

Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV)

RELATÓRIO TÉCNICO

1º Semestre

Revisão 02
Julho 2024

Agente Financiador:



Por:



CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS

Para maiores informações, favor contatar:

Serviço de Atendimento ao Cliente

T. +55 21 3293-7000

projetos@oceanus.bio.br

Índice Geral

I. INTRODUÇÃO	19
II. OBJETIVOS	20
III. ÁREA DE ESTUDO	21
IV. MALHA AMOSTRAL	23
IV.1 Rio Piabanha.....	27
IV.2 Afluentes do Rio Piabanha	29
IV.3 Rio Quitandinha e Palatino.....	31
IV.4 Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	33
IV.5 Rio Fagundes e Rio Preto	35
IV.6 Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	37
IV.7 Pontos móveis.....	39
V. METODOLOGIA	41
V.1 Qualidade da Água	41
V.1.1 Amostragem	41
V.1.2 Análise estatística.....	43
V.2 Medição de Vazão	45
VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
VI.1 Dados Pluviométricos.....	48
VI.2 Qualidade da Água	54
VI.2.1 Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos	54
VI.2.1.1 Dados brutos – 1ª Campanha de monitoramento	55
VI.2.1.2 Dados brutos – 2ª Campanha de monitoramento	60
VI.2.1.3 Temperatura.....	64
VI.2.1.4 pH	73
VI.2.1.5 Oxigênio Dissolvido.....	83
VI.2.1.6 Condutividade	93
VI.2.1.7 Coliformes Termotolerantes	103
VI.2.1.8 Alcalinidade.....	113
VI.2.1.9 DBO	123
VI.2.1.10 DQO.....	133
VI.2.1.11 Sólidos Suspensos Totais	143
VI.2.1.12 Sólidos Dissolvidos Totais.....	153
VI.2.1.13 Turbidez	163
VI.2.1.14 Nitrato	173
VI.2.1.15 Nitrogênio Total.....	183
VI.2.1.16 Nitrogênio Amoniacal	193
VI.2.1.17 Ortofosfato	203
VI.2.1.18 Fósforo Total.....	213
VI.2.2 Medição de Vazão e Batimetria	223
VI.2.2.1 Sub-região do Rio Piabanha	223
VI.2.2.2 Sub-região Afluentes do Rio Piabanha.....	233

VI.2.2.3	Sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino	245
VI.2.2.4	Sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	251
VI.2.2.5	Sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto	257
VI.2.2.6	Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	262
VI.2.2.7	Pontos móveis.....	266
VII.	CONCLUSÃO	270
VIII.	EQUIPE TÉCNICA	273
	REFERÊNCIAS	274
	ANEXOS	277



Índice de Figuras

FIGURA III-1. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV), JUNTAMENTE COM OS MUNICÍPIOS E PRINCIPAIS RIOS PERTENCENTES A REGIÃO.....	22
FIGURA IV-1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). OS PONTOS FIXOS ESTÃO EM VERMELHO E OS PONTOS MÓVEIS, REFERENTES AO 1º SEMESTRE, ESTÃO EM AMARELO.....	26
FIGURA IV-2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.....	28
FIGURA IV-3. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.....	30
FIGURA IV-4. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.....	32
FIGURA IV-5. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.....	34
FIGURA IV-6. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.....	36
FIGURA IV-7. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.....	38
FIGURA IV-8. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS MÓVEIS DE MONITORAMENTO.....	40
FIGURA V-1. UTILIZAÇÃO DO BALDE COLETOR (A) E SONDA MULTIPARÂMETROS (B).....	42
FIGURA V-2. MEDIÇÃO DA VAZÃO COM O USO DE MOLINETE (A) E FLUTUADOR (B).....	46
FIGURA VI-1. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	64
FIGURA VI-2. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	65
FIGURA VI-3. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	66
FIGURA VI-4. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	67
FIGURA VI-5. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	68
FIGURA VI-6. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	69
FIGURA VI-7. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º SEMESTRE (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	70
FIGURA VI-8. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	71
FIGURA VI-9. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.....	71

FIGURA VI-10. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA ANALISADA DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	72
FIGURA VI-11. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	74
FIGURA VI-12. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	75
FIGURA VI-13. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	76
FIGURA VI-14. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	77
FIGURA VI-15. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	78
FIGURA VI-16. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	79
FIGURA VI-17. DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE PH REGISTRADO NO 1º SEMESTRE (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23). DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	79
FIGURA VI-18. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES DE PH REGISTRADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.	80
FIGURA VI-19. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES DE PH REGISTRADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.	81
FIGURA VI-20. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES DE PH REGISTRADOS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	82
FIGURA VI-21. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	84
FIGURA VI-22. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	85
FIGURA VI-23. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	86
FIGURA VI-24. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	87
FIGURA VI-25. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	88
FIGURA VI-26. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	89

FIGURA VI-27. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	90
FIGURA VI-28. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.	91
FIGURA VI-29. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.	91
FIGURA VI-30. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	92
FIGURA VI-31. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	94
FIGURA VI-32. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	95
FIGURA VI-33. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	96
FIGURA VI-34. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	97
FIGURA VI-35. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	98
FIGURA VI-36. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	99
FIGURA VI-37. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS LOCALIZADOS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	99
FIGURA VI-38. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE CONDUTIVIDADE REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.	100
FIGURA VI-39. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE CONDUTIVIDADE REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.	101
FIGURA VI-40. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE CONDUTIVIDADE REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	102
FIGURA VI-41. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	104
FIGURA VI-42. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	105
FIGURA VI-43. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	106
FIGURA VI-44. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER	

(TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	107
FIGURA VI-45. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	108
FIGURA VI-46. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	109
FIGURA VI-47. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	110
FIGURA VI-48. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	111
FIGURA VI-49. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.....	111
FIGURA VI-50. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	112
FIGURA VI-51. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	114
FIGURA VI-52. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	115
FIGURA VI-53. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	116
FIGURA VI-54. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	117
FIGURA VI-55. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	118
FIGURA VI-56. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	119
FIGURA VI-57. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	119
FIGURA VI-58. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ALCALINIDADE REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	120
FIGURA VI-59. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ALCALINIDADE REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.	121
FIGURA VI-60. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ALCALINIDADE REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	122

FIGURA VI-61. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	124
FIGURA VI-62. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	125
FIGURA VI-63. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	126
FIGURA VI-64. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	127
FIGURA VI-65. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	128
FIGURA VI-66. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	129
FIGURA VI-67. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DBO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	130
FIGURA VI-68. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	131
FIGURA VI-69. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.....	131
FIGURA VI-70. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	132
FIGURA VI-71. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	134
FIGURA VI-72. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	135
FIGURA VI-73. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	136
FIGURA VI-74. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	137
FIGURA VI-75. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	138
FIGURA VI-76. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	139
FIGURA VI-77. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DQO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	139
FIGURA VI-78. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DQO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	140

FIGURA VI-79. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DQO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.....	141
FIGURA VI-80. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE DQO REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	142
FIGURA VI-81. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	144
FIGURA VI-82. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	145
FIGURA VI-83. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	146
FIGURA VI-84. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	147
FIGURA VI-85. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	148
FIGURA VI-86. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	149
FIGURA VI-87. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	150
FIGURA VI-88. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA.....	151
FIGURA VI-89. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2ª CAMPANHA.....	151
FIGURA VI-90. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	152
FIGURA VI-91. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	154
FIGURA VI-92. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	155
FIGURA VI-93. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	156
FIGURA VI-94. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	157

FIGURA VI-95. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	158
FIGURA VI-96. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	159
FIGURA VI-97. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	160
FIGURA VI-98. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	161
FIGURA VI-99. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	161
FIGURA VI-100. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	162
FIGURA VI-101. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	164
FIGURA VI-102. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	165
FIGURA VI-103. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	166
FIGURA VI-104. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	167
FIGURA VI-105. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PRETO E RIO FAGUNDES (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	168
FIGURA VI-106. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	169
FIGURA VI-107. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23). DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	170
FIGURA VI-108. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE TURBIDEZ REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	171
FIGURA VI-109. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE TURBIDEZ REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	171
FIGURA VI-110. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE TURBIDEZ REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	172
FIGURA VI-111. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	174

FIGURA VI-112. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	175
FIGURA VI-113. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	176
FIGURA VI-114. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	177
FIGURA VI-115. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PRETO E RIO FAGUNDES (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	178
FIGURA VI-116. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	179
FIGURA VI-117. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	180
FIGURA VI-118. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	181
FIGURA VI-119. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	181
FIGURA VI-120. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	182
FIGURA VI-121. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	184
FIGURA VI-122. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	185
FIGURA VI-123. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	186
FIGURA VI-124. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	187
FIGURA VI-125. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	188
FIGURA VI-126. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	189
FIGURA VI-127. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	190
FIGURA VI-128. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	191
FIGURA VI-129. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	191

FIGURA VI-130. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	192
FIGURA VI-131. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	194
FIGURA VI-132. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	195
FIGURA VI-133. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	196
FIGURA VI-134. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	197
FIGURA VI-135. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	198
FIGURA VI-136. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	199
FIGURA VI-137. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	200
FIGURA VI-138. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.	201
FIGURA VI-139. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.	201
FIGURA VI-140. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO AMONICAL REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	202
FIGURA VI-141. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	204
FIGURA VI-142. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	205
FIGURA VI-143. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	206
FIGURA VI-144. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	207
FIGURA VI-145. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PRETO E RIO FAGUNDES (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	208
FIGURA VI-146. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	209

FIGURA VI-147. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	210
FIGURA VI-148. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ORTOFOSFATO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	211
FIGURA VI-149. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ORTOFOSFATO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	211
FIGURA VI-150. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE ORTOFOSFATO REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23). DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	212
FIGURA VI-151. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	214
FIGURA VI-152. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	215
FIGURA VI-153. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	216
FIGURA VI-154. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	217
FIGURA VI-155. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).	218
FIGURA VI-156. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS LOCALIZADOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23).....	219
FIGURA VI-157. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	220
FIGURA VI-158. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1º CAMPANHA.....	221
FIGURA VI-159. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 2º CAMPANHA.....	221
FIGURA VI-160. BOXPLOTS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADAS DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	222
FIGURA VI-161. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P1-RIO PIABANHA.....	225
FIGURA VI-162. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P2-RIO PIABANHA.....	226
FIGURA VI-163. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P3-RIO PIABANHA.....	226
FIGURA VI-164. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P4-RIO PIABANHA.....	227
FIGURA VI-165. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P5-RIO PIABANHA.....	227
FIGURA VI-166. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P6-RIO PIABANHA.....	228
FIGURA VI-167. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P7-RIO PIABANHA.....	228
FIGURA VI-168. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P8-RIO PIABANHA.....	229
FIGURA VI-169. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P9-RIO PIABANHA.....	229
FIGURA VI-170. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P10-RIO PIABANHA.....	230
FIGURA VI-171. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P11-RIO PIABANHA.....	230
FIGURA VI-172. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P12-RIO PIABANHA.....	231
FIGURA VI-173. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P13-RIO PIABANHA.....	231

FIGURA VI-174. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P14-RIO PIABANHA.....	232
FIGURA VI-175. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P15-RIO PIABANHA.....	232
FIGURA VI-176. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P16-RIO AVÉ LALLEMANT.....	235
FIGURA VI-177. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P17-RIO AVÉ LALLEMANT.....	235
FIGURA VI-178. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P18-RIO ALPOIM.....	236
FIGURA VI-179. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P19-RIO PAULO BARBOSA.	236
FIGURA VI-180. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P20-RIO ITAMARATI.	237
FIGURA VI-181. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P21-RIO ITAMARATI.	237
FIGURA VI-182. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P22-RIO ITAMARATI.	238
FIGURA VI-183. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P23-RIO BONFIM.	238
FIGURA VI-184. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P25-RIO BONFIM.	239
FIGURA VI-185. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P26-RIO DA CIDADE.....	239
FIGURA VI-186. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P27-RIO DAS ARARAS.....	240
FIGURA VI-187. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P28-RIO DA CIDADE.....	240
FIGURA VI-188. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P29-RIO DAS ARARAS.....	241
FIGURA VI-189. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P30-RIO JACÓ.	241
FIGURA VI-190. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P31-RIO SANTO ANTÔNIO.	242
FIGURA VI-191. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P32-RIO DO CARVÃO.	242
FIGURA VI-192. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P33-RIBEIRÃO RETIRO DAS PEDRAS.....	243
FIGURA VI-193. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P34-CÓRREGO DA JACUBA.....	243
FIGURA VI-194. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P35-CÓRREGO DO CEDRO.	244
FIGURA VI-195. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P37-RIO QUITANDINHA.	247
FIGURA VI-196. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P38-RIO QUITANDINHA.	247
FIGURA VI-197. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P39-RIO QUITANDINHA.	248
FIGURA VI-198. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P41-RIO PALATINO.	248
FIGURA VI-199. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P43-RIO PALATINO.	249
FIGURA VI-200. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P44-RIO PALATINO.	249
FIGURA VI-201. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P45-RIO PIABANHA.....	250
FIGURA VI-202. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P46-RIO PAQUEQUER.....	253
FIGURA VI-203. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P47-RIO PAQUEQUER.....	253
FIGURA VI-204. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P48-RIBEIRÃO SANTA RITA.	254
FIGURA VI-205. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P49-RIO DAS BENGALAS.....	254
FIGURA VI-206. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P50-RIO DOS FRADES.....	255
FIGURA VI-207. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P51-RIO VIEIRA.....	255
FIGURA VI-208. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P52-RIO DOS FRADES.....	256
FIGURA VI-209. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P53-RIO PRETO.....	256
FIGURA VI-210. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P54-RIO DO CAPIM OU DO PIÃO.....	259
FIGURA VI-211. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P55-RIO PRETO.....	260
FIGURA VI-212. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P56-RIO BONITO.	260
FIGURA VI-213. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P57-RIO FAGUNDES.	261
FIGURA VI-214. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P58-RIO MARIA COMPRIDA.	261
FIGURA VI-215. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P60-RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO).....	264
FIGURA VI-216. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P61-RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO).....	264
FIGURA VI-217. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P63-CÓRREGO DO BARÃO.	265
FIGURA VI-218. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO P64-RIO CALÇADO.	265
FIGURA VI-219. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM68-RIBEIRÃO SANTA RITA.	268
FIGURA VI-220. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM73-CÓRREGO SANTA CATARINA.	268
FIGURA VI-221. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM74-CÓRREGO ESTRELA.	269

Índice de Quadros

QUADRO IV-1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS FIXOS SEGUNDO SUAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS E REFERÊNCIAS.	23
QUADRO IV-2. LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS DA 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	25
QUADRO IV-3. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	27
QUADRO IV-4. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	27
QUADRO IV-5. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	29
QUADRO IV-6. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	29
QUADRO IV-7. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO.	31
QUADRO IV-8. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.	31
QUADRO IV-9. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	33
QUADRO IV-10. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	33
QUADRO IV-11. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	35
QUADRO IV-12. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	35
QUADRO IV-13. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	37
QUADRO IV-14. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	37
QUADRO IV-15. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS COLETADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PIABANHA (RH-IV).	39
QUADRO V-1. PARÂMETROS E MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AMOSTRAS DA QUALIDADE DA ÁGUA.	43
QUADRO V-2. NÚMERO DE PONTOS DE AMOSTRAGENS CONFORME PROFUNDIDADE DO TRECHO.	47
QUADRO VI-1. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	49
QUADRO VI-2. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	50
QUADRO VI-3. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.	51
QUADRO VI-4. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E BENGALAS.	51
QUADRO VI-5. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	52
QUADRO VI-6. PRECIPITAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	52
QUADRO VI-7. PRECIPITAÇÃO NOS PONTOS MÓVEIS MONITORADOS.	53
QUADRO VIII-1. EQUIPE TÉCNICA	273

Índice de Tabelas

TABELA VI-1- RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	55
TABELA VI-2- RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	56
TABELA VI-3 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER E RIO BENGALAS E SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.....	57
TABELA VI-4 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER E PARAÍBA DO SUL E SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	58
TABELA VI-5 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – PONTOS MÓVEIS.	59
TABELA VI-6 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	60
TABELA VI-7 – RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	61
TABELA VI-8 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER E RIO BENGALAS E SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.....	62
TABELA VI-9 - RESULTADO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICO ANALISADOS DURANTE A 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE RIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV) – SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER E RIO PARAÍBA DO SUL E SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	63
TABELA VI-10 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	224
TABELA VI-11 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	234
TABELA VI-12 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	246
TABELA VI-13 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.....	252
TABELA VI-14 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	258
TABELA VI-15 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NA SUB-REGIÃO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.....	263
TABELA VI-16 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NOS PONTOS MÓVEIS MONITORADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	267

Lista de siglas

Alc.	-	Alcalinidade
ARP	-	Sub-região Afluentes do Rio Piabanha
Camp.	-	Campanha de monitoramento
CERHI/RJ	-	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
Colif. Termo	-	Coliformes Termotolerantes
DBO	-	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	-	Demanda Química de Oxigênio
LD	-	Limite de detecção
LQ	-	Limite de quantificação
mg/L	-	miligrama por litro
N.A.	-	Não Aplicável
NH ₄	-	Nitrogênio amoniacal
NT	-	Nitrogênio total
NO ₃	-	Nitrato
OD	-	Oxigênio dissolvido
RFRP	-	Sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto
RH-IV	-	Região Hidrográfica do Rio Piabanha
PM	-	Ponto móvel
RP	-	Rio Piabanha
RPRB	-	Sub-região do Rio Paquequer e Rio das Bengalas
RPRPS	-	Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul
RQRP	-	Sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino
PO ₄	-	Ortofosfato
PT	-	Fósforo total
SDT	-	Sólidos dissolvidos totais
SST	-	Sólidos suspensos totais
Temp.	-	Temperatura
Turb.	-	Turbidez
UNT	-	Unidades Nefelométricas de Turbidez

I. INTRODUÇÃO

A água empregada como recurso hídrico é utilizada em diversas atividades, como abastecimento, irrigação, energia, entre outras. De acordo com a Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem público, limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). Entretanto, a qualidade da água pode ser influenciada por diversos fatores, nos quais os relacionados a atividades antropogênicas são os mais prejudiciais. Durante décadas, diversos rios das cidades brasileiras são afetados por cargas pontuais e difusas de poluição, de origem orgânica e inorgânica (TUCCI, HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001). Assim, o monitoramento ambiental é uma ferramenta de grande importância na gestão do meio ambiente, uma vez que permite a obtenção e análise sistemática das informações ambientais e assim auxilia no processo decisório de gestão ambiental.

A Região Hidrográfica do rio Piabanha (RH-IV) se situa ao longo da região central do Estado do Rio de Janeiro, compreendendo total ou parcialmente 10 municípios, e foi definida pela Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ (CBH-PIABANHA, 2019).

O presente documento tem como objetivo apresentar a avaliação da qualidade da água da Região Hidrográfica do Piabanha (RH-IV) durante o 1º semestre de monitoramento realizado em 2023, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para Águas Doces, Classe 2, e fornecer subsídios para a gestão do Comitê Piabanha.

II. OBJETIVOS

O presente monitoramento tem como objetivo geral amostrar, analisar, monitorar e diagnosticar a qualidade da água de rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV). Já os objetivos específicos são:

- Realizar amostragens para o diagnóstico da qualidade da água, através de campanhas trimestrais de monitoramento;
- Analisar os parâmetros de qualidade da água;
- Realizar a medição da vazão através de medidas pontuais das velocidades do fluxo;
- Elaborar relatórios técnicos referentes às campanhas e comparar os resultados das análises com a legislação vigente, com a interpretação dos dados, e associar vazão dos corpos hídricos à qualidade da água.

III. ÁREA DE ESTUDO

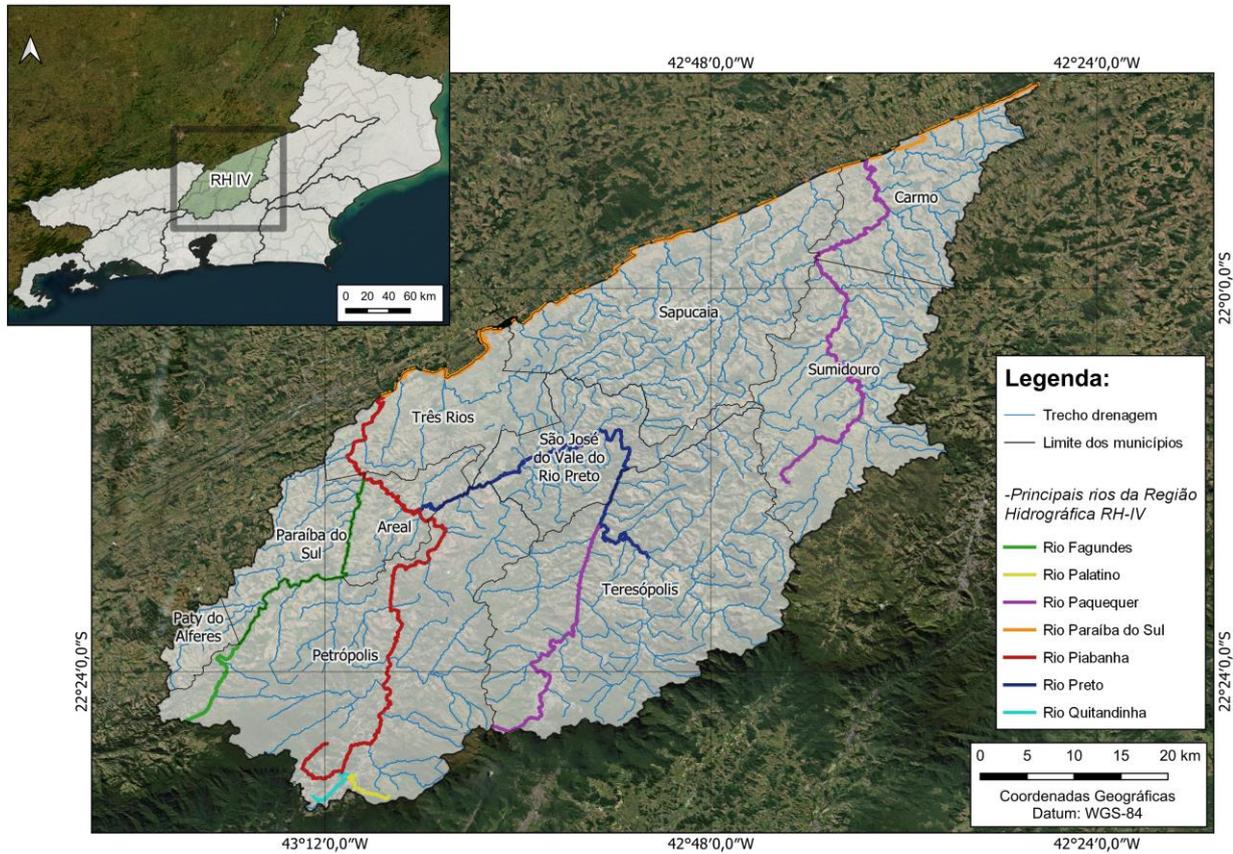
A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com mais de 60.000 Km² de área, tendo a Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) como uma de suas bacias afluentes (Figura III-1).

O Comitê Piabanha, responsável pela gestão da Região Hidrográfica do Piabanha (RH-IV), atua em uma área de 3.460 km² com aproximadamente 55 mil habitantes, o que representa 5,64% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Devido à grande extensão da RH-IV sua área foi dividida em 34 sub-bacias hidrográficas e os rios que apresentam grande extensão foram divididos em alto, médio e baixo curso, de acordo com os limites dos principais rios adjacentes (CBH-PIABANHA, 2021).

A altitude da região apresenta variação entre 390 e 1.200 metros, com geomorfologia marcada pela presença de escarpas serranas, montanhas, morros altos e baixos. A formação geológica da região é composta por rochas ígneas e metamórficas e formações montanhosas. Além disso, a região apresenta diferentes características climáticas como mesotérmica mediana (temperatura média < 10°C), mesotérmica branda (temperatura média entre 10°C e 15°C), subquente (temperatura média entre 15°C e 18°C) e quente (temperatura média >18°C).

O Rio Piabanha, com 80 km de extensão, banha os municípios de Petrópolis, Areal, Três Rios e Paraíba do Sul, e seu principal afluente é o rio Preto, que tem 54 km de curso. O Rio Paquequer, afluente do Rio Preto, apresenta extensão de 37 km e banha Teresópolis em seu trecho inicial (Figura III-1). Dos municípios pertencentes a região RH-IV, Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis estão inseridos integralmente, enquanto Carmo, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis e Três Rios estão parcialmente (CBH-PIABANHA, 2019).

Figura III-1. Localização da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV), juntamente com os municípios e principais rios pertencentes a região.



IV. MALHA AMOSTRAL

O monitoramento dos rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) foi realizado através da coleta de amostras de água superficial em 64 (sessenta e quatro) pontos fixos e 10 (dez) pontos móveis (Figura IV-1). Duas campanhas de monitoramento foram realizadas para compor este relatório, entretanto, a amostragem dos pontos móveis e aferição da vazão nos 74 pontos monitorados ocorreu apenas na primeira campanha.

O Quadro IV-1 e o Quadro IV-2 apresentam as coordenadas geográficas dos pontos fixos e móveis, respectivamente. Vale ressaltar que os pontos móveis são definidos pelo Comitê Piabanha a cada campanha semestral de monitoramento, como destacado no Termo de Referência.

Quadro IV-1. Localização dos pontos fixos segundo suas coordenadas geográficas e referências.

