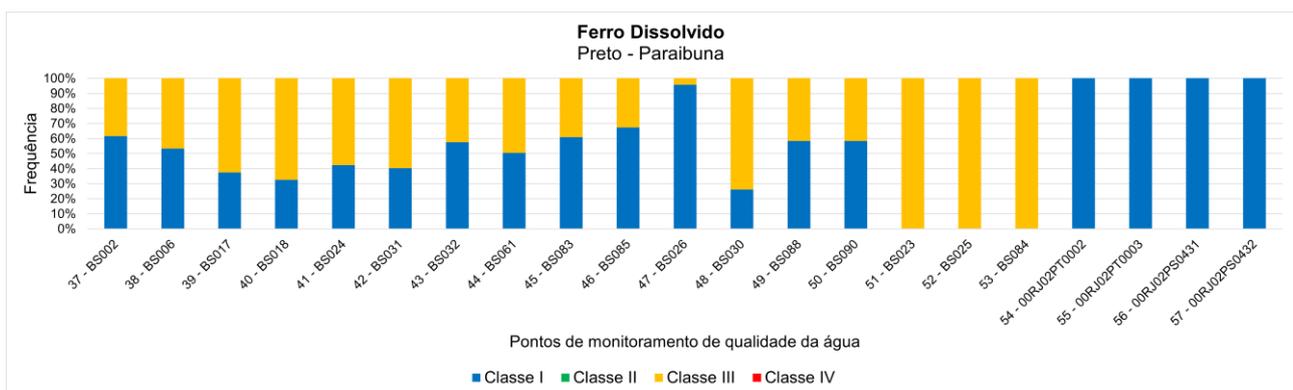


Figura 4.95. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.

Fonte: Elaboração Própria

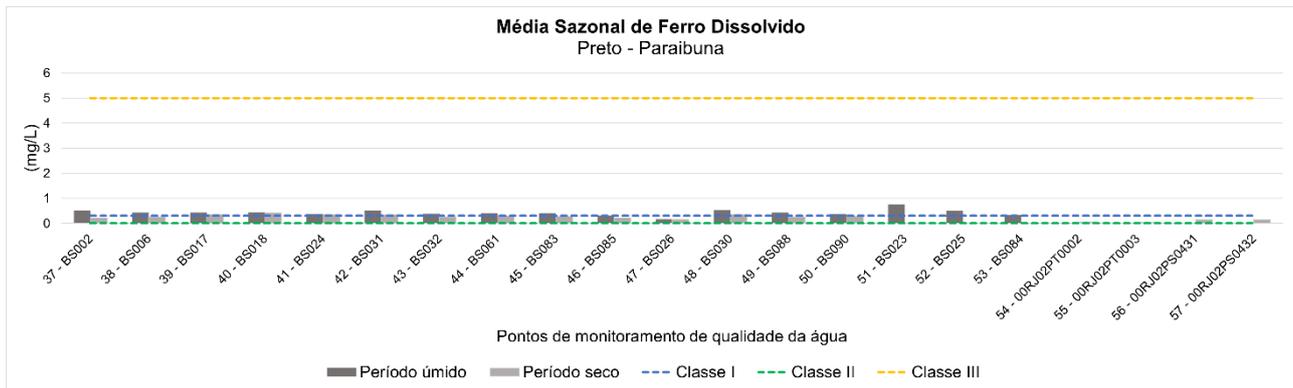


Figura 4.96. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.4.10 Manganês

As concentrações de manganês apresentaram condições boas na maior parte da rede de monitoramento, exceto nas estações próximas a Juiz de Fora (Figura 4.97). A análise de sazonalidade indicou um predomínio de concentrações maiores em condições úmidas (Figura 4.98).

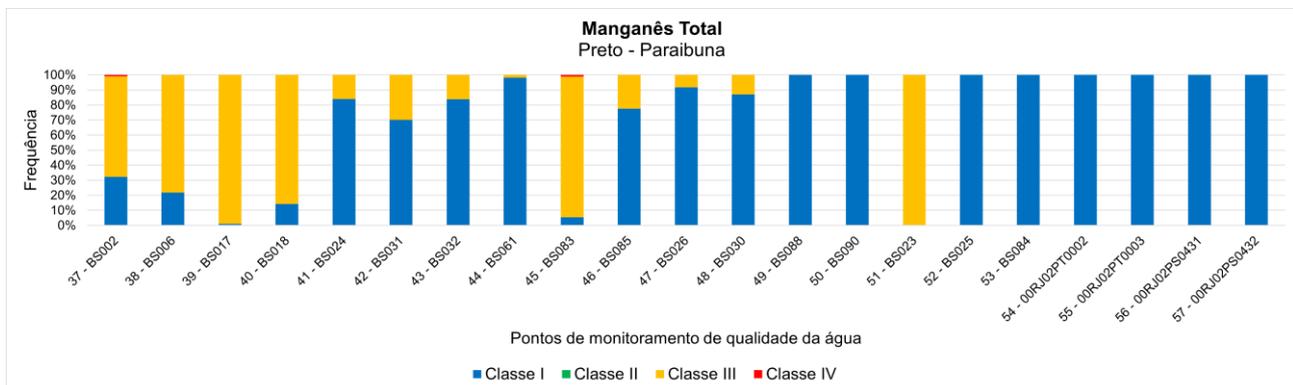


Figura 4.97. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

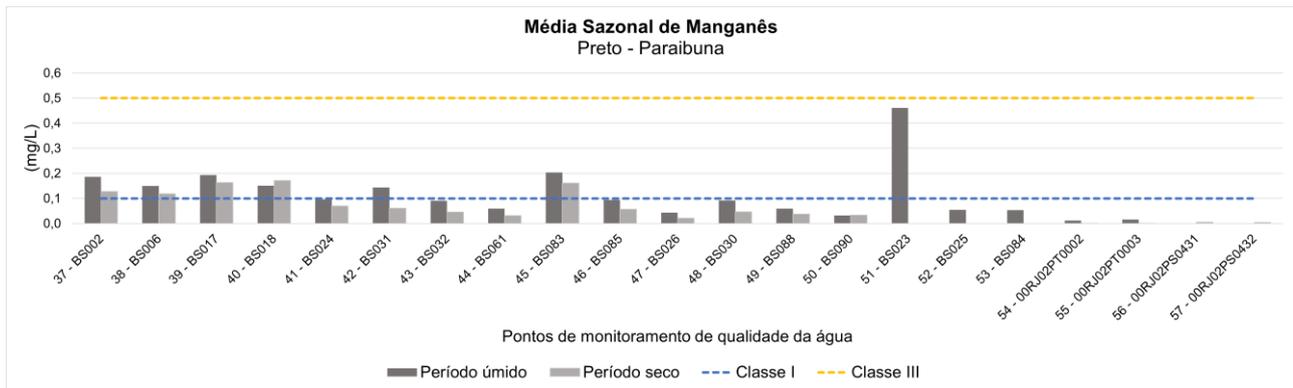


Figura 4.98. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Preto e Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5 UP5 - Piabanha

4.1.3.5.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido na bacia do rio Paraíba do Sul apresentaram concentrações compatíveis com Classe I e II na maior parte do tempo. Diversos pontos apresentam concentrações compatíveis com Classe III e IV, a grande maioria localizado no centro e nas imediações de Petrópolis. (Figura 4.99). A análise de sazonalidade indicou uma variação entre períodos hidrológicos e maiores concentrações (Figura 4.100).

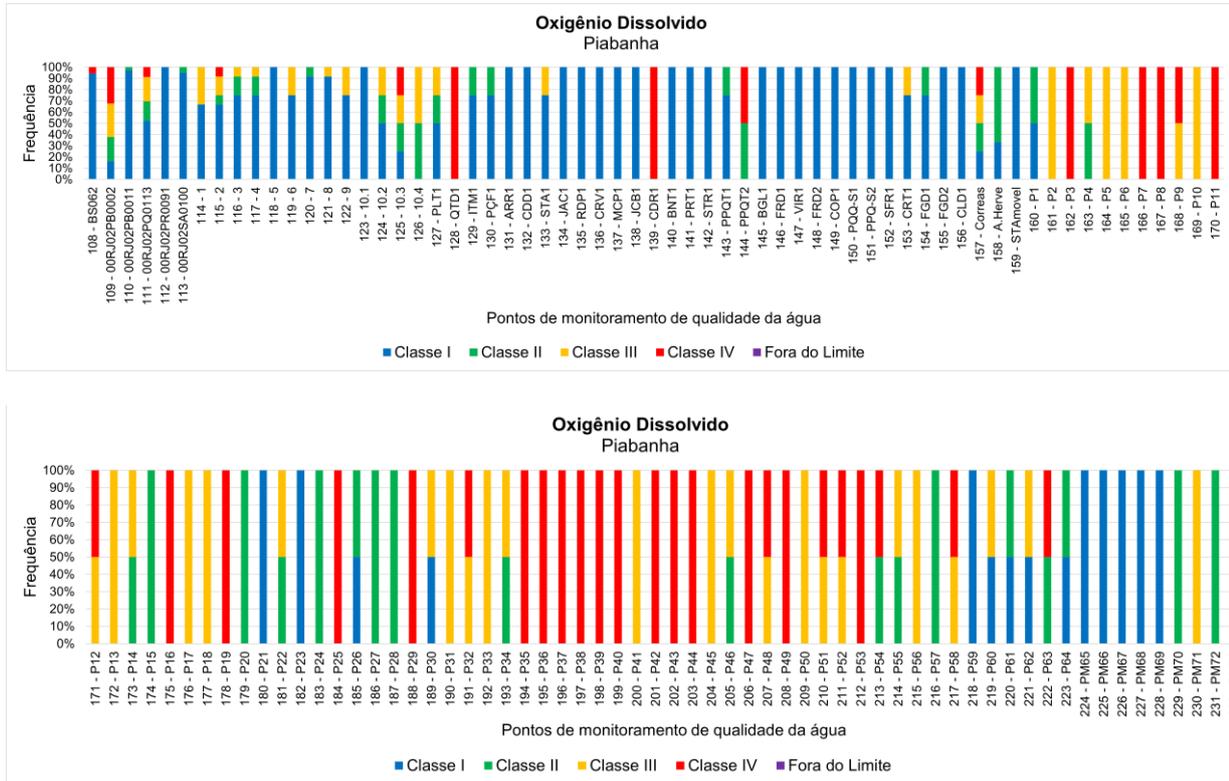


Figura 4.99. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Piabanha.

Fonte: Elaboração Própria

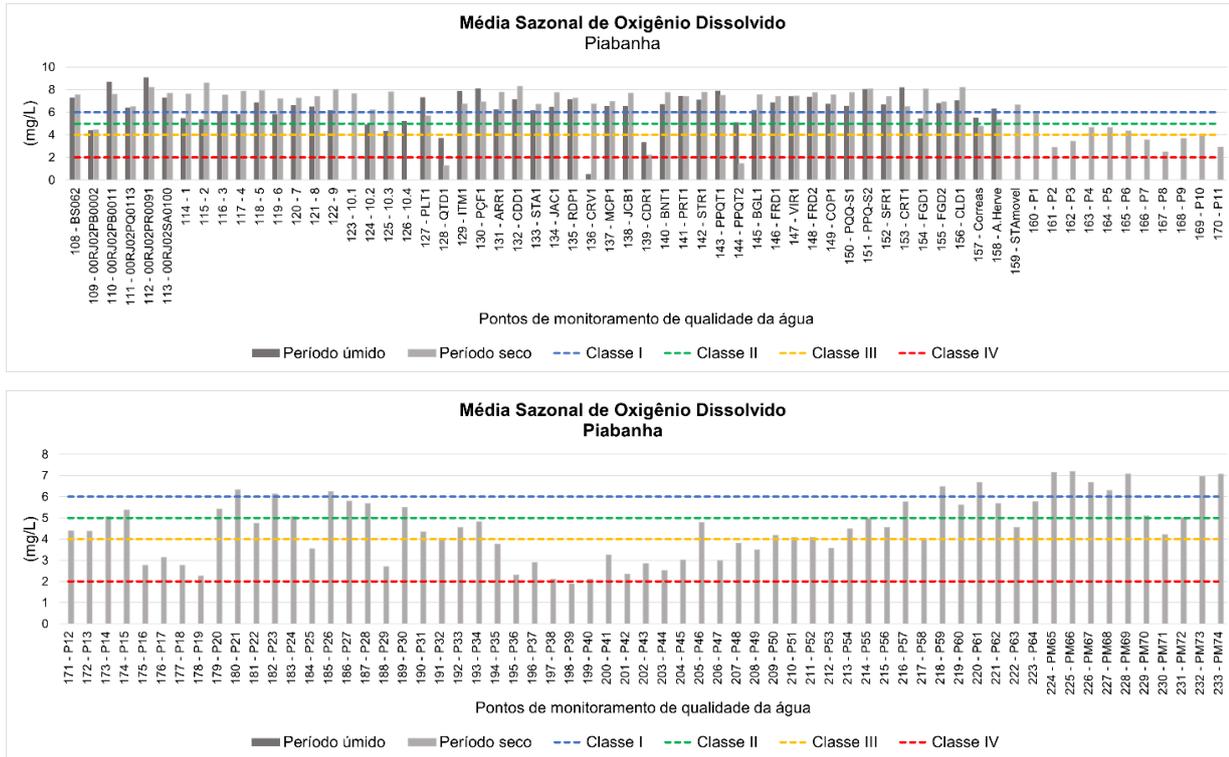
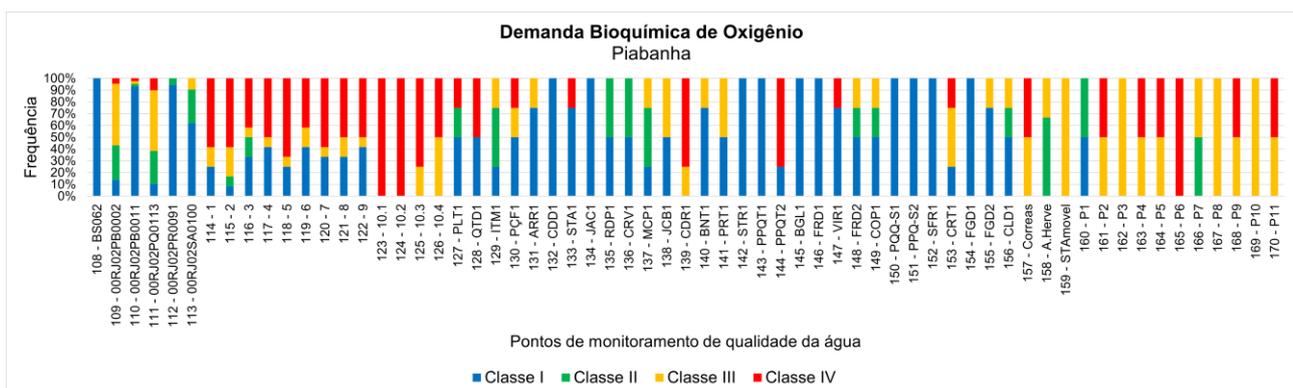


Figura 4.100. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As concentrações de DBO na unidade de planejamento seguiram um padrão similar ao observado para oxigênio dissolvido, com alguns pontos de monitoramento de menor qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.101). Desses, a maioria também está localizado nas imediações de Petrópolis e outras cidades. A análise de sazonalidade não possibilita uma conclusão sobre a influência do regime úmido ou seco na concentração deste parâmetro tendo em vista que a grande maioria dos pontos foi analisado apenas em período seco (Figura 4.102).



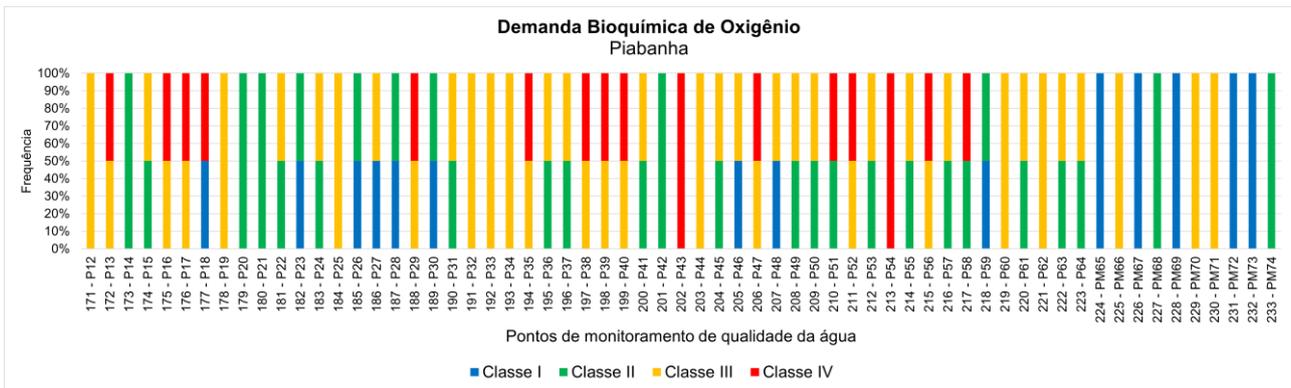


Figura 4.101. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

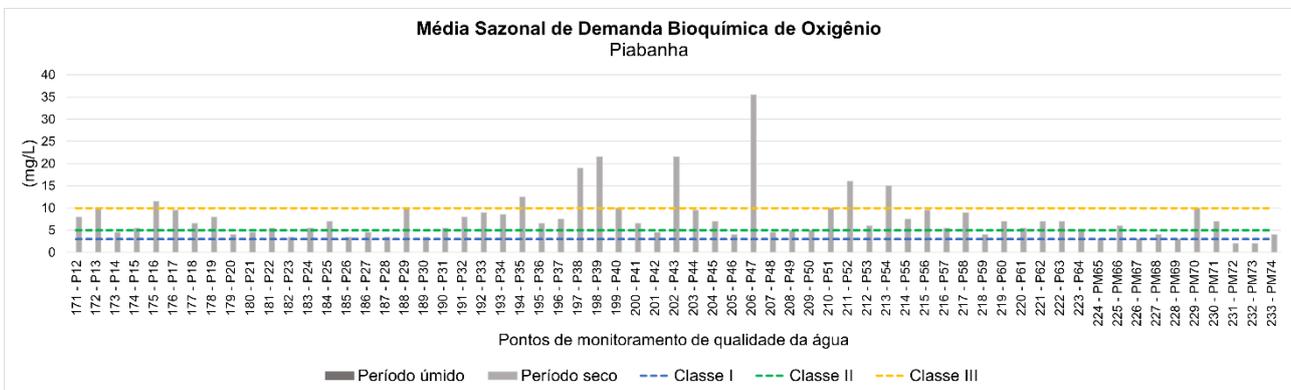
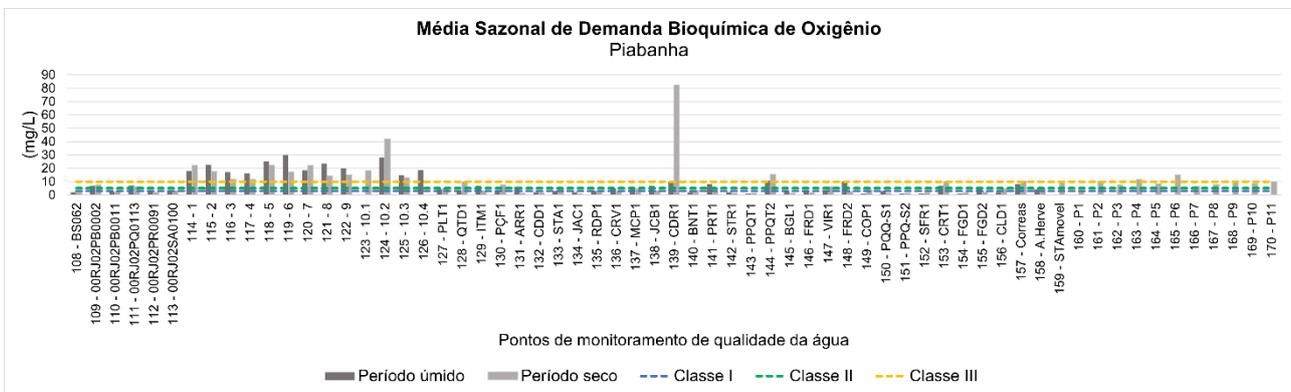


Figura 4.102. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.3 Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram valores compatíveis com classes de boa qualidade da água na maior parte do tempo (Figura 4.103). O ponto com frequência total em Classe IV está localizado na área urbana de Petrópolis. A sazonalidade indica que o período seco apresenta as maiores concentrações deste elemento nas águas superficiais desta unidade de planejamento (

Figura 4.104).

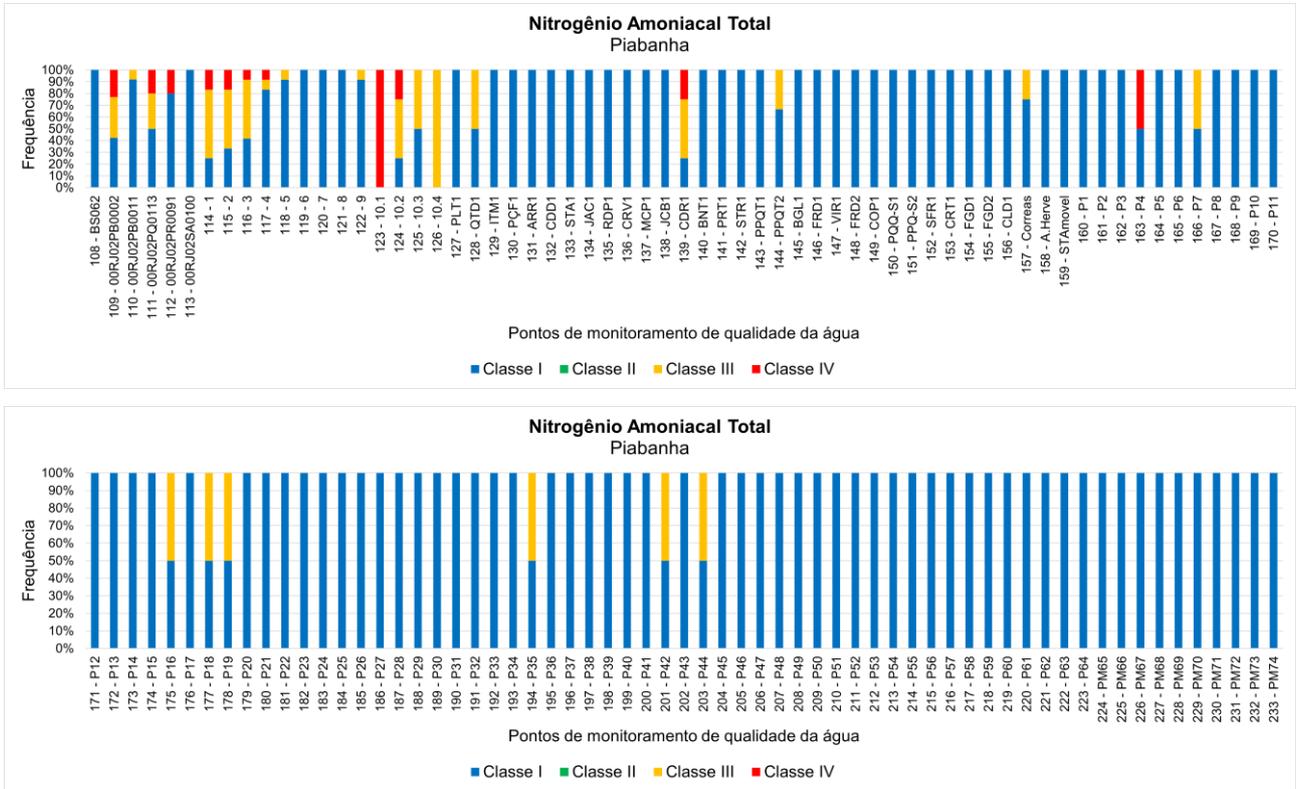


Figura 4.103. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para amônia na unidade de planejamento Piabanha.

Fonte: Elaboração Própria

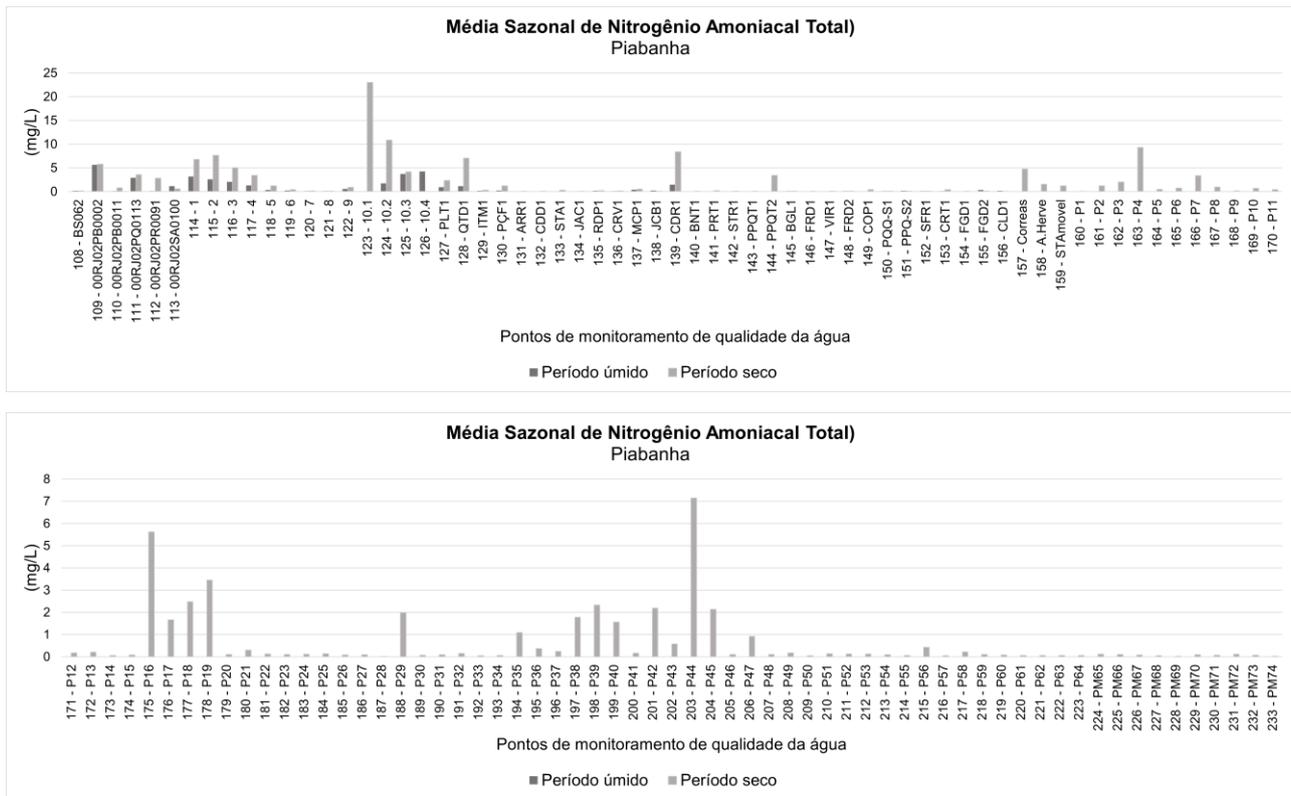


Figura 4.104. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para amônia na unidade de planejamento Piabanha.

Fonte: Elaboração Própria

As concentrações de nitrato permaneceram compatíveis com Classe I no monitoramento existente (Figura 4.105). A análise de sazonalidade indicou que o período seco apresenta as maiores concentrações de nitrato na unidade de planejamento (Figura 4.106).

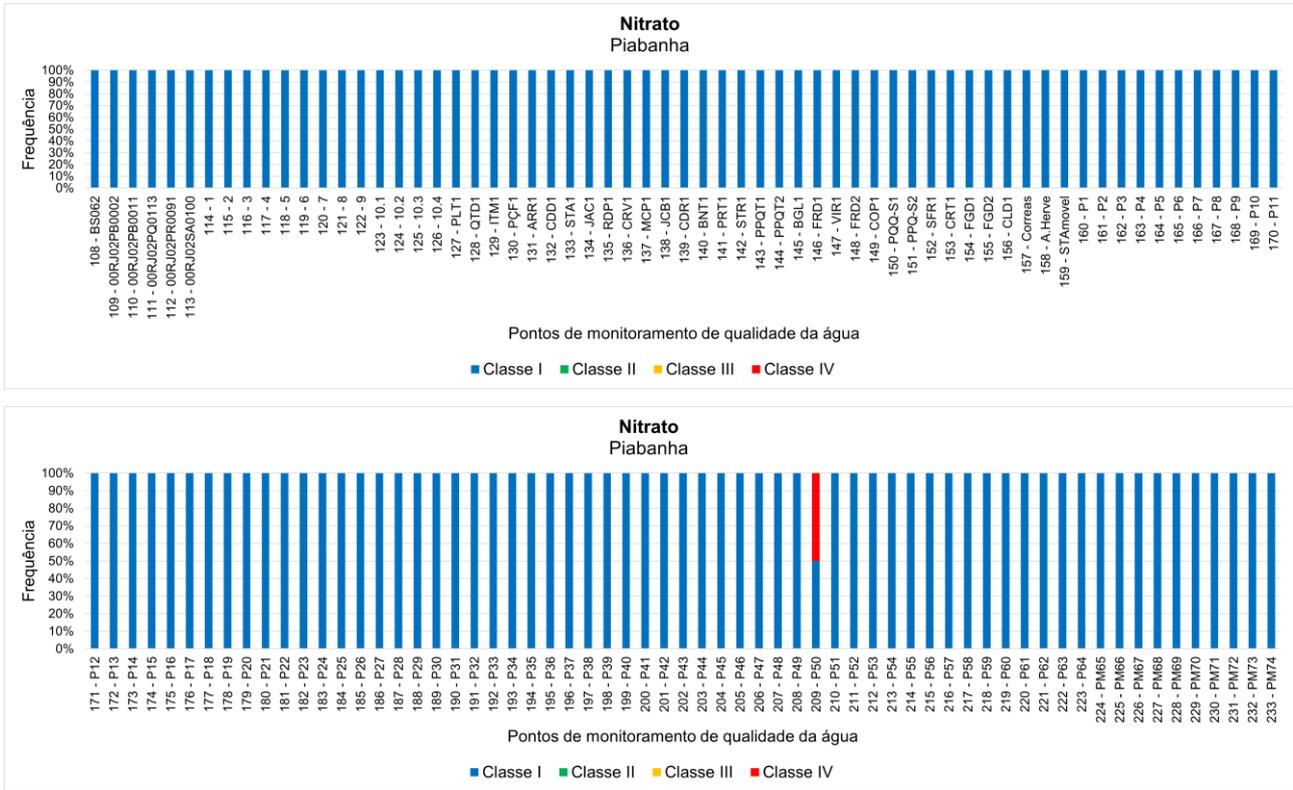


Figura 4.105. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

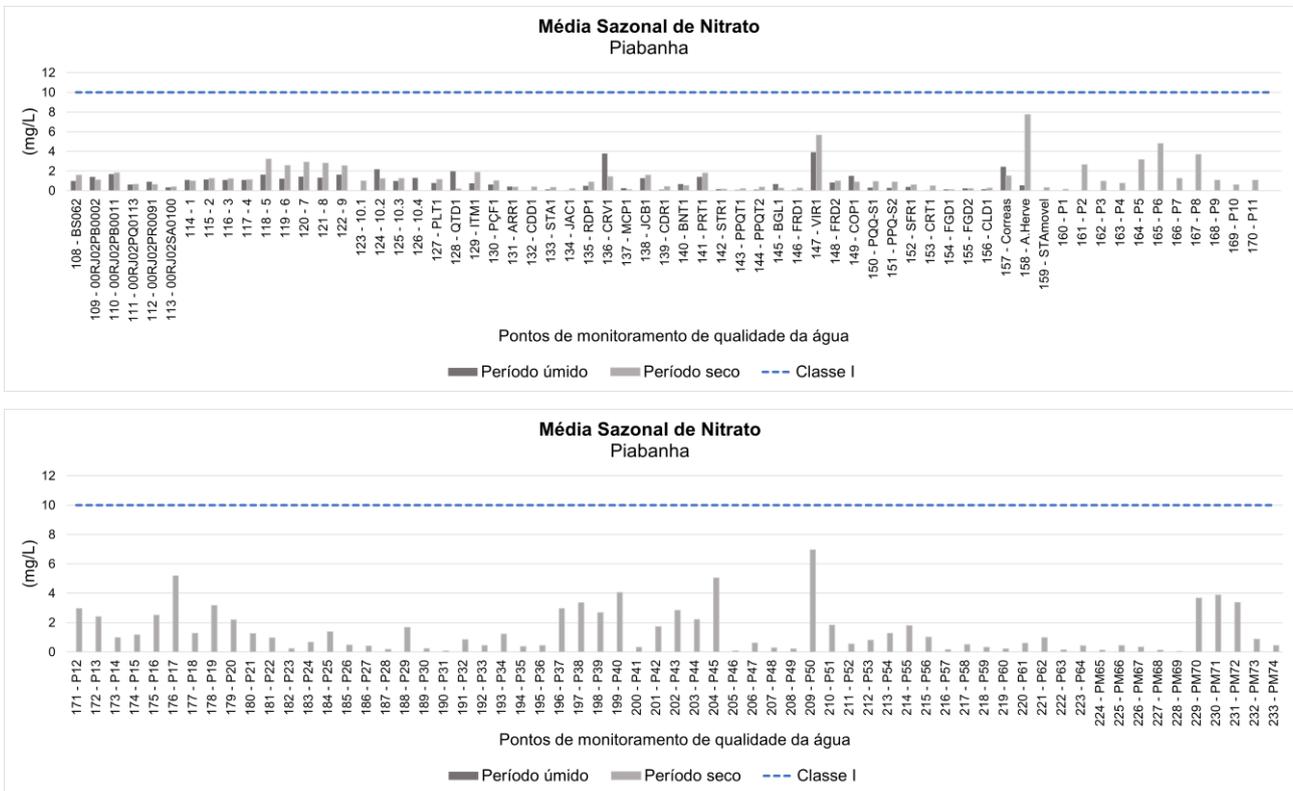


Figura 4.106. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo apresentaram valores elevados e compatíveis com águas de baixa qualidade, principalmente nas estações de monitoramento próximas a grandes centros urbanos, destacando-se a região de Petrópolis (Figura 4.107). A sazonalidade dos valores indica que o período seco é onde as maiores concentrações são observadas (Figura 4.108).

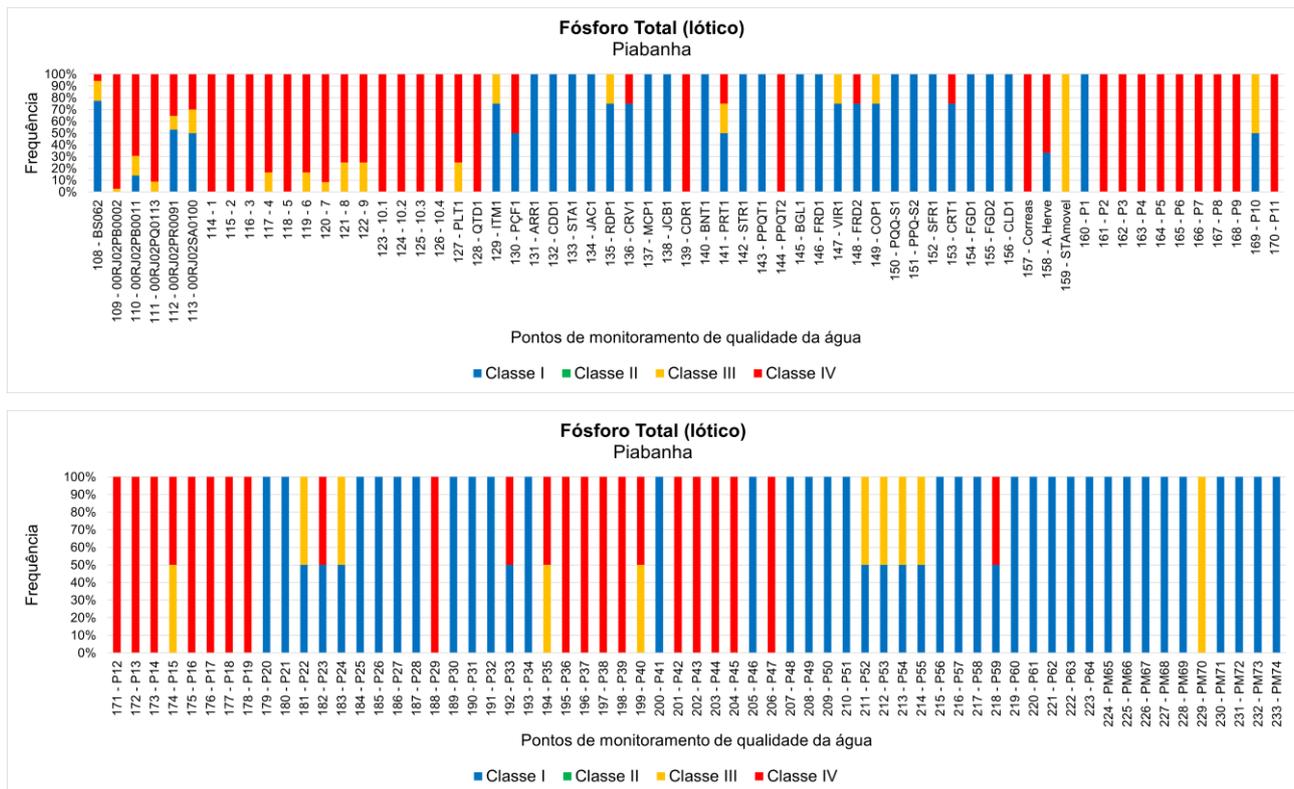


Figura 4.107. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

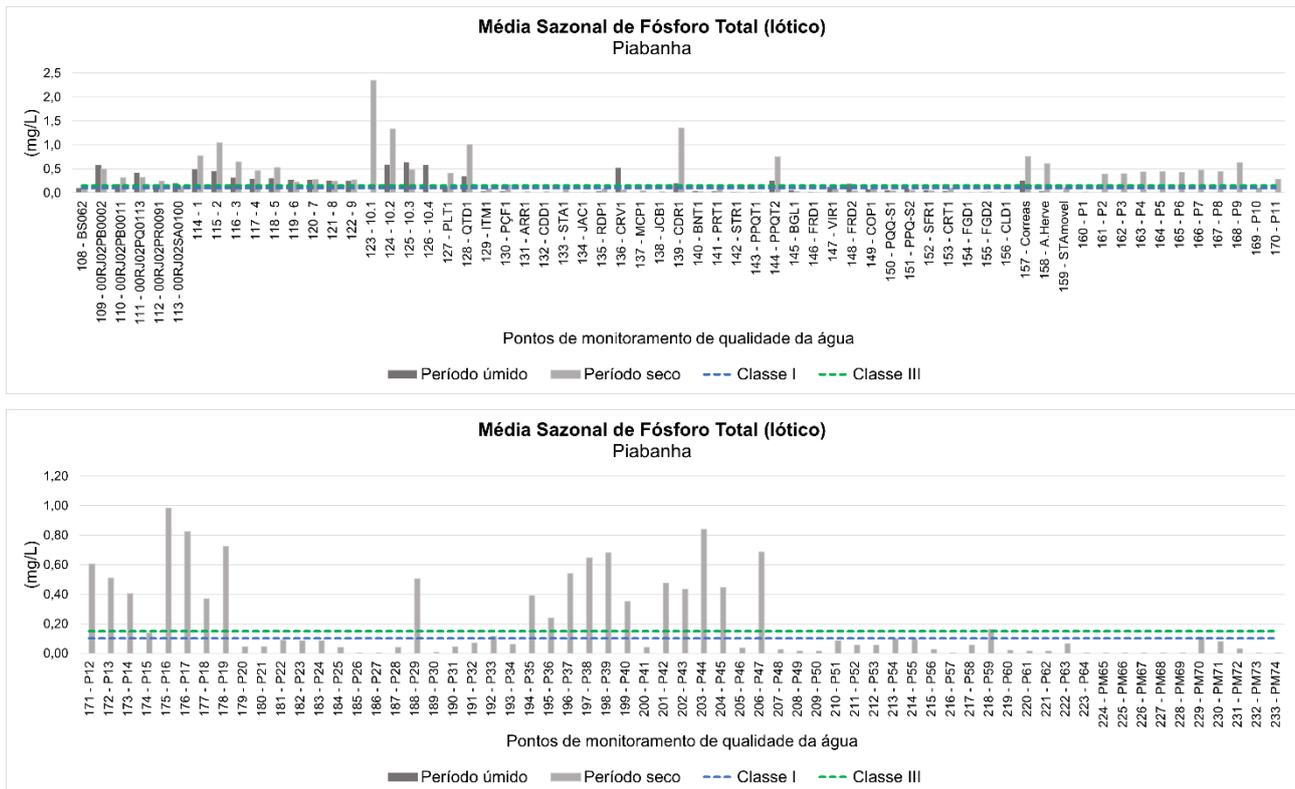


Figura 4.108. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.5 Coliformes Termotolerantes

As análises de coliformes termotolerantes indicam que a frequência de conformidade mais comum nos pontos de monitoramento é compatível com águas de Classe IV (Figura 4.109). Esta UP apresenta seus pontos de monitoramento majoritariamente próximos de áreas urbanas, indicando assim um impacto direto nos resultados de coliformes. A análise de sazonalidade indicou alternância nas concentrações (Figura 4.110).

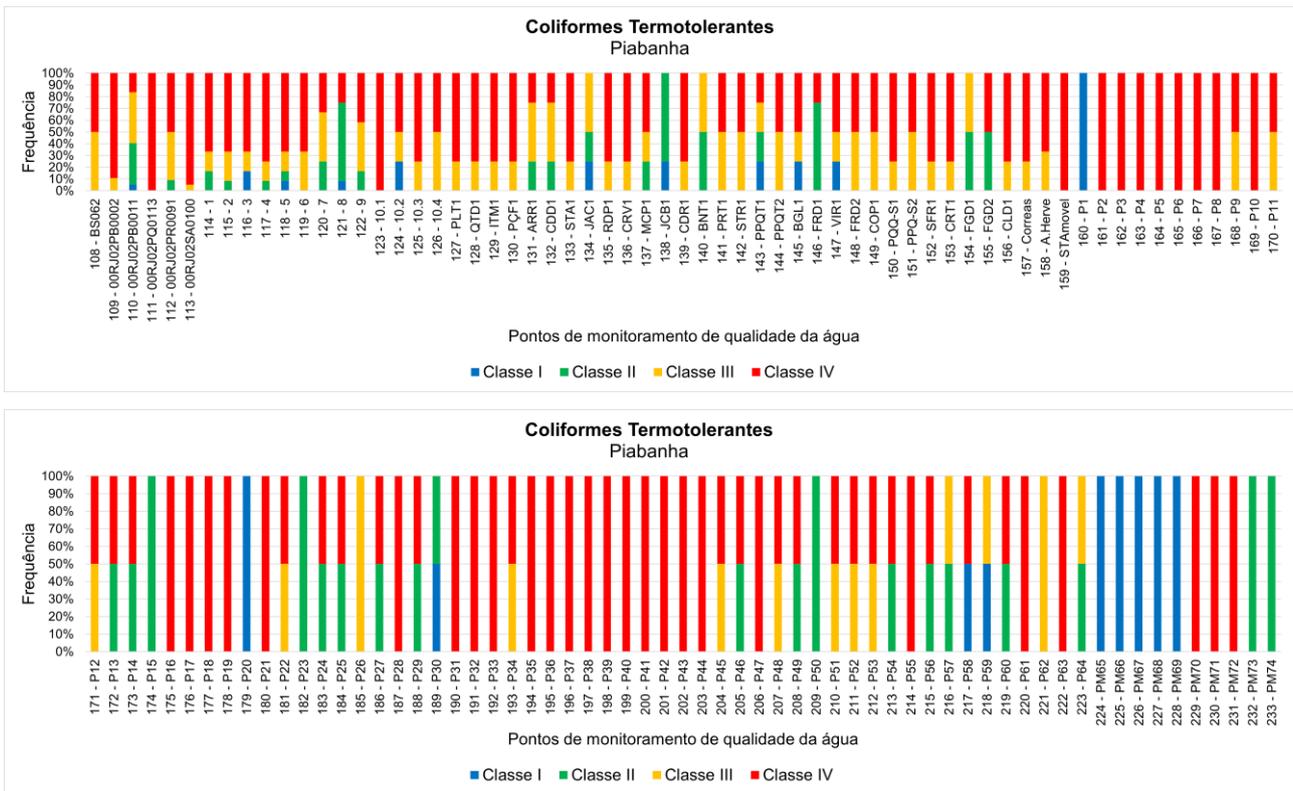


Figura 4.109. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

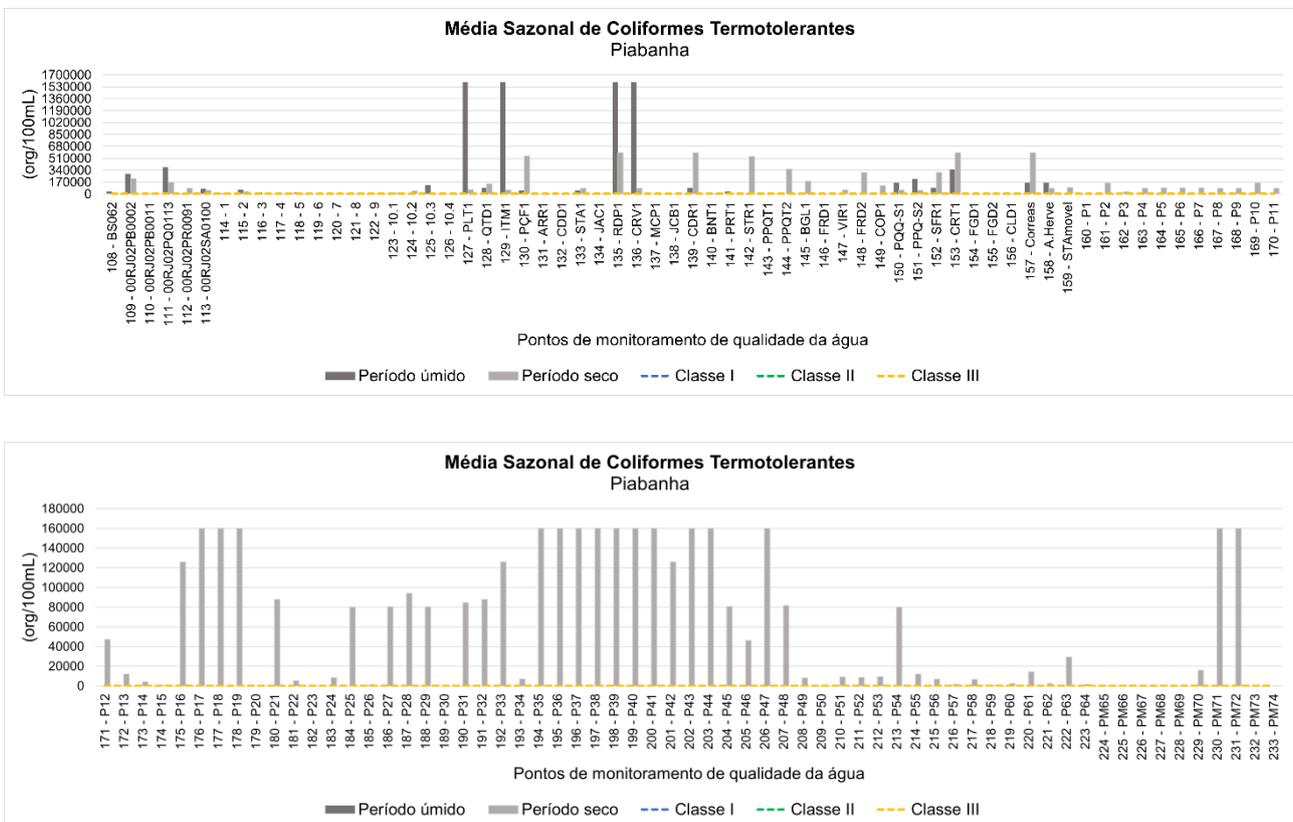


Figura 4.110. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.6 Alumínio

O alumínio possui apenas um ponto de monitoramento, não permitindo uma caracterização adequada. Em termos de frequência de conformidade as concentrações são compatíveis com águas de Classe I (Figura 4.111), a sazonalidade foi inconclusiva (Figura 4.112).

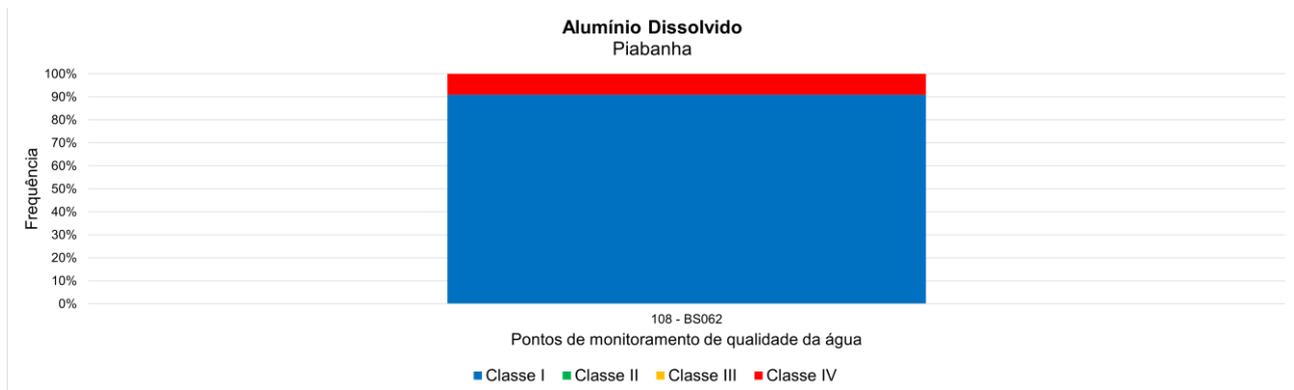


Figura 4.111. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Piabanha.

Fonte: Elaboração Própria

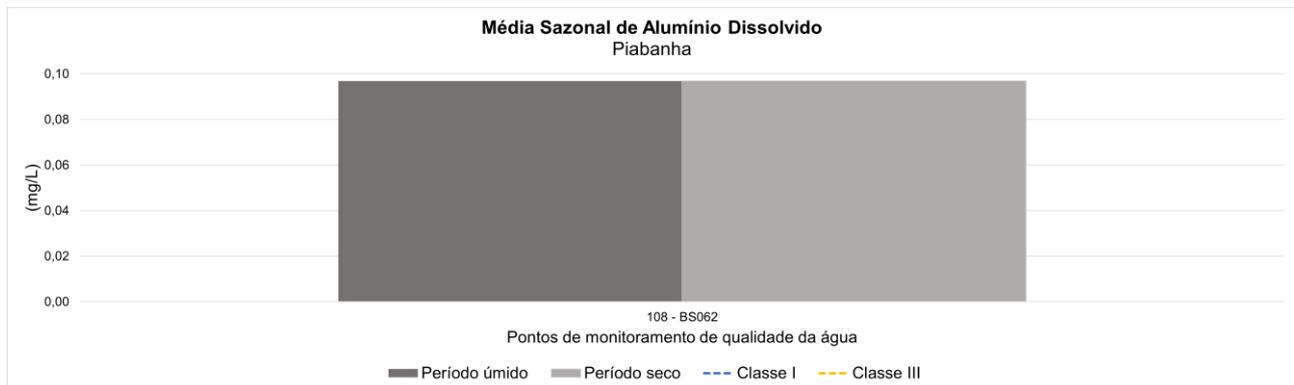


Figura 4.112. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Piabanha.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.7 Chumbo

As concentrações de chumbo apresentaram valores compatíveis com águas de boa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.113). A análise de sazonalidade indica, em três pontos, uma influência do período úmido. Em outros três a análise foi impossibilitada devido a característica dos monitoramentos realizados (apenas no período seco) (Figura 4.114).

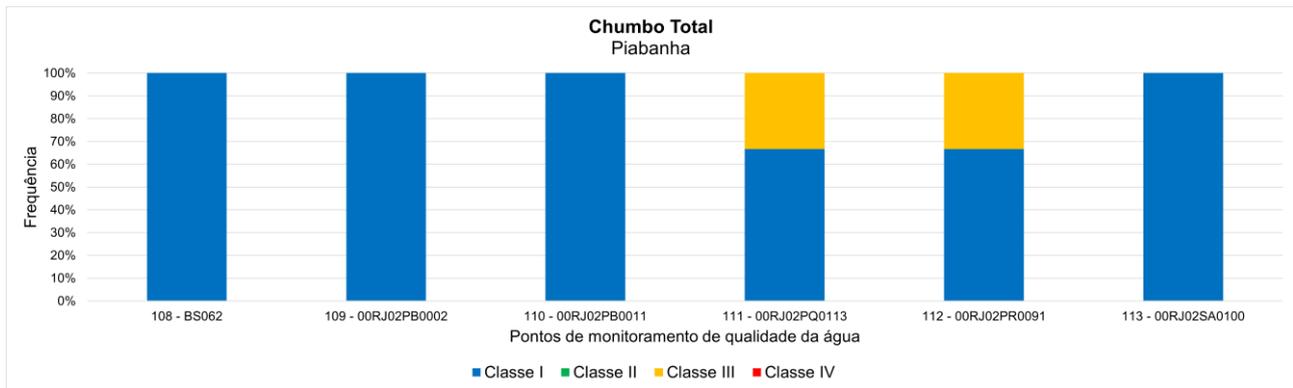


Figura 4.113. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

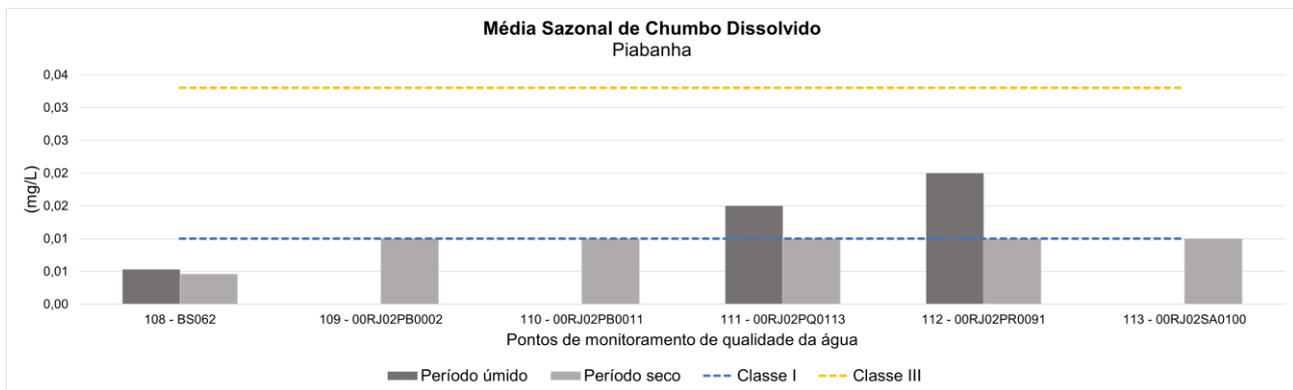


Figura 4.114. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.8 Cádmio

Assim como observado para o chumbo, o elemento cádmio também apresentou concentrações compatíveis com águas de boa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.115). Devido a características do monitoramento existente, a análise de sazonalidade foi impossibilitada (Figura 4.116).

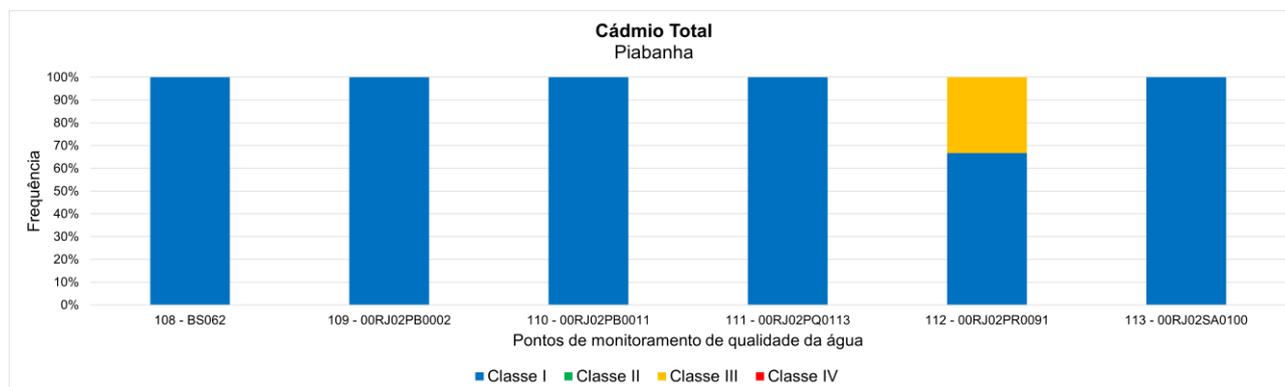


Figura 4.115. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

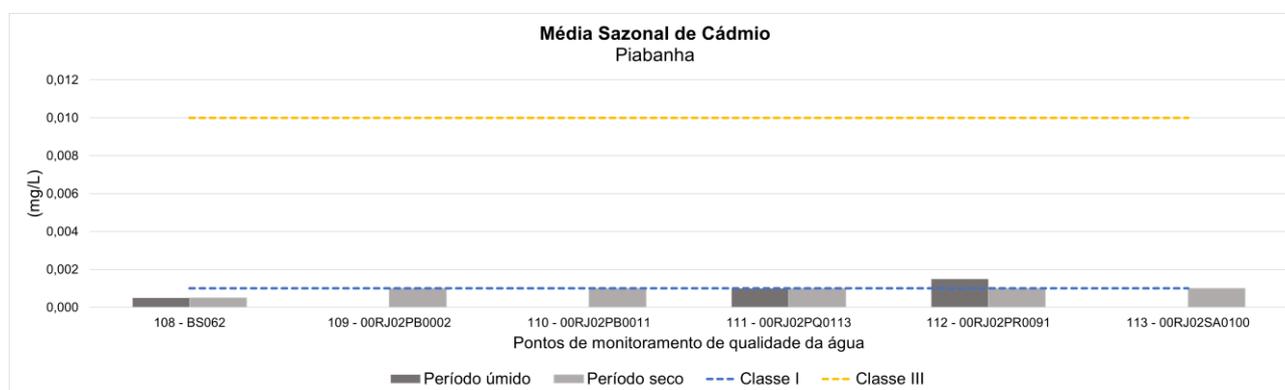


Figura 4.116. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.9 Ferro

As concentrações de ferro apresentaram frequência de conformidade compatível com Classe I em três dos cinco pontos avaliados (Figura 4.117). Em dois pontos as concentrações foram compatíveis com águas de baixa qualidade. Devido a características do monitoramento existente, a análise de sazonalidade foi impossibilitada (Figura 4.118).

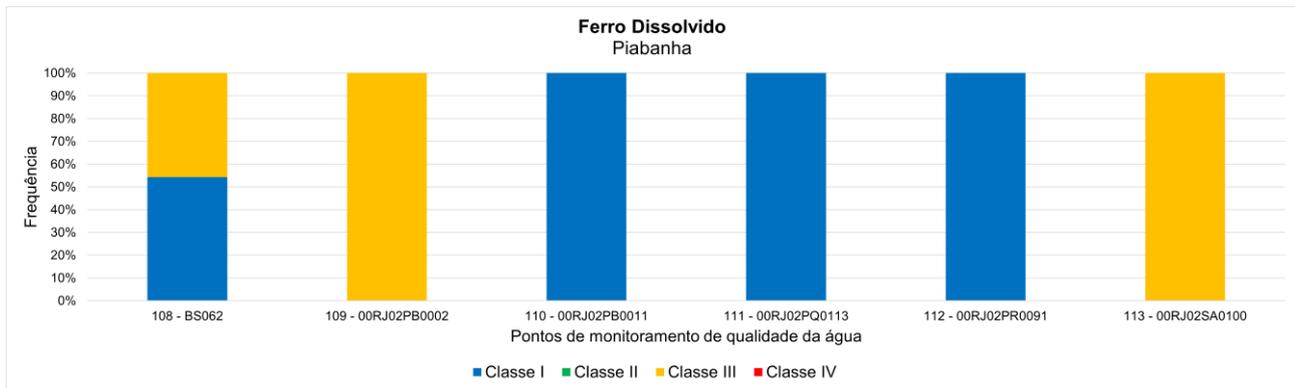


Figura 4.117. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

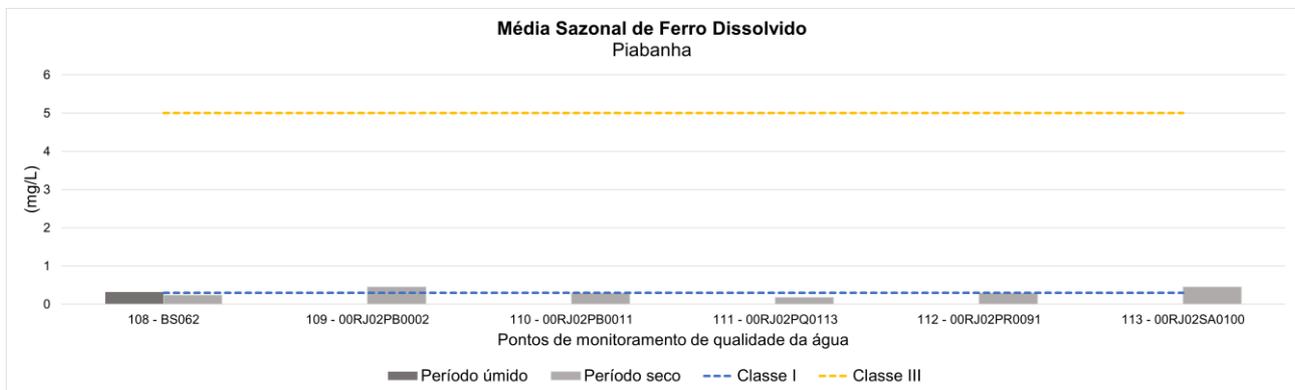


Figura 4.118. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.5.10 Manganês

As concentrações de Manganês apresentam comportamento similar aos observados para ferro, com diferença na frequência de conformidade entre os pontos avaliados (Figura 4.119). A avaliação da sazonalidade das concentrações foi impossibilitada devido aos dados disponíveis para análise (Figura 4.120).

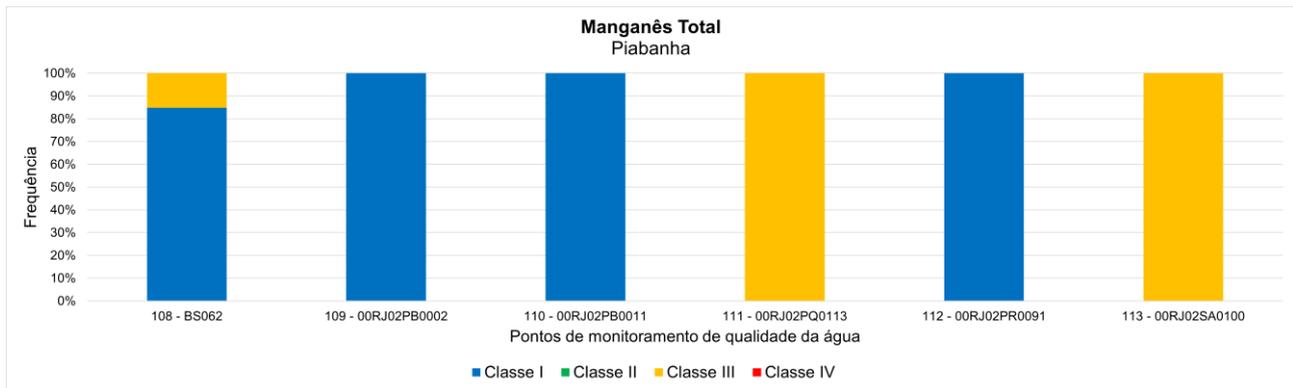


Figura 4.119. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

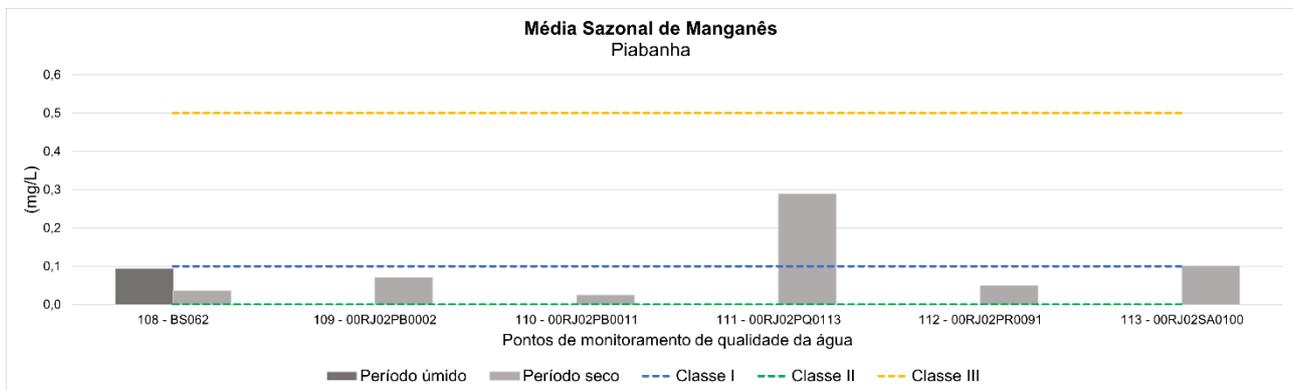


Figura 4.120. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6 UP3 - Pomba-Muriaé

4.1.3.6.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido na unidade de planejamento apresentaram frequência de conformidade compatíveis com águas de boa qualidade, exceto em pontos na cidade de Cataguases, próximo à Ubá, próximo à Santos Dumont e a Visconde do Rio Branco (Figura 4.121). A sazonalidade indicou que as maiores concentrações de oxigênio dissolvido nas águas ocorrem durante os períodos secos (Figura 4.122).

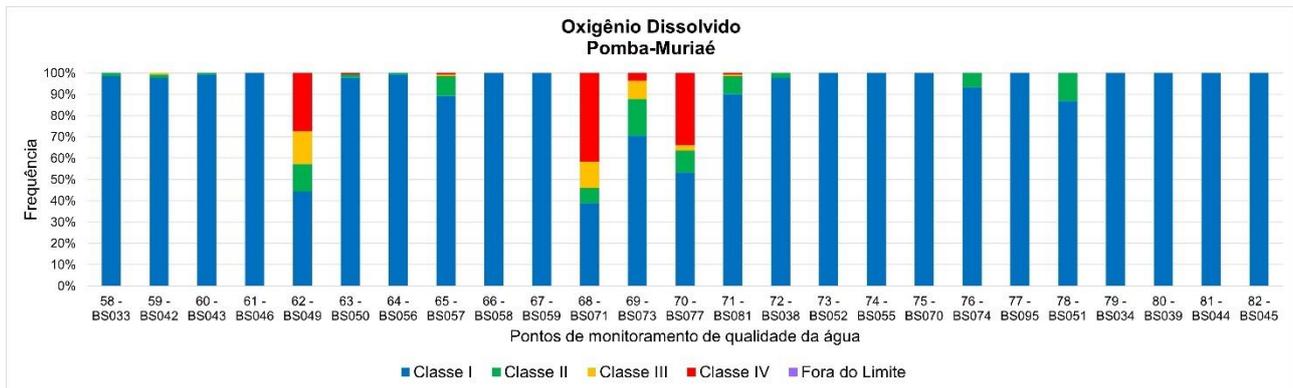


Figura 4.121. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

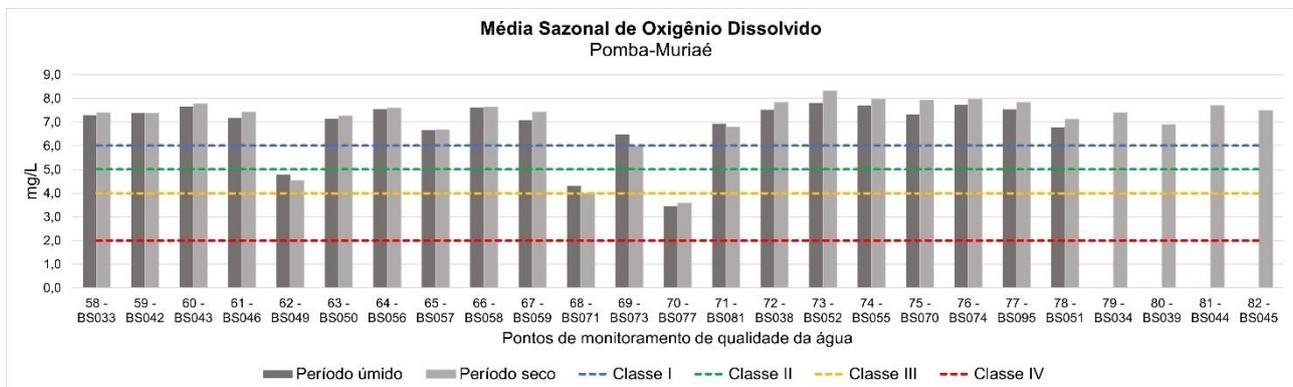


Figura 4.122. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Assim como o oxigênio dissolvido, as concentrações de DBO apresentaram valores compatíveis com águas de pior qualidade na cidade de Cataguases, próximo à Ubá, próximo à Santos Dumont e a Visconde do Rio Branco (Figura 4.123). A análise da sazonalidade aponta para um predomínio de maiores concentrações durante períodos secos, com alguns pontos tendo apresentado comportamento contrário (Figura 4.124).

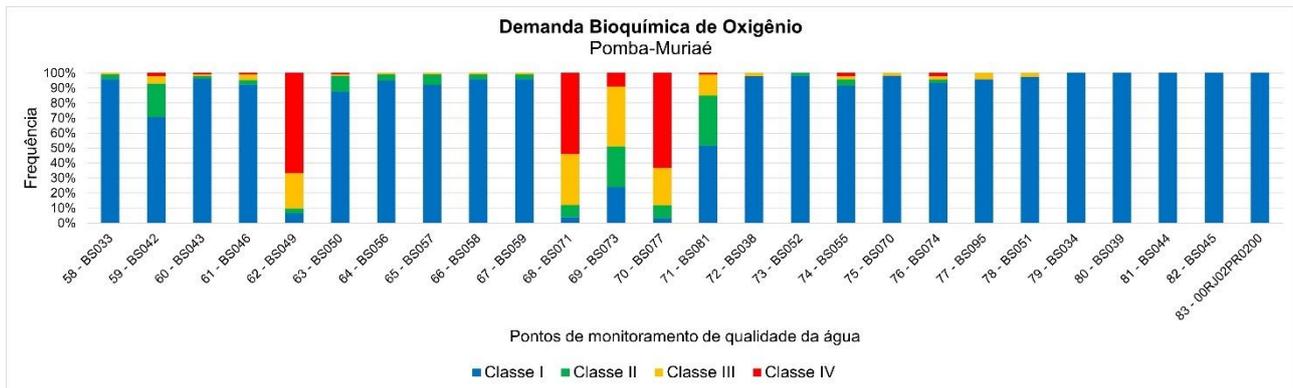


Figura 4.123. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

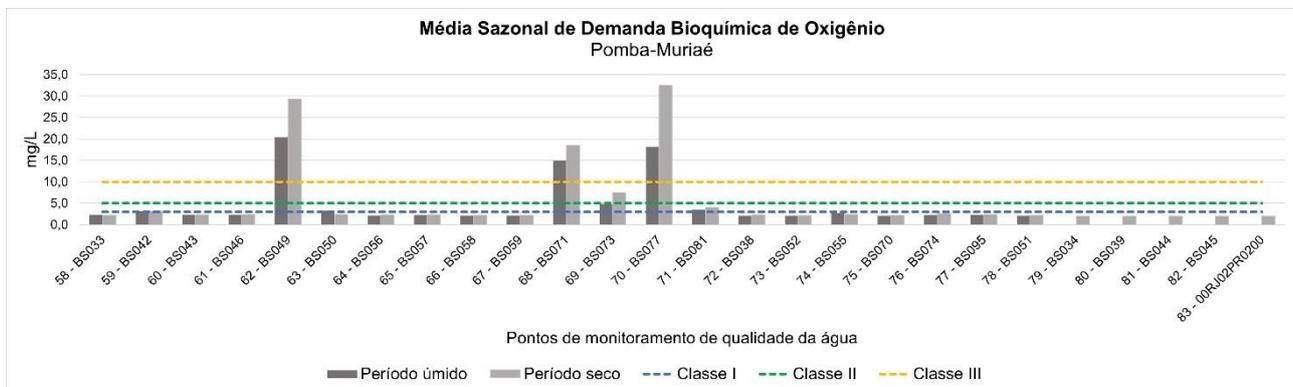


Figura 4.124. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.3 Nitrogênio

As concentrações de amônia apresentaram um predomínio a frequências de conformidade compatíveis com águas de boa qualidade, exceto nos pontos já citados anteriormente (Figura 4.125). A análise de sazonalidade indicou que o período seco apresenta as maiores concentrações na unidade de planejamento (Figura 4.126).

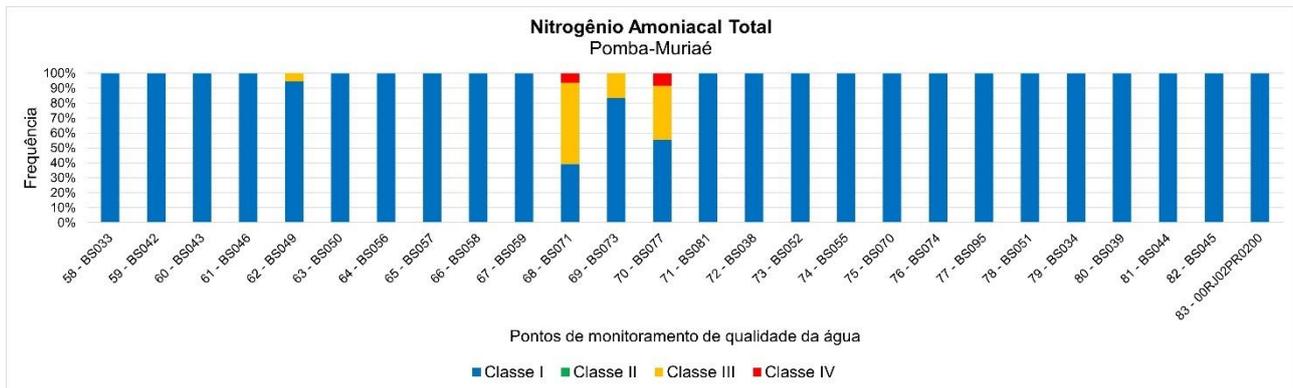


Figura 4.125. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Pomba-Muriae. Fonte: Elaboração Própria

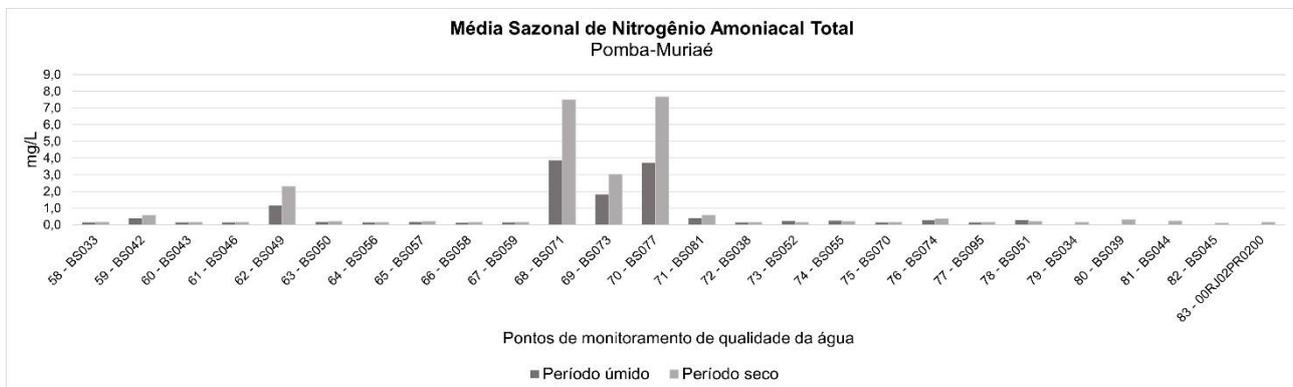


Figura 4.126. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Pomba-Muriae. Fonte: Elaboração Própria

A frequência de conformidade de nitrato apresentou resultados compatíveis com águas de boa qualidade em todo o período (Figura 4.127). Assim como para amônia, a análise de sazonalidade indica que o período seco apresenta as maiores concentrações deste parâmetro na unidade de planejamento (Figura 4.128).

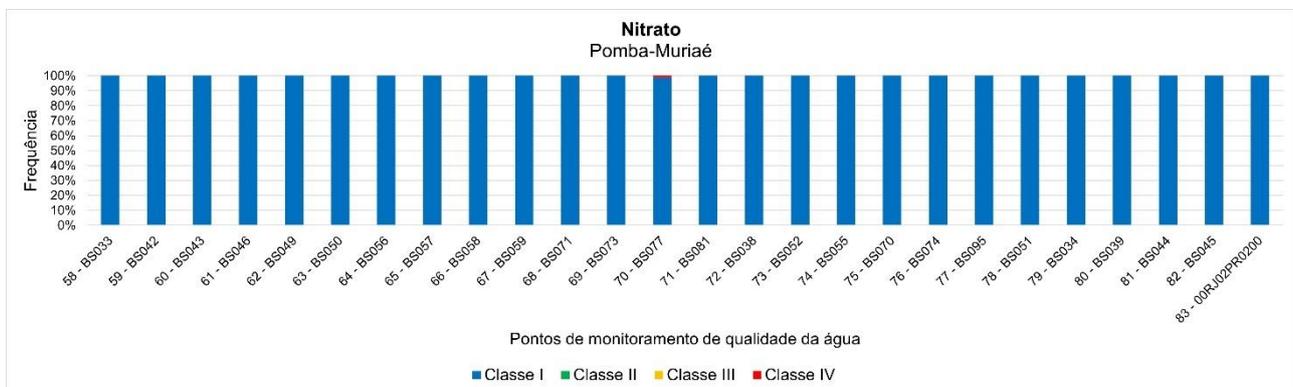


Figura 4.127. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Pomba-Muriae. Fonte: Elaboração Própria

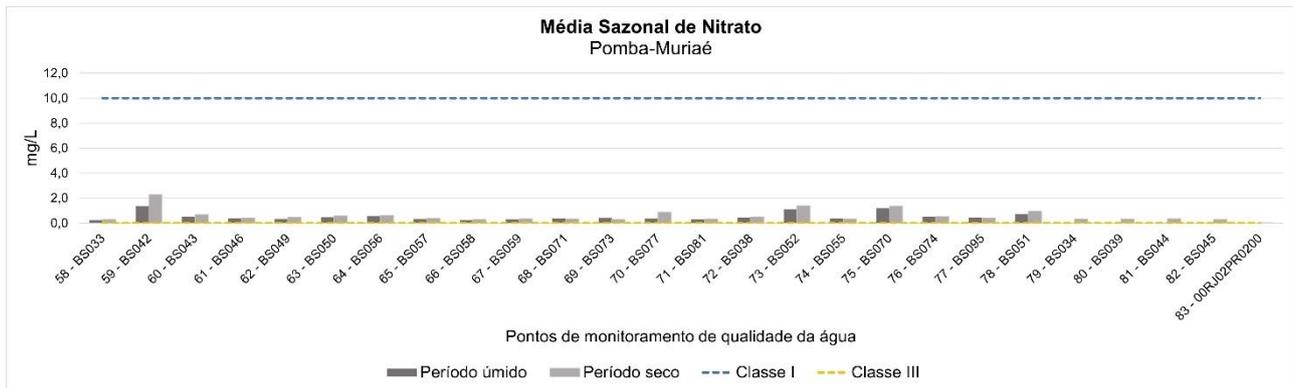


Figura 4.128. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Pomba-Muriae.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.4 Fósforo Total

A análise das frequências de conformidade para o fósforo apresentou um número elevado de postos com condições compatíveis com águas de pior qualidade na maior parte do tempo, com destaque negativo para os pontos na cidade de Cataguases, próximo à Ubá, próximo à Santos Dumont e a Visconde do Rio Branco (Figura 4.129). A análise de sazonalidade apontou que o período seco foi mais relevante para as maiores concentrações de fósforo na unidade de planejamento (Figura 4.130).