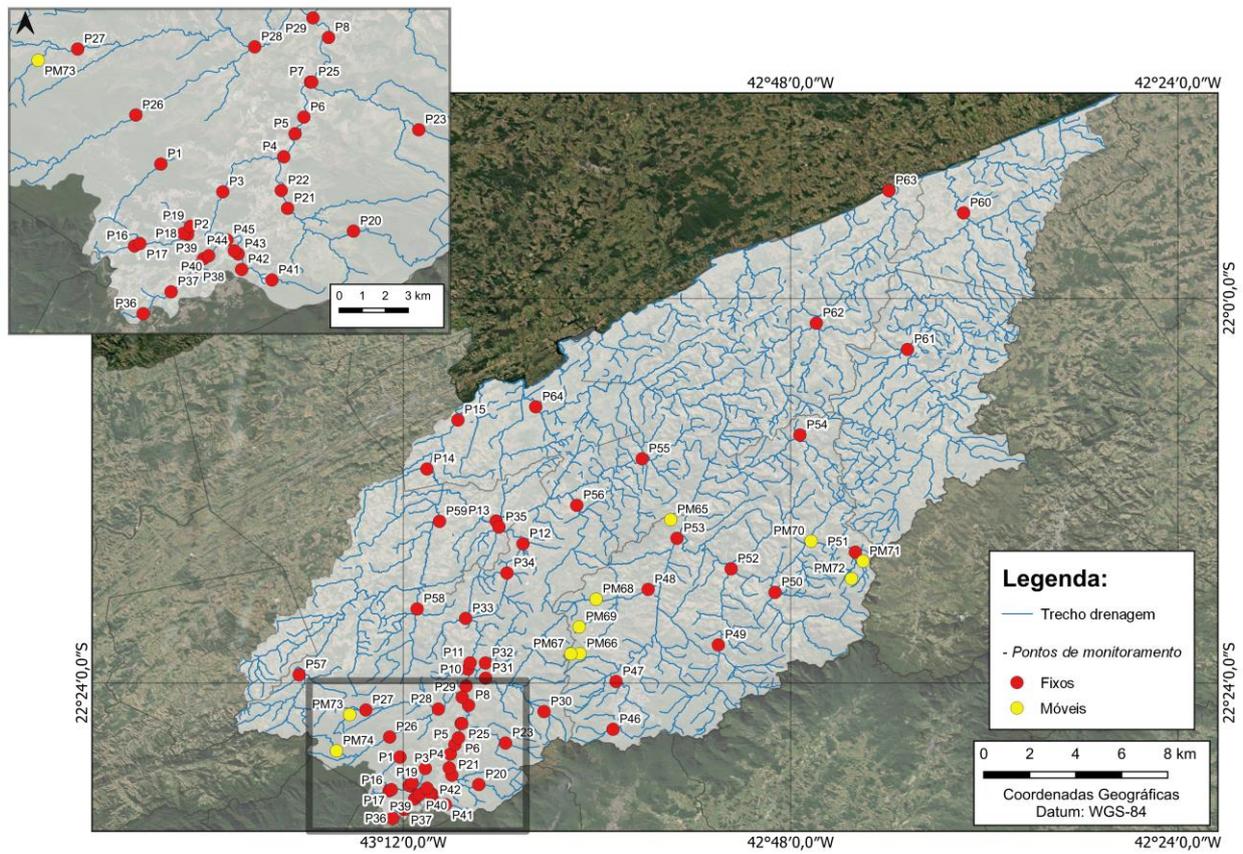
Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
Rio Piabanha	P1	Rio Piabanha	Próximo à nascente do Rio Piabanha	-43,203585	-22,477103
	P2	Rio Piabanha	Rio Piabanha (jusante da ETE Piabanha)	-43,192264	-22,507109
	P3	Rio Piabanha	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	-43,177401	-22,488937
	P4	Rio Piabanha	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
	P5	Rio Piabanha	Ponte Branca (Samambaia)	-43,146821	-22,464186
	P6	Rio Piabanha	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
	P7	Rio Piabanha	Jusante da ETE Corrêas	-43,140300	-22,442182
	P8	Rio Piabanha	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
	P9	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	-43,135284	-22,403151
	P10	Rio Piabanha	Rio Santo Antônio	-43,133380	-22,385640
	P11	Rio Piabanha	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
	P12	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	-43,076507	-22,255282
	P13	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Carmo	-43,104233	-22,231577
	P14	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Três Rios	-43,175696	-22,177414
	P15	Rio Piabanha	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	-43,143677	-22,126506
Afluentes do Rio Piabanha	P16	Rio Avé Lallemand	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	-43,214713	-22,512042
	P17	Rio Avé Lallemand	Próximo a Duarte da Silveira	-43,212466	-22,510962
	P18	Rio Alpoim	Rio do Quarteirão Ingelheim	-43,194048	-22,506651
	P19	Rio Paulo Barbosa	Ponte na Rua Mosela	-43,191077	-22,503611
	P20	Rio Itamarati	Próximo à nascente do rio Itamarati	-43,122150	-22,505673
	P21	Rio Itamarati	Rio Itamarati	-43,149986	-22,495977
	P22	Rio Itamarati	Próximo ao túnel extravasador para o Rio Itamarati	-43,152666	-22,488358
	P23	Rio do Bonfim	Rio Bonfim	-43,094538	-22,462521
	P24	Rio do Bonfim	Mata Porcos	-43,115623	-22,449339

Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
Afluentes do Rio Piabanha	P25	Rio do Bonfim	Ponto na ponte Corrêas	-43,139756	-22,442199
	P26	Rio da Cidade	Rio da Cidade	-43,214169	-22,456232
	P27	Rio das Araras	Rio das Araras	-43,238753	-22,428119
	P28	Rio da Cidade	Foz do Rio da Cidade	-43,163897	-22,427182
	P29	Rio das Araras	Foz do Rio das Araras	-43,139279	-22,414841
	P30	Rio do Jacó	Rio do Jacó	-43,054783	-22,429760
	P31	Rio Santo Antônio	Rio Santo Antônio	-43,115095	-22,395042
	P32	Rio do Carvão	Rio do Carvão	-43,115240	-22,379240
	P33	Ribeirão Retiro das Pedras	Ribeirão Retiro das Pedras	-43,135650	-22,332860
	P34	Córrego da Jacuba	Córrego da Jacuba	-43,093000	-22,285652
	P35	Córrego do Cedro	Córrego do Cedro	-43,101290	-22,237850
Rio Quitandinha e Rio Palatino	P36	Rio Cremérie	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	-43,211069	-22,540816
	P37	Rio Quitandinha	Ponte Fones (depois do posto de	-43,199256	-22,531514
	P38	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha	-43,188525	-22,520682
	P39	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
	P40	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
	P41	Rio Palatino	Próximo à nascente do Rio Palatino	-43,156632	-22,526488
	P42	Rio Palatino	Rio Palatino	-43,169442	-22,522009
	P43	Rio Palatino	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
	P44	Rio Palatino	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
	P45	Rio Piabanha	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	-43,175656	-22,509450
Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	P46	Rio Paquequer (Teresópolis)	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,983436	-22,448156
	P47	Rio Paquequer (Teresópolis)	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
	P48	Ribeirão Santa Rita	Ribeirão Santa Rita	-42,947235	-22,302648
	P49	Rio das Bengalas	Rio das Bengalas	-42,874728	-22,360466
	P50	Rio dos Frades	Rio dos Frades	-42,816215	-22,305782
	P51	Rio Vieira	Rio Vieira	-42,733296	-22,263917
	P52	Rio dos Frades	Rio dos Frades	-42,861494	-22,281308
	P53	Rio Preto	Rio Preto	-42,917455	-22,249493
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	Rio do Capim ou Pião	Rio Capim ou do Pião	-42,790554	-22,142032
	P55	Rio Preto	Rio Preto	-42,953446	-22,166749
	P56	Rio Bonito	Rio Bonito	-43,020952	-22,215252
	P57	Rio Fagundes	Rio Fagundes	-43,307691	-22,391550
	P58	Rio Maria Comprida	Rio Maria Comprida	-43,185458	-22,322988
	P59	Córrego do Quilombo Boa Esperança	Córrego no Quilombo Boa Esperança	-43,162717	-22,231922
Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	P60	Rio Paquequer (Sumidouro)	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,621440	-21,910970
	P61	Rio Paquequer (Sumidouro)	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
	P62	Rio São Francisco	Rio São Francisco	-42,773504	-22,025760
	P63	Córrego do Cortiço	Córrego do Cortiço	-42,698471	-21,887862
	P64	Rio Calçado	Rio Calçado	-43,063363	-22,112715

Quadro IV-2. Localização e coordenadas geográficas dos pontos móveis da 1ª campanha de monitoramento.

Pontos	Corpo hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
PM65	Próximo a Fazenda Lagoa Orgânico	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-42,923938	-22,230179
PM66	Rio Calçado	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,017697	-22,369518
PM67	Rio dos Andradas	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,027115	-22,369665
PM68	Ribeirão Santa Rita	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,000949	-22,312896
PM69	Ribeirão Santa Rita	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,018390	-22,341691
PM70	Rio da Formiga	Microbacia de Vieira	-42,778910	-22,252430
PM71	Rio Vieira	Microbacia de Vieira	-42,725262	-22,273326
PM72	Rio Preto	Microbacia de Vieira	-42,737271	-22,291444
PM73	Córrego Santa Catarina	Rebio Araras	-43,255456	-22,432921
PM74	Rio Cidade	Rebio Araras	-43,269108	-22,470576

Figura IV-1. Localização dos pontos de monitoramento na Região Hidrográfica do rio Piabanha (RH-IV). Os pontos fixos estão em vermelho e os pontos móveis, referentes ao 1º semestre, estão em amarelo.



IV.1 Rio Piabanha

O Rio Piabanha tem sua nascente situada na Serra do Mar a 1.546 metros de altitude em Petrópolis/RJ e drena por aproximadamente 80 km cortando os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios em direção ao Rio Paraíba do Sul, onde deságua. Como principais afluentes do rio Piabanha estão o rio Preto e o rio Fagundes (KLING, 2005).

Na sub-região do Rio Piabanha são monitorados 15 pontos fixos distribuídos nas sub-bacias da Região do Alto, Médio e Baixo Piabanha (Figura IV-2; Quadro IV-4). Os principais corpos hídricos das sub-bacias são o rio Piabanha e os córregos Brejal, Cedro, Cambotas e Mundo Novo. As características das sub-bacias são descritas no Quadro IV-3.

Quadro IV-3. Características das sub-bacias da sub-região do Rio Piabanha.

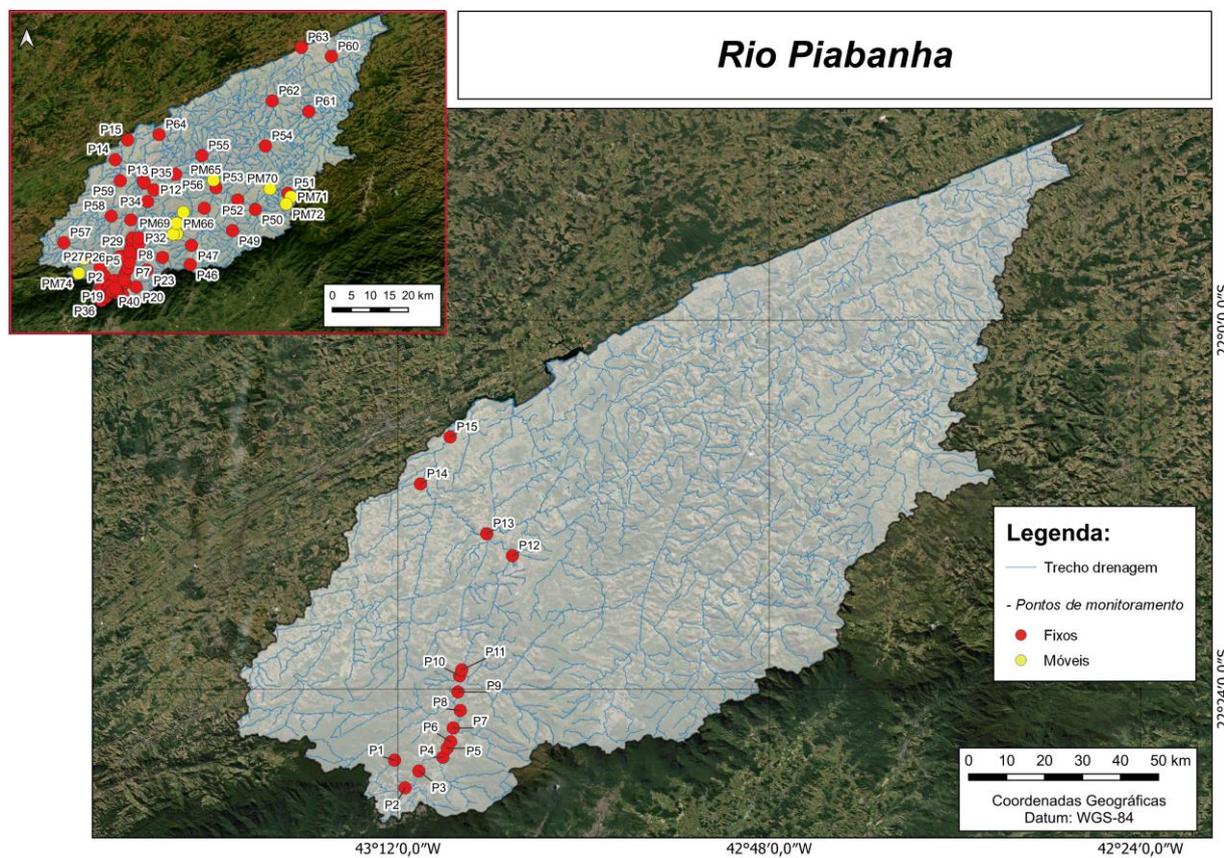
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Alto Rio Piabanha	49,98	62,20	10,00	31	66	19
Médio Rio Piabanha	102,00	52,50	16,00	11	76	11
Baixo Rio Piabanha	124,73	31,74	6,00	13	15	12

Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-4. Coordenadas geográficas dos pontos fixos da sub-região do Rio Piabanha.

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P01	Rio Piabanha	Próximo à nascente do Rio Piabanha	-43,203585	-22,477103
P02	Rio Piabanha	Rio Piabanha (jusante da ETE Piabanha)	-43,192264	-22,507109
P03	Rio Piabanha	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	-43,177401	-22,488937
P04	Rio Piabanha	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
P05	Rio Piabanha	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,146821	-22,464186
P06	Rio Piabanha	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
P07	Rio Piabanha	Jusante da ETE Corrêas	-43,140300	-22,442182
P08	Rio Piabanha	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
P09	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	-43,135284	-22,403151
P10	Rio Piabanha	Rio Santo Antônio	-43,133380	-22,385640
P11	Rio Piabanha	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
P12	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	-43,076507	-22,255282
P13	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Carmo	-43,104233	-22,231577
P14	Rio Piabanha	Rio Piabanha em Três Rios	-43,175696	-22,177414
P15	Rio Piabanha	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	-43,143677	-22,126506

Figura IV-2. Localização e identificação dos pontos fixos de monitoramento da sub-região do Rio Piabanha.



IV.2 Afluentes do Rio Piabanha

A sub-região Afluentes do Rio Piabanha abrange as sub-bacias dos rios Itamarati, Poço Ferreira, Santo Antônio, Araras e Alto, Médio e Baixo Piabanha. Os principais corpos hídricos desta sub-região são os rios Piabanha, Caxambu, Itamarati, Bonfim, Poço do Ferreira, Arara, Cidade, Cantagalo, Cuiabá, Jacó, Carvão e Santo Antônio, além dos córregos Três Pedras, Ponte de Ferro, Brejal, Cedro, Cambotas e Mundo Novo (CBH-PIABANHA, 2019).

As sub-bacias desta região drenam os municípios de Petrópolis, Teresópolis e Areal, sendo a sub-bacia do Rio do Poço Ferreira a terceira menor área de contribuição da RH-IV. Nesta sub-região foram monitorados 20 pontos fixos e as características das sub-bacias são descritas no Quadro IV-5 (Quadro IV-6; Figura IV-3).

Quadro IV-5. Características das sub-bacias da sub-região Afluentes do Rio Piabanha.

Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Alto Rio Piabanha	49,98	62,20	10,00	31	66	19
Médio Rio Piabanha	102,00	52,50	16,00	11	76	11
Baixo Rio Piabanha	124,73	31,74	6,00	13	15	12
Rio Itamarati	46,22	73,98	22,00	5	7	-
Rio do Poço Ferreira	30,30	75,83	24,00	9	23	2
Rio Santo Antônio	116,36	63,20	21,00	1	16	1
Rio das Araras	99,66	75,83	24,00	9	23	2

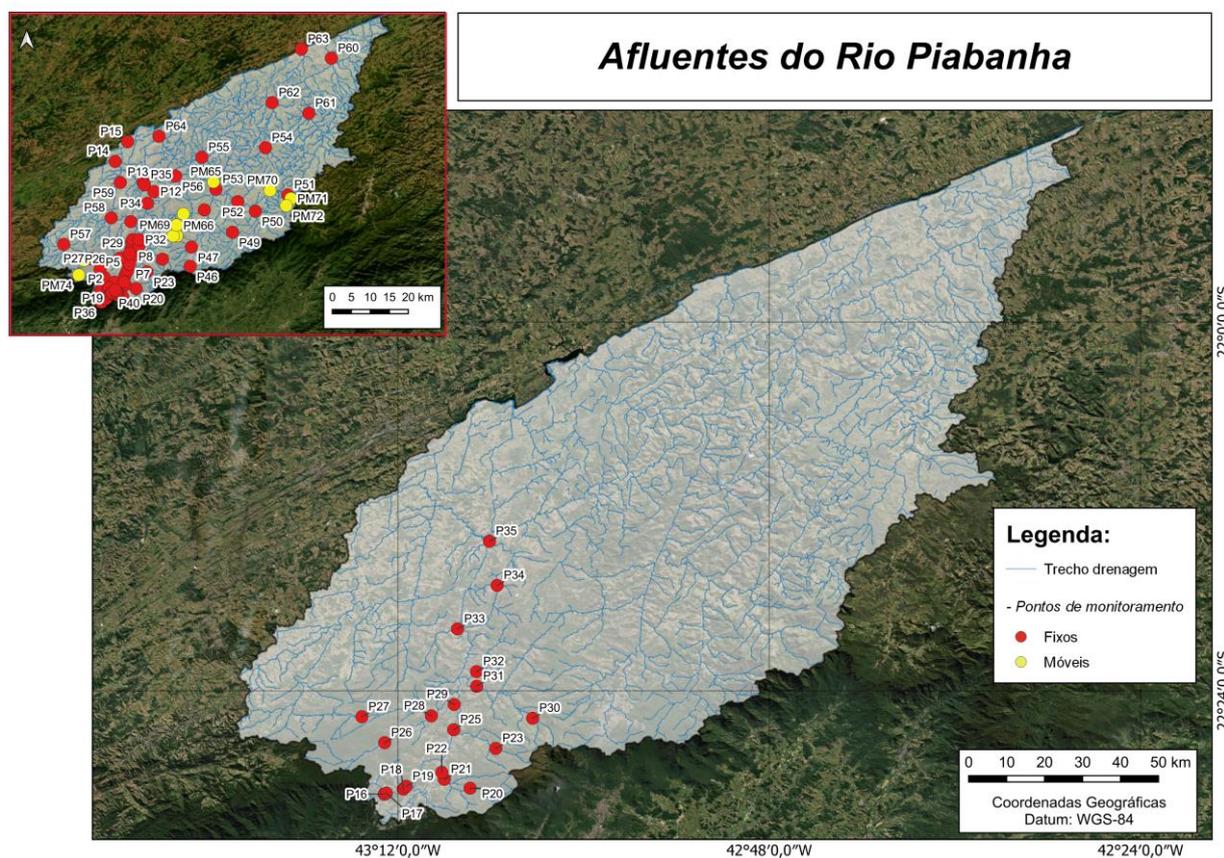
Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-6. Coordenadas geográficas dos pontos fixos da sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha.

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P16	Rio Avé Lallemand	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	-43,214713	-22,512042
P17	Rio Avé Lallemand	Próximo a Duarte da Silveira	-43,212466	-22,510962
P18	Rio Alpoim	Rio do Quarteirão Ingelheim	-43,194048	-22,506651
P19	Rio Paulo Barbosa	Ponte na Rua Mosela	-43,191077	-22,503611
P20	Rio Itamarati	Próximo à nascente do rio Itamarati	-43,122150	-22,505673
P21	Rio Itamarati	Rio Itamarati	-43,149986	-22,495977
P22	Rio Itamarati	Próximo ao túnel extravasor para o Rio Itamarati	-43,152666	-22,488358
P23	Rio do Bonfim	Rio do Bonfim	-43,094538	-22,462521
P24	Rio do Bonfim	Mata Porcos	-43,115623	-22,449339
P25	Rio do Bonfim	Ponto na ponte Corrêas	-43,139756	-22,442199
P26	Rio da Cidade	Rio da Cidade	-43,214169	-22,456232

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P27	Rio das Araras	Rio das Araras	-43,238753	-22,428119
P28	Rio da Cidade	Foz do Rio da Cidade	-43,163897	-22,427182
P29	Rio das Araras	Foz do Rio das Araras	-43,139279	-22,414841
P30	Rio do Jacó	Rio do Jacó	-43,054783	-22,429760
P31	Rio Santo Antônio	Rio Santo Antônio	-43,115095	-22,395042
P32	Rio do Carvão	Rio do Carvão	-43,115240	-22,379240
P33	Ribeirão Retiro das Pedras	Ribeirão Retiro das Pedras	-43,135650	-22,332860
P34	Córrego da Jacuba	Córrego da Jacuba	-43,093000	-22,285652
P35	Córrego do Cedro	Córrego do Cedro	-43,101290	-22,237850

Figura IV-3. Localização e identificação dos pontos fixos de monitoramento da sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha.



IV.3 Rio Quitandinha e Palatino

A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino fica localizada no município de Petrópolis, sendo os corpos hídricos que apresentam menor contribuição para a Região Hidrográfica do rio Piabanha. De acordo com Silva (2014) os rios desta sub-região drenam a cidade de Petrópolis por um percurso de aproximadamente 9 km, sendo as regiões de drenagem com grande adensamento populacional.

O Rio Palatino, anteriormente denominado Córrego Seco, é o principal afluente do Rio Quitandinha e tem sua nascente localizada na região sul da cidade de Petrópolis, no bairro Morin. O Rio Quitandinha tem sua nascente localizada na região do bairro de mesmo nome e deságua no Rio Piabanha juntamente com o Rio Palatino na altura da rua do Imperador, no centro da cidade de Petrópolis.

Nesta sub-região foram monitorados 10 pontos fixos e as características da sub-bacia são descritas no Quadro IV-7 (Figura IV-4;Quadro IV-8).

Quadro IV-7. Características das sub-bacias da sub-região do Rio Quitandinha e Palatino.

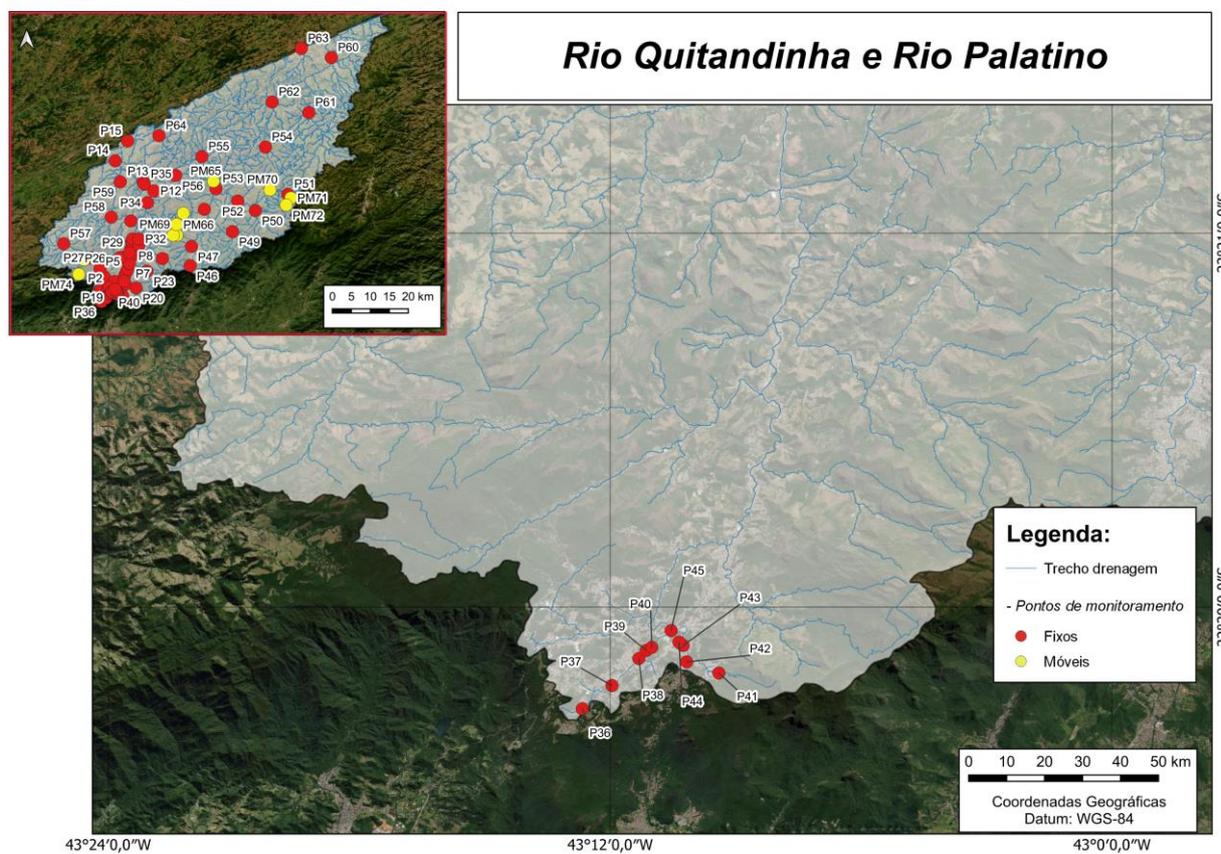
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Quitandinha e Palatino	21,81	58,43	9	6	72	5

Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-8. Coordenadas geográficas dos pontos fixos da sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.