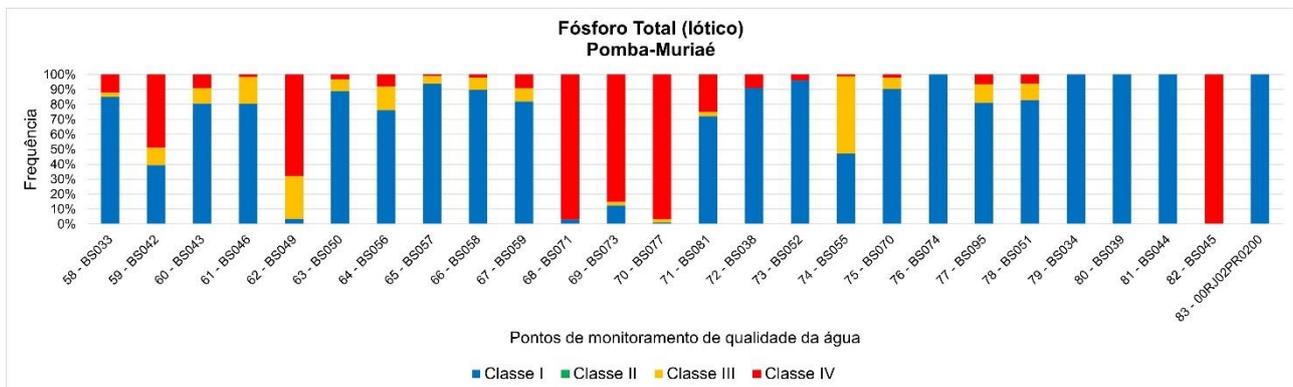


Figura 4.129. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Pomba-Muriae.
Fonte: Elaboração Própria

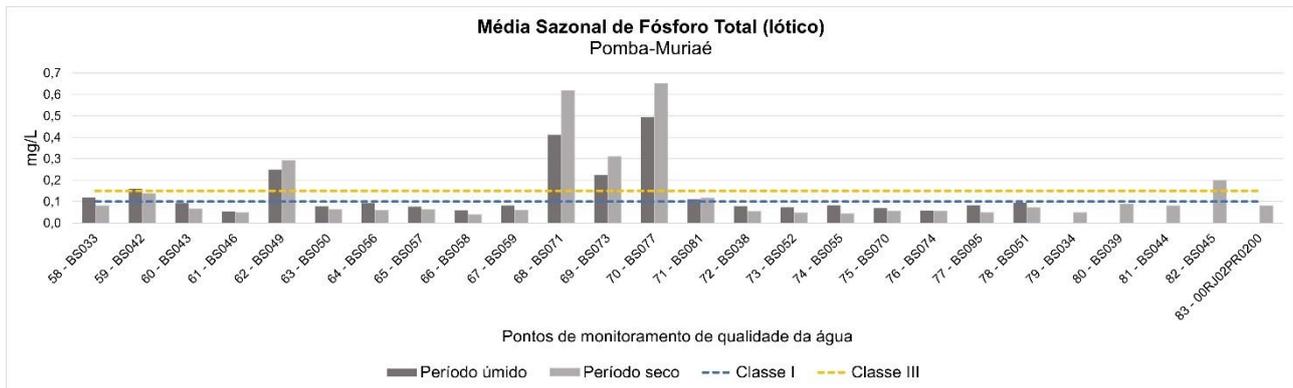


Figura 4.130. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.5 Coliformes Termotolerantes

As frequências de conformidade para os dados de coliformes termotolerantes apontaram um predomínio de condições compatíveis com águas de pior qualidade em quase todos os pontos monitorados (Figura 4.131). A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso é o mais relevante para o aumento das concentrações deste parâmetro (Figura 4.132).

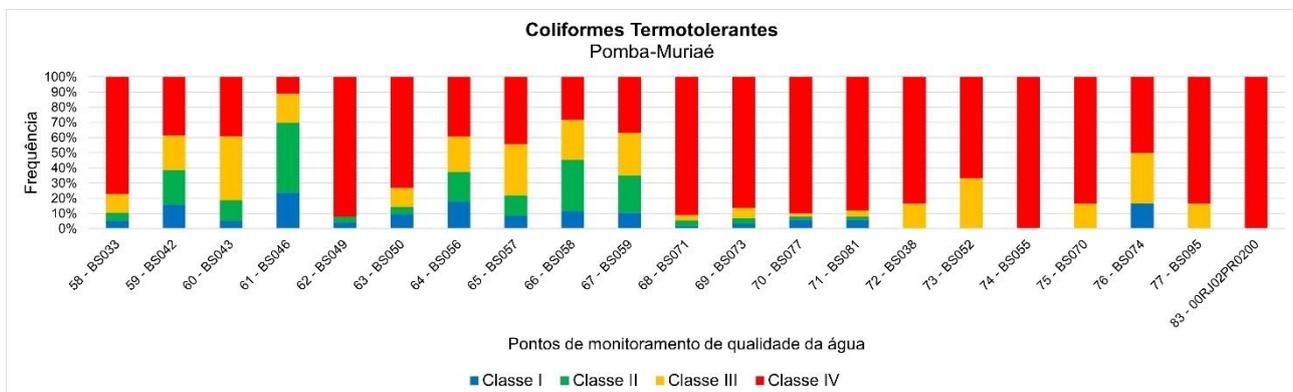


Figura 4.131. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

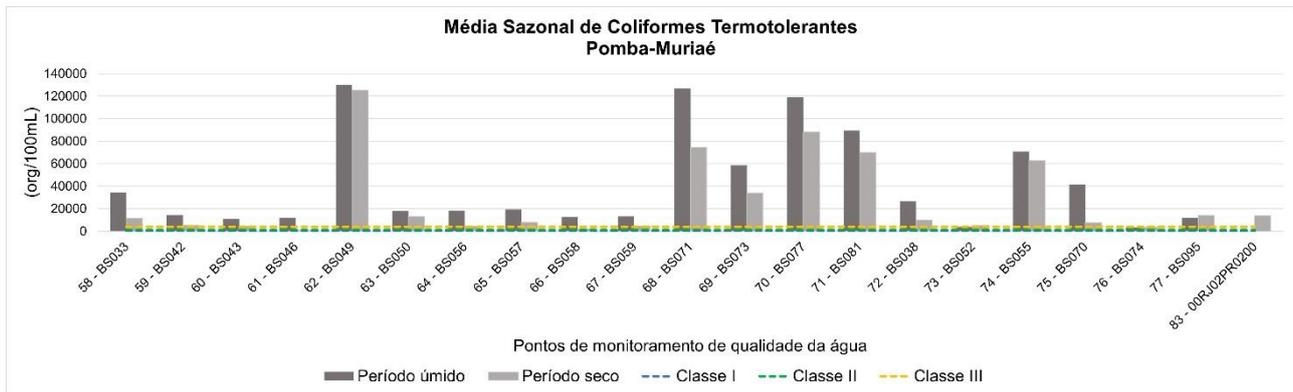


Figura 4.132. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.6 Alumínio

As frequências de conformidade de alumínio apontam que na maior parte do tempo os pontos de monitoramento possuem condições compatíveis com águas de Classe I, exceto para dois pontos na rede de monitoramento, um próximo à Rio Pomba, e outro a jusante da represa da Usina Maurício (Figura 4.133). A sazonalidade nas concentrações obtidas indica que não há um predomínio de período hidrológico único que se relacione com concentrações maiores, havendo uma alternância entre os postos (Figura 4.134).

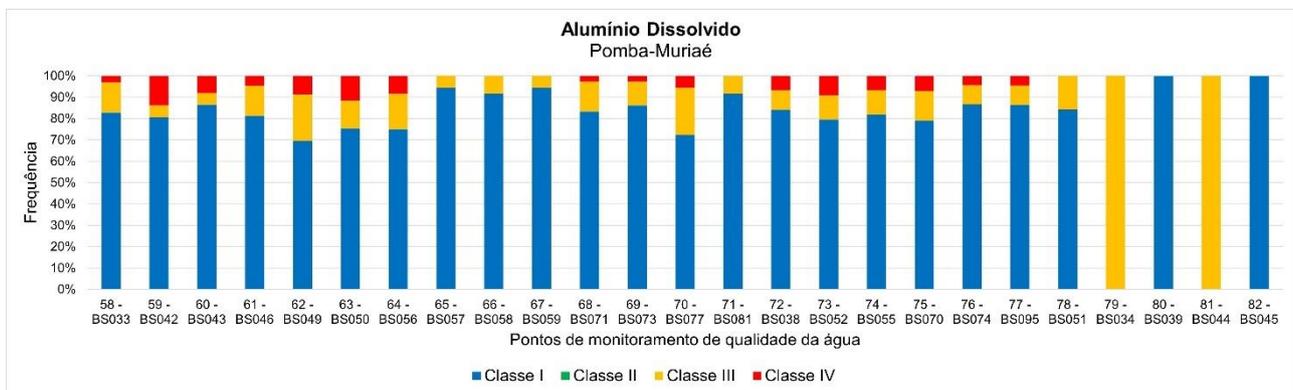


Figura 4.133. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

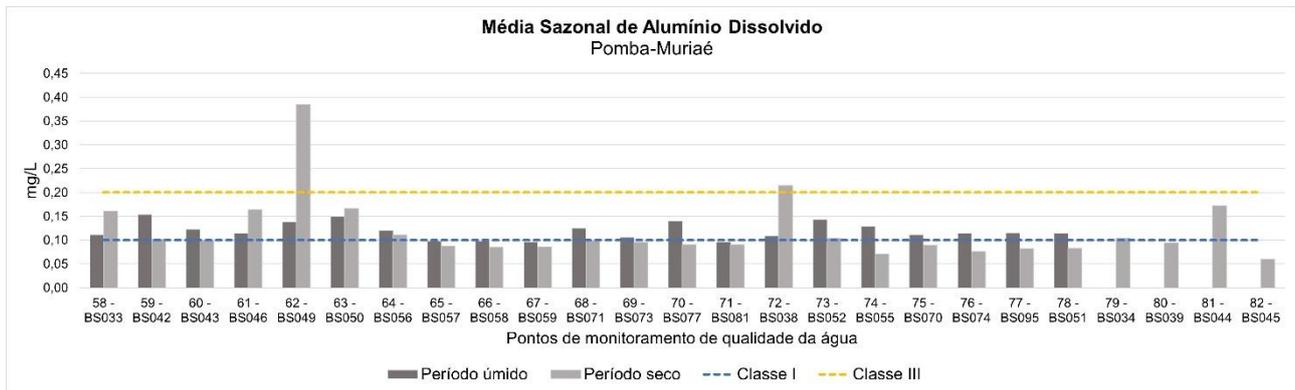


Figura 4.134. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.7 Chumbo

Este elemento apresentou boas condições e sua frequência de conformidade é compatível com águas de boa qualidade na maior parte do tempo em todos os postos da rede de monitoramento nesta unidade de planejamento (Figura 4.135). A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso é o mais relevante para as concentrações mais elevadas de chumbo nas águas superficiais (Figura 4.136).

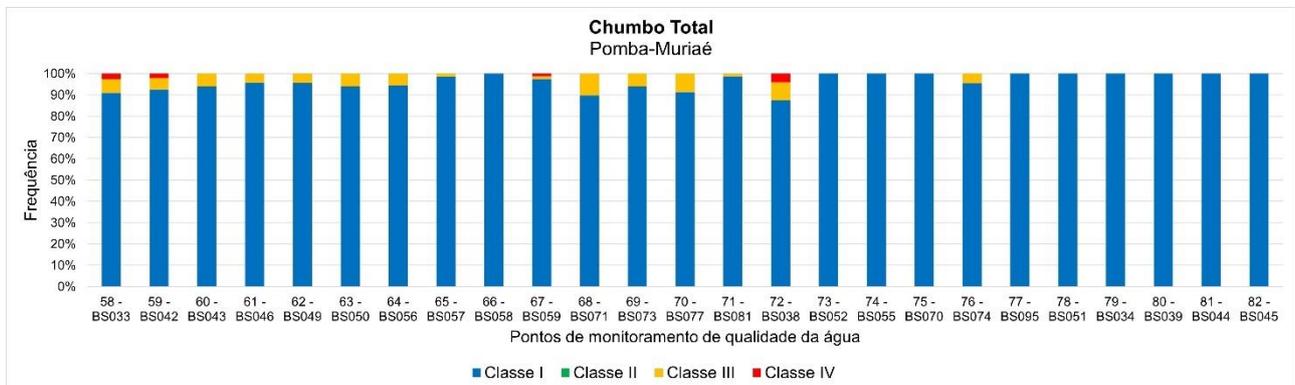


Figura 4.135. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

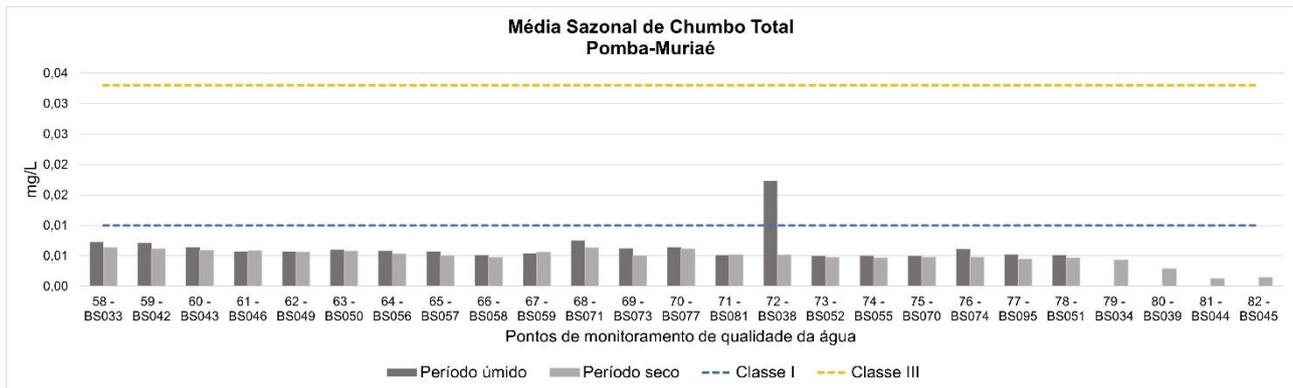


Figura 4.136. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.8 Cádmio

As frequências de conformidade para as concentrações de cádmio indicaram que são compatíveis com águas superficiais de Classe I em todas as estações de monitoramento (Figura 4.137). A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso é o mais relevante para as concentrações mais elevadas de chumbo nas águas superficiais (Figura 4.138).

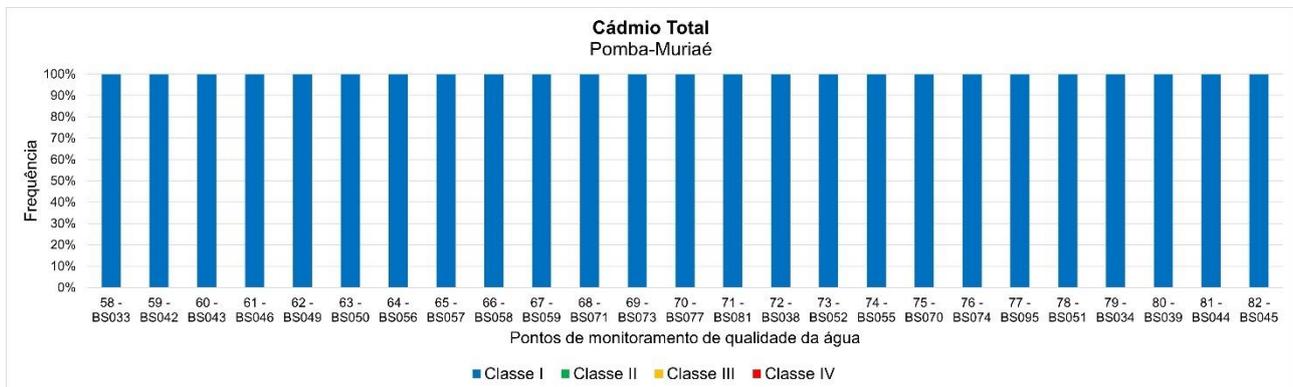


Figura 4.137. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

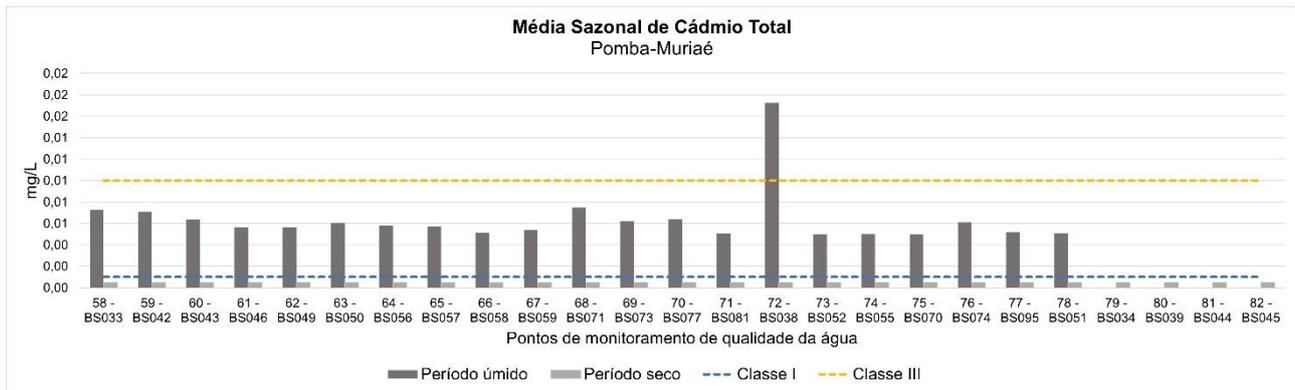


Figura 4.138. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.9 Ferro

As frequências de conformidade para o ferro se mostraram compatíveis com águas de pior qualidade na maior parte do tempo em um grande número de estações de amostragem de qualidade da água existente na unidade de planejamento (Figura 4.139). Os dados monitorados não permitem conclusão acerca da sazonalidade do parâmetro (Figura 4.140).

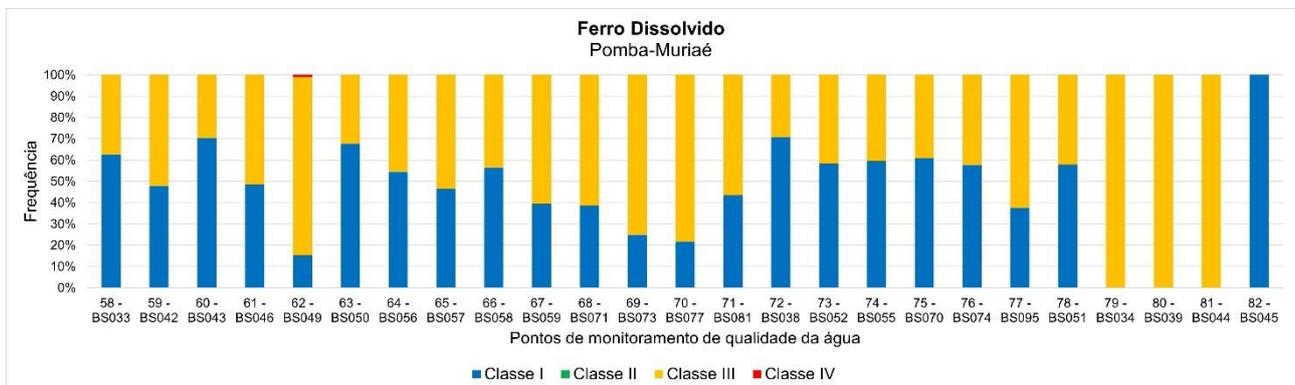


Figura 4.139. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

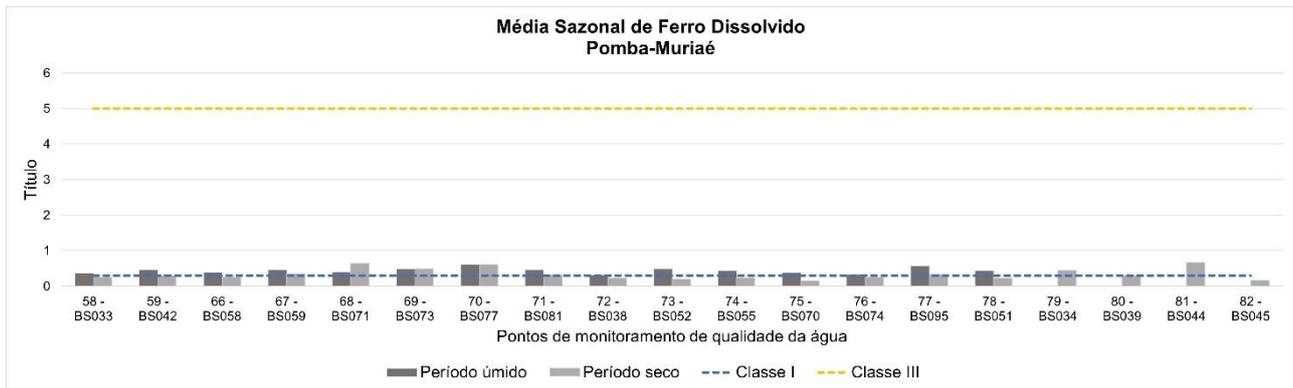


Figura 4.140. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.6.10 Manganês

Similar ao observado para o ferro, a concentrações de manganês se mantiveram elevadas atingindo frequências de conformidade compatíveis com águas de pior qualidade na maior parte do tempo, principalmente em pontos na cidade de Cataguases, arredores de Ubá, Santos Dumont, Visconde do Rio Branco e a cidade de Rio Pomba (Figura 4.141). A análise de sazonalidade indicou uma alternância entre regimes hidrológicos mais relevantes para as maiores concentrações entre as estações analisadas (Figura 4.142).

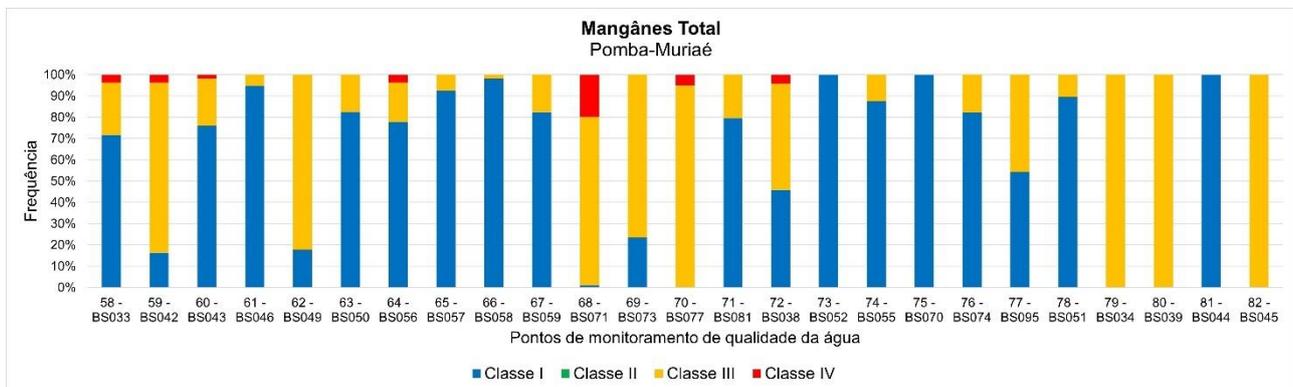


Figura 4.141. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

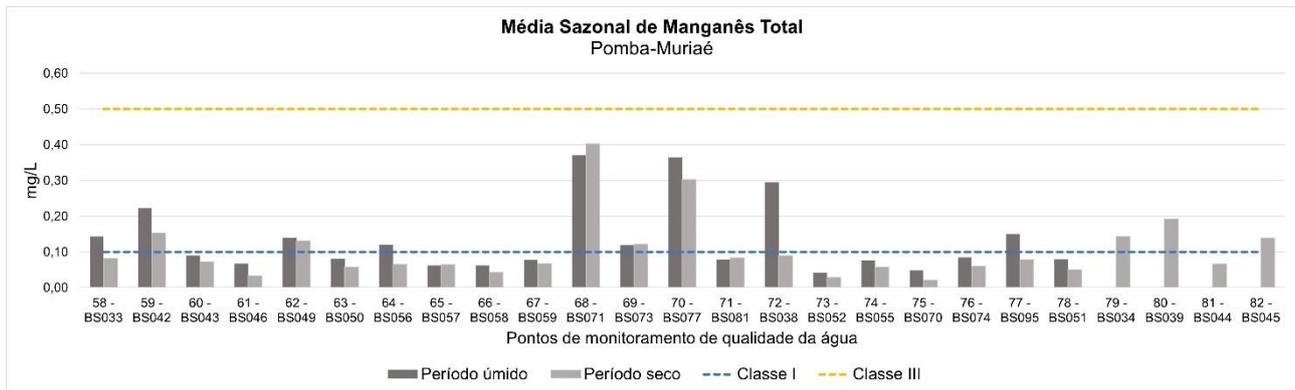


Figura 4.142. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7 UP6 - Rio Dois Rios

4.1.3.7.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Dois Rios apresentam frequência de conformidade compatíveis com Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.143), exceto para um ponto localizado próximo Conselheiro Paulino, localidade de Nova Friburgo. A análise de sazonalidade indica que as concentrações de oxigênio dissolvido tendem a ser maiores durante o período úmido (Figura 4.144).

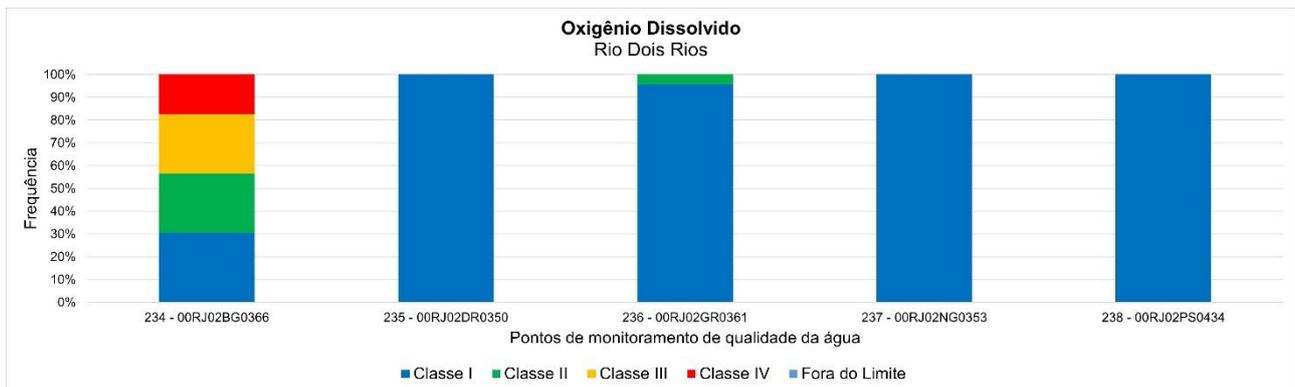


Figura 4.143. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

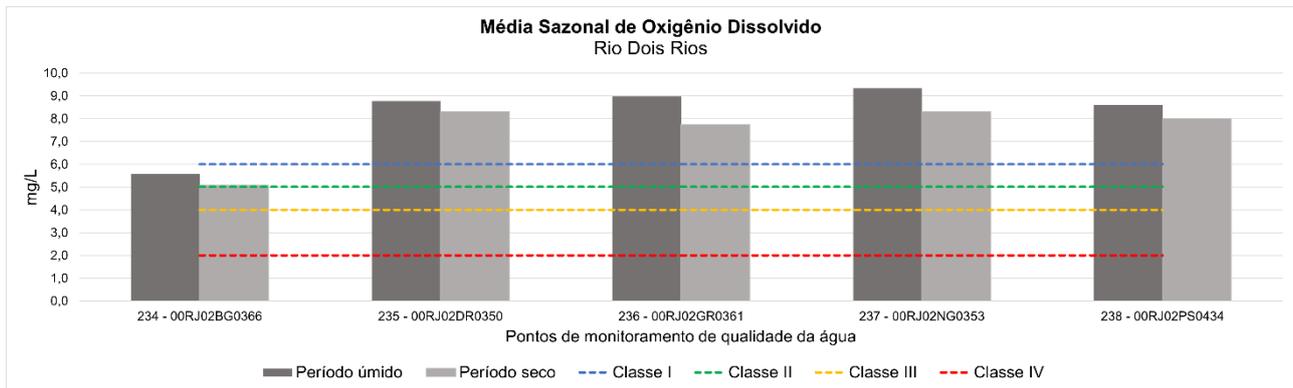


Figura 4.144. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Similar ao observado para oxigênio dissolvido, as concentrações de DBO na unidade de planejamento apresentaram frequências de conformidade compatíveis com água de boa qualidade, exceto para um ponto localizado próximo Conselheiro Paulino, localidade de Nova Friburgo. (Figura 4.145). Não é possível concluir uma homogeneidade nos maiores valores de concentração entre os períodos úmido e seco (Figura 4.146).

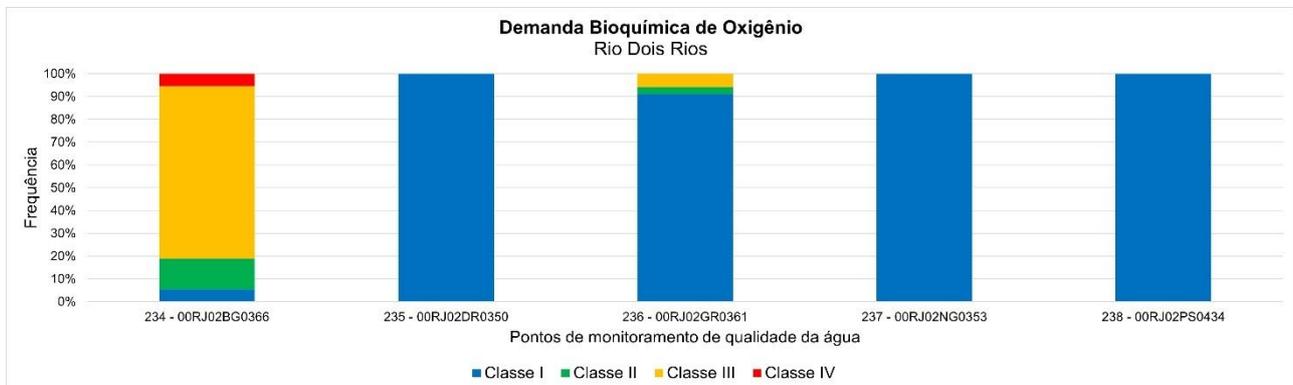


Figura 4.145. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

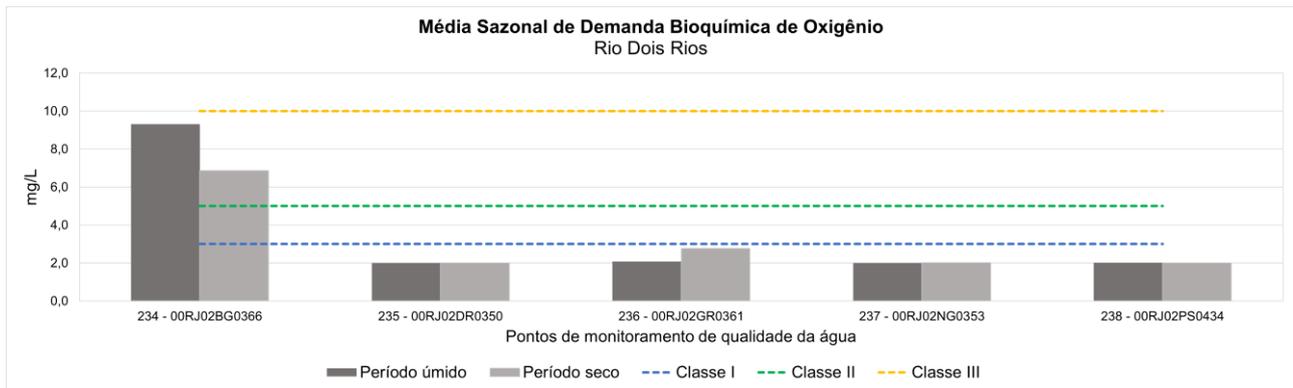


Figura 4.146. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.3 Nitrogênio

As concentrações de amônia e nitrato apresentaram comportamento similar, com maior frequência de conformidade compatível com águas de Classe I e Classe II (Figura 4.147 e Figura 4.149). As concentrações apresentaram variações, com algumas estações apresentando maiores valores durante o período chuvoso e outras para o período seco (Figura 4.148 e Figura 4.150).

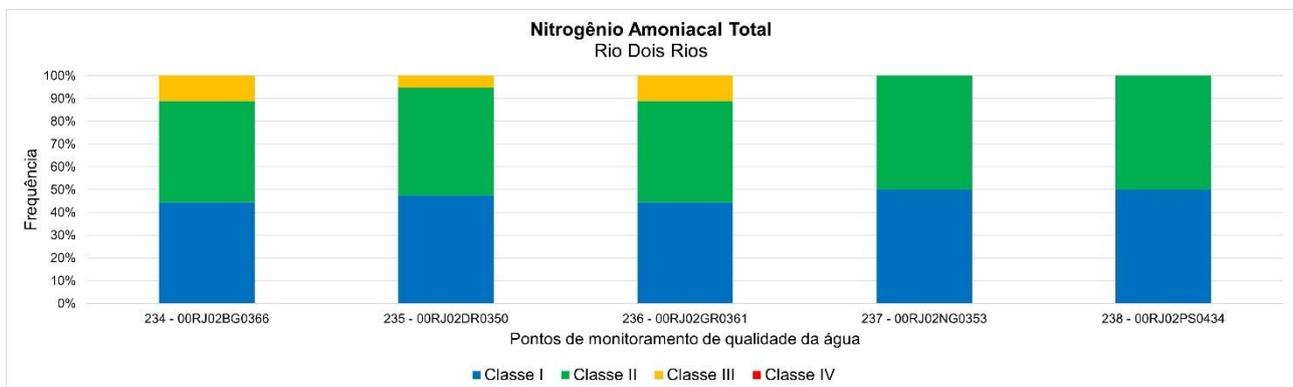


Figura 4.147. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para amônia na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

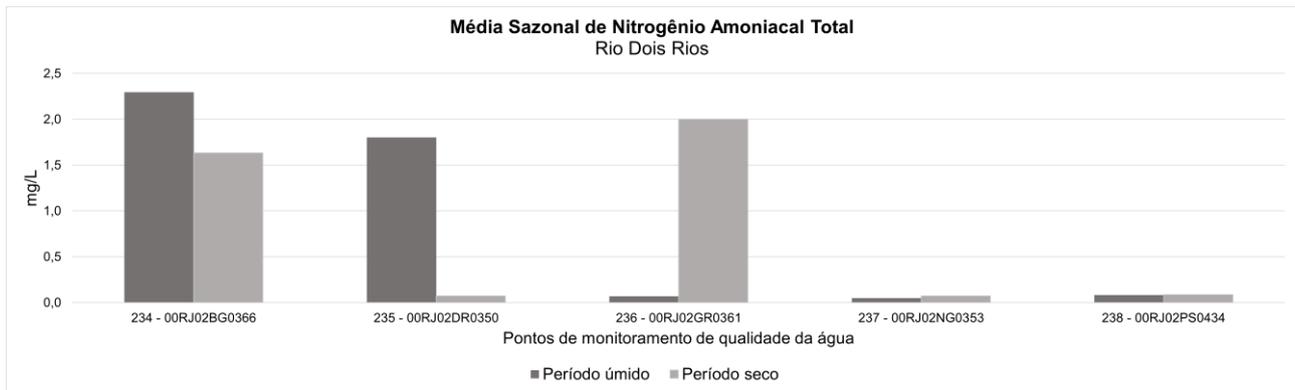


Figura 4.148. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para amônia na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

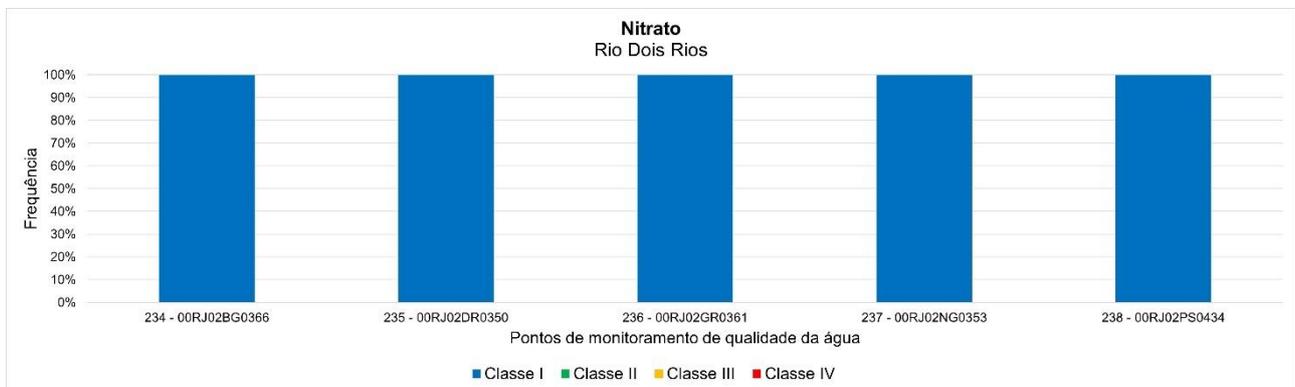


Figura 4.149. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

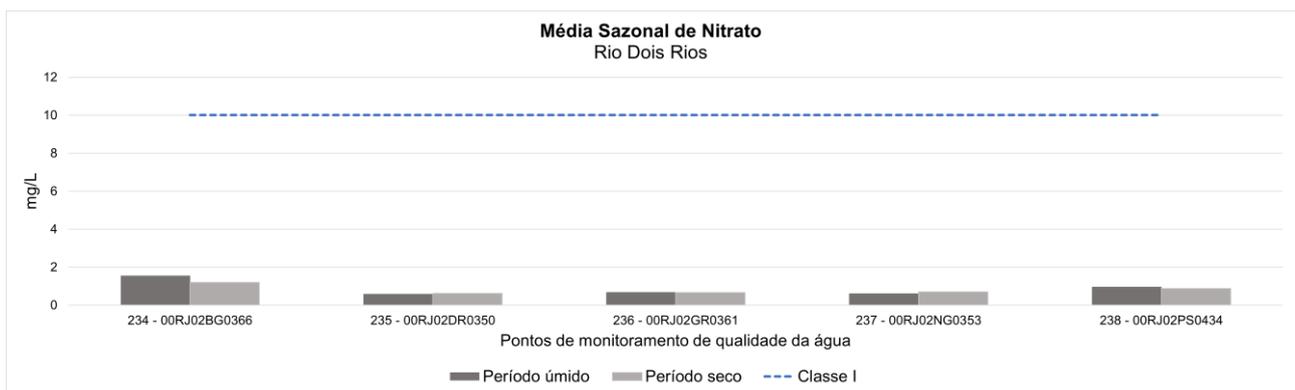


Figura 4.150. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo apresentaram valores elevados, com algumas estações tendo maior persistência em condições compatíveis com águas de Classe IV em um ponto, enquanto os outros apresentaram Classe I predominante (Figura 4.151). A sazonalidade

variou entre as estações, com algumas concentrações sendo maiores em períodos secos e outras em períodos chuvosos (Figura 4.152).

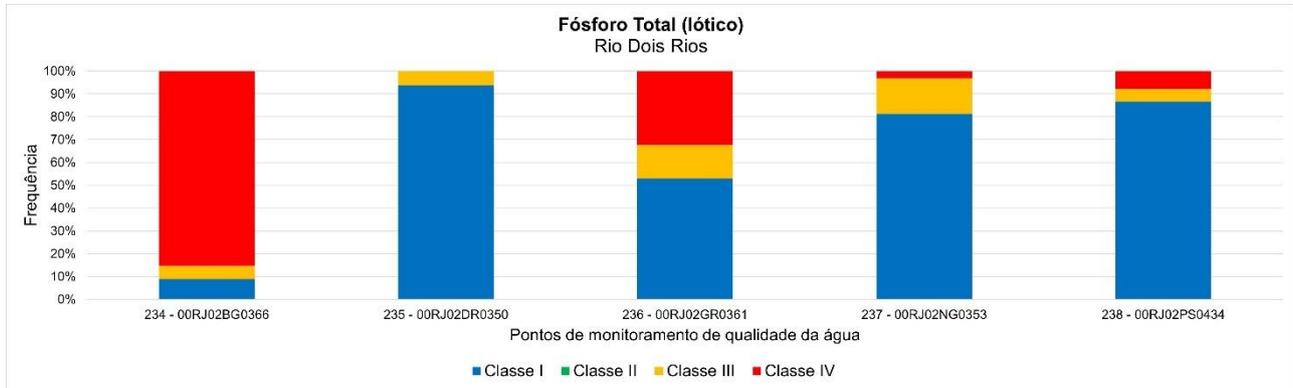


Figura 4.151. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.

Fonte: Elaboração Própria

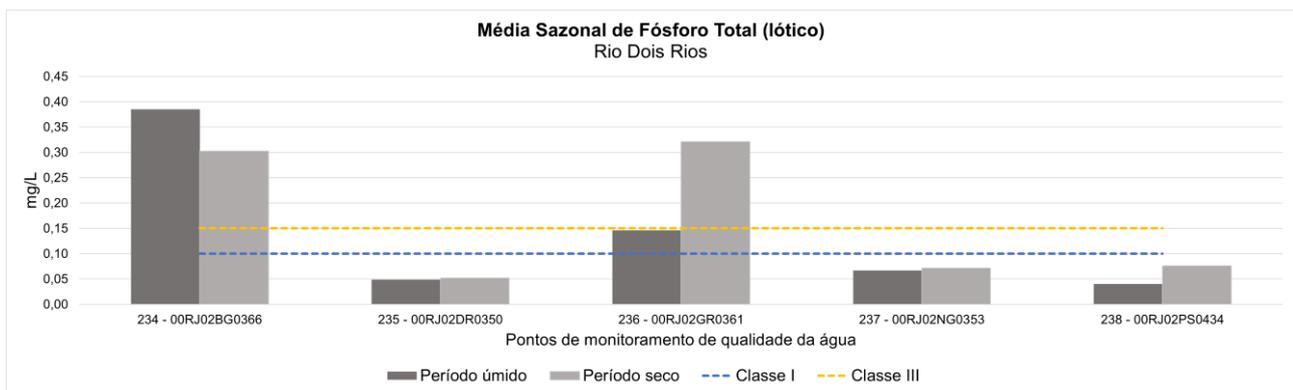


Figura 4.152. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Dois Rios.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.5 Coliformes Termotolerantes

Os pontos de monitoramento existentes na unidade de planejamento indicaram a frequência de conformidade de coliformes termotolerantes compatível com águas de baixa qualidade em sua maioria (Figura 4.153). Pelos dados registrados não foi possível realizar a avaliação da sazonalidade (Figura 4.154).

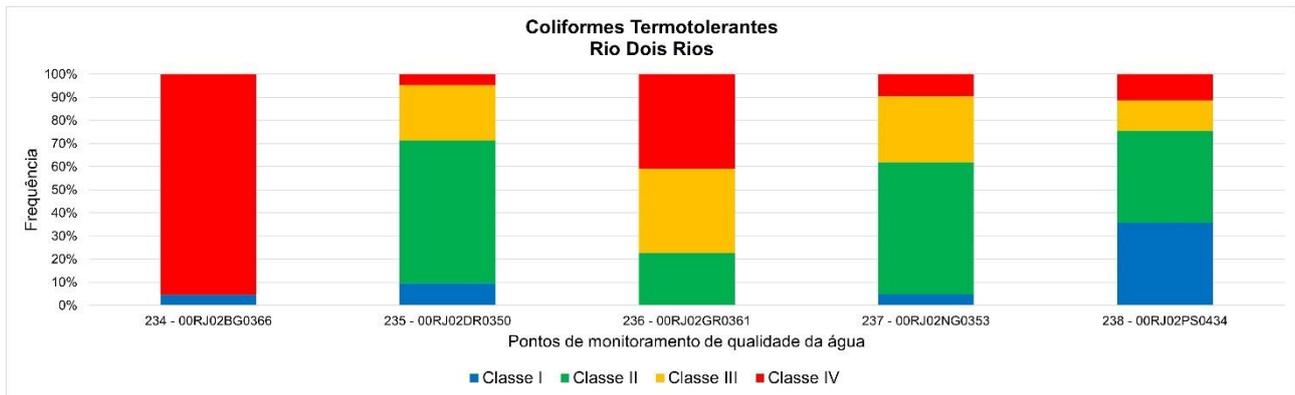


Figura 4.153. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

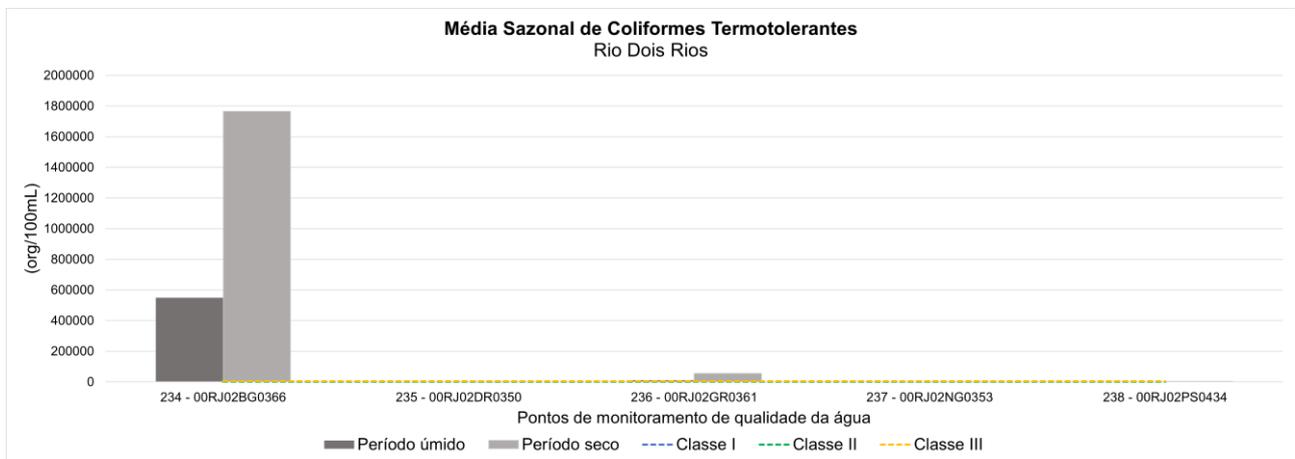


Figura 4.154. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.6 Alumínio

As concentrações de alumínio se mantiveram em padrões compatíveis com águas de boa qualidade na maior parte do tempo, porém com registros de Classe IV em todos os pontos onde o parâmetro foi analisado (Figura 4.155). A sazonalidade indicou que as maiores concentrações ocorrem no período seco (Figura 4.156).

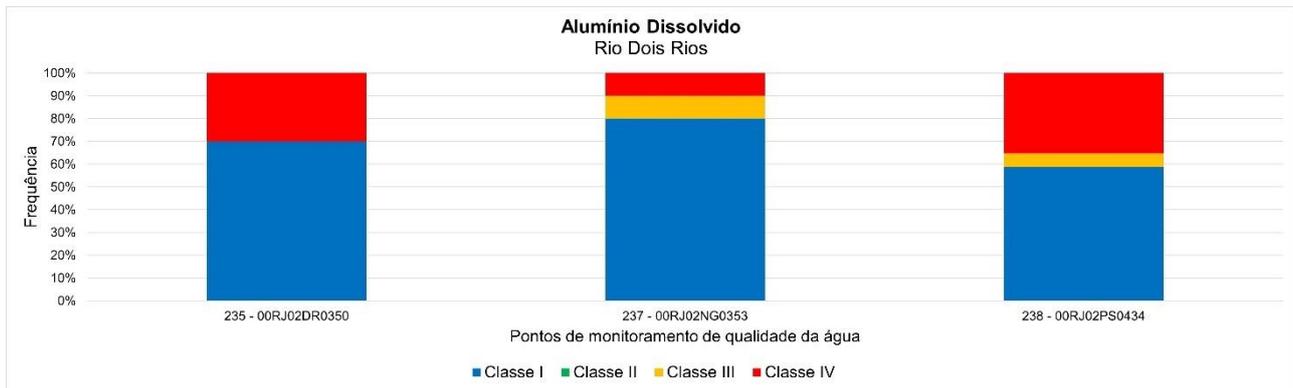


Figura 4.155. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

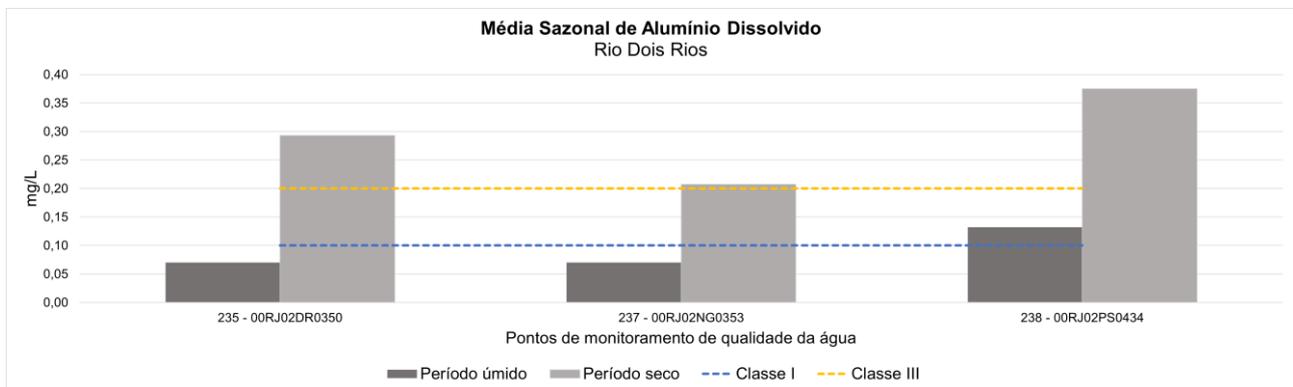


Figura 4.156. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.7 Chumbo

As concentrações de chumbo apresentaram valores variáveis, com frequência variável entre as Classes I, II e III (Figura 4.157). A análise de sazonalidade indicou alternância nas concentrações em período úmido e seco (Figura 4.158).

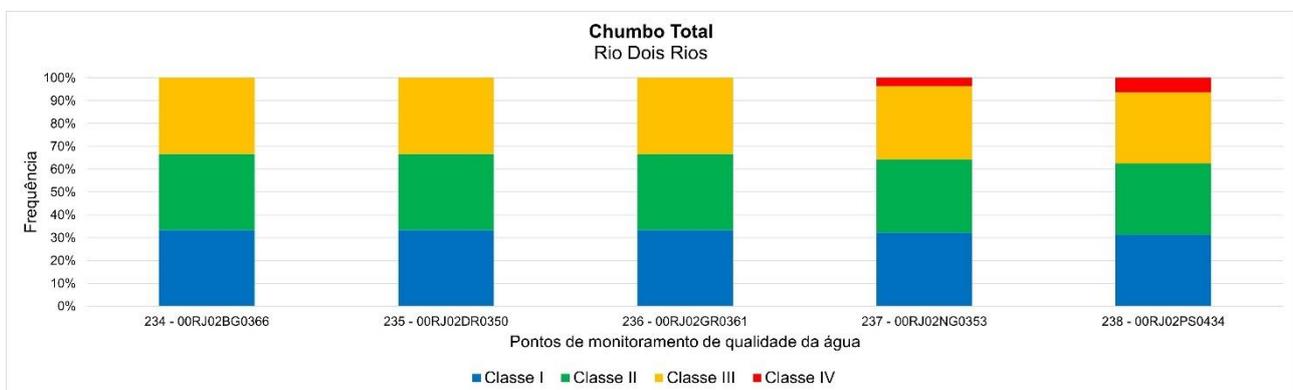


Figura 4.157. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

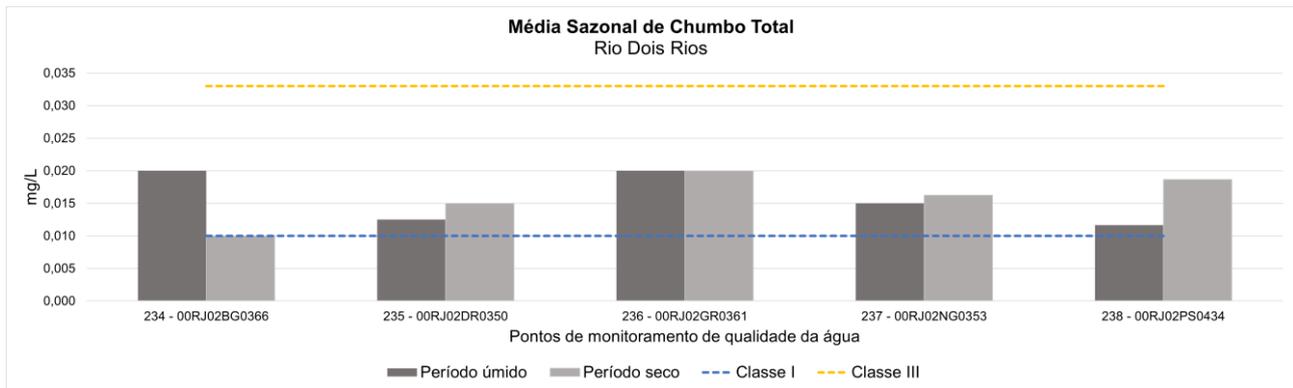


Figura 4.158. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.8 Cádmio

As concentrações de cádmio apresentaram valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.159). A análise de sazonalidade apresentou um padrão heterogêneo entre os postos de monitoramento, impossibilitando a caracterização de um período hidrológico específico com maiores concentrações (Figura 4.160).

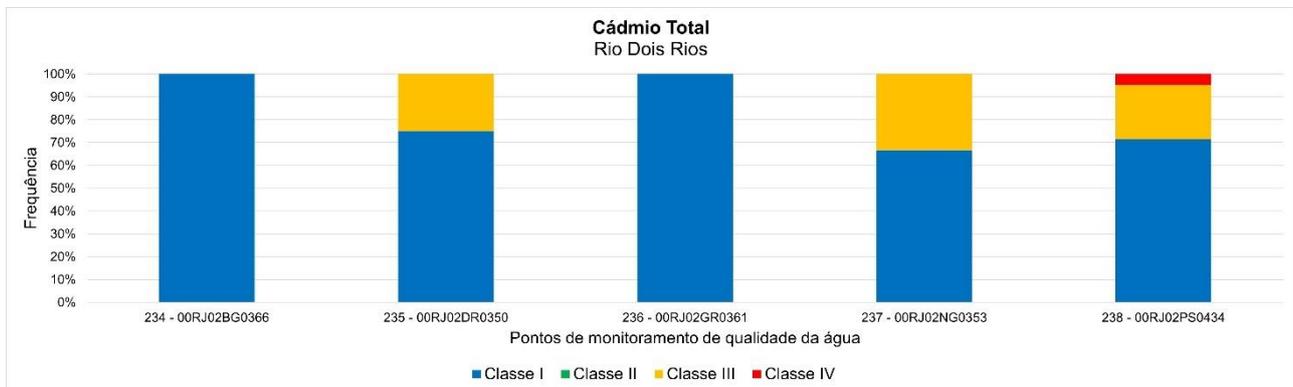


Figura 4.159. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

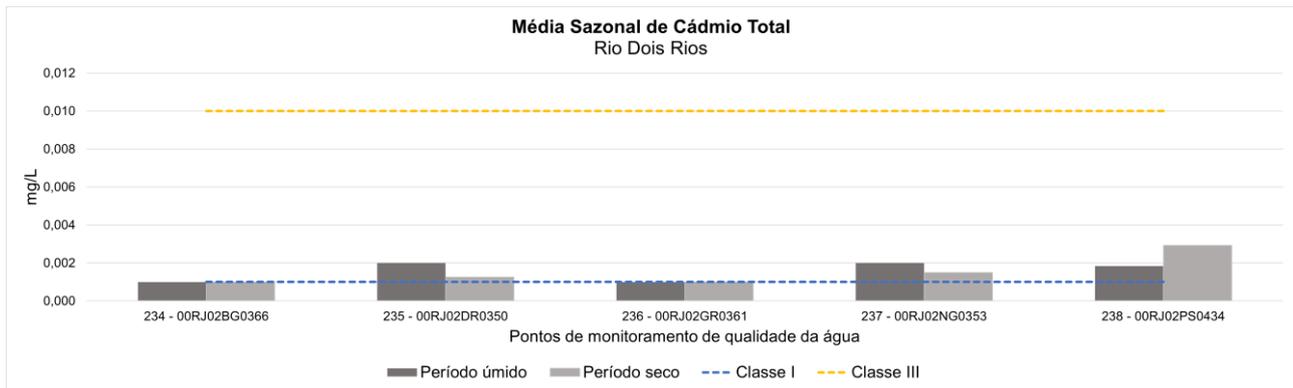


Figura 4.160. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.9 Ferro

As concentrações de ferro apresentaram maior permanência em valores compatíveis com águas de boa qualidade, exceto para um dos pontos de monitoramento localizado próximo a Conselheiro Paulino, em Nova Friburgo (Figura 4.161). Devido a característica dos dados disponíveis não foi possível avaliar a sazonalidade para as concentrações de ferro (Figura 4.162).

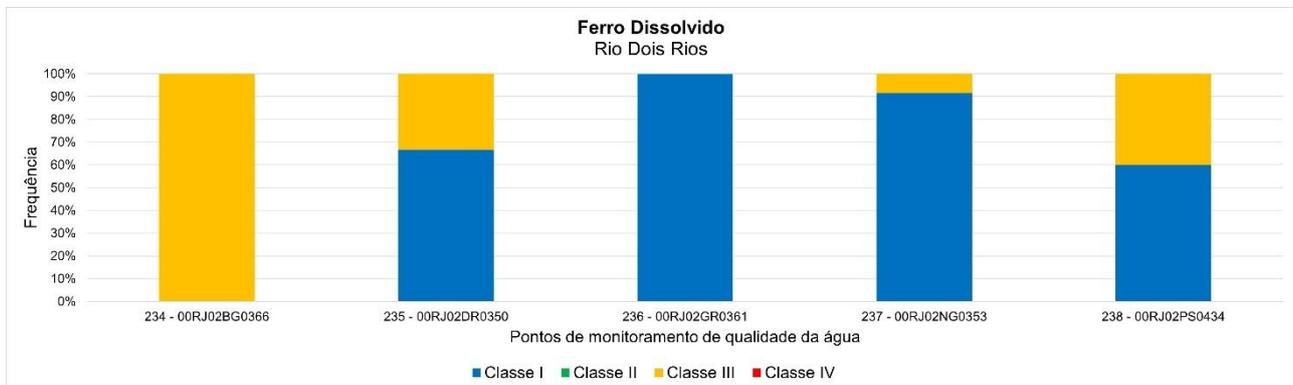


Figura 4.161. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

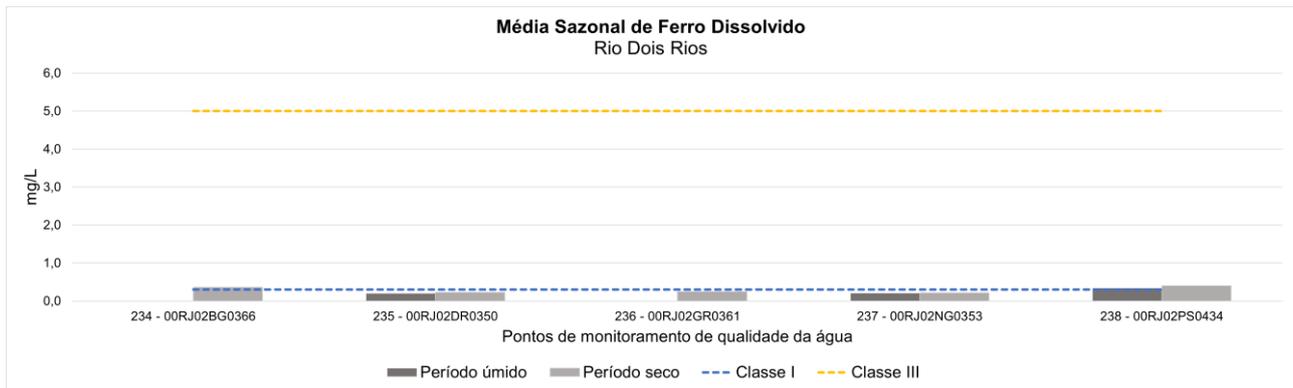


Figura 4.162. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.7.10 Manganês

As concentrações de manganês apresentaram valores compatíveis com Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.163). A análise da sazonalidade foi inconclusiva devido a semelhança entre as médias dos dados em ambos os períodos (Figura 4.164).

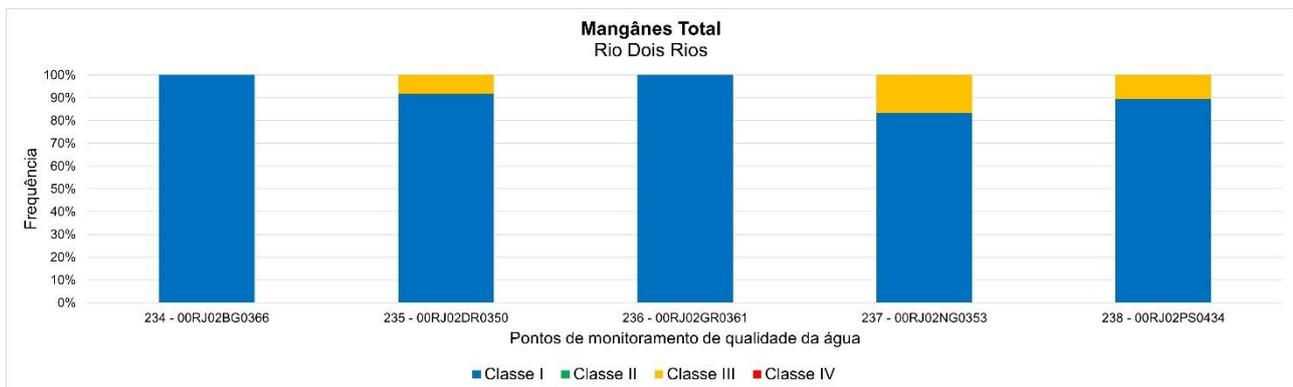


Figura 4.163. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

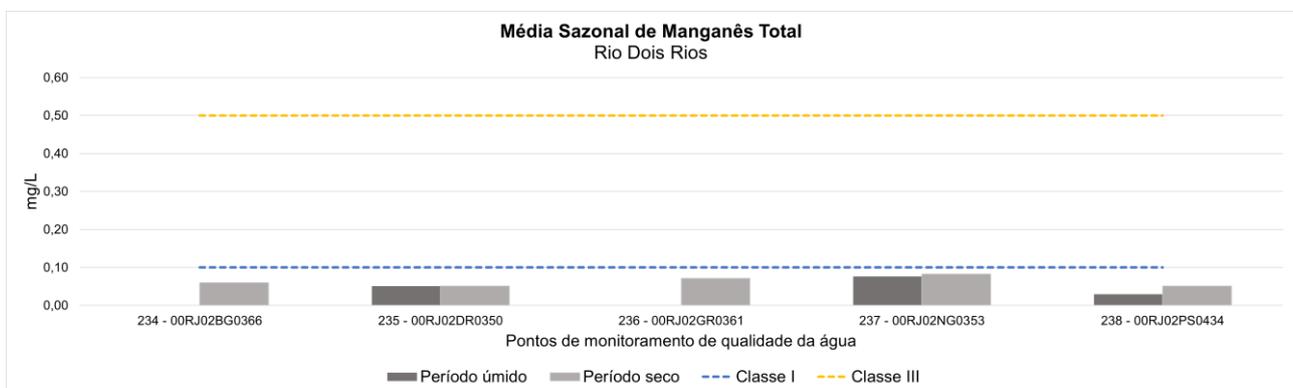


Figura 4.164. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8 UP7 - Baixo Paraíba do Sul

A região do baixo Paraíba do Sul possui uma característica diferente das demais, marcada pelas áreas de remanso e presença de maré em alguns trechos. Na análise dos pontos de monitoramento, quando disponíveis dados de salinidade e classificados como ponto de água salobra ou salina, eles foram classificados seguindo os limites de classes de uso preconizados pela Resolução nº CONAMA 357/2005 de acordo com a salinidade.

4.1.3.8.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido no baixo Paraíba do Sul apresentaram valores baixos principalmente na região próxima ao parque Estadual da Lagoa do Açu, nos arredores da Lagoa do Salgado (Figura 4.165). A região fica próxima ao Porto de Açu e à Barra de Açu. Este comportamento pode ser decorrente da presença de contaminantes ou da dinâmica ecológica do local próxima a um ambiente de áreas úmidas (banhado natural). As concentrações de oxigênio dissolvido na série são predominantemente maiores durante o período seco (Figura 4.166).

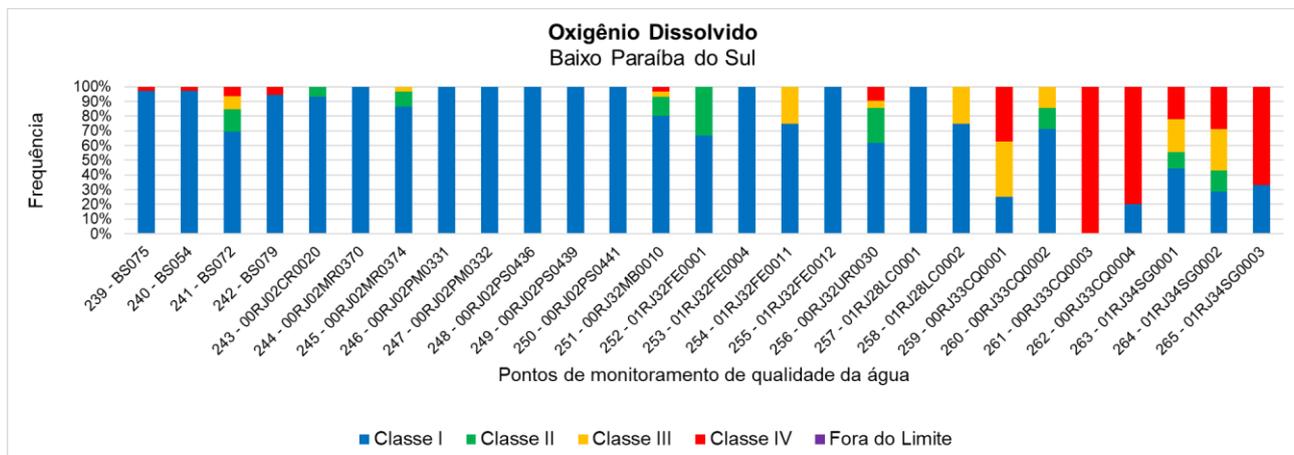


Figura 4.165. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

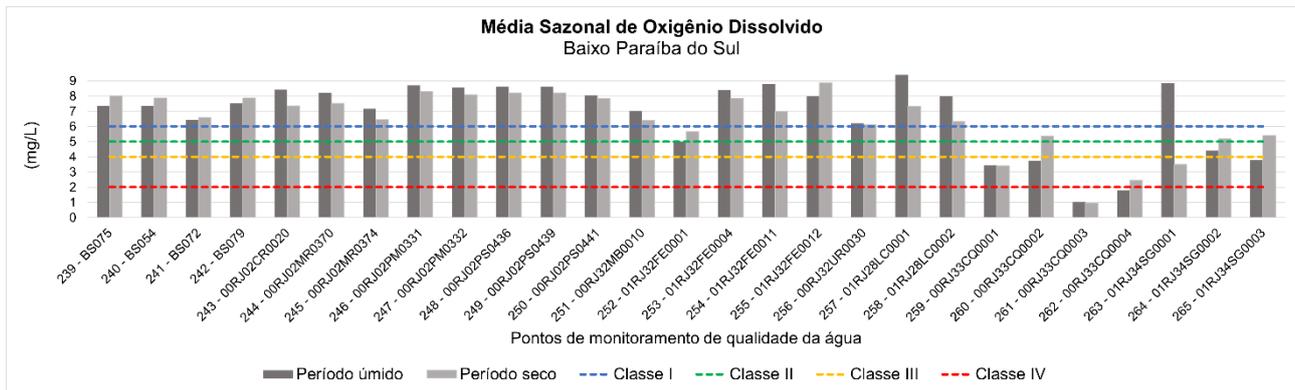


Figura 4.166. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As concentrações de DBO na unidade de planejamento apresentaram valores baixos na maior parte do tempo na região próxima ao Parque Estadual da Lagoa do Açú/Porto de Açú, assim como foi observado para oxigênio dissolvido (Figura 4.167). A sazonalidade de DBO não indicou um padrão claro de concentrações maiores durante um período hidrológico específico (Figura 4.168).

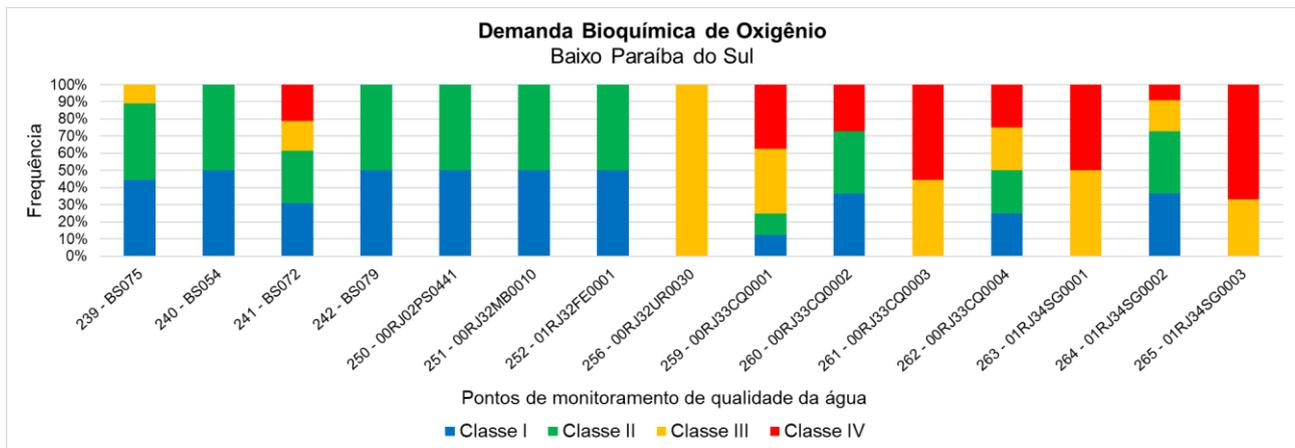


Figura 4.167. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

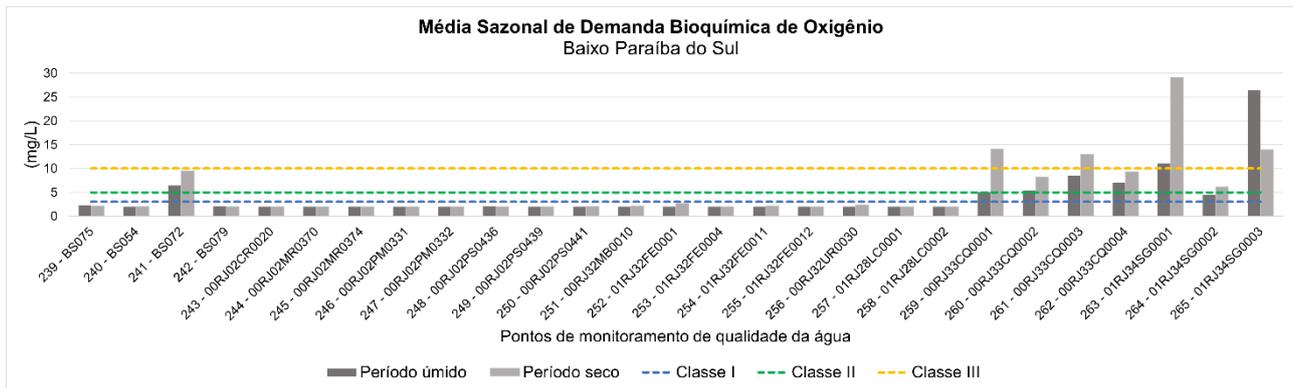


Figura 4.168. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.3 Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram concentrações compatíveis com Classe I em todo o período e estações monitoradas (Figura 4.169). A sazonalidade dos dados apresentou variação, dificultando a determinação de um padrão de concentrações maiores durante determinado período hidrológico (Figura 4.170).

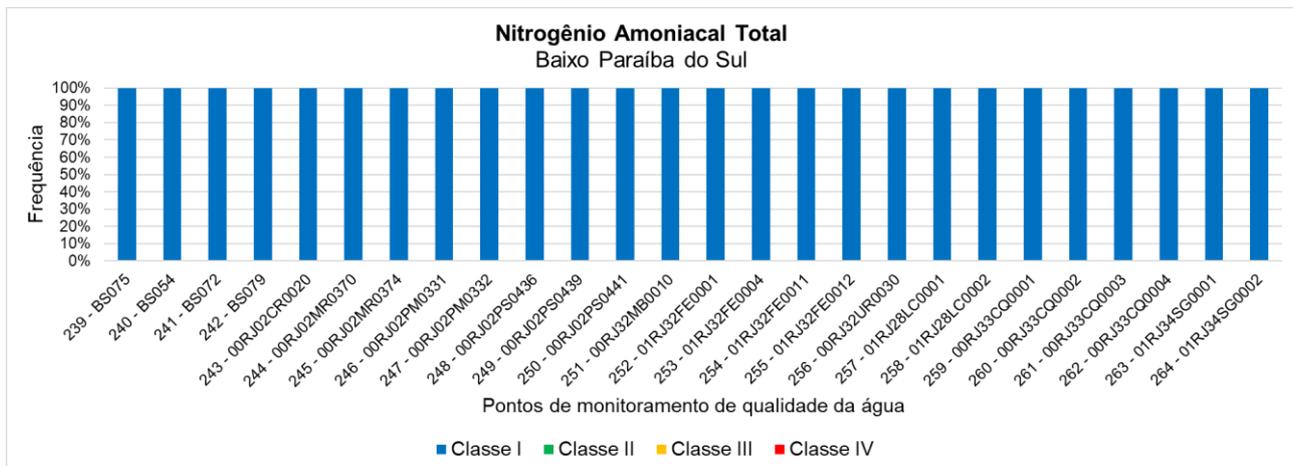


Figura 4.169. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

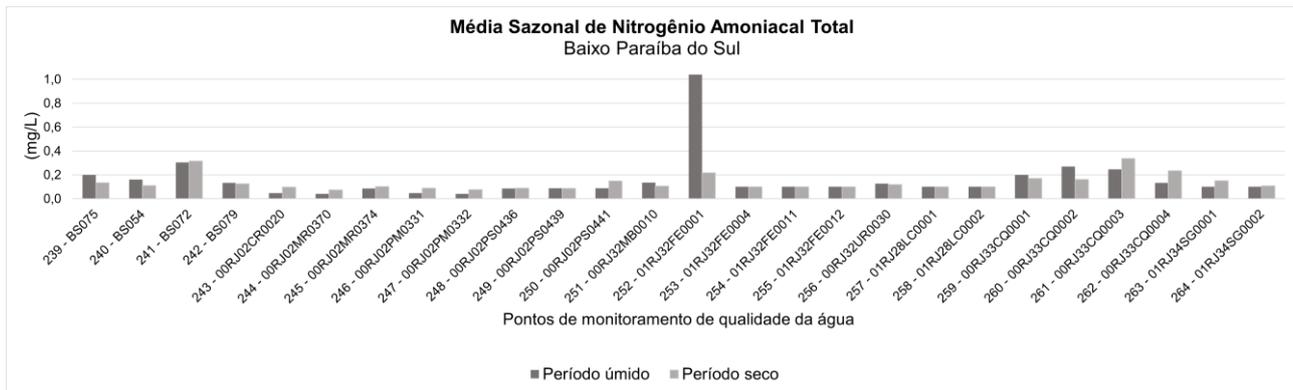


Figura 4.170. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

As concentrações de Nitrato seguiram o mesmo padrão de frequência de conformidade em classes observado para Amônia, com predominância de concentrações em Classe I (Figura 4.171). A sazonalidade dos dados apresentou variação, dificultando a determinação de um padrão de concentrações maiores durante determinado período hidrológico (Figura 4.172).

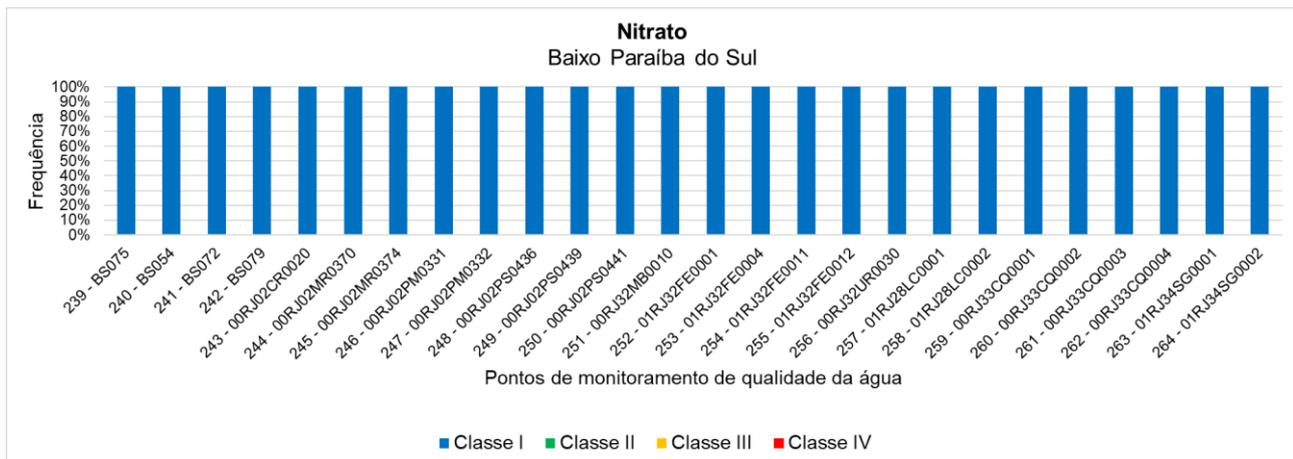


Figura 4.171. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

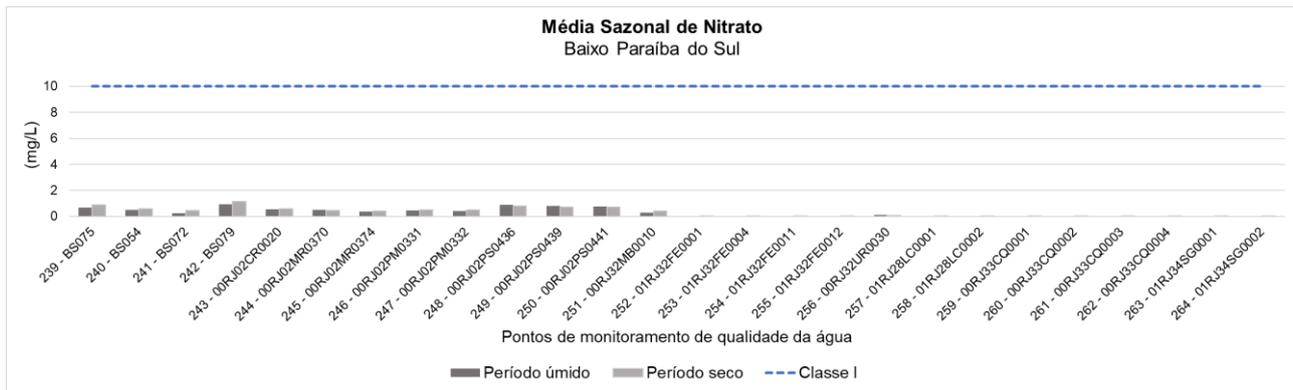


Figura 4.172. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo se mantiveram compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo em quase toda a abrangência espacial da unidade de planejamento, exceto para a região próxima ao Parque Estadual da Lagoa do Açú/Porto de Açú (Figura 4.173). A sazonalidade nas concentrações apresentou variações que impossibilitaram determinar um período hidrológico específico com maiores concentrações, no entanto, observa-se que quatro dos pontos com os piores resultados têm o pico no período úmido (Figura 4.174).