Ponto	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P36	Rio Cremérie	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	-43,211069	-22,540816
P37	Rio Quitandinha	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	-43,199256	-22,531514
P38	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha 2	-43,188525	-22,520682
P39	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
P40	Rio Quitandinha	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
P41	Rio Palatino	Próximo à nascente do Rio Palatino	-43,156632	-22,526488
P42	Rio Palatino	Rio Palatino	-43,169442	-22,522009
P43	Rio Palatino	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
P44	Rio Palatino	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
P45	Rio Piabanha	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	-43,175656	-22,509450

Figura IV-4. Localização e identificação dos pontos fixos de monitoramento da sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.



IV.4 Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas

A sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas abrange as sub-bacias dos rios Bengala, Frades, Formiga, Alto e Baixo Paquequer e drenam pelos municípios de Petrópolis, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto e Sumidouro.

Os principais corpos hídricos desta sub-região são os rios Quebra-frascos, Príncipe, Fischer, Albuquerque, Paquequer, Andradas, Vargem Grande, Pedras, Bengalas, Antas, Frades, Vieira e Formiga (CBH-Piabanha, 2019).

Destaca-se que o Rio Paquequer, um dos principais afluentes do Rio Piabanha, possui aproximadamente 40 km de extensão e tem sua nascente localizada no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (ALVIM, 2012). Já o Rio das Bengalas nasce na Pedra do Ermitagem, na APA da Floresta do Jacarandá, onde drena pelo município de Teresópolis até desaguar no Rio Preto. Nesta sub-região foram monitorados 8 pontos fixos e as características das sub-bacias são descritas no Quadro IV-9 (Figura IV-5; Quadro IV-10).

Quadro IV-9. Características das sub-bacias da sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas.

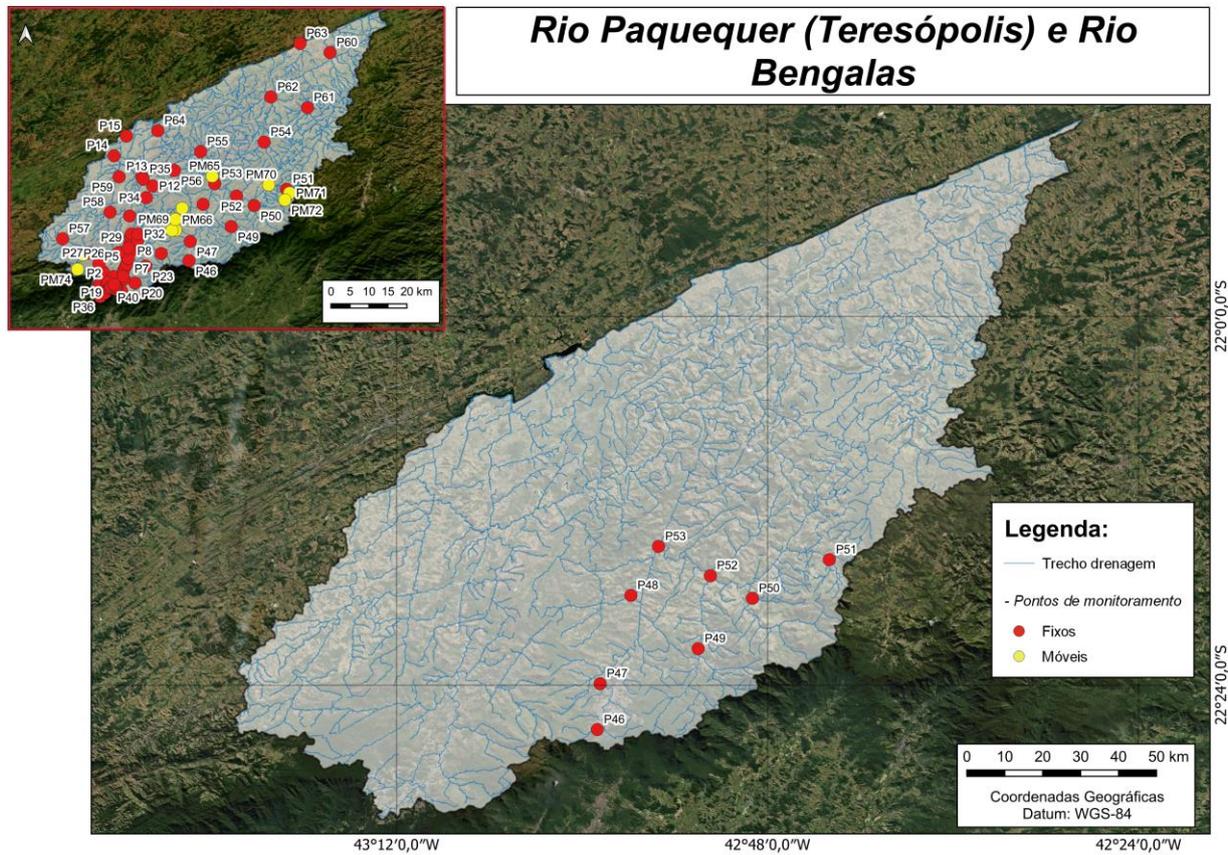
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Alto Rio Paquequer	136,54	66,14	14,00	11	55	8
Baixo Rio Paquequer	132,96	59,46	10,00	4	4	2
Rio das Bengalas	135,72	74,02	14,00	11	10	3
Rio dos Frades	103,01	55,99	25,00	1	0	1
Rio Formiga	88,20	49,07	11	2	3	2

Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-10. Coordenadas geográficas dos pontos fixos da sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas.

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P46	Rio Paquequer (Teresópolis)	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,983436	-22,448156
P47	Rio Paquequer (Teresópolis)	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
P48	Ribeirão Santa Rita	Ribeirão Santa Rita	-42,947235	-22,302648
P49	Rio das Bengalas	Rio das Bengalas	-42,874728	-22,360466
P50	Rio dos Frades	Rio dos Frades	-42,816215	-22,305782
P51	Rio Vieira	Rio Vieira	-42,733296	-22,263917
P52	Rio dos Frades	Rio dos Frades	-42,861494	-22,281308
P53	Rio Preto	Rio Preto	-42,917455	-22,249493

Figura IV-5. Localização e numeração dos pontos fixos de monitoramento da sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas.



IV.5 Rio Fagundes e Rio Preto

A sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto drena pelos municípios de Petrópolis, Teresópolis, Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro, Sapucaia, Areal e Paraíba do Sul e abrange as sub-bacias do Rio do Capim ou do Pião, Baixo Rio Preto e Baixo Fagundes. Os principais corpos hídricos desta sub-região são os rios Capim ou do Pião, Boa Esperança, Preto e Fagundes.

A sub-bacia do Rio Preto sofre grandes influências antrópicas e é considerada a maior dentre as sub-bacias do Rio Piabanha, drenando um curso de 75 km pelos municípios de Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto (LIMA, 2021). Em seu ponto de confluência com o Rio Piabanha apresenta vazão na mesma ordem de grandeza, principalmente no período de estiagem (DE PAULA, 2011). Nesta sub-região foram monitorados 6 pontos fixos e as características das sub-bacias são descritas no Quadro IV-11 (Figura IV-6; Quadro IV-12).

Quadro IV-11. Características das sub-bacias da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.

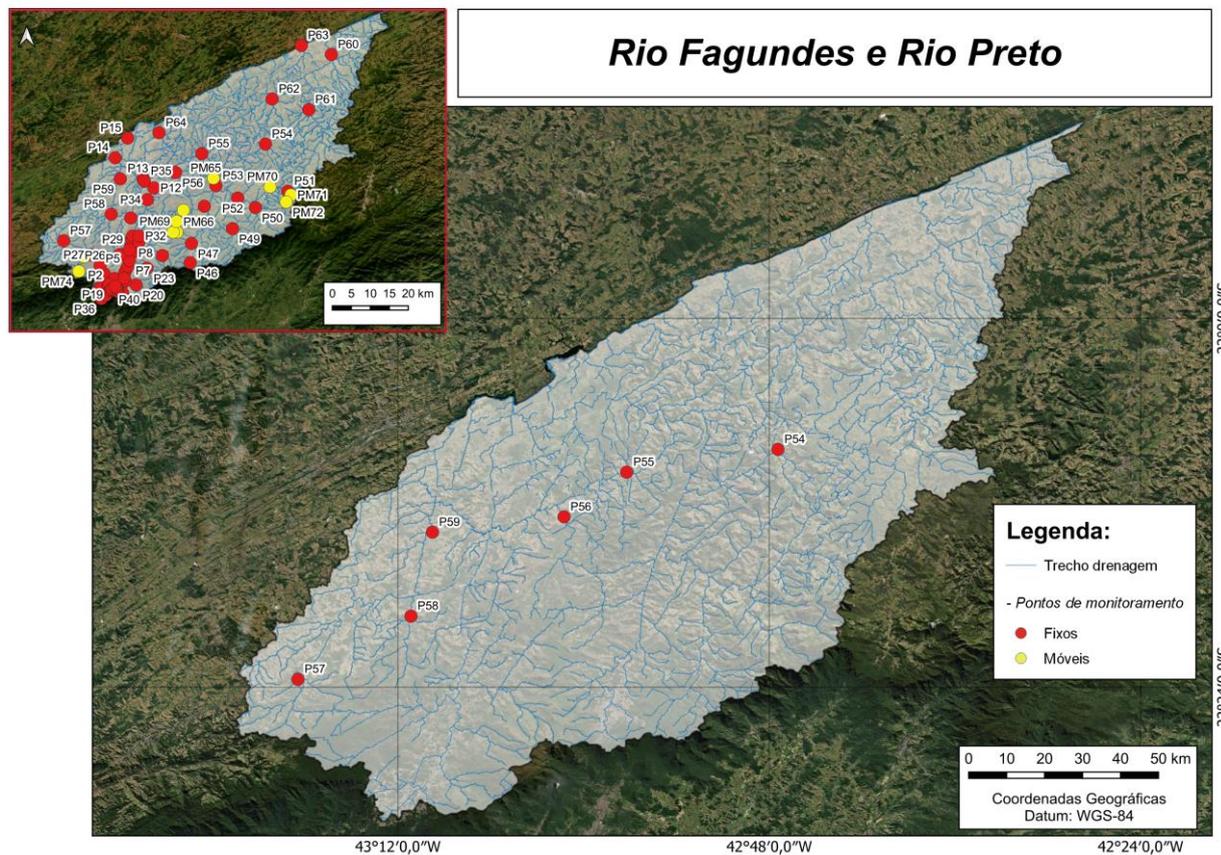
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Rio do Capim ou Pião	85,49	47,17	10,00	9	49	3
Baixo Rio Preto	81,43	42,34	5,00	4	9	7
Baixo Rio Fagundes	106,16	28,82	1,00	1	6	1

Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-12. Coordenadas geográficas dos pontos fixos da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P54	Rio Capim ou do Pião	Rio Capim ou do Pião	-42,790554	-22,142032
P55	Rio Preto	Rio Preto	-42,953446	-22,166749
P56	Rio Bonito	Rio Bonito	-43,020952	-22,215252
P57	Rio Fagundes	Rio Fagundes	-43,307691	-22,391550
P58	Rio Maria Comprida	Rio Maria Comprida	-43,185458	-22,322988
P59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	Córrego no Quilombo Boa Esperança	-43,162717	-22,231922

Figura IV-6. Localização e numeração dos pontos fixos de monitoramento da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.



IV.6 Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul

A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul abrange as sub-bacias do Baixo Rio Fagundes, Córrego do Recreio, Médio Rio Paquequer, Rio São Francisco e Baixo Rio Calçado. Os principais corpos hídricos são os rios Fagundes, Paraíba do Sul, São Lourenço, Encanto, Paquequer, Santa Rosa e São Francisco (CBH-PIABANHA, 2019).

Os municípios pertencentes a estas sub-bacias são Carmo, Sumidouro, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto e Paraíba do Sul. Nesta sub-região foram monitorados 5 pontos fixos e as características das sub-bacias são descritas no Quadro IV-13 (Figura IV-7; Quadro IV-14).

Quadro IV-13. Características das sub-bacias da sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul.

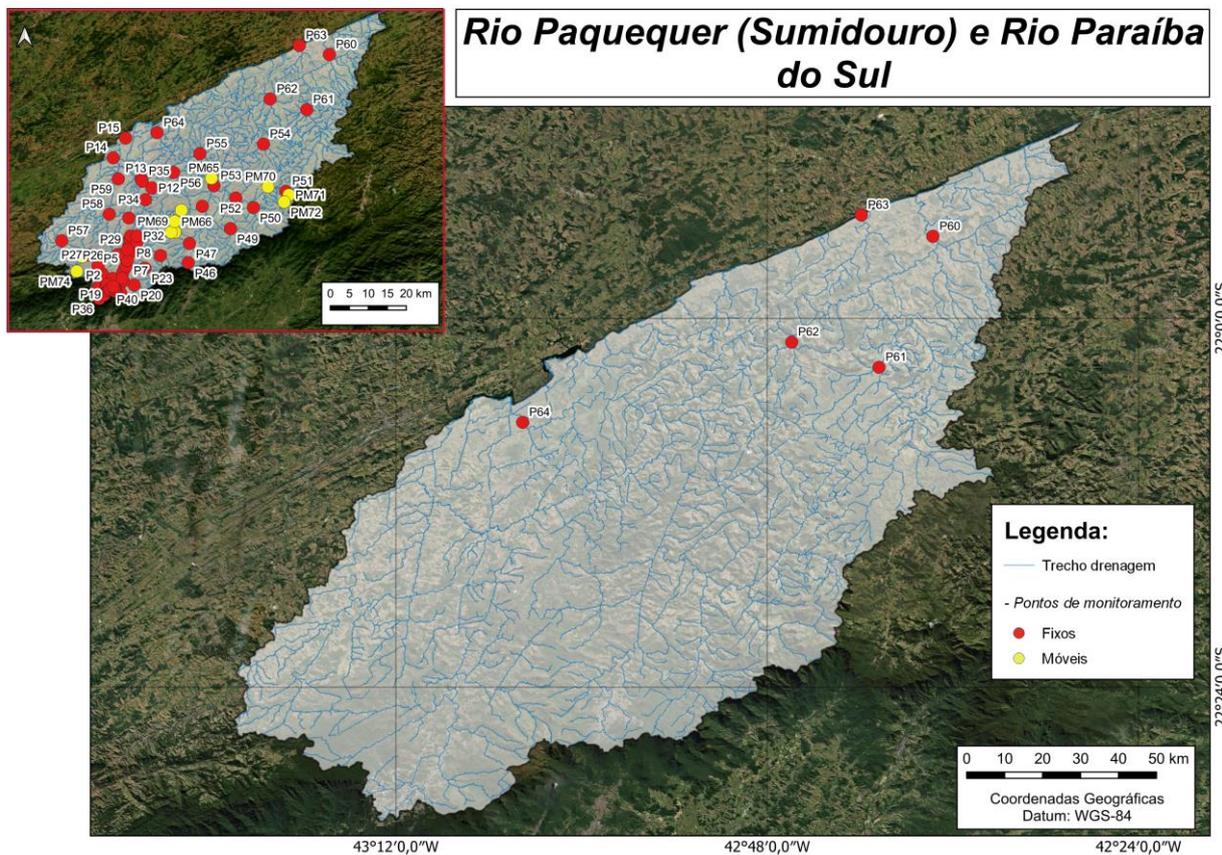
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Baixo Rio Fagundes	106,16	28,82	1,00	1	6	1
Córrego Recreio	76,50	28,78	1,00	1	1	0
Médio Rio Paquequer	190,09	29,58	3,00	8	1	2
Rio São Francisco	177,25	41,92	2,00	3	3	4
Rio Calçado	142,25	39,09	4,00	2	0	0

Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

Quadro IV-14. Coordenadas geográficas dos pontos fixos sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul.

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas	
			X	Y
P60	Rio Paquequer (Sumidouro)	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,621440	-21,910970
P61	Rio Paquequer (Sumidouro)	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
P62	Rio São Francisco	Rio São Francisco	-42,773504	-22,025760
P63	Córrego do Cortiço	Córrego do Cortiço	-42,698471	-21,887862
P64	Rio Calçado	Rio Calçado	-43,063363	-22,112715

Figura IV-7. Localização e numeração dos pontos fixos de monitoramento da sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul.



IV.7 Pontos móveis

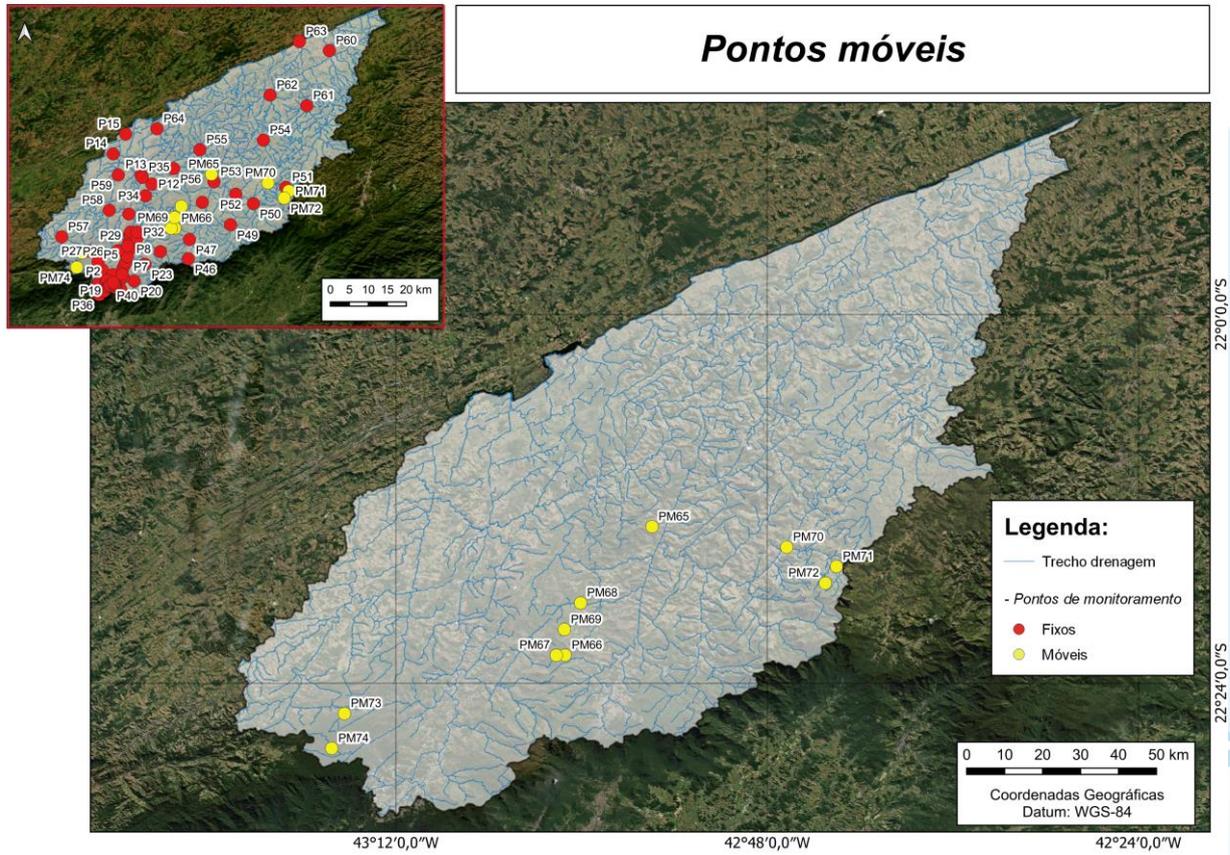
Os pontos móveis são monitorados semestralmente em diferentes áreas da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), no primeiro semestre os pontos monitorados estavam localizados nas sub-bacias do Baixo Rio Paquequer (Teresópolis), Araras, Médio e Alto Rio Preto.

Nestas sub-bacias foram monitorados um total de 10 pontos móveis, de acordo com as localizações apresentadas na Figura IV-8 e no Quadro IV-15.

Quadro IV-15. Coordenadas geográficas dos pontos móveis coletados na Região Hidrográfica do Piabanha (RH-IV).

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
PM65	Próximo a Fazenda Lagoa Orgânico	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-42,923938	-22,230179
PM66	Rio Calçado	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,017697	-22,369518
PM67	Rio dos Andradas	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,027115	-22,369665
PM68	Ribeirão Santa Rita	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,000949	-22,312896
PM69	Ribeirão Santa Rita	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	-43,018390	-22,341691
PM70	Rio da Formiga	Microbacia de Vieira	-42,778910	-22,252430
PM71	Rio Vieira	Microbacia de Vieira	-42,725262	-22,273326
PM72	Rio Preto	Microbacia de Vieira	-42,737271	-22,291444
PM73	Córrego Santa Catarina	Rebio Araras	-43,255456	-22,432921
PM74	Rio Cidade	Rebio Araras	-43,269108	-22,470576

Figura IV-8. Localização e numeração dos pontos móveis de monitoramento.



V. METODOLOGIA

As coletas e análises das amostras foram realizadas pelo Centro de Biologia Experimental Oceanus, acreditado pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 e INEA CCL Nº IN010534, de acordo com as normas nacionais e internacionais de monitoramento, obedecendo a critérios rígidos de confiabilidade, no qual todos os parâmetros analisados fazem parte do escopo e matriz do credenciamento. Todas as atividades foram realizadas em observância às Normas Regulamentadoras – NR 6 (Equipamento de Proteção Individual – EPI) e NR 17 (Ergonomia).

Os parâmetros da água superficial monitorados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) foram analisados por metodologias normalizadas pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017) e os resultados obtidos foram comparados aos padrões estabelecidos na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

V.1 Qualidade da Água

V.1.1 Amostragem

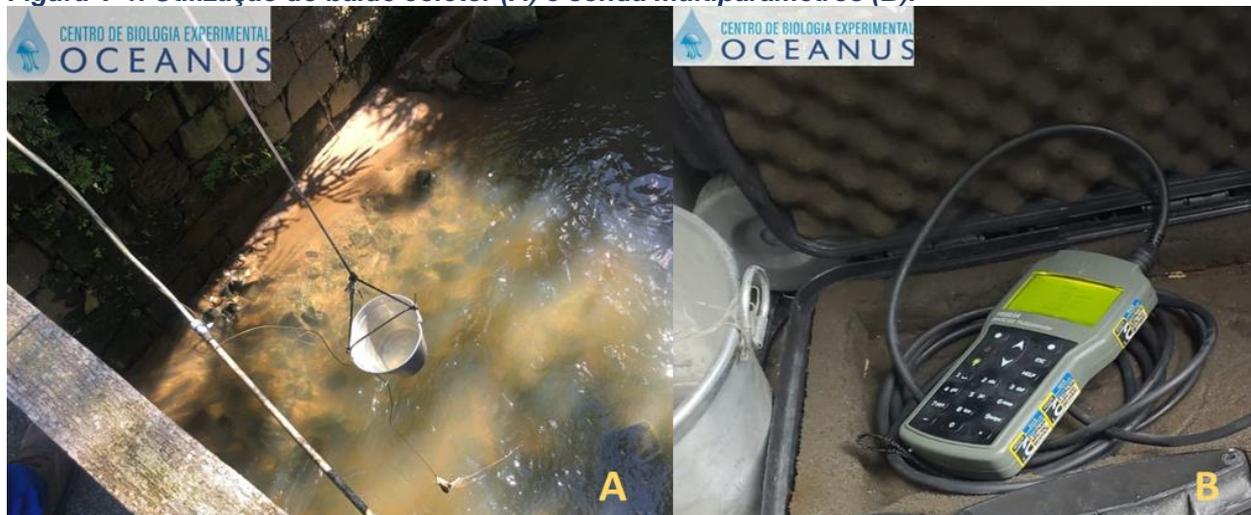
As coletas das amostras de água foram realizadas com balde coletor e os resultados dos parâmetros físico-químicos da água (condutividade, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, temperatura da água e do ar) foram obtidos, *in situ*, com auxílio de uma sonda multiparâmetros HANNA modelo HI98194, previamente calibrada (Figura V-1).

A fim de minimizar os riscos de contaminação das amostras, os equipamentos utilizados durante a amostragem foram desinfetados com álcool 70%.

Após a finalização das coletas, as amostras foram preservadas com os reagentes específicos, conforme recomendado pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA; WEF, 2017), EPA SW 846 (*Environmental*

Protection Agency) e o Guia de Coletas da Agência Nacional de Águas – ANA (CETESB, 2011), e mantidas sob refrigeração de < 5° C até a entrega ao laboratório.

Figura V-1. Utilização do balde coletor (A) e sonda multiparâmetros (B).



Para o controle, identidade e integridade das amostras em todas as etapas do processo foram utilizadas Cadeias de Custódia (Anexo A). As fotos e observações de campo encontradas durante as campanhas de monitoramento foram inseridas no relatório fotográfico (Anexo B). Nos laudos analíticos, disponíveis no Anexo C, podem ser encontrados os resultados obtidos para cada parâmetro analisado, juntamente com os métodos analíticos utilizados.

Um total de 16 (dezesesseis) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial foram analisados em todos os pontos de coleta, conforme Quadro V-1. As metodologias das análises físico-químicas e microbiológicas descritas estão de acordo com os requisitos estipulados pela Norma ABNT NBR ISO/IE em especial a norma revisada NIT-DICLA-057 e pelas Instruções de Segurança na Manipulação de Reagentes e Soluções a seguir:

- *Standards Methods for Examination of Water and Wastewater*, 23ª Edição (APHA, AWWA; WEF, 2017);
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos da ANA (CETESB, 2011).

Quadro V-1. Parâmetros e métodos analíticos para amostras da qualidade da água.