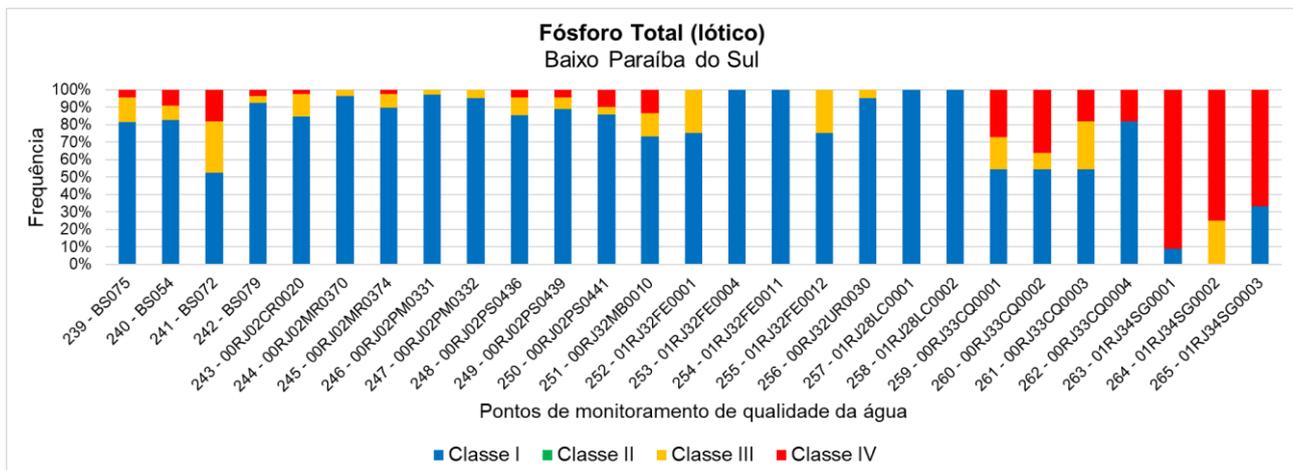


Figura 4.173. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

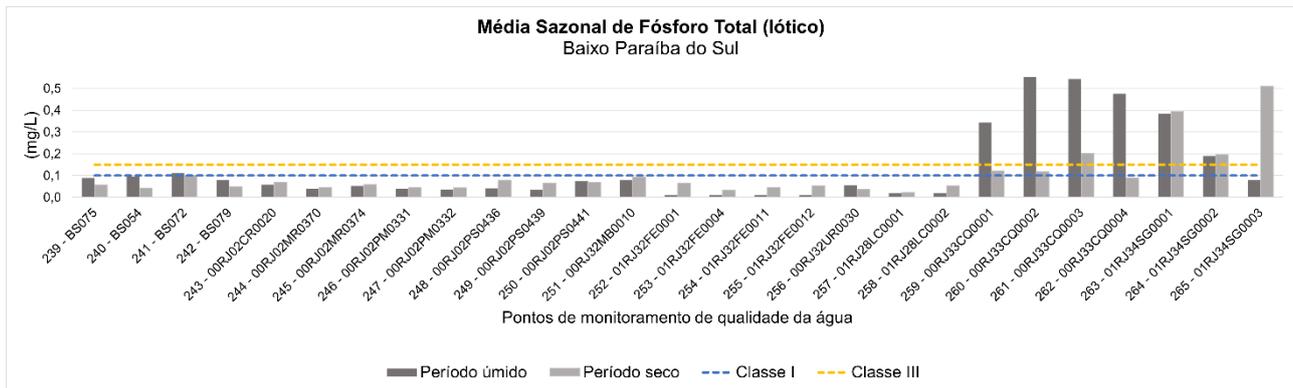


Figura 4.174. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.5 Coliformes Termotolerantes

Os pontos de monitoramento avaliados apresentaram elevadas concentrações de coliformes termotolerantes, compatíveis com águas de baixa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.175). Estes pontos são espalhados pelo território, majoritariamente próximos à áreas urbanas. A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso representa a maior concentração média de coliformes termotolerantes nas águas (Figura 4.176).

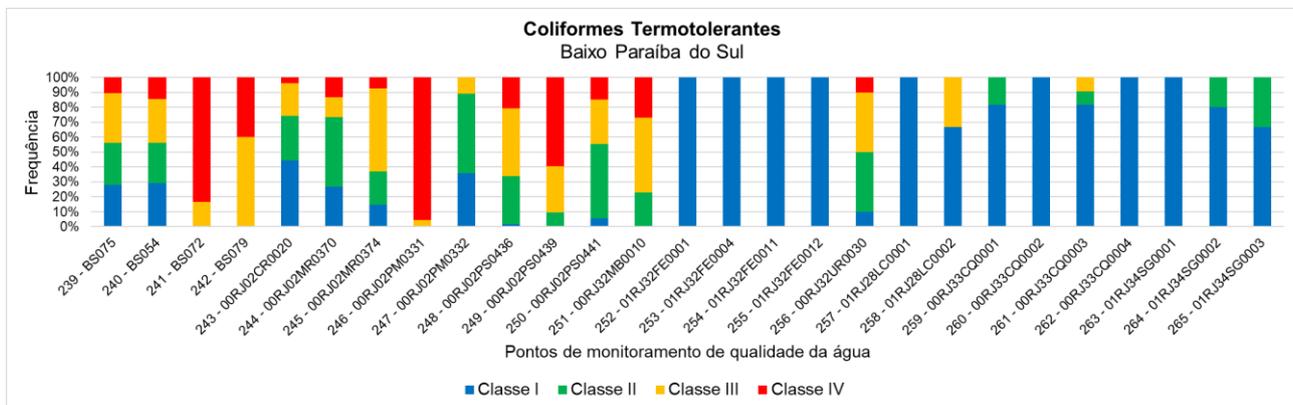


Figura 4.175. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

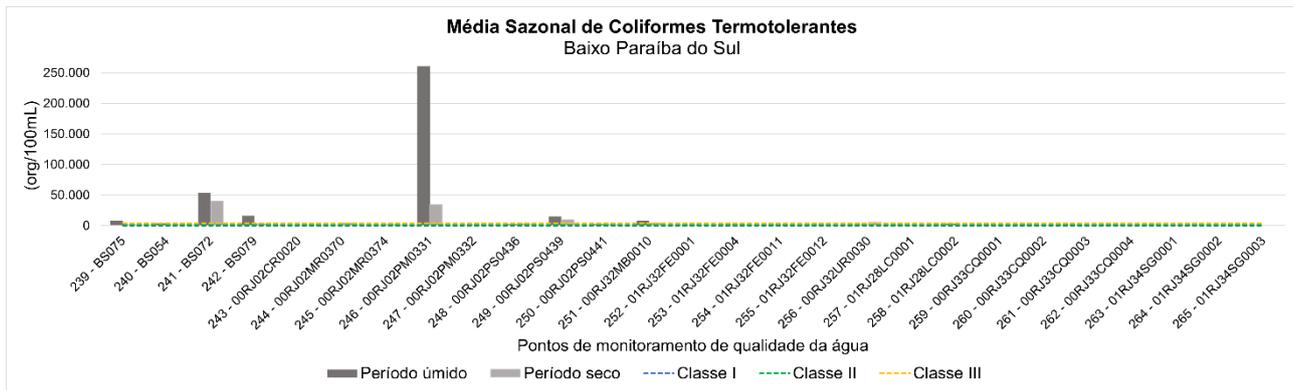


Figura 4.176. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.6 Alumínio

As concentrações de alumínio na unidade de planejamento apresentaram valores elevados principais nos trechos dos afluentes ao norte do rio Paraíba do Sul. Nestes locais as concentrações de alumínio se mantêm compatíveis com águas de menor qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.177). A análise de sazonalidade indicou que o período seco apresenta as maiores concentrações observadas na série (Figura 4.178).

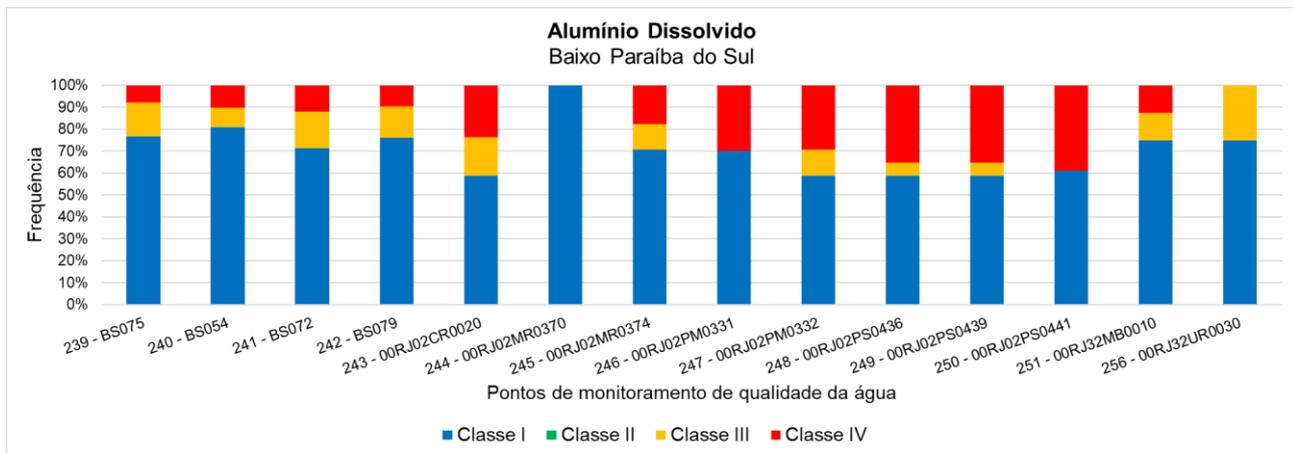


Figura 4.177. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

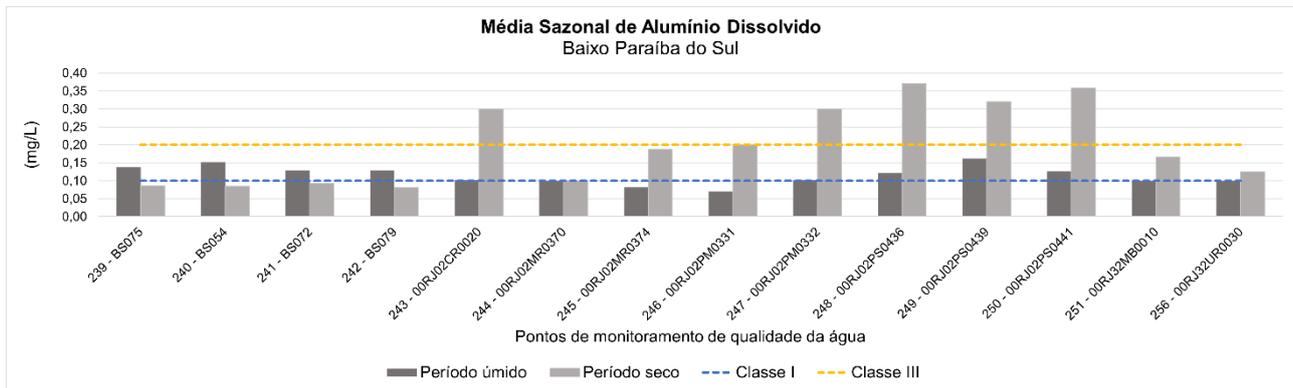


Figura 4.178. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.7 Chumbo

As concentrações de chumbo apresentaram valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo, exceto para dois pontos de monitoramento (Figura 4.179), ambos localizados Lagoa de Cima, localidade de São Benedito, Campos dos Goytacazes. A frequência de resultados em Classe IV ficou em 100% devido ao baixo número de análises. A análise de sazonalidade não permitiu avaliar se há um período hidrológico de maior persistência de concentrações maiores (Figura 4.180).

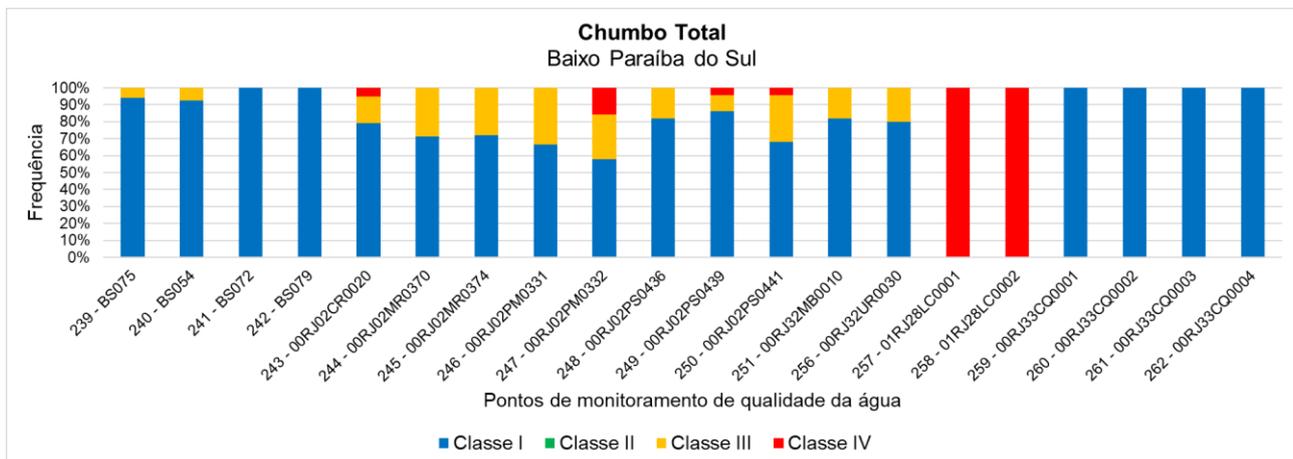


Figura 4.179. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

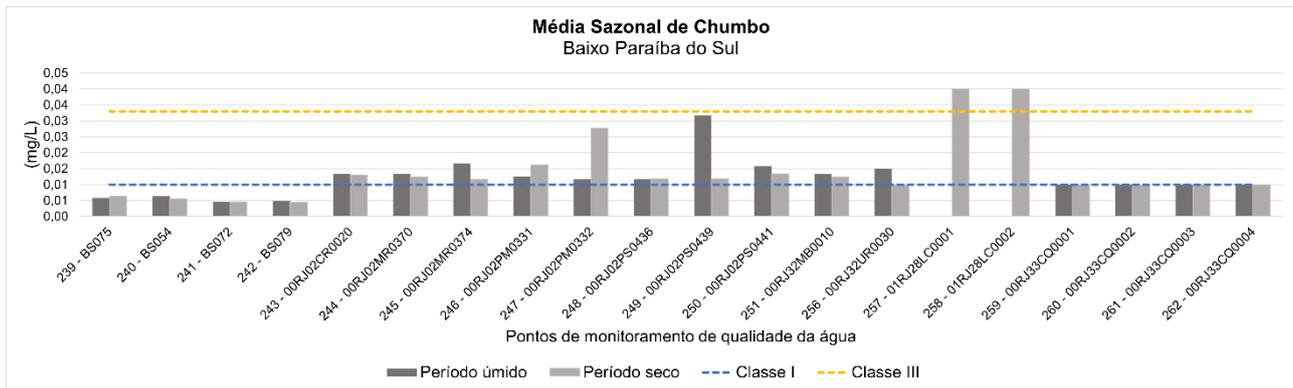


Figura 4.180. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.8 Cádmio

Assim como o observado para o Chumbo, as concentrações de Cádmio se mantiveram compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo, exceto para os mesmos pontos de monitoramento destacados anteriormente (Figura 4.181), com variações entre os períodos chuvosos e secos (Figura 4.182).

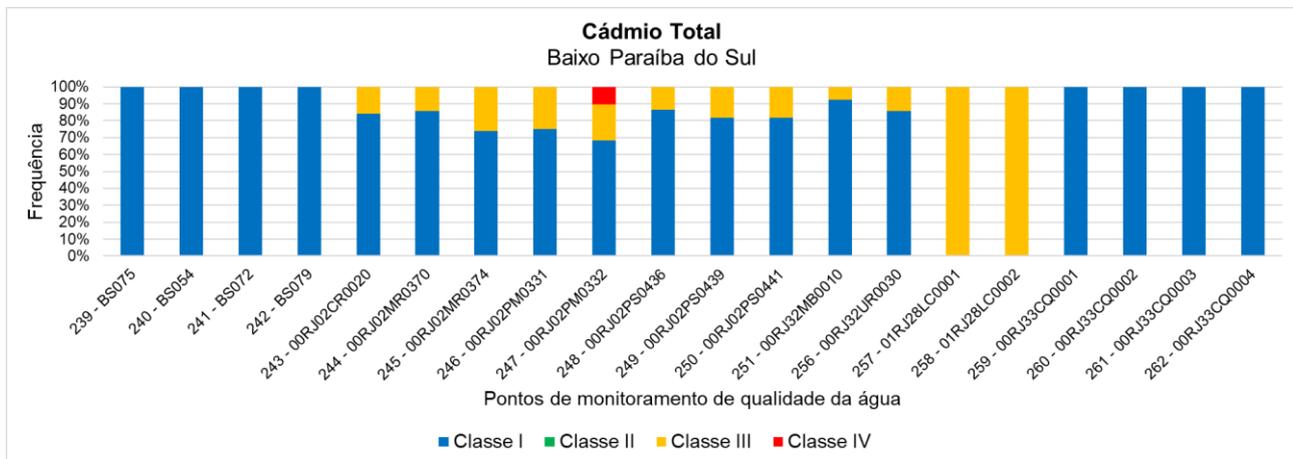


Figura 4.181. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

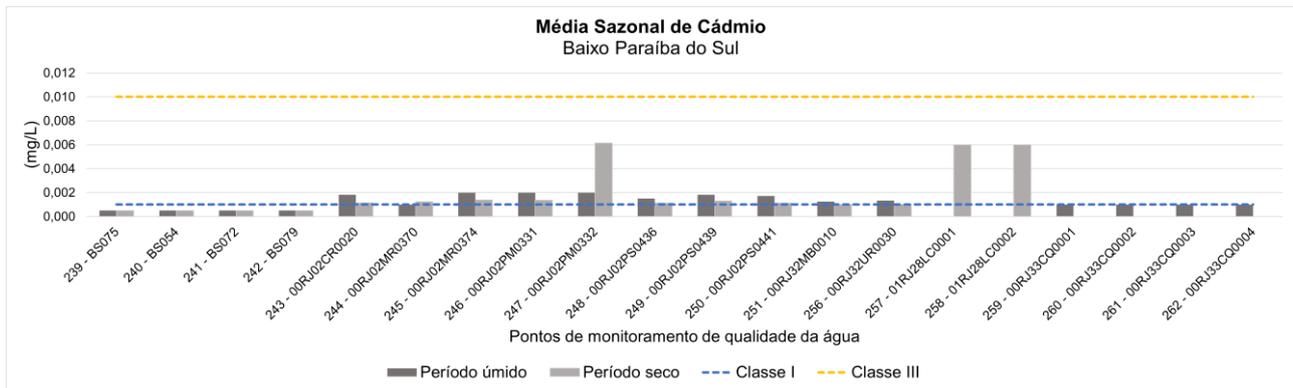


Figura 4.182. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.9 Ferro

As concentrações de ferro se mostraram elevadas na maior parte da unidade de planejamento (Figura 4.183). Devido aos períodos de monitoramento disponibilizados, não foi possível determinar a sazonalidade para as concentrações de ferro (Figura 4.184).

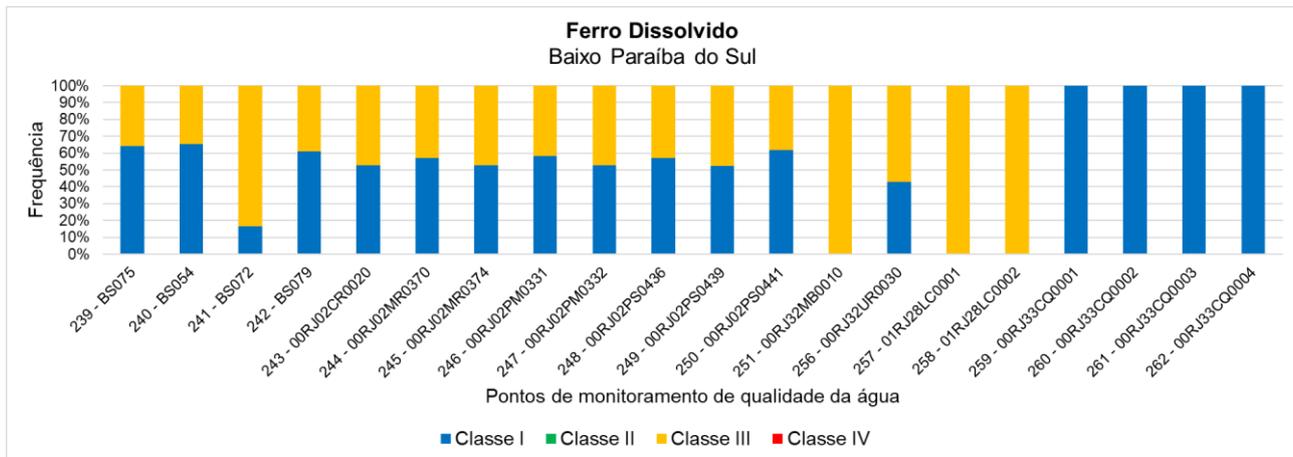


Figura 4.183. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

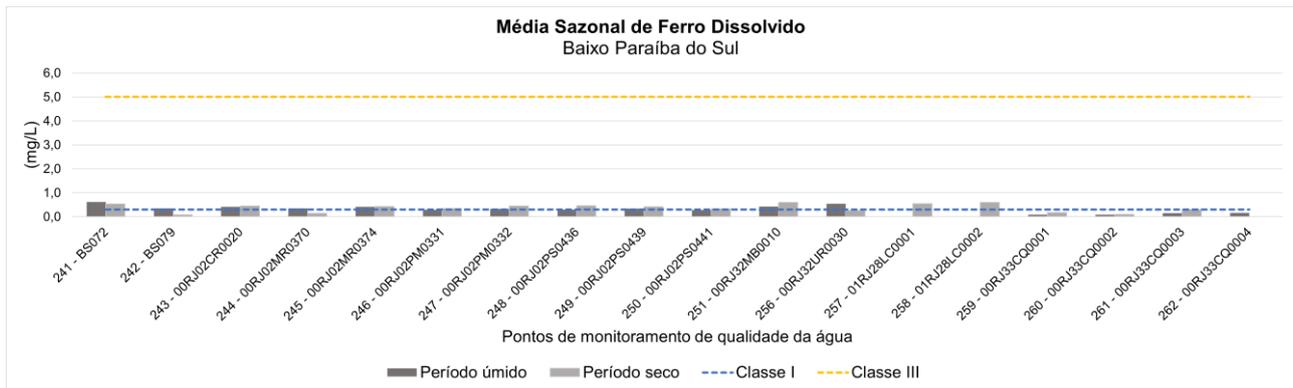


Figura 4.184. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.8.10 Manganês

As concentrações de manganês apresentaram valores elevados e compatíveis com Classe III em alguns dos pontos (Figura 4.185). A análise de sazonalidade apontou que o período seco apresenta as maiores concentrações (Figura 4.186).

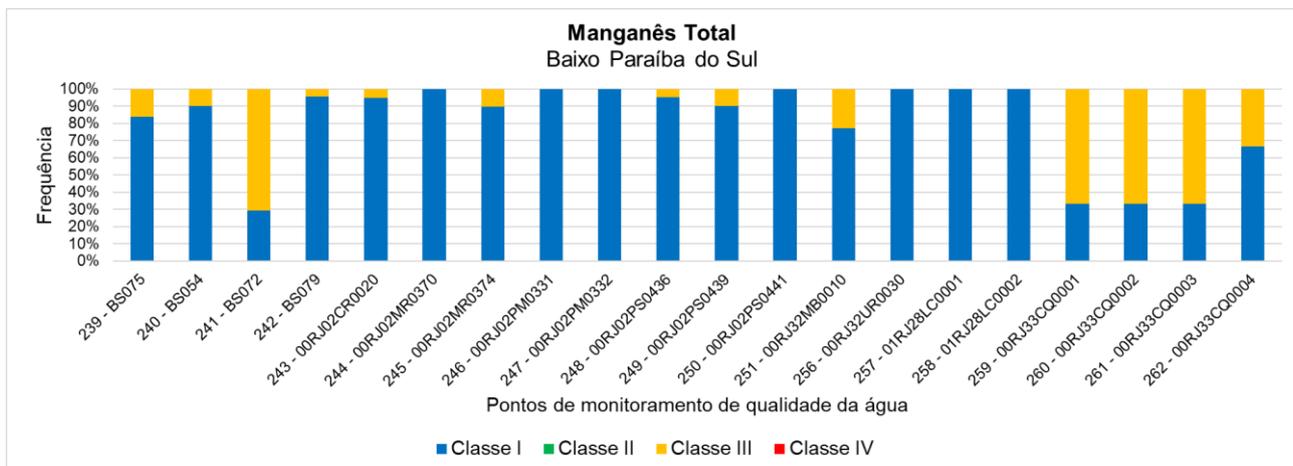


Figura 4.185. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

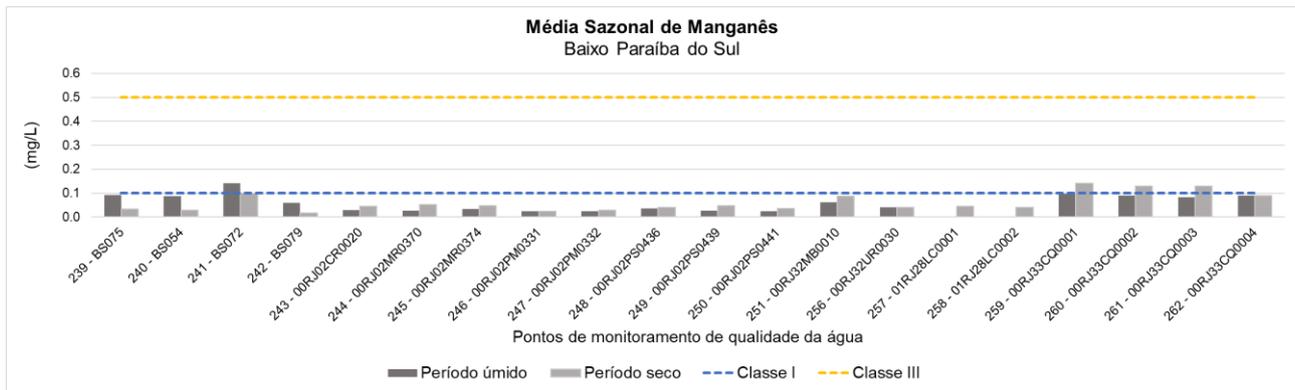


Figura 4.186. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9 Rio Paraíba do Sul

Para caracterização do rio Paraíba do Sul, também foi realizada análise dos pontos localizados diretamente no rio Paraíba do Sul. A Figura 4.187 apresenta a localização dos pontos de monitoramento avaliados. A apresentação dos dados nos gráficos segue de montante para jusante.

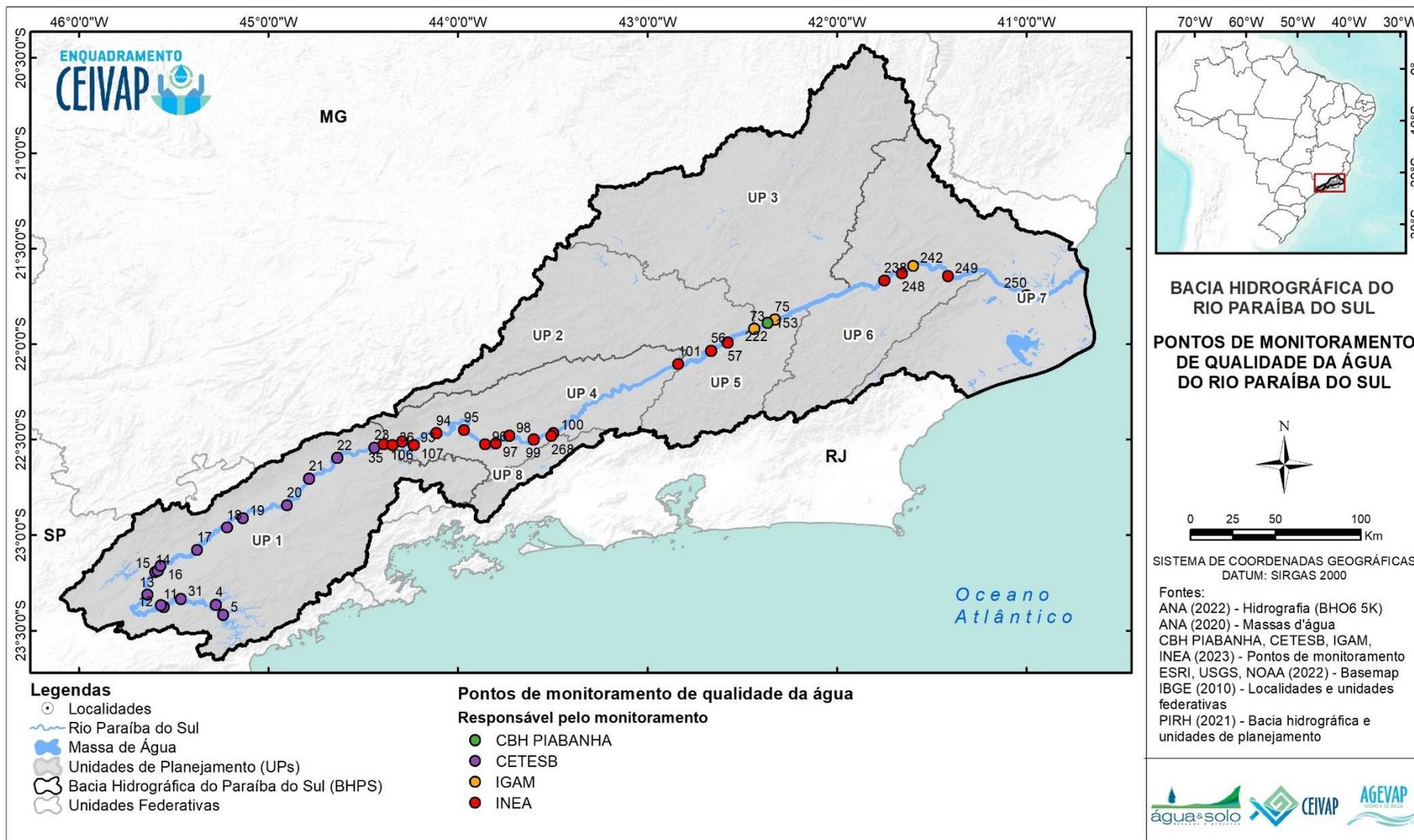


Figura 4.187. Pontos de monitoramento no rio Paraíba do Sul.

4.1.3.9.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido no rio Paraíba do Sul apresentaram valores baixos principalmente na região do alto paraíba (trecho paulista) (Figura 4.188). Não foi possível associar a sazonalidade com as concentrações de Oxigênio Dissolvido (Figura 4.189).

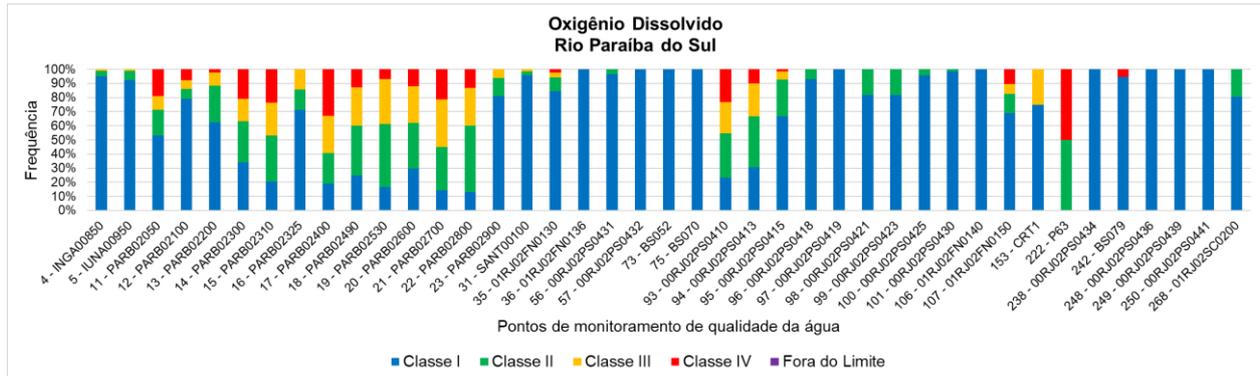


Figura 4.188. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para oxigênio dissolvido no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

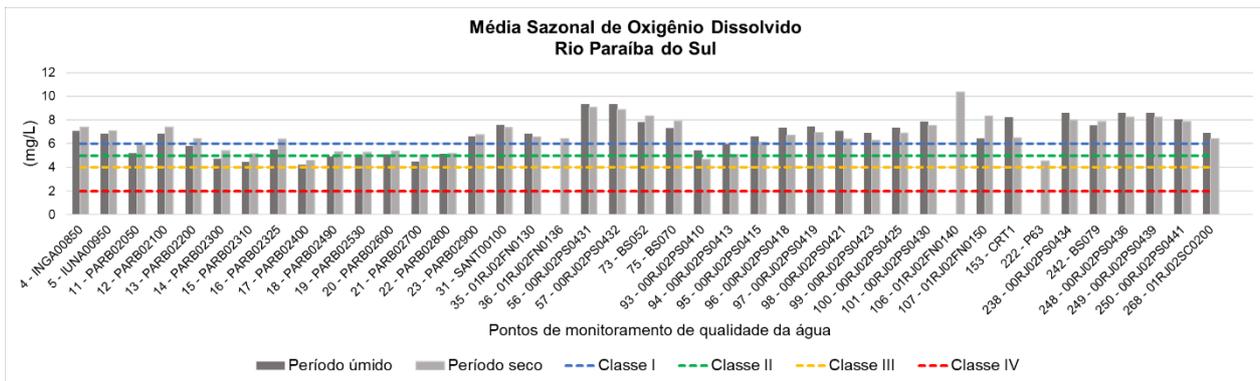


Figura 4.189. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para oxigênio dissolvido no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As concentrações de DBO no rio Paraíba do Sul apresentaram valores representativos de boa qualidade, exceto para alguns pontos específicos (Figura 4.190), dois localizados na represa do Funil e os outros dois localizados no trecho do rio Paraíba do Sul entre Além Paraíba (MG) e Sapucaia (RJ). A sazonalidade de DBO não indicou um padrão claro de concentrações maiores durante um período hidrológico específico (Figura 4.191).

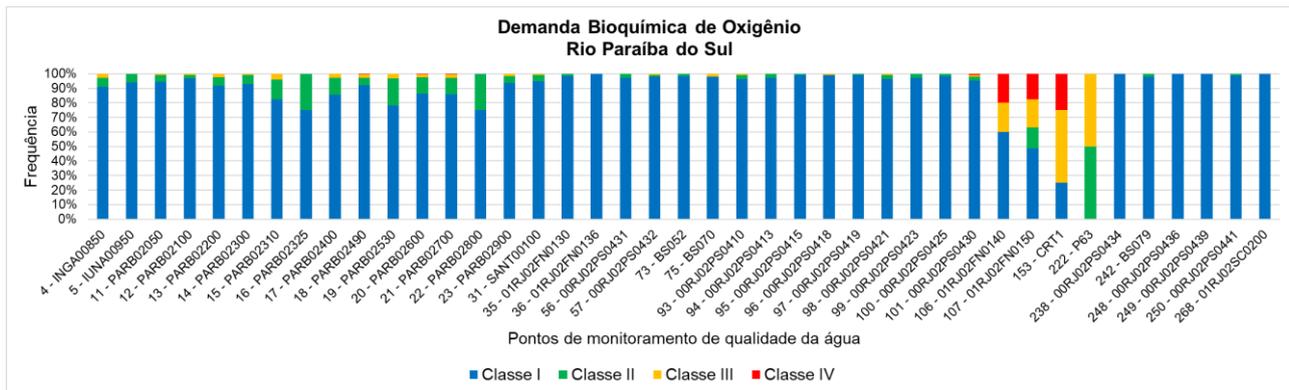


Figura 4.190. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para DBO no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

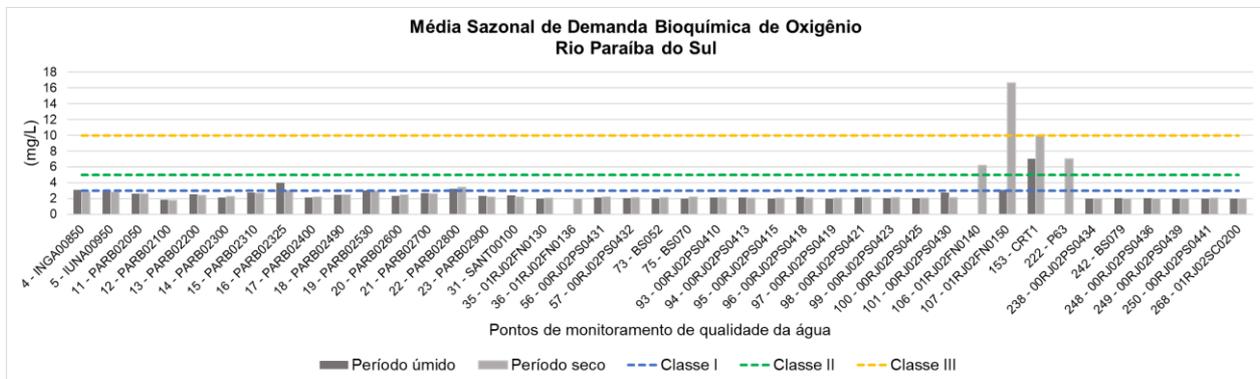


Figura 4.191. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para DBO no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.3 Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram concentrações compatíveis com Classe I em todo o período e estações monitoradas (Figura 4.192). A sazonalidade dos dados apresentou variação, dificultando a determinação de um padrão de concentrações maiores durante determinado período hidrológico (Figura 4.193).

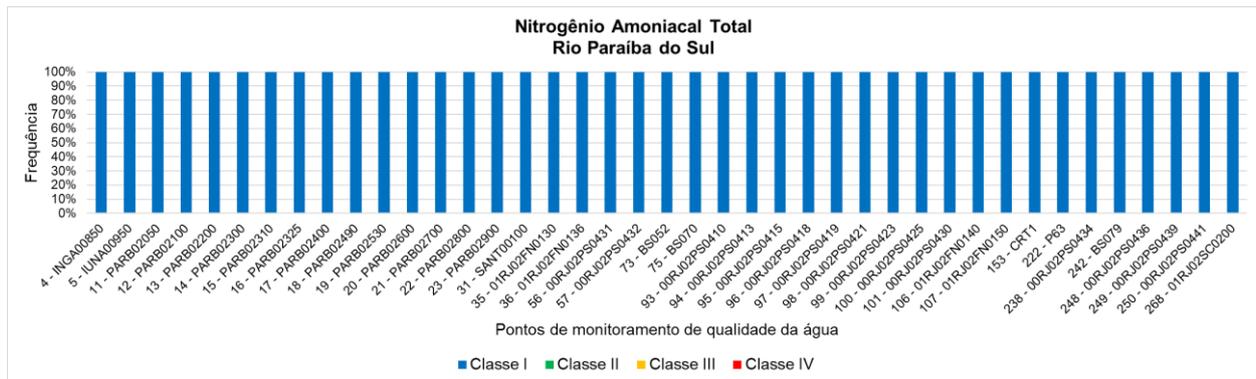


Figura 4.192. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrogênio amoniacal no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

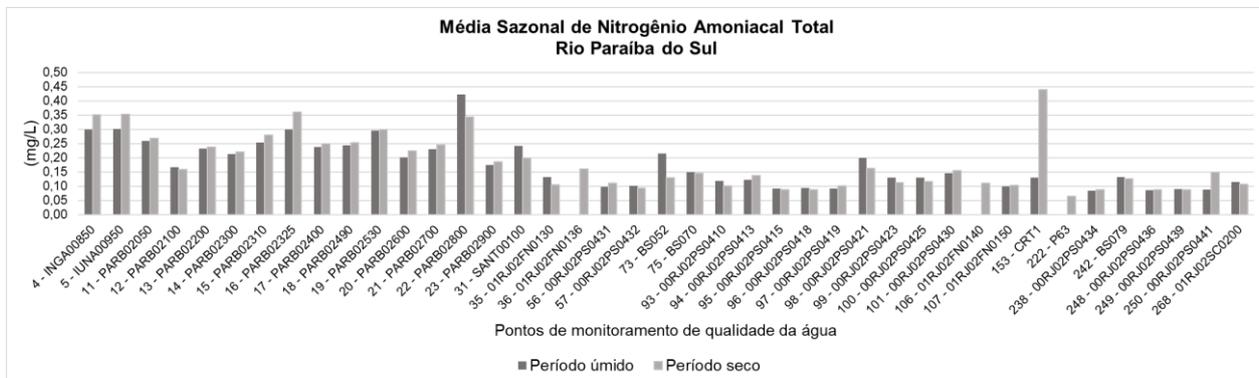


Figura 4.193. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrogênio amoniacal no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

As concentrações de Nitrato seguiram o mesmo padrão de frequência de conformidade em classes observado para Amônia, com todas as concentrações em Classe I (Figura 4.194). A sazonalidade de nitrato não indicou um padrão claro de concentrações maiores durante um período hidrológico específico (Figura 4.195).

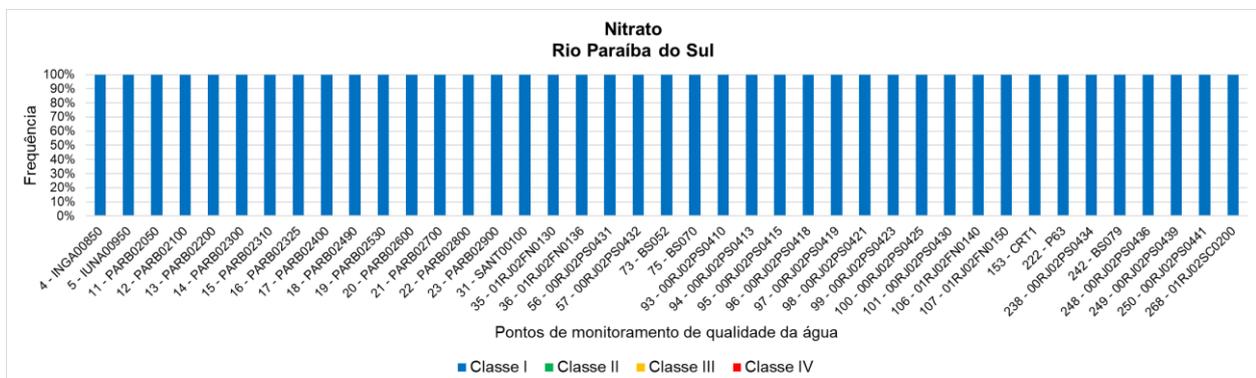


Figura 4.194. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para nitrato no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

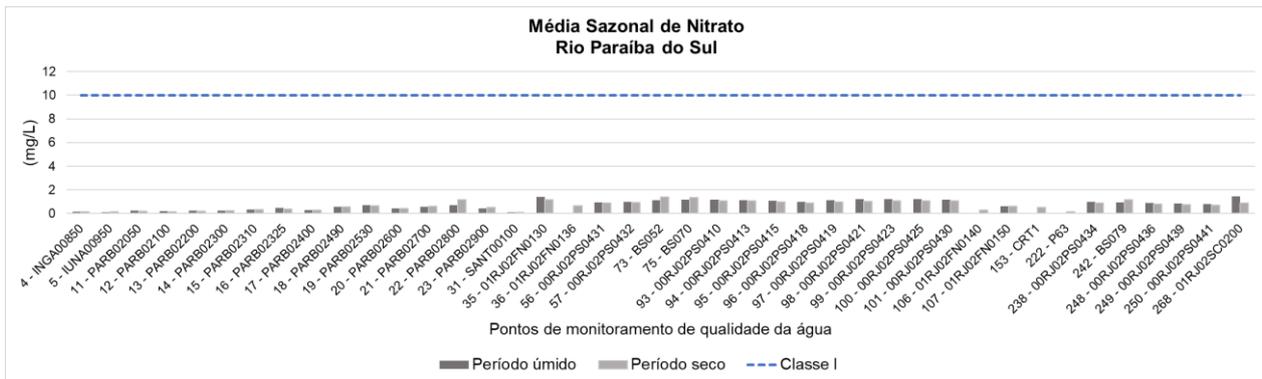


Figura 4.195. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para nitrato no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.4 Fósforo Total

As concentrações de fósforo se mantiveram compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo em quase todo o rio Paraíba do Sul, porém, apresentou registros de Classe IV na maioria dos pontos (Figura 4.196). O ponto 35 no exutório da UP Paraíba do Sul no trecho paulista apresentou os piores resultados registrados, seguido pelo ponto 268 localizado junto à PCH localizada em Barra do Piraí. A sazonalidade nas concentrações apresentou variações que impossibilitaram determinar um período hidrológico específico com maiores concentrações (Figura 4.197).

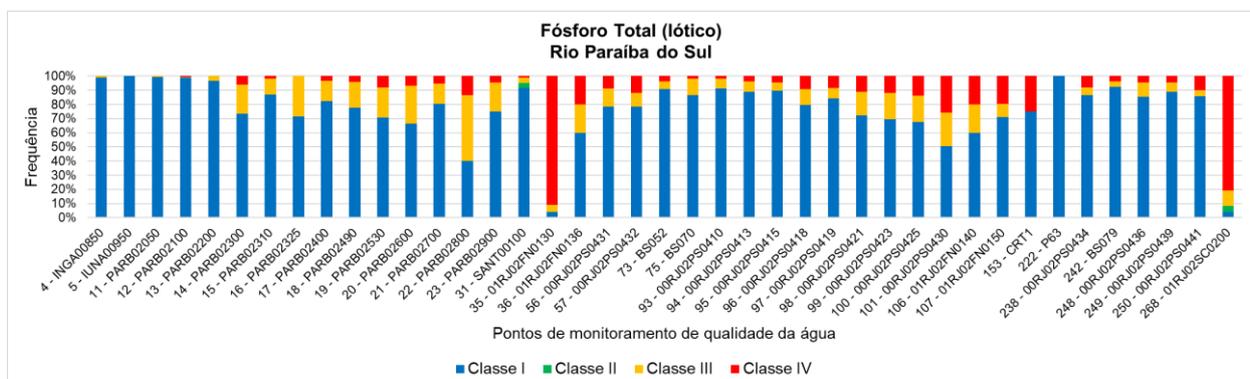


Figura 4.196. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para fósforo no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

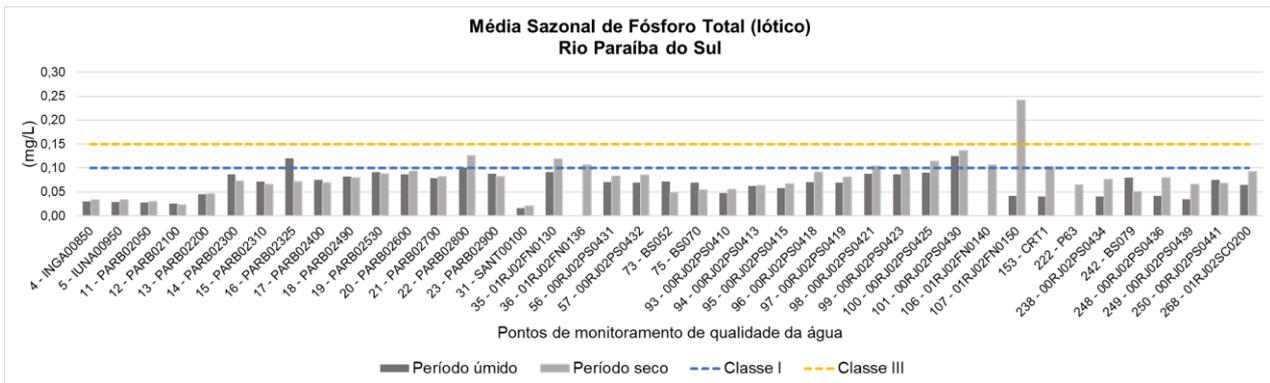


Figura 4.197. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para fósforo no rio Paraíba do Sul
Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.5 Coliformes Termotolerantes

Os pontos de monitoramento avaliados apresentaram elevadas concentrações de coliformes termotolerantes, compatíveis com águas de baixa qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.198), influenciado em grande parte pela passagem do rio em áreas urbanas ou com maior concentração populacional. A análise de sazonalidade indicou que o período chuvoso representa a maior concentração média de coliformes termotolerantes nas águas para alguns pontos e para outros o contrário (Figura 4.199).

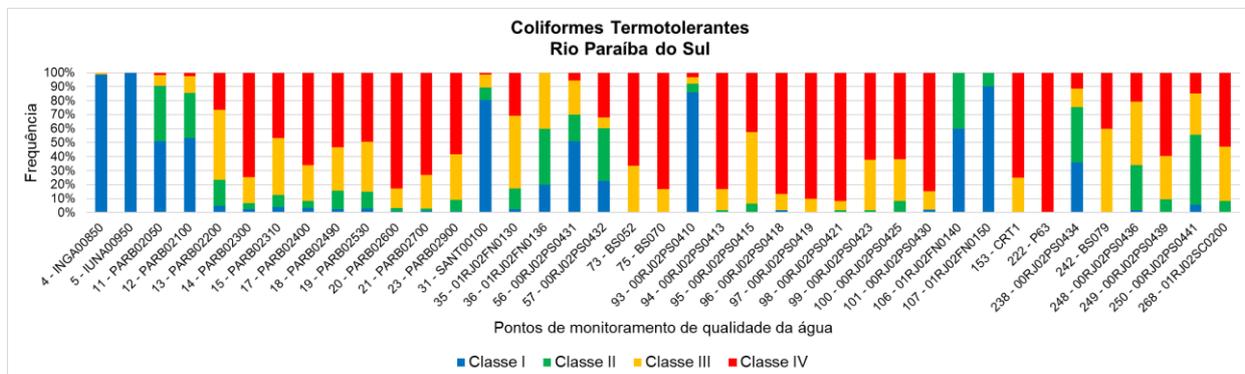


Figura 4.198. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para coliformes termotolerantes no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

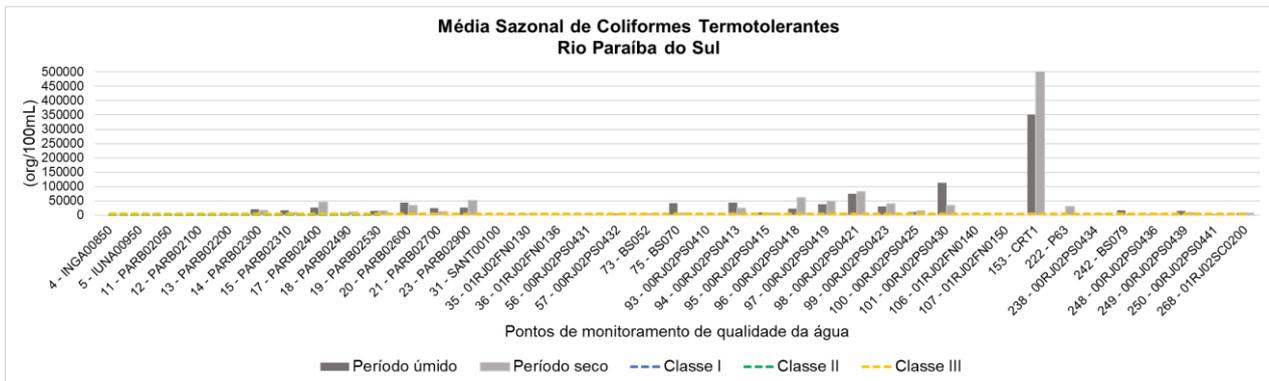


Figura 4.199. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para coliformes termotolerantes no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.6 Alumínio

As concentrações de alumínio nos pontos de amostragem no rio Paraíba do Sul apresentaram valores elevados principais nos trechos da unidade de planejamento Paraíba do Sul (trecho paulista) e outros pontos mais próximos a foz do Paraíba do Sul, na UP Baixo Paraíba do Sul. Nestes locais as concentrações de alumínio se mantêm compatíveis com águas de menor qualidade na maior parte do tempo (Figura 4.200). Não foi possível associar a sazonalidade com as concentrações de Alumínio (Figura 4.201).

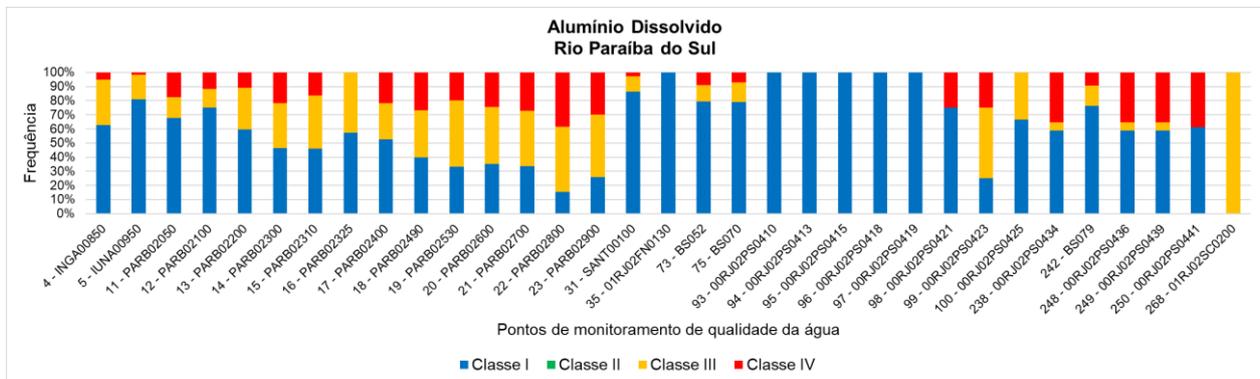


Figura 4.200. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para alumínio no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

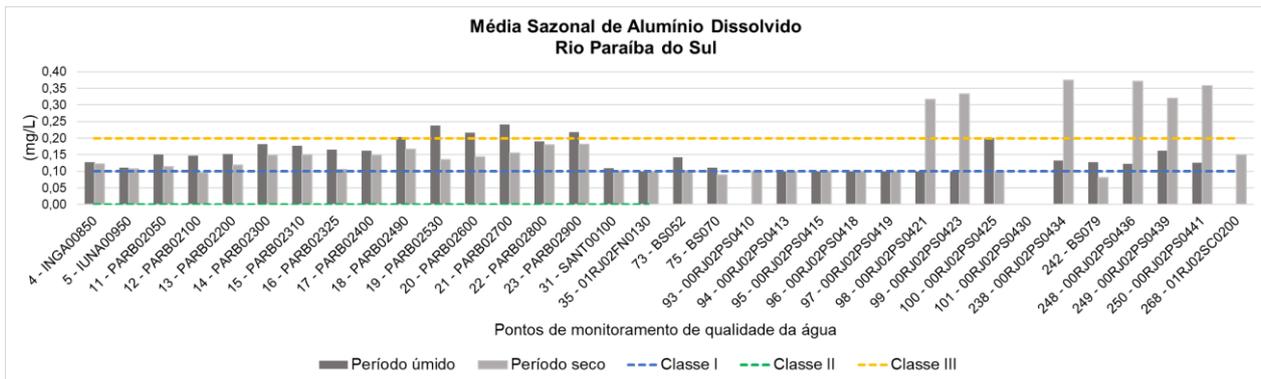


Figura 4.201. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para alumínio no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.7 Chumbo

As concentrações de chumbo apresentaram valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.202), porém com alguns registros de Classe IV em praticamente todos os pontos de monitoramento no rio Paraíba do Sul. A análise de sazonalidade apontou que o período chuvoso apresenta as maiores concentrações (Figura 4.203).

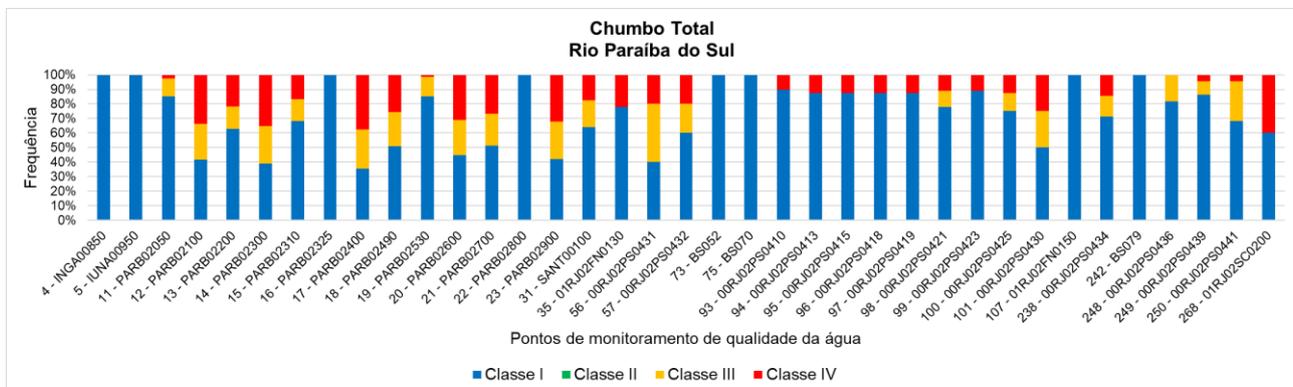


Figura 4.202. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para chumbo no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

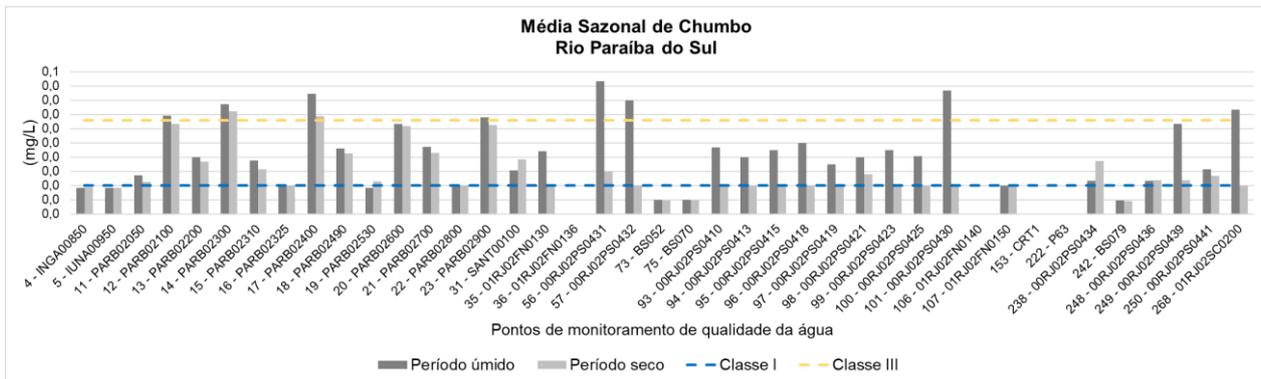


Figura 4.203. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para chumbo no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.8 Cádmio

Assim como o observado para o Chumbo, as concentrações de Cádmio se mantiveram compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo (Figura 4.204), e alguns registros em Classe III em praticamente todos os pontos. Em relação à sazonalidade, não é possível concluir influência do período seco ou úmido (Figura 4.205).

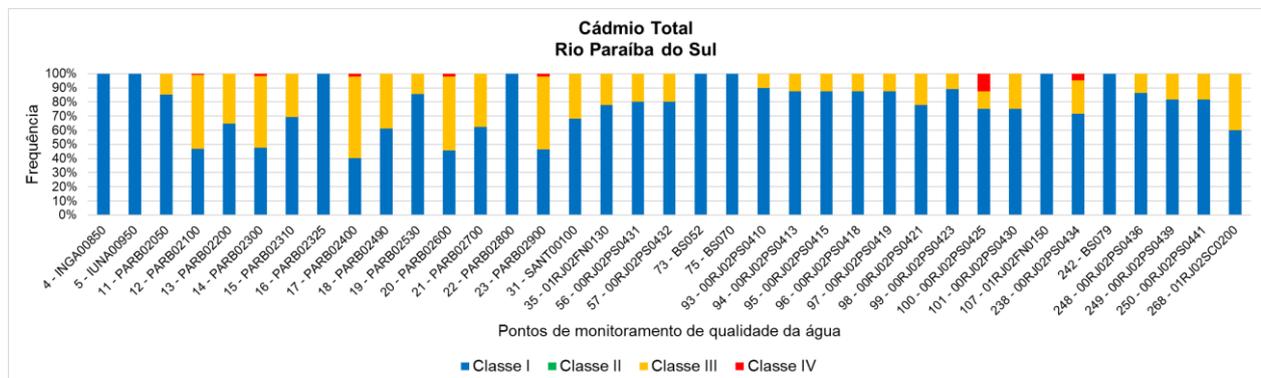


Figura 4.204. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para cádmio no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

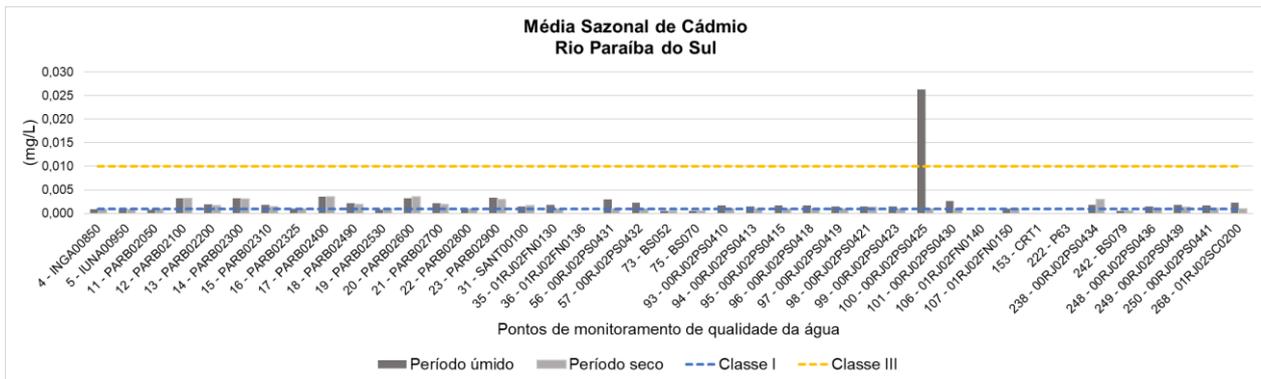


Figura 4.205. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para cádmio no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.9 Ferro

As concentrações de ferro se mostraram elevadas em vários pontos do rio Paraíba do Sul em seu trecho paulista, passando por cidades como em São José dos Campos, Caçapava, Tremembé, Pindamonhangaba, Aparecida e Lorena (Figura 4.183). Resultados em Classe III também são observados em pontos do rio entre Além Paraíba e Sapucaia, em pontos a jusante de Volta Redonda, em Itaocara, próximo a Cambuci, a Santo Antônio de Pádua, São Fidélis e Campos dos Goytacazes. Em relação períodos de monitoramento disponibilizados, observa-se que em alguns pontos as maiores concentrações de ferro ocorrem na seca enquanto em outros no período úmido (Figura 4.184).

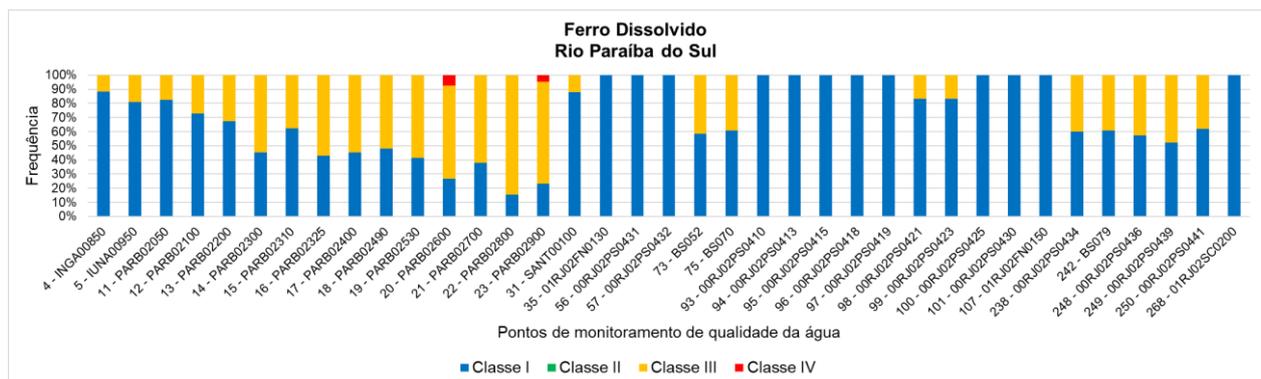


Figura 4.206. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para ferro no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

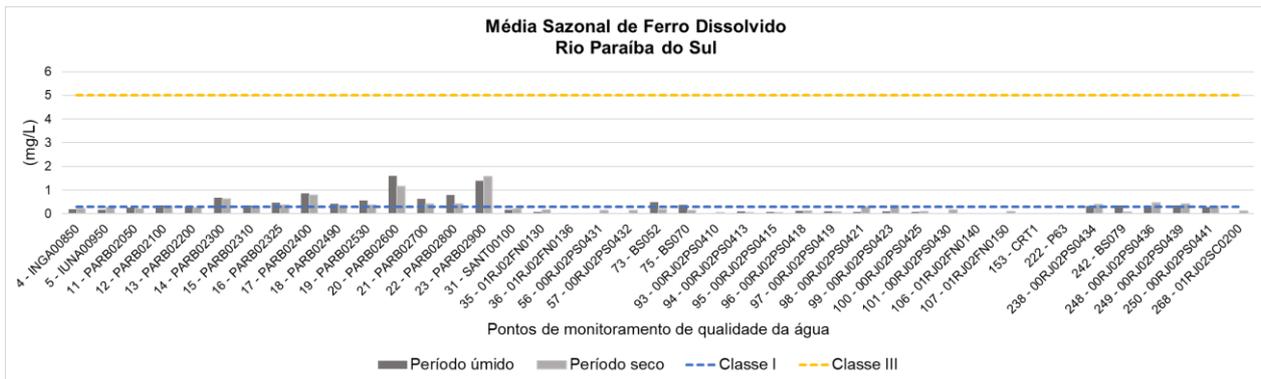


Figura 4.207. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para ferro no rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.3.9.10 Manganês

As concentrações de manganês apresentaram valores compatíveis com Classe I com alguns registros em Classe III (Figura 4.208). Assim como o ferro, as concentrações de manganês em Classe III são observadas em pontos próximos à aglomerados urbanos, varios deles no trecho paulista, mas alguns em pontos no RJ ou na divisa entre RJ e MG. Em relação períodos de monitoramento disponibilizados, também se observa que em variação entre os maiores valores detectados ocorrerem no período seco e no período úmido (Figura 4.209).

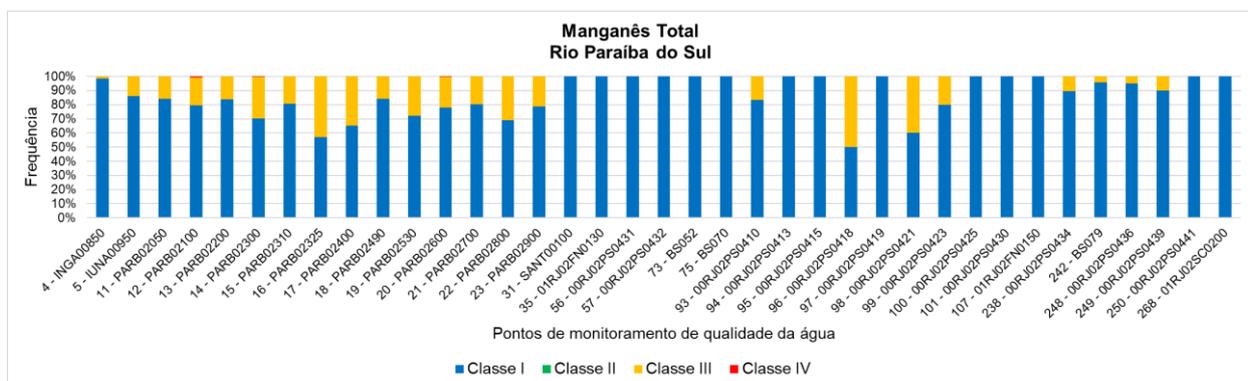


Figura 4.208. Frequência de conformidade com classes de usos da Resolução CONAMA 357/2005 para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

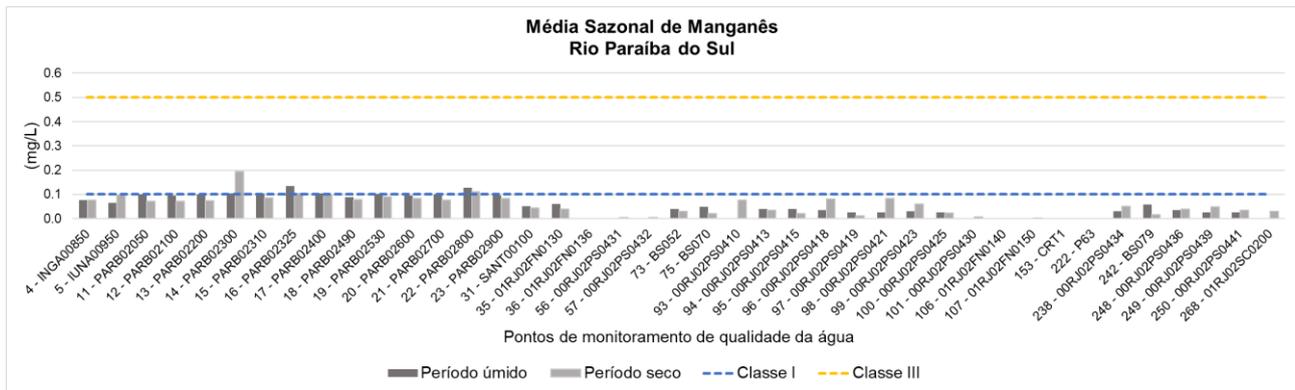


Figura 4.209. Sazonalidade entre período seco e período úmido nos valores obtidos para manganês na unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração Própria

4.1.4 Síntese da qualidade das águas superficiais

Para muitos parâmetros com frequências de conformidades compatíveis com águas de baixa qualidade foi possível observar possíveis causas devido a sua localização, próxima a grandes centros urbanos (São José dos Campos, Taubaté, Resende, Juiz de Fora, Volta Redonda, Petrópolis e Campos dos Goytacazes, por exemplo) ou áreas naturalmente úmidas como o Parque Estadual da Lagoa do Açú que, neste caso, pode apresentar parâmetros com reduzida qualidade devido à fatores naturais ou por influência do complexo industrial localizado no Porto de Açú.

O parâmetro de coliformes termotolerantes se destaca, apresentando alta frequência de resultados em Classe III e IV em quase todas as UPs e grande parte dos pontos monitorados, indicando a potencial influência da falta de esgotamento doméstico ao longo da bacia.

Alguns parâmetros, principalmente os metais, apresentam condições de qualidade compatíveis com águas de baixa qualidade em pontos isolados ou em áreas urbanas, em alguns casos indicando uma contaminação pontual sem uma causa aparente. Nestes casos, os próximos produtos que buscam fazer a modelagem da qualidade da água na bacia hidrográfica devem se aprofundar e entender a dinâmica de usos existentes na região para representar estas concentrações no modelo matemático.

Os períodos hidrológicos analisados indicaram uma alternância entre períodos de maior relevância para as concentrações maiores em praticamente todas as unidades de planejamento. Isto indica que alguns parâmetros podem estar sendo introduzidos na rede de drenagem devido ao escoamento superficial na bacia (períodos úmidos) ou devido ao

lançamento de efluentes (durante todo o ano). Ainda assim, alguns parâmetros podem sofrer aumento na concentração identificada no período seco devido à redução de vazão dos cursos hídricos. Entender esta dinâmica e avaliar o transporte destes parâmetros na rede drenagem é objetivo da continuidade do diagnóstico de qualidade da água a ser realizada no próximo produto, também utilizando modelagem matemática.

Cabe destacar que alguns pontos com período de monitoramento mais curto possuem coletas apenas em período úmido ou seco, o que inviabiliza a comparação anual das médias observadas e torna inconclusiva a análise de influência destes períodos.

A rede de monitoramento instalada na unidade de planejamento Piabanha apresenta série curta, apesar de uma elevada densidade de pontos. Estes resultados devem ser avaliados com cautela pois o reduzido número de amostragens pode mascarar comportamentos específicos, de curto prazo, e dificultar conclusões acerca da qualidade das águas nesta unidade de planejamento no longo prazo. Ainda sobre a rede monitoramento, os postos localizados no baixo Paraíba do Sul apresentaram poucas medições de salinidade em sua área de abrangência. A salinidade é monitorada com maior frequência na região sul da unidade de planejamento, onde foi possível realizar uma classificação dos pontos e classifica-los de forma correta seguindo o preconizado na Resolução CONAMA 357/2005.

Cabe ressaltar que os resultados obtidos através da rede de monitoramento existente na bacia servirão de base para a calibração e avaliação dos modelos de qualidade que não só representarão a qualidade pontualmente na bacia, mas avaliarão a relação entre os trechos dos rios e suas interações. Na próxima etapa de modelagem da qualidade da água será apresentada classificação da qualidade atual por trecho dos rios.

4.2 Qualidade das Águas Subterrâneas e Vulnerabilidade à Contaminação

O conjunto de estudos e informações sobre as águas subterrâneas na bacia do Paraíba do Sul permitem caracterizar que, de forma genérica, as águas subterrâneas apresentam boa qualidade natural, contando com a maioria dos parâmetros dentro dos padrões recomendados, tanto para o domínio fissural, quanto para o domínio granular.

Alguns estudos reportam inconformidades apenas para os teores de ferro acima do limite de potabilidade, podendo ser uma característica natural dos aquíferos, em função do tipo de rocha.

Para o Domínio Fissural, que predomina em 93% da área da bacia, os dados e estudos referentes a qualidade das águas são mais escassos que no Domínio Granular, contando este último com alguns estudos localizados.

NASCIMENTO (2012) avaliou dados físico-químicos de aquíferos na região de Resende; com base nos dados de três poços, verificando que, para os aquíferos fissurais de baixa profundidade (30 a 60 metros) as águas tem composição bicarbonatada cálcico-magnésiana e para altas profundidades (100 a 130 metros) os principais componentes são sódio, bicarbonato e cloreto. O estudo ressalta que em apenas um dos poços, o ferro encontra-se acima do índice recomendado.

Segundo estudos de monitoramento efetuados pela CETESB (IPT, 2011), o ferro foi a única inconformidade encontrada de forma mais persistentes no aquíferos fissurais na porção paulista da bacia. Ainda segundo os estudos, a presença de ferro tem origem natural, provavelmente associada ao efeito do intemperismo sobre as rochas ricas em minerais contendo ferro.

Estudos desenvolvidos a partir de 114 poços no norte da bacia do Paraíba do Sul, envolvendo territórios das bacias do rio Pomba e Muriaé, mostram uma condutividade média de 189,2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ e apenas 2,82% mostraram valores superior a 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$, considerado fora dos padrões recomendados (Gonçalves, 2003). Os valores de condutividade refletem, a grossos modo, o teor de sais dissolvidos na água, sendo um bom indicativo de potabilidade.

Com relação ao Domínio dos Aquíferos Granulares, segundo o PIRH-PS (2016), estudos realizados pela CETESB em 2012 apontam para concentrações elevadas de ferro nas águas do Sistema Taubaté, encontrando também valores anômalos para parâmetros

microbiológicos devido a contaminações de origem orgânica. O Sistema Aquífero Taubaté está localizado em uma região densamente ocupada e muito antropizada, onde estão instaladas grandes cidades e áreas industriais, deixando esses mananciais mais vulneráveis a eventuais contaminações, com risco de comprometimento local de sua qualidade.

No caso da Bacia Sedimentar de Resende, CATRO ET AL. (2000) sugerem que este sistema aquífero apresenta, de uma maneira geral, água de boa qualidade, podendo ser classificadas como bicarbonatadas-sódicas, com pH próximo a neutralidade e baixa salinidade na região central da bacia, tornando-se mais salina à medida que se aproxima da borda da bacia. Segundo Nascimento (2012), ainda na bacia de Resende, de uma maneira geral, a qualidade da água é boa ainda que possam ser ferruginosas, com algumas alterações pontuais de elementos como bário e chumbo.

O modelo hidrogeológico da bacia caracteriza um aquífero sedimentar mais superficial, de superfície livre e um aquífero sedimentar multicamadas mais profundo. Aplicando um modelo para caracterização da vulnerabilidade natural das unidades aquíferas na área da Bacia Sedimentar de Resende, PIZANI (2003) concluiu que grande parte da área onde aflora o aquífero multicamadas apresenta índice de vulnerabilidade correspondente à classe moderada, enquanto que o aquífero livre, mais superficial, obteve os índices correspondentes às classes de vulnerabilidade alta e extrema.

Estudos desenvolvidos por CHRISPIM (2016) nos aquíferos superficiais da Bacia Sedimentar de Campos, a partir de análises químicas em 47 amostras de água subterrânea, indicaram que, os elementos: Alumínio, Antimônio, Arsênio, Cádmio, Cobre, Chumbo, Ferro, Manganês, Mercúrio e Selênio encontravam-se fora do padrão para consumo humano, em pelo menos uma das amostras, indicando a contaminação desse aquífero por fontes de contaminação externas, com ressalva para o Alumínio, Ferro e Manganês que poderia ter origem natural.

Conforme PIRH-PS (2016), os poços rasos na região de Campos dos Goytacazes, utilizados como fonte de abastecimento, são vulneráveis a diversos tipos de poluição e/ou contaminação, como “fossas sépticas”, tubulações de esgoto com fissuras, disposição inadequada de resíduos sólidos, entre outras diversas fontes.

Aplicando o método GOD para caracterização da vulnerabilidade natural dos aquíferos rasos na região da Bacia de Campos, CHRISPIM (2016) determinou uma vulnerabilidade alta em 44% da área e uma vulnerabilidade média em 53%. Ainda segundo esse estudo, as áreas com índice de vulnerabilidade baixa ocorrem nos sedimentos argilosos da Formação Barreiras.

Por outro lado, referindo-se ao Aquífero Emborê mais profundo e confinado, estudos de isótopos ambientais indicaram águas com elevado tempo de residência e condições de recarga diferentes das atuais, significando reservas de águas antigas, implicando em pouca renovação e, conseqüentemente, um nível de vulnerabilidade mais baixo em relação a aquíferos superficiais (Melo et al., 2010).

Segundo Alves et al. (2010), na região da bacia de Campos, estudos apontam que, de modo geral, as águas subterrâneas apresentam melhor qualidade onde ocorrem coberturas da Formação Barreiras, possivelmente pela proteção que as camadas argilosas fornecem em relação a percolação de contaminantes.

Quanto a rede de monitoramento de qualidade de água na bacia do Rio Paraíba do Sul, o único estado a manter um programa sistemático para a região é São Paulo. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, conjuntamente com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE operam a Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas, que atualmente conta com sete poços no aquífero Taubaté e doze poços no aquífero fissural Pré-Cambriano.

Segundo a CETESB (2022) o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas é realizado desde 1990 em poços tubulares e nascentes, e tem como objetivos: caracterizar a qualidade das águas subterrâneas brutas; estabelecer Valores de Referência de Qualidade – VRQ por sistema aquífero para cada substância de interesse; avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas; identificar áreas com alterações de qualidade; subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea e de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo; avaliar a eficácia dessas ações ao longo do tempo; e subsidiar a classificação e enquadramento dos aquíferos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008.

Nesta rede estadual, de acordo com a CETESB (2022), são analisados com uma frequência semestral cerca de 40 parâmetros físicos, químicos e biológicos da águas subterrâneas. O

último relatório publicado para o ano de 2022 sinaliza a qualidade Boa para as águas brutas extraídas dos aquíferos Taubaté e Pré-Cambriano, embora relate desconformidade nos parâmetros Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais e Escherichia coli para o aquífero fissural, e Coliformes Totais e Escherichia coli para o aquífero Taubaté. (CETESB, 2022).

A qualidade Boa foi definida a partir do cálculo do Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, definido em função de um percentual de amostras conformes em relação ao total de amostras de água bruta coletadas ao longo do ano.

Tanto no território Mineiro quanto no Rio de Janeiro, não foram identificados estudos de monitoramento sistemático da qualidade da água subterrânea para a região da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.

4.3 Cargas Poluidoras

O levantamento das cargas poluidoras é etapa fundamental para construção do enquadramento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, já que as cargas afetam diretamente a qualidade dos rios e representam assim, pontos de atenção para o planejamento de ações futuras na bacia. Para a BHPS serão consideradas cargas pontuais e cargas difusas. As cargas pontuais foram divididas em cargas domésticas, advindas do esgotamento sanitário, e cargas industriais geradas pelas atividades industriais na bacia. Já as cargas difusas representam as cargas geradas pelo escoamento superficial. Nos próximos itens serão apresentados em detalhe a metodologia e os resultados encontrados que serão subsídio para as próximas etapas de modelagem de qualidade da água.

4.3.1 Cargas Pontuais

4.3.1.1 Esgotamento Sanitário

Como regra geral, a poluição doméstica é ainda a principal fonte de contaminação dos recursos hídricos brasileiros. Os esgotos domésticos que chegam nos corpos d'água, com ou sem tratamento, podem causar vários inconvenientes: diminuição do oxigênio dissolvido (DBO), gosto e odor (fenóis), cor e turbidez, presença de substâncias nutritivas (nitrogênio e fósforo), aparecimento de espumas (detergentes) e de óleos e matérias flutuantes, aparecimento de bancos de lodos, etc.

Estes inconvenientes são causados pela composição do esgoto doméstico. Ou seja, a presença das diferentes substâncias formadoras deste esgoto, juntamente com a água. Na prática, cada esgoto é caracterizado por uma série de parâmetros analíticos (pH, alcalinidade, sólidos, cor, turbidez, OD, DBO, sulfatos e sulfetos, nitrogênio, fósforo, metais, pesticidas e outras substâncias tóxicas, etc.).

Os aportes de esgotos domésticos aos cursos d'água, podem ser caracterizados por três grandezas correlacionadas entre si: as cargas poluentes, as concentrações do afluente e as concentrações resultantes no curso d'água. Estas grandezas são relacionadas a um parâmetro analítico específico. Por exemplo, para o fósforo, pode-se ter uma carga expressa em termos de kg/dia ($\text{kg/hab.dia} \times \text{pop (hab)}$), que resulta numa concentração afluente (mg/L de fósforo), que ao final resultará numa concentração no rio, expressa também em mg/l de fósforo.