Parâmetro	Unidade	LD	LQ	Metodologia de Referência
Condutividade Elétrica	µS/cm	0,03	0,1	SMWW 2510 B
Temperatura da Água	°C	N.A.	1 – 70	SMWW 2550 B
Turbidez	UNT	0,03	0,1	SMWW 2130B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	N.A.	0,1	SMWW 4500-O G
pH	N.A.	N.A.	1 - 13	SMWW 4500-H B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,3	1	SMWW 2540 C
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	0,8	0,8	SMWW 2540 D
Alcalinidade Total	mg/L	1,0	1,0	SMWW 2320 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	1	1	SMWW 5210 B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	3	10	SMWW 5220 D
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	-	1,8	SMWW 9221 B e C
Ortofosfato Solúvel	mg/L	0,006	0,02	SMWW 4500-P E
Fósforo Total	mg/L	0,003	0,01	SMWW 4500-P E
Nitrato	mg/L	0,015	0,05	D09727_02_Insert_Environmental_TON Vanadium Vanadium Chloride reduction - Part Thermo Fisher Scientific
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,003	0,01	SMWW 4500-NH ₃ F
Nitrogênio Total	mg/L	0,06	0,2	SMWW 4500-N

Legenda:

LD = limite de detecção;
 LQ = limite de quantificação;
 N.A.= não aplicável.

V.1.2 Análise estatística

Para melhor visualização dos resultados obtidos nas campanhas de monitoramento foram utilizadas ferramentas gráficas. O boxplot é uma ferramenta que permite visualizar a distribuição dos dados, incluindo valores discrepantes, chamados de *outliers*. Cada boxplot apresenta valor máximo e valor mínimo (desconsiderando os outliers), além de primeiro, segundo e terceiro quartil. A base da caixa corresponde ao primeiro quartil e significa que pelo menos 25% dos dados possuem no máximo esse valor. O topo da caixa corresponde ao terceiro quartil e pelo menos 75% dos dados estão abaixo desse valor. O segundo quartil ou mediana está localizado entre o primeiro e terceiro quartil e significa que pelo menos 50% dos dados estão acima desse valor e 50% estão abaixo (LANE, 2003).

Para comparar dois grupos independentes (1^a e 2^a campanhas de monitoramento) foi utilizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*. Este teste foi

escolhido, pois as campanhas apresentaram número de pontos amostrais distintos. A diferença entre as campanhas foi considerada significativa quando $p < 0,05$ (ZAR, 2013).

O teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para comparação das sub-regiões. Este teste foi escolhido pelo fato de as sub-regiões não apresentarem o mesmo número de pontos amostrais. A condição para que a diferença seja considerada significativa entre as sub-regiões foi $p < 0,05$ (ZAR, 2013). Múltiplas comparações foram realizadas utilizando o teste *post-hoc* de *Dunn*, através deste teste foi possível verificar quais sub-regiões apresentaram diferenças entre si. A diferença foi considerada significativa quando $p < 0,05$ (DUNN, 1964).

V.2 Medição de Vazão

Além da análise da qualidade da água, foi realizada a medição de vazão na primeira campanha de monitoramento, nos pontos fixos (64 pontos) e móveis (10 pontos) da primeira campanha de monitoramento. Vale ressaltar que as medições de vazão foram coincidentes com as coletas para análises laboratoriais.

A vazão é caracterizada pelo volume de água que flui por uma seção conhecida do rio em um determinado intervalo de tempo, sendo normalmente expressa em m^3/s , e determinada pelas variáveis profundidade, largura e velocidade do fluxo. De acordo com a literatura há diversas maneiras para realizar a medição de vazão sendo utilizadas metodologias indiretas (manuais) que possuem menor precisão ou automáticas que possuem maior precisão.

Dentre os instrumentos automáticos o método do molinete é o mais utilizado devido a sua facilidade de manuseio e ao seu custo-benefício. O molinete possui uma hélice utilizada para medir de forma pontual a velocidade do fluxo de água que ocasiona sua movimentação dentro de um determinado intervalo de tempo, gerando o dado de velocidade do fluxo automaticamente (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Entretanto, nem todos os cursos d'água apresentam condições que permitem a estabilização dos aparelhos automáticos e/ou segurança dos hidrometristas, nestes casos a literatura indica o uso de metodologias indiretas (manuais) como o método do flutuador (CARVALHO, 2008). Assim, como necessário para a determinação com molinete, este método também leva em consideração a largura, profundidade e fluxo do canal em um determinado período de tempo.

No presente estudo, a medição da vazão foi realizada através de medidas pontuais das velocidades do fluxo, com o uso de molinetes, em profundidades maiores que 15 cm, e flutuador, em profundidades inferiores a 15 cm (Figura V-2). A metodologia utilizada foi decidida no momento da amostragem, pois depende do fluxo e nível do rio no dia da coleta. O molinete utilizado para a medição de vazão foi o modelo *Flowatch* da marca JDC Instruments.

Figura V-2. Medição da vazão com o uso de molinete (A) e flutuador (B).



Para a medição de vazão utilizando flutuador, foi utilizada a fórmula:

$$Q = v \cdot A$$

Onde:

Q: é a vazão em m³/s.

v: é a velocidade média em m/s, medida através do quociente entre a distância e o tempo percorrido pelo objeto.

A: é a área da seção em m², medida através do produto da largura do rio e da profundidade.

Para a vazão medida por molinete, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i \cdot A_i$$

Onde:

Q: é a vazão em m³/s.

v: é a velocidade média em m/s, calculada a partir do Quadro V-2.

A: é a área da seção, em m², calculada a partir da fórmula abaixo.

$$A_i = p_i \cdot \left(\left(\frac{d_{i+1} - d_{i-1}}{2} \right) \right)$$

Onde:

p: é a profundidade, em metros.

d: é a distância da vertical até a margem.

i: indica a vertical que está sendo considerada.

O número de pontos de amostragem será calculado conforme o Quadro V-2 a seguir.

Quadro V-2. Número de pontos de amostragens conforme profundidade do trecho.

Nº de Pontos	Posição na Vertical em Relação a Profundidade (p)	Cálculo da Velocidade Média (v _m) na Vertical	Profundidade (m)
1	0,6 p	v _m = v _{0,6}	0,15 - 0,60
2	0,2 e 0,8 p	v _m = (v _{0,2} + v _{0,8})/2	0,60 - 1,20
3	0,2; 0,6 e 0,8 p	v _m = (v _{0,2} + 2v _{0,6} + v _{0,8})/4	1,20 - 2,00
4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	v _m = (v _{0,2} + 2v _{0,4} + 2v _{0,6} + v _{0,8})/6	2,00 - 4,00
6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 p e F	v _m = [v _s + 2(v _{0,2} + v _{0,4} + v _{0,6} + v _{0,8}) + v _f]/10	> 4,00

v_s - velocidade medida na superfície e v_f - velocidade medida no fundo do rio

Fonte: ANA (2012).

VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

VI.1 Dados Pluviométricos

De acordo com os registros de pluviosidades, do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturas (CEMADEN), nos quadros a seguir pode-se observar o acumulado de precipitação do dia da coleta e dos 7 dias que a antecederam em cada sub-região (Quadro VI-1 a Quadro VI-7).

Quadro VI-1. Precipitação na sub-região do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª	2ª
Rio Piabanha	P1	Próximo à nascente do Rio Piabanha	330390627A	Mosela	Petrópolis	12/05/2023	22/07/2023	0,00	0,00
	P2	Rio Piabanha (jusante da ETE Piabanha)	330390605G	Bingen	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	101,40	10,80
	P3	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	330390605G	Bingen	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	99,00	10,80
	P4	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P5	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P6	Montante da ETE Corrêas	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P7	Jusante da ETE Corrêas	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P8	Ponte de Nogueira	330390619A	Nogueira	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	21,08	0,40
	P9	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	330390611A	Itaipava	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	53,57	0,39
	P10	Rio Santo Antônio	330390611A	Itaipava	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	12,61	0,39
	P11	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	330390611A	Itaipava	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	12,61	0,39
	P12	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	330390613A	CIEP Brizolão 281	Petrópolis	19/04/2023	27/07/2023	24,23	0,20
	P13	Rio Piabanha em Carmo	330022502A	Centro	Areal	19/04/2023	27/07/2023	24,72	0,00
	P14	Rio Piabanha em Três Rios	330600801A	Centro	Três Rios	19/04/2023	27/07/2023	22,04	0,00
	P15	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	330600801A	Centro	Três Rios	12/07/2023	27/07/2023	0,00	0,00

Quadro VI-2. Precipitação na sub-região Afluentes do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.
Afluentes do Rio Piabanha	P16	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	330390605G	Bingen	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	101,40	10,80
	P17	Próximo a Duarte da Silveira	330390605G	Bingen	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	101,40	10,80
	P18	Rio do Quarteirão Ingelheim	330390605G	Bingen	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	101,40	10,80
	P19	Ponte na Rua Mosela	330390605G	Bingen	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	101,40	10,80
	P20	Próximo à nascente do rio Itamarati	330390620A	Morin	Petrópolis	12/05/2023	31/07/2023	2,80	46,12
	P21	Rio Itamarati	330390620A	Morin	Petrópolis	30/06/2023	22/07/2023	5,12	35,17
	P22	Próximo ao túnel extravasor para o Rio Itamarati	330390620A	Morin	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	81,61	35,17
	P23	Rio do Bonfim	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	72,37	5,20
	P24	Mata Porcos	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P25	Ponto na ponte Corrêas	330390614A	CIEP Brizolão137	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	37,12	5,20
	P26	Rio da Cidade	330390627A	Mosela	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	168,42	0,00
	P27	Rio das Araras	330390605A	Araras	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	93,09	9,46
	P28	Foz do Rio da Cidade	330390619A	Nogueira	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	62,53	0,40
	P29	Foz do Rio das Araras	330390619A	Nogueira	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	21,08	0,40
	P30	Rio do Jacó	330390615A	Vale do Cuiabá	Petrópolis	30/06/2023	28/07/2023	0,00	0,00
	P31	Rio Santo Antônio	330390611A	Itaipava	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	12,61	0,39
	P32	Rio do Carvão	330390611A	Itaipava	Petrópolis	18/04/2023	22/07/2023	12,61	0,39
	P33	Ribeirão Retiro das Pedras	330390623A	Pedro do Rio	Petrópolis	19/04/2023	22/07/2023	35,49	1,78
P34	Córrego da Jacuba	330390613A	CIEP Brizolão 281	Petrópolis	19/04/2023	27/07/2023	24,23	0,20	
P35	Córrego do Cedro	330022502A	Centro	Areal	19/04/2023	27/07/2023	24,72	0,00	

Quadro VI-3. Precipitação na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.
Rio Quitandinha e Rio Palatino	P36	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	330390612A	Independência	Petrópolis	12/05/2023	22/07/2023	31,14	48,19
	P37	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	330390602G	Chácara Flora	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	90,40	24,40
	P38	Rio Quitandinha 2	330390602G	Chácara Flora	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	90,40	24,40
	P39	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	330390602G	Chácara Flora	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	90,40	24,40
	P40	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	330390602G	Chácara Flora	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	90,40	24,40
	P41	Próximo à nascente do Rio Palatino	330390620A	Morin	Petrópolis	12/05/2023	22/07/2023	2,80	35,17
	P42	Rio Palatino	330390620A	Morin	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	85,73	35,17
	P43	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	330390620A	Morin	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	85,75	35,17
	P44	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	330390620A	Morin	Petrópolis	17/04/2023	22/07/2023	85,75	35,17
	P45	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	330390620A	Morin	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	98,74	35,17

Quadro VI-4. Precipitação na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª
Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas	P46	Rio Paquequer (Teresópolis)	330580205G	Parnaso	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	111,00	0,00
	P47	Rio Paquequer (Teresópolis)	330580214A	Parque do Imbui	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	25,39	0,00
	P48	Ribeirão Santa Rita	330580207A	Est. RioBahia	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	22,66	0,00
	P49	Rio das Bengalas	330580220A	Vargem Grande	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	46,26	0,00
	P50	Rio dos Frades	330580219A	Bonsucesso	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	21,71	3,76
	P51	Rio Vieira	330580209A	Vieira	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	54,11	0,00
	P52	Rio dos Frades	330580204G	Campo Limpo	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	30,80	0,80
	P53	Rio Preto	330580207A	Est. RioBahia	Teresópolis	17/04/2023	28/07/2023	22,66	0,00

Quadro VI-5. Precipitação na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	Rio Capim ou do Pião	330570308H	Rio Paquequer	Sumidouro	21/04/2023	27/07/2023	18,60	8,85
	P55	Rio Preto	330515802A	Águas Claras	São José do Vale do Rio Preto	21/04/2023	27/07/2023	16,95	0,20
	P56	Rio Bonito	330515801A	Centro	São José do Vale do Rio Preto	21/04/2023	27/07/2023	16,53	0,20
	P57	Rio Fagundes	330390605A	Araras	Petrópolis	21/04/2023	22/07/2023	93,09	9,46
	P58	Rio Maria Comprida	330390623A	Pedro do Rio	Petrópolis	19/04/2023	22/07/2023	35,49	1,78
	P59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	330022502A	Centro	Areal	28/06/2023	15/08/2023	0,00	0,00

Quadro VI-6. Precipitação na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul.

Sub-região	Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
			Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.
Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	P60	Rio Paquequer (Sumidouro)	330120701A	Reta	Carmo	12/07/2023	30/07/2023	0,20	6,31
	P61	Rio Paquequer (Sumidouro)	330570308H	Rio Paquequer	Sumidouro	21/04/2023	30/07/2023	18,60	9,05
	P62	Rio São Francisco	330540602A	Est. Santa Rita	Sapucaia	21/04/2023	30/07/2023	17,54	5,71
	P63	Córrego do Cortiço	330120701A	Reta	Carmo	21/04/2023	27/07/2023	31,53	6,31
	P64	Rio Calçado	330515801A	Centro	São José do Vale do Rio Preto	21/04/2023	27/07/2023	16,53	0,20

Quadro VI-7. Precipitação nos pontos móveis monitorados.

Pontos	Referência	Estação Pluviométrica			Coleta		Acumulado (mm)	
		Código	Nome	Município	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.
PM65	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	330580207A	Est. RioBahia	Teresópolis	22/06/2023	-	13,09	-
PM66	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	330580201G	Tartaruga	Teresópolis	25/06/2023	-	0,00	-
PM67	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	330580201G	Tartaruga	Teresópolis	25/06/2023	-	0,00	-
PM68	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	330390626A	Vale do Cuiabá2	Petrópolis	22/06/2023	-	5,16	-
PM69	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	330390626A	Vale do Cuiabá2	Petrópolis	22/06/2023	-	5,16	-
PM70	Microbacia de Vieira	330580219A	Bonsucesso	Teresópolis	15/05/2023	-	4,94	-
PM71	Microbacia de Vieira	330580209A	Vieira	Teresópolis	17/04/2023	-	54,11	-
PM72	Microbacia de Vieira	330580209A	Vieira	Teresópolis	17/04/2023	-	54,11	-
PM73	Rebio Araras	330390605A	Araras	Petrópolis	21/06/2023	-	3,36	-
PM74	Rebio Araras	330390605A	Araras	Petrópolis	21/06/2023	-	3,36	-

VI.2 Qualidade da Água

VI.2.1 Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos

A seguir são apresentadas as tabelas com os dados brutos dos resultados obtidos na 1ª campanha (item VI.2.1.1) e na 2ª campanha de monitoramento (item VI.2.1.2), bem como são apresentados e discutidos os resultados de cada parâmetro analisado em ambas as campanhas (itens VI.2.1.3 a VI.2.1.18).



VI.2.1.1 Dados brutos – 1ª Campanha de monitoramento

Tabela VI-1- Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 1ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Piabanha	P01	16,8	6,10	5,10	20,0	7,8	2	4	<10	1,3	10	0,1	0,17	0,2	0,04	<0,02	0,03
	P02	22,6	6,05	4,42	169,0	>160.000,0	34	12	16	9,3	98	7,7	1,42	3,8	0,03	0,29	0,31
	P03	20,3	7,12	3,09	113,0	16.000,0	28	7	20	5,3	93	2,2	1,51	2,8	1,16	0,04	0,19
	P04	20,8	7,05	4,08	56,0	9.200,0	23	8	11	202,0	77	51,0	1,51	3,5	0,73	0,03	0,31
	P05	20,9	7,23	4,40	87,0	16.000,0	22	6	<10	44,0	76	45,6	1,43	3,7	0,90	0,03	0,27
	P06	20,7	7,21	4,01	91,0	16.000,0	21	19	76	69,3	77	22,3	1,38	5,2	1,44	0,02	0,24
	P07	20,7	6,97	3,37	90,0	16.000,0	25	4	<10	59,3	82	54,5	1,47	3,7	1,54	0,04	0,30
	P08	20,4	6,98	3,02	88,0	9.200,0	20	7	11	41,3	76	56,8	1,46	3,6	1,33	0,03	0,27
	P09	17,7	7,05	4,67	92,0	1.300,0	15	8	<10	7,3	56	13,6	1,37	2,9	0,16	0,08	0,75
	P10	22,2	7,21	4,10	39,0	>160.000,0	14	7	<10	8,0	35	3,8	0,38	0,5	0,37	<0,02	0,06
	P11	22,0	6,92	3,04	69,0	1.600,0	17	6	<10	48,0	59	43,8	1,10	2,5	0,77	0,03	0,18
	P12	21,7	6,96	4,89	69,0	92.000,0	18	6	16	159,3	56	149,0	1,48	2,4	0,35	0,08	0,79
	P13	21,8	7,30	4,50	60,0	24.000,0	14	13	37	212,0	52	98,3	1,51	2,4	0,28	0,08	0,80
	P14	23,0	7,26	4,90	51,0	7.900,0	14	4	11	100,0	46	131,0	1,25	1,9	0,08	0,06	0,64
	P15	22,1	6,63	5,60	95,0	790,0	18	6	12	8,0	59	7,1	<0,05	2,8	0,06	0,02	0,12
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofósforo; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-2- Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 1ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Afluentes do Rio Piabanha	P16	21,6	6,50	3,83	214,0	92.000,0	58	8	25	8,7	130	6,4	1,66	6,2	1,00	0,19	0,56
	P17	21,1	6,59	4,50	206,0	160.000,0	55	7	34	5,3	129	5,1	1,39	5,6	1,06	0,04	0,47
	P18	21,4	6,18	4,23	133,0	>160.000,0	23	2	<10	2,7	84	2,2	1,91	2,8	0,42	0,05	0,16
	P19	21,0	6,53	3,71	253,0	160.000,0	55	9	19	10,0	175	6,8	1,84	7,9	2,73	0,30	0,66
	P20	16,6	6,30	5,40	16,0	22,0	3	4	<10	1,3	8	<0,1	4,01	0,6	0,09	<0,02	0,08
	P21	16,3	6,90	6,47	63,0	16.000,0	12	4	<10	4,0	58	1,7	0,21	2,2	<0,003	<0,006	<0,003
	P22	19,5	7,17	4,01	48,0	9.200,0	5	5	<10	<0,8	21	2,4	0,59	0,7	0,13	<0,02	0,06
	P23	14,5	6,92	6,08	20,0	230,0	2	4	<10	1,3	7	1,5	0,15	0,4	0,09	<0,02	0,16
	P24	20,1	7,46	5,02	22,0	16.000,0	5	6	<10	4,7	19	1,8	0,69	0,8	0,07	<0,02	0,02
	P25	21,4	7,41	3,59	34,0	240,0	6	6	<10	7,3	22	2,1	0,75	0,9	0,10	<0,02	0,02
	P26	17,7	7,10	5,97	26,0	1.300,0	6	3	26	2,7	15	4,9	0,46	1,2	0,07	<0,02	<0,003
	P27	17,2	6,87	5,90	29,0	790,0	8	3	<10	<0,8	19	2,0	0,38	0,8	0,08	<0,02	<0,003
	P28	17,7	7,17	5,86	44,0	28.000,0	9	2	<10	2,7	25	3,3	0,35	0,6	<0,01	0,02	0,03
	P29	21,7	6,99	3,09	92,0	920,0	24	6	13	56,7	77	83,7	1,51	4,1	1,33	0,04	0,33
	P30	14,1	7,25	6,40	19,0	79,0	4	4	<10	2,0	22	0,3	0,09	0,3	<0,003	<0,02	<0,003
	P31	21,0	7,18	4,29	30,0	9.200,0	11	5	<10	6,7	25	6,8	0,16	0,5	0,17	<0,02	0,02
	P32	21,3	6,87	4,20	61,0	16.000,0	29	6	13	8,7	67	3,0	0,78	1,0	0,16	0,02	0,06
P33	21,4	7,58	4,40	41,0	92.000,0	4	9	71	287,5	19	359,0	0,36	1,1	0,08	0,08	0,16	
P34	21,4	7,15	4,54	29,0	13.000,0	8	9	19	152,0	21	20,4	1,07	1,5	0,08	0,09	0,10	
P35	23,6	7,01	3,80	114,0	>160.000,0	38	10	30	60,7	90	84,5	0,69	2,3	0,59	0,07	0,14	
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofostato; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-3 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 1ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Paquequer e Rio Bengalas e sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Quitandinha e Rio Palatino	P36	18,5	6,12	3,10	94,0	>160.000,0	16	4	<10	2,0	51	<0,1	0,37	4,1	0,55	0,15	0,19
	P37	20,9	6,15	3,90	181,0	160.000,0	41	5	<10	4,7	105	2,9	1,38	6,2	0,04	0,32	0,61
	P38	21,0	6,58	3,22	211,0	>160.000,0	46	29	35	18,0	116	24,2	1,57	7,3	3,49	0,30	0,72
	P39	20,9	6,09	2,87	210,0	>160.000,0	46	36	130	74,5	116	76,6	1,41	8,0	3,68	0,08	0,78
	P40	21,4	6,34	3,50	195,0	160.000,0	45	11	21	19,5	113	25,1	1,70	6,8	2,92	0,09	0,11
	P41	17,3	7,02	4,71	80,0	>160.000,0	1	4	<10	<0,8	10	<0,1	0,32	0,8	0,25	0,18	0,06
	P42	20,2	6,35	3,30	90,0	92.000,0	19	4	<10	8,0	57	13,8	0,68	4,1	<0,003	0,04	0,31
	P43	20,9	6,17	3,80	97,0	>160.000,0	20	31	50	22,0	55	50,1	1,02	4,0	1,11	0,17	0,38
	P44	21,5	6,26	3,95	95,0	>160.000,0	20	9	18	10,5	55	12,3	0,86	4,1	1,29	0,18	0,33
	P45	18,3	7,40	4,54	282,0	1.300,0	25	9	10	16,0	84	10,4	1,59	4,7	1,96	0,12	0,17
Rio Paquequer e Rio Bengalas	P46	17,2	7,20	5,23	13,0	92.000,0	3	2	10	1,3	9	0,6	0,11	0,2	0,11	<0,02	0,07
	P47	19,7	6,40	3,10	121,0	160.000,0	27	6	11	2,0	73	3,7	1,03	3,8	1,71	0,09	0,27
	P48	20,8	6,75	4,02	33,0	160.000,0	13	6	<10	10,7	25	14,1	0,12	1,1	0,06	<0,02	0,05
	P49	21,6	6,97	3,02	89,0	330,0	9	4	<10	17,3	22	5,5	0,23	0,3	0,26	<0,02	0,03
	P50	19,2	6,66	4,27	59,0	540,0	3	6	<10	17,3	11	3,2	13,70	14,6	0,02	0,02	0,03
	P51	21,8	6,46	4,25	94,0	16.000,0	16	4	<10	5,0	64	18,8	3,56	3,9	0,07	<0,02	0,07
	P52	20,9	7,01	4,40	44,0	16.000,0	11	24	88	49,3	29	78,0	1,01	1,4	0,16	0,02	0,11
	P53	21,2	6,67	3,44	79,0	16.000,0	17	4	<10	8,7	53	5,4	1,32	2,6	0,17	<0,02	0,11
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofósforo; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-4 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 1ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Paquequer e Paraíba do Sul e sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	21,2	6,54	4,39	91,0	13.000,0	24	8	<10	7,3	54	17,2	0,96	1,4	0,41	0,03	0,03
	P55	21,6	6,54	5,29	66,0	7.900,0	15	5	<10	7,0	41	54,0	1,18	2,4	0,07	0,04	0,05
	P56	19,7	6,64	5,30	42,0	230	11	12	28	24,7	27	47,6	0,60	1,9	0,06	0,02	0,09
	P57	18,0	6,39	5,73	33,0	2.300,0	10	7	18	12,0	22	16,1	0,23	1,2	0,07	<0,02	<0,003
	P58	20,9	7,28	3,74	39,0	13.000,0	<1	13	38	201,3	13	21,8	1,01	1,1	0,13	0,05	0,07
	P59	16,6	6,43	6,84	44,0	1.300,0	19	3	22	14,0	29	7,8	0,49	0,3	0,12	<0,02	<0,003
Rio Paquequer e Paraíba do Sul	P60	21,2	8,25	4,30	74,0	4.900,0	20	8	197	14,7	42	11,5	<0,05	1,4	0,07	0,02	0,04
	P61	22,8	7,35	5,41	67,0	13.000,0	21	5	<10	7,0	42	57,6	1,10	2,2	0,01	0,02	0,03
	P62	27,0	7,08	4,73	67,0	1.300,0	20	6	<10	4,0	43	41,9	1,14	2,1	0,05	<0,02	0,03
	P63	25,0	7,42	5,25	67,0	35.000,0	24	4	<10	7,0	44	20,5	0,19	1,7	0,03	0,02	0,03
	P64	22,0	7,00	6,53	65,0	2.800,0	22	4	<10	7,5	43	69,8	0,71	3,7	0,03	<0,02	0,01
LQ	1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01	
LD	N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003	
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2	-	entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1	

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofósforo; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-5 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 1ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Pontos móveis.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)	
Pontos móveis	PM65	14,3	7,02	7,16	26,0	<1,8	12	3	<10	4,0	18	0,5	0,13	0,2	0,12	<0,006	<0,003	
	PM66	12,1	7,64	7,20	17,0	4,5	4	6	35	1,3	10	<0,1	0,45	1,3	0,11	<0,02	<0,003	
	PM67	13,0	7,12	6,69	15,0	7,8	7,8	3	3	12	1,0	11	<0,1	0,35	0,7	0,08	<0,02	<0,003
	PM68	14,1	6,72	6,30	13,0	130,0	130,0	4	4	29	10,0	9	0,5	0,14	0,3	0,05	<0,02	<0,003
	PM69	14,3	6,20	7,09	17,0	17,0	17,0	7	3	29	1,3	11	<0,1	<0,05	<0,1	0,03	<0,006	<0,003
	PM70	19,0	7,26	5,10	105,0	105,0	16.000,0	21	10	23	22,7	67	36,2	3,68	7,4	0,09	0,02	0,11
	PM71	20,1	6,79	4,22	69,0	69,0	>160.000,0	15	7	11	16,7	60	3,5	3,88	4,1	0,07	<0,02	0,08
	PM72	19,6	6,80	5,01	88,0	88,0	160.000,0	13	2	<10	4,0	57	2,0	3,39	3,5	0,12	<0,02	0,03
	PM73	16,2	7,02	6,97	21,0	21,0	230,0	4	2	20	2,0	13	0,3	0,88	0,9	0,07	<0,006	<0,003
PM74	19,8	7,12	7,08	12,0	12,0	230,0	2	4	<10	2,0	9	0,3	0,45	1,5	0,03	<0,02	<0,003	
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01	
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003	
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2		-	entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1	

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofosfato; PT=Fósforo Total.