Existe uma exceção, o oxigênio dissolvido. Para este parâmetro analítico não se tem carga ou, mesmo, concentração afluente, uma vez que se considera um OD de zero para esgotos domésticos. No entanto, o parâmetro OD deve ser considerado na concentração resultante do aporte de esgoto doméstico, no curso d'água. Muito provavelmente, poderá ser o principal parâmetro a ser considerado.

O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores.

O aporte de matéria orgânica degradável em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. Tradicionalmente, este aporte é representado através da Demanda Bioquímica de Oxigênio, a DBO, expressa em mg/l de oxigênio. O decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, podendo vir a se constituir, como visto anteriormente, em um dos principais problemas de poluição das águas em nosso meio.

Nos próximos itens será apresentada a metodologia e os resultados encontrados para avaliação da carga poluente associada aos lançamentos de esgoto sanitário nos rios. Tais cargas serão consideradas nas próximas fases de modelagem de qualidade pois representam a situação atual dos corpos hídricos na BHPS.

4.3.1.1.1 Metodologia

As seguintes etapas foram conduzidas para o cálculo das fontes poluidoras advindas dos sistemas de esgotamento sanitário ou da sua ausência nos municípios da bacia do rio Paraíba do Sul:

- Caracterização de limites municipais na bacia hidrográfica (fonte: IBGE, 2022);
- Obtenção de população total para a cena atual em todos os municípios dentro dos limites da bacia hidrográfica (fonte: IBGE, 2022). É importante ressaltar que apenas os municípios com território significativo dentro da bacia, e que de fato lançam carga nos corpos hídricos pertencentes a bacia, foram considerados nessa análise;
- Obtenção de índices de tratamento de efluentes domésticos para a população urbana em todos os municípios avaliados dentro dos limites da bacia hidrográfica (fonte: Atlas de Esgotos, ANA, 2020) - Anexo I;
- Levantamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) presentes nos municípios avaliados, bem como o tipo de tratamento adotado por cada uma dessas ETEs (fonte: ANA, 2020) – Anexo I;
- Levantamento bibliográfico da eficiência de cada um desses tratamento na remoção dos poluentes avaliados;
- Cálculo da carga potencial e remanescente, considerando o tratamento empregado pelas ETEs e o índice de tratamento por Solução Individual (SI), para cada município que drena para bacia hidrográfica do Paraíba do Sul – Anexo .

Cabe ressaltar que foi realizada consulta aos municípios, concessionárias e agências de regulação com o objetivo de obter dados mais atualizados sobre os sistemas de esgotamento sanitários em funcionamento. Para viabilizar o fechamento do produto, foi definido prazo limite para recebimento de informações. Todos os dados disponibilizados dentro do prazo estipulado foram avaliados, não sendo registrada nenhuma atualização de índices de tratamento, métodos ou detalhamentos das ETEs dos municípios em

comparação com os dados apresentados no Atlas de Esgoto (ANA, 2020). Sendo assim, o levantamento das cargas domésticas considerou os dados do Atlas como mais atualizados disponíveis.

O cálculo da carga potencial é realizado com base em coeficientes de carga típicos para efluentes domésticos, conforme apresentado na Tabela 4.2, multiplicados pela população total do município.

Tabela 4.2. Relação das cargas per capita no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo (fonte: Von Sperling, 2005).

Parâmetro		Carga per capita (g/hab/dia)
DBO		54
Fósforo	Orgânico	0,3
	Inorgânico	1,7
Nitrogênio	Orgânico	3,5
	Amônia	4,5
	Nitrito	0
	Nitrato	0
Coliformes Fecais*		10 ¹⁰

* Carga em NMP/hab/dia

A carga abatida, ou seja, a carga retirada pelo tratamento nas ETEs e por solução individual (fossas sépticas), é obtida por indicadores de eficiência média para ETEs e SI. Para determinar essa eficiência média de remoção foram adotadas as seguintes metodologias:

- Para a DBO, foi adotado o valor de eficiência de remoção informado para cada ETE no Atlas de Esgotos (ANA, 2020);
- Para os coliformes foi realizado um levantamento bibliográfico e adotou-se um valor de eficiência para cada grau de tratamento (primário, secundário ou terciário);
- Para os nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) também se realizou um levantamento bibliográfico e a eficiência de remoção foi adotada de acordo com o tipo de tratamento empregado pela ETE (Lodos ativados, UASB, Lagoas de decantação, etc).

Os Valores de eficiência adotados para cada caso são apresentados nas Tabela 4.3 e Tabela 4.4.

Tabela 4.3. Eficiências de tratamento típicas por solução de esgotamento sanitário para DBO e coliformes.

Parâmetro	Eficiência de remoção ETE	Eficiência de remoção por SI
DBO	Entre 50% e 95%*	60%
Coliformes	Entre 50% e 99%**	80%

* Cada ETE conta com seu valor próprio de eficiência informado pelo Atlas de esgotos (ANA, 2020)

** Sendo 50% para tratamentos do tipo primário, 80% para tratamentos do tipo secundário e 99% para o tipo terciário (CETESB, 1988)

Tabela 4.4: Eficiências de tratamento típicas por solução de esgotamento sanitário para frações de nitrogênio e fósforo.

Tipo de tratamento	Parâmetro				Fonte
	Nitrogênio Orgânico	Nitrogênio Amoniacal	Fósforo Orgânico	Fósforo Inorgânico	
Lodos ativados	38%	12%	18%	18%	Tchobanoglous et al. (2003)
Processos simplificados baseados em decantação	15%	0%	15%	15%	Tchobanoglous et al. (2003)
Reatores UASB	85%	88%	65%	65%	Hasan et al. (2021)
Sistemas de Lagoas	15%	0%	15%	15%	Tchobanoglous et al. (2003)
Processos químicos avançados	90%	90%	80%	80%	Jordão e Pessoa (2009)
Solução Individual	30%	30%	30%	30%	ANA (2020)

O cálculo da carga remanescente em um determinado município, é então feito da seguinte forma:

$$Cr = Cp - Ca_{ETE} - Ca_{SI}$$

$$Cp = Pop_{2022} \times C_{pc}$$

$$Ca_{ETE} = (\%CT \times Pop_{2022}) \times C_{pc} \times Et$$

$$Ca_{SI} = (\%SI \times Pop_{2022}) \times C_{pc} \times Et$$

onde Cr é a carga remanescente; Cp é a carga potencial; Ca_{ETE} é a carga abatida pela ETE; Ca_{SI} é a carga abatida por solução individual; Pop_{2022} é a população do censo de 2022; C_{pc} é a carga *per capita* de um determinado poluente; $\%CT$ é a porcentagem da população que possui coleta com tratamento; $\%SI$ é a porcentagem da população que possui tratamento por SI; e Et é a eficiência do tratamento.

4.3.1.1.2 Caracterização do esgotamento sanitário municipal

Nesse tópico, serão abordados os dados coletados a respeito dos índices de tratamento de efluentes domésticos para a população urbana em cada município avaliado da bacia.

Índice de tratamento de efluentes domésticos por ETEs

Primeiramente falando sobre o tratamento do efluente em ETEs em cada município, esse se refere ao tratamento do efluente coletado por uma rede coletora de esgotos, que direciona esse efluente para os locais adequados de tratamento. A análise dos índices de tratamento de efluentes domésticos por ETEs em cada município da bacia hidrográfica

apresenta informações importantes sobre a gestão dos recursos hídricos e a situação das políticas de saneamento básico na região. Ao observar os dados apresentados na Figura 4.210, fica evidente que existem disparidades significativas nos níveis de tratamento entre as Unidades de Planejamento, com as UPs Paraíba do Sul, Médio Paraíba do Sul e Rio dois Rios registrando os melhores índices, enquanto as UPs Preto Paraibuna e Pomba e Muriaé demonstram os piores resultados.

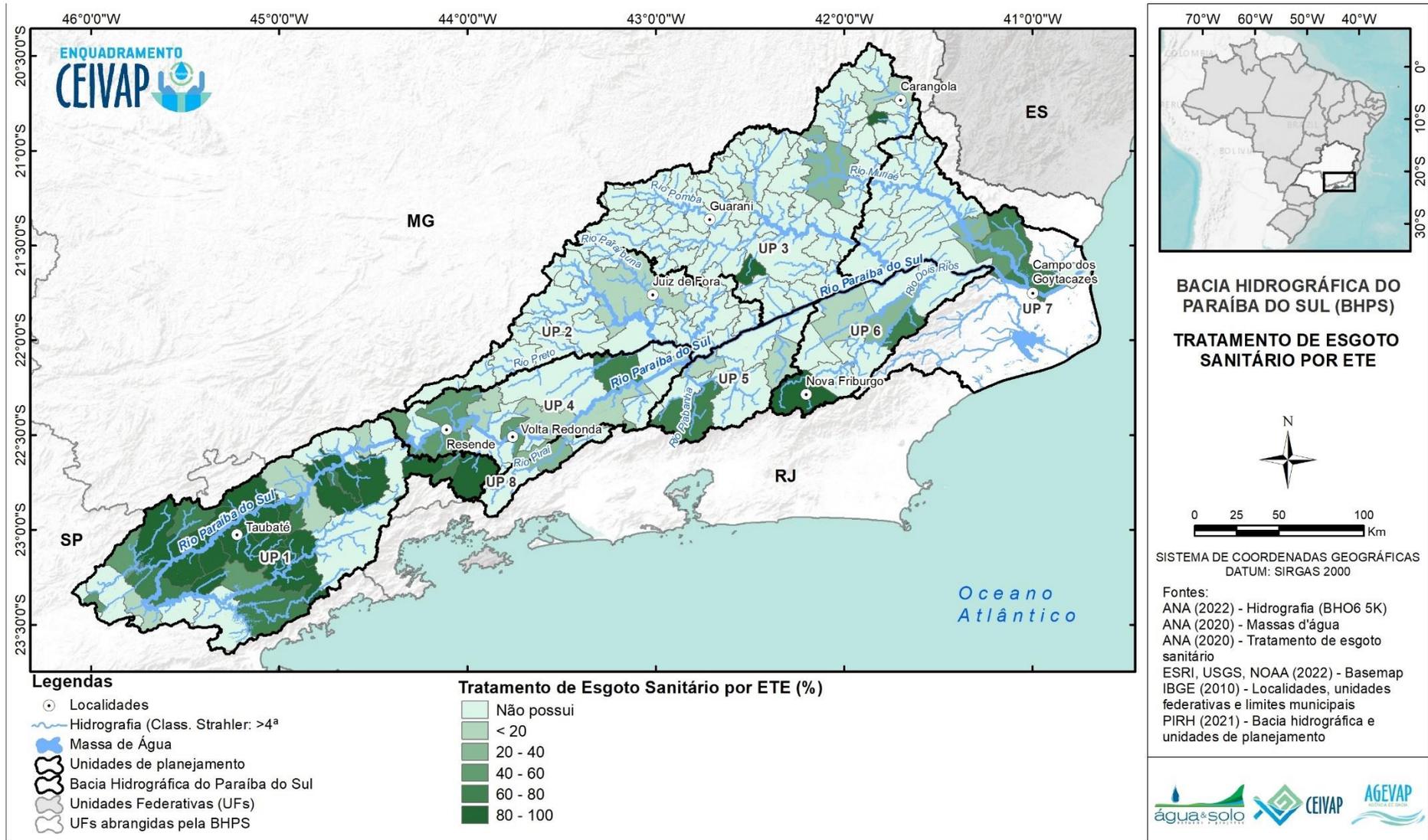


Figura 4.210. Índice de tratamento de efluentes domésticos por ETEs em cada município da bacia.

É importante destacar que a melhoria dos índices de tratamento de efluentes domésticos requer investimentos significativos em infraestrutura de saneamento básico, tecnologias de tratamento de água avançadas e políticas eficazes de gestão de recursos hídricos. Além disso, é crucial promover a conscientização pública sobre a importância do tratamento de esgotos e incentivar a adoção de práticas sustentáveis de uso da água e manejo de resíduos.

Em suma, esse mapa oferece uma visão abrangente da situação do saneamento básico em cada região e aponta os locais onde existe a necessidade urgente de ações coordenadas e investimentos estratégicos para melhorar a qualidade da água em todas as UPs.

Índice de tratamento de efluentes domésticos por Solução Individual (SI)

Já a solução individual para tratamento de efluentes domésticos refere-se a sistemas de tratamento de esgoto instalados em residências individuais ou propriedades isoladas, em vez de serem conectados a redes de esgoto municipais ou sistemas de tratamento centralizados. Esses sistemas individuais são projetados para tratar os efluentes gerados em uma única residência.

Existem várias tecnologias e tipos de sistemas de tratamento de efluentes domésticos individuais disponíveis, cada um com suas próprias características e métodos de tratamento. Alguns dos sistemas mais comuns incluem:

- Fossa Séptica: Um sistema de tratamento básico que separa sólidos e líquidos e promove a decomposição bacteriana dos resíduos orgânicos;
- Filtro Anaeróbio: Um tipo de sistema de tratamento que utiliza uma combinação de processos biológicos e físicos para remover contaminantes do efluente;
- Filtro Aeróbico: Similar ao filtro anaeróbio, mas utiliza oxigênio para promover a decomposição aeróbia dos resíduos;
- Sumidouro: Um sistema de disposição de efluentes tratados no solo, onde os efluentes são filtrados e absorvidos pelo solo.

A Figura 4.211 apresenta os índices de solução individual para cada município.

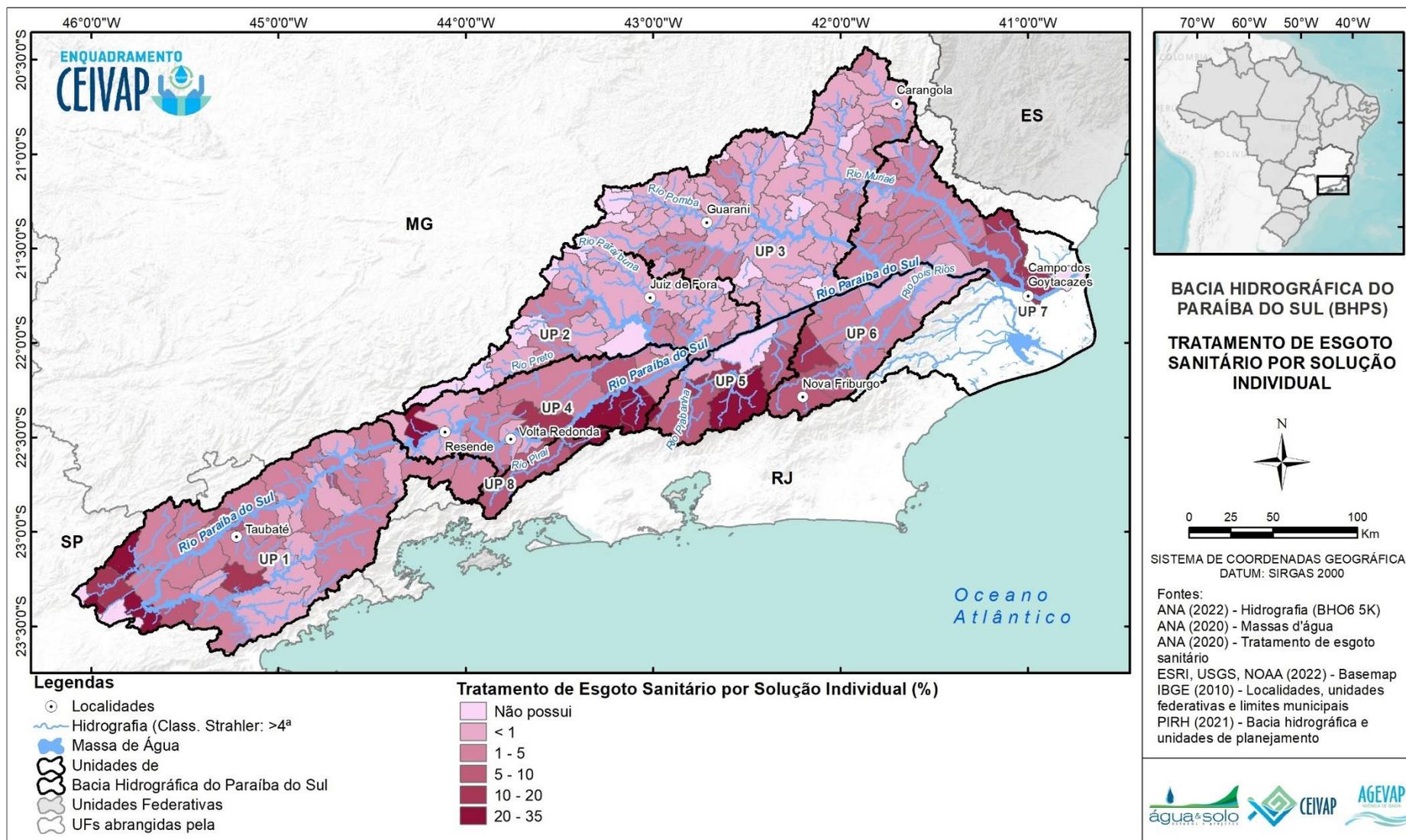


Figura 4.211. Índice de tratamento de efluentes domésticos por SI em cada município da bacia.

A análise da distribuição espacial dos índices de tratamento de efluentes domésticos por Solução Individual (SI) em cada município de bacia hidrográfica revela importantes padrões e desafios na gestão dos resíduos líquidos. A Figura 4.211 apresenta uma distribuição desigual desses índices, com as UPs Piabanha, Médio Paraíba do Sul e Rio Dois Rios registrando os maiores níveis de tratamento, enquanto as UPs Preto Paraibuna e Pomba e Muriaé demonstram os piores resultados. Geralmente por ser um tratamento mais simples e menos eficiente, a SI é mais adequada para municípios mais rurais, onde o benefício de instalação de uma rede coletora de esgoto e um tratamento por ETEs pode tornar inviável o esforço e investimento associado.

4.3.1.1.3 Estimativa de cargas poluidoras

Para realizar a estimativa de cargas poluidoras pontuais, considerou-se a contribuições do esgotamento sanitário, analisando parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio, coliformes fecais, Fósforo Orgânico, Fósforo Inorgânico, Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Amoniacal.

DBO

A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é uma medida da quantidade de oxigênio dissolvido necessária para decompor a matéria orgânica presente na água. Nos esgotos domésticos, a DBO é uma medida importante da poluição orgânica na água. Quando os esgotos domésticos são despejados em corpos d'água sem tratamento adequado, a matéria orgânica presente nesses esgotos pode consumir oxigênio durante o processo de decomposição, levando à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido na água. Isso pode resultar em condições de baixo oxigênio, que são prejudiciais para a vida aquática, e também pode contribuir para a proliferação de algas e outros organismos indesejáveis.

A Figura 4.212 apresenta a carga estimada remanescente de matéria orgânica (DBO) do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

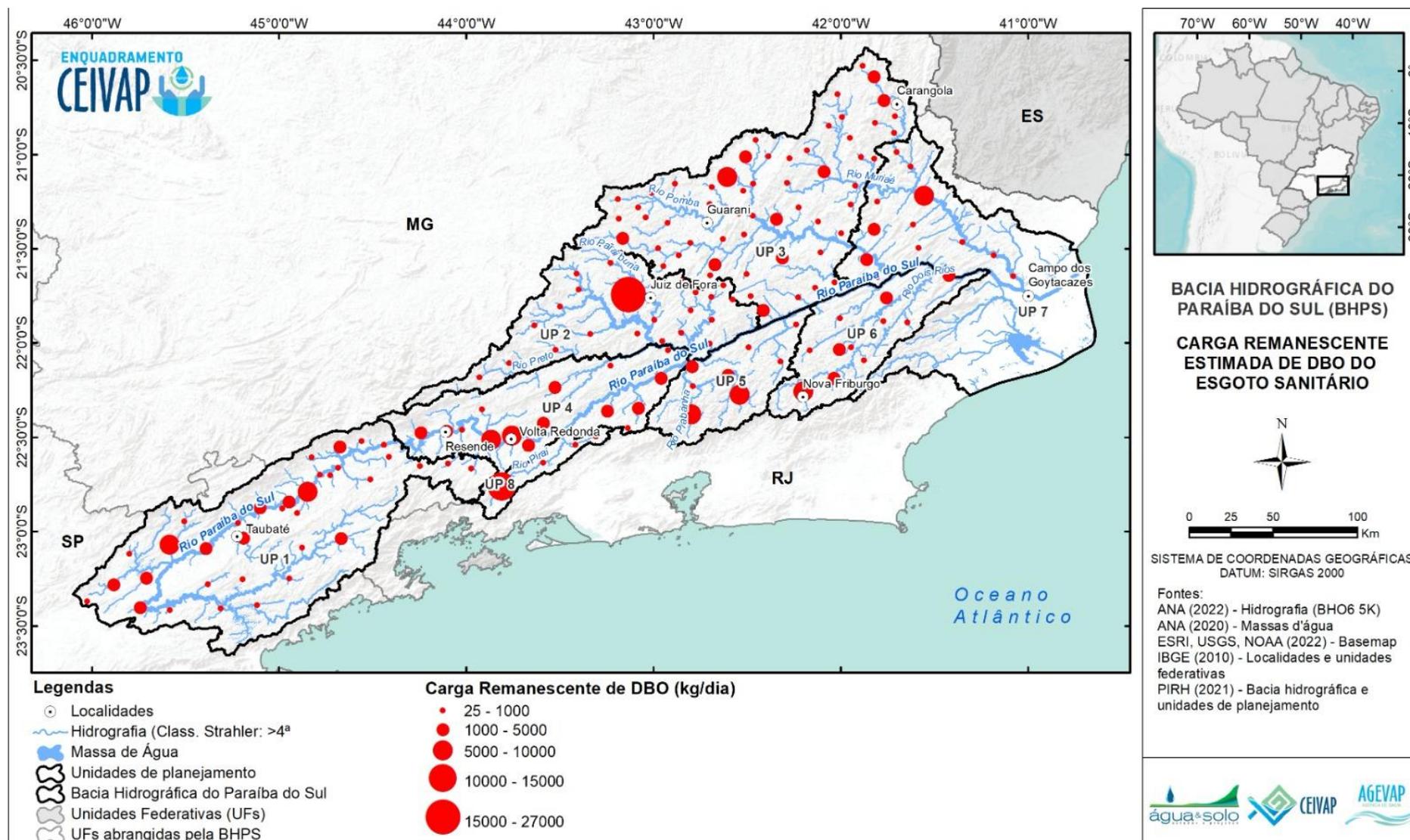


Figura 4.212. Carga remanescente de DBO por ponto de lançamento.

A análise dos dados apresentados na Figura 4.212 demonstra que a carga remanescente de DBO apresenta uma grande variação em sua faixa de valores (25 até 27.000 kg/dia). Em geral, o maior número de pontos com valores mais altos de cargas remanescentes de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) está localizado nas UPs Paraíba do Sul, Médio Paraíba do Sul e Piabanha. Ao compararmos essa informação com a das Figura 4.210 e Figura 4.211, essa distribuição sugere que nessas áreas há uma população mais expressiva dentro da bacia, pois essas áreas apesar de apresentarem os maiores índices de tratamento, ainda continuam apresentando uma significativa carga de matéria orgânica não tratada ou parcialmente tratada nos corpos hídricos. As informações apresentadas na caracterização socioeconômica com relação a demografia, confirmam essa avaliação.

É interessante notar que, embora a UP Preto Paraíbuna apresente em geral uma maior quantidade de valores pontuais baixos de cargas remanescentes de DBO, o ponto localizado em Juiz de Fora apresentou o maior valor entre todos os pontos da bacia, reforçando novamente que os municípios com as maiores populações dentro da bacia, embora já possuam alguma parcela de tratamento de seu efluente gerado, ainda necessitam de uma ampliação nos seus sistemas de tratamento para comportar toda a carga gerada.

A UP Preto Paraíbuna apresentou no geral uma maior quantidade de valores pontuais baixos.

Coliformes fecais

Os coliformes fecais são um grupo de bactérias encontradas no trato intestinal de seres humanos e outros animais de sangue quente. A presença dessas bactérias em águas residuais, especialmente em esgotos domésticos, é um indicador comum da contaminação fecal na água. Eles não são patogênicos por si só, mas sua presença sugere a possível contaminação por organismos patogênicos associados às fezes. A detecção de coliformes fecais em esgotos domésticos é importante porque indica a possível presença de agentes patogênicos que podem causar doenças transmitidas pela água, como cólera, hepatite A, gastroenterite e outras infecções gastrointestinais.

A Figura 4.213 apresenta a carga estimada remanescente de coliformes fecais do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

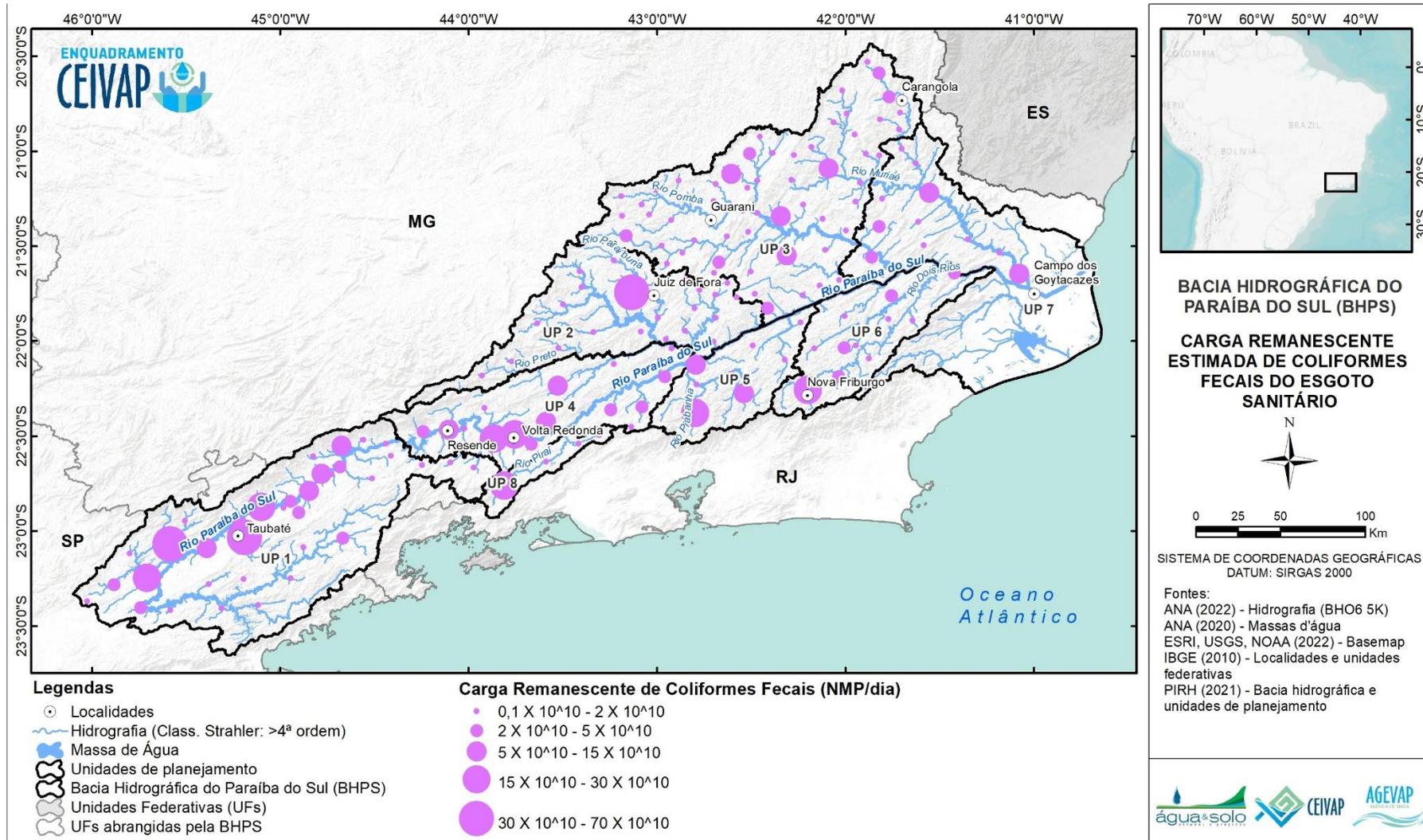


Figura 4.213. Carga de coliformes fecais por ponto de lançamento.

A distribuição espacial dos lançamentos pontuais de coliformes na bacia apresenta uma configuração semelhante ao observado para a DBO, possivelmente pelos mesmos motivos já discutidos. A faixa de variação de coliformes foi de 1×10^9 até 7×10^{11} NMP/dia. Lembrando que esse valor foi calculado com base em uma referência (Tabela 4.2) de geração de coliformes *per capita*, no entanto, esses valores podem ser de uma ordem de grandeza diferente no ponto de lançamento devido ao seu decaimento exponencial. Essa informação pode ser confirmada durante a etapa da modelagem com os valores das observações pontuais de qualidade que serão utilizadas na calibração do modelo.

Fósforo Orgânico

O fósforo orgânico em esgotos domésticos refere-se à presença de compostos de fósforo que são parte da matéria orgânica encontrada nos resíduos humanos e domésticos. O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de plantas e organismos aquáticos, desempenhando um papel crucial na produção de energia celular e na formação de compostos genéticos como o DNA.

No entanto, quando presentes em excesso nos corpos d'água, devido ao lançamento de esgotos domésticos não tratados ou inadequadamente tratados, os compostos de fósforo podem contribuir para a eutrofização. A eutrofização é um processo no qual há um enriquecimento excessivo de nutrientes em um ecossistema aquático, resultando em um aumento descontrolado do crescimento de algas e plantas aquáticas. Esse crescimento excessivo pode levar à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido na água, o que por sua vez pode causar a morte de peixes e outros organismos aquáticos, além de perturbar todo o equilíbrio ecológico do ambiente aquático.

A Figura 4.214 apresenta a estimativa da carga remanescente de Fósforo Orgânico do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

A distribuição espacial dos lançamentos pontuais de fósforo orgânico apresenta uma configuração semelhante ao observado para os parâmetros anteriores, possivelmente pelos mesmos motivos já discutidos. A faixa de variação de fósforo orgânico foi de 0,3 até 180 kg/dia.

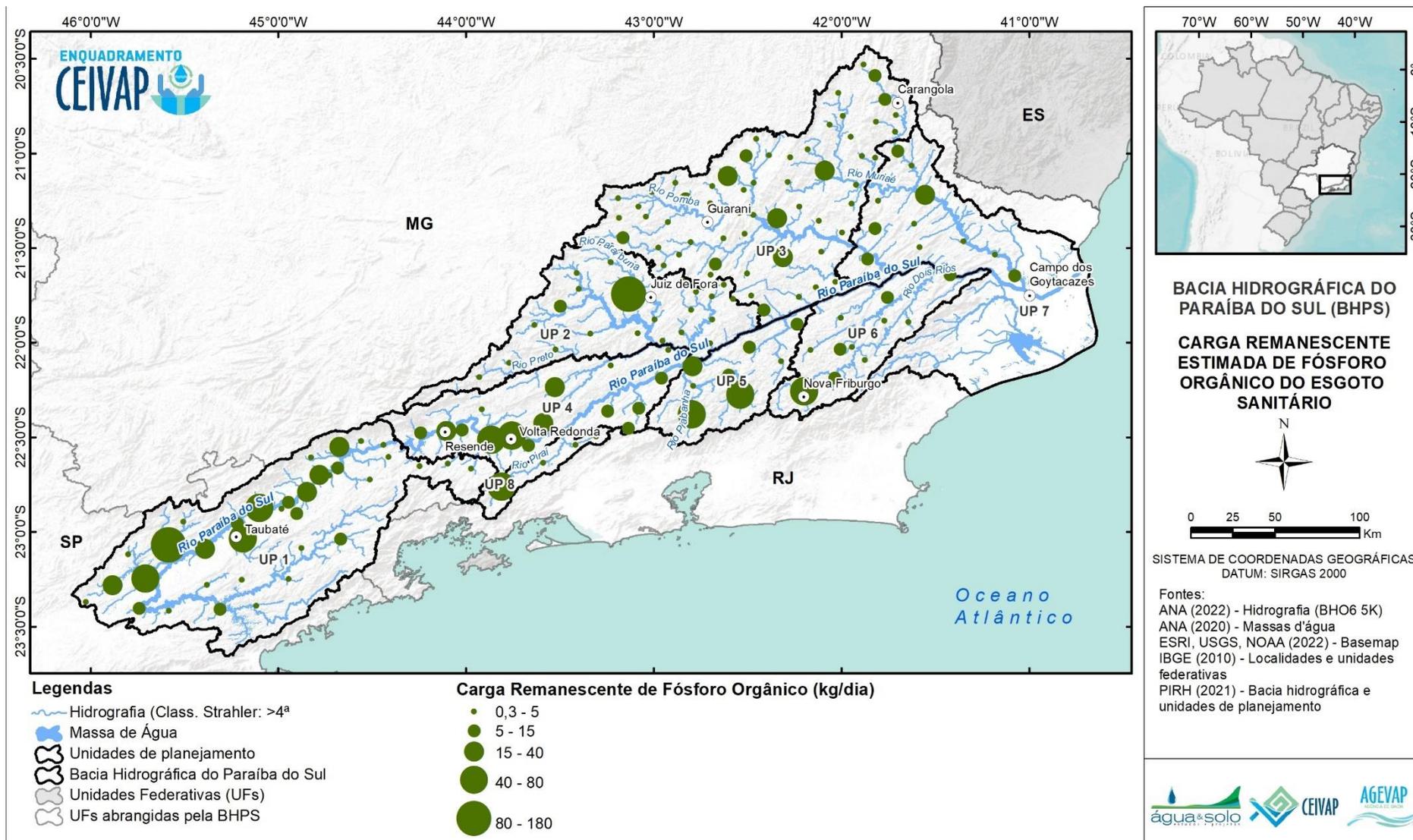


Figura 4.214. Carga de fósforo orgânico por ponto de lançamento.

Fósforo Inorgânico

O fósforo inorgânico em esgotos domésticos refere-se à presença de compostos de fósforo que não estão associados à matéria orgânica. Estes compostos podem incluir fosfatos inorgânicos, como fosfato trissódico (Na_3PO_4) e fosfato de sódio monobásico (NaH_2PO_4), entre outros. Assim como o fósforo orgânico, o fósforo inorgânico também pode contribuir para problemas de qualidade da água, como a eutrofização, quando presente em excesso nos corpos d'água. As fontes de fósforo inorgânico em esgotos domésticos podem incluir produtos de limpeza contendo fosfatos, resíduos industriais e detergentes, entre outros.

Os fosfatos são frequentemente usados em produtos de limpeza, como detergentes para lavagem de louças e detergentes para roupas, devido às suas propriedades de remoção de sujeira e capacidade de formar espuma. No entanto, quando esses produtos são usados em excesso ou quando os resíduos são liberados nos esgotos domésticos sem tratamento adequado, os fosfatos podem acabar sendo descarregados em corpos d'água naturais, contribuindo para o aumento dos níveis de fósforo inorgânico na água.

A Figura 4.215 apresenta a estimativa da carga remanescente de Fósforo Inorgânico do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

A distribuição espacial dos lançamentos pontuais de fósforo inorgânico apresenta uma configuração semelhante ao observado para os parâmetros anteriores, possivelmente pelos mesmos motivos já discutidos. A faixa de variação de fósforo inorgânico foi de 2 até 1.150 kg/dia.

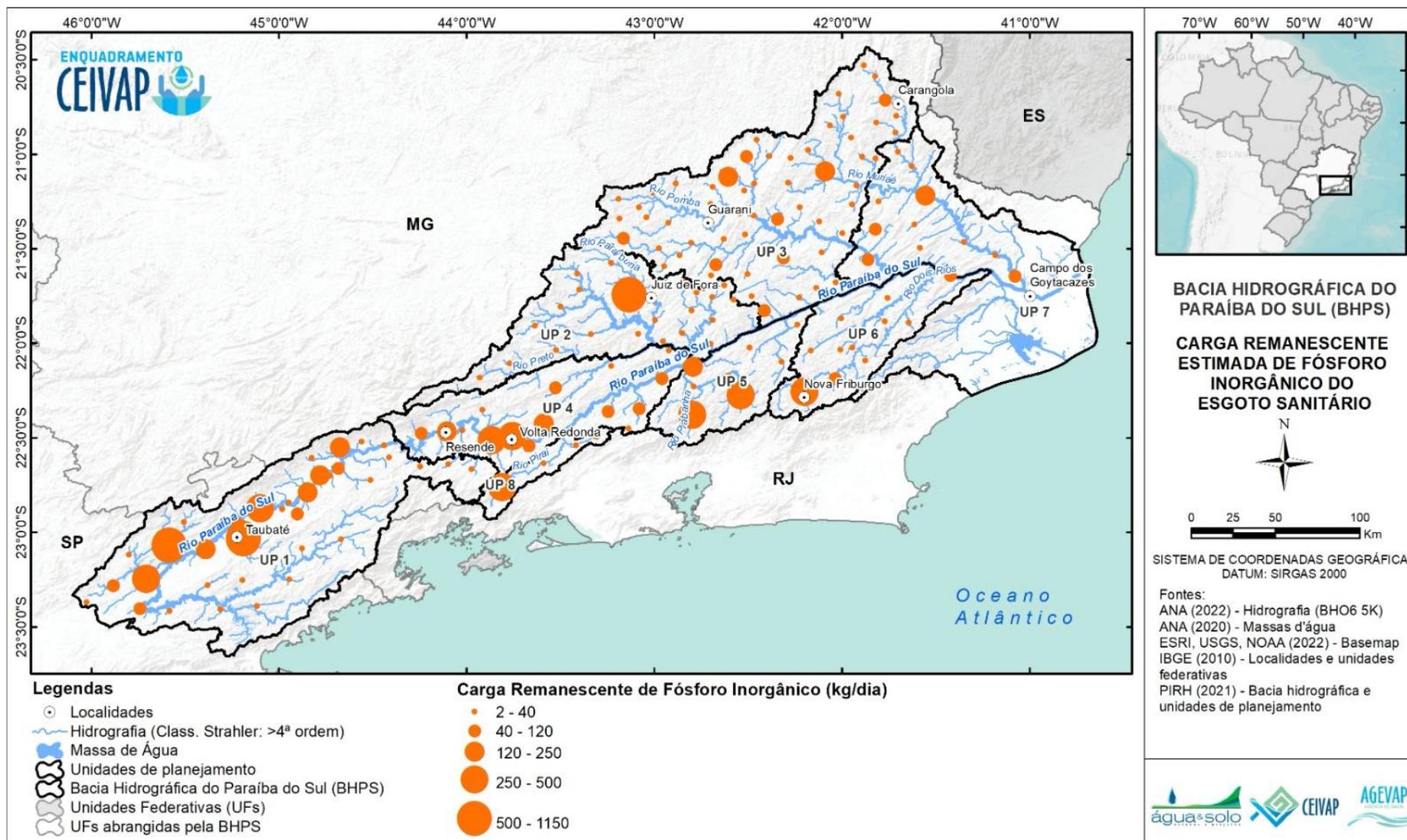


Figura 4.215. Carga de fósforo inorgânico por ponto de lançamento.

Nitrogênio Orgânico

O nitrogênio orgânico em esgotos domésticos refere-se à presença de compostos de nitrogênio que estão associados à matéria orgânica encontrada nos resíduos humanos e domésticos. Esses compostos incluem, por exemplo, a ureia, proteínas, aminoácidos e outros compostos nitrogenados presentes nas fezes, urina, restos de alimentos e outros resíduos orgânicos domésticos. O nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento das plantas e é vital para muitos processos biológicos. Assim como no caso do fósforo, o nitrogênio em excesso pode promover o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, levando à eutrofização dos corpos d'água.

A Figura 4.216 apresenta a carga estimada remanescente de Nitrogênio Orgânico do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

A distribuição espacial dos lançamentos pontuais de nitrogênio orgânico apresenta uma configuração semelhante ao observado para os parâmetros anteriores, possivelmente pelos mesmos motivos já discutidos. A faixa de variação de nitrogênio orgânico foi de 4 até 2.400 kg/dia.

Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal em esgotos domésticos refere-se à presença de amônia (NH_3) e íons amônio (NH_4^+) na água proveniente de esgotos residenciais e urbanos. A amônia e os íons amônio são formas de nitrogênio que podem ser produzidas pela decomposição de matéria orgânica, como resíduos de alimentos, urina e outros materiais orgânicos presentes nos esgotos. Esse parâmetro é uma preocupação significativa em termos de qualidade da água, pois pode ser tóxico para a vida aquática em concentrações elevadas e também pode contribuir para a eutrofização dos corpos d'água. Em concentrações elevadas, a amônia pode causar danos aos peixes e outros organismos aquáticos, interferindo em processos biológicos vitais, como a respiração e o crescimento.

Além disso, a amônia pode ser convertida em nitritos (NO_2^-) e nitratos (NO_3^-) por meio de processos microbiológicos na água, o que pode levar a problemas adicionais de qualidade da água. Por exemplo, altas concentrações de nitratos na água potável podem representar um risco à saúde humana, especialmente para crianças pequenas, devido à possibilidade de causar metahemoglobinemia, também conhecida como "síndrome do bebê azul".

A Figura 4.217 apresenta a carga remanescente de Nitrogênio Amoniacal do esgoto sanitário gerado na bacia do rio Paraíba do Sul, de todos os municípios que drenam para a bacia.

A distribuição espacial dos lançamentos pontuais de nitrogênio amoniacal apresenta uma configuração semelhante ao observado para os parâmetros anteriores, possivelmente pelos mesmos motivos já discutidos. A faixa de variação de nitrogênio orgânico foi de 5 até 3.000 kg/dia.

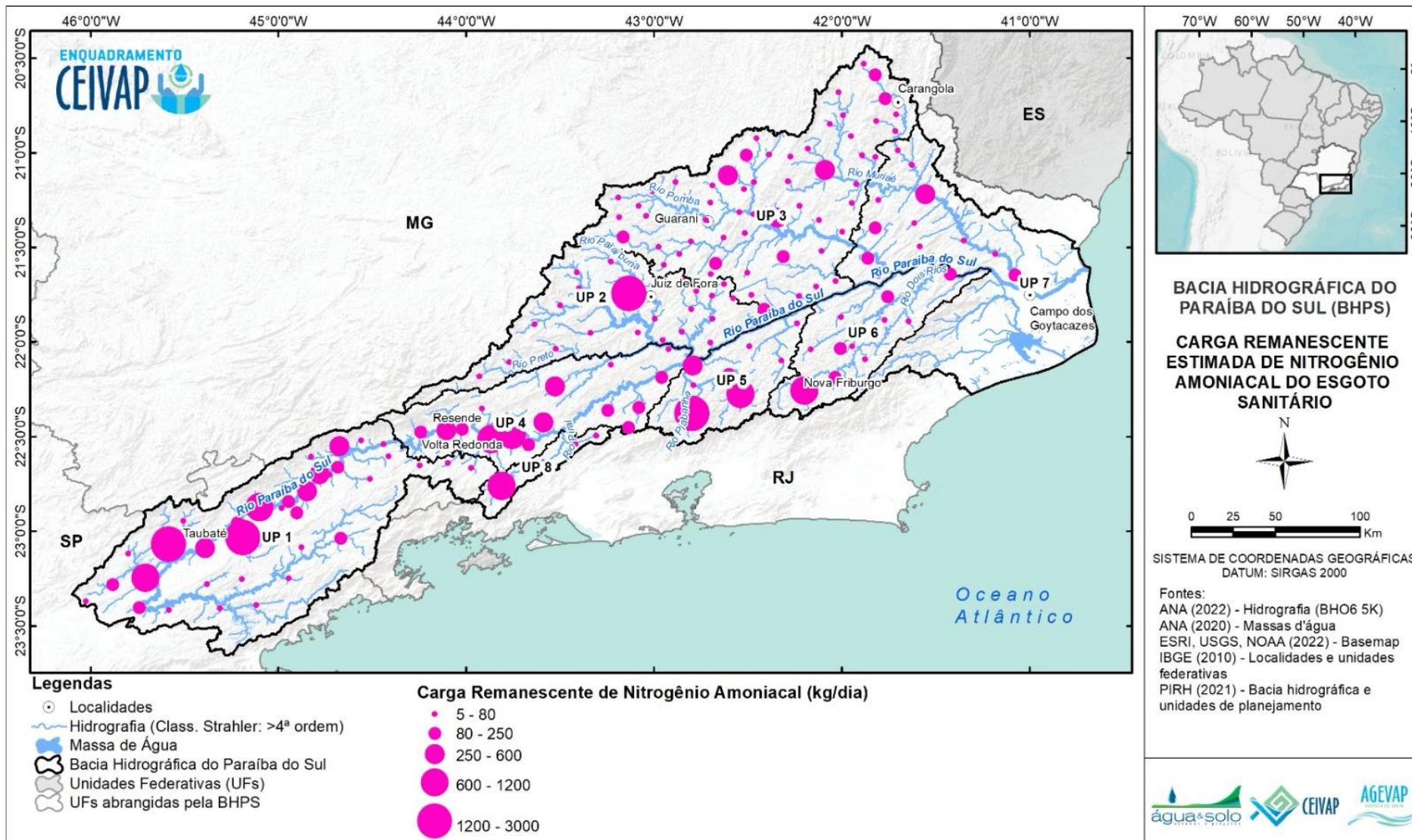


Figura 4.217. Carga de nitrogênio amoniacal por ponto de lançamento.

4.3.1.1.4 Síntese da estimativa de poluição por esgotamento sanitário

A Tabela 4.5 apresenta uma síntese da soma das cargas poluidoras de esgotamento sanitário classificadas por unidade de planejamento e a

Tabela 4.6 apresenta a média registrada por ponto de lançamento.

Tabela 4.5: Soma das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.

UP	DBO (kg/dia)	DBO (ton/ano)	Coliformes (NMP/dia)	Fosforo Org. (Kg/dia)	Fosforo Inorg. (Kg/dia)	Nitrogênio Org. (Kg/dia)	Nitrogênio Amon. (Kg/dia)
Paraíba do Sul (trecho paulista)	45.035	16.438	2,12x10 ¹²	560,65	3.582,70	7.394,82	9.658,69
Médio Paraíba do Sul	40.399	14.746	9,21x10 ¹¹	247,59	1.572,57	3.263,95	4.213,25
Sub-Bacia do Rio Pirai	12.212	4.457	2,25 x10 ¹¹	69,95	400,15	824,44	1.060,28
Preto e Paraibuna	32.883	12.002	6,46 x10 ¹¹	189,85	1.098,51	2.263,91	2.915,30
Piabanha	22.101	8.067	5,40 x10 ¹¹	150,34	964,53	2.004,16	2.591,67
Rios Pomba e Muriaé	42.279	15.432	8,22 x10 ¹¹	242,45	1.395,68	2.877,36	3.702,14
Rio Dois Rios	10.971	4.004	2,94 x10 ¹¹	82,24	508,27	1.046,06	1.363,36
Baixo Paraíba do Sul	16.243	5.929	3,58 x10 ¹¹	102,09	607,17	1.252,56	1.616,83
BHPS	222.127	81.076	5,93 x10 ¹²	1.645,16	10.129,58	20.927,26	27.121,52

Tabela 4.6. Média por ponto das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.

UP	DBO (kg/dia)	DBO (ton/ano)	Coliformes (NMP/dia)	Fosforo Org. (Kg/dia)	Fosforo Inorg. (Kg/dia)	Nitrogênio Org. (Kg/dia)	Nitrogênio Amon. (Kg/dia)
Paraíba do Sul (SP)	1.286	469	6,06 x10 ¹⁰	16,02	102,36	211,28	275,96
Médio Paraíba do Sul	2.693	983	6,15 x10 ¹⁰	16,51	104,84	217,60	280,88
Sub-Bacia do Rio Pirai	3.053	1.114	5,64 x10 ¹⁰	17,49	100,04	206,11	265,07
Preto e Paraibuna	1.635	597	3,21 x10 ¹⁰	9,44	54,65	112,63	145,04
Piabanha	2.762	1.008	6,75 x10 ¹⁰	18,79	120,57	250,52	323,96
Rios Pomba e Muriaé	716	261	1,39 x10 ¹⁰	4,11	23,66	48,77	62,75
Rio Dois Rios	1.097	400	2,94 x10 ¹⁰	8,22	50,83	104,61	136,34
Baixo Paraíba do Sul	1.249	456	2,76x10 ¹⁰	7,85	46,71	96,35	124,37
BHPS	14.494,67	5.291	3,49x10 ¹¹	98,43	603,66	1.247,87	1.614,37

A análise e posteriormente a comparação entre duas tabelas revela informações importantes sobre a distribuição e o impacto da poluição proveniente do esgotamento

sanitário na bacia. Ao analisar a tabela da Soma das cargas poluidoras, observamos que as UPs Paraíba do Sul, Pomba e Muriaé e Médio Paraíba do Sul apresentam as maiores somas de cargas poluidoras de esgotamento sanitário. Isso sugere que essas áreas contribuem significativamente para a carga total de poluentes nos corpos d'água da região e demandam atenção na gestão de efluentes.

Por outro lado, ao examinar a tabela da Média das cargas poluidoras, percebemos que a UP Sub-bacia do rio Piraí apresenta altos valores. Essa descoberta pode ser intrigante, pois indica que, embora a UP possa não contribuir tanto quanto outras UPs para a carga total de poluentes, a qualidade dos efluentes sanitários nessa área pode ser relativamente pior que em outras áreas com somas maiores. Isso deve-se ao fato de que se a média é maior, o lançamento em único ponto terá uma concentração maior e conseqüentemente pode gerar um maior estresse em termos de qualidade no corpo hídrico onde será lançado.

Essa disparidade entre as UPs com base na soma e na média das cargas poluidoras na bacia é atribuída a vários fatores. Por exemplo, as UPs com altas somas de cargas poluidoras tem uma quantidade total e uma densidade populacional maior e infraestrutura de saneamento inadequadas para tratar a carga gerada.

Essa análise destaca a importância de considerar não apenas a quantidade total de poluentes por UP, mas também a concentração média de poluentes ao avaliar a qualidade da água e os impactos da poluição. Além disso, essa análise introduz a discussão da possibilidade de abordagens diferenciadas e estratégias específicas para cada UP, levando em consideração suas características individuais, desafios e prioridades em relação ao tratamento de esgotos e à gestão da qualidade da água.

4.3.1.2 Indústrias

As Indústrias são potenciais fontes de poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas. A depender do seu processo operacional, podem ocorrer situações como o lançamento de metais pesados e compostos orgânicos, que mesmo em pequenas quantidades podem ser tóxicos. Tanto efluentes mal gerenciados, quanto acidentes e vazamentos de produtos químicos, quanto resíduos sólidos dispostos inadequadamente, podem representar uma ameaça de contaminação dos corpos hídricos.

4.3.1.2.1 Metodologia

Para a análise dos dados das indústrias na Bacia do Rio Paraíba do Sul, adotou-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), versão 2.0. A estrutura da CNAE é organizada em cinco níveis: seção, divisão, grupo, classe e subclasse, totalizando 21 seções, 87 divisões, 285 grupos, 673 classes e 1.301 subclasses. As indústrias são representadas pelas seções B e C, sendo as indústrias de extração e transformação respectivamente.

No contexto específico das Indústrias de Transformação (seção C), maior foco desta análise, há 24 divisões (códigos 10 a 33), desdobrando-se em 103 grupos, 258 classes e 410 subclasses. Considerando esta análise, optou-se por apresentar os dados em divisões, a fim de simplificar a apresentação e análise dos dados.

A avaliação das cargas industriais foi então realizada através dos dados provenientes de bancos de outorgas e de declaração de cargas poluidoras. Foi realizada a solicitação das declarações de carga poluidora aos órgãos ambientais estaduais, porém o único estado que a enviou foi Minas Gerais, através do IGAM. Diante disso, a metodologia empregada para obtenção das cargas foi distinta entre os estados. Ainda, foram avaliados os cadastros das outorgas federais, utilizando o banco de outorgas da ANA.

Em relação ao banco de dados de outorgas do DAEE fornecido, não haviam informações sobre a atividade da indústria, assim como dados do solicitante da outorga para buscar detalhes sobre o tipo de indústria, tampouco os valores dos parâmetros de lançamento do efluente. Conseqüentemente, não foi viável avaliar as cargas poluidoras industriais através dos dados disponibilizados, apenas verificar a localização dos lançamentos de efluentes industriais. Assim, as cargas poluidoras foram examinadas na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista) apenas usando o banco de outorgas da ANA, especificamente para as indústrias que despejam efluentes em corpos hídricos sob jurisdição federal.

Já para avaliar as cargas industriais das UPs do estado de Minas Gerais, utilizou-se o banco de dados com a declaração de cargas poluidoras. Foi filtrado os resultados para as UPs Pomba e Muriaé e Preto Paraibuna, resultando em 195 declarações. Deste total, o local de lançamento dos efluentes é feito em diferentes locais, sendo demonstrada na Figura 4.218.

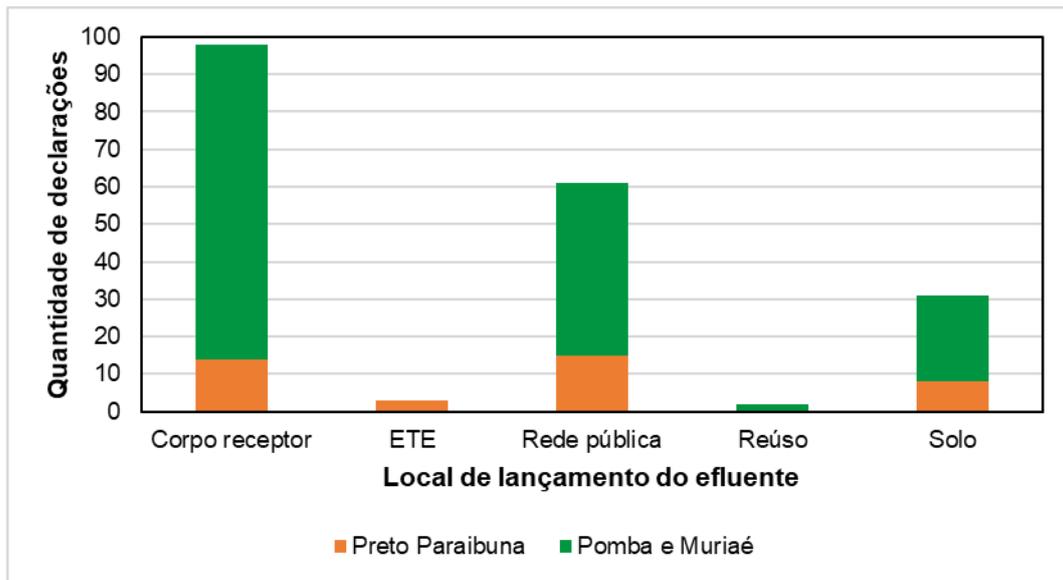


Figura 4.218. Declarações por local de lançamento nas unidades de planejamento, a partir da Declaração de Carga Poluidora disponibilizado pelo IGAM. Fonte: Elaboração Própria.

Para a presente análise, foram consideradas apenas os lançamentos de cargas poluidoras industriais nos corpos receptores e no solo, uma vez que a rede pública e a ETE já são consideradas no cálculo das outras cargas, enquanto o reúso não é considerado um lançamento. Sendo assim, foram consideradas 129 declarações, sendo 107 da UP Pomba e Muriaé (83%), e 22 da UP Preto Paraibuna (17%). Em relação a carga de lançamento dos efluentes industriais é apenas informada a carga de DBO anual após tratamento, em toneladas por ano, não sendo informado os demais parâmetros, como Fósforo e Nitrogênio.

Acerca da avaliação dos tipos de indústria presentes nas UPs do estado do Rio de Janeiro, utilizou-se apenas o banco de dados de outorgas do INEA, uma vez que não foi fornecida a declaração de carga poluidora. Foram encontrados 127 cadastros de lançamento de efluentes industriais no banco. Dentre os 127 lançamentos cadastrados, aproximadamente 50% estão em processo de análise e 40% já foram outorgados. A UP com o maior número total de lançamentos é a Médio Paraíba do Sul, embora a maior quantidade de lançamentos outorgados seja na UP Piabanha, conforme apresentado na Figura 4.219.

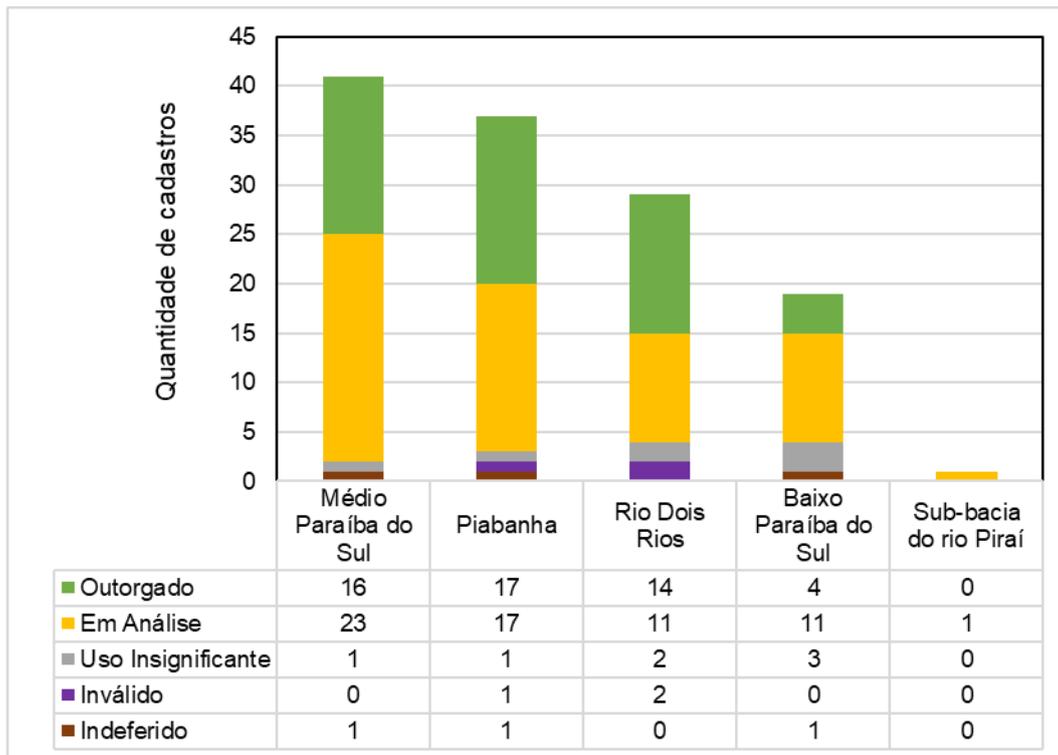


Figura 4.219. Cadastros de lançamento com finalidade industrial por unidade de planejamento, a partir do banco de dados de outorgas do INEA. Fonte: Elaboração Própria.

Ainda, o banco de dados de outorga do INEA apresenta a atividade principal do empreendimento do cadastro por subclasse do CNAE, porém, dentro dos 127 cadastros, 35 não possuem atividade. Diante disso, para estes 35, buscou-se a atividade a partir da consulta do CNPJ da indústria.

Acerca dos parâmetros do efluente bruto e tratado das outorgas do INEA, são disponibilizados os dados de DBO, Fósforo e Nitrogênio. Contudo, apenas para a DBO existe uma quantidade maior de dados, ainda com certa quantidade de falhas. A fim de melhorar a análise, foi feita um preenchimento dessas falhas, comparando o tipo de atividade da indústria e o volume de efluente gerado com as outorgas de características semelhantes. Ainda, como forma de tentar evitar a subestimação da carga, foi utilizado o valor de DBO do efluente bruto ao invés do efluente tratado. Com os valores de DBO em mg/L, foi feita a conversão para carga de DBO, em tonelada por ano, multiplicando pelo volume anual e ajustando as unidades.

Por último, para avaliar a carga das indústrias que lançam efluentes em corpos hídricos de domínio federal, foi utilizado o banco de dados de outorgas da ANA. Foram filtradas as outorgas de lançamento de efluentes industriais com localização na bacia e retiradas as

vencidas, inválidas ou com datas de vencimento inferiores a 2023. Essa filtragem resultou em 104 cadastros de outorgas ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Assim como as outorgas do INEA, as outorgas da ANA apresentam valores de DBO, Fósforo e Nitrogênio para o efluente bruto e tratado, e também apenas a DBO apresenta dados em quantidade considerável. Foi realizado o mesmo processo de preenchimento da atividade da indústria e de DBO do efluente bruto realizada nos cadastros de outorga do INEA. Ao final do processo, também foi feita a conversão da concentração de DBO do efluente em carga de DBO, em toneladas por ano.

Com todos os dados disponíveis reunidos, foi calculada a estimativa de carga de DBO para a bacia. Para os cadastros analisados do banco de dados do INEA, apenas 36% possui concentração de Fósforo do efluente e 35% de Nitrogênio. Já em relação aos cadastros analisados do banco de dados de outorgas do INEA, 37% possui concentração de Fósforo do efluente e 46% de Nitrogênio. O banco de declaração de carga poluidora não possui nenhum valor para os dois parâmetros, como dito anteriormente. Dessa forma, em função da falta de dados para os parâmetros de Nitrogênio e Fósforo, foi avaliada apenas a carga de DBO dos lançamentos de efluentes industriais na bacia.

4.3.1.2.2 Estimativa da carga de DBO

A fim de analisar a estimativa da carga de DBO ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, foi avaliada a somatória das cargas por unidade de planejamento, apresentada na Tabela 4.7. A UP com maior número de cadastros de lançamento e de carga total cadastrada é a UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista). As outras duas UPs que se destacam, tanto pelo número quanto pela carga são a UP Pomba e Muriaé e a Médio Paraíba do Sul. Nota-se que as três UPs que mais se destacam são de estados distintos, concentrando o lançamento de cargas industriais de DBO de cada um dos estados na bacia.

Tabela 4.7. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por unidade de planejamento.

Unidade de planejamento	Cadastros		DBO	
	Unid.	%	Ton/ano	%
UP 1 – Paraíba do Sul (Trecho Paulista)	163	33,1%	1.676	26,0%
UP 4 – Médio Paraíba do Sul	84	17,0%	1.392	21,6%
UP 8 – Sub-Bacia do Rio Paraíba do Sul	7	1,4%	282	4,4%
UP 2 – Preto Paraibuna	23	4,7%	167	2,6%
UP 5 - Piabanha	37	7,5%	462	7,2%
UP 3 – Pomba e Muriaé	117	23,7%	1.489	23,1%
UP 6 – Rio Dois Rios	30	6,1%	391	6,1%
UP 7 – Baixo Paraíba do Sul	32	6,5%	585	9,1%
Total	493	100%	6.443	100%

Para analisar a tipologia de indústria com maiores lançamentos de DBO pelas indústrias, categorizou-se as indústrias da região a partir da divisão do CNAE. A partir dessa categorização, é possível verificar que o maior número de cadastros é de indústrias de fabricação de produtos alimentícios, seguida pela fabricação de móveis e metalurgia, somando cerca de 37% dos cadastros. A Tabela 4.8 apresenta esses resultados.

Em relação a carga de DBO lançada, mesmo com apenas 13 cadastros registrados, a indústria de fabricação de celulose, papel e produtos de papel é responsável por 20,8% do total lançado na bacia. Em seguida, aparecem as indústrias de fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas, metalurgia e fabricação de produtos químicos, respectivamente. Essas cinco tipologias são responsáveis pelo lançamento de 4.917 toneladas de DBO por ano, que representam 76% do total lançado pelas indústrias cadastradas.

Tabela 4.8. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por divisão do CNAE. Fonte: Elaboração Própria.

Divisão do CNAE	Cadastros		DBO	
	Unid.	%	Ton/ano	%
Atividades imobiliárias	1	0,3%	0,1	0,0%
Captação, tratamento e distribuição de água	1	0,3%	3,6	0,1%
Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais	8	2,2%	1,3	0,0%
Comércio por atacado, exceto veículos automotores e motocicletas	4	1,1%	0,0	0,0%
Comércio varejista	1	0,3%	0,0	0,0%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	5	1,4%	162,8	2,5%
Eletricidade, gás e outras utilidades	16	4,4%	115,7	1,8%
Extração de minerais não metálicos	14	3,9%	3,6	0,1%
Fabricação de bebidas	20	5,6%	897,5	13,9%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	13	3,6%	1.339,0	20,8%
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	2	0,6%	140,1	2,2%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0	0,0%	0,0	0,0%
Fabricação de máquinas e equipamentos	4	1,1%	1,6	0,0%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3	0,8%	41,2	0,6%
Fabricação de móveis	36	10,0%	255,4	4,0%
Fabricação de produtos alimentícios	67	18,6%	1.187,7	18,4%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	7	1,9%	40,3	0,6%
Fabricação de produtos de madeira	1	0,3%	0,0	0,0%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	18	5,0%	71,7	1,1%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	25	6,9%	19,4	0,3%
Fabricação de produtos diversos	1	0,3%	2,7	0,0%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	2	0,6%	0,6	0,0%
Fabricação de produtos químicos	23	6,4%	695,7	10,8%
Fabricação de produtos têxteis	12	3,3%	403,1	6,3%
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	8	2,2%	37,9	0,6%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	5	1,4%	20,4	0,3%
Metalurgia	31	8,6%	797,1	12,4%
Outras atividades de serviços pessoais	13	3,6%	31,2	0,5%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	1	0,3%	118,8	1,8%
Transporte terrestre	1	0,3%	0,2	0,0%
Não informada	17	4,7%	54,3	0,8%
Total	360	100%	6.442,9	100%

A seguir, serão analisados os lançamentos em cada uma das UPs, apresentando a localização desses lançamentos e a tipologia industrial mais frequente.

4.3.1.2.2.1 UP1 – Paraíba do Sul (trecho paulista)

Exclusivamente na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista), apenas as cargas cadastradas no banco de dados de outorgas da ANA foram analisadas, uma vez que o banco de dados do DAEE não apresentou os dados necessários para o cálculo. Mesmo diante disso, a UP apresentou o maior número de cadastros e a maior carga de DBO na bacia. Como é possível verificar na Figura 4.221, existem 8 lançamentos de DBO acima de 50 toneladas por ano, todas ao longo do Rio Paraíba do Sul.

Em relação aos tipos de indústria, destaca-se a fabricação de celulose, papel e produtos de papel, com mais de 50% do lançamento na UP. Ressalta-se ainda a fabricação de produtos químicos, de bebidas e de coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis. Os resultados estão evidenciados na Figura 4.220.

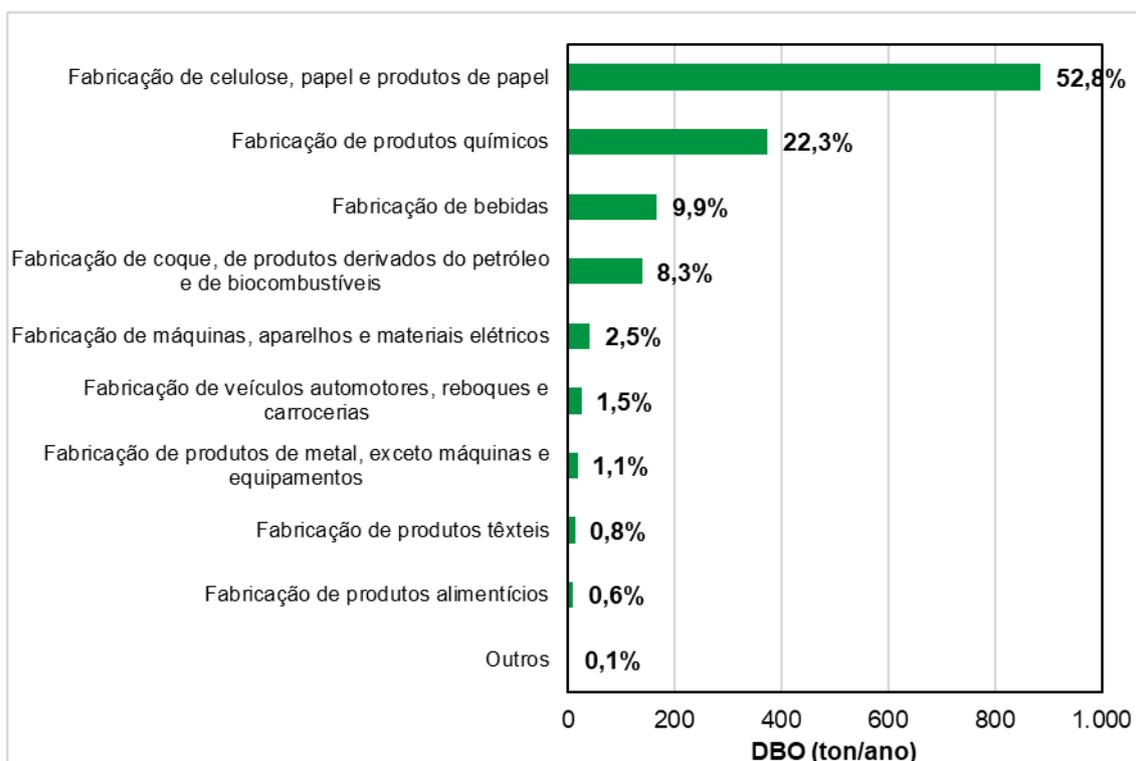


Figura 4.220. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista).

Fonte: Elaboração Própria

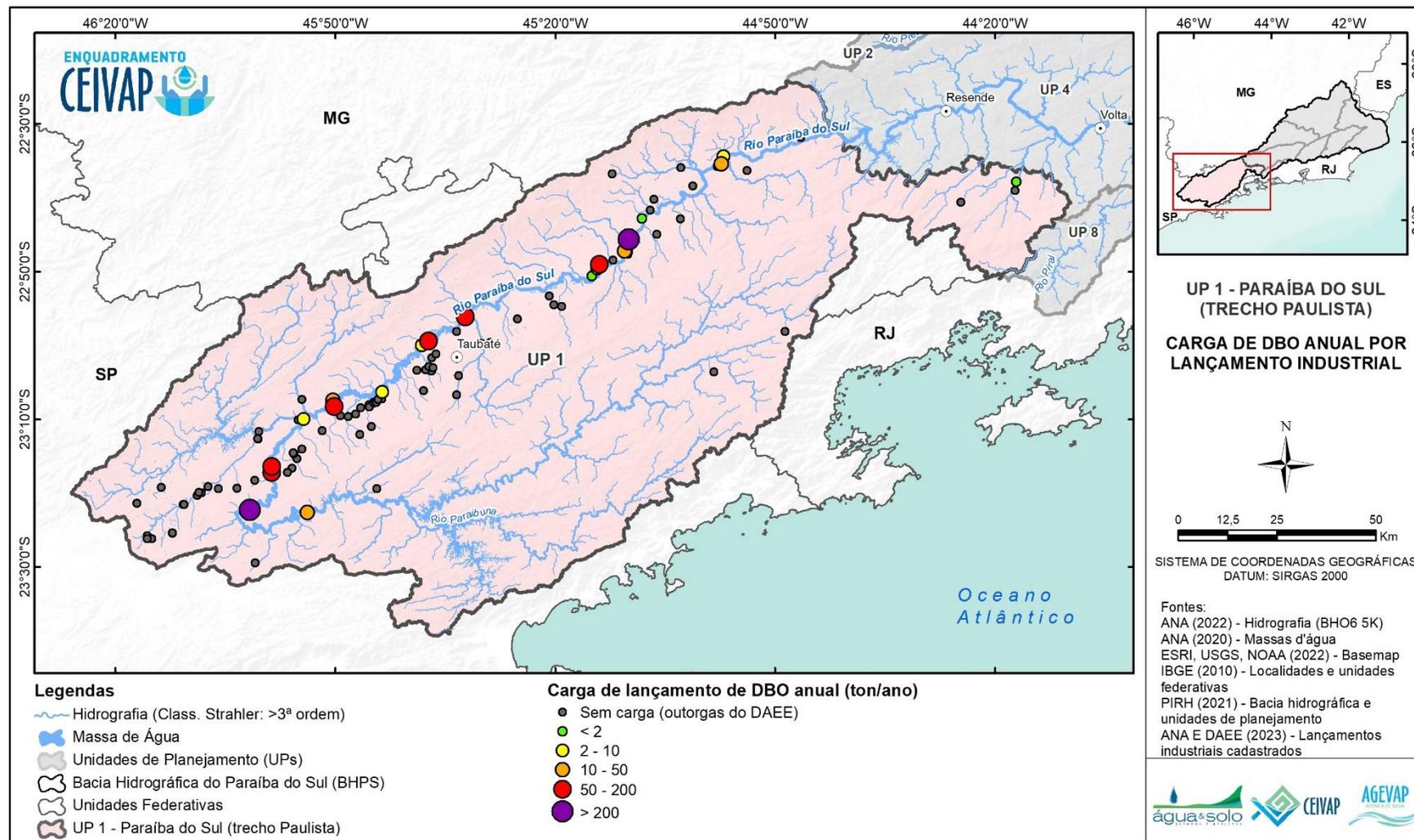


Figura 4.221. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Paraíba do Sul (Trecho Paulista).
 Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.2 UP4 – Médio Paraíba do Sul

A carga de DBO para a UP Médio Paraíba do Sul foi analisada através dos bancos de dados de outorgas da ANA e do INEA. Observa-se, através da Figura 4.223, que as cargas na UP estão concentradas próximas aos centros urbanos do município de Resende e Volta Redonda. Além disso, verifica-se que as maiores cargas ao longo do rio Paraíba do Sul, com exceção de duas cargas acima de 50 toneladas por ano no ribeirão das Minhocas (Barra do Piraí) e no córrego Santa Rita (Volta Redonda).

A tipologia de indústria com mais destaque é a fabricação de produtos de borracha e de material plástico, com metade da carga da UP. Destaca-se ainda a metalurgia e fabricação de produtos alimentícios e químicos. A Figura 4.222 apresenta os resultados por tipologia na UP.

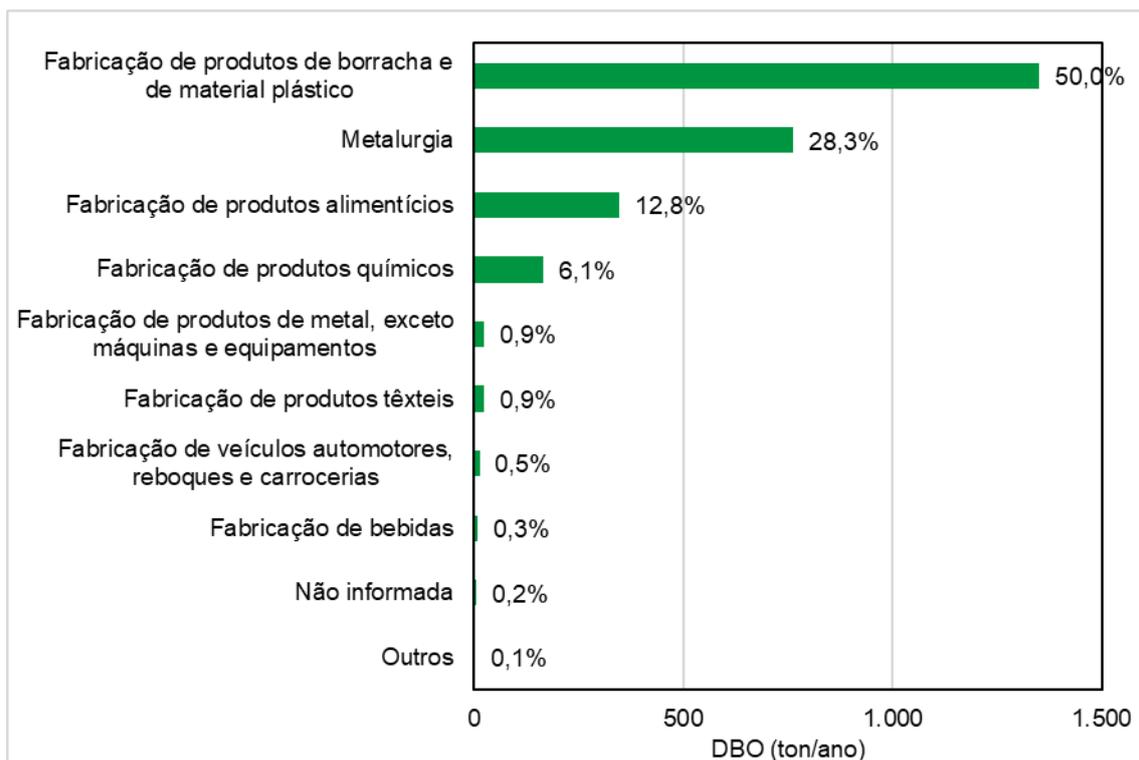


Figura 4.222. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

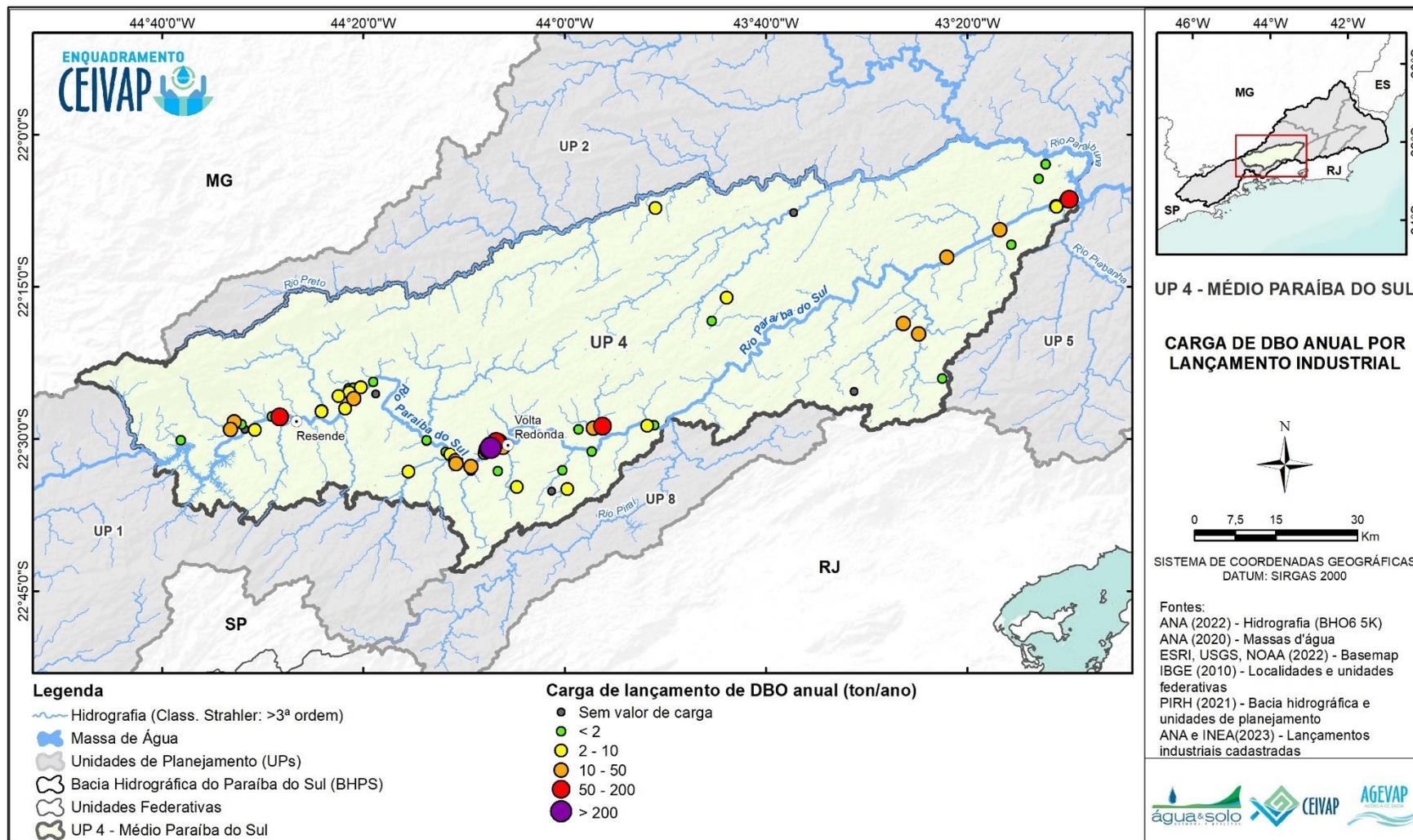


Figura 4.223. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Médio Paraíba do Sul
Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.3UP8 – Sub-bacia do Rio Pirai

A carga de DBO para a UP Sub-Bacia do Rio Pirai foi analisada através dos bancos de dados de outorgas da ANA e do INEA. Como apresentado na Figura 4.225, a UP não apresenta um número elevado de cadastros de lançamento de carga de DBO, porém, dos sete cadastros, dois são de cargas acima de 50 toneladas por ano, no seu rio principal, o rio Pirai.

A tipologia com maior carga de lançamento de DBO na UP é a fabricação de bebidas, com 74,5% do total. A fabricação de celulose, papel e produtos de papel praticamente complementa a carga total da UP, somando, junto com a fabricação de bebidas, 99,5% da carga da UP. A Figura 4.224 apresenta os resultados por tipologia na UP.