VI.2.1.2 Dados brutos – 2ª Campanha de monitoramento

Tabela VI-6 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 2ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Piabanha	P01	14,2	7,09	6,60	55,0	23,0	2	3	<10	1,3	11	0,4	0,11	0,2	0,07	<0,006	<0,003
	P02	16,9	7,05	1,40	301,0	>160.000,0	58	9	32	17,3	164	8,3	3,88	6,5	2,45	0,27	0,48
	P03	15,8	6,98	3,80	380,0	54000,0	71	8	39	8,0	160	3,6	0,44	9,7	2,86	0,07	0,61
	P04	16,9	7,01	5,22	298,0	160.000,0	57	15	22	4,0	150	4,1	<0,015	19,7	17,85	0,08	0,56
	P05	16,4	7,30	4,90	335,0	>160.000,0	62	11	22	2,0	152	3,9	4,91	12,4	0,07	0,59	0,61
	P06	16,7	7,33	4,70	351,0	>160.000,0	62	11	21	9,3	142	4,4	8,25	17,3	0,02	0,67	0,61
	P07	17,7	7,64	3,80	388,0	>160.000,0	70	9	29	16,7	172	1,4	1,07	9,9	5,15	0,08	0,65
	P08	19,7	6,59	2,00	260,0	>160.000,0	68	9	29	12,7	140	6,0	5,91	11,0	0,61	0,47	0,63
	P09	19,3	6,41	2,70	172,7	>160.000,0	52	12	24	12,7	113	8,9	0,81	2,1	0,11	0,35	0,52
	P10	18,5	6,24	4,10	71,3	>160.000,0	27	10	25	22,0	50	9,3	0,85	2,1	1,02	0,18	0,15
	P11	18,3	6,15	2,80	150,7	>160.000,0	44	14	18	6,0	104	7,3	1,06	6,7	0,03	0,23	0,4
	P12	18,7	6,62	3,89	215,0	2.400,00	17	10	23	5,0	86	7,5	4,46	6,2	<0,01	0,04	0,42
	P13	19,0	6,63	4,25	134,0	230,0	19	7	18	6,0	57	8,1	3,32	3,3	0,13	0,03	0,22
	P14	20,8	7,10	5,23	126,0	790,0	15	5	34	7,3	62	8,8	0,73	3,2	0,04	0,02	0,17
	P15	20,5	7,21	5,16	116,0	790,0	13	5	29	11,3	54	7,4	2,29	2,5	0,11	0,02	0,16
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofostato; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-7 – Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 2ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Afluentes do Rio Piabanha	P16	19,8	7,00	1,70	385,0	>160.000,0	120	15	47	10,7	174	8,6	3,36	15,2	10,24	1,55	1,41
	P17	17,7	6,95	1,80	366,0	>160.000,0	110	12	27	10,0	152	4,9	9,00	14,1	2,27	0,19	1,18
	P18	17,5	6,93	1,30	200,0	>160.000,0	54	11	15	6,0	106	2,7	0,65	8,2	4,53	0,62	0,58
	P19	17,9	7,02	0,80	246,0	>160.000,0	69	7	12	15,3	125	3,6	4,51	10,3	4,19	0,24	0,79
	P20	20,0	7,08	5,45	18,0	23,0	3	4	26	2,0	10	0,6	0,41	1,2	0,12	<0,006	0,01
	P21	18,1	7,40	6,20	77,0	>160.000,0	11	5	11	4,0	37	1,7	2,32	1,5	0,59	0,1	0,09
	P22	15,0	6,74	5,49	80,0	1.600,00	11	6	19	2,7	36	1,8	1,36	2,2	0,12	0,14	0,12
	P23	14,3	7,11	6,20	22,0	220,0	4	3	<10	9,3	10	1,4	0,31	0,4	0,13	<0,006	<0,01
	P24	16,4	7,29	5,10	90,0	920,0	15	5	<10	6,0	42	2,7	0,66	3,3	0,16	0,2	0,15
	P25	18,1	7,20	3,50	378,0	>160.000,0	14	8	<10	3,3	42	4,0	2,01	2,4	0,19	<0,006	0,06
	P26	15,9	7,32	6,54	38,0	1.600,00	7	4	<10	6,7	19	0,7	0,51	0,5	0,09	<0,006	<0,003
	P27	15,2	6,21	5,70	27,7	>160.000	9	6	11	6,0	19	0,7	0,46	0,6	0,10	<0,006	<0,003
	P28	16,0	6,98	5,50	41,2	>160.000,0	11	5	<10	3,3	30	1,5	<0,015	1,0	0,02	<0,006	0,05
	P29	19,4	6,52	2,30	249,0	>160.000,0	69	14	32	12,0	130	8,8	1,84	9,2	2,64	0,08	0,68
	P30	16,9	5,98	4,61	12,0	280,0	7	3	<10	1,3	13	0,6	0,4	1,3	0,13	<0,006	0,01
	P31	19,1	6,44	4,40	53,2	>160.000,0	20	6	<10	6,0	38	6,6	<0,015	1,4	0,02	0,09	0,07
P32	18,4	6,26	3,90	91,6	>160.000,0	32	10	28	1,3	62	3,0	0,91	1,9	0,14	0,18	0,08	
P33	17,3	6,38	4,70	63,8	>160.000,0	14	9	<10	6,7	44	3,0	0,55	1,4	<0,01	<0,006	0,07	
P34	17,5	7,00	5,10	81,0	1.300,00	13	8	28	2,0	37	2,7	1,4	2	0,03	<0,006	0,02	
P35	19,0	8,04	3,74	272,0	>160.000,0	72	15	38	5,3	109	5,1	<0,05	6,8	1,60	0,06	0,64	
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc.=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofósforo; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-8 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 2ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Paquequer e Rio Bengalas e sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Quitandinha e Rio Palatino	P36	18,1	7,41	1,50	129,0	>160.000,0	24	9	35	14,7	61	8,2	0,52	4,4	0,19	0,32	0,29
	P37	18,0	8,50	1,90	354,0	>160.000,0	48	10	15	6,7	105	3,6	4,55	6,6	0,44	0,32	0,47
	P38	20,1	8,15	1,00	235,0	>160.000,0	57	9	<10	4,7	111	3,8	5,15	6,5	0,06	0,35	0,57
	P39	21,3	7,37	0,90	224,0	>160.000,0	57	7	<10	8,7	106	2,6	3,95	6,7	0,97	0,08	0,58
	P40	19,1	7,37	0,71	236,0	>160.000,0	53	9	14	11,3	123	4,4	6,43	8,6	0,21	0,1	0,59
	P41	14,8	7,63	1,80	31,0	>160.000,0	2	9	<10	<0,8	12	0,3	0,33	0,5	0,07	<0,006	0,02
	P42	15,9	7,24	1,40	199,0	>160.000,0	51	5	31	11,3	116	4,1	2,79	7,0	4,38	0,74	0,64
	P43	20,1	7,20	1,90	270,0	>160.000,0	52	12	21	10,0	115	5,3	4,68	7,4	0,04	0,1	0,49
	P44	18,8	6,85	1,10	500,0	>160.000,0	135	10	29	13,3	164	8,7	3,59	20,6	13,00	0,27	1,35
P45	18,1	7,24	1,50	272,0	>160.000,0	64	5	16	15,3	152	5,5	8,50	11,3	2,32	0,72	0,72	
Rio Paquequer e Rio Bengalas	P46	16,7	6,01	4,35	18,0	230,0	8	6	19	3,0	15	0,7	0,05	0,5	0,10	<0,006	0,0
	P47	21,8	6,17	2,89	16,0	>160.000,0	85	65	127	29,3	124	7,1	0,20	9,9	0,12	0,1	1,1
	P48	18,7	6,70	3,61	23,0	3.500	14	3	<10	2,5	24	4,6	0,47	1,3	0,15	<0,006	0,0
	P49	17,1	5,97	3,98	37,0	16.000,0	12	6	14	<0,8	26	1,9	0,22	0,5	0,10	<0,006	0,0
	P50	17,2	6,19	4,10	12,0	230,0	11	4	<10	<0,8	21	2,4	0,24	0,3	0,08	<0,006	0,0
	P51	17,9	6,00	3,91	73,0	2.400,0	23	16	23	6,0	78	24,2	0,11	4,5	0,21	<0,02	0,1
	P52	18,6	6,16	3,78	43,0	1.300,0	22	8	10	3,3	49	0,7	0,10	1,3	0,10	<0,006	0,0
	P53	20,1	6,11	3,70	76,0	2.800,0	20	8	<10	6,7	73	4,0	0,32	4,0	0,08	<0,006	0,0
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/2005, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofósforo; PT=Fósforo Total.

Tabela VI-9 - Resultado dos parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados durante a 2ª campanha de Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) – Sub-região do Rio Paquequer e Rio Paraíba do Sul e sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto.

Sub-região	Pontos	Temp. (°C)	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Colif. Termo. (NMP/100 mL)	Alc. (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	Turb. (UNT)	Nitrato (mg/L)	NT (mg/L)	NAm (mg/L)	Orto. (mg/L)	PT (mg/L)
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	19,0	7,54	3,69	89,0	160.000,0	17	18	33	3,3	38	5,9	1,96	2,0	0,12	0,03	0,11
	P55	18,2	7,35	4,66	109,0	16.000,0	16	10	22	4,5	46	6,5	2,44	2,6	0,05	<0,02	0,14
	P56	17,6	7,37	4,74	47,0	790,0	12	11	29	6,0	22	5,3	1,08	1,5	0,44	<0,006	0,02
	P57	15,7	6,34	5,80	38,1	920,0	11	4	13	4,0	23	5,4	0,10	0,3	0,02	<0,006	<0,003
	P58	18,6	6,99	4,30	38,5	110,0	17	5	<10	7,3	27	3,5	<0,015	0,8	0,30	<0,006	0,04
P59	20,3	6,95	6,12	105,0	23,0	21	5	12	48,7	24	85,3	0,15	2,0	0,09	<0,006	0,32	
Rio Paquequer (Sumidouro) e Paraíba do Sul	P60	16,0	6,45	6,94	57,0	230,0	12	6	<10	5,0	50	14,1	0,40	0,9	0,09	<0,006	0,0
	P61	18,0	6,58	7,94	68,0	16.000,0	<1,0	6	<10	5,0	47	6,2	0,11	1,0	0,10	<0,006	0,0
	P62	18,3	6,26	6,64	73,0	3.500,0	21	8	16	6,5	47	7,7	0,83	0,9	0,07	<0,006	0,0
	P63	21,8	7,32	3,87	80,0	24.000,0	20	10	17	4,5	39	12,4	0,10	0,5	0,10	<0,006	0,1
	P64	20,6	7,40	5,03	73,0	790,0	23	6	14	5,3	33	12,9	0,16	0,4	0,09	<0,006	0,0
LQ		1-70	1-13	0,1	0,1	1,8	1	1	10	0,8	1	0,1	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01
LD		N.A	N.A	0,03	0,03	-	1	1	3	0,2	0,3	0,03	0,015	0,06	0,003	0,006	0,003
CONAMA 357/05, Águas Doces - Classe 2			entre 6,0 e 9,0	≥5	-	1000	-	5	-	-	500	100	10	-	-	-	0,1

Legenda: Temp.=Temperatura; OD=Oxigênio dissolvido; Colif. Termo.=Coliformes termotolerante; Alc=Alcalinidade; SST=Sólidos Suspensos Totais; SDT=Sólidos Dissolvidos Totais; Turb.=Turbidez; NT=Nitrogênio Total; NAm=Nitrogênio amoniacal; Orto.=Ortofosfato; PT=Fósforo Total.

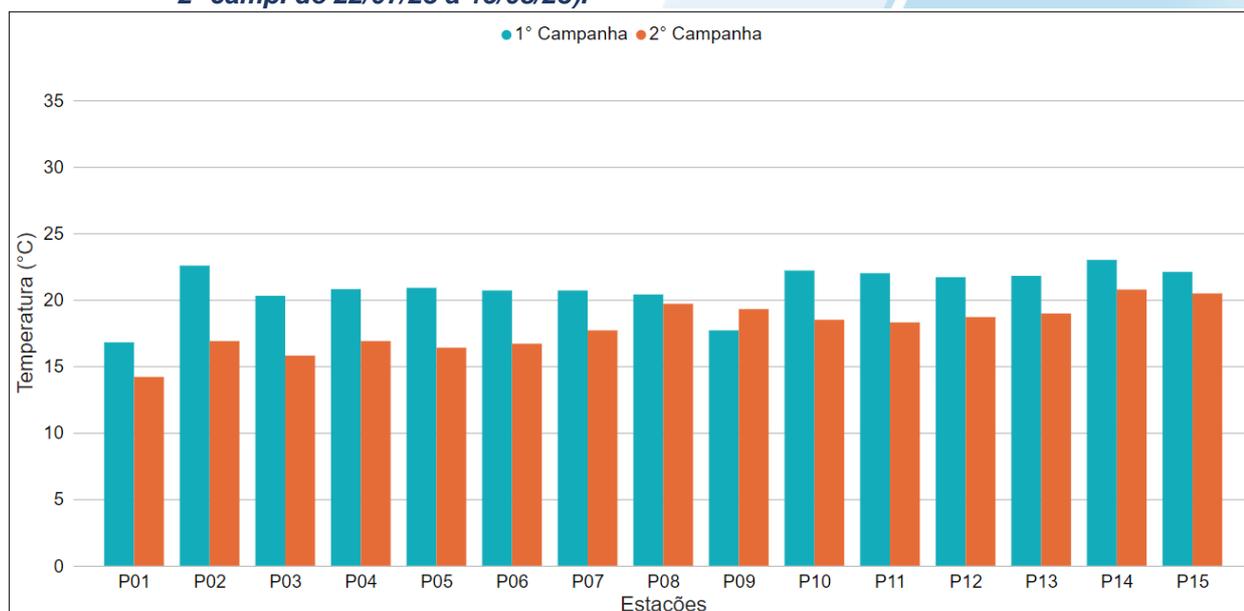
VI.2.1.3 Temperatura

A temperatura exerce um importante papel no meio aquático, sendo utilizada para caracterizar o estado térmico do sistema. O aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações, em particular as de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos. Por outro lado, diminui a solubilidade de gases dissolvidos na água, em particular o oxigênio, base para a decomposição aeróbia (PIVELI; KATO, 2006).

Os valores de temperatura registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

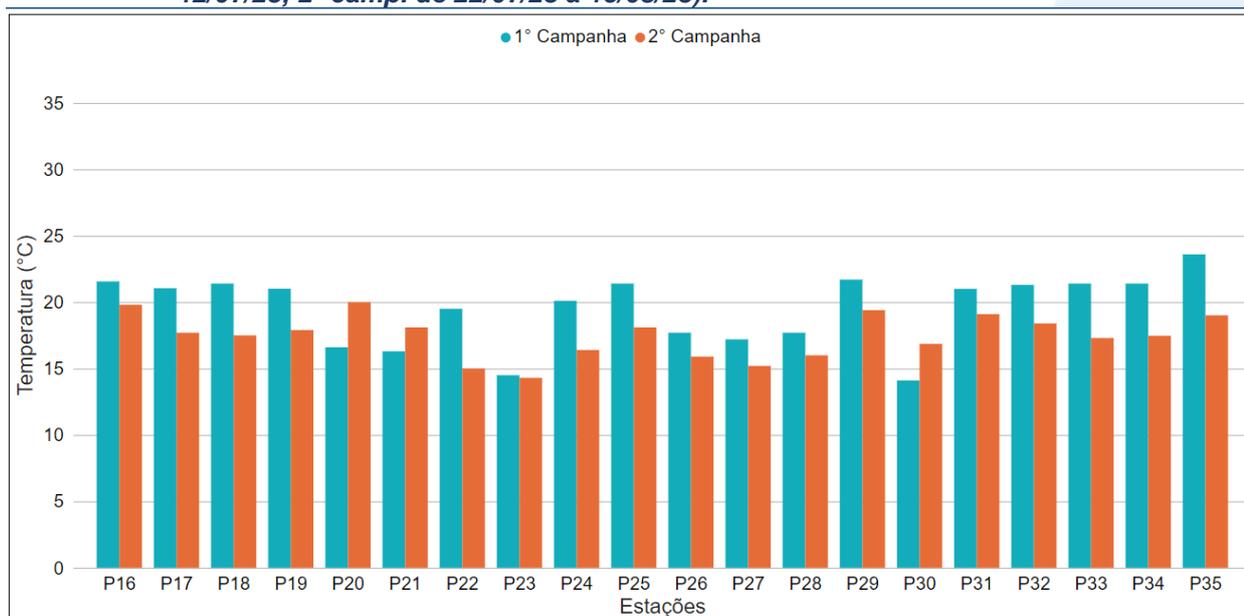
De forma geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-1) apresentaram maiores valores de temperatura durante a 1ª campanha de monitoramento, com exceção de P09. A temperatura média registrada nesta sub-região na 1ª campanha foi de 20,9°C com variação entre 16,8°C (P01) e 23,0°C (P14). Já na 2ª campanha de monitoramento a média foi de 18,0°C, com variação entre 14,2°C (P01) e 20,8°C (P14).

Figura VI-1. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



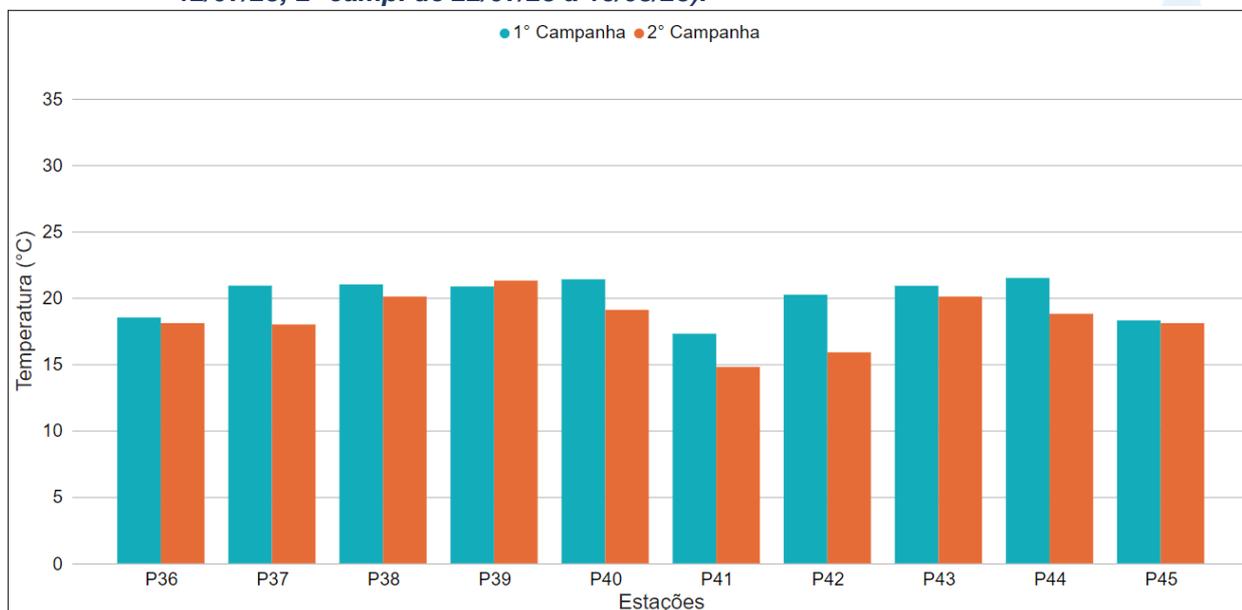
Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-2), a temperatura média durante a 1ª campanha foi de 19,5°C, com mínima de 14,1°C (P30) e máxima de 23,6°C (P35). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 17,5°C, com mínima de 14,3°C (P23) e máxima de 20,0°C (P20).

Figura VI-2. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



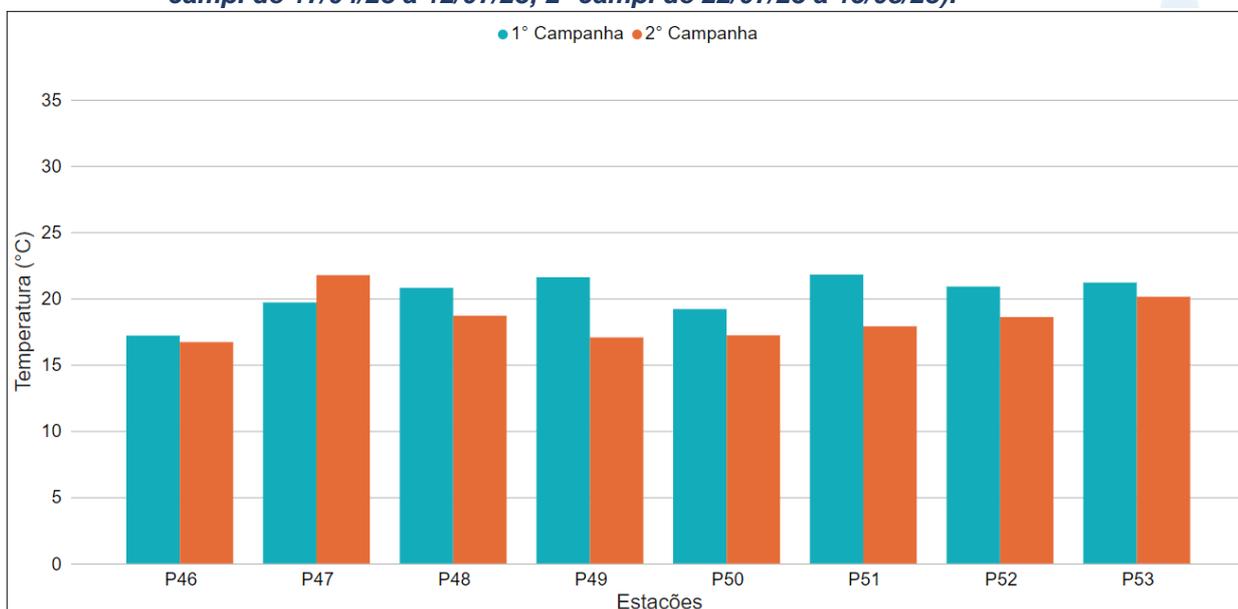
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-3), a média de temperatura da 1ª campanha foi de 20,1°C, com variação entre 17,3°C (P41) e 21,5°C (P44). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 18,5°C, com variação entre 14,8°C (P41) e 21,3°C (P39). De acordo com os resultados, foi possível observar que o ponto P41 apresentou a menor temperatura em ambas as campanhas de monitoramento. Já os pontos de monitoramento P36, P38, P39, P43 e P45 apresentaram variação de temperatura abaixo de 1°C entre as duas campanhas de monitoramento.

Figura VI-3. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



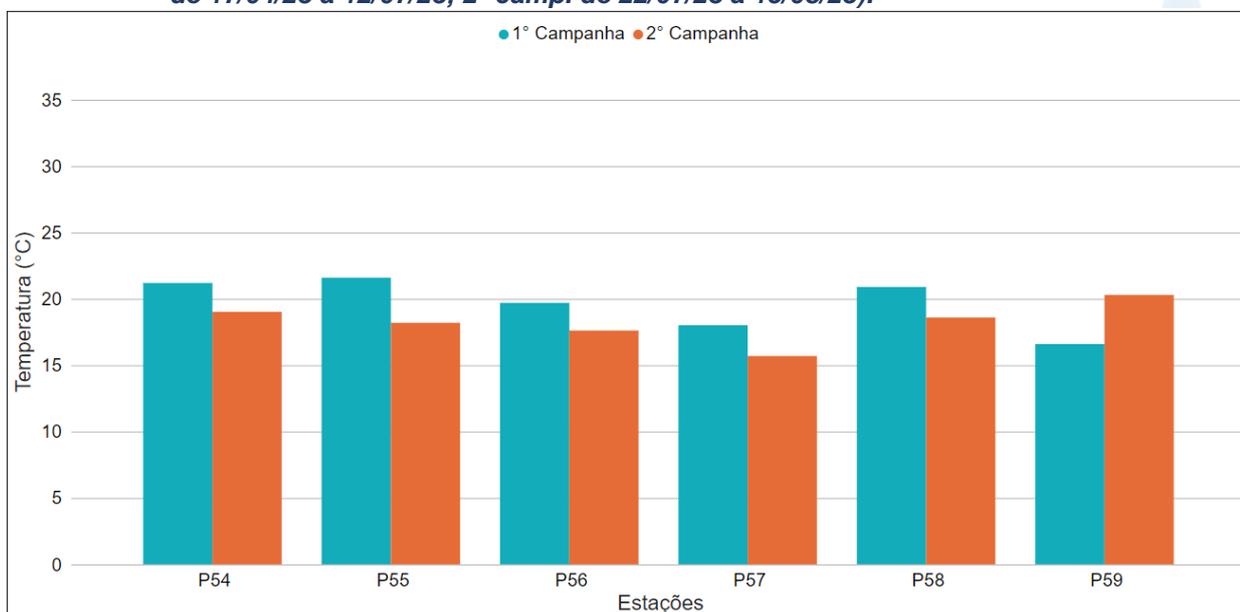
Na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura IV-4) a média de temperatura foi de 20,3°C na 1ª campanha, com mínima de 17,2°C (P46) e máxima de 21,8°C (P51). Na 2ª campanha, a média foi de 18,5°C com mínima de 16,7°C (P46) e máxima de 21,8°C (P47). Vale ressaltar que em ambas as campanhas de monitoramento P46 apresentou menor valor de temperatura, apresentando uma variação inferior a 1°C.

Figura VI-4. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



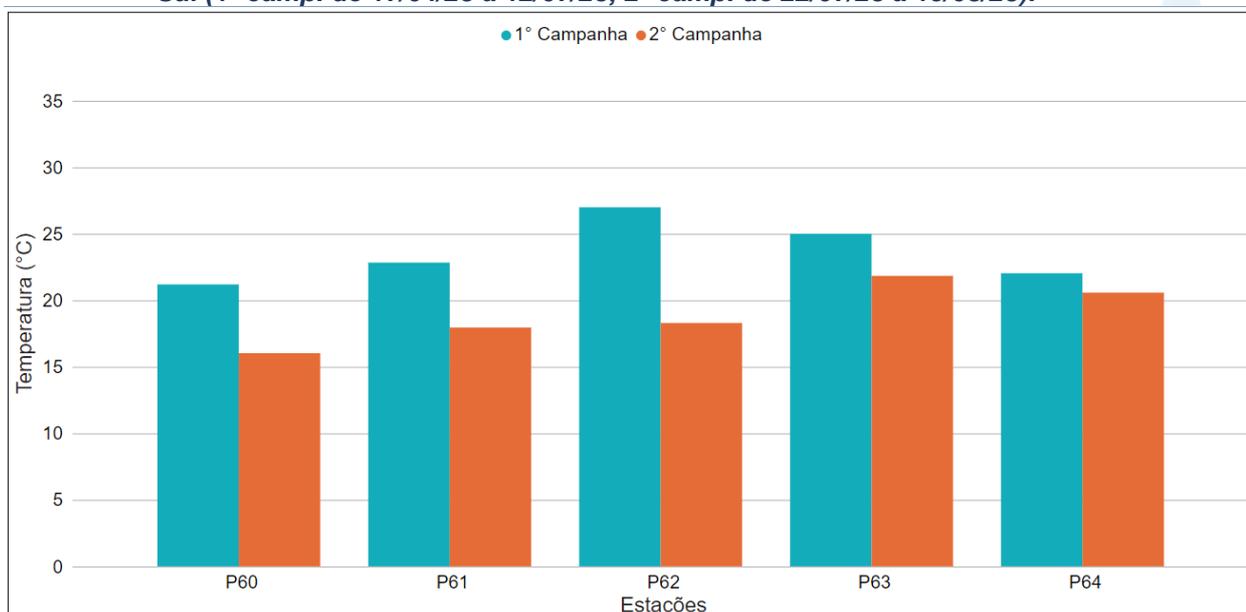
Na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura IV-5) a média de temperatura na 1ª campanha foi de 19,7°C, com variação entre 16,6°C (P59) e 21,6°C (P55). Na 2ª campanha o valor médio foi de 18,2°C, com variação entre 15,7°C (P57) e 20,3°C (P59). De modo geral, foi possível observar uma redução da temperatura dos pontos de monitoramento da 1ª para a 2ª campanha, com exceção de P59 que apresentou aumento.

Figura VI-5. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura IV-6) a média de temperatura foi de 23,6°C com variação entre 21,2°C (P60) e 27,0°C (P62). Na 2ª campanha o valor médio registrado foi de 18,9°C, com variação entre 16,0°C (P60) e 21,8°C (P63). Vale ressaltar que o ponto de monitoramento P62 apresentou maior variação de temperatura entre as campanhas de monitoramento (8,7°C).

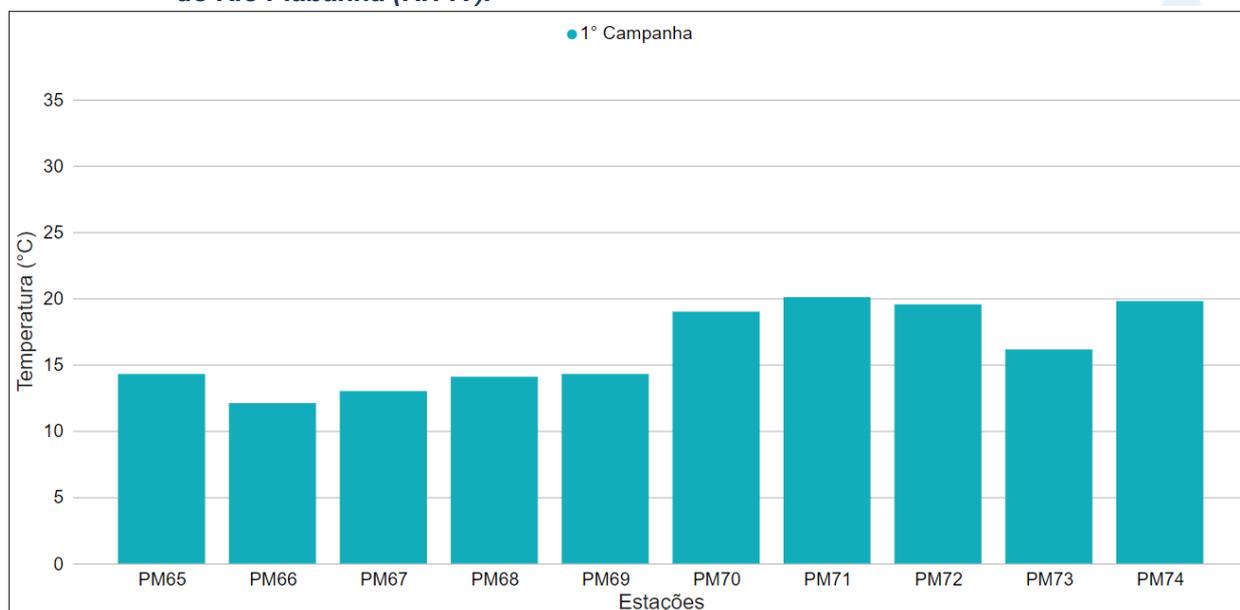
Figura VI-6. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis monitorados (Figura IV-7) durante a 1ª campanha apresentaram temperatura média de 16,2°C, sendo o valor mínimo de 12,1°C (PM66) e máximo de 20,1°C (PM71).

Vale evidenciar que estes pontos ficam distribuídos ao longo da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), abrangendo diferentes sub-bacias, e que os valores de temperatura aferidos na presente campanha foram semelhante entre os pontos que se encontram na mesma região, com exceção de PM73 e PM74.

Figura VI-7. Distribuição da temperatura registrada no 1º semestre (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral da temperatura para o 1º semestre de monitoramento foi de 19,21°C. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 20,4°C, com variação entre 14,1°C (P30) e 27,0°C (P62). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 18,1°C com variação entre 14,2°C (P01) e 21,8°C (P63 e P47). A distribuição espacial dos valores de temperatura registrados no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-8 e Figura VI-9.

Figura VI-8. Mapa representativo da distribuição espacial da temperatura registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

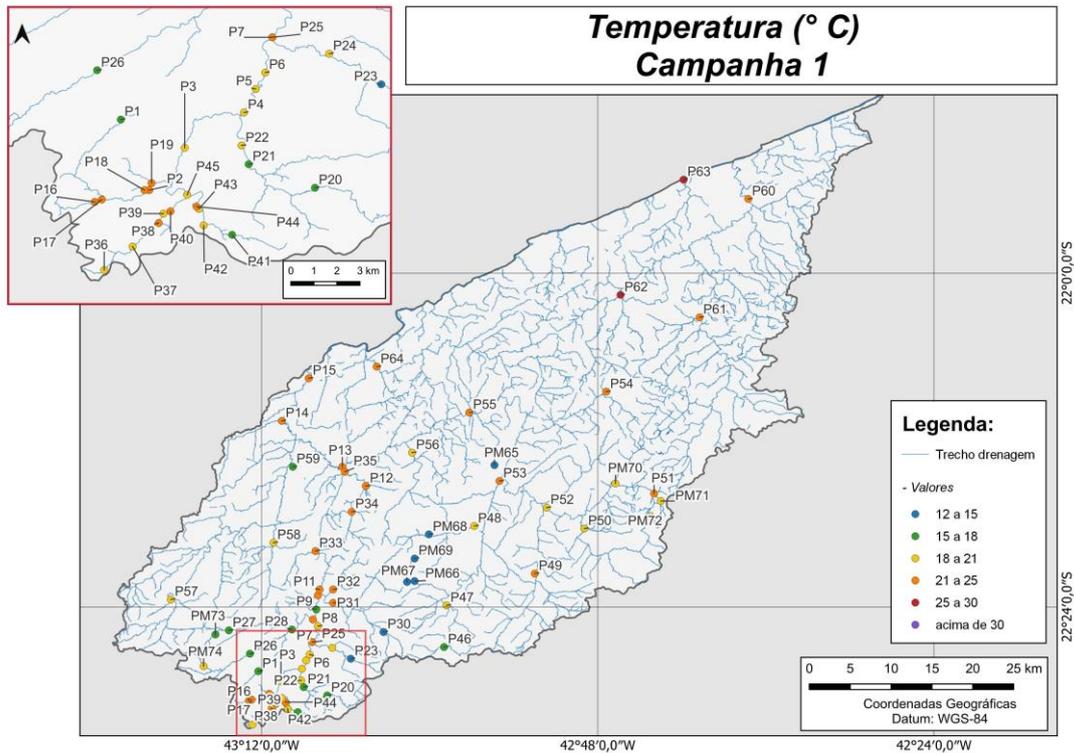
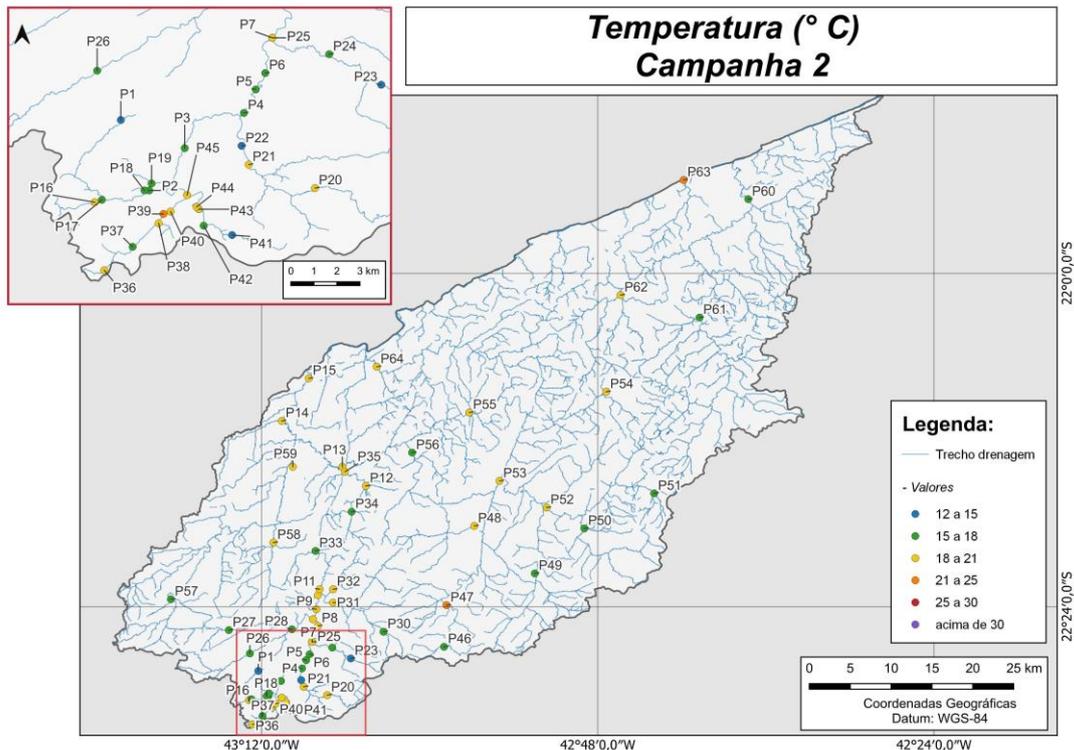


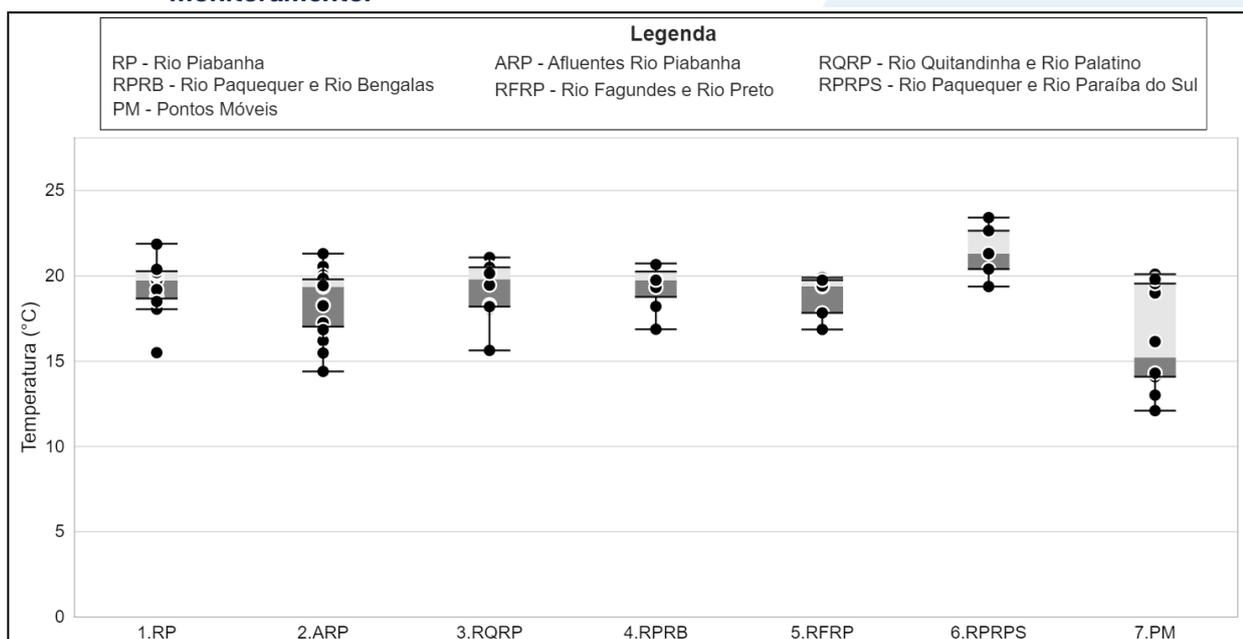
Figura VI-9. Mapa representativo da distribuição espacial da temperatura registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de temperatura ao longo do 1º semestre foi a sub-região RPRPS e a que apresentou a menor foi ARP. A Figura VI-10 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro temperatura apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região ARP apresentou diferença da sub-região RQRP. Já a sub-região RQRP também se diferenciou das sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS.

Figura VI-10. Boxplots da distribuição espacial da temperatura analisada durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



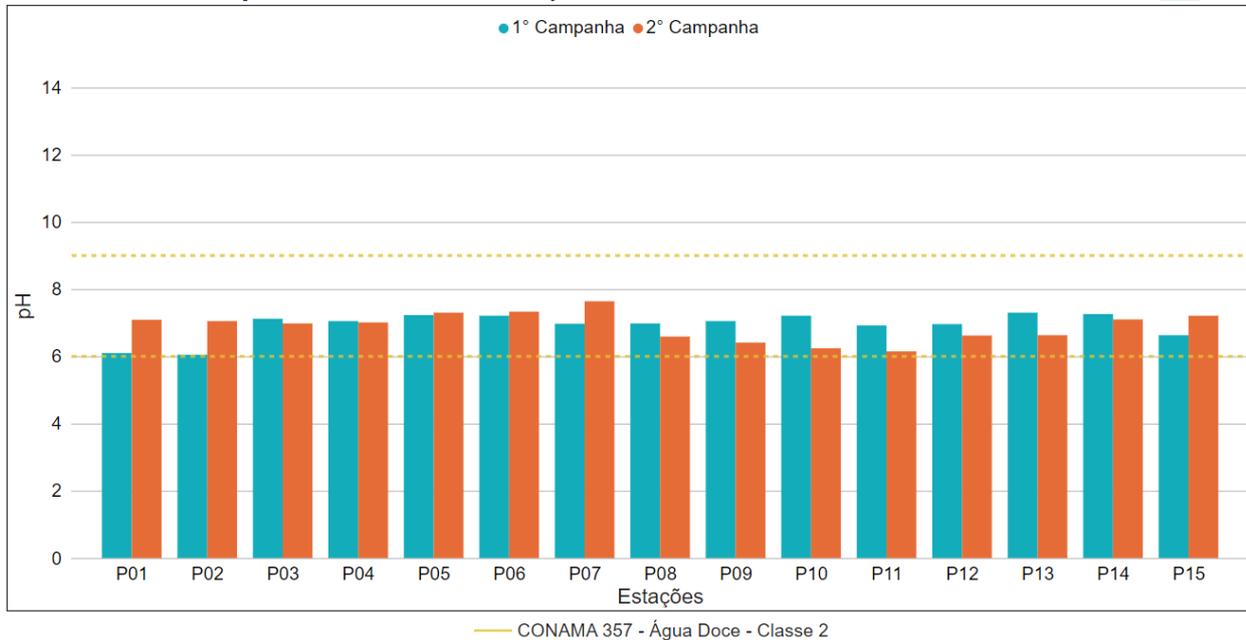
VI.2.1.4 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é a medida da atividade dos íons hidrônio (H^+) dentro de uma solução, sendo esse parâmetro essencial para o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos, tendo em vista seu papel como regulador de diversas atividades bioquímicas de organismos. Diversos fatores podem alterar o pH de ecossistemas aquáticos, desde a composição geológica da bacia, descarga de efluentes industriais, composição do lixiviado, até a presença de atividade agropecuária (VON SPERLING, 2014). A Resolução CONAMA n° 357/2005 determina para Água Doces, Classe 2 valores de pH entre 6,0 e 9,0.

Os valores de pH registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

A sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-11) apresentou média de 6,94 na 1ª campanha, com valor mínimo de 6,05 (P02) e máximo de 7,30 (P13). Na 2ª campanha a média foi de 6,89 com mínimo de 6,15 (P11) e máximo de 7,64 (P07). Vale ressaltar que a média de pH das duas campanhas foi similar, assim como os valores de pH dos pontos de monitoramento P03, P04, P05, P06 e P14 que apresentaram variação inferior a 0,2 entre as campanhas.

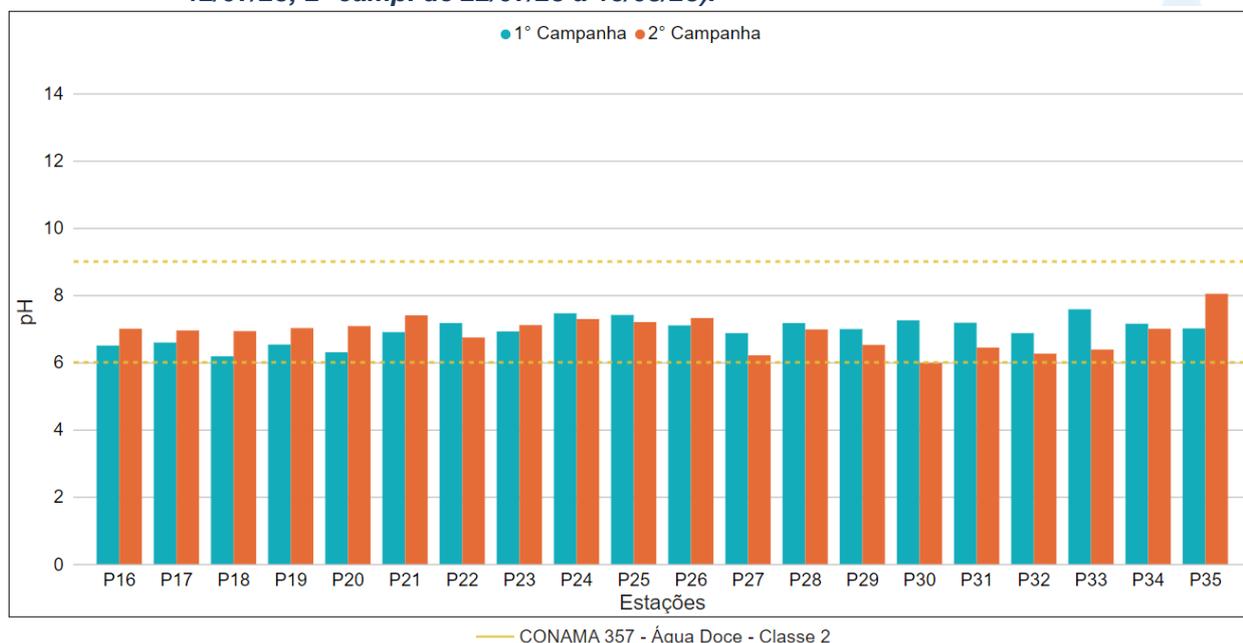
Figura VI-11. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-12) a média de pH da 1ª campanha foi de 6,96, com variação entre 6,18 (P18) a 7,58 (P33). Na 2ª campanha a média foi de 6,89 com variação entre 5,98 (P30) a 8,04 (P35). É possível observar que a média de pH das duas campanhas foi similar.

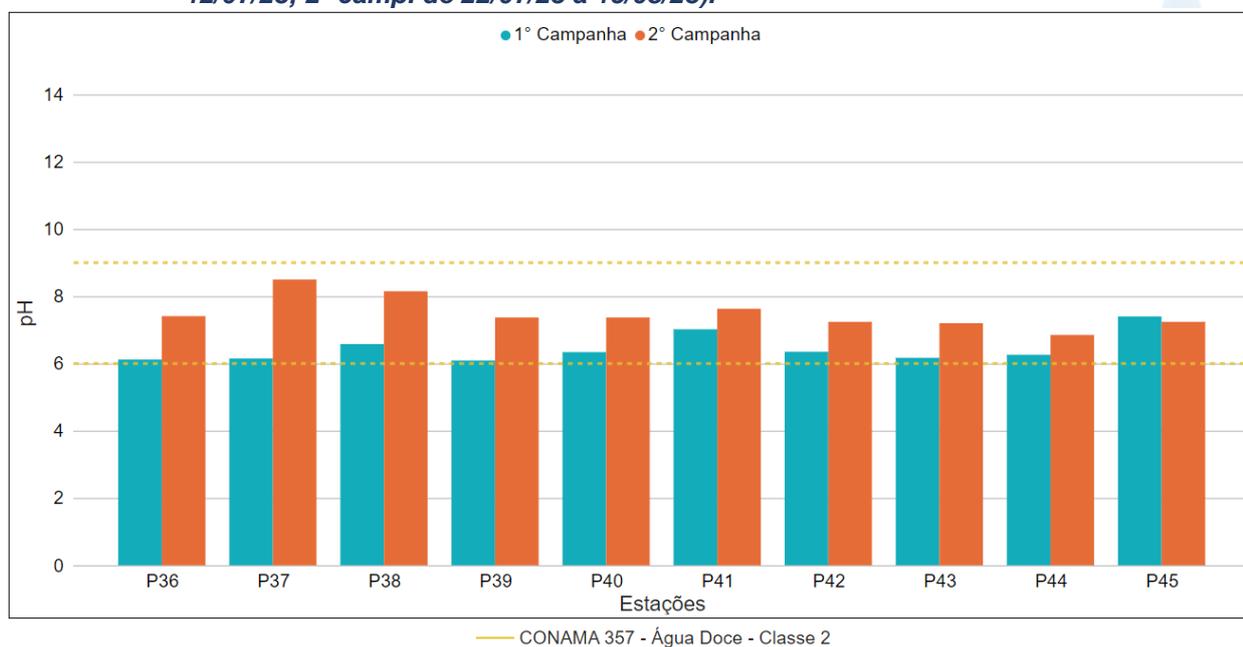
Ao longo do 1º semestre de monitoramento, apenas a amostra referente ao ponto P30 apresentou valor fora do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (entre 6,0 e 9,0) na 2ª campanha.

Figura VI-12. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-13) foi registrado valor médio de pH de 6,45 com variação entre 6,09 (P39) e 7,40 (P45). Durante a 2ª campanha a média registrada foi de 7,51 com variação entre 6,85 (P44) e 8,50 (P37). De modo geral, a 2ª campanha de monitoramento apresentou os maiores valores de pH, com exceção de P45 que apresentou variação entre as campanhas inferior a 0,20. Além disso, ao considerar os valores de pH registrados no 1º semestre, P45 apresentou maior variação deste parâmetro entre as campanhas (2,35).