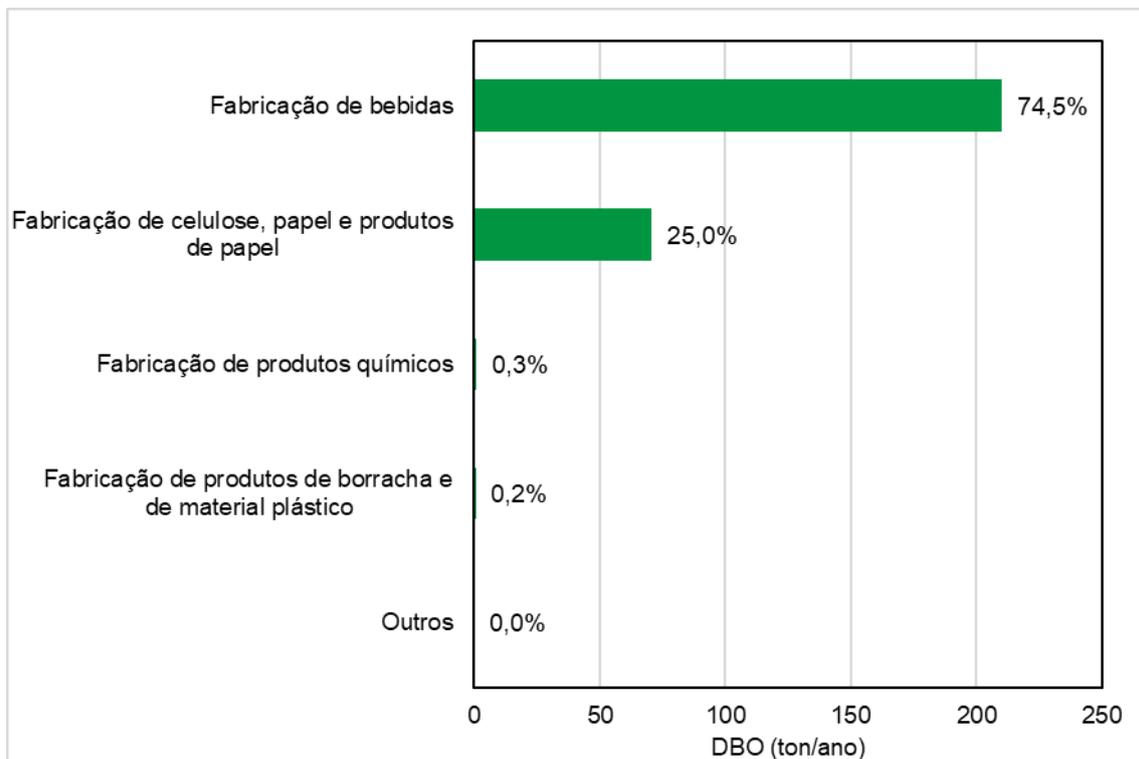


Figura 4.224. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Sub-Bacia do Rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria

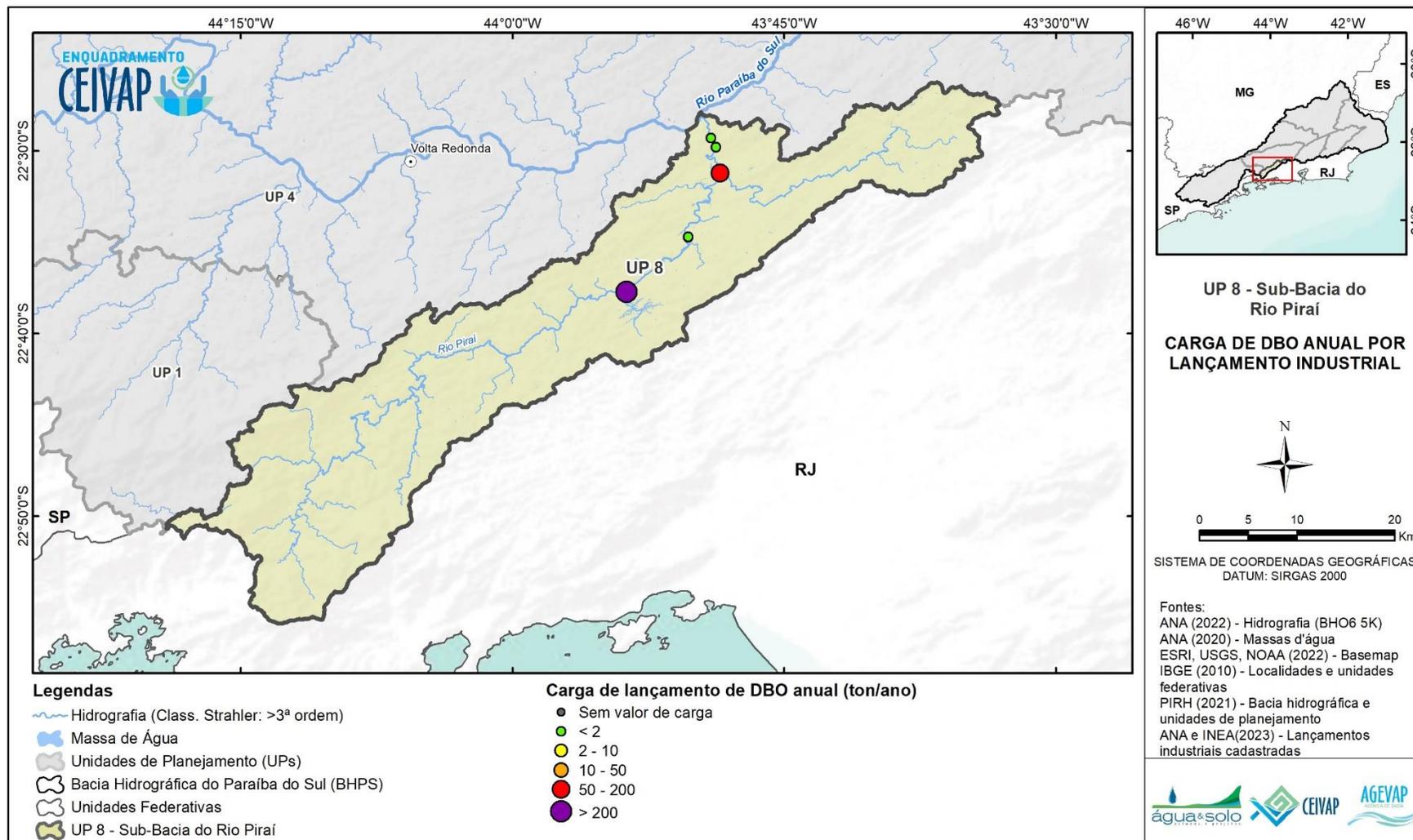


Figura 4.225. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Sub-Bacia do Rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.4UP2 – Preto Paraibuna

A carga de DBO para a UP Preto Paraibuna foi analisada através do banco de dados de outorgas da ANA e da declaração de carga poluidora, disponibilizada do IGAM. A UP apresentou o menor lançamento de DBO na bacia, com apenas duas cargas registradas com valores superiores a 50, e outras duas entre 10 e 50 toneladas por ano. O restante dos cadastros ficou abaixo de duas toneladas por ano, como é possível verificar na Figura 4.227. Os lançamentos das principais cargas da UP encontram-se no Rio Paraibuna e nos seus afluentes, principalmente nas proximidades ao município de Juiz de Fora.

Em relação aos tipos de indústria, destaca-se a fabricação de produtos têxteis, de produtos alimentícios, de móveis e metalurgia. A Figura 4.226 apresenta os resultados por tipologia na UP.

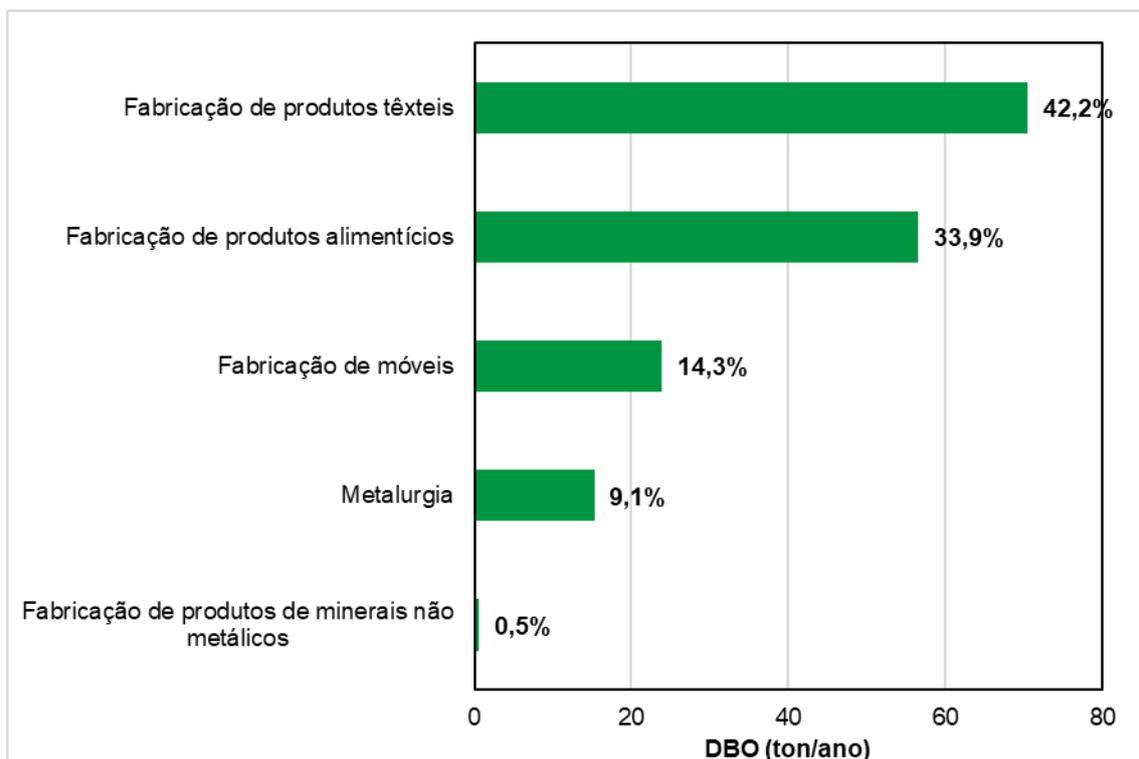


Figura 4.226. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Preto Paraibuna.

Fonte: Elaboração Própria

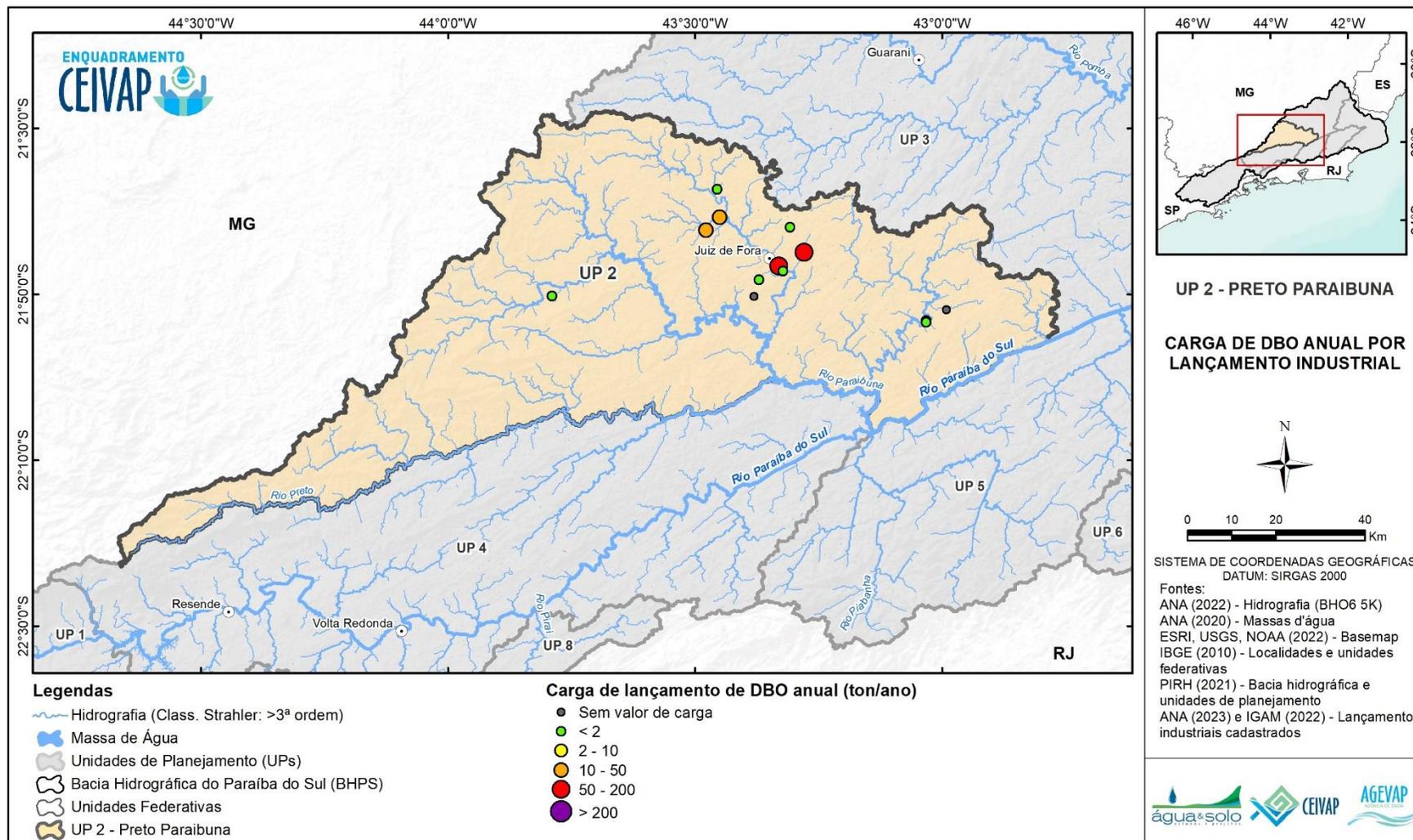


Figura 4.227. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Preto Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.5UP5 – Piabanha

A carga de DBO para a UP Piabanha foi analisada através dos bancos de dados de outorgas da ANA e do INEA. Como mostra a Figura 4.229 as cargas estão distribuídas ao longo da UP, sem concentrações muito evidentes em nenhum dos corpos hídricos. Ainda, observa-se que mesmo sendo o principal rio da Bacia, o rio Piabanha não apresenta cargas superiores a 50 toneladas por ano.

Em relação aos tipos de indústria, destaca-se a fabricação de produtos diversos, seguida pela fabricação de bebidas, produtos alimentícios e preparação de couros. A Figura 4.228 apresenta os resultados por tipologia na UP.

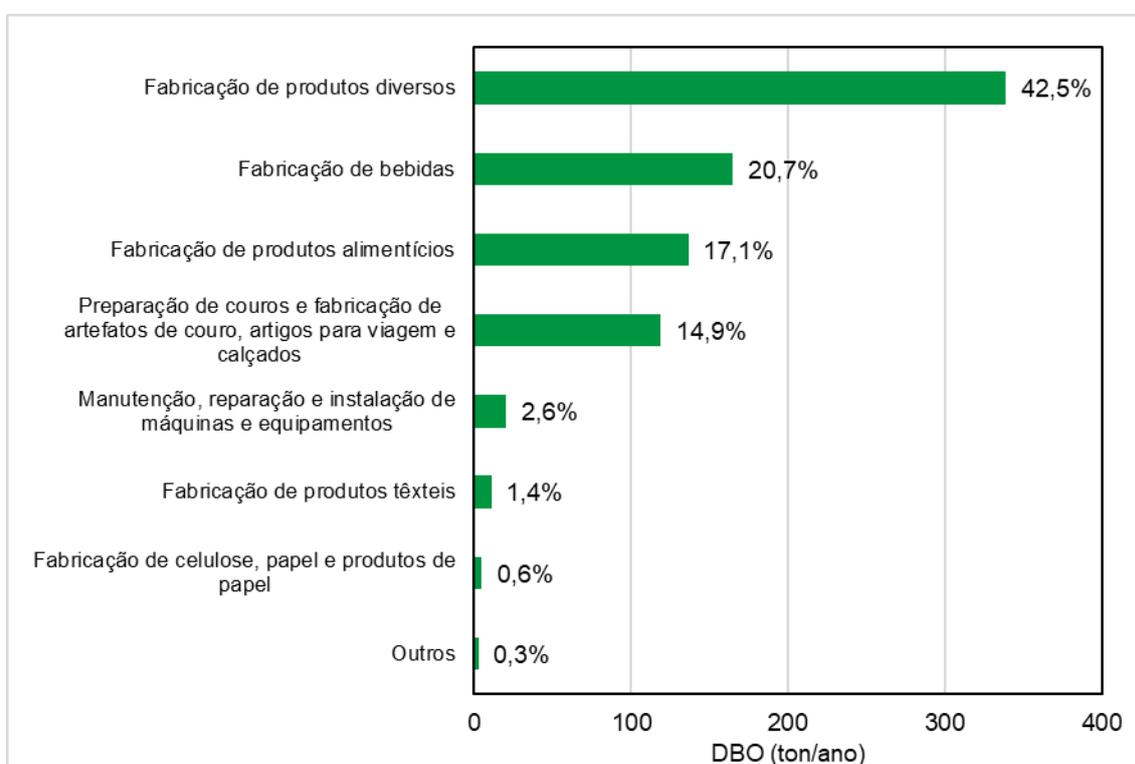


Figura 4.228. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria

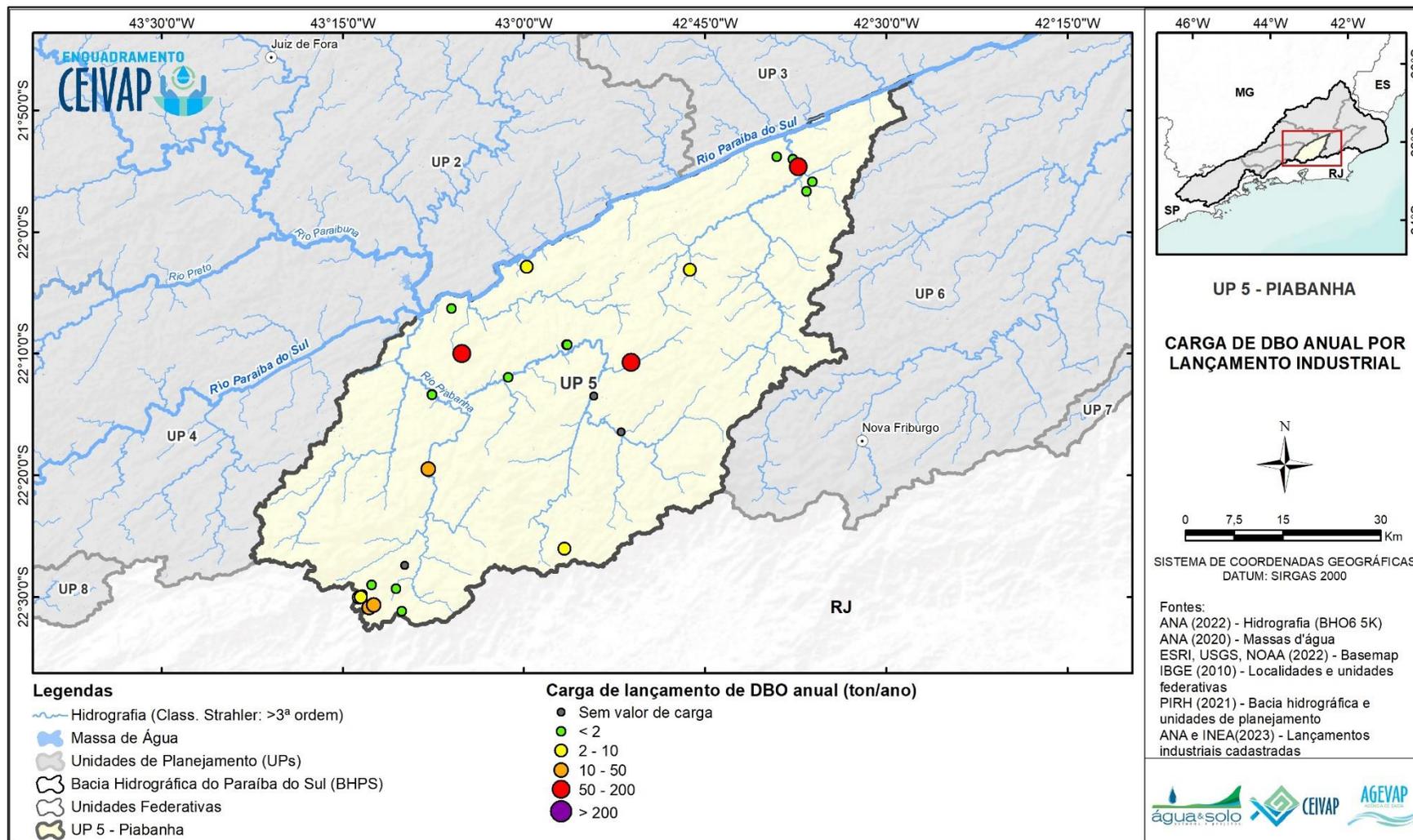


Figura 4.229. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Piabanha.
 Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.6 UP3 – Pomba-Muriaé

A carga de DBO para a UP Pomba-Muriaé foi analisada através do banco de dados de outorgas da ANA e da declaração de carga poluidora, disponibilizada do IGAM. Em comparação com a outra UP mineira, a UP Pomba-Muriaé tem um maior número de lançamentos e uma maior carga total lançada, como é possível verificar na Figura 4.231.

Os lançamentos das principais cargas da UP encontram-se no Rio Pomba e Rio Ubá, porém são encontrados lançamentos ao longo de praticamente toda a UP, com destaque para as cargas no Ribeirão Carlos Alves, Ribeirão Divisório, Rio Pirapetinga e Rio Carangola.

Em relação aos tipos de indústria, destaca-se a fabricação de produtos alimentícios. Em seguida, as tipologias são bem distribuídas, porém ressalta-se a fabricação de produtos têxteis e de móveis. A Figura 4.230 apresenta os resultados por tipologia na UP.

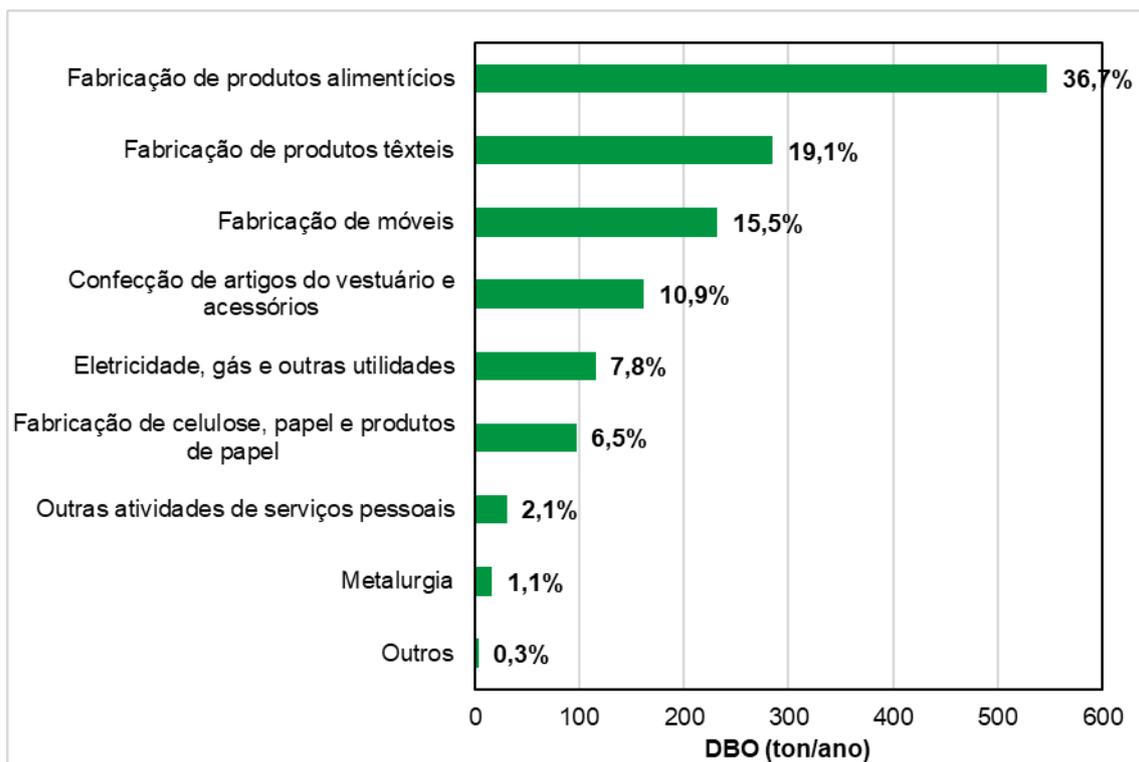


Figura 4.230. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Pomba-Muriaé.

Fonte: Elaboração Própria

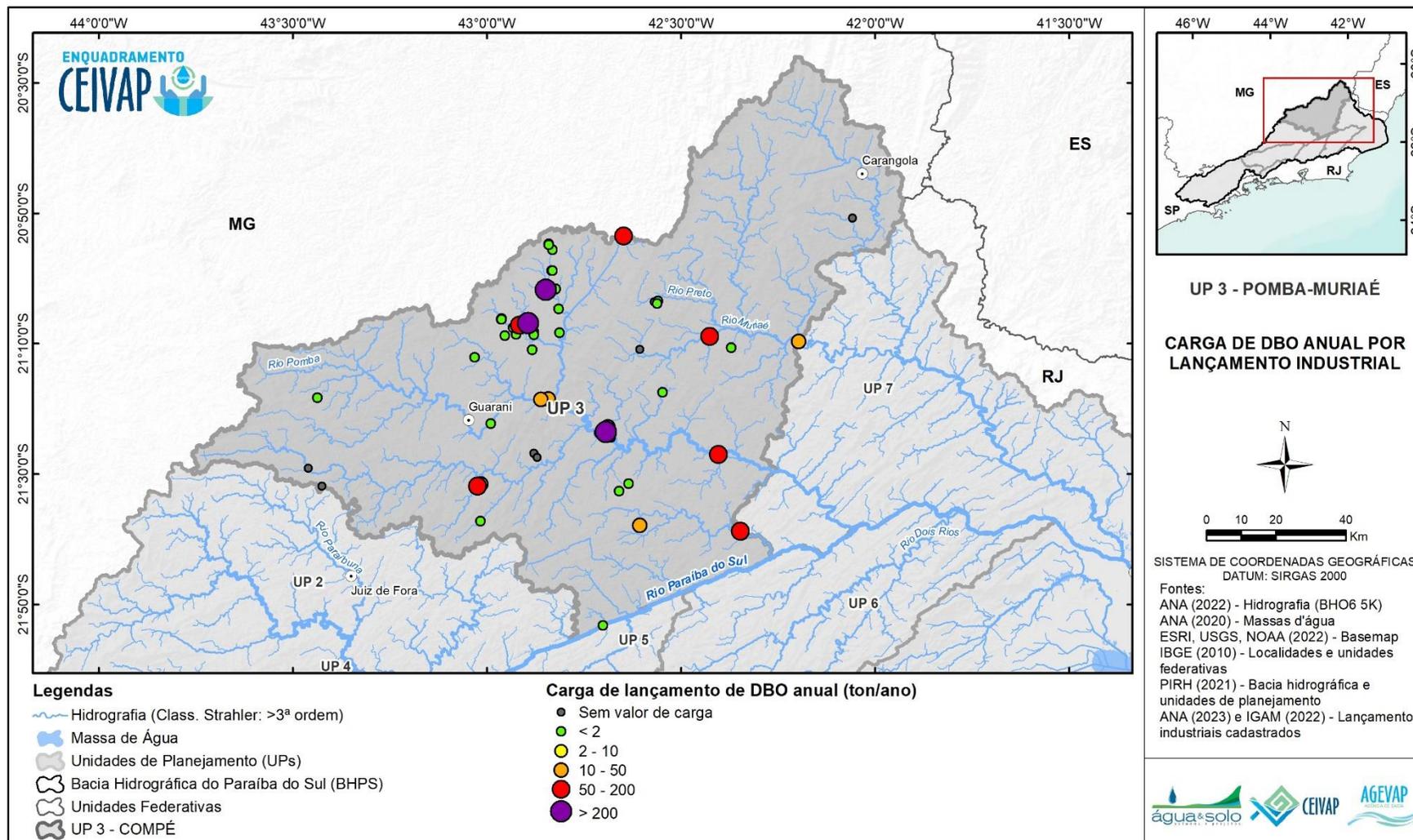


Figura 4.231. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Pomba-Muriae.
Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.7UP6 – Rio Dois Rios

A carga de DBO para a UP Rio Dois Rios foi analisada através dos bancos de dados de outorgas da ANA e do INEA. A UP não apresenta elevados lançamentos de cargas, com exceção para a carga no rio Grande, próxima ao centro urbano do município de Nova Friburgo, como mostra a Figura 4.233.

A tipologia de indústria mais importante é fabricação de bebidas, com cerca de 85% da carga de DBO da UP. A Figura 4.232 apresenta os resultados por tipologia na UP.

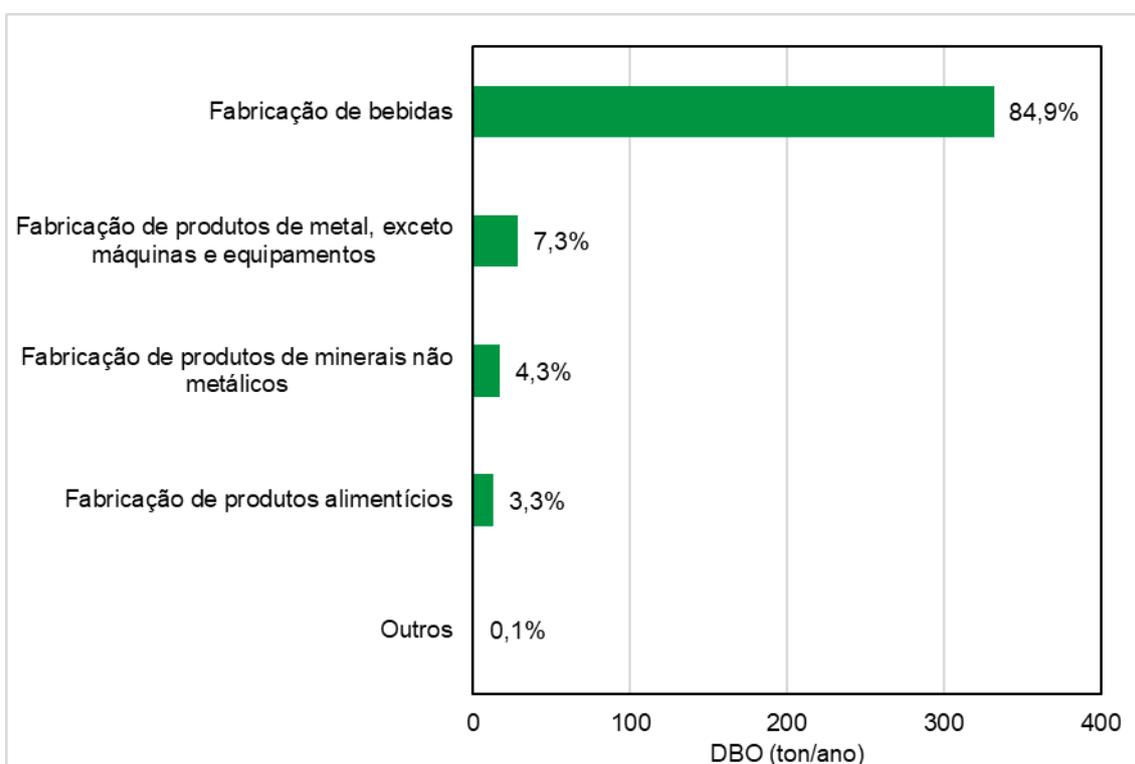


Figura 4.232. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria

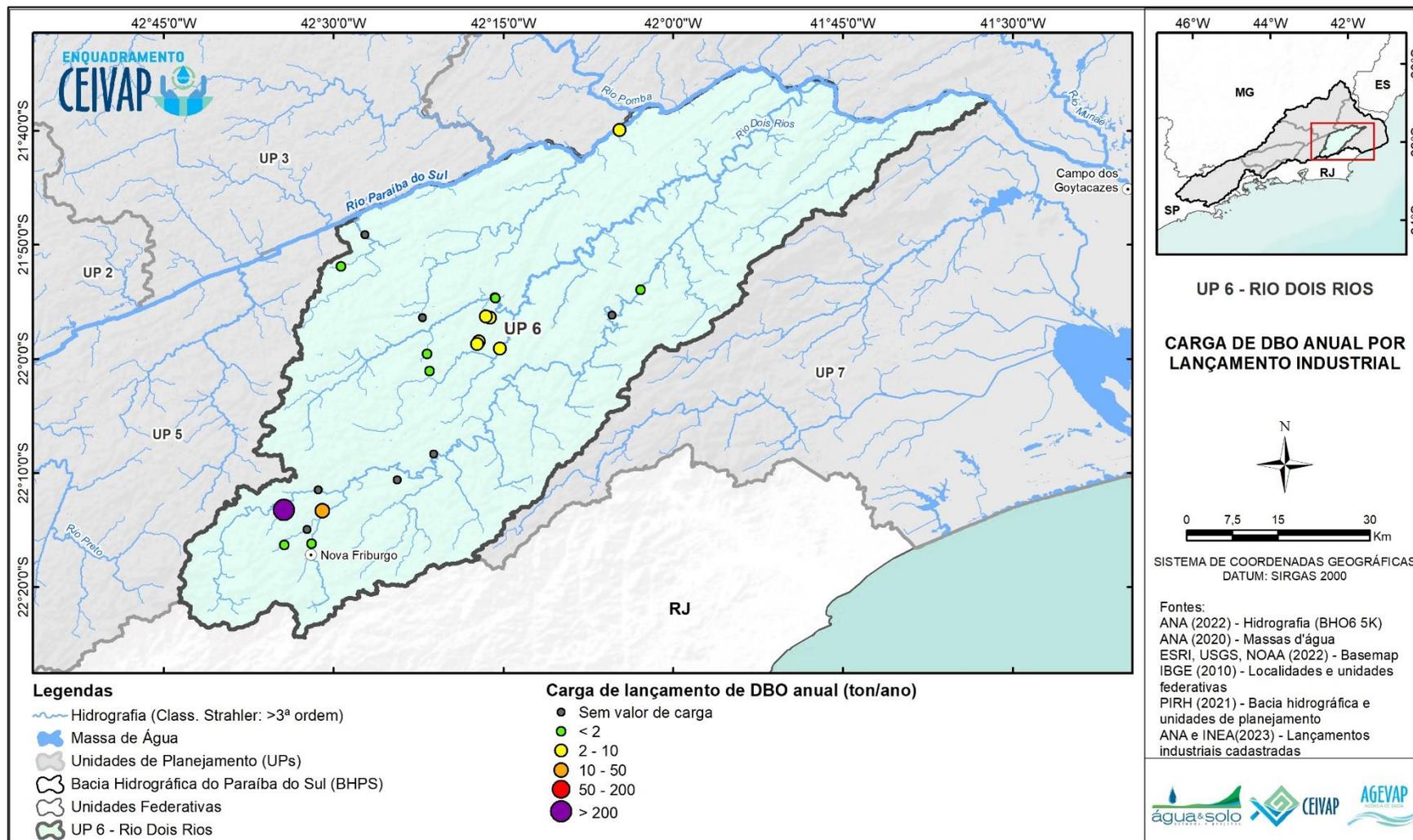


Figura 4.233. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Rio Dois Rios.
 Fonte: Elaboração Própria.

4.3.1.2.2.8UP7 – Baixo Paraíba do Sul

A carga de DBO para a UP Baixo Paraíba do Sul foi analisada através dos bancos de dados de outorgas da ANA e do INEA. A UP apresenta concentrações de lançamentos de cargas elevadas nos seus três principais cursos hídricos, os rios Paraíba do Sul, Pomba e Muriaé, como mostra a Figura 4.235. Ademais, verifica-se uma carga elevada na divisa com a UP Pomba-Muriaé, no rio Pirapetinga.

Acerca da tipologia das indústrias na UP, destaca-se a fabricação de celulose, papel e produtos de papel, com aproximadamente 48% da carga de DBO. Destaca-se ainda a fabricação de produtos químicos e de produtos alimentícios, respectivamente. A Figura 4.234 apresenta os resultados por tipologia na UP.

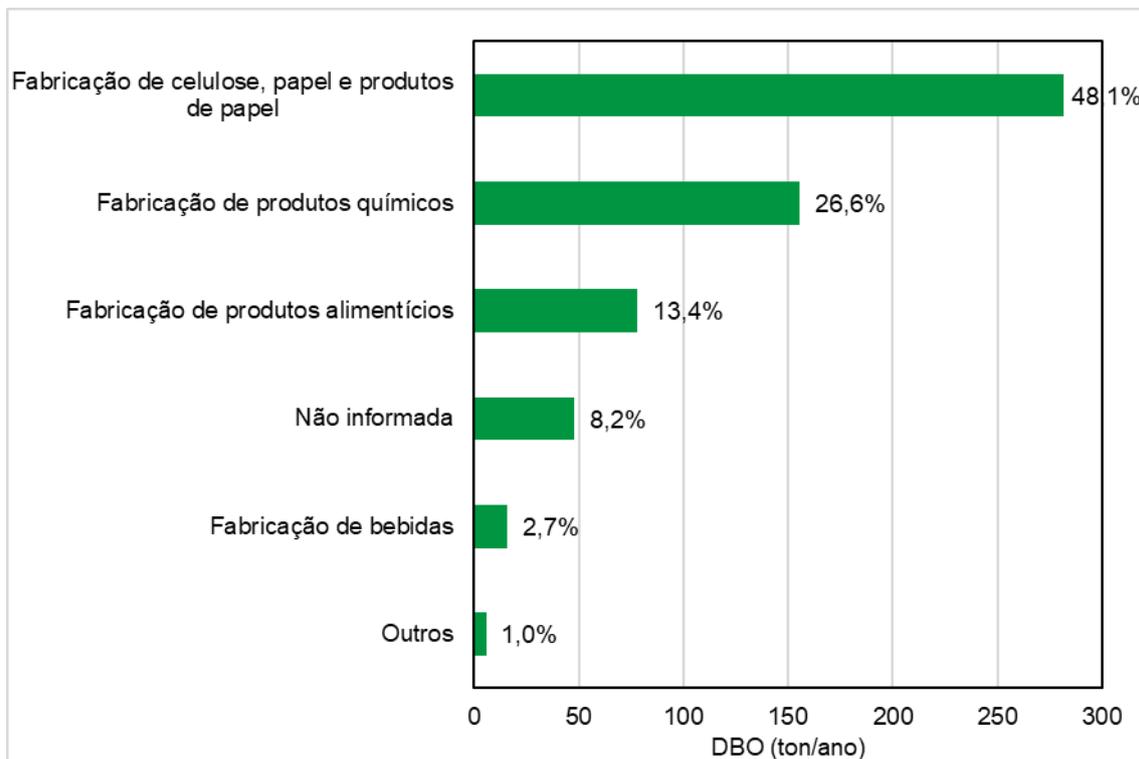


Figura 4.234. Carga de DBO anual por tipologia de lançamento industrial na UP Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria

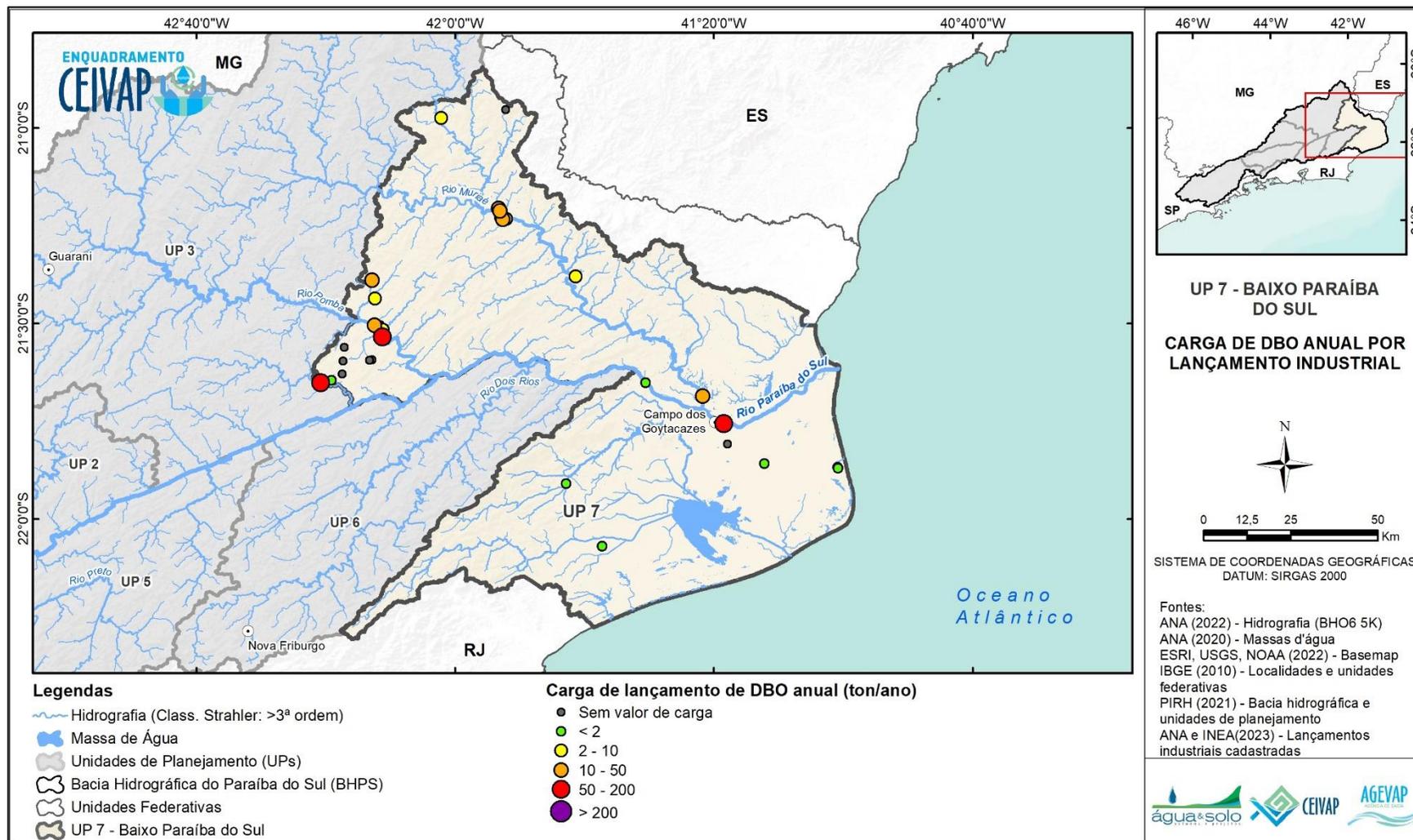


Figura 4.235. Carga de DBO anual por lançamento industrial na UP Baixo Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria.

4.3.2 Cargas Difusas

4.3.2.1 Metodologia

A quantidade e qualidade da poluição difusa gerada na região de estudo depende fortemente da configuração do uso do solo (Larentis, 2004). Para o cálculo das cargas difusas devido a cobertura do solo na bacia do rio Paraíba do Sul as seguintes etapas foram conduzidas:

- Caracterização do uso e ocupação do solo na bacia (fonte: MapBiomias, 2022);
- Reclassificação do uso e ocupação do solo com base em classes específicas (fonte: Larentis, 2004);
- Cálculo de carga potencial para cada unidade de planejamento dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir dos valores de carga típica de poluentes para cada classe de uso e ocupação do solo segundo Larentis (2004);

As cargas difusas representam o escoamento superficial, carreando poluentes presentes na superfície da área. Uma vez que depende de diversos fatores, a quantificação de poluição difusa é um desafio técnico. Os fatores mais comuns que controlam a carga difusa são: intensidade e duração das precipitações, tipo do solo, acúmulo de material no solo, formas de uso e fisiografia do terreno. O carreamento e disponibilização desta carga para a rede de drenagem (rios, lagos e reservatórios) geralmente ocorre nos primeiros instantes dos eventos de precipitação, quando o escoamento superficial formado tem força suficiente para carrear o material acumulado sobre a superfície do solo para os corpos hídricos.

A abordagem tradicional para quantificação de cargas difusas prevê a utilização de coeficientes de exportação. Estes coeficientes representam valores típicos de carga de acordo com o uso do solo. Em Larentis (2004) foi realizada uma compilação de diversos trabalhos, trazendo coeficientes de exportação típicos para tipos de solos comuns em estudos hidrológicos. A Tabela 4.9 apresenta estes coeficientes.

Tabela 4.9. Cargas unitárias de poluentes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) por tipo de uso do solo (valores entre parênteses são médios). Fonte: Larentis (2004).

Uso do Solo	Carga típica de poluentes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)			
	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliformes Fecais
Floresta	2,0 - 7,0 (5)	1,3 – 13,0 (3,0)	0,01 – 0,9 (0,1)	-
Campo	6,0 - 17,0 (11,5)	1,5 – 12,0 (6,2)	0,1 – 2,1 (0,5)	$2,63 \times 10^9$
Urbano	5,0 - 112,0 (50)	0,2 – 20,0 (5,0)	0,1 – 10,0 (1,0)	$1,5 \times 10^3$
Agrícola	4,0 – 31,0 (18)	0,1 – 50,0 (5,0)	0,03 – 5 (0,05)	$2,51 \times 10^7$

Os coeficientes de exportação típicos apresentam grandes variações entre si, sendo um parâmetro calibrável do modelo de qualidade da água que será empregado. O ajuste de cargas deve atender aos dados monitorados de qualidade da água na bacia. Ressalta-se que em períodos de estiagem, representando cenários hidrológicos de escoamento próximo a vazões mínimas, a carga difusa pode não contribuir de forma efetiva com a qualidade da água em ambientes aquáticos. Isto ocorre devido ao processo de escoamento superficial na bacia hidrográfica, que é limitado durante períodos de estiagem.

Esses valores de carga unitária foram relacionados com o uso do solo da BHPS. As informações relacionadas ao uso do solo da área de estudo foram apresentadas no capítulo 3.2, sendo que, a fonte das informações georreferenciadas é o projeto MapBiomias. O projeto apresenta 25 classes de uso do solo distintas para a área do projeto. Para compatibilizar as classes de uso do solo, relacionou-se a descrição de cada classe MapBiomias com as classes disponíveis na metodologia apresentada em Larentis (2004), resultando na reclassificação das classes de cobertura apresentada na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 Reclassificação das classes de uso do solo para metodologia Larentis (2004)

Classificação do MapBiomias		Descrição	Classe atribuída
Floresta	Formação Florestal	Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea	Floresta
	Formação Savânica	Mata Atlântica: Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas	Floresta
	Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.	Floresta
	Restinga Arbórea	Mata Atlântica: Formações florestais que se estabelecem sobre solos arenosos ou sobre dunas na zona costeira.	Floresta
Formação Natural não Florestal	Campo Alagado e Área Pantanosa	Mata Atlântica: Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre.	Sem classificação
	Formação Campestre	Mata Atlântica: Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas	Sem classificação
	Apicum	Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.	Sem classificação
	Afloramento Rochoso	Mata Atlântica: Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade	Sem classificação
	Restinga Herbácea	Mata Atlântica: Vegetação herbácea com influência fluviomarinha.	Sem classificação

Classificação do MapBiomas	Descrição	Classe atribuída	
Outras Formações não Florestais	Mata Atlântica: Outras Formações Naturais não florestais que não puderam ser categorizadas.	Sem classificação	
Pastagem	Áreas de pastagem predominantemente plantadas, diretamente relacionadas à atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural, por sua vez, são predominantemente caracterizadas como formações campestres ou campo alagado, podendo ser submetidas ou não a práticas de pastejo. Na Amazônia, podem ocorrer áreas desmatadas recentemente, sem ainda ter iniciado a atividade agropecuária.	Pastagem	
Agropecuária	Lavoura temporária - Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja	Agricultura
	Lavoura temporária - Cana	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar.	Agricultura
	Lavoura temporária - Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.	Agricultura
	Lavoura perene - Café	Áreas cultivadas com a cultura do café.	Agricultura
	Lavoura perene - Outras Lavouras Perenes	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Nessa versão, o mapa abrange majoritariamente áreas de caju, no litoral do nordeste e dendê na região nordeste do Pará, porém sem distinção entre eles.	Agricultura
	Silvicultura	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).	Cultivo
	Mosaico de Usos	Mata Atlântica: Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	Cultivo
Praia, Duna e Areal	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo.	Sem Classificação	
Área Não Vegetada	Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura	Área Urbanizada
	Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica. Somente são consideradas áreas próximas a referências espaciais de recursos mineirais do CPRM (GeoSGB), da AhkBrasilien (AHK), do projeto DETER (INPE), do Instituto Socioambiental (ISA) e de FL Lobo et al. 2018	Sem Classificação
	Outras Áreas não Vegetadas	Mata Atlântica: Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana	Sem Classificação

Classificação do MapBiomas		Descrição	Classe atribuída
		ou mineração) não mapeadas em suas classes.	
Corpos D'água	Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.	Sem Classificação
	Aquicultura	Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura	Sem Classificação
	Não Observado	Áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação.	Sem Classificação

Por fim, a partir da reclassificação da bacia para as classes uso do solo de Larentis (2004), foi possível a atribuição de valores de carga para toda a área de estudo.

4.3.2.2 Estimativa de carga poluidoras difusas por unidade de planejamento

Para a estimativa das cargas poluidoras difusas para a BHPS, foi realizada a reclassificação da cobertura do solo com base nas categorias apresentadas na Tabela 4.10. Na Figura 4.236 é apresentada a cobertura do solo na bacia do rio Paraíba do Sul reclassificada pelas categorias utilizadas para estimar potenciais fontes de poluição difusa.

Na Tabela 4.11 apresenta-se a composição de cada uso reclassificado dentro das unidades de planejamento. Destaca-se a pastagem (campos) como principal uso do solo identificado pela reclassificação.

Tabela 4.11. Tipos de uso do solo relevantes para geração de cargas difusas por unidades de planejamento (percentual de uso em relação ao total).

Usos do solo	Unidade de Planejamento							
	Paraíba do Sul (trecho paulista)	Médio Paraíba do Sul	Sub-bacia do rio Pirai	Preto-Paraibuna	Piabanha	Pomba-Muriaé	Rio Dois Rios	Baixo Paraíba do Sul
Agrícola	3,39%	0,27%	0,01%	0,71%	0,00%	1,62%	0,01%	7,71%
Floresta	32,47%	28,35%	46,80%	35,44%	40,80%	18,81%	29,44%	13,67%
Campo	58,05%	66,78%	51,31%	61,31%	54,88%	77,86%	67,89%	64,29%
Urbano	3,34%	2,94%	1,13%	1,43%	1,89%	1,02%	0,94%	1,35%
Sem classificação	2,77%	1,66%	0,76%	1,12%	2,43%	0,69%	1,72%	12,97%

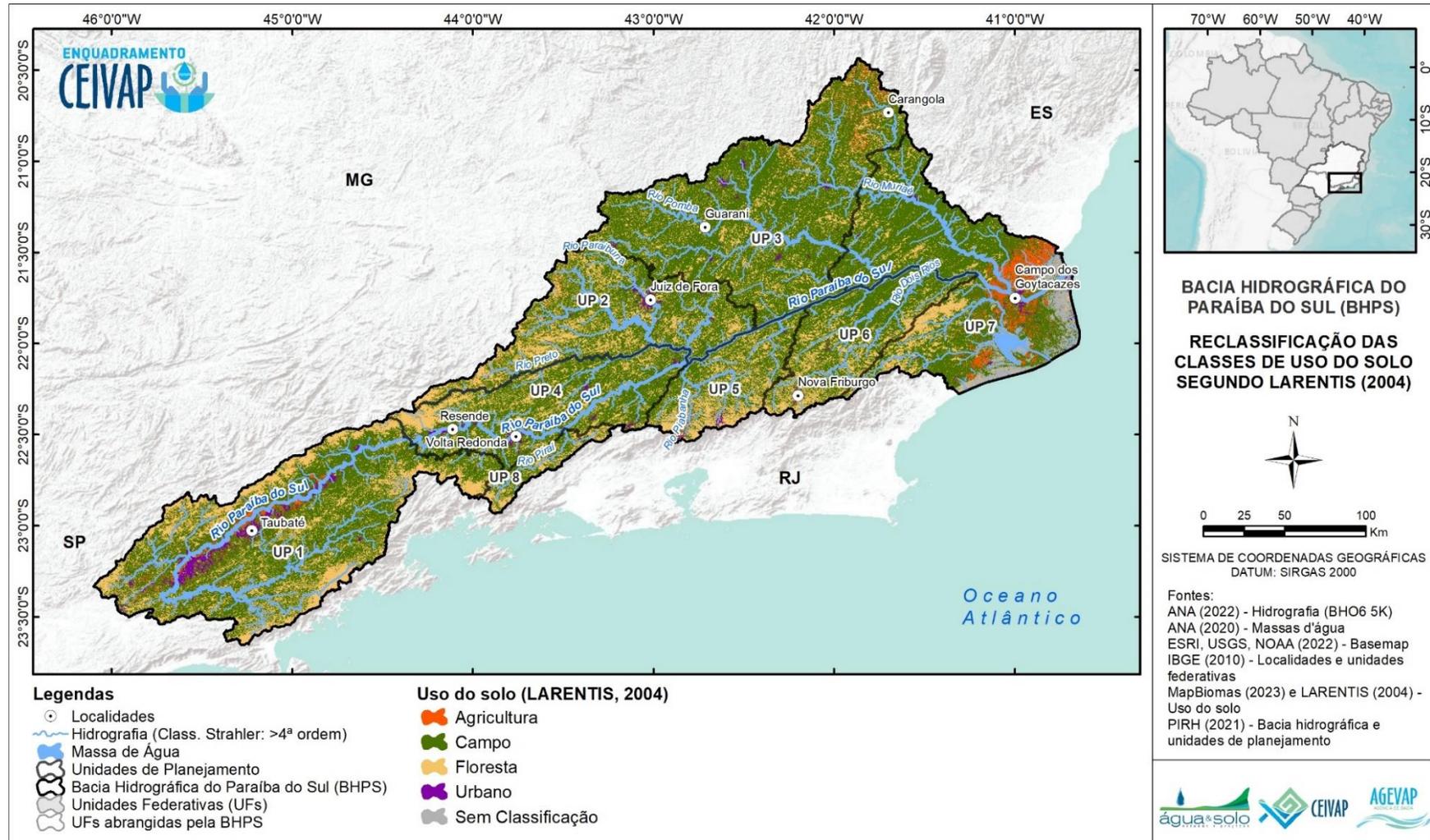


Figura 4.236. Uso do solo reclassificado para a bacia do rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 4.12 apresenta os valores de carga difusa estimados a partir da reclassificação de uso do solo e acumulados por unidade de planejamento da bacia do rio Paraíba do Sul, convertidos para ton/ano para fins de comparação. Estas contribuições difusas são estimadas para toda a unidade de planejamento. Entretanto, durante o processo de modelagem da qualidade da água na bacia estes valores são distribuídos ao longo da linha de drenagem e “calibrados” para que os resultados do modelo sejam representativos dos dados de qualidade da água monitorados na região. Assim, os dados apresentados na tabela a seguir são apenas o somatório da carga para cada Unidade de Planejamento, porém, o dado é extraído pixel a pixel, sendo assim, na modelagem não serão considerados os valores acumulados. Tal apresentação, tem o objetivo de demonstrar em grandeza a diferença na geração de carga difusa de determinada UP de acordo com as classes de uso do solo presentes na mesma.

Tabela 4.12 Valores de carga difusa potencial (ton.ano⁻¹) estimada para cada unidade de planejamento.

Unidade de planejamento	Carga estimada (ton.ano ⁻¹)			
	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliformes Fecais
Paraba do Sul (trecho paulista)	147.300,69	68.370,63	4.982,60	2,13 x 10 ¹³
Médio Paraíba do Sul	68.241,50	33.113,21	2.518,57	1,13 x 10 ¹³
Sub-bacia do rio Piraí	8.933,91	4.709,05	319,20	1,37 x 10 ¹³
Preto-Paraibuna	69.415,47	35.703,38	2.561,42	1,16 x 10 ¹³
Piabanha	32.115,68	16.312,85	1.154,33	4,99 x 10 ¹³
Pomba-Muriaé	144.766,93	74.750,34	5.672,33	2,77 x 10 ¹³
Rio Dois Rios	43.478,39	22.922,26	1.686,98	7,96 x 10 ¹³
Baixo Paraíba do Sul	116.545,83	55.740,37	4.051,34	1,95 x 10 ¹³

Assim, da Figura 4.237 à Figura 4.239, apresenta-se o resultado das cargas poluidoras difusas de DBO, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais para cada UP da BHPS.

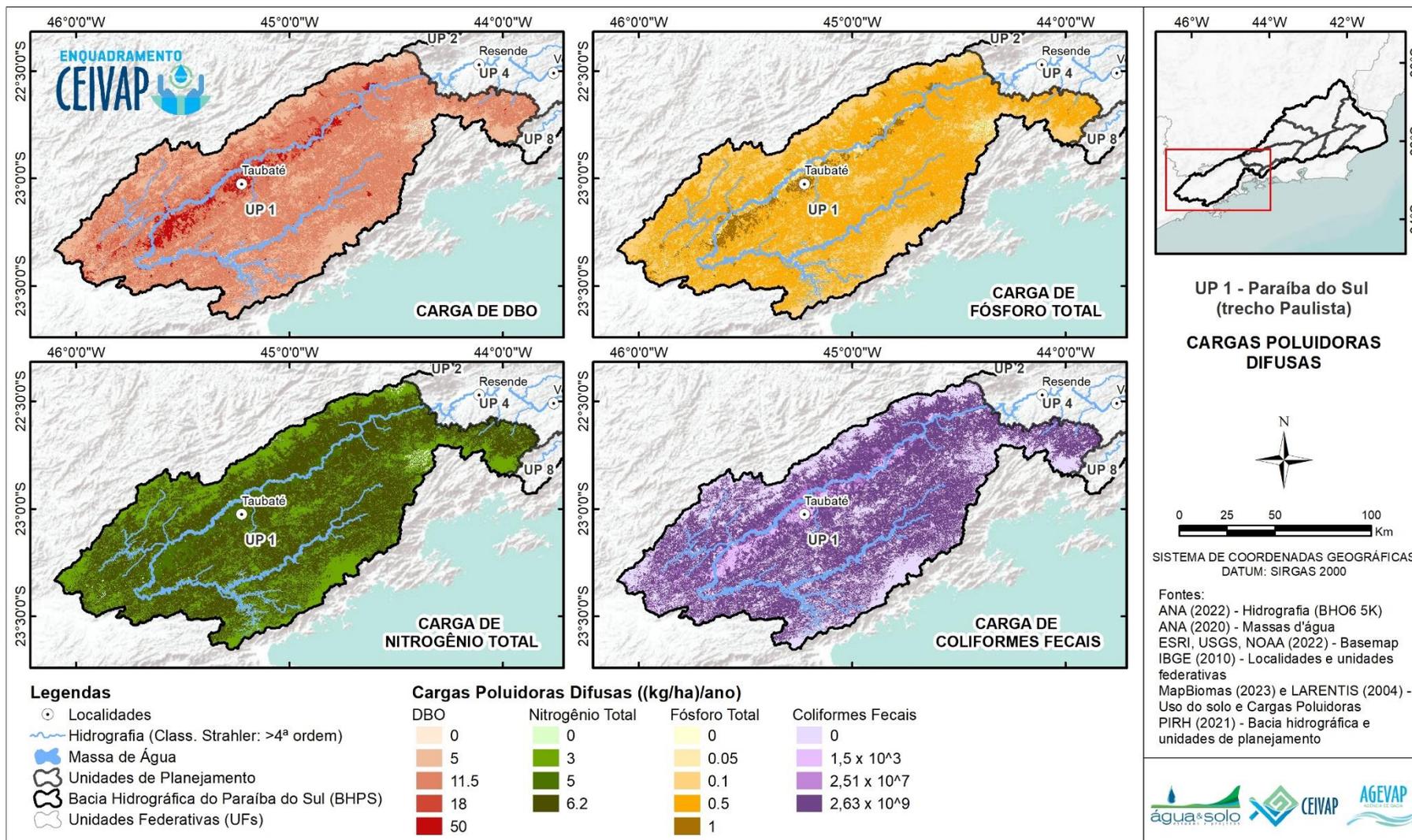


Figura 4.237. Cargas poluidoras difusas na UP 1 - Paraíba do Sul (trecho paulista).
Fonte: Elaboração Própria.

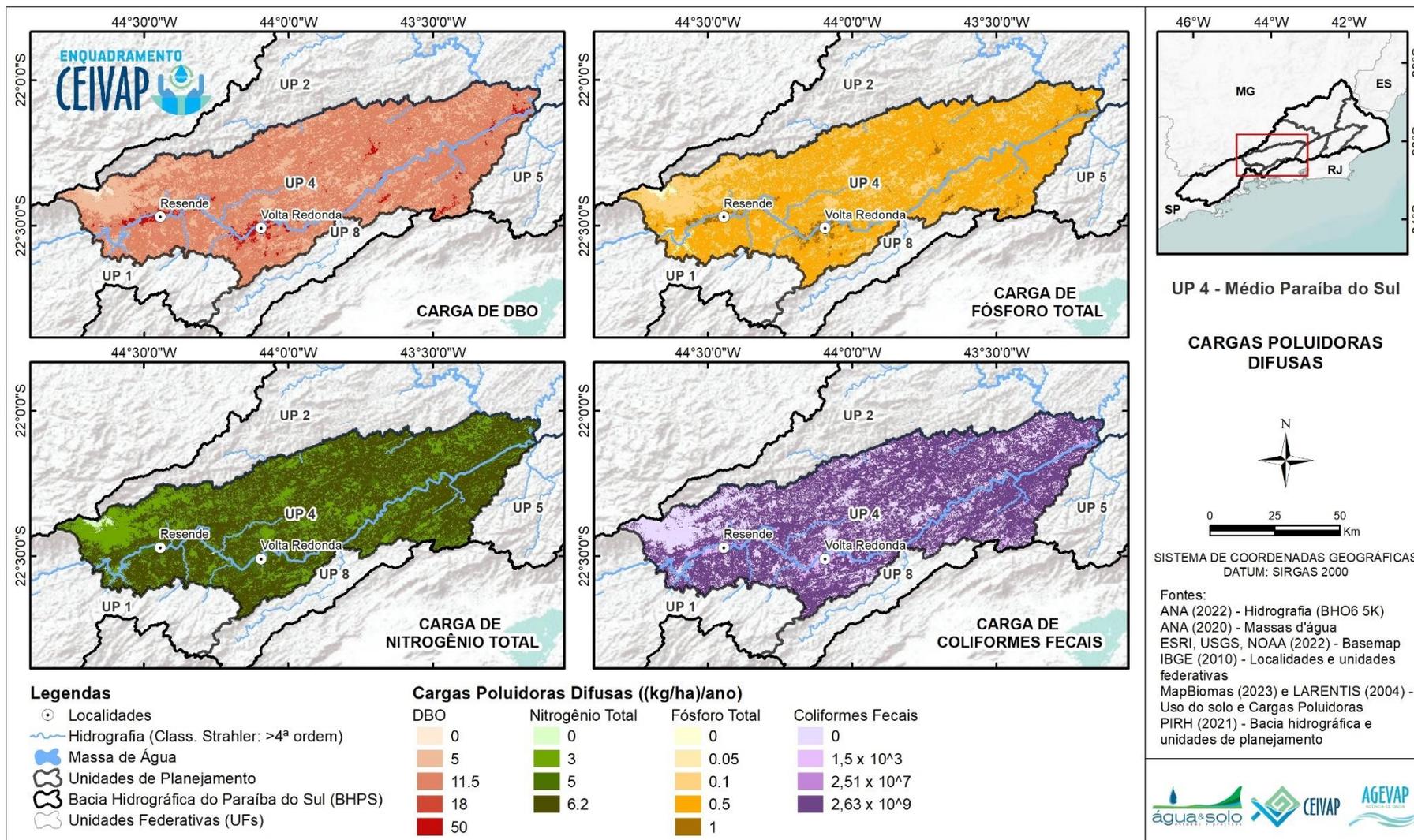


Figura 4.238. Cargas poluidoras difusas na UP 4 - Médio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

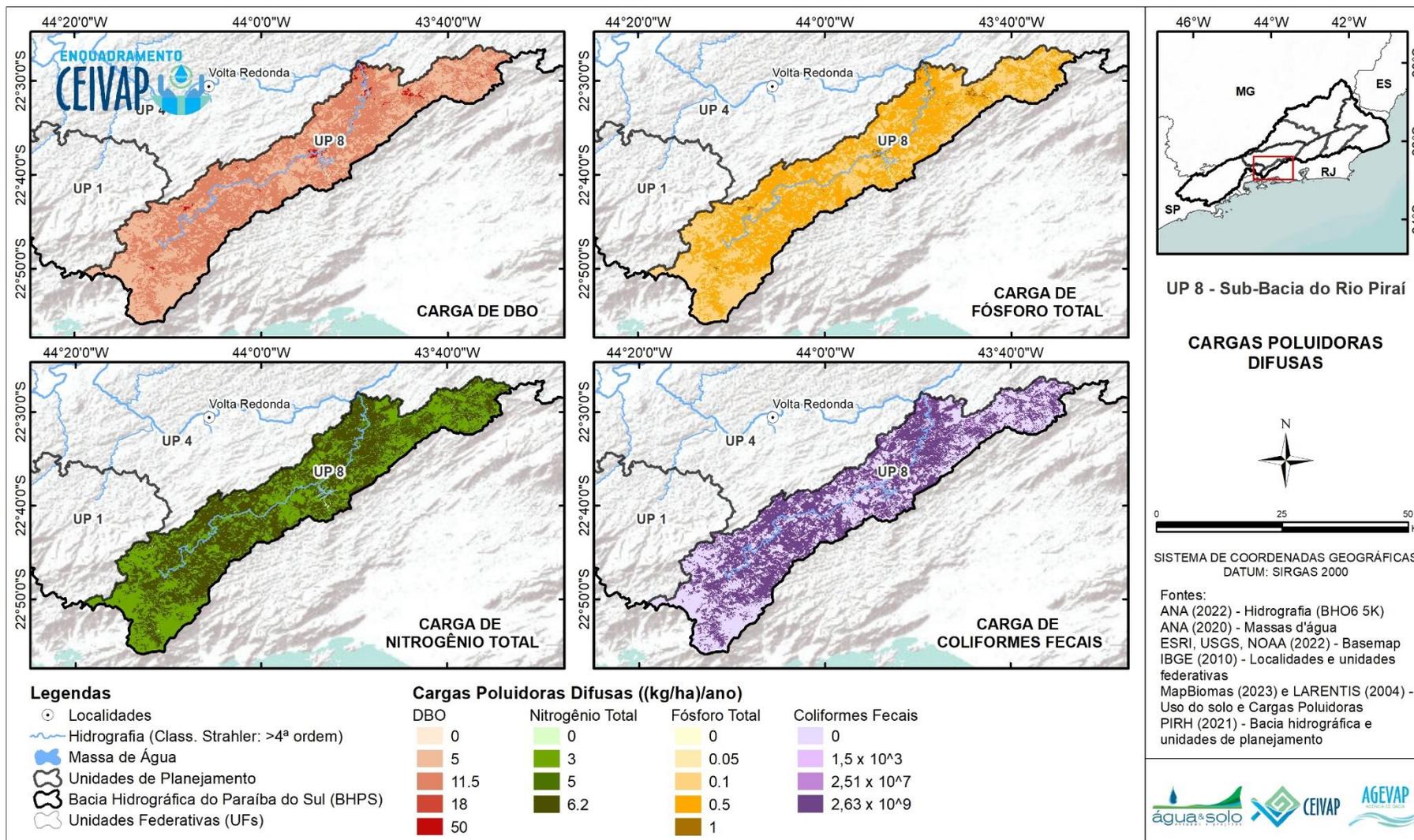


Figura 4.239. Cargas poluidoras difusas na UP 8 - Sub-bacia do rio Pirai.
Fonte: Elaboração Própria.

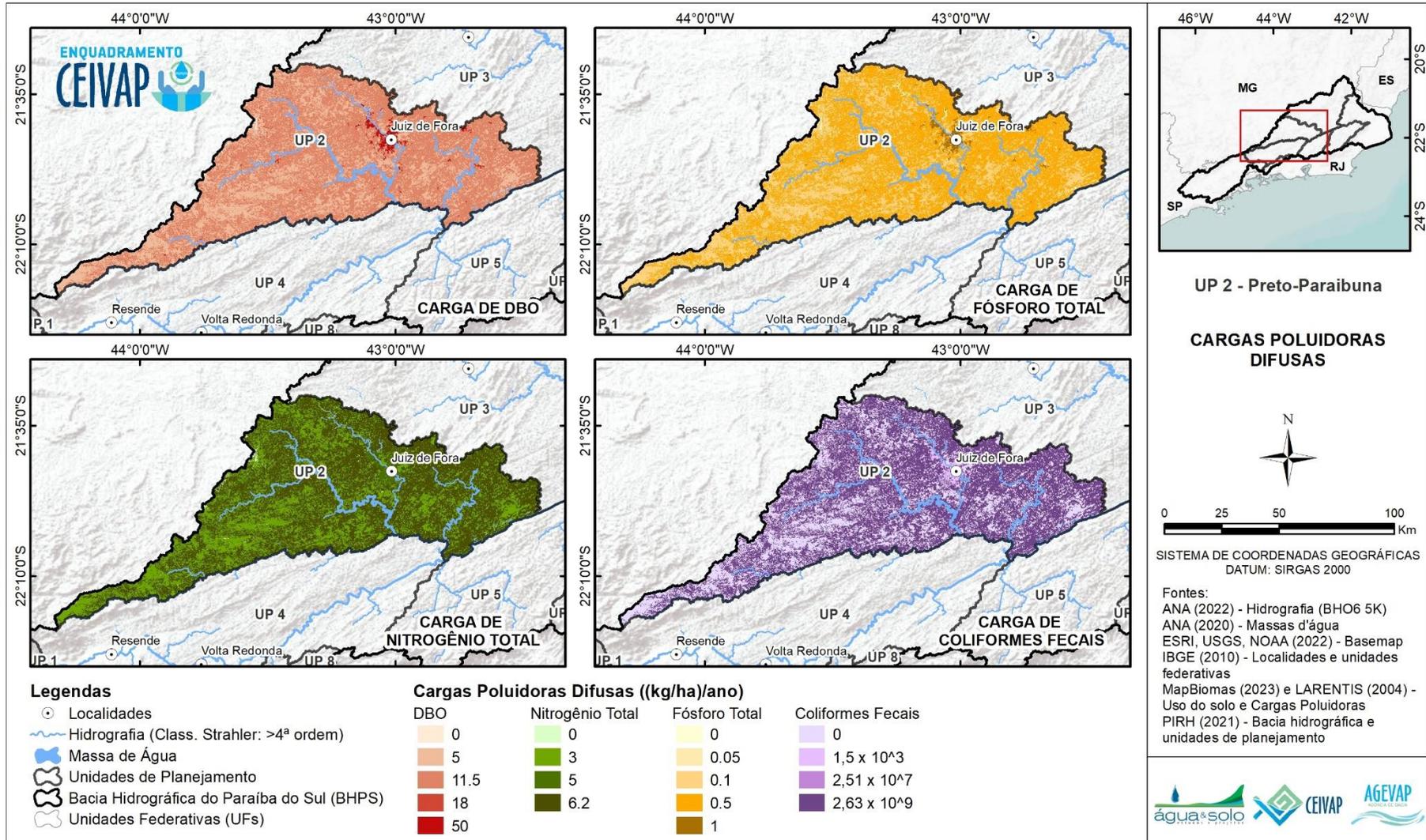


Figura 4.240. Cargas poluidoras difusas na UP 2 - Preto-Paraibuna.
Fonte: Elaboração Própria.

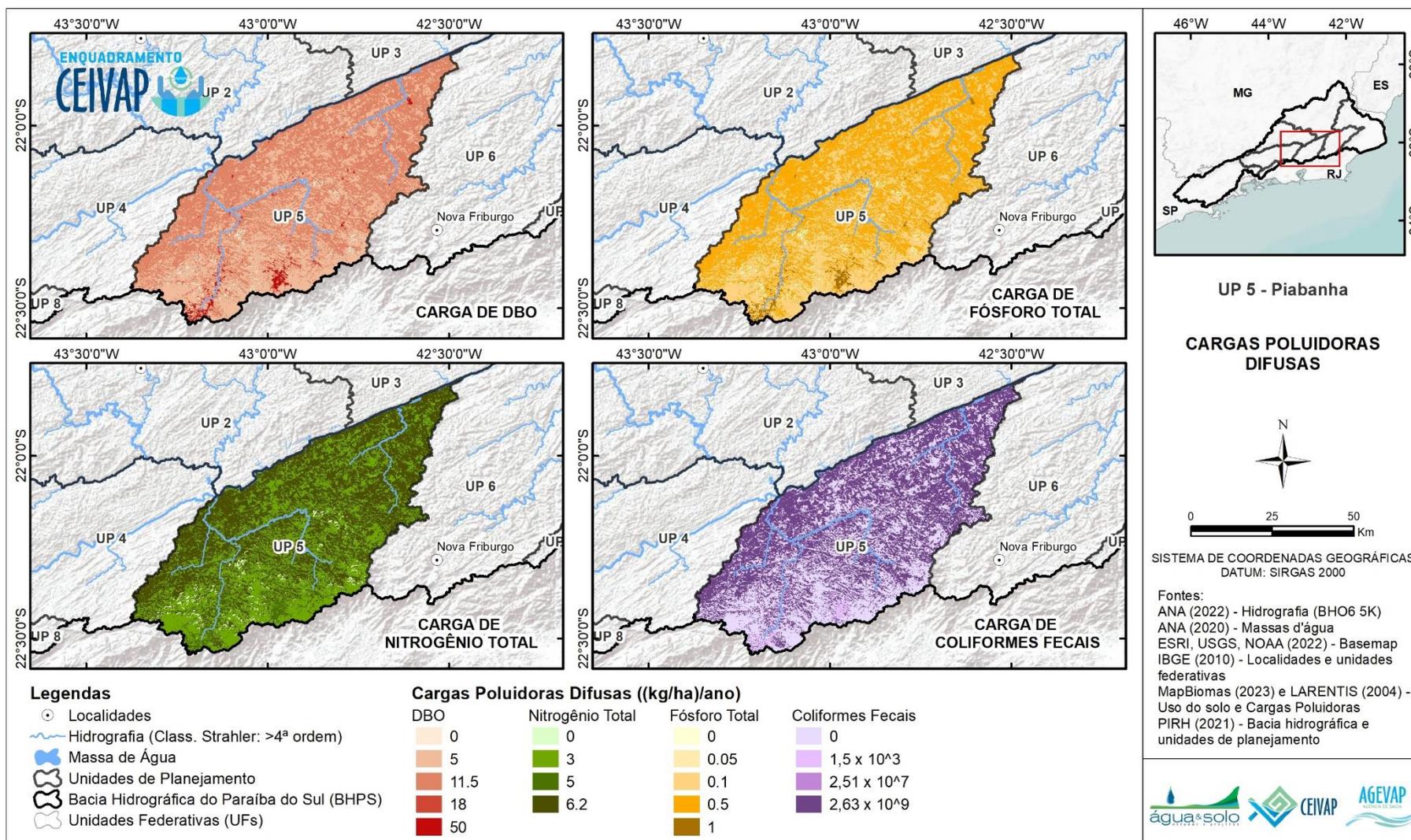


Figura 4.241. Cargas poluidoras difusas na UP 5 - Piabanha.
Fonte: Elaboração Própria.

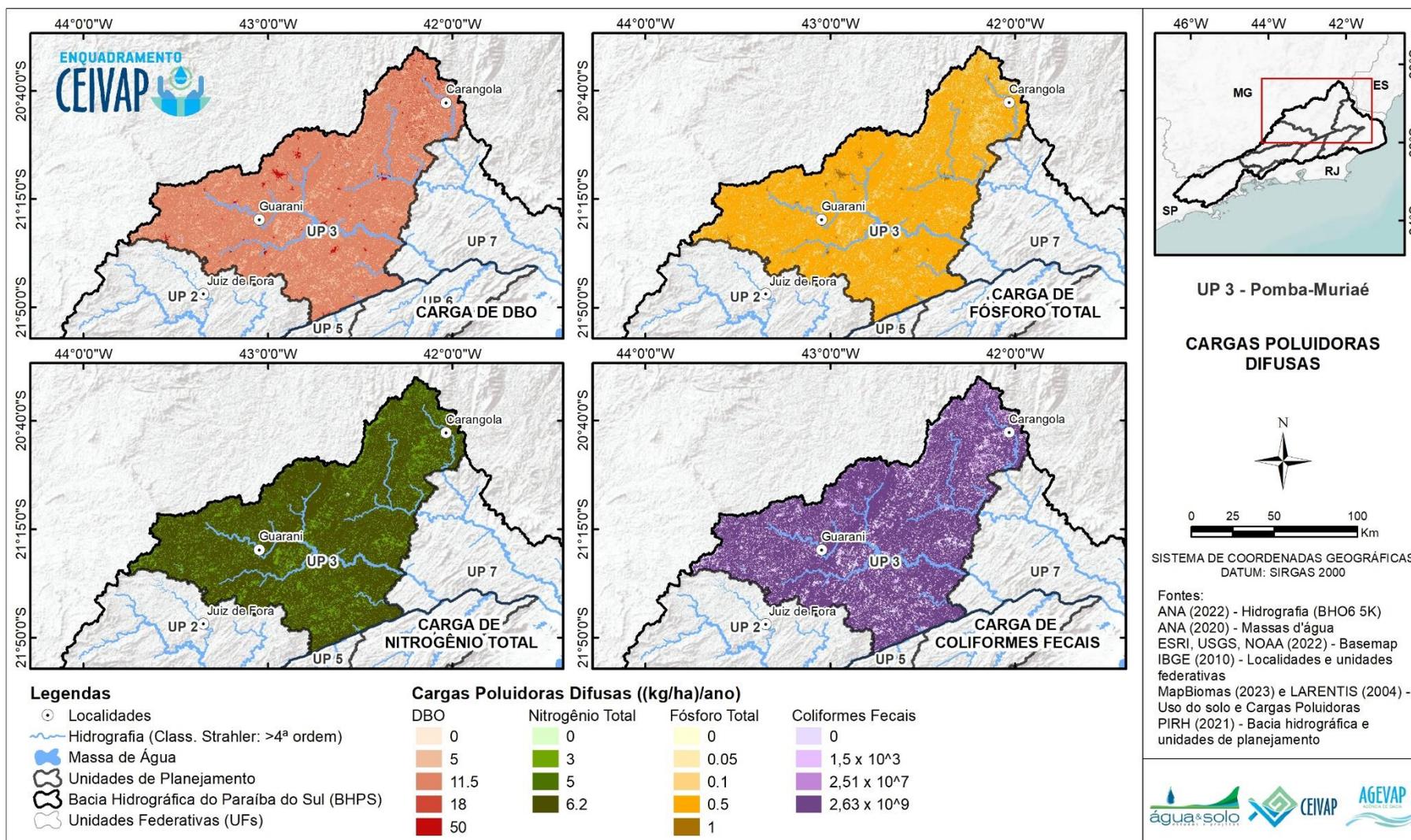


Figura 4.242. Cargas poluidoras difusas na UP 3 - Pomba-Muriaé.
Fonte: Elaboração Própria.

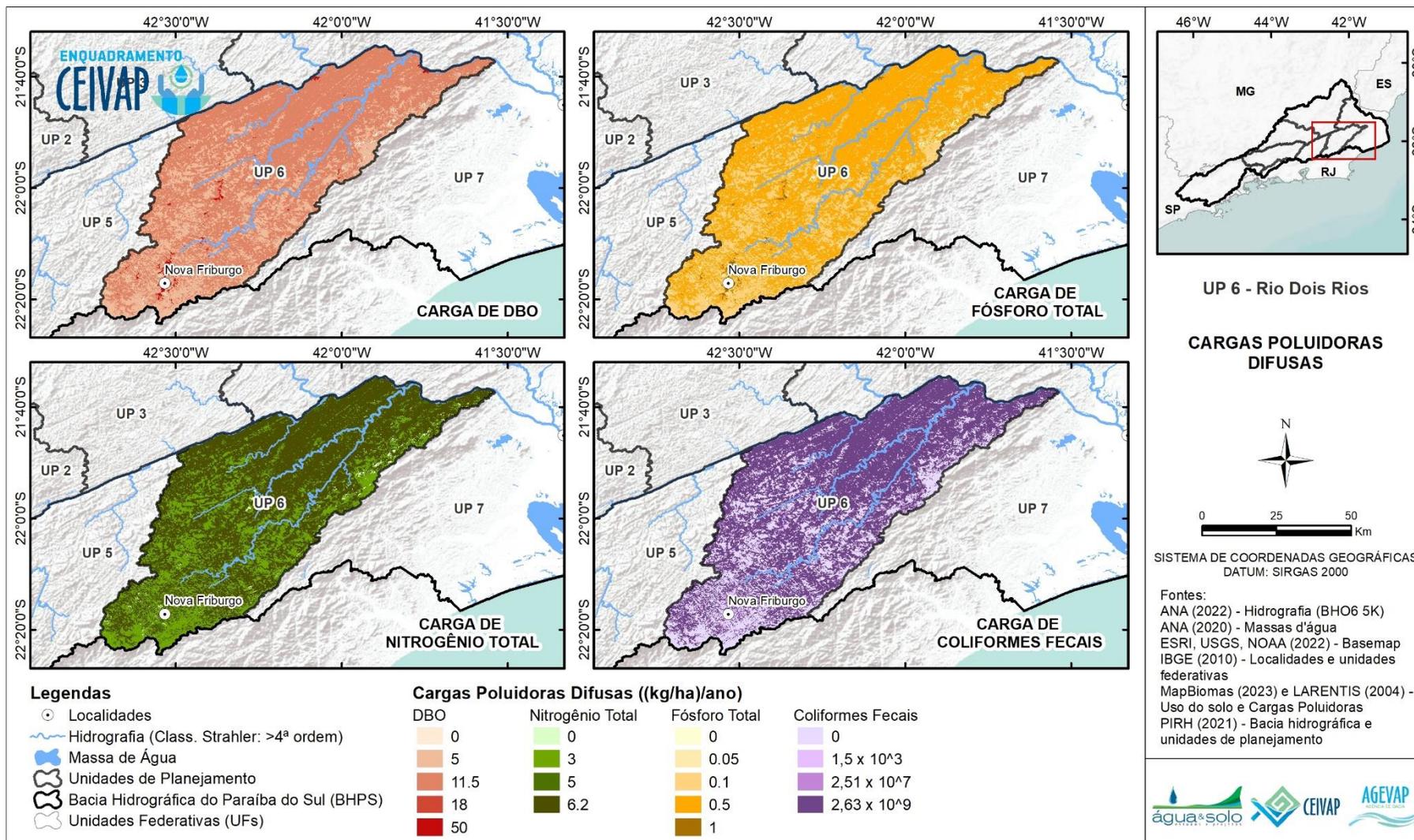


Figura 4.243. Cargas poluidoras difusas na UP 6 - Rio Dois Rios.
Fonte: Elaboração Própria.

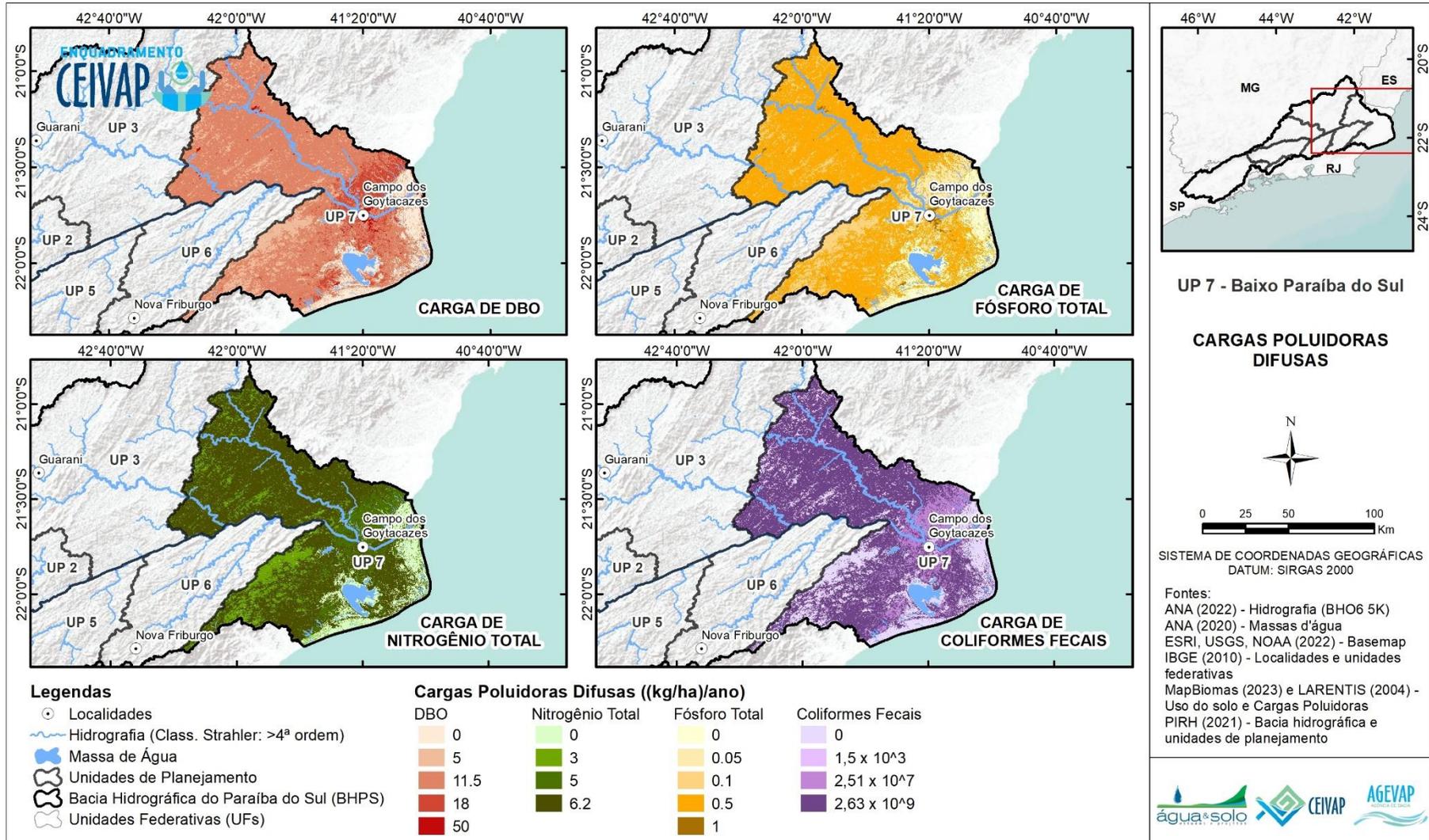


Figura 4.244. Cargas poluidoras difusas na UP 7 - Baixo Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

4.3.3 Resultados

Os resultados obtidos para as cargas poluidoras na BHPS que serão utilizados nas próximas etapas de construção do enquadramento estão apresentados nas tabelas a seguir. Cabe ressaltar que na próxima etapa de modelagem de qualidade os dados serão uniformizados para inclusão no modelo.

Tabela 4.13: Soma das cargas poluidoras de esgotamento sanitário por unidades de planejamento.

UP	DBO (kg/dia)	DBO (ton/ano)	Coliformes (NMP/dia)	Fosforo Org. (Kg/dia)	Fosforo Inorg. (Kg/dia)	Nitrogênio Org. (Kg/dia)	Nitrogênio Amon. (Kg/dia)
Paraíba do Sul (trecho paulista)	45.035	16.438	2,12x10 ¹²	560,65	3.582,70	7.394,82	9.658,69
Médio Paraíba do Sul	40.399	14.746	9,21x10 ¹¹	247,59	1.572,57	3.263,95	4.213,25
Sub-Bacia do Rio Pirai	12.212	4.457	2,25 x10 ¹¹	69,95	400,15	824,44	1.060,28
Rios Preto e Paraibuna	32.883	12.002	6,46 x10 ¹¹	189,85	1.098,51	2.263,91	2.915,30
Piabanha	22.101	8.067	5,40 x10 ¹¹	150,34	964,53	2.004,16	2.591,67
Pomba e Muriaé	42.279	15.432	8,22 x10 ¹¹	242,45	1.395,68	2.877,36	3.702,14
Rio Dois Rios	10.971	4.004	2,94 x10 ¹¹	82,24	508,27	1.046,06	1.363,36
Baixo Paraíba do Sul	16.243	5.929	3,58 x10 ¹¹	102,09	607,17	1.252,56	1.616,83
BHPS	222.127	81.076	5,93 x10 ¹²	1.645,16	10.129,58	20.927,26	27.121,52

Tabela 4.14. Cadastros de lançamento de efluentes industriais por unidade de planejamento.

Unidade de planejamento	Cadastros		DBO	
	Unid.	%	Ton/ano	%
UP 1 – Paraíba do Sul (Trecho Paulista)	163	33,1%	1.676	26,0%
UP 2 – Preto Paraibuna	23	4,7%	167	2,6%
UP 3 – Pomba e Muriaé	117	23,7%	1.489	23,1%
UP 4 – Médio Paraíba do Sul	84	17,0%	1.392	21,6%
UP 5 - Piabanha	37	7,5%	462	7,2%
UP 6 – Rio Dois Rios	30	6,1%	391	6,1%
UP 7 – Baixo Paraíba do Sul	32	6,5%	585	9,1%
UP 8 – Sub-Bacia do Rio Paraíba do Sul	7	1,4%	282	4,4%
Total	493	100%	6.443	100%

Tabela 4.15 Valores de carga difusa potencial (ton.ano⁻¹) estimada por unidade de planejamento.

Unidade de planejamento	Carga estimada (ton.ano ⁻¹)			
	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliformes Fecais
Paraba do Sul (trecho paulista)	147.300,69	68.370,63	4.982,60	2,13 x 10 ¹³
Médio Paraíba do Sul	68.241,50	33.113,21	2.518,57	1,13 x 10 ¹³
Sub-bacia do rio Pirai	8.933,91	4.709,05	319,20	1,37 x 10 ¹³
Preto-Paraibuna	69.415,47	35.703,38	2.561,42	1,16 x 10 ¹³
Piabanha	32.115,68	16.312,85	1.154,33	4,99 x 10 ¹³
Pomba-Muriaé	144.766,93	74.750,34	5.672,33	2,77 x 10 ¹³
Rio Dois Rios	43.478,39	22.922,26	1.686,98	7,96 x 10 ¹³
Baixo Paraíba do Sul	116.545,83	55.740,37	4.051,34	1,95 x 10 ¹³

5 Quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos

5.1 Arcabouço legal e institucional

5.1.1 Avaliação do quadro institucional e legal vigente

A Lei Federal nº 9.433/1997 estabeleceu a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). De acordo com essa legislação, o gerenciamento dos recursos hídricos deve seguir princípios de descentralização, integração e participação. O SINGREH, assim, promove uma abordagem de gestão pública compartilhada, enfatizando a participação ativa dos diversos atores sociais envolvidos na utilização e proteção das águas.

Nesse contexto, os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) desempenham um papel fundamental no gerenciamento dos recursos hídricos, incorporando usuários, sociedade civil e setor público no processo decisório. A gestão visa garantir não apenas a disponibilidade de água adequada para os usos presentes, mas também para as futuras gerações. Essa abordagem prevê a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e prevenir eventos hidrológicos críticos.

Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: (i) Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (ii) Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA); (iii) Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (iv) Comitês de Bacia Hidrográfica; (v) Órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e (vi) Agências de Água.

A gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul integra diferentes esferas do poder público, dividindo a gestão da bacia entre poder público federal e dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Cada nível possui suas peculiaridades e diretrizes legais e regulatórias.

Na BHPS existem sete bacias hidrográficas estaduais, definidas como unidades de planejamento dentro dos sistemas estaduais de recursos hídricos de cada Unidade da Federação, e elas se referem às áreas de abrangência dos comitês de bacias estaduais afluentes, apresentado na Tabela 5.1. Os comitês estaduais responsáveis pelas bacias são:

- CBH Paraíba do Sul Trecho Paulista: A área de atuação do Comitê envolve o Alto Vale e Médio Vale Superior – trecho paulista da bacia (região das nascentes até a represa do Funil).
- CBH Preto e Paraibuna: A área de atuação do Comitê é compreendida pela Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros os Rios Preto e Paraibuna – PS1.
- CBH Pomba e Muriaé: A área de atuação do Comitê é compreendida pela Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros os Rios Pomba e Muriaé – PS2.
- CBH Médio Paraíba do Sul: A área de atuação do Comitê corresponde ao território da Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul (RH-Médio Paraíba do Sul ou RH-III), que se situa ao longo da região do Vale do Paraíba no estado do Rio de Janeiro.
- CBH Piabanha: A área de atuação do Comitê corresponde à Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV ou RH-Piabanha) do Estado do Rio de Janeiro.
- CBH Rio Dois Rios: A área de atuação do Comitê corresponde ao território da Região Hidrográfica Rio Dois Rios (RH-Rio Dois Rios ou RH-VII), que se situa ao longo da região central do Estado do Rio de Janeiro até a região norte.
- CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana: A área de atuação do Comitê corresponde ao território da Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH- Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana ou RH-IX), que se situa ao longo da região norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

OBS: A sub-bacia do rio Piraí, incluída na Região Hidrográfica II - Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, pertence à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Sendo assim, será avaliada a sub-bacia do rio Piraí para enquadramento de trechos de domínio federal, já que o CBH-Guandu não atua na área de abrangência do CEIVAP.

A Figura 5.1 apresenta as unidades de planejamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

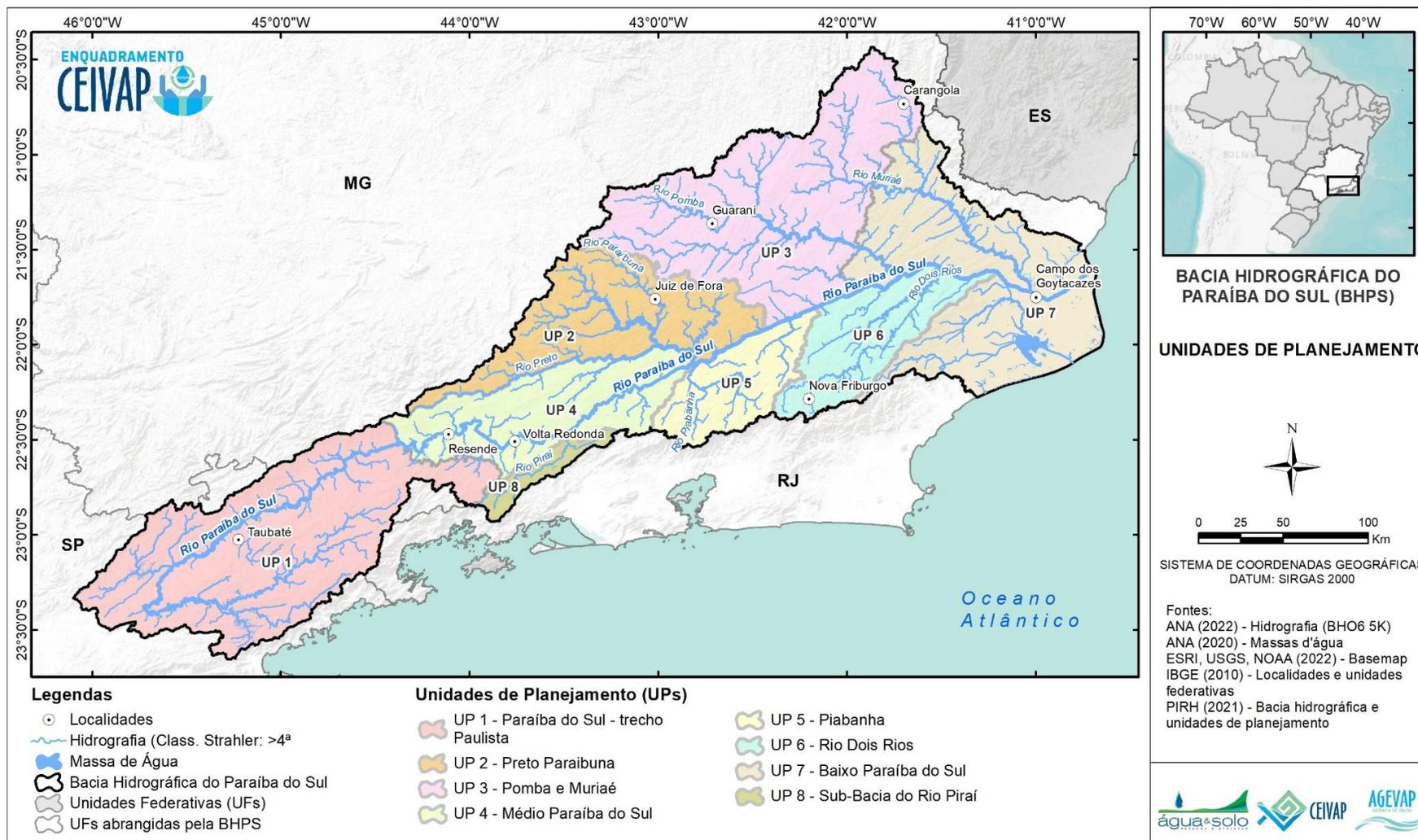


Figura 5.1. Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 5.1. Bacias hidrográficas estaduais que compõem a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Bacia	CBH	Criação do comitê	UF
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, trecho paulista (UGRHI 02)	Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul	Lei 9.034/94	SP
Bacia Hidrográfica dos Rios Preto e Paraibuna (PS1)	CBH dos Rios Preto e Paraibuna	Decreto nº 44.199/2005	MG
Bacia Hidrográfica Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé (PS2)	CBH dos Rios Pomba e Muriaé	Decreto nº 44.290/2006	MG
RH-Médio Paraíba do Sul ou RH-III	CBH Médio Paraíba do Sul	Decreto Estadual nº 41.475/2008 Decreto Estadual nº 45.466/2015	RJ
RH-Rio Dois Rios ou RH-VII	Comitê Rio Dois Rios	Decreto Estadual nº 41.472/2008 Decreto Estadual nº 45.460/2015	RJ
RH- Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana ou RH-IX	Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	Decreto Estadual nº 41.720/2009 Decreto Estadual nº 45.584/2016	RJ
RH-Piabanha ou RH-IV	Comitê Piabanha	Decreto Estadual nº 38.235/2005 Decreto Estadual nº 45.461/2015	RJ

A esfera deliberativa da bacia é composta pelos Conselhos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos e pelos comitês de bacia. Na esfera executiva da bacia encontram-se a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), braço executivo do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), que possui funções de Agência de Bacia, pois recebe e aplica os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água na bacia, e os órgãos gestores de recursos hídricos, a ANA representando o poder público federal, e o DAEE, INEA e IGAM representando o poder público estadual de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, respectivamente. Cabe ressaltar que a AGEVAP atende ao CEIVAP e aos comitês mineiros e fluminenses. A Figura 5.2 apresenta a estrutura do arranjo institucional deliberativo e executivo que compõe a gestão integrada de recursos hídricos na bacia.

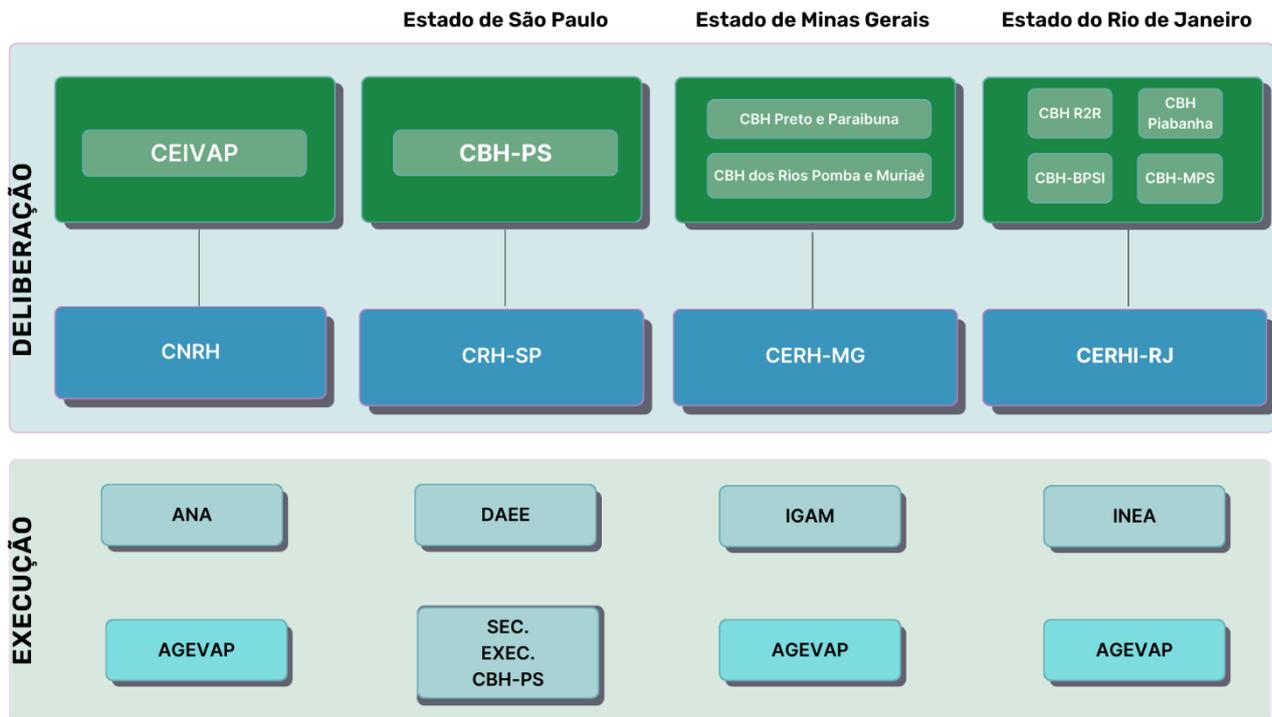


Figura 5.2. Arranjo institucional da gestão integrada de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2021).

A Tabela 5.2 apresenta os atores estratégicos e na Tabela 5.3 está apresentada a composição atual dos comitês.

Tabela 5.2. Atores estratégicos por campo de atuação. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP,2021).

Campo de Atuação	Atores Estratégicos
Conselhos de Recursos Hídricos	CNRH CRH-SP CERH-MG CERHI-RJ
Órgãos gestores	ANA DAEE CETESB IGAM INEA
Comitê de Bacias Hidrográficas Afluentes	CEIVAP CBH-PS CBH-PS1 CBH-PS2 CBH-MPS CBH-Piabanha CBH R2R CBH BPSI
Comitês de Bacias Hidrográficas Contíguas	Comitê Guandu CBH Baía da Ilha Grande (BIG) CBH da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas

Campo de Atuação	Atores Estratégicos	
	Lagunares de Maricá e Jacarepaguá CBH Macaé Ostras CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana** CBH Manhauçu CBH do Piranga CBH Afluentes Mineiros do Alto Rio Grande CBH Rio Verde CBH do Rio Sapucaí CBH Vertentes do Rio Grande CBH dos Rios Piracicaba e Jaguari Comitês PCJ CBH Litoral Norte CBH Serra da Mantiqueira CBH Alto Tietê	
Demais atores	Sociedade Civil Organizada	Universidades ONGs Associações
	Poder Público	União Estados Municípios
	Setor de Usuários	Abastecimento Público Esgotamento Sanitário Energia Elétrica Irrigação Criação de Animais Mineração Indústria

** A Bacia do Itabapoana intercepta três estados: Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. A porção fluminense da bacia é gerenciada pelo Comitê do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, as demais porções ainda não possuem comitês instaurados.

Tabela 5.3. Composição dos comitês

CBH	Plenária	Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho
Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP	40 Usuários 25 Sociedade Civil 35 Poder Público	Câmara Técnica Consultiva (CTC) Grupos de Trabalho: GT Articulação Institucional (GTAI) GT Acompanhamento da Operação Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul GT Mananciais GT Revisão do Regimento Interno (GTRI) GT Educação Ambiental, Mobilização e Comunicação (GTEAMC) GT Acompanhamento da Implementação do Plano de Gerenciamento de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (GTPGR Implementação) GT Regularização de Vazões nas Bacias dos Rios Pomba e Muriaé – (GT Vazões) GT Acompanhamento dos Estudos Estratégicos (GTEE) GT Acompanhamento do Programa Monitorar (GT Monitorar) GT Implementação do PIRH-PS (GT Implementação) GT Acompanhamento do Programa de Enquadramento (GT Enquadramento)

CBH	Plenária	Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho
Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul	12 Poder Público 12 Prefeituras Municipais 12 Sociedade Civil	Câmara Técnica de Assuntos Institucionais (CT-AI) Câmara Técnica de Educação Ambiental e Mobilização Social (CT-EAMS) Estudos de Cobrança da Água (CT-ECA) Planejamento (CT-PL) Saneamento (CT-SAN) Restauração Florestal (CT-REF)
CBH dos Rios Preto e Paraíba	6 Poder Público 6 Prefeituras Municipais 6 Usuários 6 Sociedade Civil	Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos (CTGRH)
CBH dos Rios Pomba e Muriaé	4 Poder Público 4 Prefeituras Municipais 4 Usuários 4 Sociedade Civil	Câmara Técnica de Outorga (CTO)
CBH Médio Paraíba do Sul	10 Usuários 10 Sociedade Civil 10 Poder Público	Câmara Técnica Permanente de Instrumentos de Gestão e Legal (CTPIGL) Câmara Técnica de Educação Ambiental (CTEA)
Comitê Rio Dois Rios	8 Usuários 8 Sociedade Civil 8 Poder Público	Câmara Técnica Permanente Institucional Legal (CTPIL)
Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	10 Usuários 10 Sociedade Civil 10 Poder Público	Câmara Técnica Consultiva (CTC)
Comitê Piabanha	12 Poder Público 12 Usuários 12 Sociedade Civil	Câmara Técnica Instrumentos de Gestão (CTIG) Câmara Técnica Mananciais (CTM) Câmara Técnica Saneamento Básico (CTSB).

De fundamental importância para o processo de enquadramento é o GT Acompanhamento da elaboração das etapas técnico-propositiva e político-institucional do enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Criado pela Deliberação CEIVAP nº 334/2022 e alterado pela Deliberação CEIVAP nº 337/2023, sua composição está apresentada a seguir:

- 1 representante da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA;
- 1 representante do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro – INEA/RJ;
- 1 representante do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM/MG;
- 1 representante da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB/SP;
- 1 representante da Diretoria do CEIVAP ou de sua Câmara Técnica;
- 1 representante dos Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP no estado de São Paulo;
- 1 representante dos Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP no estado de Minas Gerais;

- 1 representante dos Usuários de Recursos Hídricos do CEIVAP no estado do Rio de Janeiro;
- 1 representante do Comitê Paulista Afluentes do rio Paraíba do Sul;
- 4 representantes dos Comitês Fluminenses Afluentes do rio Paraíba do Sul, sendo um de cada Comitê;
- 2 representantes dos Comitês Mineiros Afluentes do rio Paraíba do Sul, sendo um de cada Comitê; e
- 1 representante da AGEVAP.

O quadro institucional e legal vigente na bacia do rio Paraíba do Sul deve ser compreendido como robusto e complexo. A operação de oito CBHs (um federal e sete estaduais), bem como as três instâncias estaduais, além da instância federal, confere a complexidade e desafio no que se refere a integração de ações para a execução do PIRH-PS. Ainda assim, mesmo neste grau de complexidade é possível ter uma percepção muito positiva da situação institucional e legal vigente, pelas razões que seguem. Estas avaliações foram realizadas no âmbito da Fase I do PIRH-PS (CEIVAP, 2021) e permanecem válidas:

- A estrutura prevista para o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos está completa: atuam na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os Conselhos de Recursos Hídricos da União e dos Estados, os Comitês de Bacia Hidrográfica (CEIVAP e CBHs afluentes), os Órgãos Gestores de Recursos Hídricos dos poderes públicos estaduais (INEA, IGAM, DAEE), cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos. Complementarmente, a bacia também possui a presença da Entidade Delegatária/RJ ou Equiparada/MG (AGEVAP), a qual exerce a função de secretaria executiva dos Comitês CEIVAP, Mineiros e Fluminenses, enquanto a mesma função é exercida em São Paulo pelo DAEE;
- As composições do CEIVAP, Grupos de Trabalhos, Câmara Técnica e Comissões Especiais não apresentam barreiras à participação nem promove disparidade de regiões ou setores: uma análise pormenorizada da composição destas instâncias do CEIVAP permitiu comprovar essa condição favorável, de representatividade geográfica, institucional e de paridade entre Unidades da Federação e tipologia de usuários;

- Os instrumentos de gestão estão em operação, exceto pelo enquadramento. Outorga, Cobrança e Sistema de Informações têm abrangência e robustez em todas as instâncias. O Enquadramento de fato se encontra em situação díspare entre os estados, mas é objeto de ação prioritária. Os Planos de Recursos Hídricos (tanto PIRH quanto os PDRHs e PBHs dos afluentes) que de fato precisavam de conclusão ou reformulação foram atualizados e concluídos recentemente;
- De acordo com PIRH-PS aprovado, a Integração institucional é funcional.

Em resumo, apesar do cenário de complexidade existente, o quadro institucional e legal apresenta um elevado grau de funcionalidade. A questão que se coloca importante é: como tornar mais efetiva a engrenagem do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos para que opere no desenhado - e em boa medida já exercitado – modelo de integração de esforços e ações.

No processo de elaboração do PIRH-PS foram apontados aspectos relevantes que demonstram o tanto que o representativo grupo reunido se preocupava desde sempre com o contexto de integração, a saber dentre outros: (i) Criar plano de ação para as interfaces dos Comitês; (ii) Elaborar programa de investimentos conjunto; (iii) Integrar bases de dados; (iv) Pactuar a implementação do MOP entre o CEIVAP e Afluentes; (v) Enquadramento integrado com as bacias afluentes; (vi) Integrar o Plano de Bacia do CBH-PS com o Plano do CEIVAP; (vii) Integração dos Planos de Bacia com vista a um Plano Único de Recursos Hídricos.

Ou seja, a “engrenagem” do quadro institucional vigente “roda” no sentido da integração e permitiu que se chegasse a pontos comuns importantes. Uma análise pormenorizada permite destacar o seguinte:

- Os Planos já foram finalizados, para o acompanhamento da implantação destes planos, há o GT Implementação dos Planos;
- Ações efetivas em todos os PBHs, PDRHs e PIRH-PS determinam a integração de bases de dados;
- O Manual Operativo para a bacia do rio Paraíba do Sul é único, destacando as ações integradas/compartilhadas, bem como as ações específicas de cada CBH afluente (mineiros e fluminenses), assim como o PIRH-PS reconhece todas as ações dos planos afluentes;

- Todos os esforços para construção dos planos afluentes foram determinados para a integração dos PBHs, PDRHs ao PIRH-PS e os resultados positivos destes esforços são visíveis no sentido da integração;
- O PIRH-PS no formato conforme apresentado, embora não seja no formato um “plano único de recursos hídricos” (haveria condições específicas de legislação que impediriam essa condição) pode ser considerado como um documento que representa a reunião de todas as estratégias de melhoria das condições de uso dos recursos hídricos na Bacia do Paraíba do Sul.

Um aspecto de relevância no contexto de operação do SGRH na BHPS situa-se no fato de uma mesma instituição cumprir as vezes de Entidade Delegatária (RJ) ou Equiparada (MG) para sete dos oito CBHs que operam na bacia (CEIVAP, mineiros e fluminenses). Não foram vislumbradas quaisquer dificuldades relacionadas a secretaria executiva paulista. Ainda assim, no caso de Minas Gerais a dificuldade de financiamento desta Entidade Equiparada, em virtude de o limite de aporte de recursos da cobrança ser de 7,5% e de não terem sido criados mecanismos para outras formas de suporte técnico/executivo dos CBHs pode representar dificuldades no ritmo que precisa ser dado para as ações dos planos específicos e ações integradas. Os PDRHs destes afluentes mineiros atentaram para o fato e previram, desde avaliações relativas a reavaliações da Cobrança (revisitação do modelo de cobrança e aumento de PPU) até a indicação de mecanismos que possam melhorar essa condição de apoio a realização das ações dos CBHs. O Decreto Estadual nº 48.160/2021 e a DN CERH-MG 68/2021 estabeleceram nova metodologia de cobrança para o estado de MG, bem como PPU. Os comitês continuaram com a autonomia para deliberar sobre a metodologia e preços públicos unitários e, em um prazo de 2 anos, deveriam indicar ao CERH metodologia própria ou adotar a metodologia proposta pelo estado. O CBH dos Rios Preto e Paraibuna (PS1) e o CBH dos Rios Pomba e Muriaé (PS2) adotaram a proposta do CERH através da DN CBH dos Rios Preto e Paraibuna nº 02/2024 e DN COMPÉ nº 162/2024, respectivamente.

Outra questão ainda a ser abordada, do ponto de vista da situação legal vigente na bacia, é a que trata da determinação de aplicação específica de recursos provenientes da arrecadação estadual nos afluentes fluminenses. A Lei Estadual/RJ Lei nº 10.017/2023 determina que no mínimo, 20% (vinte por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água incidente sobre o setor de saneamento serão obrigatoriamente aplicados

em saneamento básico, até que se atinja o percentual de 90% (noventa por cento) do esgoto coletado e tratado na respectiva Região Hidrográfica. Nas Regiões Hidrográficas, onde os serviços de esgotamento sanitário estiverem concedidos à iniciativa privada em todos os municípios que a integram, fica dispensada a vinculação do percentual acima referido, devendo-se os recursos serem aplicados em conformidade com as ações previstas nos Planos de Recursos Hídricos, priorizando-se as seguintes áreas: I - recuperação ambiental de rios, lagoas e áreas úmidas; II - reflorestamento das bacias hidrográficas, atuações de controle de erosão do solo e de intervenções de recarga da água subterrânea para infiltração das águas de chuva; III - saneamento rural em microbacias; IV - segurança hídrica; V - avaliação de vulnerabilidades e prevenção a eventos climáticos críticos; VI - monitoramento ambiental, hidrométrico e de qualidade de água dos rios, e por georreferenciamento do uso e ocupação do solo; VII - pagamento por serviço ambiental; VIII - educação ambiental; IX - soluções baseadas na natureza; X - reúso dos esgotos tratados; XI - reaproveitamento do lodo gerado pelo tratamento como biogás e composto orgânico; XII - elaboração de planos de adaptação, resiliência a migração frente as emergências climáticas; e XIII - fortalecimento de ações de combate à injustiça climática e ao racismo ambiental.

Embora o tratamento de esgotos seja uma prioridade determinada por todos os CBHs (CEIVAP e afluentes fluminenses), essa condição e o tamanho de sua especificidade no que se refere a “efluentes urbanos” determina dificuldade, por exemplo, na importante atuação em saneamento rural. Especialmente em áreas de mananciais, é sabido que o saneamento rural tem grande relevância para a melhoria das condições de qualidade da água. Neste contexto, deveria ser reavaliada a determinação legal. Por outro lado, fica reconhecido que essa reavaliação não é de alçada do SGRH e sim do poder legislativo dos estados.

Não menos importante, sob o ponto de vista dos aspectos de integração está o contexto das transposições de águas realizadas da bacia do rio Paraíba do Sul para o Sistema Guandu (geração de energia e abastecimento da RMRJ) e para o Sistema Cantareira (abastecimento da RMSP). A transposição para o sistema Guandu tem regras estipuladas pela Resolução ANA nº 211/2003. Neste caso, é inequívoca a compreensão da importância das transposições para o abastecimento público das duas maiores regiões metropolitanas do país, bem como a sua consolidação. Sob este aspecto, o quadro institucional vigente também já se mostrou robusto no sentido de alinhamento, ainda assim é importante reforçar

que devem ser mantidos abertos os canais de discussão relativos à operação dessas transposições bem como a aplicação de recursos provenientes da cobrança de modo que o assunto seja pacífico a todas as partes.

5.1.2 Instrumentos de gestão

Instituída pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Os instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), são (i) os Planos de Recursos Hídricos, (ii) o Enquadramento dos corpos de água em classes, (iii) a Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, (iv) a Cobrança pelo uso dos recursos hídricos e (v) o Sistema de Informações sobre recursos hídricos. Abaixo serão descritos cada instrumento.

5.1.2.1 Plano de Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos que definem diretrizes e ações para a bacia do Paraíba do Sul se dão na esfera federal e na esfera estadual dos três estados, e em cada um deles nas suas respectivas bacias afluentes.

5.1.2.1.1 PIRH-PS

O atual Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS foi aprovado em 14 de junho de 2021, conforme Deliberação CEIVAP nº 301/2021, sendo o ano de 2022 o primeiro ano de implementação do novo plano. Já havia uma versão anterior do PIRH-PS que havia elaborado um Diagnóstico. O propósito dessa nova versão foi de realizar a consolidação deste diagnóstico, e elaborar as etapas posteriores, de prognóstico e plano de ação, além de propor diretrizes e ações concretas para a resolução das lacunas detectados durante a elaboração do plano. Além disso, foi prevista a elaboração ou atualização dos planos de recursos hídricos das bacias afluentes mineiras e fluminenses, visando a garantir a integração dos instrumentos de planejamento e sinergia na operação e execução das ações. A contratação do PIRH-PS foi estruturada em três fases:

- Fase I: Complementação e finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS);

- Fase II: Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes mineiras e fluminenses;
- Fase III – Integração do PIRH-PS e dos Planos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes mineiras e fluminenses e a construção dos Manuais Operativos dos Planos (MOP), de forma conjunta.

Ao final de 2022 foi elaborado um relatório de Avaliação de Desempenho da Implementação do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Ano 1 2022 (CEIVAP, 2022a).

5.1.2.1.2 São Paulo

O plano de recursos hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, trecho paulista, foi o único que não foi elaborado na mesma contratação e por mesma empresa que elaborou o PIRH-PS e planos das bacias afluentes mineiras e fluminenses. O CBH-PS tinha uma contratação acontecendo em paralelo, porém, estavam inseridos no contexto da elaboração e do processo de articulação, discussões e pactuação do PIRH. Um exemplo é que parte dos dados e ações integradas do PIRH-PS foram inseridos no plano da porção paulista para garantir a integração. A última atualização do plano é de 2021, a Revisão e Atualização do Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL (2020-2023), cujo conteúdo pode ser acessado em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1VcPk8MT3YMNuLlyqSqpG79MmgrpFSf5su>.

O Estado de São Paulo possui uma deliberação própria que rege a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos, a deliberação CRH nº 146, de 11 de dezembro de 2012, que “Aprova os critérios, os prazos e os procedimentos para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica e do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.”.

5.1.2.1.3 Rio de Janeiro

A elaboração do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul foi iniciada em outubro de 2019 e a aprovação do Plano pelo Comitê Médio Paraíba do Sul ocorreu em Reunião Plenária no dia 24 de março de 2021, culminando na Resolução CBH-MPS nº 100, de 24 de março de 2021. Seu conteúdo pode ser acessado em:

http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arg_pubMidia_Processo_002-2018_PF05_MPS.pdf.

A elaboração do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Piabanha foi iniciada em outubro de 2019 e a aprovação do Plano pelo Comitê Piabanha ocorreu em Reunião Plenária no dia 26 de março de 2021, culminando na Resolução CBH-Piabanha nº 66, de 26 de março de 2021. Seu conteúdo pode ser acessado em:

<https://comitepiabanha.org.br/arquivos/artigos/465/1316/PF06%20%E2%80%93%20Resumo%20Executivo%20Plano%20de%20Bacia%20da%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20Piabanha.pdf>.

A elaboração do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Rio Dois Rios foi iniciada em outubro de 2019 e a aprovação do Plano pelo Comitê Rio Dois Rios ocorreu em Reunião Plenária no dia 04 de março de 2021, culminando na Resolução CBH-R2R nº 73, de 04 de março de 2021. Seu conteúdo pode ser acessado em:

http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arg_pubMidia_Processo_002-2018_PF05_R2R.pdf.

A elaboração do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana foi iniciada em outubro de 2019 e a aprovação do Plano pelo Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana ocorreu em Reunião Plenária no dia 05 de abril de 2021, culminando na Resolução CBH-BPSI nº 41, de 05 de abril de 2021. Seu conteúdo pode ser acessado em:

http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arg_pubMidia_Processo_002-2018_PF05_BPSI.pdf.

5.1.2.1.4 Minas Gerais

Os planos mineiros foram atualizados no mesmo contexto dos fluminenses, na Fase II do PIRH-PS, aprovados em 2021. E estão disponíveis nos endereços a seguir:

PS1: <https://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/PS1.pdf>

PS2: <https://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/COMPE.pdf>

Os comitês também apresentam uma avaliação da implementação dos seus planos, disponíveis nos endereços:

PS1: <https://www.pretoparaibuna.org.br/arquivos/planodiretor2022.pdf>

PS2: <https://www.compe.org.br/arquivos/planodiretor2022.pdf>

5.1.2.2 Outorga

Na bacia do Paraíba do Sul, a ANA tem atribuição de outorgar os recursos hídricos em águas de domínio federal, e para as águas estaduais cada órgão gestor é responsável pelas águas de seu respectivo estado.

São isentos da outorga o uso de recursos hídricos por pequenos núcleos populacionais rurais e as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes. Cada Unidade da Federação, e a União, definem seus critérios de usos insignificantes, estabelecida como de competência dos Comitês de Bacia. A proposta aprovada pelo CEIVAP para a bacia do rio Paraíba do Sul foi de fixação de um valor absoluto de uso insignificante, único, válido para toda a bacia, aplicado somente para a vazão de captação e derivação e estendido a todas as outras formas de uso, sugerido em 1,0 l/s. Em relação ao setor elétrico foi considerado insignificante os usos da água pelas usinas hidrelétricas produzindo até 1 MW. É ainda determinado que a outorga deve se condicionar às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e ao respeito ao enquadramento dos corpos de água.

5.1.2.3 Cobrança

A Cobrança na bacia do Paraíba do Sul é de responsabilidade da ANA, nos rios de dominialidade da União, e pelos respectivos estados, nos rios de dominialidade estadual.

A Tabela 5.4 apresenta uma síntese da cobrança e dos instrumentos legais em vigor, e em seguida é apresentado um panorama geral da situação da cobrança federal e estadual nos três estados.

Tabela 5.4. Cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP, 2021).

Domínio	Início	Proposta CBH	Aprovação Conselho	Decreto	Lei	Arrecadação	Aplicação
Águas da União	Mar. 2003	CEIVAP nº 218/14	CNRH nº 162/14	-	-	ANA	AGEVAP
RJ	Jan. 2004	-	CERHI/RJ nº 06/03	-	RJ nº 4.247/03 e 5.234/08	INEA	AGEVAP
SP	Jan. 2007	CBH-PS nº 05/06 e 07/06	CRH/SP nº 67/06	SP nº 51.450/06	-	DAEE	FEHIDRO/SP
MG	Nov. 2014	COMPÉ nº 37/14 CBH Preto e Paraibuna nº 02/14	CERH/MG nº 355/14	-	-	IGAM	AGEVAP

5.1.2.3.1 Domínio da União

Os atuais mecanismos e valores da cobrança estão estabelecidos na Deliberação CEIVAP nº 218/14 aprovada pela Resolução CNRH nº 162/14. São cobrados os usos de captação, consumo e lançamento de efluentes de usuários sujeitos à Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos com captação de água superior a 1,0 l/s.

A Deliberação CEIVAP nº 259/2018 atualizou o Preço Público Unitário (PPU), com aprovação dada pela Resolução CNRH nº 205/2018. A Tabela 5.5 apresenta um resumo dos valores cobrados, atualizados conforme Resolução ANA nº 172, de 20 de dezembro de 2023, que estabelece o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2024.

Tabela 5.5. Valores cobrados na bacia do Paraíba do Sul em rios de domínio da União

Tipos de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,0308
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,0616
Lançamento de efluentes	R\$/kg de DBO	0,2157

De acordo com as Resoluções ANA 210/02 e 327/04, os usuários foram convocados para se cadastrarem ou retificarem seus dados cadastrados. Os usuários que não efetuaram o cadastro são considerados ilegais e sujeitos às penalidades previstas na Lei nº 9.433/97. Inclusive usos menores que 1,0 l/s, que são considerados de pouca expressão e não estão sujeitos à Cobrança, devem se cadastrar.

Os valores arrecadados pela ANA são integralmente repassados à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP (Contrato nº 14/04), entidade delegatária escolhida pelo CEIVAP (Deliberação CEIVAP nº 58/06 e nº 227/15) e aprovada pelo CNRH (Resolução CNRH nº 59/06 e nº 167/15).

5.1.2.3.2 Domínio do Estado de São Paulo

Em rios de domínio do Estado de São Paulo, a cobrança é regida pela Lei 12.183/2005. Até o momento, só estão sujeitos à cobrança os usos urbanos e industriais, cuja regulamentação se deu pelo Decreto Estadual 50.667/2006. A Deliberação CRH nº 90, de dezembro de 2008, aprovou limites e condicionantes para a cobrança, fornecendo mais subsídios para a implantação deste instrumento de gestão.

Na bacia UGRHI 02 – Paraíba do Sul, trecho paulista, a cobrança é regida pela Deliberações CBH-PS 05/2006 e CBH-PS 07/2006, e aprovadas pela Deliberação CRH 67/2006 e pelo Decreto nº 51.450, de 29 de dezembro de 2006.

O valor total da cobrança pela utilização dos recursos hídricos, para um determinado período de cálculo, será obtido, para cada usuário, pela seguinte expressão:

$$C = PUF_{CAP} \cdot V_{CAP} + PUF_{CONS} \cdot V_{CONS} + PUF_{parâmetro(x)} \cdot Q_{parâmetro(x)}$$

onde:

C = Valor total cobrado (R\$);

V_{CAP} = volume total (m³) captado, derivado ou extraído, por uso, no período, em corpos d'água;

V_{CONS} = volume total (m³) consumido por uso, no período, decorrente de captação, derivação ou extração de água em corpos d'água;

$Q_{parâmetro(x)}$ = Valor médio da carga do parâmetro(x) em Kg presente no efluente final lançado, por lançamento, no período, em corpos d'água;

PUFs = Preços Unitários Finais equivalentes a cada variável considerada na fórmula da cobrança.

Tabela 5.6. Valores de PPU cobrados na bacia do Paraíba do Sul, trecho paulista

Tipo de uso	PPU	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	PPU_{cap}	R\$/m ³	0,01
Consumo de água bruta	PPU_{cons}	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica $DBO_{5,20}$	PPU_{DBO}	R\$/kg	0,07

5.1.2.3.3 Domínio do Estado de Rio de Janeiro

No estado do Rio de Janeiro, a cobrança pelo uso da água foi instituída pela Lei Estadual nº 4.247/2003, entrando em vigor a partir de 1º de janeiro de 2004.

Abaixo é apresentada a fórmula da cobrança pelo uso da água nas bacias afluentes fluminenses do Paraíba do Sul, bem como os valores do PPU vigentes para cada uma delas, na Tabela 5.7.

$$C = Q_{cap} \times K_0 \times PPU + Q_{con} \times PPU + Q_{lanç} \times (1 - K_2 \times K_3) \times PPU$$

Onde,

Q_{cap} = vazão captada (m^3/ano)

Q_{con} = vazão de consumo (m^3/ano)

$Q_{lanç}$ = vazão de lançamento (m^3/ano)

K_0 = fator de redução de preço

K_1 = coeficiente de consumo

K_2 = coeficiente do percentual de volume tratado pelo volume lançado

K_3 = coeficiente da eficiência de remoção da DBO

PPU = Preço Público Unitário ($R\$/m^3$)

Tabela 5.7. Valores de PPU cobrados nas bacias fluminenses afluentes do Paraíba do Sul

Setor	PPU ($R\$/m^3$)*			
	MPS	Piabanha	R2R	BPS
Saneamento, Indústria e outros	0,06595	0,06595	0,1055	0,06595
Agropecuária	0,00165	0,06595	0,00264	0,00165
Aquicultura	0,00132	0,06595	0,00211	0,00132

*Valores válidos a partir de 2024

5.1.2.3.4 Domínio do Estado de Minas Gerais

O Decreto Estadual nº 48.160/2021 e a DN CERH-MG 68/2021 estabeleceram nova metodologia de cobrança para o estado de MG, bem como PPU. Os comitês continuaram com a autonomia para deliberar sobre a metodologia e preços públicos unitários e, em um prazo de 2 anos, deveriam indicar ao CERH metodologia própria ou adotar a metodologia proposta pelo estado. O CBH dos Rios Preto e Paraibuna (PS1) e o CBH dos Rios Pomba e Muriaé (PS2) adotaram a proposta do CERH através da DN CBH dos Rios Preto e Paraibuna nº 02/2024 e DN COMPÉ nº 162/2024, respectivamente.

Os principais normativos que regem a cobrança no Estado são o Decreto Estadual nº 48.160/2021, a Portaria Igam nº 79/2021 e a DN CERH nº 68/2021. No estado de Minas Gerais, a implementação da cobrança ocorre de forma gradativa e teve início em 2010.

Na bacia do Rio Preto e Paraibuna (PS1) a cobrança é regida CBH dos Rios Preto e Paraibuna nº 02/2024.

Na bacia do Rio Pomba e Muriaé (PS2) a cobrança é regida pela Deliberação Normativa COMPÉ nº 162/2024.

A cobrança é formada por uma parcela de captação e uma de lançamento, com peculiaridades específicas de medição de vazão para cada setor. Para cada um destes volumes o valor cobrado é calculado multiplicando o valor do PPU (Tabela 5.8) pela vazão ou concentração, e diferenciados por zonas: I – Zona A: áreas de conflito (DAC) associadas a bacias de contribuição a cursos d’água de Classe Especial e Classe 1; II – Zona B: áreas de conflito (DAC); III – Zona C: bacias de contribuição a cursos d’água de Classe Especial e Classe 1 ou captação subterrânea; IV – Zona D: áreas não contempladas nas zonas anteriores.

Tabela 5.8. Valores de PPU cobrados nas bacias mineiras afluentes do Paraíba do Sul

Finalidade	Zona	PPU _{cap}	PPU _{lanç}
Abastecimento público	A	0,0339	0,0222
Abastecimento público	B	0,0339	0,0201
Abastecimento público	C	0,0339	0,0185
Abastecimento público	D	0,0339	0,1693
Agropecuária	A	0,0044	-
Agropecuária	B	0,0040	-
Agropecuária	C	0,0037	-
Agropecuária	D	0,0034	-
Demais finalidades	A	0,0444	0,2222
Demais finalidades	B	0,0402	0,2010
Demais finalidades	C	0,0370	0,1851
Demais finalidades	D	0,0339	0,1693

5.1.2.4 Enquadramento

O último instrumento apresentado na Política Nacional de Recursos Hídricos é o enquadramento, objeto deste projeto em desenvolvimento. O enquadramento de corpos hídricos em classes conforme usos preponderantes da água, tem o objetivo de garantir qualidade da água adequada aos usos mais exigentes de determinado corpo hídrico e reduzir os custos associados ao combate à poluição com a implantação de medidas preventivas contínuas. Este instrumento está diretamente relacionado com os demais instrumentos da PNRH.

Com a PNRH, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) instituiu e definiu diretrizes para o enquadramento por meio da Resolução CNRH nº 12/2000, posteriormente revogada pela Resolução CNRH nº 91/2008. Adicionalmente, a classificação de enquadramento é abordada na Resolução CONAMA nº 357/2005, que sofreu alterações pelas Resoluções nº 370/2006, nº 393/2007, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011.

O artigo 3º da Resolução CNRH nº 91/2008 define que a proposta de Enquadramento deve ser desenvolvida em consonância com o Plano de Recursos Hídricos e incluir diagnóstico e prognóstico da bacia, metas para as alternativas de Enquadramento e um programa de implementação.

O Enquadramento é uma ferramenta de planejamento sujeita a alterações ao longo do tempo, apoiada pelo monitoramento da qualidade da água e pela revisão dos Planos de Bacias Hidrográficas. Mudanças na qualidade da água podem levar à inclusão de novos parâmetros ou à alteração da classe de Enquadramento.

Conforme Contrato de Gestão nº 014/ANA/2004, para a bacia do rio Paraíba do Sul era necessário em 2020 elaborar proposta de diretrizes para o enquadramento dos corpos hídricos da bacia. Essa proposta foi apresentada dentro da contratação para a complementação e finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS), especificamente no Produto Parcial 4.2 – Diretrizes para os Instrumentos de Gestão (2019).

Salienta-se que, à luz da legislação atual (CONAMA 357/2005 e CNRH 91/2008) todos os enquadramentos da bacia necessitam de revisão. Nos próximos itens serão apresentadas

as informações referentes a cada processo de enquadramento no âmbito federal e estadual.

5.1.2.4.1 Domínio da União

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui um enquadramento antigo sem vigência que era pautado pela Portaria do Ministério de Interior (MINTER) n° 86/1981. Neste contexto, o enquadramento elaborado teve como subsídio as normativas apresentadas pelas bases legais de enquadramento da ANA disponibilizadas nos seguintes links:

- <http://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-legais.aspx> e;
- <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>.

Atualmente este dispositivo não está em vigor, uma vez que o enquadramento é realizado por meio do estabelecido na diretriz da Res. CNRH n° 91/2008 e na classificação do enquadramento prevista na Res. CONAMA n° 357/2005 alterada pelas Res. n° 370/2006, n° 393/2007, n° 397/2008, n° 410/2009, e n° 430/2011.

Os dispositivos legais que regem o enquadramento, em nível federal, estão apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9. Dispositivos legais que regulamentam o instrumento de Enquadramento no âmbito da União

Instrumento Normativo	Ementa
Lei Federal n° 9433/1997.	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 n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989
Resolução CONAMA n° 357/2005. Alterada pelas Resoluções n° 370/2006, n° 393/2007, n° 397/2008, n° 410/2009, e n° 430/2011.	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.
Resolução CONAMA n° 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
Resolução CNRH n° 91/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CNRH n° 141/2012	Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências.

Instrumento Normativo	Ementa
Resolução CNRH nº 181/2016	Aprova as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020.
Resolução CNRH nº 232/2022	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 e dá outras providências*.

* O Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 estabelece como meta de curto prazo (até o ano de 2026) ter o enquadramento aprovado dos rios de domínio da União da bacia do Rio Paraíba do Sul.

5.1.2.4.2 Domínio do Estado de São Paulo

Os corpos d'água superficiais da porção paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, possuem enquadramento vigente através do Decreto nº 10.755/1977 que “*dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá providências correlatas*”.

A classificação dos trechos teve como base o Decreto nº 8.468/1976 que, comparado à Res. CONAMA nº 357/2005, possui classificação dos usos estaduais semelhante aos dos usos federais. A tabela a seguir apresenta os trechos com suas respectivas classificações, de acordo com o Decreto nº 10755/1977.

Tabela 5.10. Enquadramento na porção paulista da bacia do Paraíba do Sul

Curso de Água	Trecho	Classificação
Tabuleta e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Benfica	Classe 1
Água Limpa e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o Rib. da Saudade	Classe 1
Benfica e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego da Tabuleta	Classe 1
Buenos ou Morenos e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão dos Guarulhos	Classe 1
Grande e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego Cachoeirão	Classe 1
Limeira e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Ronco	Classe 1
Lopes e afluentes ME	Cabeceiras – confluência com o córrego Goiabal	Classe 1
Ronco e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão da Limeira	Classe 1
Sertão e afluentes	Cabeceiras – cota 760m (Mun. Piquete)	Classe 1
Taquaral ou Peixe e afluentes	Cabeceiras – confluência com o rio Guaratinguetá	Classe 1
Buquira ou Ferrão e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o cór. da Bengala	Classe 1
Claro e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o córrego Curape	Classe 1
Cruzes e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o cór. da Cascata	Classe 1
Entupido e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego Bela Aurora	Classe 1

Curso de Água	Trecho	Classificação
Guaratinguetá e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Taquaral ou Peixe	Classe 1
Jacu e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o rib. do Braço	Classe 1
Jaguari e afluentes (exceto o rib. Araquara)	Cabeceiras – barragem (Mun. de Igaratá)	Classe 1
Paraíba do Sul e afluentes	Cabeceiras – barragem de Santa Branca	Classe 1
Piagui e afluentes MD	Cabeceiras – jusante da confluência com o córrego Caracol	Classe 1
Afluentes da margem esquerda do rio Piagui	Cabeceiras – jusante da confluência com o rio Batista	Classe 1
Afluentes da margem esquerda do rio Piquete	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Passa Vinte	Classe 1
Piracuama e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Machado	Classe 1
Aguada	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Minhoca	Cruzamento Dutra – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pontilhão	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Serimbura	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Vidoca	Classe 4
Chácara	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Colônia	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Lava-Pés	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Lones	Confluência cór. Goiabal - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Manuel Lito	Confluência cór. Tijuco - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Matadouro	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Moraes	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Motas	Confluência cór. dos Bicudos - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pinhão ou José Raimundo	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pitas	Cruzamento Dutra – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Putins	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Sá	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
São Gonçalo	Confluência rio das Pedras - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Tabuão	Confluência cór. Três Barras - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Vidoca	Confluência cór. das Águas Claras-confluência Paraíba do Sul	Classe 4

5.1.2.4.3 Domínio do Estado do Rio de Janeiro

Conforme informado pelo CEIVAP (2019), “o Estado do Rio de Janeiro não possui legislação específica de classificação das águas e enquadramento dos corpos hídricos estaduais”. O sistema de classificação utilizado anteriormente foi realizado em conformidade com a Res. CONAMA n° 20/1986, revogada pela Res. CONAMA n° 357/2005, que estabelecia que as águas doces sem enquadramento seriam consideradas como Classe 2. Mantém-se essa classificação, a exceção daquelas que apresentassem condições de qualidade atuais melhores, onde foi adotada classe mais rigorosa.

A Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) do Rio de Janeiro, estabeleceu exceções quanto à legislação existente na bacia. Estas são as diretrizes DZ101, DZ103 e DZ113, apresentadas na Tabela 5.11.

Tabela 5.11. Enquadramento na porção fluminense da bacia do Paraíba do Sul

N° da diretriz	Usos da água
DZ101	Definiu nove tipos de usos dos corpos hídricos do Estado, denominando-os como usos benéficos (abastecimento público, recreação, estético, conservação da fauna e flora marinhas, conservação da fauna e flora de água doce e atividades agropastoris, Abastecimento industrial, inclusive geração de energia, navegação e diluição de despejos).
DZ103	Classificou, segundo os usos benéficos, os cursos de água que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul no trecho entre a UHE de Funil e a barragem de Santa Cecília (à exceção do rio Paraíba do Sul), como parte do Sistema de Cadastro de Licenciamento de Atividades Poluidoras.
DZ113	Classificou o rio Paraíba do Sul no mesmo trecho considerado na Diretriz DZ113.

5.1.2.4.4 Domínio do Estado de Minas Gerais

Em Minas Gerais, o enquadramento das águas estaduais é pautado pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01/2008 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH-MG n° 06/2017, 07/2022 e 08/2022.

Os estudos para o enquadramento dos rios estaduais iniciaram em 1993. Dessa forma, a Deliberação Normativa COPAM n° 16/1996 enquadrou as águas estaduais da bacia do Paraibuna, tendo como base a Resolução CONAMA n° 20/1986 e a DN COPAM n°10/1986, atualmente revogada pela DNC COPAM/CERH-MG n° 01/2008.

No total foram enquadrados 99 trechos, divididos em 25 sub-bacias. As classes estabelecidas para os trechos mineiros englobam a Classe Especial, a Classe 1 e a Classe

2. A tabela a seguir apresenta os trechos com suas respectivas classificações, de acordo com o Decreto nº 10755/1977.

Tabela 5.12. Enquadramento na porção mineira da bacia do Paraíba do Sul

Curso de Água	Trecho	Classificação
São José	Cabeceiras – Conf. Rio Paraibuna	Especial
Zíper ou Zipê	Cabeceiras – Captação de Novas Dores do Paraibuna	Especial
Tabuões	Cabeceiras – Conf. Rio Paraibuna	Classe 1
Grota da Pedra	Cabeceiras – Captação de água de Ewbanck da Câmara	Especial
Estiva	Cabeceiras – Captação de água da Mendes Júnior	Classe 1
Estiva	Captação de água da Mendes Júnior - Conf. Rio Paraibuna	Classe 2
Boa Vista	Cabeceiras – Conf. Rio Paraibuna	Classe 1
Olaria	Cabeceiras – Conf. Rio Paraibuna	Classe 1
Aldeia	Cabeceiras – Travessia da estrada Municipal	Classe 1
Campo Grande	Cabeceiras – Trav. estrada B. Triunfo - Rep. João Penido	Classe 1
Espírito Santo	Cabeceiras – Captação de água de Juiz de Fora	Classe 1
Barriga Lisa	Cabeceiras – Conf. Cór. Igreja (sub-bacia cor. Igreja)	Classe 1
Burros	Cabeceiras – Conf. Rio Paraibuna	Classe 1
Rosas e afluentes	Cabeceiras – Foz	Classe 1
Milho Branco	Cabeceiras – Limite jusante da reserva de Sta. Cândida (sub-bacia do cór. Cachoeirinha)	Especial
Mata do Krambeck	Nascentes – Confluência com o rio Paraibuna	Especial
São Pedro	Nascentes – Captação de água da cidade de Juiz de Fora	Classe 1
Yungue	Afluentes da margem esquerda e direita	Classe 1
Poço D'Anta	Nascentes – Jus. Reserva Biológica Municipal de Poço D'Anta	Especial
São Fidélis	Nascentes – Confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Represa Velha	Nascentes - Corpo da represa de captação de Matias Barbosa.	Especial
Rio do Peixe	Nascentes - Confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Tabuão	Nascentes - Confluência com o rio do Peixe	Classe 1
Afl. ME cor. Chora	Nascentes - Barramento do açude de captação de Tabuão	Especial
Faz Sesmarias/ Pari	Nascentes - Captação de água da cidade de Olaria	Especial
Rosa Gomes	Nascentes - Confluência com o rio do Peixe	Classe 1
Morro Alto/Fundo	Nascentes - Captação do distrito de São Domingos da Bocaina	Especial
Sossego	Nascentes - Captação do Bairro Cruzeiro de Lima Duarte	Especial
Bom Retiro	Nascentes - Barramento da represa de captação de Lima Duarte	Especial

Curso de Água	Trecho	Classificação
Salto	Nascentes - Limite da jusante do Parque Estadual do Ibitipoca	Especial
Boa Vista	Nascentes - Ponto de captação de água do povoado de Manejo	Especial
Cachoeirinha/ Limeira	Nascentes - Ponto de captação de água do povoado de Orvalho	Especial
Vermelho	Nascentes - Parque Estadual do Parque Estadual do Ibitipoca	Especial
Bom Jardim	Nascentes - Captação de água do distrito de Campolide	Especial
Sem nome	Nascentes - Captação da cidade de Bias Fortes	Especial
Paíol	Nascentes - Futuro ponto de captação de água de Bias Fortes	Especial
Vital	Nascentes - Pontos de captação de água de Pedro Teixeira	Especial
Fundão	Nascentes - Barramento do açude de captação de Torreões	Especial
Capt. de Torreões	Nascentes - Ponto de captação de água de Torreões	Especial
Sem nome	Nascentes - Ponto de captação de água de Sta. Bárbara M Verde	Especial
Divino Esp. Santo	Nascentes - Confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Serra	Nascentes - Confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Açude Miragem	Nascentes - Barragem do açude de captação de Simão Pereira	Especial
Cambuni	Nascentes - Ponto da antiga captação (minas) de Simão Pereira	Especial
Cambuni	Pto. antiga captação(minas) de Simão Pereira – confl. Paraibuna	Classe 1
Afluentes rio Preto	Nascente- limite jusante da área do Parque Nacional de Itatiaia	Especial
Morro Cavado/Santa Clara	Jusante do Parque Nacional de Itatiaia - confluência rio Preto.	Classe 1
Acantilado	Jus. do Parque Nacional de Itatiaia - confluência rio Preto	Classe 1
Prata	Nascentes - ponto de captação do distrito de Mirantão	Especial
Prata	Ponto de captação do distrito de Mirantão - confl. rio Preto	Classe 1
Passa-Vinte Novo	Nascentes até as captações de água da cidade de Passa-Vinte	Especial
Passa-Vinte Novo	Captações de água de Passa-Vinte - confluência rio Preto	Classe 1
Xixio ou Boa Vista	Nascentes - captações de água da cidade de Passa Vinte	Especial
Xixio ou Boa Vista / Ribeirão da Onça	Captações de água da cidade de Passa-Vinte até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Jacutinga / Bananal	Nascentes - confluência com o rio Preto	Classe 1
Morro do Mineiro / Bananal	Nascentes até as captações de água do Morro do Mineiro da cidade de Santa Rita do Jacutinga	Especial

Curso de Água	Trecho	Classificação
Afluentes Areião/ cap. Lagartinho	Nascentes - captações de água de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Afl. ME Papagaio / capt. Papagaio	Nascentes - captações de água de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Afl. ME Jacutinga / Serra da Candonga	Nascentes até as captações de água da cidade de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Pirapetinga	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Captação Itaboca	Nascentes até o ponto de captação de água do distrito de Itaboca	Especial
Santa Clara	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Barro Branco / São Lourenço	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Pedras	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
José do Lili	Nascentes até a captação de água da cidade de Rio Preto	Especial
José do Lili	Captação de água da cidade de Rio Preto - confluência rio Preto	Classe 1
Posto Agropecuário	Nascentes até as captações de água da cidade de Rio Preto	Especial
Posto Agropecuário	Captações de água da cidade de Rio Preto até a confluência com o rio Preto	Classe 1
S. Ant. das Varejas	Nascentes - barramento do açude de captação de Rio Preto	Especial
S. Ant. das Varejas	Barramento do açude de captação de Rio Preto - conf. rio Preto	Classe 1
Conceição / Funil/ Santana	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Cap. S.B.M. Verde	Nascentes - captação de água de Sta Bárbara do Monte Verde	Especial
Conceição/Saudade	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Distrito de Porto das Flores	Nascentes até as captações de água do distrito	Especial
Distrito de Porto das Flores	Captações de água do distrito até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Distrito de Porto das Flores	Nascentes até o ponto de captação de água do distrito de Porto das Flores	Especial
Distrito de Porto das Flores	Ponto de captação de água do distrito até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Vargem ou Guilherme	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Faz. do José Alves	Nascentes - ponto da captação de água do distrito de Três Ilhas	Especial
Constituição / Bom Jardim/Sto. Antônio	Nascentes até a confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Rio Cágado	Nascentes até a confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Mansur / Barra	Nascentes até as captações de água da cidade de Chácara	Especial
Roncador / Pintos	Nascentes até a captação de água da cidade de Chácara	Especial

Curso de Água	Trecho	Classificação
Brás / Chácara	Nascentes até a captação de água da cidade de Chácara	Especial
Ricalex/ S. Marcos	Nascentes até a captação de água do distrito de Sarandira	Especial
Cachoeirinha/ São Marcos	Nascentes até a captação de água da cidade de Sarandira	Especial
São Pedro	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
São Manuel	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
Contendas / Maripá/ Saracura/Esp. Santo	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
Água Mineral da Fonte	Povoado de Sarandi	Especial
Triste Vida	Nascentes - ponto da futura captação de Senador Cortes	Especial
Captações Distrito de Engenho Novo	Nascentes até as captações de água do distrito	Especial
Serrote	Nascentes - captações de água de Mar de Espanha	Especial
Lulu	Nascentes - captação de água de Mar de Espanha	Especial
Estação Ecológica Mar de Espanha	Nascentes até o limite jusante da Estação Ecológica	Especial
Mina da Cachoeirinha	Nascentes até a captação de água do distrito de Saudade	Especial
Cap. Dist. Saudade	Nascentes - barramento do açude de captação do distrito	Especial
Captação de Santana do Deserto	Nascentes até as captações atual e potencial (braço direito) de água da cidade de Santana do Deserto	Especial
Recreio da Serra	Nascentes – pto. de captação (potencial) de Santana do Deserto	Especial

A metodologia utilizada no processo de enquadramento foi realizada por meio de três fases, a saber: (i) classificação e enquadramento; e (ii) avaliação da condição atual e efetivação do enquadramento. O estudo base utilizado foi o chamado "Bacia do rio Paraíba - Enquadramento das Águas. Fase I - Proposta de Enquadramento".

O Art. 4º da DN COPAM nº 16/1996 instituiu a Comissão de Enquadramento da Bacia do Rio Paraíba, cuja tarefa seria providenciar a avaliação da condição da qualidade das águas e propor medidas para a efetivação do enquadramento no prazo de 02 (dois) anos hidrológicos, contados da data da publicação da deliberação. A interpretação inicial era de que a não execução do disposto no Art. 4º, no Plano de Recursos Hídricos Consolidado de 2007, desconsiderava o enquadramento instituído pela DN COPAM 016/1996. Segundo esse estudo, o enquadramento válido para os afluentes mineiros seria o determinado no Art. 42 da Resolução CONAMA nº 357: Classe 2 para todas as águas doces enquanto não feitos os enquadramentos pelos órgãos competentes. Porém, compreende-se que esta foi

uma interpretação equivocada do enquadramento. Na Deliberação Normativa COPAM nº 16/1996 não há nenhuma citação ou artigo definindo que no não cumprimento do Artigo 4º, a Deliberação torna-se revogada. Ou seja, ela permanece vigente.

Destaca-se que, segundo o Art. 14 da referida legislação, “os trechos dos cursos de águas superficiais já enquadrados com base na legislação anterior à data de publicação desta Deliberação deverão ser revistos para posterior encaminhamento e aprovação do Comitê de Bacia Hidrográfica e do CERH”.

Recentemente, a DN CERH/COPAM 07/2022 determinou que a revisão do enquadramento de corpos de água já enquadrados nas classes Especial e 1 somente poderá ocorrer quando for realizado estudo amplo e conclusivo de toda a bacia, apresentando detalhamento para os trechos enquadrados. Este estudo deverá apresentar justificativa de inviabilidade técnica e/ou financeira de manutenção do enquadramento das classes Especial e 1 em vigência para os corpos hídricos.

5.1.2.5 Sistemas de Informação

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos consiste em um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

O Sistema de Informações Geográficas e Ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SIGA CEIVAP tem como objetivo principal auxiliar a tomada de decisão no processo de gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul. As informações ficam disponíveis na página do SIGA, disponível no seguinte endereço: <http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/saibaMais>, e é distribuída nos seguintes tópicos:

- Sala de Situação: permite acompanhar a vazão e nível dos reservatórios e dos 21 pontos de monitoramento da Bacia do Rio Paraíba do Sul, com informações atualizadas diariamente e automaticamente na medida em que os dados são publicados pela ANA. Também estão disponíveis nesta área, os relatórios diários e semanais dos reservatórios, um link para acessar outros dados de telemetria na página web da ANA, informações de previsão do tempo para cada município da bacia e outros links importantes.
- Balanço Hídrico: permite visualizar a situação da bacia em termos de quantidade e qualidade da água por trecho de rio. Os dados apresentados nesta seção foram

gerados no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

- Observatório: estão disponibilizadas informações e indicadores sobre os municípios e sobre toda a bacia de forma simples e intuitiva. Para verificar a lista de informações disponíveis, o usuário poderá definir os níveis de consulta a partir de um Município, Comitê, Estado ou Bacia.
- SIGA WEB: compõe um banco de dados espaciais e cartográficos com grande volume de dados sobre a Bacia do Rio Paraíba do Sul.
- Publicações: nesta seção, o usuário pode verificar os relatórios de projetos desenvolvidos no âmbito da bacia financiados com recursos dos comitês.
- Projetos: estão disponibilizados alguns relatórios de acompanhamento do Plano de Aplicação Plurianual – PAP, dos projetos executados por Comitê e fichas detalhadas com todas as informações de cada projeto realizado.

Cada estado possui sua própria base de dados disponibilizada em sistemas específicos:

- O Estado de São Paulo possui o portal do Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH) e o Infoáguas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).
- O Estado de Minas Gerais possui a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), de responsabilidade da Gerência de Informação em Recursos Hídricos pertencente ao IGAM (GEIRH/IGAM);
- O Estado do Rio de Janeiro possui o GeoINEA, de responsabilidade do Instituto Estadual de Ambiente (INEA);
- O CEIVAP conta com seu próprio sistema de informações com objetivo de auxiliar a tomada de decisão no processo de gestão, através de um conjunto de soluções que subsidiem o monitoramento e acompanhamento dos dados das estações hidrológicas e meteorológicas, facilitem a criação e atualização de dados e informações existentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (SIGA-CEIVAP). O SIGA-CEIVAP atende também aos comitês afluentes, cada um deles possui uma página específica com informações.

- O CBH-R2R possui o seu próprio sistema de informações, separado do SIGA-CEIVAP, intitulado Geoportal R2R, disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=f57c1a0617d14271858e91d7c999d38c>.

5.2 Políticas, planos e programas existentes

A seguir são apresentadas políticas, planos e programas locais e regionais existentes identificados no contexto da bacia do Paraíba do Sul e bacias afluentes. Este capítulo visa apresentar um panorama dessas iniciativas, destacando seus objetivos, estratégias e resultados até o momento.

5.2.1 Programa Mananciais

O Programa Mananciais tem como foco o desenvolvimento e implementação de medidas voltadas para aumentar a disponibilidade de água e melhorar a qualidade das águas no rio Paraíba do Sul e em seus tributários. A principal meta do programa é proteger, preservar, restaurar, ampliar e garantir a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais para preservar a qualidade e regular a disponibilidade de água em mananciais importantes na bacia. Este programa é caracterizado por sua abordagem inclusiva e participativa, buscando assegurar o bem-estar humano, a segurança hídrica e a saúde dos ecossistemas relacionados à água em uma perspectiva de médio e longo prazo.

O programa é estruturado em Projetos Participativos de Incremento de Serviços Ambientais na Microbacia Alvo (PRISMAs), o principal instrumento do Programa Mananciais do CEIVAP. Consistem em projetos a nível executivo, elaborados de forma participativa com a comunidade, para diagnóstico e priorização de intervenções nas microbacias-alvos.

Os PRISMAs contemplam intervenções – obras e serviços a serem executados na microbacia alvo – divididas nas seguintes categorias:

- Intervenções para conservação dos serviços ecossistêmicos, que incluem cercamento, prevenção à incêndios, controle de espécies invasoras.
- Intervenções para recuperação dos serviços ecossistêmicos, que são as práticas mecânicas de conservação do solo, práticas edáficas de conservação do solo, manejo de pastagens, integração lavoura pecuária e floresta, práticas vegetativas de conservação do solo, recomposição da vegetação nativa.

- Intervenções para desenvolvimento territorial, que englobam o saneamento rural, criação de RPPNs, Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), certificação de produtos agroflorestais, uso racional da água na produção agropecuária.

Tabela 5.13. PRISMAs do Programa Mananciais do Primeiro Ciclo.

Comitê	Microbacia Alvo	Município em que se localiza	PRISMA
CBH-R2R	Barracão dos Mendes	Nova Friburgo/RJ	PRISMA Barracão dos Mendes
CBH-PS	Alto curso do rio Vermelho	Areias/SP	PRISMA alto curso do rio Vermelho
CBH-MPS	Alto curso do rio das Flores	Barra do Piraí/RJ	PRISMA alto curso do rio das Flores
CBH-PIAB	Rio Vieira	Teresópolis/RJ	PRISMA Rio Vieira
CBH-BPSI	Baixo curso do Rio Preto	Campos dos Goytacazes/RJ	PRISMA baixo curso do Rio Preto
CBH-PP	Córrego do Zíper (Samambaia)	Santos Dumont/MG	PRISMA Córrego do Zíper (Samambaia)
COMPÉ	Ribeirão Água Limpa	Palma/MG	PRISMA Água Limpa

As águas superficiais das 07 (sete) microbacias contempladas com o Programa Mananciais são permanentemente monitoradas a partir da avaliação de 12 (doze) indicadores quali-quantitativos das águas.

Os atores-chave do programa são:

- **CEIVAP:** Atua como um comitê de integração, financiando e mobilizando a execução do Programa.
- **CBHs Afluentes:** São os 7 sete Comitês de Bacia Hidrográfica afluentes do Rio Paraíba do Sul, co-financiadores e incentivadores do Programa.
- **Secretaria Executiva:** Formado pela AGEVAP e pela empresa Água e Solo, esta última contratada por meio de licitação pública para atuar neste programa, tem a função de planejar e coordenar a implantação do Programa, elaborando os PRISMAs.
- **Coletivo de Proprietários e Proprietários de Terra:** Coletivo de proprietárias e proprietários de terras, famílias posseiras, produtores rurais, famílias assentadas da reforma agrária, comunidades tradicionais, moradores, veranistas, entre outros, que constituem a comunidade da microbacia que atua voluntariamente na elaboração dos PRISMAs, no acompanhamento da execução das intervenções, avaliação dos resultados e no engajamento para continuidade das ações.

- **Executora de Obras:** Empresa contratada por licitação pública para a execução de serviços e obras de intervenção definidos nos PRISMAs.
- **Gerenciadora de Obras:** Empresa contratada por licitação pública para a fiscalização e acompanhamento da execução de serviços e obras de intervenção definidos nos PRISMAs.
- **Parceiros e apoiadores do Projeto:** São os parceiros formais da implantação local do Programa Mananciais, como as Prefeituras Municipais, os órgãos de Assistência Técnica e Extensão Rural, Universidades e centros de ensino e pesquisa, ONGs, empresas privadas, entre outros.

O programa se encontra em fase de execução das ações levantadas nas 7 microbacias selecionadas para o primeiro ciclo das intervenções.

5.2.2 Programa Protratar - Programa de Tratamento de Águas Residuárias

O CEIVAP aprovou a Deliberação CEIVAP nº 263/2018, de 18 de outubro de 2018, que trata do Programa de Tratamento de Águas Residuárias - PROTRATAR, estabelecendo-o como um programa contínuo do CEIVAP. O objetivo principal do Programa é fornecer recursos para a instalação, implementação e expansão de sistemas de esgotamento sanitário em municípios localizados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, visando a redução dos níveis de poluição hídrica observados na região.

Os sistemas de esgotamento sanitário podem incluir rede coletora, estações elevatórias, linhas de recalque, coletores-tronco, interceptores, emissários e estações de tratamento, com a condição de terem funcionalidade para reduzir a carga poluidora nos corpos hídricos da bacia. Esses sistemas devem ser coletivos, públicos e localizados em áreas urbanas.

O público-alvo são municípios ou consórcios de municípios na bacia do rio Paraíba do Sul, onde os serviços públicos de esgotamento sanitário são administrados diretamente pela administração municipal (departamentos e secretarias) ou pela administração indireta (autarquia ou empresa pública municipal). Municípios atendidos por concessionárias estaduais, privadas ou por outros instrumentos jurídicos também podem participar, desde que busquem recursos para atender distritos urbanos fora da área de concessão.

A implementação e/ou ampliação dos sistemas de esgotamento sanitário operados diretamente pelos municípios ou por meio de autarquias ou empresas públicas municipais

são financiadas com recursos não-reembolsáveis do CEIVAP, junto com a contrapartida a ser fornecida pelos beneficiários dos recursos.

Para executar os projetos com recursos do PROTRATAR, os beneficiários devem contribuir com contrapartida financeira, conforme o tamanho do município, com valores estabelecidos nos editais. Esses valores são mínimos, mas é permitido que comitês estaduais afluentes contribuam para apoiar os municípios inscritos, substituindo ou somando à contrapartida obrigatória do município.

O PROTRATAR tem relação direta com o instrumento enquadramento, visto que, as ações aplicadas no âmbito do programa alteram a qualidade da água dos corpos hídricos, o que por consequência, poderá alterar os usos e restrições. Sendo assim, é fundamental que exista interlocução com os atores envolvidos no desenvolvimento do Programa para construção da proposta de enquadramento.

O PIRH-PS definiu uma lista de municípios nos quais havia situação crítica em termos de qualidade da água, e nos quais considerava-se prioritário o direcionamento de investimentos em saneamento. Os estudos do PIRH-PS deram origem a uma lista de 92 municípios inseridos na bacia, considerados prioritários para investimento em saneamento. Destes 92 municípios, 22 tem suas sedes situadas em Áreas Sujeitas à Restrição de Uso com situação crítica quali-quantitativa (segundo grau de prioridade). Sendo assim, aos municípios enquadrados no segundo grau de prioridade, será atribuída nota 10 (dez), tendo em vista que representam regiões com baixos índices de tratamento de esgotos. Aos 70 municípios enquadrados como primeiro grau de prioridade, será atribuída a nota 5 (cinco). Aos demais municípios da bacia, será atribuída nota 0 (zero). Na conclusão do enquadramento da BHPS serão revisados os critérios utilizados.

Os atores-chave do Programa são:

- **CEIVAP:** Financiador, articulador político das ações; e suporte ao acompanhamento da efetividade das ações.
- **AGEVAP:** Entidade gestora e disciplinadora durante todo o processo, desde a habilitação, análise técnica, e hierarquização, assim como no acompanhamento da implantação, implementação ou ampliação do empreendimento e monitoramento da efetividade das ações.
- **ANA:** Entidade superior na gestão de recursos hídricos.