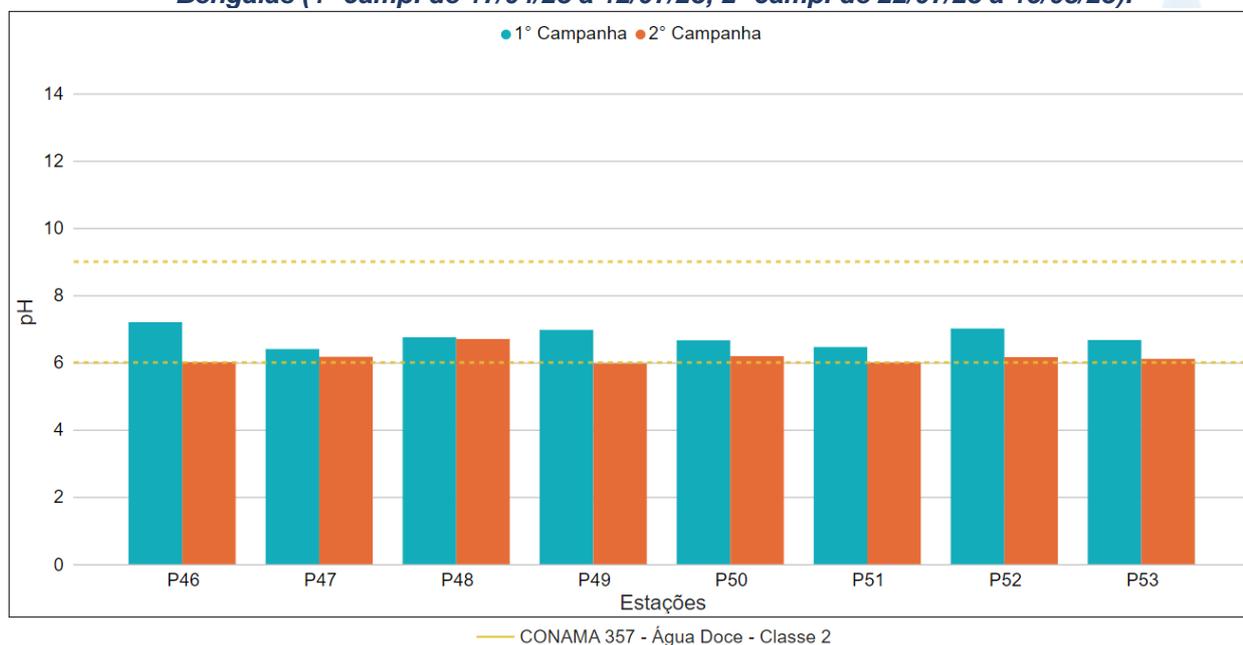
Figura VI-13. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-14) a média de pH na 1ª campanha foi de 6,77 com valor mínimo de 6,40 (P47) e máximo de 7,20 (P46). Na 2ª campanha a média foi de 6,16 com mínimo 5,97 (P49) e máximo de 6,70 (P48).

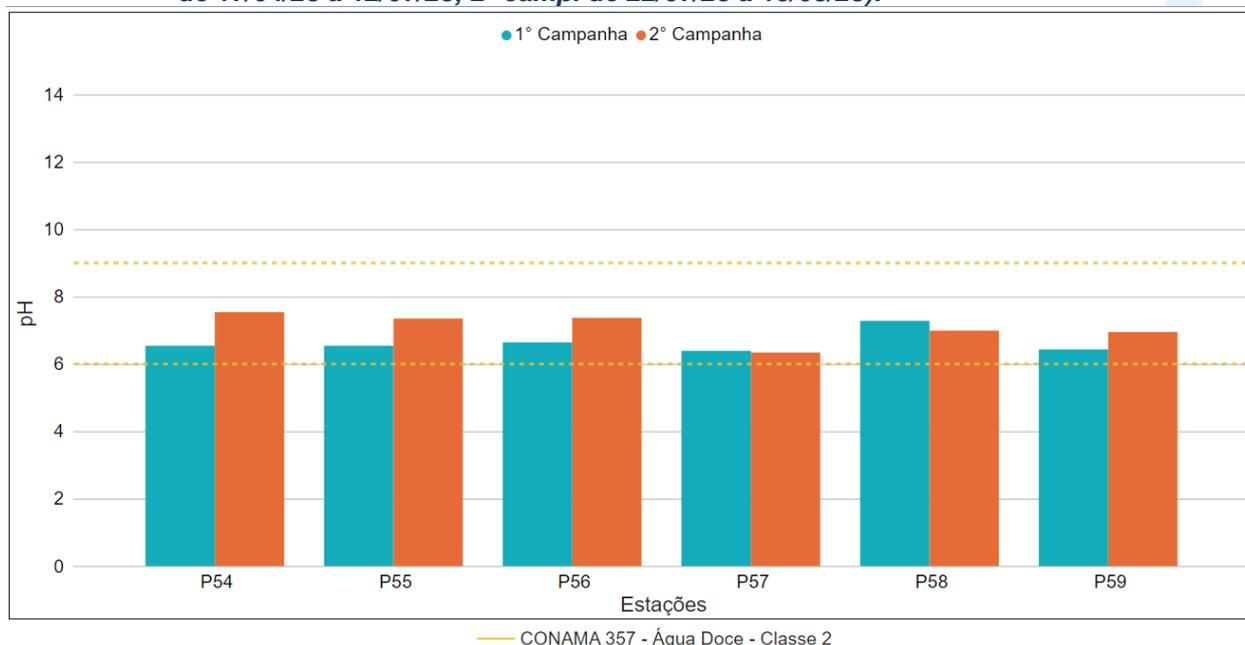
No 1º semestre de monitoramento, apenas a amostra referente ao ponto P49 apresentou valor fora do limite de pH estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 (entre 6 e 9) na 2ª campanha.

Figura VI-14. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



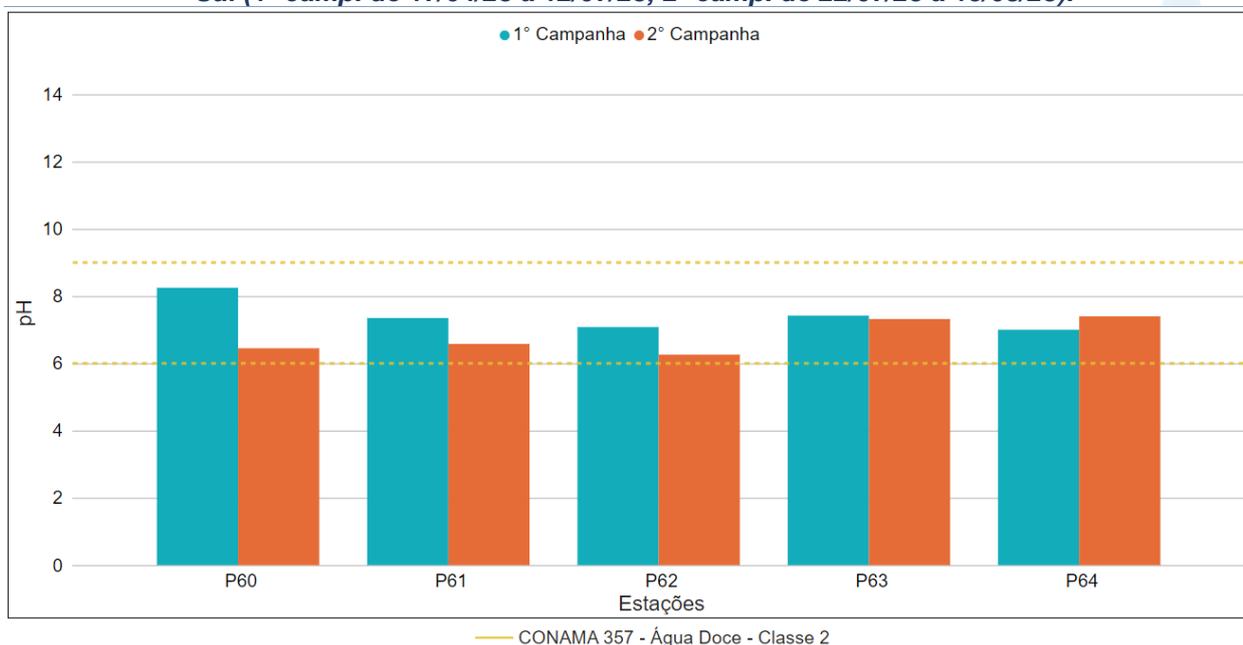
Na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-15) o valor médio de pH da 1ª campanha foi de 6,64, com variação entre 6,39 (P57) e máximo de 7,28 (P58). Já na 2ª campanha a média registrada foi de 7,09 com variação entre 6,34 (P57) e 7,54 (P54). É possível observar que os menores valores foram encontrados no ponto P57 em ambas as campanhas de monitoramento, sendo a variação entre as campanhas inferior a 0,2.

Figura VI-15. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



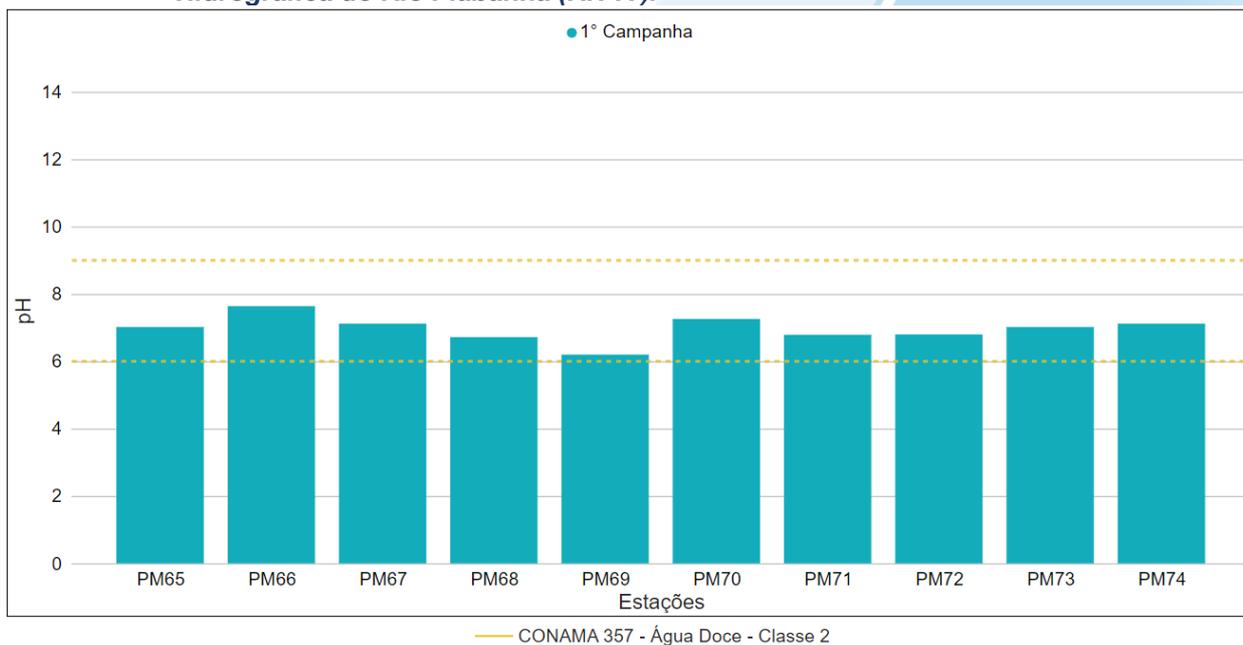
A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-16) apresentou na 1ª campanha de monitoramento valor médio de 7,42, com valor mínimo de 7,00 (P64) e máximo de 8,25 (P60). Na 2ª campanha de monitoramento a média foi de 6,80, com mínimo de 6,26 (P62) e máximo de 7,40 (P64). Embora o ponto de monitoramento P64 tenha apresentado o valor mínimo de pH na 1ª campanha e máximo na 2ª campanha, este não apresentou grande variação entre as campanhas. Sendo assim, as maiores variações deste parâmetro ocorreram nos demais pontos de monitoramento, com exceção de P63 que apresentou variação inferior a 0,2.

Figura VI-16. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-17) amostrados durante a 1ª campanha de monitoramento apresentaram valor médio de pH de 6,97, com mínimo de 6,20 (PM69) e máximo de 7,64 (PM66).

Figura VI-17. Distribuição do valor de pH registrado no 1º semestre (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23), de monitoramento dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro pH para o 1º semestre de monitoramento foi de 6,88. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 6,9, com variação entre 6,1 (P01 e P02) e 8,3 (P60). Na 2ª campanha foi registrada a mesma média da anterior, porém, com variação entre 6,0 (P51, P46) e 8,5 (P37).

Apenas duas amostras da 2ª campanha de monitoramento (P30 e P49) apresentaram valores fora do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (entre 6 e 9) para pH.

A distribuição espacial dos valores de pH encontrados no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-18 e Figura VI-19.

Figura VI-18. Mapa representativo da distribuição espacial dos valores de pH registrados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

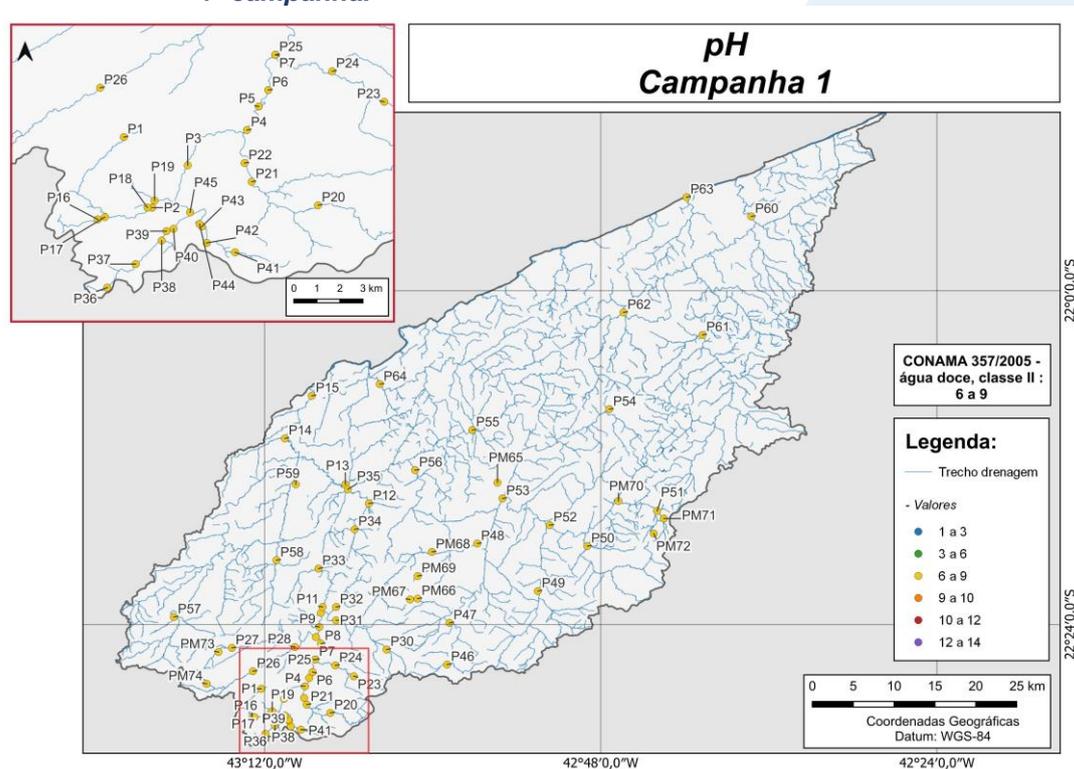
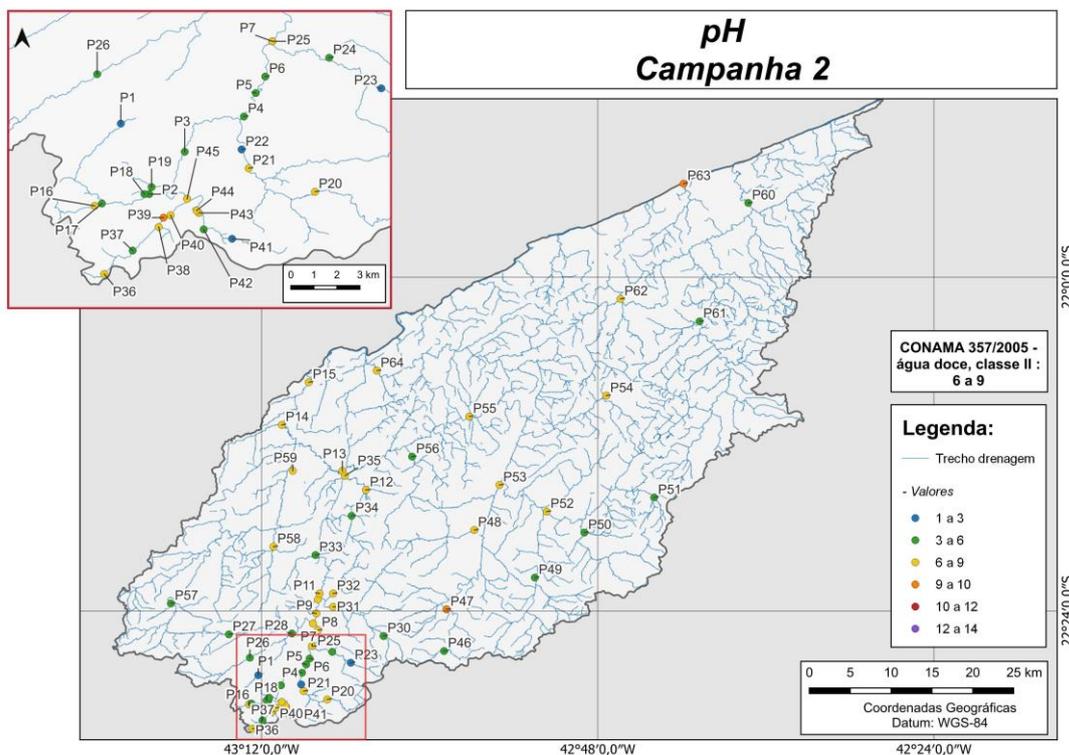


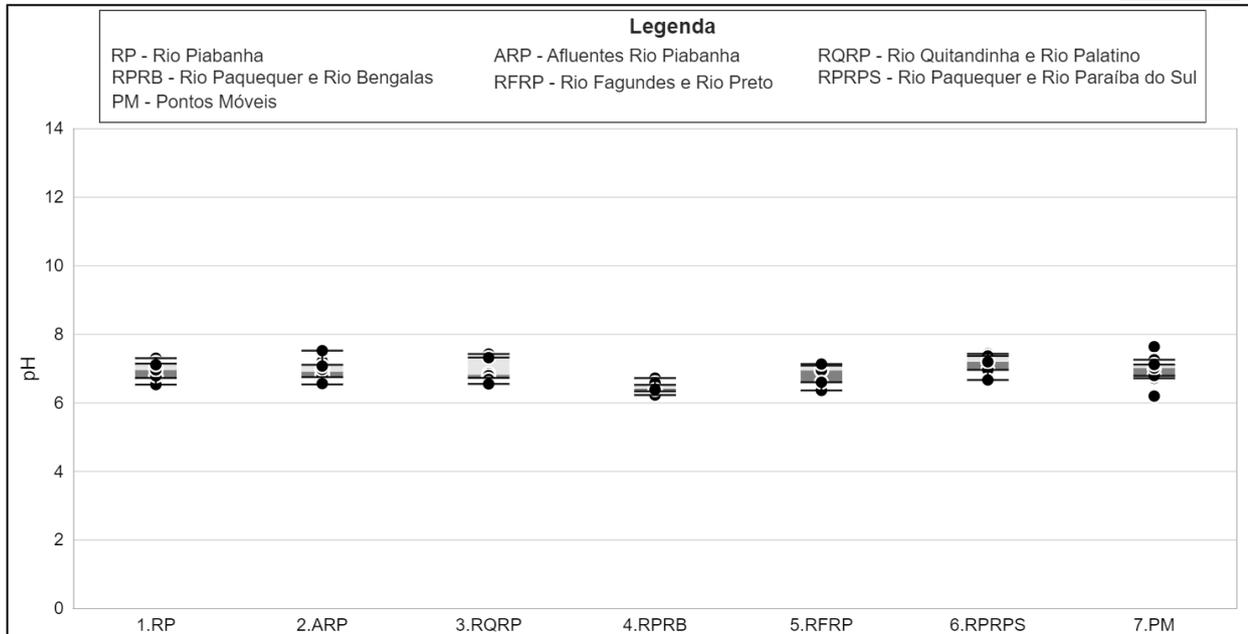
Figura VI-19. Mapa representativo da distribuição espacial dos valores de pH registrados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de pH ao longo do 1º semestre foi a sub-região RPRPS e a que apresentou a menor foi RPRB. A Figura VI-20 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro pH não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RPRB e as demais regiões monitoradas, devido aos menores valores de pH registrados nesta sub-região.

Figura VI-20. Boxplots da distribuição espacial dos valores de pH registrados durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.5 *Oxigênio Dissolvido*

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. A solubilidade do oxigênio na água depende de dois fatores principais, sendo eles temperatura e pressão. Assim, com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução e solubilidade do oxigênio na água (ESTEVES, 2011). A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para Água Doces, Classe 2 concentração de oxigênio dissolvido acima ou igual a 5,0 mg/L.

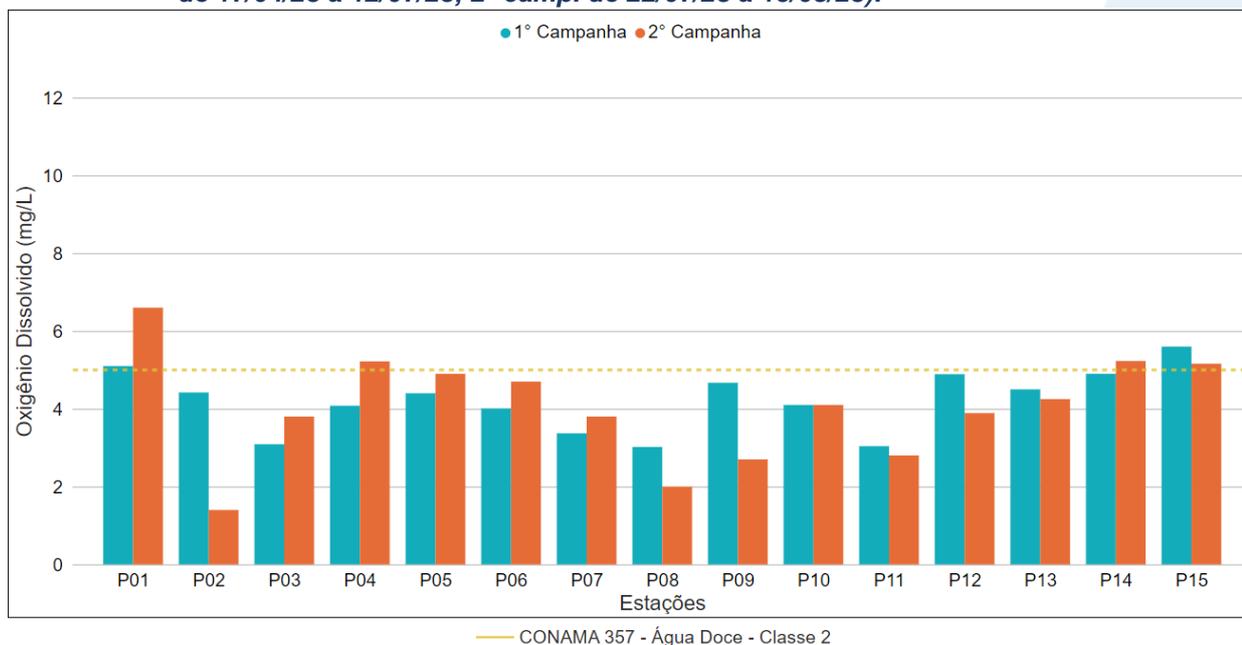
Os valores de oxigênio dissolvido registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-21), a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,21 mg/L na 1ª campanha, com mínima de 3,02 mg/L (P08) e máxima de 5,60 mg/L (P15). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 4,04 mg/L com mínima de 1,40 mg/L (P02) e máxima de 6,60 mg/L (P01). Vale ressaltar que P02 apresentou a maior redução da concentração OD entre as campanhas de monitoramento (3,02 mg/L), seguida do ponto P09 (1,97 mg/L). Essa redução de OD no ponto P02 pode estar associada ao aumento do nitrogênio total e suas frações nitrogenadas (nitrato e nitrogênio amoniacal) e também dos parâmetros fósforo total, SDT, SST e DQO. Além disso, a concentração de coliformes termotolerantes se manteve elevada (acima de 160.000 NMP/100ML) neste ponto. Esses resultados demonstram a existência de uma fonte de esgoto sanitário e/ou de efluentes próxima deste ponto. Já no ponto P09, essa redução pode estar associada ao aumento da DQO, DBO, ortofosfato, SDT e SST, além de um aumento acentuado de coliformes termotolerantes. Esses dados podem estar relacionados com aumento de matéria orgânica no local, de partículas menores que 2 µm (coliformes termotolerantes e ortofosfato) e também de partículas maiores, como células de microalgas e bactérias, por exemplo. Essas células por sua vez quando morrem, liberam o fósforo contido em seu interior para o ambiente e através da ciclagem desse nutriente pelas bactérias, parte desse fósforo volta a ficar biodisponível na coluna d'água na forma de ortofosfato.

A maioria das amostras apresentou valores de oxigênio dissolvido abaixo do preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L) em ambas as campanhas

de monitoramento, com exceção das amostras referentes aos pontos P01 (1ª e 2ª campanhas), P04 (2ª campanha), P14 (2ª campanha) e P15 (1ª e 2ª campanhas).