- **Órgãos gestores estaduais:** Responsáveis pela gestão ambiental e de recursos hídricos, conforme as políticas de cada estado.
- **Agentes executores e/ou beneficiários:** Os prestadores municipais de serviços públicos de esgotamento sanitário integrantes da administração pública municipal, legalmente constituídos e detentores das competências para realização de serviços de infraestrutura e instalações assim como agentes operacionais dos sistemas de coleta, afastamento, tratamento dos esgotos sanitários e a disposição final do lodo gerado no processo de tratamento, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio.
- **Proponentes, agentes executores e/ou beneficiários:** Os municípios, titulares dos serviços públicos de esgotamento sanitário, representantes do poder público, responsáveis pela organização, regulação, fiscalização e prestação desses serviços, nos termos do art. 175 da constituição federal, bem como consórcios públicos.
- **Instituições reguladoras dos serviços públicos de saneamento básico, representantes do poder público:** Responsáveis pela regulação e fiscalização desses serviços, nos termos da Lei Federal nº 11.445/2007 e da Lei Federal nº 14.026/2020;
- **Caixa Econômica Federal:** Agente financeiro e operador do programa;
- **Comitês afluentes:** Auxiliam na divulgação e podem aportar recursos para podem aportar recursos para auxiliar os municípios com a contrapartida municipal exigida pelo programa.

5.2.3 Programa Monitorar - Programa de Monitoramento Hidrológico Quali-quantitativo do CEIVAP

O Programa MONITORAR CEIVAP possui como objetivo geral o fortalecimento e estruturação do monitoramento hidrológico na esfera de atuação do CEIVAP, através de apoio técnico-administrativo e financeiro aos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, para que realizem o monitoramento sistemático da qualidade e quantidade das águas superficiais, em pontos considerados estratégicos para a bacia hidrográfica, e dando publicidade aos dados por meio de elementos consistidos e relatórios, portanto, gerando informações valiosas para a criação de ferramentas de controle e de tomada de decisões

no âmbito da bacia hidrográfica, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos e ainda:

- Melhorar o conhecimento sobre a situação da disponibilidade hídrica. Qualidade e quantidade superficial da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
- Funcionar, indiretamente, como um indicador da eficácia das ações do Comitê que visam a melhoria da realidade ambiental com foco em aumento da oferta e qualidade dos recursos hídricos;
- Proporcionar a integração dos entes envolvidos, a fim de criar uma rede de monitoramento hidrológico voltada para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, apoiando o monitoramento hidrológico no âmbito estadual;
- Aumentar a confiabilidade das informações de qualidade e quantidade de água;
- Contribuir para a implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA, na esfera de atuação do CEIVAP.
- Contribuir para a gestão sistemática dos recursos hídricos;
- Colaborar com a padronização dos critérios e métodos de monitoramento de qualidade de água no nível da bacia hidrográfica;
- Obter e divulgar as informações sobre a qualidade e quantidade das águas superficiais.

Tem como objetivos específicos:

- Ser um Programa perene, no horizonte de planejamento do Plano de Recursos Hídricos, com ciclos de 5 anos;
- Auxiliar na sustentabilidade financeira do sistema de monitoramento definido;
- Gerar uma base de dados comparável capaz de servir de parâmetro para a tomada de decisão em situações diversas como, por exemplo, de crise hídrica;
- Divulgar os dados a toda a sociedade sobre a qualidade e quantidade das águas superficiais da bacia hidrográfica;
- Calcular Índices de Qualidade da Água no nível da bacia hidrográfica a partir dos dados obtidos nas esferas estaduais.

Na Figura 5.3 estão apresentados os pontos de monitoramento contemplados no 1º ciclo do Programa.

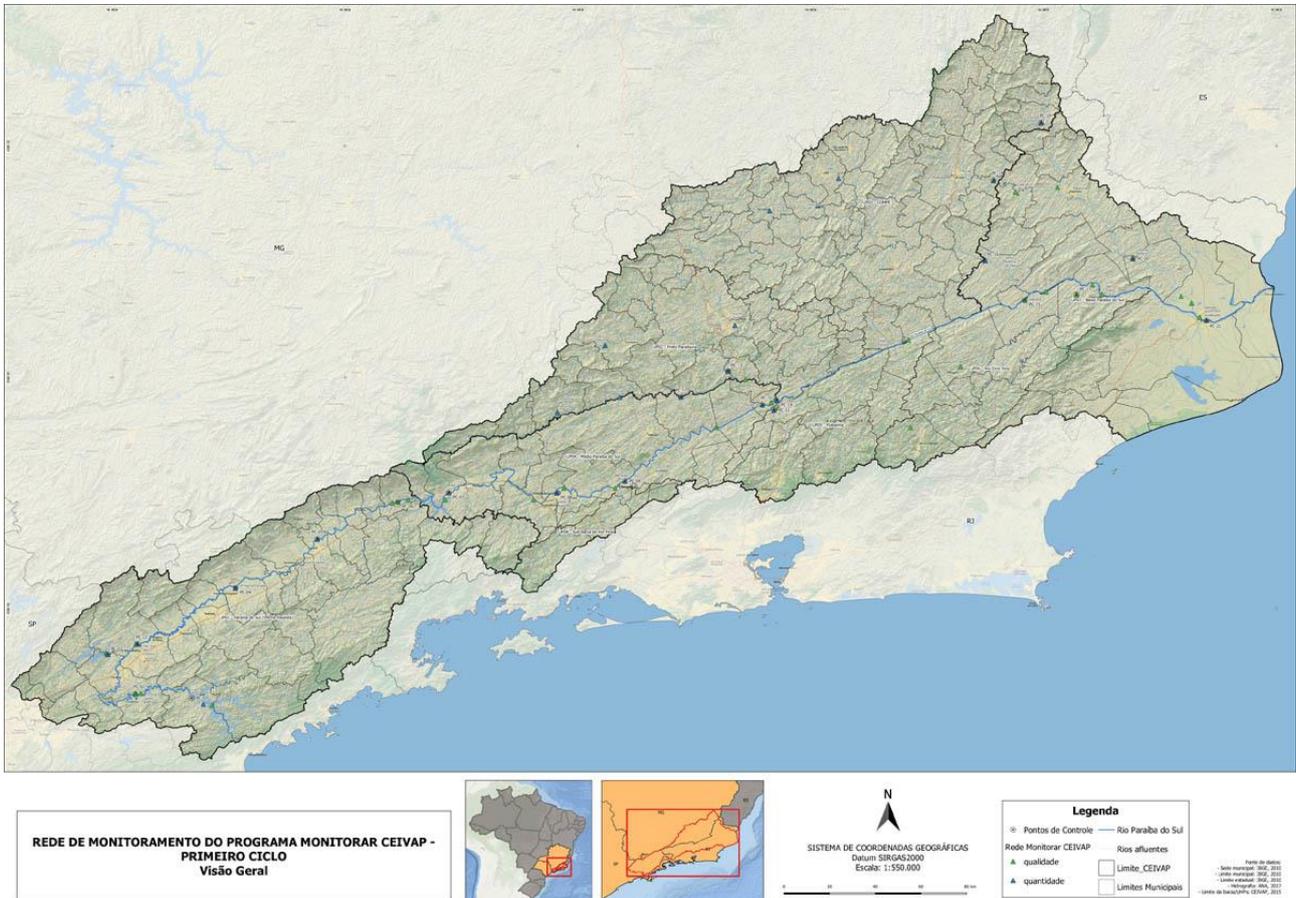


Figura 5.3. Pontos de monitoramento contemplados no Programa Monitorar (CEIVAP, 2024b).

Para o trecho fluminense, novo ciclo do programa está em fase de inventário a partir de contratação realizada pela AGEVAP, para SP está na fase de definições do modelo e para MG foi definido que será aguardado o redimensionamento da rede, que inclusive será um resultado atrelado ao Enquadramento. A Figura 5.4 apresenta a localização dos pontos para o trecho fluminense.

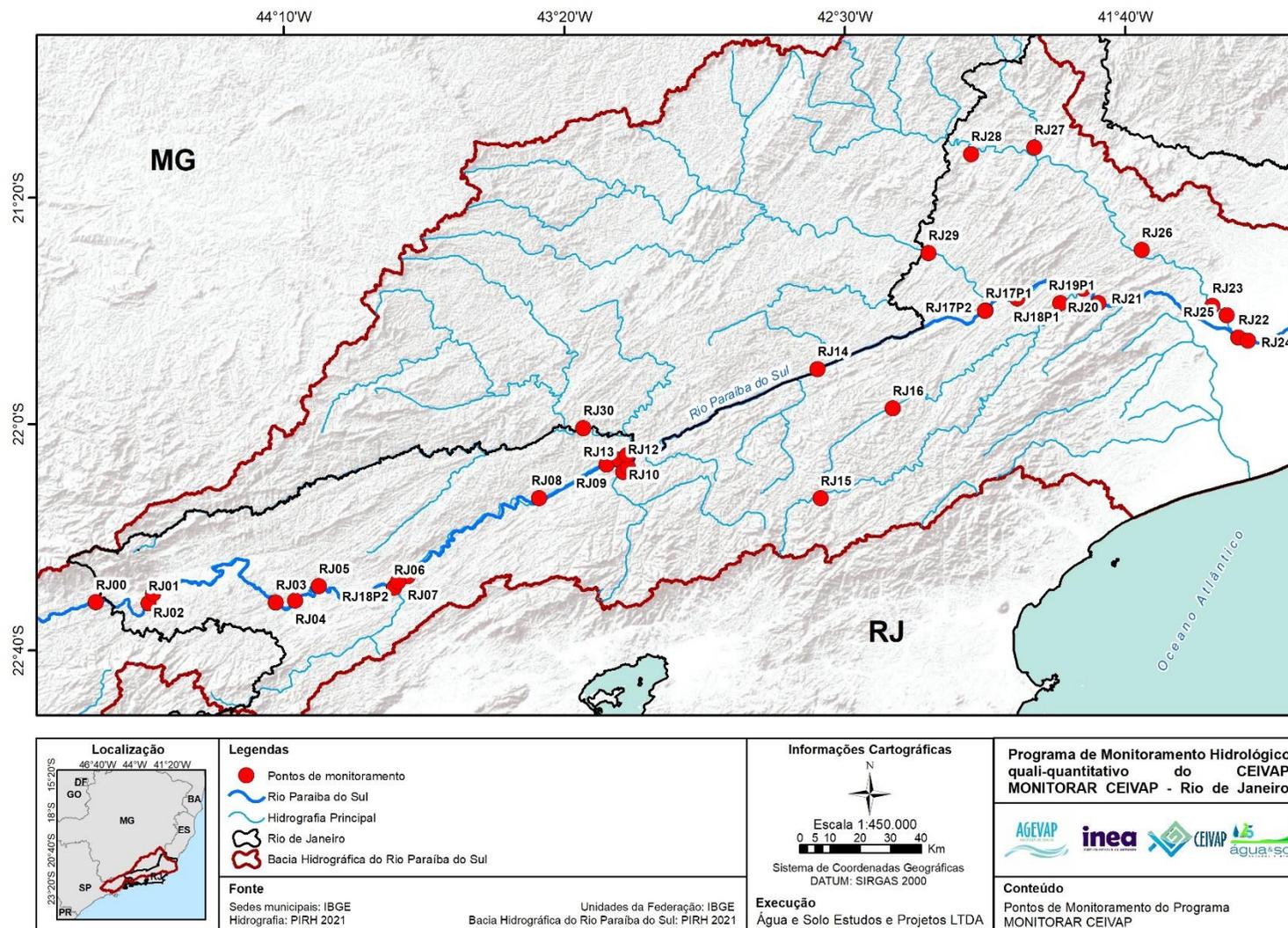


Figura 5.4. Pontos de monitoramento contemplados no Programa Monitorar ciclo 2024-2026. (CEIVAP, 2024).

Os atores-chave do programa são:

- **CEIVAP:** É responsável pelo acompanhamento do programa através de um grupo específico, atuando como agente financiador de parte do programa. Este comitê também se beneficia dos dados e informações coletados, que são essenciais para auxiliar nas decisões relacionadas à bacia hidrográfica.
- **AGEVAP:** Tem um papel central na coordenação e acompanhamento do programa. Ela é responsável por aprovar relatórios, autorizar repasses e pagamentos, e consolidar as informações geradas. Além disso, a AGEVAP calcula o Índice de Qualidade da Água (IQA) no nível da bacia hidrográfica, utilizando informações obtidas pelos órgãos gestores estaduais. Esta associação também é encarregada de divulgar as informações no SIGA CEIVAP, orientar os órgãos gestores na elaboração dos Planos de Trabalho e Relatórios, propor ajustes na rede de monitoramento, e reportar ao CEIVAP quaisquer questões omissas.
- **ANA:** Participa do programa fornecendo apoio técnico, contribuindo com sua expertise para o sucesso das iniciativas.
- **Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais:** têm um papel ativo e multifacetado. São responsáveis por elaborar o Plano de Trabalho das atividades, realizar inventários da situação dos pontos de monitoramento, incluindo estações hidrometeorológicas, e avaliar a necessidade de realocação desses pontos. Além disso, esses órgãos devem realizar relatórios trimestrais com os dados coletados, operar o sistema de monitoramento hidrológico, garantir a segurança e a manutenção das infraestruturas de monitoramento, adquirir equipamentos e insumos necessários, e integrar as informações produzidas ao Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e aos Sistemas Estaduais. Eles também devem assegurar que os pontos monitorados mantenham um percentual de operacionalização satisfatório, auxiliar a AGEVAP na disponibilização dos dados para a elaboração do IQA da bacia e em questões de monitoramento hidrológico.

5.2.4 Plano e Programa de Educação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (PPEA)

O Plano e Programa de Educação Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul – PPEA CEIVAP têm por objetivo consolidar a educação ambiental como vetor de transformações

positivas na Bacia e propiciar, em virtude disso, a segurança hídrica com a recuperação da qualidade e quantidade da água.

No SIGA CEIVAP, os projetos de Educação Ambiental cadastrados no decorrer da elaboração do PPEA, estão disponíveis de forma georreferenciada.

No Diagnóstico do PPEA foram levantadas diversas iniciativas relacionadas a educação ambiental ocorrendo no âmbito da bacia do Paraíba do Sul.

Os atores de educação ambiental identificados ao longo da elaboração do PPEA podem se envolver e apoiar as ações do CEIVAP de diversas formas, sendo apoio institucional, cofinanciamento, disseminação de informações sobre a bacia junto à rede de contatos, entre outras possibilidades. Os atores foram classificados em relação ao grau de articulação com o PPEA-CEIVAP, apresentados na Figura 5.5.



Figura 5.5. Grau de articulação dos atores com o PPEA-CEIVAP. Fonte: CEIVAP (2022b)

5.2.5 Plano de Gerenciamento de Risco - PGR

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul apresenta situações ou atividades de riscos que podem acarretar impactos negativos para o meio ambiente e população residente, assim, podem ser identificados impactos causados por atividades antrópicas e/ou por desastres naturais.

Diante disso, o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP, em atendimento ao Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica

do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS, elaborou o Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

A elaboração do PGR foi necessária de forma a obter um diagnóstico das áreas com relação aos riscos, bem como o detalhamento das medidas necessárias para evitar e prevenir sua ocorrência ou agir em casos de situação de desastres.

Dentro do escopo da contratação estava previsto o levantamento de dados e estudos realizados na área de abrangência da bacia, a análise dos eventos críticos e suas probabilidades, o dimensionamento dos impactos e definição de áreas de ocorrência, a matriz de probabilidade de ocorrência, o plano de contingência, a matriz de responsabilidades e o plano de gerenciamento de risco consolidado.

Todas as discussões relacionadas ao PGR foram realizadas no âmbito do Grupo de Trabalho do Plano de Gerenciamento de Riscos – GTPGR, criado pela Deliberação CEIVAP nº 280/2020, sendo o grupo composto por diversos atores técnicos indicados por suas instituições, com objetivo de opinar e oferecer subsídios quanto à análise dos produtos apresentados.

Por ser o primeiro Plano de Gerenciamento de Risco para uma bacia hidrográfica, e considerando a magnitude da área de abrangência da bacia do Paraíba do Sul, fez-se necessário o desenvolvimento de novas metodologias e algumas adequações para a elaboração deste estudo tendo em vista as bases de dados disponíveis. Os produtos elaborados foram:

- Plano de trabalho consolidado
- Levantamento de dados e interface com ferramentas e procedimentos existentes
- Análise de eventos críticos e probabilidade de ocorrência
- Dimensionamento dos impactos e definição de áreas de ocorrência
- Matriz de probabilidade de ocorrência
- Plano de contingência
- Matriz de responsabilidade
- Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado
- Atlas de Risco da Bacia do Rio Paraíba do Sul

5.2.6 Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI)

O PMDI estabelece objetivos e diretrizes estratégicas para o Estado de Minas Gerais, que se estendem aos planos de curto e médio prazo (tal qual o Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG) e articula, por sua concepção abrangente, as ações e programas formulados pelos órgãos do Governo, de modo a conferir coerência aos processos decisórios e níveis satisfatórios de coordenação e integração de determinado projeto político.

O PMDI é um plano de desenvolvimento geral do Estado, não focado especificamente em recursos hídricos ou meio ambiente. Na sua última atualização, o PMDI 2019-2030 traz como objetivo estratégico relacionado aos recursos hídricos o seu objetivo nº 4. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos Ecossistemas, que possui dois indicadores:

- Razão entre áreas restauradas/conservadas em relação às áreas suprimidas: (Total de áreas conservadas ou restauradas) / (Total de áreas suprimidas);
- Índice de Qualidade da Água nas bacias do estado de Minas Gerais: O indicador corresponde ao cálculo do percentual do número estações de monitoramento que apresentaram Índice de Qualidade da Água (IQA) maior que 70 (classes do IQA Bom e Excelente), considerando as estações de monitoramento da rede básica do ano em referência.

As metas para 2022, 2026 e 2030 de cada um dos indicadores são, respectivamente:

- Razão entre áreas restauradas/conservadas em relação às áreas suprimidas: 2022: 1,03; 2026: 1,09; 2030: 1,15;
- Índice de Qualidade da Água nas bacias do estado de Minas Gerais do ano em referência: 2022: 28%; 2026: 32%; 2030: 36%.

Dentre as suas áreas temáticas, o PMDI possui uma destinada ao meio ambiente, com as seguintes diretrizes:

- Alcançar melhores índices de sustentabilidade ambiental e ser referência na gestão de crises ambientais.
- Ampliar alcance da municipalização de licenciamento e fiscalização.
- Aprimorar acompanhamento de condicionantes de licenciamentos no curso da licença.

- Aprimorar mecanismos inovadores em todas as etapas da fiscalização, autuação, recuperação e arrecadação.
- Garantir eficiência e rigor técnico na concessão de atos autorizativos e atendimento aos cidadãos, adotando soluções digitais inovadoras.
- Priorizar eficiência e fiscalização preventiva, adotando progressivamente incentivos, em vez de autuações.
- Realizar parcerias com setor privado para gestão de parques estaduais, saneamento e outros serviços.
- Ter legitimidade e gestão participativa da população na formulação e condução de políticas ambientais.

5.2.7 Planos Plurianuais

5.2.7.1 CEIVAP

O CEIVAP possui o Plano de Aplicação Plurianual (PAP), que funciona como ferramenta de planejamento e orientação dos desembolsos a serem executados com recursos da cobrança. As ações do PAP estão em conformidade com o Programa de Ações previsto no PIRH-PS.

Complementarmente, o CEIVAP aprova o Plano de Execução Orçamentária Anual (POA), o POA é mais operacional e auxilia no planejamento e acompanhamento da execução das ações previstas no PAP.

O Programa de Ações a ser executado pelo CEIVAP é composto por 6 (seis) Agendas que compreendem os macros temas:

1. Agenda de Gestão de Recursos Hídricos;
2. Agenda de Recursos Hídricos;
3. Agenda de Saneamento Urbano e Rural;
4. Agenda de Infraestrutura Verde;
5. Agenda de Produção de Conhecimento;
6. Agenda de Comunicação e Educação Ambiental.

O PAP aprovado contempla as ações prioritizadas no PIRH/OS, o Manual Operativo do Plano (MOP), as ações de manutenção e custeio administrativo da AGEVAP, as ações relacionadas às atividades do CEIVAP e aquelas necessárias ao cumprimento do contrato de gestão, compatíveis com os recursos oriundos da cobrança pelo uso das águas em rios de domínio da União. Os estudos, projetos e obras apresentados no PAP seguem fielmente a hierarquização aprovada no PIRH-PS e no MOP.

O último relatório do PAP disponibilizado pelo CEIVAP é de 2022-2025. Pode ser acessado em: <https://www.ceivap.org.br/downloads/relatorio-anual-de-acompanhamento-pap-2023.pdf>.

5.2.7.2 São Paulo

O comitê do Paraíba do Sul, trecho paulista disponibilizou seu Plano de Ações e Programa de Investimentos PA/PI exercício 2024 através da Deliberação CBHPS nº 13/2023. Nele são distribuídos R\$ 19.200.000,00 do FEHIDRO nos oito Programas de Duração Continuada do Estado de São Paulo.

5.2.7.3 Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro, a atuação da AGEVAP, durante o período de vigência do Contrato de Gestão INEA nº 069/2022, será balizada pelo Plano de Aplicação Plurianual – PAP aprovado pelos comitês, e atenderá, em cada exercício, à respectiva Programação Anual de Atividades e Desembolso – PAAD, contendo o plano anual de investimentos e o custeio administrativo com o detalhamento dos programas e ações a serem executados.

A PAAD deve ser elaborada em conformidade com o PAP, considerando a capacidade operacional e financeira da AGEVAP em executá-la no exercício, com a estimativa anual dos recursos disponíveis, assim como o atendimento aos indicadores do referido Contrato de Gestão.

Na Tabela 5.14 estão apresentadas as resoluções que aprovam os PAPs e PAADs de cada RH para o período de 2024 a 2026.

Tabela 5.14. Resoluções que aprovam os PAPs e PAADs de cada RH fluminense

RH	PAP	PAAD
RH III - MÉDIO PARAÍBA DO SUL	RESOLUÇÃO CBH-MPS Nº 118/2023 DE 14 DE AGOSTO DE 2023	RESOLUÇÃO CBH-MPS Nº. 120/2023 DE 27 DE NOVEMBRO DE 2023
RH IV - PIABANHA	RESOLUÇÃO CBH-PIABANHA Nº 79, DE 15 DE AGOSTO DE 2023.	-
RH VII - RIO DOIS RIOS	RESOLUÇÃO AD REFERENDUM CBH-R2R Nº 86, DE 16 DE AGOSTO DE 2023	RESOLUÇÃO CBH-R2R Nº 087, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2023
RH IX - BAIXO PARAÍBA DO SUL E ITABAPOANA	RESOLUÇÃO AD REFERENDUM CBH-BPSI Nº 058/2023 DE 16 DE AGOSTO DE 2023	RESOLUÇÃO CBH-BPSI Nº. 063/2023 DE 14 DE DEZEMBRO DE 2023

5.2.7.4 Minas Gerais

Os Planos de Aplicação Plurianual 2020 a 2024 das bacias mineiras afluentes ao Paraíba do Sul foram definidos pela Deliberação Compé Nº 106/2020 e Deliberação Normativa Comitê Preto e Paraibuna Nº 79/2022.

5.2.8 Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PMGIRS

O CEIVAP apoia a elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS dos municípios da bacia, através da Ação 2.1.4: Estudos, projetos ou obras para implantação, expansão ou adequação de sistemas para coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos do PAP do CEIVAP. Esses municípios são hierarquizados para preferência na distribuição de recursos, através das manifestações de interesse nos Editais de Chamamento realizados entre 2013 e 2017.

Dentre os municípios da bacia, 70 tiveram seus PMGIRS concluídos entre 2014 e 2023, 40 ainda estão em elaboração ou em fase de contratação, 19 não possuem previsão de investimento e 55 não se aplicam, totalizando os 184 municípios da bacia (Tabela 5.15).

Tabela 5.15. Ano de conclusão dos PMGIRS

Data de conclusão do PMGIRS	Municípios
Concluídos	70
Em elaboração	33
Em fase de contratação da empresa executora	7
Manifestação de interesse negativa	19
Não se aplicam	55
Total	184

Na Figura 5.6 é apresentada a situação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. O acompanhamento dos Planos pode ser realizado através do link: <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/b581c11e749b4ba4b312791f09b040e7>.

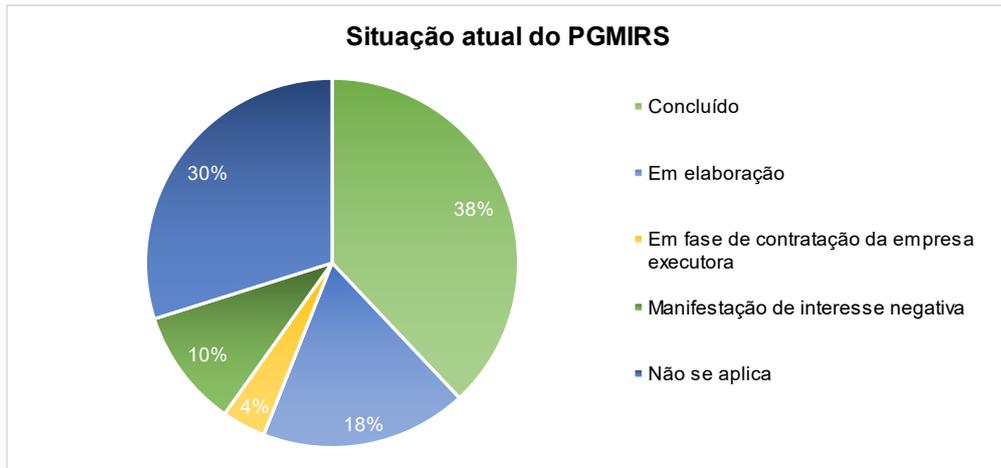


Figura 5.6. Situação Atual dos PGMIRS.

Há uma previsão de investimento de R\$ 13.683.210,57, dos quais R\$ 7.767.264,05 em PGMIRS finalizados, R\$ 5.167.261,83 em PGMIRS em elaboração, e R\$ 675.755,90 em PGMIRS em contratação, conforme informação disponível no portal de acompanhamento do CEIVAP.

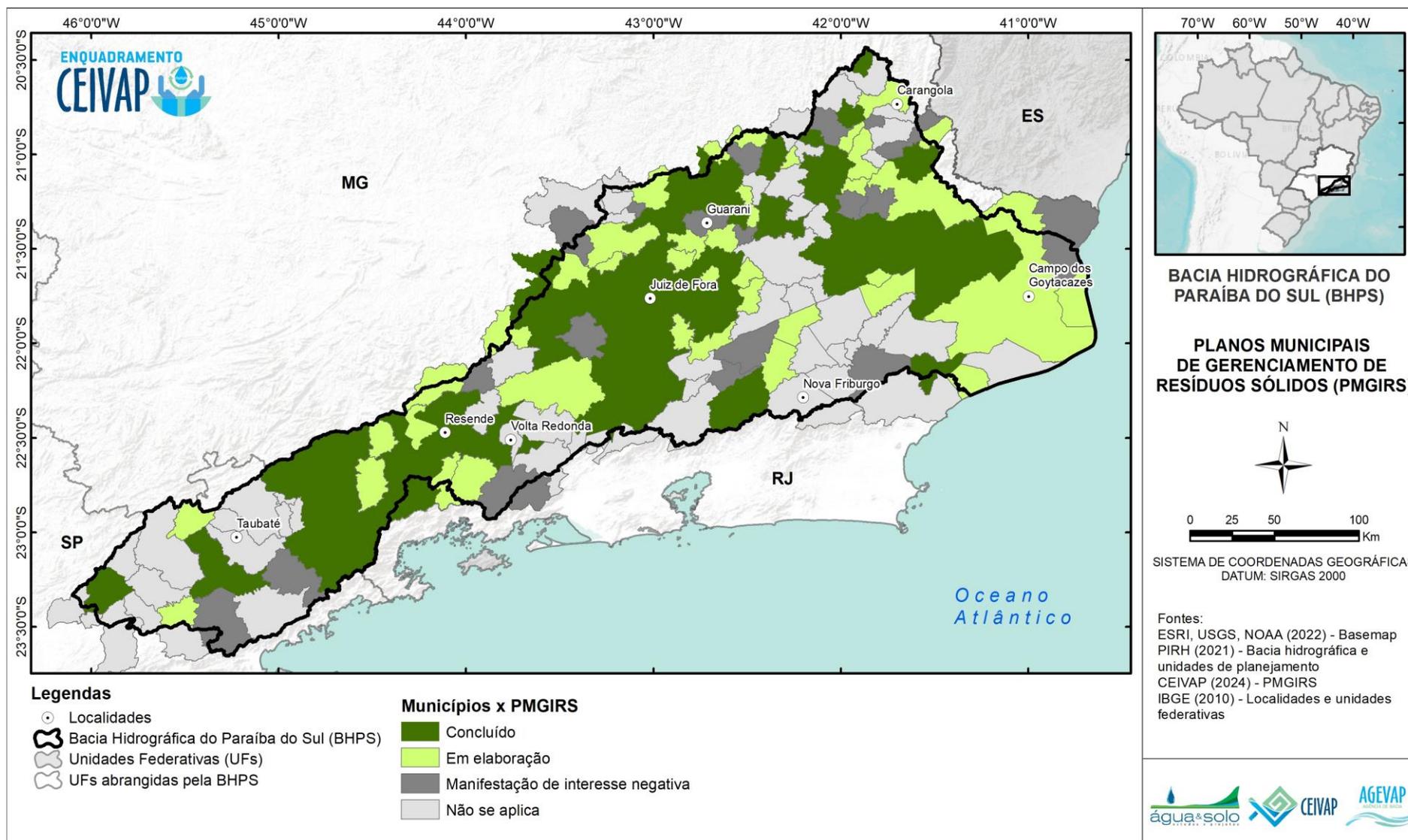


Figura 5.7. Avaliação dos PMGIRS

 Fonte: Elaboração Própria

5.2.9 Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB

A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é obrigatória por lei, conforme estabelecido na Lei Nacional de Saneamento Básico – LNSB (Lei nº 11.445/2007). Em 2020, o Governo Federal ampliou até dezembro de 2022 o prazo para os municípios elaborarem seus PMSBs, sendo, a partir de 2023, requisito para que municípios possam ter acesso a recursos federais para investimentos em obras e desenvolvimento regional.

O SIGA CEIVAP apresenta a lista de municípios com PMSB na bacia, com dados referentes ao ano de 2017.

Dos 184 municípios, 138 possuem plano de saneamento básico e 46 ainda não possuem o plano (Tabela 5.16). Na Figura 5.8 é apresentada a situação dos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Tabela 5.16. Ano de conclusão dos PMSB

Data de conclusão do PMSB	Municípios
Concluídos	138
Não possuem	46
Total	184

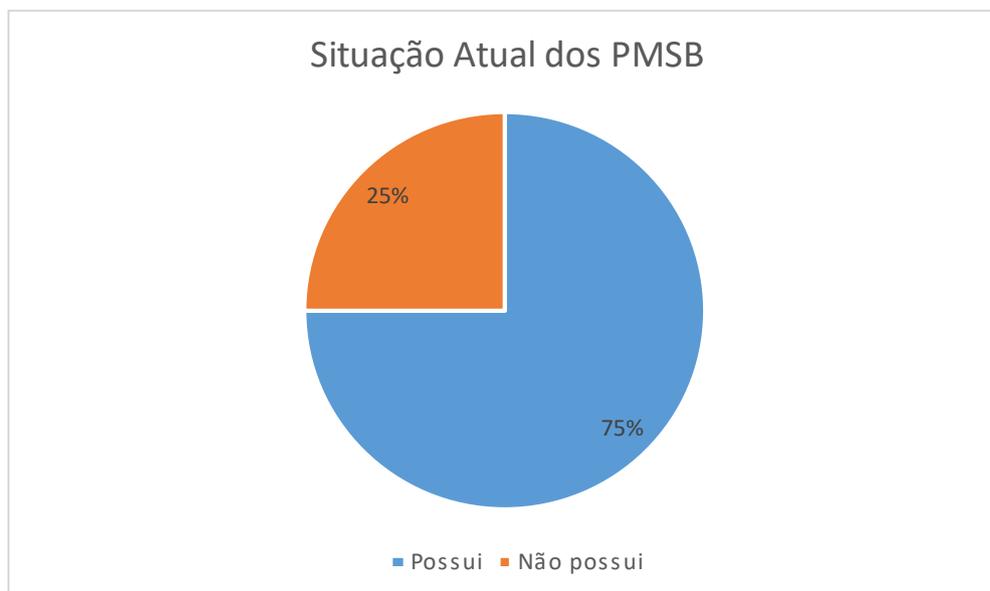


Figura 5.8. Situação Atual dos PMGIRS.

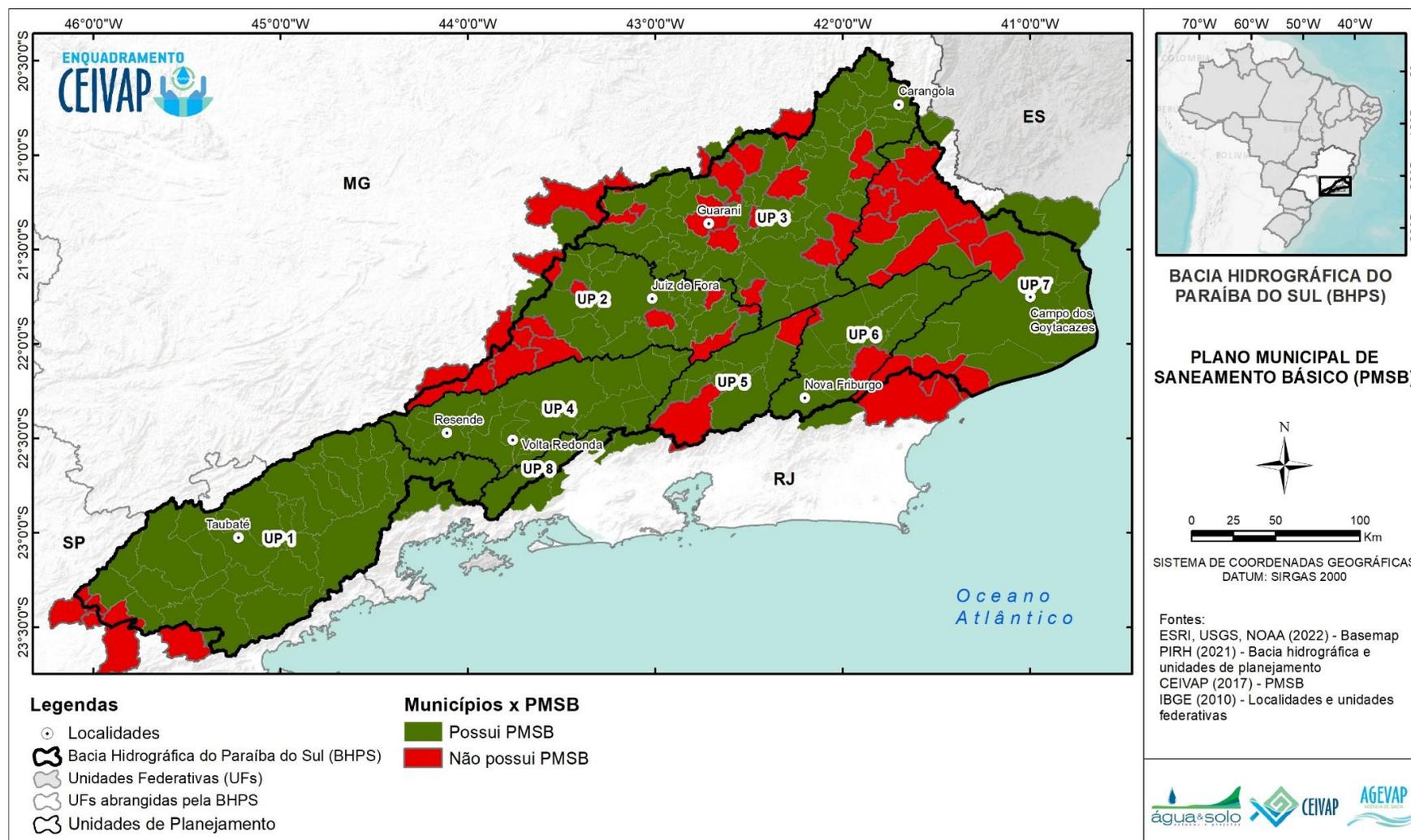


Figura 5.9. Planos Municipais de Saneamento Básico na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
 Fonte: Elaboração Própria

5.2.10 Articulação dos planos setoriais

A Figura 5.10 apresenta um resumo dos principais planos, programas e projetos identificados relacionados com o PIRH-PS e com o processo de enquadramento.

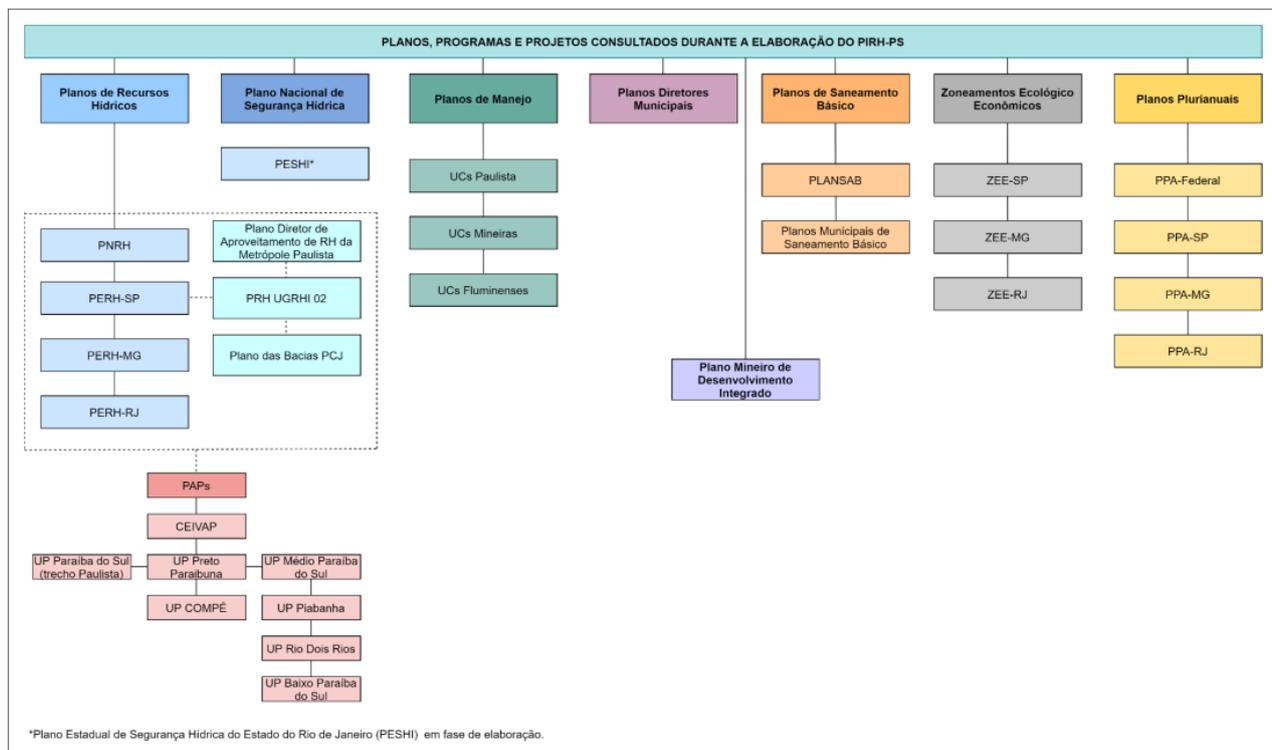


Figura 5.10. Articulação entre planos, programas e projetos existentes na bacia do rio Paraíba do Sul. Fonte: PIRH-PS (CEIVAP, 2021).

Segundo CEIVAP (2021), a articulação necessária entre os diversos instrumentos e interesses setoriais ganha maior relevância quando os estudos possuem como foco a gestão dos recursos hídricos. Isso ocorre pela relevância da água em vários setores, como trata o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Porém, a complexidade do processo de articulação e integração entre instrumentos e políticas setoriais é tal que, apesar de ser objeto de programa específico do Plano Nacional de Recursos Hídricos (Programa V), datado de 2008, não obteve avanços significativos, sendo prioridade para o período atual, 2016-2020, do Plano Nacional, aprovado pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 181/2016, incluindo metas de realização de estudo e fomentos ao desenvolvimento de metodologias de gestão integrada dos recursos hídricos em um ambiente intersetorial.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) o qual é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433/97), aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos por meio da Resolução CRNH nº 58/2006, tem como objetivo assegurar:

(i) a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; (ii) a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos e (iii) a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante”. Atualmente, o PNRH encontra-se no final de sua vigência e, através da parceria entre a ANA e o MDR, está sendo elaborado o PNRH 2022-2040.

A inexistência de um regramento específico para articulação entre os instrumentos setoriais e os instrumentos e práticas da gestão de recursos hídricos, torna necessária a observação dos principais planos e projetos para a construção de um arcabouço de informações que subsidie a articulação do PIRH-PS e demais Planos das Bacias Afluentes com esses instrumentos. Essa construção se dá pela observação, focada nas proposições, dos planos e projetos que tratam diretamente da questão dos recursos hídricos, em âmbito estadual e em outros recortes territoriais que importam ao PIRH-PS.

Neste contexto, é relevante destacar o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), que realiza uma avaliação dos níveis de segurança hídrica em todo o Brasil. Essa avaliação é feita através do Índice de Segurança Hídrica (ISH), que leva em conta quatro aspectos fundamentais da segurança hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência. Essas dimensões são combinadas para formar um índice abrangente, refletindo a diversidade do território brasileiro. O PNSH menciona, entre as crises hídricas recentes do país, a crise hídrica na região Sudeste, que impactou áreas densamente povoadas e com alta demanda por recursos hídricos, como a bacia do rio Paraíba do Sul.

Em consonância com o PNSH, a nível estadual também estão em elaboração o Plano Estadual de Segurança Hídrica do Rio de Janeiro (PESHI-RJ) e o Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH).

Nos estudos, projetos e obras do PNSH é apresentado o novo esquema do Eixo de Transposição Rio Paraíba do Sul - Rio Guandu, que possui uma infraestrutura habilitada com estudo complementar e investimentos de curto prazo nos anos de 2019 e 2020 com um total de recursos de R\$ 4,8 milhões. Além disso, no item redução de conflitos de bacias críticas do PNSH é citado o Plano de Gerenciamento de Riscos da bacia do Paraíba do Sul, que prevê a elaboração de estudos e projetos de infraestruturas hidráulicas de controle de inundações.

No contexto do Enquadramento, tem especial importância os Planos de Saneamento Básico, visto que a melhor ferramenta para atingir as classes de qualidade dos cursos

hídricos é o tratamento de efluentes sanitários, e os Planos de Manejo, que definem classes de uso mais restritiva dentro das Unidades de Conservação. Estes serão analisados e levados em consideração na proposta de enquadramento.

5.3 Capacidade de investimento em ações de gestão de recursos hídricos

A seguir está apresentada a cobrança e arrecadação nas bacias afluentes ao Paraíba do Sul e na calha federal, conforme disponibilizado pelos comitês.

5.3.1 CEIVAP

O CEIVAP disponibiliza os valores de previsão de investimentos na bacia do PAP Online. Estão identificados como investimentos para o período de 2022 a 2025 R\$ 334.554.670,91, sendo:

- Recursos totais: R\$ 334.554.670,91
- A contratar: R\$ 23.923.108,08
- Contratado: R\$ 139.636.901,28
- Recursos livres: R\$ 170.994.661,55

Estes valores estão distribuídos nas componentes Gestão de Recursos Hídricos, Agenda Setorial, Apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica e Manutenção do Comitê de Bacia Hidrográfica e Entidade Delegatária. Os valores discriminados por componente e subcomponentes estão disponíveis em: <https://www.ceivap.org.br/downloads/relatorio-anual-de-acompanhamento-pap-2023.pdf>.

5.3.2 São Paulo

O comitê do Paraíba do Sul, trecho paulista, não disponibiliza os valores cobrados e arrecadados pela cobrança na bacia.

5.3.3 Rio de Janeiro

Os comitês fluminenses disponibilizam a cobrança e arrecadação até 2023, bem como o histórico de cobrança e arrecadação desde a implementação da cobrança, apresentado na Tabela 5.17.

Tabela 5.17. Cobrança e arrecadação nas bacias fluminenses

RH		RH III - MÉDIO PARAÍBA DO SUL	RH IV - PIABANHA	RH VII - RIO DOIS RIOS	RH IX - BAIXO PARAÍBA DO SUL E ITABAPOANA
2023	Cobrança bruta	R\$ 1.142.575,92	R\$ 1.349.163,93	R\$ 1.719.058,34	R\$ 1.202.601,39
	10% órgão gestor	R\$ 114.257,59	R\$ 134.916,39	R\$ 171.905,83	R\$ 120.260,14
	Cobrança líquida	R\$ 1.028.318,33	R\$ 1.214.247,54	R\$ 1.547.152,51	R\$ 1.082.341,25
Total	Cobrança bruta	R\$ 17.801.572,93	R\$ 16.935.458,17	R\$ 16.228.261,24	R\$ 11.410.490,68
	10% órgão gestor	R\$ 1.780.157,29	R\$ 1.693.545,82	R\$ 1.622.826,12	R\$ 1.141.049,07
	Cobrança líquida	R\$ 16.021.415,64	R\$ 15.241.912,35	R\$ 14.605.435,12	R\$ 10.269.441,61

5.3.4 Minas Gerais

Os comitês mineiros disponibilizam a cobrança e arrecadação até 2019, bem como o histórico de cobrança e arrecadação desde a implementação da cobrança, apresentado na Tabela 5.18.

Tabela 5.18. Cobrança e arrecadação nas bacias mineiras

Bacia Hidrográfica	Domínio	2019		Total	
		Cobrado	Arrecadado	Cobrado	Arrecadado
Preto/Paraibuna (PS1)	MG	R\$ 1.738.544,00	R\$ 1.457.834,00	R\$ 8.189.763,00	R\$ 7.075.049,00
Pomba/Muriaé (PS2)	MG	R\$ 1.469.309,00	R\$ 1.334.852,00	R\$ 8.033.678,00	R\$ 6.868.961,00

Na etapa de elaboração de alternativas de enquadramento e estimativas de custos para implementação serão levantados os planos de investimentos necessários para implantação das medidas previstas para efetivação do enquadramento proposto. Sendo assim, caberá aos atores envolvidos na gestão de recursos hídricos da BHPS a previsão da alocação dos recursos para cumprimento das metas.

Este capítulo apresentou o complexo quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. É importante ressaltar que, para concretizar a proposta de enquadramento, o processo de discussão relacionado a esse instrumento deve ser participativo, assegurando uma abordagem abrangente que alcance os atores em níveis federal, estadual e local. A transparência em relação aos métodos, processos, dados e decisões é indispensável. Isso garante que a proposta técnica esteja alinhada com as aspirações e a realidade das pessoas que vivenciam a bacia.

Referências bibliográficas

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: Relatório Pleno**. Brasília: ANA, 2022. 132 p. Disponível em: <https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/94125>. Acesso em: junho de 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>>. Acesso em: dezembro de 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos. Volume 5. 2013. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoDeRecursosHidricosEnquadramento.pdf>>. Acesso em: junho de 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf>. Acesso em: janeiro de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul**. 2013. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/48387dfa-0fd1-4acc-99e1-189ca6f6abed>>. Acesso em: jan. 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Boletim diário de monitoramento da bacia do rio Paraíba do Sul - 22/02/2016»

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSH/ArquivosPDF/PNSH.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistemas Aquíferos**. ANA, 2024. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/3ec60e4f-85ea-4ba7-a90c-734b57594f90>>. Acesso em: jan. 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul. 2002. Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos. Vol 1. Fundação COPPETEC.

BARRETO, A.B.C., MONSORES, A.L.M., LEAL, A.S., et al., 2000, Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. In: Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, MME Ministério de Minas e Energia, Brasília.

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; FILHO, E. F. R. **A integração das águas: revelando o verdadeiro aquífero Guarani**. Curitiba: Edição da Autora, 276p.: il. 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 26 jan. 2024

BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. 20 nov. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm>. Acesso em: 26 jan. 2024

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 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.

BRASILIENSE, C. S.; DEREZYNSKI, C. P.; SATYAMURTY, P.; CHOU, S. C.; CALADO, R. N. **Climatologias da Temperatura do Ar e da Precipitação na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Região Sudeste do Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências, 2020. 11 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11137/2020_1_355_365>. Acesso em: janeiro de 2024.

CAETANO, L. C., 2000, Água Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ): Campinas, SP, Brasil.

CASTRO, Flávia Gonçalves de. Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da Bacia Sedimentar de Resende – RJ. Dissertação de Mestrado – Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. G. Recursos hídricos e gestão de conflitos: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 4–16, 2016. DOI: 10.12660/rgplp.v15n1.2016.78411. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rgplp/article/view/78411>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Plano de Gerenciamento de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resende: CEIVAP, 2022.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2013. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Avaliação Quali-Quantitativa da Rede de Monitoramento PR-03.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2015. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Relatório de Diagnóstico. Tomos I, II e III.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 334/2022**, de 23 de novembro de 2022. Dispõe sobre a criação do Grupo de Trabalho para Acompanhamento do Programa da elaboração das etapas técnico-propositiva e político-institucional do enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – GT Enquadramento. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/deliberacao/2022/deliberacao-ceivap-334.pdf>>. Acesso em junho de 2023.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS). Resende – RJ, 2021.

CETESB - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. CIÊNCIA E TECNOLOGIA À SERVIÇO DO MEIO AMBIENTE. **Tecnologias para tratamento de esgotos sanitários. SISTTRAT**, 1988. Disponível em: <<https://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/sisttrat.html>>

CHRISPIM, Z. M. P. Análise da vulnerabilidade e caracterização hidrogeoquímica dos aquíferos livres rasos da parte emergente da Bacia Sedimentar de Campos. Campos dos Goytacazes. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), 2016. 320f - Laboratório de Engenharia Civil, Centro de Ciência e Tecnologia, UENF, Campos dos Goytacazes.

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 141/2012 de 10 de julho de 2012**. Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/conteudo/resolucao141.pdf>>. Acesso em: junho de 2023.

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 188/2016 de 07 de dezembro de 2016**. Altera o percentual de repasse referente à cobrança pelas águas transpostas da Bacia do rio Paraíba do Sul para a Bacia do rio Guandu. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/resolucao-cnrh-188.pdf>>. Acesso em: junho de 2023.

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 91/2008 de 05 de novembro de 2008.** Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-91-2008_108523.html>. Acesso em: junho de 2023.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357/2005, de 18 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: junho de 2023.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH - MG nº 07/2002, de 4 Novembro de 2002.** Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Disponível em: < <http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=180>>. Acesso em: julho de 2023.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, de 05 de maio de 2008.** 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. Disponível em: < <http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: julho de 2023.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 09/2022, de 21 de novembro de 2022.** 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. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521>>. Acesso em: julho de 2023.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 16/1966, de 24 de setembro de 1966.** Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Disponível em: < <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Minas%20Gerais%20-%20Rio%20Paraibuna%20-%20Bacia%20do%20Para%3%ADba%20do%20Sul.pdf>>. Acesso em: julho de 2023.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 217/2017 de 06 de dezembro de 2017.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios

locações a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: < https://mtr.meioambiente.mg.gov.br/documentos/DN_COPAM_217.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

COPPETEC (Fundação Coppetec, Laboratório de Hidrologia). Plano estadual de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro, r3-b: temas técnicos estratégicos, rt-07 – estudos de avaliação de intrusão salina. Governo do Estado do Rio de Janeiro/Secretaria de Estado do Ambiente/INEA, Rio de Janeiro, 75 p, 2013.

CORRÊA, L. P. **Nutrientes (N e P) na bacia hidrográfica do rio Muriaé, afluente do rio Paraíba do Sul, em um período atípico de seca.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2021.

CORREIA, Lindemberg Campelo. 2020. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar de Campos. Tese doutorado. UENF. Campo dos Goitacazes- RJ.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Estudo de águas subterrâneas da região administrativa 3 (São José dos Campos e Faixa Litorânea), SP. São Paulo: DAEE, 1977. 175 p.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE Água subterrânea: reserva estratégica. Revista Águas e Energia Elétrica, SP, n.13, p.14-23. 1989.

DURIGAN, P. A.; SIMÕES, S. J. C. Avaliação geoespacial preliminar das águas subterrâneas da bacia do rio Paraíba do Sul (porção paulista) com base nos dados SIAGAS/CPRM. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 18. Anais... Belo Horizonte: ABAS, 2014

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, DF : Embrapa, 2018. Disponível em < <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> >. Acesso em: janeiro de 2024.

FROTA, M. N.; FRANÇA, G. B.; DE SOUZA; E. P.; DE ARAUJO; A. A. M.; GODOY; J. M.; VIANA, L. Q. **O ciclo das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul:** Uma ferramenta estratégica de gestão integrada do sistema hidrelétrico. Editora PIC-Rio, 2023. 340 p. Disponível em: < http://www.editora.puc-rio.br/media/29_PUC_ciclo_aguas_ebook_fz.pdf >. Acesso em: janeiro de 2024.

Gonçalves, J. A C.; Scudino. P. C. B . e Sobreira. F. G. Domínio Hidrogeológico no Meio Fissural do leste da Zona da Mata – MG e Extremo Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Rev. Águas Subterrâneas no 17/ Maio 2003.

HASAN, M.N., ALTAF, M.M., KHAN, N.A., KHAN, A.H., KHAN, A.A., AHMED, S., KUMAR, P.S., NAUSHAD, MU., RAJAPAKSHA, A.U., IQBAL, J., TIRTH, V., ISLAM, S. Recent technologies for nutrient removal and recovery from wastewaters: A review. Chemosphere 277, 130328. 2021.

<<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130328>>

<https://www.ceivap.org.br/pgr>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/apps/pgi/#/home/>>. Acesso em janeiro de 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Hidrogeologia para a região sudeste**. 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil Escala 1:250.000**: Geomorfologia. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto dos Municípios. Base de dados 2010-2021. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 30 de out. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

Instituto Estadual de Meio Ambiente - INEA, 2014. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses. RT-06. 54 p.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 104 p. 2008

JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 2009.

LAIPELT, L.; A., C. B.; REICHERT, C. F.; DA SILVA., H. A.; RUHOFF, A.; TEIXEIRA, A. A. **Proposta de correção do viés da vegetação para elaboração de um modelo digital de terreno em escala continental**. XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2023.

MAPBIOMAS (2023). Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. MapBiomass.

MELLO, C. L., SILVA JUNIOR. G. C., ALVES, M. G. e RAMOS, R. R. C. Projeto Aquíferos Sedimentares da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Estado do Rio de Janeiro) - Caracterização Estratigráfica Aplicada à Avaliação do Potencial Hídrico. Relatório Técnico Final. FAPERJ, 2010.

MINAS GERAIS. **Lei nº 10.793 de 02 de julho de 1992**. Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-10793-1992-minas-gerais-dispoe-sobre-a-protecao-de-mananciais-destinados-ao-abastecimento-publico-no-estado>>. Acesso em: junho de 2023.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Brasília: MMA, 2006.

MPI - Ministério dos Povos Indígenas. A Funai. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/funai/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/Institucional>>. Acesso em 26 jan. 2024

NASCIMENTO, F. Aquíferos do estado do Rio de Janeiro. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2012.

OROSCO, R. T. **Conflitos na gestão de recursos hídricos no Brasil: o caso da interligação Jaguari-Atibainha na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul**. III Simpósio de Recursos Hídricos na Bacia do rio Paraíba do Sul.

Pizani, Tiago Carvalho, 2003. Análise de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos e modelagem geoestatística de dados hidrogeológicos da bacia sedimentar de Resende – RJ. Dissertação de mestrado - UFRJ.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD; FJP; IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2022. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

RAMOS, G.S.; MARÇAL, M.S.; CABRAL, G. K. P. **Geomorphological Classification of Rivers in Environments Modified and Controlled by Human Activities: The Case of the Piraí River (RJ) /Classificação de Rios em Ambientes Modificados e Controlados por Atividades Humanas: O Caso do Rio Piraí (RJ)**. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 1–23, 2023. DOI: 10.48025/ISSN2675-6900.v4n2.2023.405. 2023. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/243>. Acesso em: jan. 2024.

SÃO PAULO – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755/1977, de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos

de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá providências correlatas. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>>. Acesso em: julho de 2023.

SÃO PAULO – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decreto nº 8.468/1976, de 8 de setembro de 1976.** Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>>. Acesso em: julho de 2023.

SILVA JUNIOR, G. C., ALVES, M. G. & MELLO, C. L. Projeto Avaliação Hidrogeológica da Formação Emborê na porção emersa da Bacia de Campos visando o descarte de produção de petróleo. Relatório Técnico Final. ANP/PETROBRAS, 2014.

SILVA, P. V. R. M.; PECLY, J. O. G.; AZEVEDO, J. P. S. **Uso de traçadores fluorescentes para determinar características de transporte e dispersão no Rio Piabanha (RJ) para a modelagem quali-quantitativa pelo HEC-RAS.** Engenharia Sanitaria E Ambiental, V. 22, n. 3, p. 463–472. DOI: 10.1590/S1413-41522017150187. 2017. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/esa/a/tpC7BYmSkdm4jxyPK7j6QtK/#> >. Acesso em: jan. 2024.

SILVA, R. R. **Bacia do rio Pomba (MG):** uso e ocupação do solo e impactos ambientais nos recursos hídricos. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, 2014.

SILVA, T. P. Modelo Geológico-Geomorfológica da evolução da Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. UFRJ, 2012.

SOARES, P. V.; PEREIRA, S. Y.; SIMÕES, S. J. C.; BERNARDES, G. P.; BARBOSA, S. A. **Mapa de infiltração do alto e médio Vale do Paraíba do Sul com base em elementos do meio físico e na precipitação.** Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 3, n. 1, p. 26-42, 2008.

SOUSA, S. P. **Gestão da bacia do rio Paraíba do Sul e políticas urbanas e ambientais:** Uma integração possível. Tese (Doutorado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

SOUZA; S.M.T, 1995. Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais. HIDROSSISTEMAS-COPASA, Belo Horizonte, 525p..

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar.** . São Paulo: Edgard Blücher. . Acesso em: 04 mar. 2024. , 2003

TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F.L., STENSEL, H.D. Metcalf & Eddy, Inc.
Wastewater Engineering Fourth edition. McGraw-Hill, 1991

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.**
Volume 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG;
2007.

Anexos

Anexo I

Unidade Federativa	Município	População (habitantes)	Área total (km ²)	Área situada dentro da BHRPS (%)
MG	Além Paraíba	30.717	510,4	100,0%
MG	Antônio Carlos	11.095	529,9	29,7%
MG	Antônio Prado de Minas	1.538	83,8	99,9%
SP	Aparecida	32.569	121,1	100,0%
RJ	Aperibé	11.034	94,6	99,9%
MG	Aracitaba	2.049	106,6	100,0%
SP	Arapeí	2.330	156,9	99,5%
RJ	Areal	11.828	110,9	100,0%
SP	Areias	3.577	305,2	99,9%
MG	Argirita	2.688	159,4	100,0%
SP	Arujá	86.678	96,1	74,4%
MG	Astolfo Dutra	14.138	158,9	100,0%
SP	Bananal	9.969	616,4	78,4%
MG	Barão de Monte Alto	4.964	198,3	100,0%
MG	Barbacena	125.317	759,2	3,2%
RJ	Barra do Piraí	92.883	579,0	99,9%
RJ	Barra Mansa	169.894	547,2	99,9%
MG	Belmiro Braga	3.244	393,1	99,9%
MG	Bias Fortes	3.361	283,5	99,9%
MG	Bicas	13.978	140,1	100,0%
MG	Bocaina de Minas	5.348	503,8	47,0%
RJ	Bom Jardim	28.102	384,6	99,9%
MG	Bom Jardim de Minas	6.783	412,0	36,9%
SP	Caçapava	96.202	369,0	100,0%
SP	Cachoeira Paulista	31.564	288,0	100,0%
RJ	Cambuci	14.616	561,7	99,9%
RJ	Campos dos Goytacazes	483.540	4.026,7	89,8%
SP	Canas	4.931	53,3	100,0%
RJ	Cantagalo	19.390	749,3	99,9%
MG	Carangola	31.240	353,4	99,4%
RJ	Carapebus	13.847	308,1	83,9%
RJ	Cardoso Moreira	12.958	524,6	99,9%
RJ	Carmo	17.198	321,9	99,9%
MG	Cataguases	66.261	491,8	100,0%
MG	Chácara	3.075	152,8	100,0%
MG	Chiador	2.800	252,9	99,9%
RJ	Comendador Levy Gasparian	8.741	106,9	100,0%
RJ	Conceição de Macabu	21.104	347,3	77,7%
RJ	Cordeiro	20.783	116,3	100,0%
MG	Coronel Pacheco	2.762	131,5	100,0%
SP	Cruzeiro	74.961	305,7	99,8%
SP	Cunha	22.110	1.407,3	96,4%
MG	Descoberto	4.928	213,2	100,0%
MG	Desterro do Melo	2.994	142,3	19,9%
MG	Divinésia	4.226	117,0	32,7%
MG	Divino	20.706	337,8	99,3%
MG	Dona Euzébia	6.093	70,2	100,0%
RJ	Duas Barras	10.980	375,1	100,0%
RJ	Engenheiro Paulo de Frontin	12.242	132,9	72,1%
MG	Ervália	20.255	357,5	17,2%

Unidade Federativa	Município	População (habitantes)	Área total (km ²)	Área situada dentro da BHRPS (%)
MG	Estrela Dalva	2.186	131,4	100,0%
MG	Eugenópolis	10.801	309,4	99,9%
MG	Ewbank da Câmara	3.875	103,8	100,0%
MG	Faria Lemos	3.188	165,2	99,6%
MG	Fervedouro	10.445	357,7	99,7%
MG	Goianá	4.053	152,0	100,0%
MG	Guarani	7.714	264,2	100,0%
MG	Guarará	3.149	88,7	100,0%
SP	Guararema	31.236	270,8	99,9%
SP	Guaratinguetá	118.044	752,6	99,9%
SP	Guarulhos	1.291.771	318,7	18,9%
MG	Guidoval	7.131	158,4	100,0%
MG	Guiricema	7.778	293,6	99,9%
SP	Igaratá	10.605	293,0	99,3%
RJ	Italva	14.073	293,8	99,8%
MG	Itamarati de Minas	3.690	94,6	100,0%
RJ	Itaocara	22.919	431,3	99,9%
RJ	Itaperuna	101.041	1.105,3	99,8%
SP	Itaquaquecetuba	369.275	82,6	13,6%
RJ	Itatiaia	30.908	245,1	100,0%
SP	Jacaréí	240.275	464,3	100,0%
SP	Jambeiro	6.397	184,4	100,0%
MG	Juiz de Fora	540.756	1.435,7	100,0%
SP	Lagoinha	5.083	255,5	100,0%
RJ	Laje do Muriaé	7.336	250,0	99,9%
MG	Laranjal	5.963	204,9	100,0%
SP	Lavrinhas	7.171	167,1	99,3%
MG	Leopoldina	51.145	943,1	100,0%
MG	Lima Duarte	17.221	848,6	72,8%
SP	Lorena	84.855	414,2	100,0%
RJ	Macaé	246.391	1.216,9	0,0%
RJ	Macuco	5.415	77,7	100,0%
MG	Mar de Espanha	12.721	371,6	100,0%
MG	Maripá de Minas	3.387	77,3	100,0%
MG	Matias Barbosa	14.121	157,1	100,0%
RJ	Mendes	17.502	97,0	99,9%
MG	Mercês	10.373	348,3	86,4%
RJ	Miguel Pereira	26.582	289,2	12,6%
RJ	Miracema	26.881	304,5	99,9%
MG	Miradouro	8.968	301,7	99,7%
MG	Mirai	13.633	320,7	100,0%
SP	Mogi das Cruzes	451.505	712,7	26,8%
SP	Monteiro Lobato	4.138	332,7	99,2%
MG	Muriaé	104.108	841,7	99,9%
RJ	Natividade	15.074	386,7	99,9%
SP	Natividade da Serra	6.999	833,4	99,7%
RJ	Nova Friburgo	189.939	933,4	63,9%
MG	Olaria	1.945	178,2	99,8%
MG	Oliveira Fortes	2.027	111,1	99,7%
MG	Orizânia	8.437	121,8	98,6%
MG	Paiva	1.474	58,4	100,0%
MG	Palma	5.707	316,5	99,9%
RJ	Paraíba do Sul	42.063	580,5	99,9%
SP	Paraibuna	17.667	809,6	90,0%

Unidade Federativa	Município	População (habitantes)	Área total (km ²)	Área situada dentro da BHRPS (%)
MG	Passa Vinte	2.233	246,6	99,5%
MG	Patrocínio do Muriaé	5.576	108,2	100,0%
RJ	Paty do Alferes	29.619	318,8	99,9%
MG	Pedra Dourada	2.757	70,0	100,0%
MG	Pedro Teixeira	1.810	113,0	100,0%
MG	Pequeri	3.351	90,8	100,0%
RJ	Petrópolis	278.881	795,8	95,0%
MG	Piau	2.796	192,2	100,0%
SP	Pindamonhangaba	165.428	729,9	99,7%
RJ	Pinheiral	24.298	76,5	100,0%
SP	Piquete	12.490	176,0	99,1%
RJ	Piraí	27.474	505,4	78,2%
MG	Pirapetinga	11.077	190,7	100,0%
MG	Piraúba	11.610	144,3	100,0%
RJ	Porciúncula	17.288	302,0	64,9%
RJ	Porto Real	20.373	50,7	100,0%
SP	Potim	20.392	44,5	100,0%
RJ	Quatis	13.682	286,1	99,9%
SP	Queluz	9.159	249,8	99,8%
RJ	Quissamã	22.393	712,9	99,9%
MG	Recreio	11.007	234,3	100,0%
SP	Redenção da Serra	4.494	309,4	100,0%
RJ	Resende	129.612	1.094,4	99,9%
RJ	Rio Claro	17.401	837,3	63,9%
RJ	Rio das Flores	8.954	478,3	100,0%
MG	Rio Novo	8.518	209,3	100,0%
MG	Rio Pomba	17.443	252,4	99,9%
MG	Rio Preto	5.141	348,1	99,9%
MG	Rochedo de Minas	2.291	79,4	99,9%
MG	Rodeiro	8.664	72,7	100,0%
MG	Rosário da Limeira	4.734	111,2	100,0%
SP	Roseira	10.832	130,7	100,0%
SP	Salesópolis	15.202	425,0	2,0%
MG	Santa Bárbara do Monte Verde	3.095	417,8	99,9%
MG	Santa Bárbara do Tugúrio	4.208	194,6	99,6%
SP	Santa Branca	13.975	272,2	99,8%
SP	Santa Isabel	53.174	363,3	99,6%
RJ	Santa Maria Madalena	10.232	814,8	99,9%
MG	Santa Rita de Ibitipoca	3.301	324,2	27,3%
MG	Santa Rita de Jacutinga	4.755	420,9	99,8%
MG	Santana de Cataguases	3.489	161,5	100,0%
MG	Santana do Deserto	3.747	182,7	99,9%
RJ	Santo Antônio de Pádua	41.325	603,4	99,9%
MG	Santo Antônio do Aventureiro	3.769	202,0	99,9%
MG	Santos Dumont	42.406	637,4	99,8%
RJ	São Fidélis	38.961	1.031,6	100,0%
RJ	São Francisco de Itabapoana	45.059	1.122,4	37,6%
MG	São Francisco do Glória	4.800	164,6	100,0%
MG	São Geraldo	10.282	185,6	75,6%
RJ	São João da Barra	36.573	455,0	99,9%
MG	São João Nepomuceno	25.565	407,4	99,9%
RJ	São José de Ubá	7.070	250,3	100,0%
SP	São José do Barreiro	3.853	570,7	42,1%
RJ	São José do Vale do Rio Preto	22.080	220,4	100,0%

Unidade Federativa	Município	População (habitantes)	Área total (km ²)	Área situada dentro da BHRPS (%)
SP	São José dos Campos	697.054	1.099,4	99,8%
SP	São Luiz do Paraitinga	10.337	617,3	99,5%
MG	São Sebastião da Vargem Alegre	3.113	73,6	100,0%
RJ	São Sebastião do Alto	7.750	397,9	100,0%
RJ	Sapucaia	17.729	541,7	100,0%
MG	Senador Cortes	2.240	98,3	100,0%
MG	Silveirânia	2.323	157,5	98,8%
SP	Silveiras	6.186	414,8	100,0%
MG	Simão Pereira	2.947	135,7	99,9%
RJ	Sumidouro	15.206	395,5	99,9%
MG	Tabuleiro	4.014	211,1	100,0%
SP	Taubaté	310.739	624,9	100,0%
RJ	Teresópolis	165.123	770,6	99,7%
MG	Tocantins	16.185	173,9	99,5%
MG	Tombos	8.609	285,1	100,0%
RJ	Trajano de Moraes	10.302	589,8	99,6%
SP	Tremembé	51.173	191,4	100,0%
RJ	Três Rios	78.346	326,1	100,0%
MG	Ubá	103.365	407,5	79,5%
RJ	Valença	68.088	1.304,8	100,0%
RJ	Varre-Sai	10.207	190,1	22,0%
RJ	Vassouras	33.976	538,1	98,0%
MG	Vieiras	3.700	112,7	100,0%
MG	Visconde do Rio Branco	39.160	243,4	99,9%
MG	Volta Grande	4.443	208,1	99,9%
RJ	Volta Redonda	261.563	182,5	100,0%
MG	Tocantins	30.717	510,4	100,0%
MG	Tombos	11.095	529,9	29,7%
MG	Trajano de Moraes	1.538	83,8	99,9%
SP	Tremembé	32.569	121,1	100,0%
RJ	Três Rios	11.034	94,6	99,9%
MG	Ubá	2.049	106,6	100,0%
SP	Valença	2.330	156,9	99,5%
RJ	Varre-Sai	11.828	110,9	100,0%
SP	Vassouras	3.577	305,2	99,9%
MG	Vieiras	2.688	159,4	100,0%
SP	Visconde do Rio Branco	86.678	96,1	74,4%
MG	Volta Grande	14.138	158,9	100,0%
SP	Volta Redonda	9.969	616,4	78,4%

Anexo II

Lista de Unidades de Conservação

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
APA Bacia do Paraíba do Sul	Uso Sustentável	2740,71
APA Serra da Mantiqueira	Uso Sustentável	1052,58
APA Rainha das Águas	Uso Sustentável	555,35
APA Silveiras	Uso Sustentável	415,08
APA da Região Serrana de Petrópolis	Uso Sustentável	236,67
Parque Estadual do Desengano	Proteção Integral	213,21
APA do Alto do Rio Macabu	Uso Sustentável	209,7
APA Alto Pirai	Uso Sustentável	206,13
APA Bemposta	Uso Sustentável	197,25
Parque Nacional do Itatiaia	Proteção Integral	174,74
Parque Estadual dos Três Picos	Proteção Integral	174,09
Parque Estadual Serra do Mar- Núcleo St. Virginia	Proteção Integral	172,19
APA do Procura	Uso Sustentável	136,15
Parque Nacional Restinga de Jurubatiba	Proteção Integral	135,1
APA São Francisco Xavier	Uso Sustentável	117,08
Parque Estadual Itaberaba	Proteção Integral	115,62
APA Municipal Gavião	Uso Sustentável	115,37
Refúgio da Vida Silvestre Estadual do Médio Paraíba	Proteção Integral	110,89
APA Municipal Fervedouro	Uso Sustentável	108,48
APA Maravilha	Uso Sustentável	104,26
Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha	Proteção Integral	101,04
Monumento Natural Estadual da Mantiqueira Paulista	Proteção Integral	99,24
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Proteção Integral	94,26
APA Municipal Árvore Bonita	Uso Sustentável	92,48
APA Municipal de Rio Pomba	Uso Sustentável	88,82
APA Municipal Boqueirão da Mira	Uso Sustentável	85,42
APA Municipal Pontão	Uso Sustentável	84,42
APA Municipal Ninho das Garças	Uso Sustentável	82,69
Parque Estadual da Lagoa do Açú	Proteção Integral	82,42
Parque Estadual da Pedra Selada	Proteção Integral	80,42
APA de Pedra de Amolar	Uso Sustentável	79,55
Monumento Natural da Serra da Maria Comprida	Proteção Integral	78,03
Parque Estadual Serra do Mar - N. Caraguatatuba	Proteção Integral	73,72
Parque Estadual da Serra do Brigadeiro	Proteção Integral	69,79
APA Municipal Silverania	Uso Sustentável	67,21
APA Municipal Água Santa de Minas	Uso Sustentável	64,12
APA Municipal Serra da Providência	Uso Sustentável	63,42
APA da Perdição	Uso Sustentável	60,99
Parque Estadual da Serra da Concordia	Proteção Integral	59,53
APA Municipal Mirai	Uso Sustentável	58,66
APA Nossa Senhora Aparecida	Uso Sustentável	57,74
APA Municipal Serra das Pedras	Uso Sustentável	56,08
Monumento Natural da Serra da Beleza	Proteção Integral	54,77
APA Rio do Colégio	Uso Sustentável	53,76
APA Raposo	Uso Sustentável	51

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
APA Municipal Pico do Itajuru	Uso Sustentável	46,98
APA Vale Fagundes	Uso Sustentável	46,67
Parque Estadual Cunhambebe	Proteção Integral	46,11
APA Municipal Bom Jesus	Uso Sustentável	46,07
APA de Miracema	Uso Sustentável	45,65
APA da Pedreira da Prata	Uso Sustentável	44,36
Refúgio de Vida Silvestre do Chaua	Proteção Integral	44,34
Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Proteção Integral	43,96
APA Emboabas	Uso Sustentável	43,41
APA Municipal Preguiça de Coleira	Uso Sustentável	42,64
APA Vale do Morro da Torre	Uso Sustentável	42,26
Parque Estadual Serra Negra da Mantiqueira	Proteção Integral	42,06
APA Santo Antonio	Uso Sustentável	41,46
APA do Alto Rio Negro	Uso Sustentável	41,3
APA Municipal Serra dos Núcleos	Uso Sustentável	40,91
APA Municipal de Ervália	Uso Sustentável	40,76
APA Municipal Alto da Conceição	Uso Sustentável	39,93
RPPN Fazenda Caruara	Uso Sustentável	38,44
APA da Santa Fé	Uso Sustentável	38,06
APA Professor Miguel Pereira	Uso Sustentável	36,88
APA da Serra Vermelha	Uso Sustentável	36,35
APA Municipal Serra das Aranhas	Uso Sustentável	36,25
APA Vale do Piabanha	Uso Sustentável	36,23
Reserva Biológica Estadual de Araras	Proteção Integral	35,65
Parque Nacional da Serra da Bocaina	Proteção Integral	34,47
APA da Serrinha do Alambari	Uso Sustentável	34,29
APA Calcadinho	Uso Sustentável	33,43
Refúgio da Vida Silvestre Vale dos Puris	Proteção Integral	32,63
APA de Três Picos	Uso Sustentável	32,59
APA Municipal Rio Preto	Uso Sustentável	32,39
APA Santa Barbara	Uso Sustentável	32,26
APA Municipal Serra do Pito Acesso	Uso Sustentável	32,17
APA Lagoa Ribeira	Uso Sustentável	31,79
APA Banhado	Uso Sustentável	31,21
APA de Conceição	Uso Sustentável	29,07
APA da Bacia dos Frades	Uso Sustentável	28,72
APA Carapia	Uso Sustentável	28,71
APA da Lagoa de Cima	Uso Sustentável	28,4
APA Municipal do Triunfo	Uso Sustentável	27,71
APA Nossa Senhora de Santana	Uso Sustentável	27,45
Parque Municipal Natural dos Terraços Marinhos	Proteção Integral	26,19
APA Serra do Itapeti	Uso Sustentável	26,16
APA Municipal Montanha Santa	Uso Sustentável	24,75
APA de Moreiras	Uso Sustentável	22,65
APA de Quilombo	Uso Sustentável	22,4
Refúgio da Vida Silvestre da Ventania	Proteção Integral	21,99
APA Gulf	Uso Sustentável	21,86
APA Municipal da Maravilha	Uso Sustentável	21,02
APA Santa Fé	Uso Sustentável	17,63
APA Municipal Pedra dourada	Uso Sustentável	17,06

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
APA do Distrito de Engenheiro Passos	Uso Sustentável	17,01
APA Municipal da Serra da Bolívia	Uso Sustentável	16,62
RPPN Brejo Novo	Uso Sustentável	15,88
Refúgio de Vida Silvestre do Macuco	Proteção Integral	15,63
APA do Pico da Caledonia	Uso Sustentável	15,62
APA da Carapeba Boa	Uso Sustentável	15,62
APA Municipal Serra da Piedade	Uso Sustentável	15,43
APA Fabrica	Uso Sustentável	15,2
Refúgio da Vida Silvestre da Lagoa do Tai	Proteção Integral	15,09
Parque Natural Municipal Araponga	Proteção Integral	14,89
Parque Estadual da Ibitipoca	Proteção Integral	14,65
APA do Alto do Rio Resende	Uso Sustentável	13,05
Monumento Natural Municipal da Floresta	Proteção Integral	12,7
APA de Palmares	Uso Sustentável	12,69
RPPN Jornalista Antenor Novaes	Uso Sustentável	12,15
Monumento Natural da Água Santa	Proteção Integral	11,71
Monumento Natural da Serra Vermelha	Proteção Integral	11,67
Monumento Natural Municipal da Serra da Ventania e do Bandeir	Proteção Integral	11,34
APA Floresta do Cafundo	Uso Sustentável	11,06
Refúgio da Vida Silvestre Serra do Imburi	Proteção Integral	10,94
Monumento Natural Municipal São Simão	Proteção Integral	10,7
REFIGIO da Vida Silvestre da Serra do Rio Bonito	Uso Sustentável	10,39
RPPN Fazenda Pedra Bonita	Uso Sustentável	10,27
Reserva Biológica do Dindi	Proteção Integral	9,87
APA do Salgado	Uso Sustentável	9,1
Parque Natural Municipal da Pedra de Paraibuna	Proteção Integral	9,05
APA Candido Silva	Uso Sustentável	9,01
Estação Ecológica Bananal	Proteção Integral	8,95
APA da Usina	Uso Sustentável	8,54
Monumento Natural Ribeirão do Campo	Proteção Integral	8,31
APA Fluvial	Uso Sustentável	8,22
APA Municipal Babilonia	Uso Sustentável	8,19
Monumento Natural Municipal da Pedra Bonita	Proteção Integral	8,17
APA Vale Lagoa do Morro Grande	Uso Sustentável	7,97
Refúgio de Vida Silvestre Bela Vista Paraíso	Proteção Integral	7,88
Refúgio da Vida Silvestre da Serra do IPE	Proteção Integral	7,86
Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Padre Dóri	Proteção Integral	7,74
APA do Rio Guandu	Uso Sustentável	7,51
APA Canal Campos Macaé	Uso Sustentável	7,2
RPPN Sítio Fim da Picada	Uso Sustentável	6,97
APA Municipal Leste	Uso Sustentável	6,85
Monumento Natural da Serra dos Mascates	Proteção Integral	6,75
RPPN Fazenda da Gruta	Uso Sustentável	6,74
APA Municipal Alto do Barroso	Uso Sustentável	6,61
Área de Relevante Interesse Ecológico Pedra Bran	Uso Sustentável	6,36
APA da Serra do Itaoca	Uso Sustentável	6,19
RPPN Pedra da Mina	Uso Sustentável	6,12
Refúgio de Vida Silvestre das Orquideas	Proteção Integral	5,8
APA São Domingos	Uso Sustentável	5,67
Refúgio de Vida Silvestre Municipal Monte Alegre (Alirio Braz)	Proteção Integral	5,64

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
RPPN Santo Antonio	Uso Sustentável	5,54
APA Eentorno da Cicuta	Uso Sustentável	5,5
Monumento Natural da Pedra do Elefante	Proteção Integral	5,43
APA Luis Bento Aragon	Uso Sustentável	5,04
Refúgio da Vida Silvestre do Sagui da Serra Escuro	Proteção Integral	4,85
Monumento Natural da Serra das Frecheiras	Proteção Integral	4,57
RPPN Fazenda Serra Negra	Uso Sustentável	4,35
APA de Avelar	Uso Sustentável	4,24
Monumento Natural Municipal da Serra da Prata	Proteção Integral	4,09
Monumento Natural Pedra das Flores	Proteção Integral	4,01
APA Municipal Água Limpa	Uso Sustentável	3,92
RPPN Reserva Nossa Senhora das Graças	Uso Sustentável	3,76
RPPN Rio dos Pilões	Uso Sustentável	3,76
Reserva Biológica Municipal Poços D'Antas	Proteção Integral	3,71
APA do Livramento	Uso Sustentável	3,71
APA de Macaé de Cima	Uso Sustentável	3,58
Parque Natural Municipal da Cachoeira da Fumaça e Jacuba	Proteção Integral	3,58
RPPN Reserva Gigante do Itáguara	Uso Sustentável	3,57
APA Municipal Lameirão Goiabal	Uso Sustentável	3,36
Monumento Natural Municipal da Serra da Bolivia	Proteção Integral	3,32
Refúgio da Vida Silvestre Paraíso	Proteção Integral	3,14
Monumento Natural Municipal da Pedra Redonda	Proteção Integral	3,12
RPPN darcet Batalha	Uso Sustentável	3,07
RPPN Usina Mauricio	Uso Sustentável	3,02
Parque Estadual Mata do Krambeck	Proteção Integral	2,92
Floresta Nacional de Lorena	Uso Sustentável	2,81
Monumento Natural Pedra da Tocaia	Proteção Integral	2,78
Refúgio da Vida Silvestre da Brauna	Proteção Integral	2,77
RPPN Alto D'Ouro	Uso Sustentável	2,75
Refúgio da Vida Silvestre Estadual Lagoa da Turféira	Proteção Integral	2,69
Refúgio da Vida Silvestre Caldeirão	Proteção Integral	2,66
RPPN Usina Coronel Domiciano	Uso Sustentável	2,63
APA Municipal Serrana	Uso Sustentável	2,58
RPPN Travessia	Uso Sustentável	2,48
RPPN Serrinha	Uso Sustentável	2,48
Parque Municipal das Piabas	Proteção Integral	2,39
Refúgio da Vida Silvestre Serra da Prata	Proteção Integral	2,34
RPPN Fazenda Bonsucesso	Uso Sustentável	2,31
Parque Natural Municipal do Livramento	Proteção Integral	2,27
RPPN Wilson Crepaldi	Uso Sustentável	2,21
Parque Estadual Serra do Mar-Núcleo Picinguaba	Proteção Integral	2,2
APA Municipal de Caiana	Uso Sustentável	2,19
RPPN doutor Norberto Custodio Ferreira	Uso Sustentável	2,17
RPPN Sítio Estrela da Serra	Uso Sustentável	2,15
Estação Ecológica Monte das Flores	Proteção Integral	2,14
Refúgio da Vida Silvestre Fazenda São Lazaro	Proteção Integral	2,12
RPPN Serra da Prata	Uso Sustentável	2,05
Refúgio de Vida Silvestre Plamares	Proteção Integral	1,96
Monumento Natural Municipal do Encontro dos Três Rios	Proteção Integral	1,9
RPPN Santa Rita de Cássia	Uso Sustentável	1,9

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
Estação Ecológica Estadual de Mar de Espanha	Proteção Integral	1,87
RPPN Graziela Maciel Barroso	Uso Sustentável	1,85
RPPN Fazenda São Lourenço	Uso Sustentável	1,78
RPPN Fazenda São Geraldo	Uso Sustentável	1,72
RPPN da Cabeceira do Cafôfo	Uso Sustentável	1,67
Estação Ecológica Municipal do Monte Cristo	Proteção Integral	1,66
RPPN Fazenda Roça Grande	Uso Sustentável	1,64
APA Municipal Morro da Torre	Uso Sustentável	1,6
APA do Lagamar	Uso Sustentável	1,56
Refúgio da Vida Silvestre de Bulhões	Proteção Integral	1,5
RPPN Fazenda São Benedito	Uso Sustentável	1,43
APA Fazenda Beatriz Gama	Uso Sustentável	1,42
Refúgio de Vida Silvestre Oricana	Proteção Integral	1,37
APA do Parque FlorestaL Municipal	Uso Sustentável	1,35
Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta da Cicuta	Uso Sustentável	1,25
RPPN Fazenda Boa Esperança	Uso Sustentável	1,25
RPPN Fazenda Sambaiba	Uso Sustentável	1,18
APA Municipal Santa Helena	Uso Sustentável	1,14
APA do Posto Zootecnico	Uso Sustentável	1,13
RPPN Céu Estrelado	Uso Sustentável	1,03
Parque Natural Municipal de Volta Redonda	Proteção Integral	1
APA Campos do Jordão	Uso Sustentável	0,98
RPPN Régua V	Uso Sustentável	0,98
RPPN Ovidio Antonio Pires 3	Uso Sustentável	0,97
Floresta Estadual de Guarulhos	Uso Sustentável	0,92
RPPN Santa Dulce de Cima	Uso Sustentável	0,92
Refúgio da Vida Silvestre da Serra da Garapa	Proteção Integral	0,91
Monumento Natural São Joaquim	Proteção Integral	0,88
RPPN Ovidio Antonio Pires 2	Uso Sustentável	0,84
APA Piracicaba/Juqueri-Mirim - Trea II	Uso Sustentável	0,84
APA Sistema Cantatareira	Uso Sustentável	0,84
RPPN Ninho da Tartaruga	Uso Sustentável	0,83
RPPN Rogério Marinho	Uso Sustentável	0,82
RPPN Mata do Gaito	Uso Sustentável	0,81
RPPN Reserva Florestal Engenheiro João Furtado de Mendonça	Uso Sustentável	0,78
Floresta Municipal Rio das Flores	Uso Sustentável	0,78
RPPN Nossa Senhora Aparecida	Uso Sustentável	0,75
RPPN Mata do Bugio	Uso Sustentável	0,73
APA de Mendes	Uso Sustentável	0,73
RPPN Recanto Zen Franciscano	Uso Sustentável	0,72
Parque Natural Municipal Fazenda Santa Cecilia do Inga	Proteção Integral	0,72
Estação Ecológica Estadual de Água Limpa	Proteção Integral	0,71
RPPN Fazenda do Iracambi	Uso Sustentável	0,69
Monumento Natural Municipal Pedra do Cão Sentado	Proteção Integral	0,69
RPPN Alto do Deco	Uso Sustentável	0,66
RPPN Campo Alegre	Uso Sustentável	0,66
Parque Natural Municipal Dr. Walquer Oliveira de Souza	Proteção Integral	0,65
RPPN Panelão dos Muriquis	Uso Sustentável	0,65
APA CEHAB	Uso Sustentável	0,65
Refúgio da Vida Silvestre de Quatis	Proteção Integral	0,64

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
RPPN Serra do Itapety	Uso Sustentável	0,63
RPPN Vivendas de Taruaçu	Uso Sustentável	0,6
RPPN dois Peões	Uso Sustentável	0,6
RPPN dois Irmãos Claudio Murilo Belletti Rodrigues	Uso Sustentável	0,57
Parque Natural Municipal de Bom Jardim	Proteção Integral	0,57
RPPN Vale do Luar	Uso Sustentável	0,55
RPPN Fazenda Palmeiras	Uso Sustentável	0,55
Reserva Ecológica Municipal dos Cambucas	Proteção Integral	0,55
RPPN Fazenda Alto da Boa Vista	Uso Sustentável	0,55
RPPN Refúgio Ecológico Fazenda Gato do Mato	Uso Sustentável	0,54
Parque Natural Municipal da Mata Atlântica	Proteção Integral	0,52
RPPN dois Irmãos Emilio Sergio Belletti Rodrigues	Uso Sustentável	0,5
Parque Natural Municipal da Pedra Preta	Proteção Integral	0,5
RPPN Vale do Sossego	Uso Sustentável	0,48
RPPN Guainumbi	Uso Sustentável	0,46
APA Municipal Alto Taboão	Uso Sustentável	0,46
RPPN Fazenda Miosotis	Uso Sustentável	0,45
Refúgio de Vida Silvestre Luiz Carlos Boechat de Bragança	Proteção Integral	0,42
RPPN Reserva dos Muriquis	Uso Sustentável	0,41
RPPN Fazenda San Michele	Uso Sustentável	0,41
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas do Paraíba do Sul	Uso Sustentável	0,41
RPPN Moinho Preto	Uso Sustentável	0,4
RPPN Panelão dos Muriques	Uso Sustentável	0,4
RPPN Mato Limpo	Uso Sustentável	0,39
APA de Mangaratiba	Uso Sustentável	0,39
Reserva Biológica do Tinguá	Proteção Integral	0,38
RPPN Fazenda Catadupa	Uso Sustentável	0,38
APA Sapucaí Mirim	Uso Sustentável	0,38
APA Esperancinha	Uso Sustentável	0,37
RPPN Reserva Sarandi	Uso Sustentável	0,37
RPPN Besouro de Fogo	Uso Sustentável	0,36
RPPN Fazenda da Serra	Uso Sustentável	0,36
RPPN Reserva Serra do Caramandu	Uso Sustentável	0,35
RPPN Sítio São Domingos/Agartha	Uso Sustentável	0,35
RPPN Conde Recreio	Uso Sustentável	0,34
APA Municipal do Lago do Caça e Pesca	Uso Sustentável	0,33
Parque Natural Municipal Veredas Sertãozinho	Proteção Integral	0,33
RPPN Fazenda Cachoeira de Roca Grande	Uso Sustentável	0,31
RPPN Woodstock	Uso Sustentável	0,3
RPPN Alto da Boa Vista - Resgate VIII	Uso Sustentável	0,3
RPPN Fazenda do Salto	Uso Sustentável	0,29
Floresta Estadual Jose Zago	Uso Sustentável	0,29
RPPN Serra Negra do Funil	Uso Sustentável	0,29
RPPN Cantos dos Passáros I	Uso Sustentável	0,28
APA do Manancial	Uso Sustentável	0,27
RPPN Regina	Uso Sustentável	0,27
RPPN Ondina	Uso Sustentável	0,27
Parque Natural Municipal Horto dos Quatis	Proteção Integral	0,25
Parque Natural Municipal de Três Rios	Proteção Integral	0,25
RPPN Sítio Manacá	Uso Sustentável	0,25

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
APA do Sana	Uso Sustentável	0,25
RPPN São Carlos do Mato dentro	Uso Sustentável	0,24
RPPN São Lourenço do Funil	Uso Sustentável	0,24
RPPN Rildo de Oliveira Gomes II	Uso Sustentável	0,24
RPPN Refúgio do Bugio	Uso Sustentável	0,24
RPPN ValeRio Cardoso Furtado	Uso Sustentável	0,23
RPPN Sítio Picada	Uso Sustentável	0,23
Parque Natural Municipal do Açude da Concordia	Proteção Integral	0,23
RPPN Fazenda Ribeirão	Uso Sustentável	0,22
RPPN Alto da Boa Vista	Uso Sustentável	0,22
RPPN Alto Sereno	Uso Sustentável	0,22
RPPN Jardim de Mukunda	Uso Sustentável	0,22
RPPN Córrego Frio	Uso Sustentável	0,22
RPPN Pasto dos Bois e Pedregulhos	Uso Sustentável	0,21
RPPN Reserva Córrego Vermelho	Uso Sustentável	0,21
RPPN Olho D'Água	Uso Sustentável	0,2
RPPN Serra da Bocaina	Uso Sustentável	0,2
RPPN Sítio Boa Vista	Uso Sustentável	0,2
RPPN Chapadão da Serra Negra	Uso Sustentável	0,2
RPPN Sítio Primavera	Uso Sustentável	0,19
RPPN Oliveira Amante	Uso Sustentável	0,19
RPPN Sítio Serra Negra	Uso Sustentável	0,19
Parque Natural Municipal de Mendes	Proteção Integral	0,18
RPPN Pilões	Uso Sustentável	0,18
RPPN Fazenda Minas Gerais	Uso Sustentável	0,18
RPPN Fazenda Boa Fé	Uso Sustentável	0,18
Parque Natural Municipal Ribeirão de São Joaquim	Proteção Integral	0,18
RPPN Cachoeira da Luisa	Uso Sustentável	0,18
RPPN Fazenda Suspiro	Uso Sustentável	0,17
Parque Natural Municipal Padre Quinha	Proteção Integral	0,17
RPPN Reserva Agulhas Negras	Uso Sustentável	0,16
Área de Relevante Interesse Ecológico do São Henry	Uso Sustentável	0,15
RPPN douglas Vieira Soares	Uso Sustentável	0,15
RPPN Jacutinga	Uso Sustentável	0,15
APA Municipal Alto Rio doce	Uso Sustentável	0,15
RPPN O Primata	Uso Sustentável	0,14
RPPN Pedra Branca	Uso Sustentável	0,14
RPPN Águas Claras	Uso Sustentável	0,14
Parque Ecológico Municipal São Luiz Gonzaga de Natividade	Proteção Integral	0,14
RPPN Bello e Kerida	Uso Sustentável	0,14
RPPN Rildo de Oliveira Gomes I	Uso Sustentável	0,13
RPPN Grota do Sossego	Uso Sustentável	0,13
RPPN Fazenda Boa Vista	Uso Sustentável	0,13
APA do Rio Santana	Uso Sustentável	0,13
APA Municipal Alto Xopoto	Uso Sustentável	0,13
RPPN Saua	Uso Sustentável	0,13
RPPN Ponte Funda	Uso Sustentável	0,13
RPPN Verbicaro	Uso Sustentável	0,12
RPPN Frilson Matheus Vieira	Uso Sustentável	0,11
Refúgio da Vida Silvestre INGA	Proteção Integral	0,11

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
APA do Grotão	Uso Sustentável	0,11
APA Municipal Caparão	Uso Sustentável	0,11
Monumento Natural Cachoeira da Maravilha	Proteção Integral	0,11
Parque Estadual Mananciais de Campos do Jordão	Proteção Integral	0,1
RPPN Não Pensei	Uso Sustentável	0,1
Parque Natural Municipal Dr. Milne Ribeiro	Proteção Integral	0,09
RPPN São Jose	Uso Sustentável	0,09
RPPN Sítio do Cantoneiro	Uso Sustentável	0,09
RPPN Sítio Monte Alegre 1A	Uso Sustentável	0,08
RPPN Carpi	Uso Sustentável	0,08
RPPN Boa Vista e Pharol	Uso Sustentável	0,08
Parque Natural Municipal Rio Parado	Proteção Integral	0,08
Parque Natural Municipal Mata do Amador	Proteção Integral	0,08
RPPN Barra de Santana	Uso Sustentável	0,08
RPPN Olho D' Água	Uso Sustentável	0,07
RPPN Alto da Boa Vista II	Uso Sustentável	0,07
RPPN Sete Flechas	Uso Sustentável	0,07
RPPN Caiua	Uso Sustentável	0,07
RPPN Fazenda Renópolis	Uso Sustentável	0,07
Parque Natural Municipal do Rio Pombo	Proteção Integral	0,07
RPPN Bugios da Boa Esperança II	Uso Sustentável	0,06
RPPN Cachoeira Serra Azul	Uso Sustentável	0,06
RPPN Soledade	Uso Sustentável	0,06
RPPN Fazenda Alto da Conceição	Uso Sustentável	0,06
Parque Natural Municipal de São José de Uba	Proteção Integral	0,06
RPPN Jáguaretê	Uso Sustentável	0,06
RPPN Regina Clara	Uso Sustentável	0,06
Parque Natural Municipal Cachoeira de São Leandro	Proteção Integral	0,06
RPPN Bugios da Boa Esperança I	Uso Sustentável	0,06
RPPN Habitat Engenharia	Uso Sustentável	0,06
RPPN Chácara Santa Inez	Uso Sustentável	0,06
RPPN Sítio da Luz	Uso Sustentável	0,05
RPPN São Pedro do Campo Belo	Uso Sustentável	0,05
RPPN Bento Meloni de Souza	Proteção Integral	0,05
Parque Natural Municipal Vicosa	Proteção Integral	0,05
RPPN Sítio Azul	Uso Sustentável	0,05
RPPN Santa Clara	Uso Sustentável	0,05
Parque Natural Municipal JOose Frankilin dos Santos Vaz	Proteção Integral	0,05
RPPN Nega Fulo	Uso Sustentável	0,05
RPPN Sítio Monte Alegre 1B	Uso Sustentável	0,04
RPPN Marie Camille	Uso Sustentável	0,04
Parque Natural Municipal Morro da Moringa	Proteção Integral	0,04
RPPN Terras Frias	Uso Sustentável	0,04
RPPN Águas Claras II	Uso Sustentável	0,03
RPPN São Geronimo	Uso Sustentável	0,03
RPPN Cantos dos Passáros II	Uso Sustentável	0,03
RPPN Pouso Alto	Uso Sustentável	0,03
Parque Natural Municipal Carlos Roberto Firmino de Castro	Proteção Integral	0,03
RPPN Floresta I	Proteção Integral	0,03
RPPN Chale Club Alambary	Uso Sustentável	0,02

Nome da UC	Grupo	Área (km ²)
Área Relevante de Interesse Ecológico Arcozelo	Uso Sustentável	0,02
RPPN Vovo Maninha	Proteção Integral	0,02
RPPN Mauro Romano	Uso Sustentável	0,02
RPPN Caldeirão	Uso Sustentável	0,02
RPPN Serra de Miguel Pereira	Uso Sustentável	0,02
RPPN Águas Claras I	Uso Sustentável	0,02
RPPN São Miguel	Uso Sustentável	0,02
Parque Natural Municipal Odette de Lima Soares	Proteção Integral	0,02
RPPN São Pedro	Uso Sustentável	0,02
Reserva Biológica Municipal Retiro da Maravilha	Proteção Integral	0,02
RPPN Bacchus	Uso Sustentável	0,02
RPPN Duas Pedras	Uso Sustentável	0,02
RPPN Sítio Ventania	Uso Sustentável	0,01
RPPN Rica Paulo Frontin	Uso Sustentável	0,01
RPPN Sítio Cerro das Acácias	Uso Sustentável	0,01
Parque Natural Municipal da Saudade	Proteção Integral	0,01
RPPN Itacolomy	Uso Sustentável	0,01
Monumento Natural Capela dos Escravos	Proteção Integral	0,01
RPPN Klem	Uso Sustentável	0,002
APA Fonseca Almeida	Uso Sustentável	0,002
RPPN Pelegrini	Uso Sustentável	0,0001

Anexo III

Percentual de tratamento nos municípios

Município	Coleta sem tratamento (%)	Solução individual (%)	Sem coleta sem Tratamento (%)	Coleta com Tratamento (%)
Além Paraíba	85,70	0,13	14,17	0,00
Antônio Prado de Minas	95,51	1,10	3,39	0,00
Aparecida	16,00	0,44	19,56	64,00
Aperibé	89,25	1,61	9,13	0,00
Aracitaba	79,40	0,06	20,54	0,00
Arapeí	0,00	4,64	17,49	77,87
Areal	38,43	12,73	48,85	0,00
Areias	86,32	0,04	13,64	0,00
Argirita	0,00	0,00	0,77	99,23
Arujá	1,74	29,05	12,94	56,26
Astolfo Dutra	42,70	0,08	57,21	0,00
Bananal	0,00	1,25	12,70	86,05
Barão de Monte Alto	93,39	1,04	5,56	0,00
Barra do Pirai	68,00	11,50	3,50	17,00
Barra Mansa	90,00	1,71	8,29	0,00
Belmiro Braga	62,51	0,00	37,49	0,00
Bias Fortes	61,44	0,07	38,49	0,00
Bicas	98,26	0,25	1,49	0,00

Município	Coleta sem tratamento (%)	Solução individual (%)	Sem coleta sem Tratamento (%)	Coleta com Tratamento (%)
Bom Jardim	65,52	5,85	28,63	0,00
Caçapava	1,02	3,87	3,78	91,33
Cachoeira Paulista	4,29	1,62	7,14	86,94
Cambuci	71,67	1,75	26,58	0,00
Campos dos Goytacazes	0,00	15,66	4,34	80,00
Canas	0,00	8,01	18,40	73,59
Cantagalo	65,27	2,54	18,86	13,34
Carangola	62,25	0,36	24,64	12,75
Cardoso Moreira	0,00	6,59	33,76	59,66
Carmo	78,17	4,35	17,48	0,00
Cataguases	88,82	0,37	10,81	0,00
Chácara	90,65	0,74	8,62	0,00
Chiador	93,00	2,22	4,78	0,00
Comendador Levy Gasparian	83,63	0,88	15,49	0,00
Cordeiro	81,20	3,73	15,08	0,00
Coronel Pacheco	88,16	0,28	11,56	0,00
Cruzeiro	96,83	0,21	2,96	0,00
Cunha	89,74	1,27	8,98	0,00
Descoberto	91,05	0,52	8,43	0,00
Divino	88,87	0,65	10,49	0,00
Dona Euzébia	63,28	0,37	36,35	0,00
Duas Barras	33,89	14,96	51,15	0,00
Engenheiro Paulo de Frontin	39,56	26,26	34,18	0,00
Estrela Dalva	87,65	0,00	12,35	0,00
Eugenópolis	93,34	0,08	6,58	0,00
Ewbank da Câmara	97,48	0,40	2,11	0,00
Faria Lemos	85,76	0,47	13,77	0,00
Fervedouro	87,26	0,10	12,64	0,00
Goianá	91,92	1,99	6,10	0,00
Guarani	84,89	0,84	14,27	0,00
Guarará	95,84	0,11	4,04	0,00
Guararema	19,28	22,91	38,37	19,43
Guaratinguetá	72,98	1,43	7,57	18,02
Guidoval	85,88	0,19	13,93	0,00
Guiricema	76,02	0,47	23,50	0,00
Igaratá	0,00	33,00	7,39	59,60
Italva	60,47	2,38	13,19	23,95
Itamarati de Minas	88,29	0,28	11,43	0,00
Itaocara	90,96	0,83	8,22	0,00
Itaperuna	92,07	1,55	6,37	0,00
Itatiaia	68,84	20,08	11,08	0,00
Jacareí	25,11	4,38	2,62	67,89
Jambeiro	0,00	0,55	15,89	83,56

Município	Coleta sem tratamento (%)	Solução individual (%)	Sem coleta sem Tratamento (%)	Coleta com Tratamento (%)
Juiz de Fora	89,12	0,83	1,17	8,88
Lagoinha	0,00	0,35	12,92	86,73
Laje do Muriaé	82,67	0,30	17,03	0,00
Laranjal	98,56	0,72	0,72	0,00
Lavrinhas	53,94	3,22	36,58	6,26
Leopoldina	92,94	0,69	6,36	0,00
Lima Duarte	98,00	1,63	0,37	0,00
Lorena	0,00	0,64	3,46	95,89
Macuco	96,80	0,74	2,46	0,00
Mar de Espanha	92,34	0,64	7,01	0,00
Maripá de Minas	74,62	0,00	25,38	0,00
Matias Barbosa	72,04	1,64	26,32	0,00
Mendes	42,29	19,13	38,58	0,00
Mercês	87,68	0,44	11,88	0,00
Miguel Pereira	0,00	32,63	29,62	37,75
Miracema	88,97	2,60	8,42	0,00
Miradouro	88,20	0,72	11,07	0,00
Miraí	96,41	0,12	3,46	0,00
Monteiro Lobato	0,00	2,98	30,98	66,04
Muriaé	65,30	0,41	1,59	32,70
Natividade	84,58	1,82	13,60	0,00
Natividade da Serra	32,66	0,50	1,51	65,33
Nova Friburgo	9,20	8,00	0,00	82,80
Olaria	87,57	0,00	12,43	0,00
Oliveira Fortes	79,95	0,00	20,05	0,00
Orizânia	82,71	1,26	16,03	0,00
Paiva	67,68	0,49	31,83	0,00
Palma	95,12	0,88	4,00	0,00
Paraíba do Sul	86,29	2,46	11,25	0,00
Paraibuna	85,98	2,31	11,71	0,00
Passa Vinte	93,64	0,00	6,36	0,00
Patrocínio do Muriaé	91,13	0,56	8,31	0,00
Paty do Alferes	49,08	20,62	30,30	0,00
Pedra Dourada	0,00	0,31	3,15	96,54
Pedro Teixeira	57,41	0,52	42,07	0,00
Pequeri	80,04	0,82	19,14	0,00
Petrópolis	18,60	7,00	0,00	74,40
Piau	82,16	1,02	16,83	0,00
Pindamonhangaba	0,77	2,26	1,69	95,28
Pinheiral	93,27	0,90	5,84	0,00
Piquete	77,51	2,57	19,91	0,00
Piraí	52,62	9,79	0,21	37,38
Pirapetinga	97,35	0,10	2,55	0,00

Município	Coleta sem tratamento (%)	Solução individual (%)	Sem coleta sem Tratamento (%)	Coleta com Tratamento (%)
Piraúba	97,83	0,23	1,94	0,00
Porciúncula	91,98	0,80	7,22	0,00
Porto Real	61,68	2,58	6,71	29,03
Potim	97,21	0,66	2,13	0,00
Quatis	84,46	2,95	12,19	0,40
Queluz	73,66	3,14	23,20	0,00
Recreio	88,36	0,28	11,36	0,00
Redenção da Serra	0,00	12,07	36,78	51,16
Resende	39,60	1,00	0,00	59,40
Rio Claro	65,68	6,76	27,55	0,00
Rio das Flores	11,49	5,47	20,71	62,33
Rio Novo	89,57	1,13	9,30	0,00
Rio Pomba	96,04	0,30	3,66	0,00
Rio Preto	79,91	2,27	17,82	0,00
Rochedo de Minas	82,34	0,16	17,50	0,00
Rodeiro	78,02	0,13	2,18	19,68
Rosário da Limeira	90,85	0,48	8,67	0,00
Roseira	0,00	0,86	11,31	87,84
Santa Bárbara do Monte Verde	87,08	0,56	12,36	0,00
Santa Bárbara do Tugúrio	78,78	0,00	21,22	0,00
Santa Branca	80,50	5,31	14,18	0,00
Santa Isabel	68,42	18,49	13,09	0,00
Santa Maria Madalena	5,92	2,65	17,50	73,94
Santa Rita de Jacutinga	98,03	0,16	1,81	0,00
Santana de Cataguases	98,80	0,00	1,20	0,00
Santana do Deserto	80,70	1,71	17,59	0,00
Santo Antônio de Pádua	88,80	1,11	10,09	0,00
Santo Antônio do Aventureiro	19,31	0,08	80,61	0,00
Santos Dumont	76,12	0,23	23,65	0,00
São Fidélis	87,54	0,68	11,77	0,00
São Francisco do Glória	93,84	0,03	6,13	0,00
São Geraldo	96,20	0,11	3,69	0,00
São João Nepomuceno	92,57	1,40	6,04	0,00
São José de Ubá	93,25	1,42	5,33	0,00
São José do Barreiro	0,00	2,16	2,84	95,00
São José do Vale do Rio Preto	30,12	19,88	49,99	0,00
São José dos Campos	9,60	2,63	5,94	81,83
São Luiz do Paraitinga	0,00	0,94	17,71	81,35
São Sebastião da Vargem Alegre	82,28	0,00	17,72	0,00
São Sebastião do Alto	40,11	2,65	22,55	34,69
Sapucaia	83,85	1,39	14,76	0,00
Senador Cortes	85,78	0,20	14,02	0,00
Silveirânia	85,02	0,56	14,42	0,00

Município	Coleta sem tratamento (%)	Solução individual (%)	Sem coleta sem Tratamento (%)	Coleta com Tratamento (%)
Silveiras	0,00	1,29	3,91	94,81
Simão Pereira	91,24	3,48	5,28	0,00
Sumidouro	38,96	8,68	51,10	1,26
Tabuleiro	95,78	0,07	4,15	0,00
Taubaté	0,00	1,99	5,56	92,45
Teresópolis	38,27	32,87	28,86	0,00
Tocantins	93,37	0,13	6,50	0,00
Tombos	82,73	2,66	14,61	0,00
Trajano de Moraes	45,77	2,76	51,46	0,00
Tremembé	0,00	9,56	5,70	84,74
Três Rios	79,20	1,00	0,00	19,80
Ubá	89,29	1,03	9,67	0,00
Valença	77,68	1,03	21,29	0,00
Vassouras	48,74	25,97	16,92	8,37
Vieiras	88,51	0,00	11,49	0,00
Visconde do Rio Branco	95,68	0,39	3,94	0,00
Volta Grande	85,74	0,97	13,28	0,00
Volta Redonda	56,43	0,51	0,49	42,57

Anexo IV

Lista de ETEs ativas na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul

Município	Denominação	Eficiência na remoção DBO	Grupo da tipologia
Aparecida	ETE Aparecida - SP	0,8	Lodos Ativados
Aperibé	ETE Casas Populares e Loteam, Edigar Bairral	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE Conjunto Habitacional	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE João Beijim	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE Ferreira da Luz	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE Palmeira	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE Pinheiro	0,5	Processos Simplificados
Aperibé	ETE Serrinha	0,5	Processos Simplificados
Arapeí	ETE Arapeí	0,81	Reatores Anaeróbios
Argirita	ETE Argirita	0,7	Reatores Anaeróbios
Arujá	ETE Vila Arujá	0,5	Processos Simplificados
Bananal	ETE Bananal - SP	0,75	Sistemas de Lagoas
Barra do Piraí	ETE Califórnia - Barra do Piraí	0,8	Reatores Anaeróbios
Barra do Piraí	ETE Manibra	0,8	Reatores Anaeróbios
Barra Mansa	ETE Barbará	0,9	Tratamento Químico e Biológico
Caçapava	ETE Bacia Central	0,7	Sistemas de Lagoas
Caçapava	ETE Bacia Leste	0,7	Sistemas de Lagoas

Município	Denominação	Eficiência na remoção DBO	Grupo da tipologia
Caçapava	ETE Bacia Oeste	0,95	Sistemas de Lagoas
Cachoeira Paulista	ETE Cachoeira Paulista	0,84	Sistemas de Lagoas
Campo dos Goytacazes	ETE Codin	0,84	Lodos Ativados
Campo dos Goytacazes	ETE Paraíba	0,85	Lodos Ativados
Campo dos Goytacazes	ETE Guarus	0,95	Reatores Anaeróbios
Canas	ETE Canas	0,79	Sistemas de Lagoas
Carangola	ETE Carangola	0,65	Reatores Anaeróbios
Cataguases	ETE Cataguases	0,75	Reatores Anaeróbios
Cunha	ETE Campos de Cunha	0,88	Lodos Ativados
Cunha	ETE Cunha	0,88	Lodos Ativados
Guararema	ETE Guararema - Sede	0,85	Lodos Ativados
Guararema	ETE Parateí	0,85	Miscelânea de Processos
Guararema	ETE Luís Carlos	0,85	Reatores Anaeróbios
Guaratinguetá	ETE Campo do Galvão	0,94	Lodos Ativados
Guaratinguetá	ETE Vila Bela	0,88	Lodos Ativados
Guaratinguetá	ETE Pedrinhas - Guaratinguetá	0,84	Lodos Ativados
Igaratá	ETE Igaratá	0,89	Sistemas de Lagoas
Jacareí	ETE Villa Branca	0,9	Lodos Ativados
Jacareí	ETE Parque Meia Lua	0,85	Lodos Ativados
Jacareí	ETE Bandeira Branca	0,85	Lodos Ativados
Jacareí	ETE Santa Paula	0,55	Processos Simplificados
Jacareí	ETE Parque dos Sinos	0,55	Processos Simplificados
Jacareí	ETE 22 de abril	0,85	Reatores Anaeróbios
Jacareí	ETE Central	0,9	Reatores Anaeróbios
Jacareí	ETE São Silvestre	0,96	Sistemas de Lagoas
Jambeiro	ETE Jambeiro	0,85	Reatores Anaeróbios
Juiz de Fora	ETE Barbosa Lage	0,9	Lodos Ativados
Juiz de Fora	ETE Barreira do Triunfo	0,84	Lodos Ativados
Juiz de Fora	ETE União Indústria	0,6	Reatores Anaeróbios
Lagoinha	ETE Lagoinha - SP	0,93	Sistemas de Lagoas
Lavrinhas	ETE Capela do Jacu	0,8	Reatores Anaeróbios
Lima Duarte	ETE Batatal	0,78	Reatores Anaeróbios
Lima Duarte	ETE Caminhos da Serra	0,78	Reatores Anaeróbios
Lorena	ETE Lorena	0,9	Sistemas de Lagoas
Miguel Pereira	ETE Miguel Pereira	0,9	Reatores Anaeróbios
Monteiro Lobato	ETE Monteiro Lobato	0,55	Processos Simplificados
Muriaé	ETE José Cirilo/São Joaquim	0,75	Processos Simplificados
Muriaé	ETE Safira	0,72	Processos Simplificados
Muriaé	ETE Dornelas	0,75	Processos Simplificados
Muriaé	ETE Principal	0,68	Reatores Anaeróbios
Natividade da Serra	ETE Natividade da Serra	0,88	Lodos Ativados

Município	Denominação	Eficiência na remoção DBO	Grupo da tipologia
Nova Friburgo	ETE Campo do Coelho	0,85	Lodos Ativados
Nova Friburgo	ETE Conselheiro Paulino	0,85	Lodos Ativados
Nova Friburgo	ETE Olaria	0,85	Lodos Ativados
Nova Friburgo	ETE Centro	0,85	Lodos Ativados
Paraíba do Sul	ETE Bairro Cidadão	0,65	Reatores Anaeróbios
Paty do Alferes	ETE Paty do Alferes	0,55	Processos Simplificados
Pedra Dourada	ETE Pedra Dourada	0,8	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Piabanha	0,95	Lodos Ativados
Petrópolis	ETE Lago Nogueira	0,72	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Fossa Filtro Cocada	0,81	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Fossa Filtro Roseiral	0,55	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Fossa Filtro Ceará	0,72	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Quarteirão Brasileiro	0,89	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Fossa Filtro Getúlio Vargas	0,55	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Bonfim	0,73	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Fossa Filtro Taquara	0,55	Processos Simplificados
Petrópolis	ETE Palatinato	0,8	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Rodoviária	0,65	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Unimed	0,78	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Quitandinha - Petrópolis	0,85	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Itaipava (Granja Brasil)	0,81	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Corrêas	0,96	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Rua O	0,75	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Posse	0,85	Reatores Anaeróbios
Petrópolis	ETE Carangola	0,87	Sistemas de Lagoas
Pindamonhangaba	ETE Araretama	0,85	Lodos Ativados
Pindamonhangaba	ETE Sede - Pindamonhangaba	0,67	Sistemas de Lagoas
Pindamonhangaba	ETE Moreira César	0,85	Sistemas de Lagoas
Piraí	ETE Sub Bacia A	0,65	Reatores Anaeróbios
Piraí	ETE Sub Bacia D	0,65	Reatores Anaeróbios
Porto Real	ETE Barrinha	0,88	Lodos Ativados
Porto Real	ETE Centro	0,8	Reatores Anaeróbios
Porto Real	ETE Santo Antônio	0,68	Reatores Anaeróbios
Porto Real	ETE Marina	0,68	Reatores Anaeróbios
Porto Real	ETE Jardim Real	0,82	Sistemas de Lagoas
Porto Real	ETE Freitas Soares	0,82	Sistemas de Lagoas
Queluz	ETE Queluz	0,8	Reatores Anaeróbios
Redenção da Serra	ETE Redenção da Serra	0,9	Lodos Ativados
Resende	ETE Severtis	0,9	Lodos Ativados
Resende	ETE Contorno	0,9	Lodos Ativados
Resende	ETE Alegria - Resende	0,78	Reatores Anaeróbios

Município	Denominação	Eficiência na remoção DBO	Grupo da tipologia
Resende	ETE Monet	0,83	Reatores Anaeróbios
Resende	ETE Mauá	0,85	Reatores Anaeróbios
Resende	ETE Fumaça	0,8	Reatores Anaeróbios
Resende	ETE Capelinha	0,68	Reatores Anaeróbios
Resende	ETE Isaac Politi	0,82	Sistemas de Lagoas
Resende	ETE Aman	0,9	Sistemas de Lagoas
Rio das Flores	ETE do Baixinho	0,68	Reatores Anaeróbios
Rodeiro	ETE Rodeiro	0,75	Sistemas de Lagoas
Roseira	ETE Roseira	0,91	Sistemas de Lagoas
Santa Isabel	ETE Santa Isabel	0,9	Lodos Ativados
Santa Maria Madalena	ETE II Arranchadouro	0,88	Lodos Ativados
Santa Maria Madalena	ETE I Centro	0,88	Lodos Ativados
São José do Barreiro	ETE São José do Barreiro	0,82	Sistemas de Lagoas
São José dos Campos	ETE Lavapés	0,9	Lodos Ativados
São José dos Campos	ETE Pararangaba	0,95	Lodos Ativados
São José dos Campos	ETE Vista Verde	0,8	Lodos Ativados
São José dos Campos	ETE São Francisco Xavier	0,8	Lodos Ativados
São José dos Campos	ETE Urbanova	0,8	Sistemas de Lagoas
São José dos Campos	ETE Eugênio de Melo	0,8	Sistemas de Lagoas
São Luís do Paraitinga	ETE São Luís do Paraitinga	0,85	Sistemas de Lagoas
São Sebastião do Alto	ETE Ipituna	0,82	Sistemas de Lagoas
Silveiras	ETE Silveiras	0,89	Sistemas de Lagoas
Taubaté	ETE Marlene	0,9	Lodos Ativados
Taubaté	ETE Estoril	0,9	Lodos Ativados
Tremembé	ETE Taubaté/Tremembé	0,9	Lodos Ativados
Tremembé	ETE Taubaté/Tremembé	0,9	Lodos Ativados
Tremembé	ETE Taubaté/Tremembé	0,9	Lodos Ativados
Volta Redonda	ETE Curral	0,91	Lodos Ativados
Volta Redonda	ETE Poço	0,95	Lodos Ativados
Volta Redonda	ETE Gil Portugal (ETE Correios)	0,9	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Santa Rita	0,85	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Volta Grande IV	0,68	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Bugio	0,68	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Silvino Streva	0,8	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Aterrado	0,85	Reatores Anaeróbios
Volta Redonda	ETE Ano Bom	0,9	Tratamento Químico e Biológico

Anexo V

Cargas remanescentes para cada município avaliado

Município	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo Org. (kg/dia)	Fósforo Inorg. (kg/dia)	Nitrogênio Org. (kg/dia)	Nitrogênio Amon. (kg/dia)
Além Paraíba	1.657,45	3,07X10 ¹⁰	9,21	52,20	107,47	138,17
Antônio Prado de Minas	82,51	1,52X10 ⁹	0,46	2,61	5,37	6,90
Aparecida	853,64	3,24X10 ¹⁰	8,63	54,17	111,47	145,62
Aperibé	590,08	1,09X10 ¹⁰	3,29	18,67	38,43	49,41
Aracitaba	110,61	2,05X10 ⁹	0,61	3,48	7,17	9,22
Arapeí	42,95	2,24X10 ⁹	0,34	3,55	7,58	9,86
Areal	589,93	1,06X10 ¹⁰	3,41	19,34	39,82	51,19
Areias	193,11	3,58X10 ⁹	1,07	6,08	12,52	16,09
Argirita	44,33	2,69X10 ⁹	0,29	4,05	8,73	11,39
Arujá	31,51	1,17X10 ⁹	0,30	1,93	4,03	5,25
Astolfo Dutra	763,07	1,41X10 ¹⁰	4,24	24,03	49,47	63,60
Bananal	210,04	9,86X10 ⁹	2,59	16,50	34,37	44,69
Barão de Monte Alto	266,38	4,92X10 ⁹	1,48	8,41	17,32	22,27
Barra do Pirai	3.987,53	8,43X10 ¹⁰	23,82	149,38	309,85	399,39
Barra Mansa	9.080,18	1,68X10 ¹¹	50,71	287,34	591,58	760,60
Belmiro Braga	175,18	3,24X10 ⁹	0,97	5,51	11,35	14,60
Bias Fortes	181,42	3,36X10 ⁹	1,01	5,71	11,76	15,12
Bicas	753,69	1,40X10 ¹⁰	4,19	23,74	48,89	62,85
Bom Jardim	1.464,25	2,68X10 ¹⁰	8,28	46,94	96,63	124,24
Caçapava	1.278,65	9,31X10 ¹⁰	24,57	157,69	328,84	427,88
Cachoeira Paulista	443,04	3,11X10 ¹⁰	8,19	52,16	108,70	141,35
Cambuci	780,96	1,44X10 ¹⁰	4,36	24,72	50,89	65,43
Campos dos Goytacazes	295,03	5,46X10 ¹⁰	10,87	87,36	182,43	239,74
Canas	98,67	4,61X10 ⁹	1,28	8,02	16,68	21,66
Cantagalo	185,85	3,89X10 ⁹	1,15	6,68	13,74	17,73
Carangola	1.511,20	3,11X10 ¹⁰	8,59	52,27	108,20	139,37
Cardoso Moreira	338,13	1,23X10 ¹⁰	3,39	21,18	43,58	56,88
Carmo	904,45	1,66X10 ¹⁰	5,09	28,86	59,41	76,38
Cataguases	3.570,12	6,61X10 ¹⁰	19,86	112,52	231,66	297,84
Chácara	165,32	3,06X10 ⁹	0,92	5,22	10,74	13,81
Chiador	149,19	2,75X10 ⁹	0,83	4,73	9,73	12,52
Comendador Levy Gasparian	469,53	8,68X10 ⁹	2,62	14,82	30,51	39,23
Cordeiro	1.097,19	2,02X10 ¹⁰	6,17	34,94	71,93	92,48
Coronel Pacheco	148,90	2,76X10 ⁹	0,83	4,69	9,66	12,42
Cruzeiro	4.042,72	7,48X10 ¹⁰	22,47	127,35	262,20	337,11
Cunha	1.184,81	2,19X10 ¹⁰	6,61	37,44	77,09	99,11
Descoberto	265,29	4,91X10 ⁹	1,48	8,36	17,22	22,14

Município	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo Org. (kg/dia)	Fósforo Inorg. (kg/dia)	Nitrogênio Org. (kg/dia)	Nitrogênio Amon. (kg/dia)
Divino	1.113,77	2,06X10 ¹⁰	6,20	35,13	72,33	93,00
Dona Euzébia	328,29	6,07X10 ⁹	1,83	10,35	21,30	27,39
Duas Barras	539,71	9,67X10 ⁹	3,15	17,83	36,71	47,19
Engenheiro Paulo de Frontin	556,90	9,67X10 ⁹	3,38	19,17	39,47	50,75
Estrela Dalva	118,04	2,19X10 ⁹	0,66	3,72	7,65	9,84
Eugenópolis	582,97	1,08X10 ¹⁰	3,24	18,36	37,79	48,59
Ewbank da Câmara	208,74	3,86X10 ⁹	1,16	6,58	13,55	17,42
Faria Lemos	171,66	3,18X10 ⁹	0,96	5,41	11,14	14,33
Fervedouro	563,67	1,04X10 ¹⁰	3,13	17,75	36,55	46,99
Goianá	216,25	3,99X10 ⁹	1,21	6,85	14,10	18,13
Guarani	414,45	7,66X10 ⁹	2,31	13,08	26,93	34,63
Guarará	169,93	3,15X10 ⁹	0,94	5,35	11,02	14,17
Guararema	1.208,99	2,55X10 ¹⁰	8,40	49,12	101,12	130,68
Guaratinguetá	5.308,78	1,17X10 ¹¹	34,11	198,66	408,95	528,15
Guidoval	384,63	7,12X10 ⁹	2,14	12,12	24,94	32,07
Guiricema	418,82	7,75X10 ⁹	2,33	13,20	27,18	34,95
Igaratá	169,14	7,80X10 ⁹	2,58	15,96	33,16	43,00
Italva	585,26	1,38X10 ¹⁰	4,01	23,57	48,52	62,75
Itamarati de Minas	198,92	3,68X10 ⁹	1,11	6,27	12,90	16,59
Itaocara	1.231,50	2,28X10 ¹⁰	6,86	38,87	80,02	102,88
Itaperuna	5.405,39	9,98X10 ¹⁰	30,17	170,97	352,00	452,57
Itatiaia	1.467,94	2,59X10 ¹⁰	8,71	49,38	101,66	130,71
Jacareí	4.882,03	2,32X10 ¹¹	57,13	389,09	809,78	1054,05
Jambeiro	87,40	6,36X10 ⁹	0,87	9,81	20,99	27,33
Juiz de Fora	26.980,78	5,37X10 ¹¹	156,97	912,14	1880,19	2421,95
Lagoinha	83,46	5,07X10 ⁹	1,32	8,43	17,57	22,85
Laje do Muriaé	395,43	7,32X10 ⁹	2,20	12,46	25,65	32,98
Laranjal	320,62	5,93X10 ⁹	1,79	10,12	20,83	26,78
Lavrinhas	359,14	6,99X10 ⁹	2,04	11,99	24,74	31,84
Leopoldina	2.750,34	5,09X10 ¹⁰	15,31	86,77	178,64	229,67
Lima Duarte	920,86	1,70X10 ¹⁰	5,14	29,13	59,98	77,12
Lorena	478,10	8,44X10 ¹⁰	21,75	140,31	292,76	381,11
Macuco	291,11	5,38X10 ⁹	1,62	9,19	18,91	24,31
Mar de Espanha	684,29	1,27X10 ¹⁰	3,81	21,58	44,44	57,13
Maripá de Minas	182,90	3,39X10 ⁹	1,02	5,76	11,85	15,24
Matias Barbosa	755,04	1,39X10 ¹⁰	4,22	23,89	49,18	63,23
Mendes	836,63	1,48X10 ¹⁰	4,95	28,05	57,74	74,24
Mercês	558,66	1,03X10 ¹⁰	3,11	17,61	36,26	46,62
Miguel Pereira	720,90	1,96X10 ¹⁰	5,24	38,81	81,37	105,26
Miracema	1.428,90	2,63X10 ¹⁰	8,00	45,34	93,35	120,02

Município	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo Org. (kg/dia)	Fósforo Inorg. (kg/dia)	Nitrogênio Org. (kg/dia)	Nitrogênio Amon. (kg/dia)
Miradouro	482,17	8,92X10 ⁹	2,68	15,21	31,32	40,27
Mirai	735,63	1,36X10 ¹⁰	4,09	23,17	47,70	61,33
Monteiro Lobato	104,35	4,04X10 ⁹	1,11	6,85	14,23	18,45
Muriae	3.953,48	1,04X10 ¹¹	28,39	173,96	360,61	465,67
Natividade	805,12	1,49X10 ¹⁰	4,50	25,49	52,47	67,46
Natividade da Serra	154,58	6,97X10 ⁹	1,85	11,63	23,94	31,28
Nova Friburgo	5.093,48	1,78X10 ¹¹	47,12	306,65	630,90	828,55
Olaria	105,03	1,95X10 ⁹	0,58	3,31	6,81	8,75
Oliveira Fortes	109,46	2,03X10 ⁹	0,61	3,45	7,09	9,12
Orizânia	452,15	8,35X10 ⁹	2,52	14,29	29,42	37,82
Paiva	79,36	1,47X10 ⁹	0,44	2,50	5,15	6,62
Palma	306,55	5,67X10 ⁹	1,71	9,68	19,92	25,61
Paraíba do Sul	2.237,89	4,12X10 ¹⁰	12,53	70,98	146,13	187,89
Paraibuna	940,81	1,73X10 ¹⁰	5,26	29,83	61,41	78,95
Passa Vinte	120,58	2,23X10 ⁹	0,67	3,80	7,82	10,05
Patrocínio do Muriae	300,10	5,55X10 ⁹	1,67	9,46	19,48	25,05
Paty do Alferes	1.401,56	2,47X10 ¹⁰	8,34	47,24	97,25	125,04
Pedra Dourada	26,43	2,75X10 ⁹	0,31	4,16	8,96	11,69
Pedro Teixeira	97,44	1,80X10 ⁹	0,54	3,07	6,33	8,13
Pequeri	180,06	3,33X10 ⁹	1,00	5,68	11,70	15,04
Petrópolis	7.144,26	2,63X10 ¹¹	58,63	440,87	926,09	1203,85
Piau	150,06	2,77X10 ⁹	0,84	4,74	9,76	12,54
Pindamonhangaba	4.130,65	1,62X10 ¹¹	40,78	270,81	557,10	733,70
Pinheiral	1.305,03	2,41X10 ¹⁰	7,27	41,20	84,81	109,05
Piquete	664,05	1,22X10 ¹⁰	3,72	21,07	43,38	55,77
Pirai	384,16	1,02X10 ¹⁰	2,42	17,47	36,57	47,29
Pirapetinga	597,80	1,11X10 ¹⁰	3,32	18,83	38,76	49,83
Piraúba	626,09	1,16X10 ¹⁰	3,48	19,72	40,61	52,21
Porciúncula	929,08	1,72X10 ¹⁰	5,17	29,32	60,36	77,61
Porto Real	837,99	2,00X10 ¹⁰	5,35	33,68	69,86	90,24
Potim	1.096,81	2,03X10 ¹⁰	6,11	34,60	71,23	91,58
Quatis	725,75	1,34X10 ¹⁰	4,07	23,05	47,46	61,02
Queluz	485,28	8,93X10 ⁹	2,72	15,42	31,75	40,83
Recreio	593,40	1,10X10 ¹⁰	3,30	18,70	38,49	49,49
Redenção da Serra	144,41	4,06X10 ⁹	1,18	7,24	14,90	19,41
Resende	3.714,25	1,29X10 ¹¹	28,73	209,65	438,65	569,60
Rio Claro	10.435,32	1,91X10 ¹¹	59,20	335,46	690,66	888,00
Rio das Flores	226,53	8,56X10 ⁹	1,55	13,88	29,40	38,16
Rio Novo	456,86	8,44X10 ⁹	2,55	14,43	29,71	38,20
Rio Pomba	940,20	1,74X10 ¹⁰	5,23	29,63	60,99	78,42

Município	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo Org. (kg/dia)	Fósforo Inorg. (kg/dia)	Nitrogênio Org. (kg/dia)	Nitrogênio Amon. (kg/dia)
Rio Preto	273,83	5,05X10 ⁹	1,53	8,68	17,87	22,98
Rochedo de Minas	123,60	2,29X10 ⁹	0,69	3,89	8,01	10,30
Rodeiro	384,65	8,65X10 ⁹	2,52	14,65	30,24	38,97
Rosário da Limeira	254,90	4,72X10 ⁹	1,42	8,04	16,55	21,27
Roseira	155,48	1,08X10 ¹⁰	2,81	17,94	37,39	48,62
Santa Bárbara do Monte Verde	166,57	3,08X10 ⁹	0,93	5,25	10,81	13,90
Santa Bárbara do Tugúrio	227,23	4,21X10 ⁹	1,26	7,15	14,73	18,94
Santa Branca	730,59	1,34X10 ¹⁰	4,13	23,38	48,13	61,89
Santa Isabel	2.552,90	4,53X10 ¹⁰	15,07	85,38	175,79	226,01
Santa Maria Madalena	237,36	1,00X10 ¹⁰	2,64	16,85	34,67	45,41
Santa Rita de Jacutinga	256,52	4,75X10 ⁹	1,43	8,08	16,63	21,39
Santana de Cataguases	188,41	3,49X10 ⁹	1,05	5,93	12,21	15,70
Santana do Deserto	200,26	3,70X10 ⁹	1,12	6,34	13,05	16,78
Santo Antônio de Pádua	2.216,70	4,10X10 ¹⁰	12,36	70,02	144,16	185,34
Santo Antônio do Aventureiro	203,42	3,77X10 ⁹	1,13	6,41	13,19	16,96
Santos Dumont	2.286,80	4,23X10 ¹⁰	12,71	72,04	148,32	190,70
São Fidélis	2.095,26	3,87X10 ¹⁰	11,66	66,10	136,08	174,96
São Francisco do Glória	259,15	4,80X10 ⁹	1,44	8,16	16,80	21,60
São Geraldo	554,86	1,03X10 ¹⁰	3,08	17,47	35,98	46,25
São João Nepomuceno	1.368,94	2,53X10 ¹⁰	7,64	43,28	89,10	114,56
São José de Ubá	378,53	6,99X10 ⁹	2,11	11,97	24,64	31,68
São José do Barreiro	25,49	3,78X10 ⁹	0,98	6,34	13,23	17,23
São José do Vale do Rio Preto	1.050,07	1,86X10 ¹⁰	6,23	35,30	72,67	93,43
São José dos Campos	9.326,25	6,82X10 ¹¹	176,67	1144,85	2355,43	3091,49
São Luiz do Paraitinga	146,35	1,03X10 ¹⁰	2,71	17,14	35,70	46,39
São Sebastião da Vargem Alegre	168,10	3,11X10 ⁹	0,93	5,29	10,90	14,01
São Sebastião do Alto	284,08	7,58X10 ⁹	2,19	12,95	26,79	34,60
Sapucaia	949,36	1,75X10 ¹⁰	5,30	30,01	61,79	79,45
Senador Cortes	120,82	2,24X10 ⁹	0,67	3,81	7,84	10,07
Silveirânia	125,02	2,31X10 ⁹	0,70	3,94	8,12	10,44
Silveiras	71,77	6,12X10 ⁹	1,58	10,21	21,30	27,73
Simão Pereira	155,82	2,87X10 ⁹	0,87	4,96	10,21	13,12
Sumidouro	770,11	1,42X10 ¹⁰	4,43	25,17	51,81	66,64
Tabuleiro	216,66	4,01X10 ⁹	1,20	6,82	14,05	18,06
Taubaté	2.617,99	3,06X10 ¹¹	77,15	509,59	1048,33	1379,62
Teresópolis	7.158,26	1,22X10 ¹¹	44,65	253,03	520,95	669,79
Tocantins	873,30	1,62X10 ¹⁰	4,85	27,50	56,63	72,80
Tombos	457,47	8,43X10 ⁹	2,56	14,52	29,89	38,43
Trajano de Moraes	547,09	1,01X10 ¹⁰	3,06	17,37	35,76	45,97
Tremembé	731,44	4,72X10 ¹⁰	12,57	82,16	169,03	222,11

Município	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo Org. (kg/dia)	Fósforo Inorg. (kg/dia)	Nitrogênio Org. (kg/dia)	Nitrogênio Amon. (kg/dia)
Três Rios	3.535,16	7,77X10 ¹⁰	22,60	131,95	271,62	350,94
Ubá	5.547,10	1,03X10 ¹¹	30,91	175,18	360,66	463,70
Valença	3.654,10	6,75X10 ¹⁰	20,36	115,39	237,57	305,45
Vassouras	1.419,78	2,69X10 ¹⁰	8,72	52,58	108,88	140,21
Vieiras	199,80	3,70X10 ⁹	1,11	6,29	12,95	16,65
Visconde do Rio Branco	2.109,75	3,90X10 ¹⁰	11,73	66,49	136,90	176,02
Volta Grande	238,52	4,41X10 ⁹	1,33	7,53	15,51	19,94
Volta Redonda	9.150,53	2,60X10 ¹¹	59,57	425,19	888,97	1151,40

Anexo VI

Pontos de monitoramento de qualidade da água

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
1	ALIM02950	1 - ALIM02950	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Cruzeiro	Lótico	CETESB	-22,5658333	-44,9497222
2	BUKI02950	2 - BUKI02950	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1500000	-45,8983333
3	GUAT02800	3 - GUAT02800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Guaratinguetá	Lótico	CETESB	-22,7833333	-45,2127778
4	INGA00850	4 - INGA00850	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Paraibuna	Lótico	CETESB	-23,3655556	-45,6125000
5	IUNA00950	5 - IUNA00950	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Paraibuna	Lótico	CETESB	-23,4183333	-45,5713889
6	JACU02900	6 - JACU02900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Lavrinhas	Lótico	CETESB	-22,5633333	-44,9127778
7	JAGI00350	7 - JAGI00350	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Santa Isabel	Lótico	CETESB	-23,3300000	-46,2805556
8	JAGI02900	8 - JAGI02900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1725000	-45,9136111
9	JAGJ00200	9 - JAGJ00200	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Santa Isabel	Lêntico	CETESB	-23,2938889	-46,2338889
10	JAGJ00900	10 - JAGJ00900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lêntico	CETESB	-23,1936111	-46,0275000
11	PARB02050	11 - PARB02050	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Santa Branca	Lótico	CETESB	-23,3755556	-45,8866667
12	PARB02100	12 - PARB02100	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Jacareí	Lótico	CETESB	-23,3680556	-45,8997222
13	PARB02200	13 - PARB02200	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Jacareí	Lótico	CETESB	-23,3133333	-45,9722222
14	PARB02300	14 - PARB02300	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1950000	-45,9300000
15	PARB02310	15 - PARB02310	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1877778	-45,9177778
16	PARB02325	16 - PARB02325	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1619444	-45,9030556
17	PARB02400	17 - PARB02400	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Caçapava	Lótico	CETESB	-23,0783333	-45,7108333
18	PARB02490	18 - PARB02490	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Tremembé	Lótico	CETESB	-22,9611111	-45,5527778
19	PARB02530	19 - PARB02530	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Pindamonhangaba	Lótico	CETESB	-22,9116667	-45,4702778
20	PARB02600	20 - PARB02600	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Aparecida	Lótico	CETESB	-22,8444444	-45,2344444
21	PARB02700	21 - PARB02700	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Lorena	Lótico	CETESB	-22,7033333	-45,1194444
22	PARB02800	22 - PARB02800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Cruzeiro	Lótico	CETESB	-22,5958333	-44,9711111
23	PARB02900	23 - PARB02900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Queluz	Lótico	CETESB	-22,5422222	-44,7738889
24	PONT04950	24 - PONT04950	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Cruzeiro	Lótico	CETESB	-22,5683333	-44,9533333
25	PQTE02800	25 - PQTE02800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Cruzeiro	Lótico	CETESB	-22,6019444	-45,0100000
26	PTEI02900	26 - PTEI02900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Cunha	Lótico	CETESB	-23,2038889	-45,0138889
27	PTIN00800	27 - PTIN00800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São Luiz do Paraitinga	Lótico	CETESB	-23,2366667	-45,3058333
28	PTIN00850	28 - PTIN00850	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São Luiz do Paraitinga	Lótico	CETESB	-23,2388889	-45,3063889
29	PUNA00800	29 - PUNA00800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Natividade da Serra	Lótico	CETESB	-23,4213889	-45,2886111
30	QUAR02800	30 - QUAR02800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Santa Isabel	Lótico	CETESB	-23,3052778	-46,2302778
31	SANT00100	31 - SANT00100	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Jambeiro	Lêntico	CETESB	-23,3347222	-45,7952778
32	UAMA00600	32 - UAMA00600	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Pindamonhangaba	Lótico	CETESB	-22,8752778	-45,5822222
33	UNNA02800	33 - UNNA02800	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Taubaté	Lótico	CETESB	-23,0302778	-45,5072222
34	VIDK04900	34 - VIDK04900	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	São José dos Campos	Lótico	CETESB	-23,1883333	-45,9158333
35	01RJ02FN0130	35 - 01RJ02FN0130	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Queluz	Lêntico	INEA	-22,5252694	-44,7251028
36	01RJ02FN0136	36 - 01RJ02FN0136	Paraíba do Sul (trecho Paulista)	Areias	Lótico	INEA	-22,5287806	-44,6806778
37	BS002	37 - BS002	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,6000000	-43,5000000
38	BS006	38 - BS006	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,6800000	-43,4300000
39	BS017	39 - BS017	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,7900000	-43,3100000
40	BS018	40 - BS018	Preto-Paraibuna	Matias Barbosa	Lótico	IGAM	-21,8600000	-43,3300000

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
41	BS024	41 - BS024	Preto-Paraibuna	Simão Pereira	Lótico	IGAM	-21,9700000	-43,3600000
42	BS031	42 - BS031	Preto-Paraibuna	Chiador	Lótico	IGAM	-22,0100000	-43,1400000
43	BS032	43 - BS032	Preto-Paraibuna	Chiador	Lótico	IGAM	-22,0800000	-43,1500000
44	BS061	44 - BS061	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,8800000	-43,4000000
45	BS083	45 - BS083	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,7100000	-43,4000000
46	BS085	46 - BS085	Preto-Paraibuna	Lima Duarte	Lótico	IGAM	-21,8200000	-43,7800000
47	BS026	47 - BS026	Preto-Paraibuna	Passa-Vinte	Lótico	IGAM	-22,2500000	-44,3200000
48	BS030	48 - BS030	Preto-Paraibuna	Mar de Espanha	Lótico	IGAM	-21,8800000	-43,0200000
49	BS088	49 - BS088	Preto-Paraibuna	Pedro Teixeira	Lótico	IGAM	-21,7400000	-43,6700000
50	BS090	50 - BS090	Preto-Paraibuna	Juiz de Fora	Lótico	IGAM	-21,9200000	-43,5200000
51	BS023	51 - BS023	Preto-Paraibuna	Rio Preto	Lótico	IGAM	-22,0900000	-43,8300000
52	BS025	52 - BS025	Preto-Paraibuna	Santa Rita de Jacutinga	Lótico	IGAM	-22,1400000	-44,0900000
53	BS084	53 - BS084	Preto-Paraibuna	Olaria	Lótico	IGAM	-21,9000000	-43,9500000
54	00RJ02PT0002	54 - 00RJ02PT0002	Preto-Paraibuna	Bocaina de Minas	Lótico	INEA	-22,3199861	-44,5885500
55	00RJ02PT0003	55 - 00RJ02PT0003	Preto-Paraibuna	Bocaina de Minas	Lótico	INEA	-22,3307750	-44,5626028
56	00RJ02PS0431	56 - 00RJ02PS0431	Preto-Paraibuna	Chiador	Lótico	INEA	-22,0347222	-42,9963889
57	00RJ02PS0432	57 - 00RJ02PS0432	Preto-Paraibuna	Sapucaia	Lótico	INEA	-21,9909639	-42,9099861
58	BS033	58 - BS033	Pomba-Muriaé	Mercês	Lótico	IGAM	-21,2300000	-43,3200000
59	BS042	59 - BS042	Pomba-Muriaé	Astolfo Dutra	Lótico	IGAM	-21,2800000	-42,8200000
60	BS043	60 - BS043	Pomba-Muriaé	Cataguases	Lótico	IGAM	-21,3800000	-42,7500000
61	BS046	61 - BS046	Pomba-Muriaé	Itamarati de Minas	Lótico	IGAM	-21,4000000	-42,7800000
62	BS049	62 - BS049	Pomba-Muriaé	Cataguases	Lótico	IGAM	-21,3800000	-42,6900000
63	BS050	63 - BS050	Pomba-Muriaé	Cataguases	Lótico	IGAM	-21,4300000	-42,6600000
64	BS056	64 - BS056	Pomba-Muriaé	Tombos	Lótico	IGAM	-20,9000000	-42,0100000
65	BS057	65 - BS057	Pomba-Muriaé	Patrocínio do Muriaé	Lótico	IGAM	-21,1500000	-42,2200000
66	BS058	66 - BS058	Pomba-Muriaé	Muriaé	Lótico	IGAM	-21,1000000	-42,3300000
67	BS059	67 - BS059	Pomba-Muriaé	Muriaé	Lótico	IGAM	-21,1500000	-42,4500000
68	BS071	68 - BS071	Pomba-Muriaé	Ubá	Lótico	IGAM	-21,1400000	-42,8800000
69	BS073	69 - BS073	Pomba-Muriaé	Santos Dumont	Lótico	IGAM	-21,4900000	-43,5400000
70	BS077	70 - BS077	Pomba-Muriaé	Visconde do Rio Branco	Lótico	IGAM	-21,0500000	-42,8300000
71	BS081	71 - BS081	Pomba-Muriaé	Muriaé	Lótico	IGAM	-21,1400000	-42,3400000
72	BS038	72 - BS038	Pomba-Muriaé	Guarani	Lótico	IGAM	-21,3900000	-43,0400000
73	BS052	73 - BS052	Pomba-Muriaé	Além Paraíba	Lótico	IGAM	-21,9200000	-42,7700000
74	BS055	74 - BS055	Pomba-Muriaé	São Francisco do Glória	Lótico	IGAM	-20,7900000	-42,3200000
75	BS070	75 - BS070	Pomba-Muriaé	Além Paraíba	Lótico	IGAM	-21,8700000	-42,6600000
76	BS074	76 - BS074	Pomba-Muriaé	Santos Dumont	Lótico	IGAM	-21,4900000	-43,4600000
77	BS095	77 - BS095	Pomba-Muriaé	Volta Grande	Lótico	IGAM	-21,7700000	-42,5300000
78	BS051	78 - BS051	Pomba-Muriaé	Cataguases	Lótico	IGAM	-21,4100000	-42,6100000
79	BS034	79 - BS034	Pomba-Muriaé	Rio Pomba	Lótico	IGAM	-21,2800000	-43,1800000
80	BS039	80 - BS039	Pomba-Muriaé	Piraúba	Lótico	IGAM	-21,2700000	-42,9400000
81	BS044	81 - BS044	Pomba-Muriaé	Itamarati de Minas	Lótico	IGAM	-21,4700000	-42,8300000
82	BS045	82 - BS045	Pomba-Muriaé	Mirai	Lótico	IGAM	-21,2100000	-42,6700000
83	00RJ02PR0200	83 - 00RJ02PR0200	Pomba-Muriaé	Santo Antônio de Pádua	Lótico	INEA	-21,6552917	-42,3007611

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
84	BS028	84 - BS028	Médio Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	Lótico	IGAM	-22,0200000	-43,3600000
85	BS029	85 - BS029	Médio Paraíba do Sul	Comendador Levy Gasparian	Lótico	IGAM	-22,0200000	-43,3100000
86	BS060	86 - BS060	Médio Paraíba do Sul	Três Rios	Lótico	IGAM	-22,1100000	-43,1700000
87	BS027	87 - BS027	Médio Paraíba do Sul	Valença	Lótico	IGAM	-22,0900000	-43,7500000
88	00RJ02AB0155	88 - 00RJ02AB0155	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,4943556	-44,6480528
89	00RJ02BN0180	89 - 00RJ02BN0180	Médio Paraíba do Sul	Barra Mansa	Lótico	INEA	-22,5188139	-44,1966472
90	00RJ02PN0270	90 - 00RJ02PN0270	Médio Paraíba do Sul	Três Rios	Lótico	INEA	-22,0919083	-43,1465250
91	00RJ02PN0273	91 - 00RJ02PN0273	Médio Paraíba do Sul	Comendador Levy Gasparian	Lótico	INEA	-22,0121972	-43,2766111
92	00RJ02PP0160	92 - 00RJ02PP0160	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,4562722	-44,4033028
93	00RJ02PS0410	93 - 00RJ02PS0410	Médio Paraíba do Sul	Itatiaia	Lótico	INEA	-22,5290333	-44,5684944
94	00RJ02PS0413	94 - 00RJ02PS0413	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,4668972	-44,4479250
95	00RJ02PS0415	95 - 00RJ02PS0415	Médio Paraíba do Sul	Barra Mansa	Lótico	INEA	-22,4504694	-44,3003778
96	00RJ02PS0418	96 - 00RJ02PS0418	Médio Paraíba do Sul	Barra Mansa	Lótico	INEA	-22,5257722	-44,1899528
97	00RJ02PS0419	97 - 00RJ02PS0419	Médio Paraíba do Sul	Volta Redonda	Lótico	INEA	-22,5199694	-44,1332028
98	00RJ02PS0421	98 - 00RJ02PS0421	Médio Paraíba do Sul	Volta Redonda	Lótico	INEA	-22,4784500	-44,0630194
99	00RJ02PS0423	99 - 00RJ02PS0423	Médio Paraíba do Sul	Barra do Pirai	Lótico	INEA	-22,4990306	-43,9345778
100	00RJ02PS0425	100 - 00RJ02PS0425	Médio Paraíba do Sul	Barra do Pirai	Lótico	INEA	-22,4649806	-43,8275944
101	00RJ02PS0430	101 - 00RJ02PS0430	Médio Paraíba do Sul	Três Rios	Lótico	INEA	-22,1050222	-43,1694194
102	00RJ02PT0001	102 - 00RJ02PT0001	Médio Paraíba do Sul	Bocaina de Minas	Lótico	INEA	-22,3294639	-44,6143528
103	00RJ02PT0004	103 - 00RJ02PT0004	Médio Paraíba do Sul	Bocaina de Minas	Lótico	INEA	-22,3297556	-44,5362167
104	00RJ02PT0005	104 - 00RJ02PT0005	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,3274222	-44,5308222
105	00RJ02PT0006	105 - 00RJ02PT0006	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,3068694	-44,5080806
106	01RJ02FN0140	106 - 01RJ02FN0140	Médio Paraíba do Sul	Resende	Lótico	INEA	-22,5104639	-44,6270889
107	01RJ02FN0150	107 - 01RJ02FN0150	Médio Paraíba do Sul	Itatiaia	Lótico	INEA	-22,5287528	-44,5665778
108	BS062	108 - BS062	Piabanha	Três Rios	Lótico	IGAM	-22,1000000	-43,1200000
109	00RJ02PB0002	109 - 00RJ02PB0002	Piabanha	Petrópolis	Lótico	INEA	-22,5039111	-43,1825389
110	00RJ02PB0011	110 - 00RJ02PB0011	Piabanha	Três Rios	Lótico	INEA	-22,1265389	-43,1439861
111	00RJ02PQ0113	111 - 00RJ02PQ0113	Piabanha	Teresópolis	Lótico	INEA	-22,3767389	-42,9638222
112	00RJ02PR0091	112 - 00RJ02PR0091	Piabanha	Teresópolis	Lótico	INEA	-22,2468194	-42,9145694
113	00RJ02SA0100	113 - 00RJ02SA0100	Piabanha	Petrópolis	Lótico	INEA	-22,3868028	-43,1339139
114	1	114 - 1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4871930	-43,1773370
115	2	115 - 2	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4741210	-43,1515240
116	3	116 - 3	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4031510	-43,1352840
117	4	117 - 4	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3791350	-43,1310400
118	5	118 - 5	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2551920	-43,0765080
119	6	119 - 6	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2315770	-43,1042330
120	7	120 - 7	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1774140	-43,1756960
121	8	121 - 8	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1266700	-43,1437910
122	9	122 - 9	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2495910	-42,9173950
123	10.1	123 - 10.1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5140780	-43,1725520
124	10.2	124 - 10.2	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5152920	-43,1825090
125	10.3	125 - 10.3	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5071030	-43,1930970
126	10.4	126 - 10.4	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5094190	-43,1758080

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
127	PLT1	127 - PLT1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5215100	-43,1679300
128	QTD1	128 - QTD1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5206800	-43,1885300
129	ITM1	129 - ITM1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4962800	-43,1499900
130	PÇF1	130 - PÇF1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4493500	-43,1157200
131	ARR1	131 - ARR1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4281200	-43,2387500
132	CDD1	132 - CDD1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4562300	-43,2141700
133	STA1	133 - STA1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3950400	-43,1151000
134	JAC1	134 - JAC1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4286500	-43,0549600
135	RDP1	135 - RDP1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3328600	-43,1356500
136	CRV1	136 - CRV1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3792400	-43,1152400
137	MCP1	137 - MCP1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3229900	-43,1858500
138	JCB1	138 - JCB1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2856500	-43,0930000
139	CDR1	139 - CDR1	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2378500	-43,1012900
140	BNT1	140 - BNT1	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2152500	-43,0209500
141	PRT1	141 - PRT1	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1667500	-42,9534500
142	STR1	142 - STR1	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3026500	-42,9472400
143	PPQT1	143 - PPQT1	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4481600	-42,9828500
144	PPQT2	144 - PPQT2	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3984900	-42,9803800
145	BGL1	145 - BGL1	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3604700	-42,8747300
146	FRD1	146 - FRD1	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3057800	-42,8162200
147	VIR1	147 - VIR1	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2639200	-42,7333000
148	FRD2	148 - FRD2	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2813100	-42,8614900
149	COP1	149 - COP1	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1420300	-42,7905500
150	PQQ	150 - PQQ	Piabanha	Sumidouro	Lótico	CBH PIABANHA	-22,0530500	-42,6793800
151	PPQ	151 - PPQ	Piabanha	Carmo	Lótico	CBH PIABANHA	-21,9109700	-42,6214400
152	SFR1	152 - SFR1	Piabanha	Sapucaia	Lótico	CBH PIABANHA	-22,0257600	-42,7735000
153	CRT1	153 - CRT1	Piabanha	Sapucaia	Lótico	CBH PIABANHA	-21,8878600	-42,6984700
154	FGD1	154 - FGD1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3915500	-43,3076900
155	FGD2	155 - FGD2	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2028500	-43,1604500
156	CLD1	156 - CLD1	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1127200	-43,0633600
157	Correas	157 - Correas	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4422400	-43,1403930
158	A.Herve	158 - A.Herve	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3082300	-43,1403930
159	STAmovel	159 - STAmovel	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3856400	-43,1333800
160	P1	160 - P1	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4771030	-43,2035850
161	P2	161 - P2	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5071090	-43,1922640
162	P3	162 - P3	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4889370	-43,1774010
163	P4	163 - P4	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4740220	-43,1515940
164	P5	164 - P5	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4641860	-43,1468210
165	P6	165 - P6	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4570970	-43,1431040
166	P7	166 - P7	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4421820	-43,1403000
167	P8	167 - P8	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4231990	-43,1326770
168	P9	168 - P9	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4031510	-43,1352840

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
169	P10	169 - P10	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3856400	-43,1333800
170	P11	170 - P11	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3790710	-43,1310410
171	P12	171 - P12	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2552820	-43,0765070
172	P13	172 - P13	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2315770	-43,1042330
173	P14	173 - P14	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1774140	-43,1756960
174	P15	174 - P15	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1265060	-43,1436770
175	P16	175 - P16	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5120420	-43,2147130
176	P17	176 - P17	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5109620	-43,2124660
177	P18	177 - P18	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5066510	-43,1940480
178	P19	178 - P19	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5036110	-43,1910770
179	P20	179 - P20	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5056730	-43,1221500
180	P21	180 - P21	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4959770	-43,1499860
181	P22	181 - P22	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4883580	-43,1526660
182	P23	182 - P23	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4625210	-43,0945380
183	P24	183 - P24	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4493390	-43,1156230
184	P25	184 - P25	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4421990	-43,1397560
185	P26	185 - P26	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4562320	-43,2141690
186	P27	186 - P27	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4281190	-43,2387530
187	P28	187 - P28	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4271820	-43,1638970
188	P29	188 - P29	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4148410	-43,1392790
189	P30	189 - P30	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4297600	-43,0547830
190	P31	190 - P31	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3950420	-43,1150950
191	P32	191 - P32	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3792400	-43,1152400
192	P33	192 - P33	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3328600	-43,1356500
193	P34	193 - P34	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2856520	-43,0930000
194	P35	194 - P35	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2378500	-43,1012900
195	P36	195 - P36	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5408160	-43,2110690
196	P37	196 - P37	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5315140	-43,1992560
197	P38	197 - P38	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5206820	-43,1885250
198	P39	198 - P39	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5174130	-43,1855560
199	P40	199 - P40	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5161610	-43,1833820
200	P41	200 - P41	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5264880	-43,1566320
201	P42	201 - P42	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5220090	-43,1694420
202	P43	202 - P43	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5154300	-43,1708540
203	P44	203 - P44	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5140860	-43,1724980
204	P45	204 - P45	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,5094500	-43,1756560
205	P46	205 - P46	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4481560	-42,9834360
206	P47	206 - P47	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3984890	-42,9803760
207	P48	207 - P48	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3026480	-42,9472350
208	P49	208 - P49	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3604660	-42,8747280
209	P50	209 - P50	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3057820	-42,8162150
210	P51	210 - P51	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2639170	-42,7332960
211	P52	211 - P52	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2813080	-42,8614940

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
212	P53	212 - P53	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2494930	-42,9174550
213	P54	213 - P54	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1420320	-42,7905540
214	P55	214 - P55	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1667490	-42,9534460
215	P56	215 - P56	Piabanha	São José do Vale do Rio Preto	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2152520	-43,0209520
216	P57	216 - P57	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3915500	-43,3076910
217	P58	217 - P58	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3229880	-43,1854580
218	P59	218 - P59	Piabanha	Areal	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2319220	-43,1627170
219	P60	219 - P60	Piabanha	Carmo	Lótico	CBH PIABANHA	-21,9109700	-42,6214400
220	P61	220 - P61	Piabanha	Sumidouro	Lótico	CBH PIABANHA	-22,0530460	-42,6793790
221	P62	221 - P62	Piabanha	Sapucaia	Lótico	CBH PIABANHA	-22,0257600	-42,7735040
222	P63	222 - P63	Piabanha	Sapucaia	Lótico	CBH PIABANHA	-21,8878620	-42,6984710
223	P64	223 - P64	Piabanha	Três Rios	Lótico	CBH PIABANHA	-22,1127150	-43,0633630
224	PM65	224 - PM65	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2301790	-42,9239380
225	PM66	225 - PM66	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3695180	-43,0176970
226	PM67	226 - PM67	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3696650	-43,0271150
227	PM68	227 - PM68	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3128960	-43,0009490
228	PM69	228 - PM69	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,3416910	-43,0183900
229	PM70	229 - PM70	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2524300	-42,7789100
230	PM71	230 - PM71	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2733260	-42,7252620
231	PM72	231 - PM72	Piabanha	Teresópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,2914440	-42,7372710
232	PM73	232 - PM73	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4329210	-43,2554560
233	PM74	233 - PM74	Piabanha	Petrópolis	Lótico	CBH PIABANHA	-22,4705760	-43,2691080
234	00RJ02BG0366	234 - 00RJ02BG0366	Rio Dois Rios	Nova Friburgo	Lótico	INEA	-22,2218000	-42,5141694
235	00RJ02DR0350	235 - 00RJ02DR0350	Rio Dois Rios	São Fidélis	Lótico	INEA	-21,6192917	-41,8252722
236	00RJ02GR0361	236 - 00RJ02GR0361	Rio Dois Rios	Nova Friburgo	Lótico	INEA	-22,2190611	-42,5715750
237	00RJ02NG0353	237 - 00RJ02NG0353	Rio Dois Rios	São Sebastião do Alto	Lótico	INEA	-21,7337111	-41,9829222
238	00RJ02PS0434	238 - 00RJ02PS0434	Rio Dois Rios	Itaocara	Lótico	INEA	-21,6664583	-42,0829639
239	BS075	239 - BS075	Baixo Paraíba do Sul	Aperibé	Lótico	IGAM	-21,6500000	-42,0900000
240	BS054	240 - BS054	Baixo Paraíba do Sul	Santo Antônio de Pádua	Lótico	IGAM	-21,4900000	-42,2500000
241	BS072	241 - BS072	Baixo Paraíba do Sul	Santo Antônio de Pádua	Lótico	IGAM	-21,6500000	-42,3000000
242	BS079	242 - BS079	Baixo Paraíba do Sul	Cambuci	Lótico	IGAM	-21,5900000	-41,9300000
243	00RJ02CR0020	243 - 00RJ02CR0020	Baixo Paraíba do Sul	Itaperuna	Lótico	INEA	-21,1846611	-41,9364472
244	00RJ02MR0370	244 - 00RJ02MR0370	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,6515361	-41,4069500
245	00RJ02MR0374	245 - 00RJ02MR0374	Baixo Paraíba do Sul	Laje do Muriaé	Lótico	INEA	-21,2041639	-42,1242889
246	00RJ02PM0331	246 - 00RJ02PM0331	Baixo Paraíba do Sul	Santo Antônio de Pádua	Lótico	INEA	-21,5493917	-42,1770278
247	00RJ02PM0332	247 - 00RJ02PM0332	Baixo Paraíba do Sul	Santo Antônio de Pádua	Lótico	INEA	-21,4946472	-42,2516000
248	00RJ02PS0436	248 - 00RJ02PS0436	Baixo Paraíba do Sul	Itaocara	Lótico	INEA	-21,6291667	-41,9875000
249	00RJ02PS0439	249 - 00RJ02PS0439	Baixo Paraíba do Sul	São Fidélis	Lótico	INEA	-21,6433333	-41,7458333
250	00RJ02PS0441	250 - 00RJ02PS0441	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,7444444	-41,3305556
251	00RJ32MB0010	251 - 00RJ32MB0010	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-22,0541667	-41,6827778
252	01RJ32FE0001	252 - 01RJ32FE0001	Baixo Paraíba do Sul	Quissamã	Lótico	INEA	-22,0300000	-41,3827778
253	01RJ32FE0004	253 - 01RJ32FE0004	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9975000	-41,2975000

ID Ponto	Nome	ID Agrupado	UP Completo	Município	Regime	Responsável/O peradora	Latitude	Longitude
254	01RJ32FE001 1	254 - 01RJ32FE0011	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9655556	-41,3350000
255	01RJ32FE001 2	255 - 01RJ32FE0012	Baixo Paraíba do Sul	Quissamã	Lótico	INEA	-22,0866667	-41,3580556
256	00RJ32UR003 0	256 - 00RJ32UR0030	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,8186111	-41,3983333
257	01RJ28LC000 1	257 - 01RJ28LC0001	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,7590028	-41,4890028
258	01RJ28LC000 2	258 - 01RJ28LC0002	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,7865444	-41,5402889
259	00RJ33CQ00 01	259 - 00RJ33CQ0001	Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra	Lótico	INEA	-21,8225000	-41,1205556
260	00RJ33CQ00 02	260 - 00RJ33CQ0002	Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra	Lótico	INEA	-21,8716667	-41,0958333
261	00RJ33CQ00 03	261 - 00RJ33CQ0003	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9236111	-41,0494444
262	00RJ33CQ00 04	262 - 00RJ33CQ0004	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9447222	-41,0319444
263	01RJ34SG000 1	263 - 01RJ34SG0001	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9205556	-41,0061111
264	01RJ34SG000 2	264 - 01RJ34SG0002	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	Lótico	INEA	-21,9291667	-40,9963889
265	01RJ34SG000 3	265 - 01RJ34SG0003	Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra	Lótico	INEA	-21,8955556	-41,0275000
266	00RJ02PI024 1	266 - 00RJ02PI0241	Sub-bacia do rio Pirai	Barra do Pirai	Lótico	INEA	-22,4677083	-43,8269111
267	01RJ12VG037 0	267 - 01RJ12VG0370	Sub-bacia do rio Pirai	Pirai	Lótico	INEA	-22,6798889	-43,8754750
268	01RJ02SC020 0	268 - 01RJ02SC0200	Sub-bacia do rio Pirai	Barra do Pirai	Lêntico	INEA	-22,4822306	-43,8391806
269	01RJ12SN021 8	269 - 01RJ12SN0218	Sub-bacia do rio Pirai	Pirai	Lótico	INEA	-22,5325417	-43,8200000