Figura VI-21. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

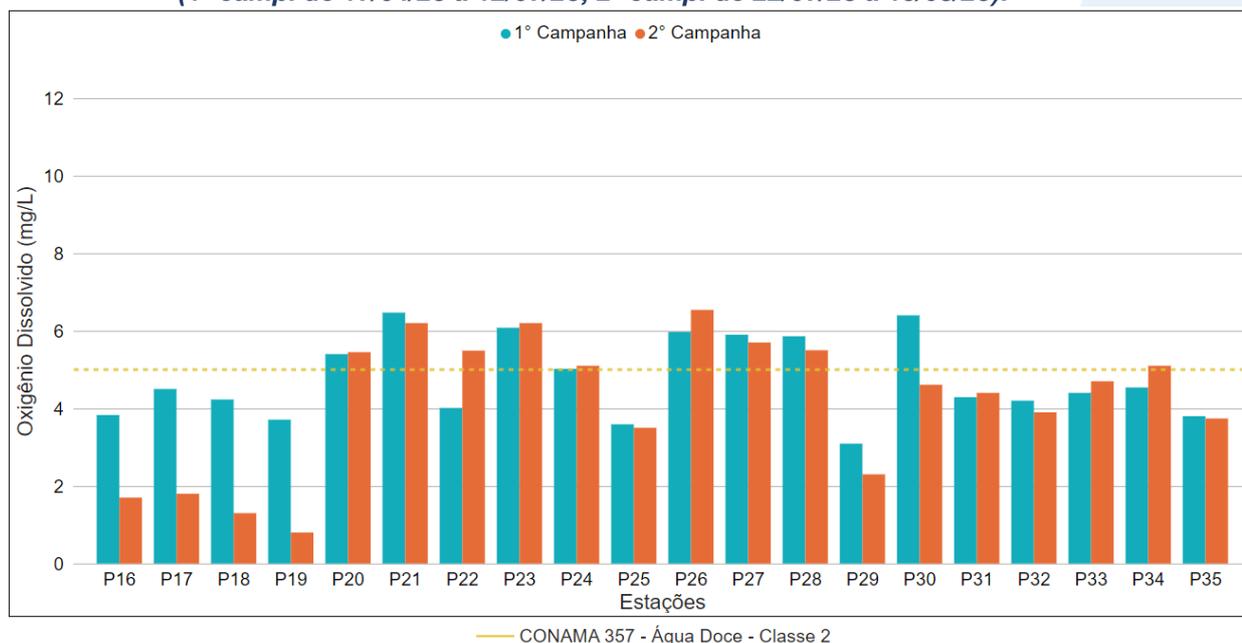


Os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (Figura VI-22), durante a 1ª campanha apresentaram valor médio de oxigênio dissolvido de 4,76 mg/L, com variação entre 3,09 mg/L (P29) e 6,47 mg/L (P21). A média registrada na 2ª campanha foi de 4,20 mg/L com mínima de 0,80 mg/L (P19) e máxima de 6,54 mg/L (P26). A redução mais acentuada de OD nos pontos P16, P17, P18, P19, P29 e P30 pode estar associada ao aumento do nitrogênio total e suas frações nitrogenadas (nitrato e nitrogênio amoniacal) e também dos parâmetros fósforo total, ortofosfato, SDT, DBO e DQO, apenas P30 apresentou diminuição na concentração dos três últimos parâmetros citados. Além disso, a concentração de coliformes termotolerantes aumentou ou se manteve elevada (acima de 160.000 NMP/100ML) nesses pontos. Esses resultados demonstram a existência de uma fonte de esgoto sanitário e/ou de efluentes próxima destes pontos.

A maioria das amostras das duas campanhas de monitoramento apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L), com exceção das amostras referentes aos pontos P20, P21, P23, P24, P26, P27 e P28 nas duas campanhas, P30 na 1ª campanha e as amostras de P22 e P34 na 2ª

campanha. Vale ressaltar que os pontos de monitoramento P16, P17, P18 e P19 apresentaram declínio da concentração de oxigênio dissolvido superior a 2,0 mg/L da 1ª para 2ª campanha.

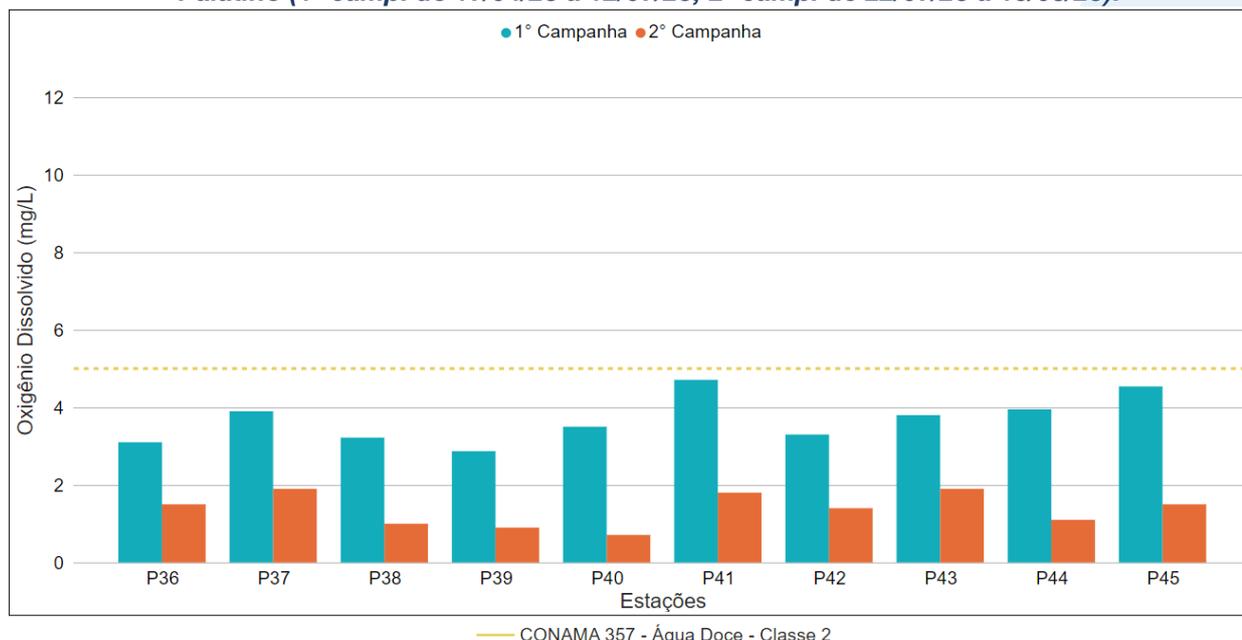
Figura VI-22. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



A sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (Figura VI-23) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 3,69 mg/L com mínima de 2,87 mg/L (P39) mg/L e máxima de 4,71 mg/L (P41) mg/L durante a 1ª campanha. Já a 2ª campanha de monitoramento apresentou média de 1,37 mg/L com variação entre 0,71 mg/L (P40) e 1,90 mg/L (P43). Além disso, foi registrado um declínio das concentrações de oxigênio dissolvido na 2ª campanha de monitoramento, onde todos os pontos monitorados apresentaram variação acima de 1,5 mg/L, alcançando concentrações abaixo de 2,0 mg/L. A redução de OD da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos de monitoramento, provavelmente se deve ao fato do ambiente estar recebendo algum aporte de nitrito, juntamente com o aumento da DBO e DQO em alguns pontos. O nitrito é rapidamente oxidado no ambiente aquático e convertido em nitrato (CETESB, 2022), e nesta sub-região verificamos aumento de nitrato em todos os pontos.

Todas as amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L) nas duas campanhas de monitoramento.

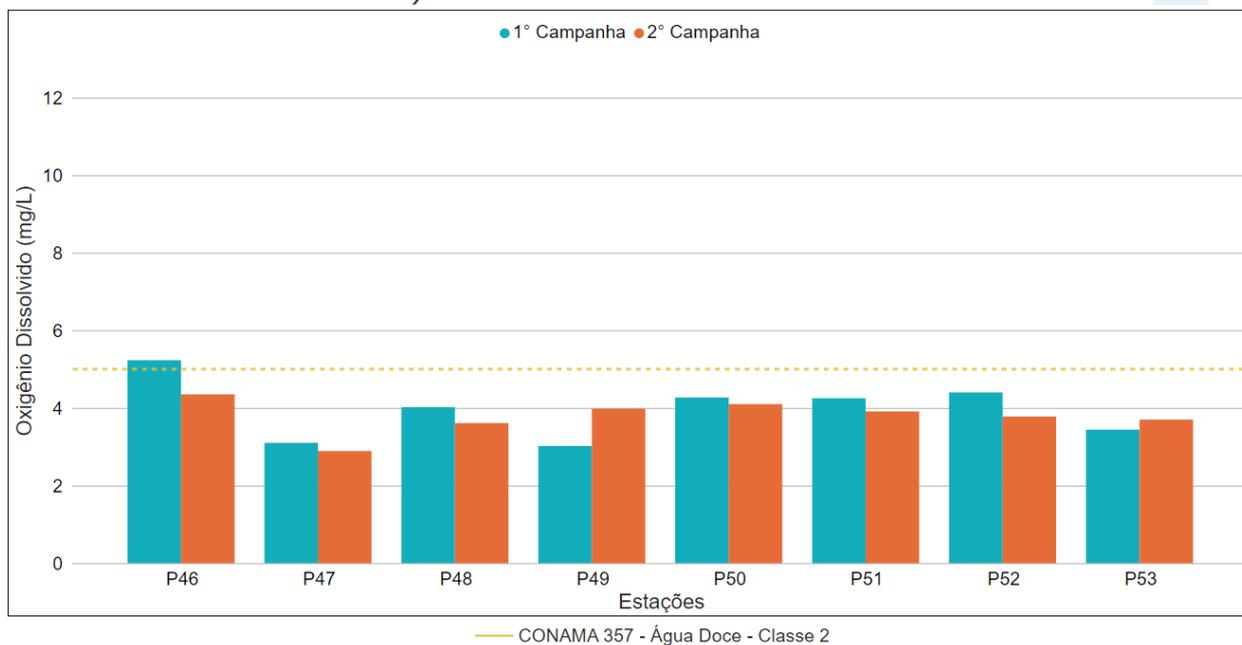
Figura VI-23. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (Figura VI-24), as concentrações médias de oxigênio dissolvido foram similares, sendo registrada média de 3,97 mg/L (1ª campanha) e 3,79 mg/L (2ª campanha). Na 1ª campanha as concentrações apresentaram variação de 3,02 mg/L (P49) a 5,23 mg/L (P46). Já a 2ª campanha de monitoramento apresentou variação da concentração entre 2,89 mg/L (P47) e 4,35 mg/L (P49). A redução de OD da 1ª para 2ª campanha de monitoramento na maioria dos pontos pode estar associada ao aumento do nitrogênio total e também aos parâmetros SDT, DBO e DQO, enquanto o aumento de OD nos pontos P49 e P53, pode estar relacionada à redução do aporte de nutrientes.

Quase todas as amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L) nas duas campanhas de monitoramento, com exceção da amostra referente ao ponto P46 (1ª campanha).

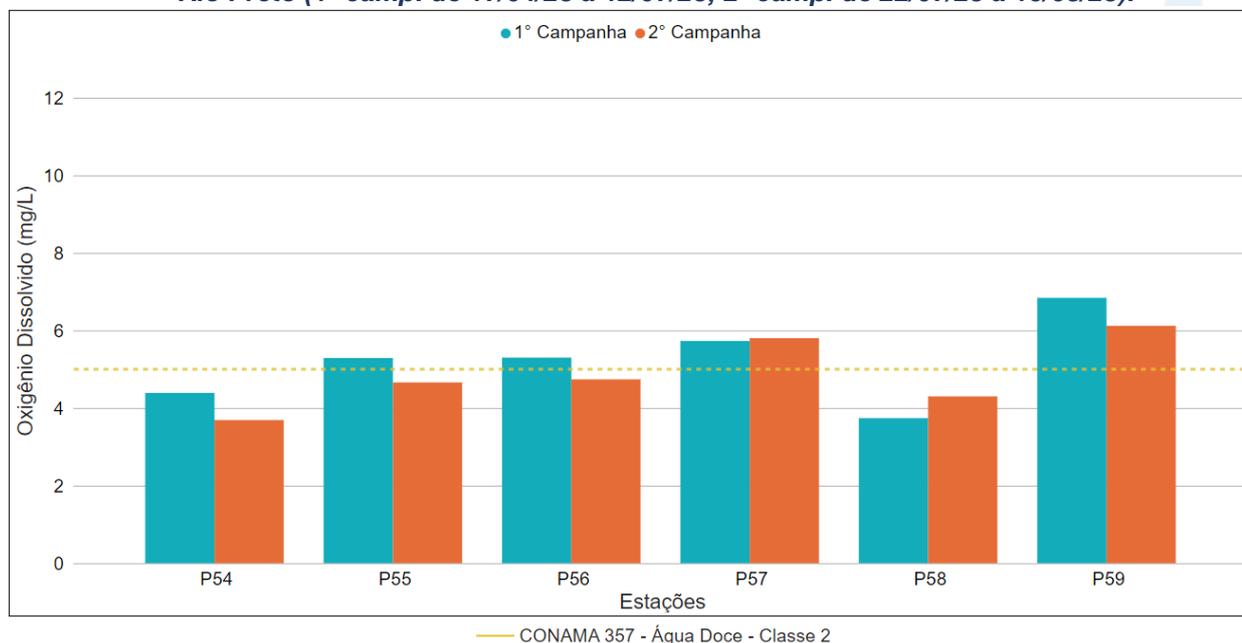
Figura VI-24. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (Figura VI-25) foi registrada, na 1ª campanha, concentração média de oxigênio dissolvido de 5,22 mg/L, com mínima de 3,74 mg/L (P58) e máxima de 6,84 mg/L (P59). Já durante a 2ª campanha foi registrada média de 4,89 mg/L, mínima de 3,69 mg/L (P54) e máxima de 6,12 mg/L (P59). A redução da concentração de OD da 1ª para 2ª campanha foi mais acentuada no ponto P59 e pode estar associada ao aumento da DBO e nutrientes (nitrogênio e fósforo total).

Vale ressaltar que em ambas as campanhas os valores máximos de oxigênio dissolvido foram registrados no ponto P59. Algumas amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L), P56 e P55 na 2ª campanha e P54 e P58 em ambas as campanhas.

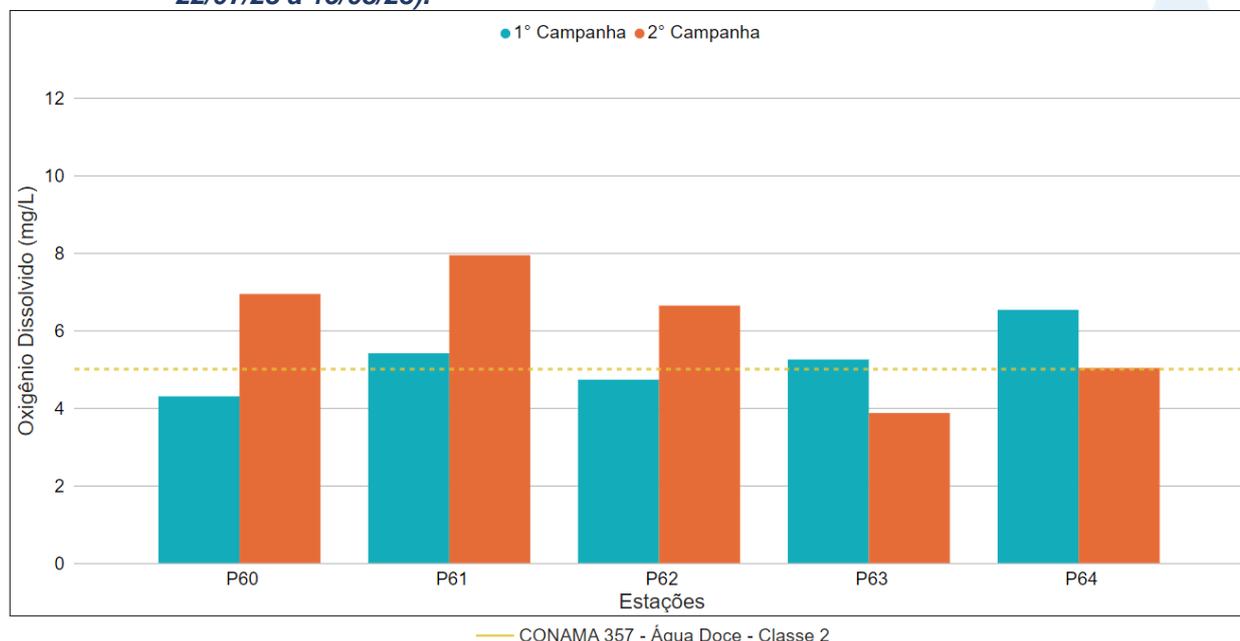
Figura VI-25. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (Figura VI-26) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 5,24 mg/L durante a 1ª campanha, com variação entre 4,30 mg/L (P60) e 6,53 mg/L (P64). Durante a 2ª campanha a concentração média obtida foi de 6,08 mg/L, com mínima de 3,87 mg/L (P63) e máxima de 7,94 mg/L (P61). Os pontos de monitoramento P60 e P61 apresentaram variação de oxigênio superior a 2,0 mg/L entre as campanhas de monitoramento, sendo registradas maiores concentrações durante a 2ª campanha (6,94 mg/L e 7,94 mg/L, respectivamente). O aumento de OD nos pontos P60, P61 e P62 da 1ª para 2ª campanha, provavelmente está relacionado à redução ou pouca variação da concentração de nutrientes, SST, SDT, DBO e DQO. Já a redução do OD em P63 e P64 pode estar associada a um aumento de matéria orgânica nestes pontos, já que a DBO e DQO também aumentaram.

Algumas amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L), P60 e P62 na 1ª campanha e P63 na 2ª campanha.

Figura VI-26. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

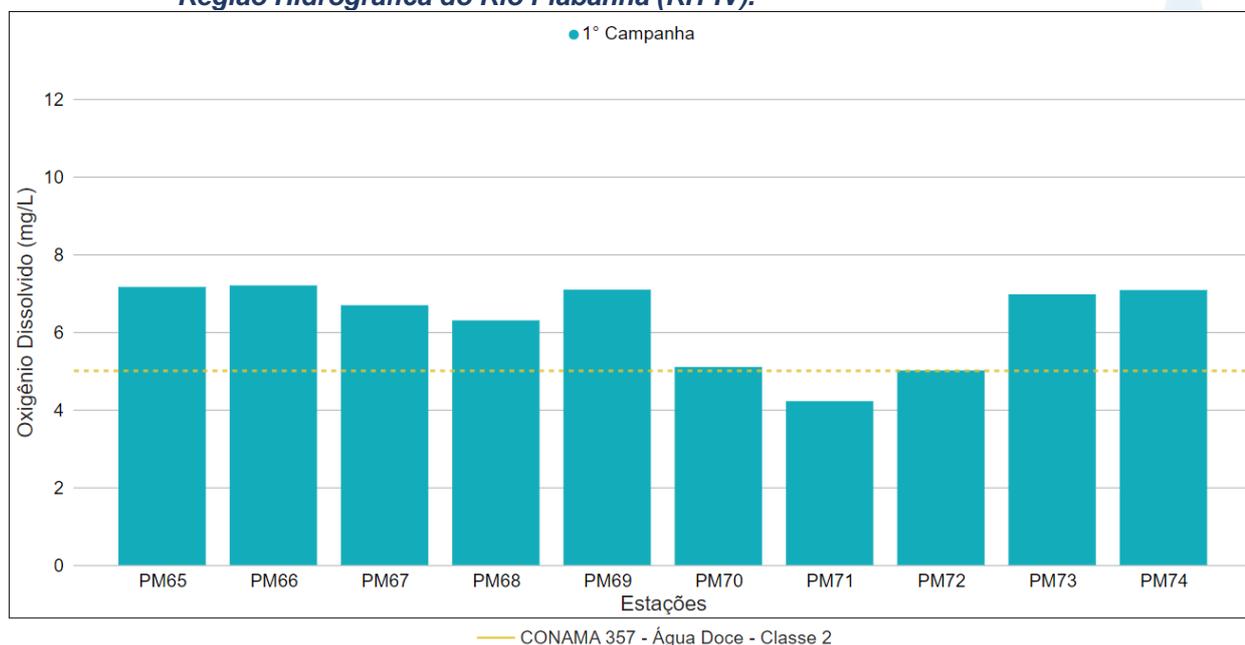


Os pontos móveis monitorados durante a 1ª campanha apresentaram concentração média de oxigênio dissolvido de 6,28 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 4,22 mg/L (PM71) e máxima de 7,20 mg/L (PM66) (Figura VI-27).

Apenas a amostra referente ao ponto PM71 apresentou concentração de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (≥ 5 mg/L).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (≥ 5 mg/L) para oxigênio dissolvido, sendo 46 amostras dos pontos fixos e 1 amostra dos pontos móveis na 1ª campanha e 45 amostras na 2ª campanha. Dessa forma, é possível observar uma redução no número de amostras abaixo do limite de referência da 1ª para a 2ª campanha.

Figura VI-27. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro oxigênio dissolvido para o 1º semestre de monitoramento foi de 4,32 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 4,45 mg/L, com variação entre 2,87 mg/L (P39) e 6,84 mg/L (P59). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 3,88 mg/L com variação entre 0,71 mg/L (P40) e 7,94 mg/L (P61). A distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-28 e Figura VI-29).

Figura VI-28. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

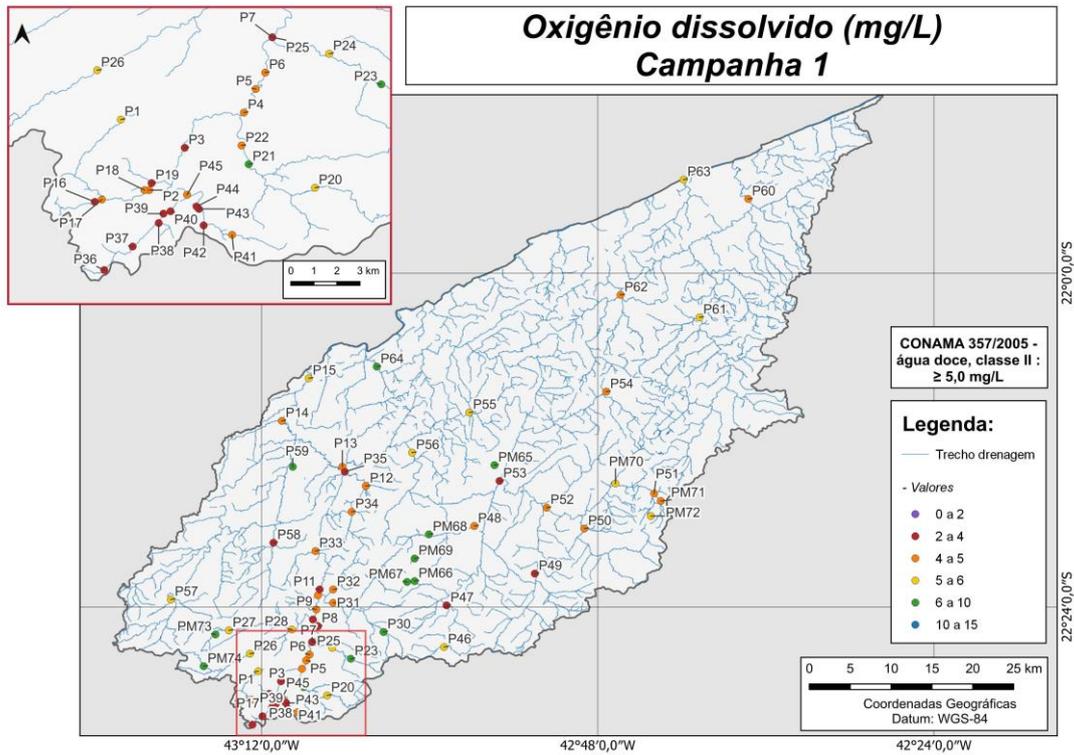
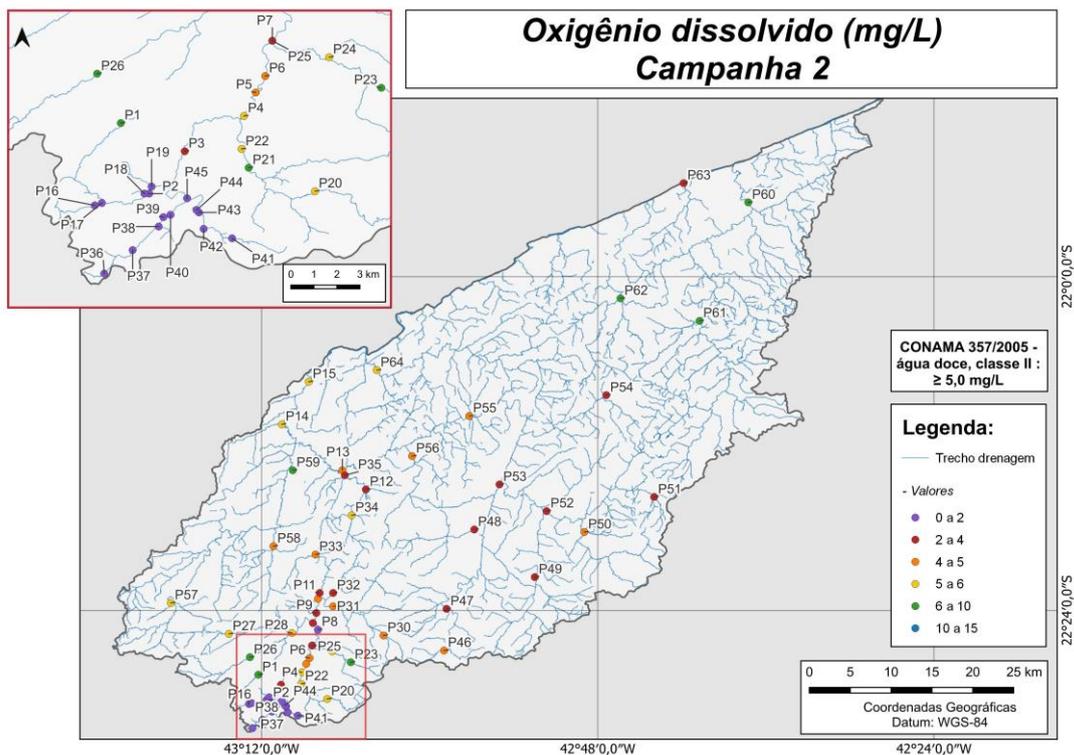


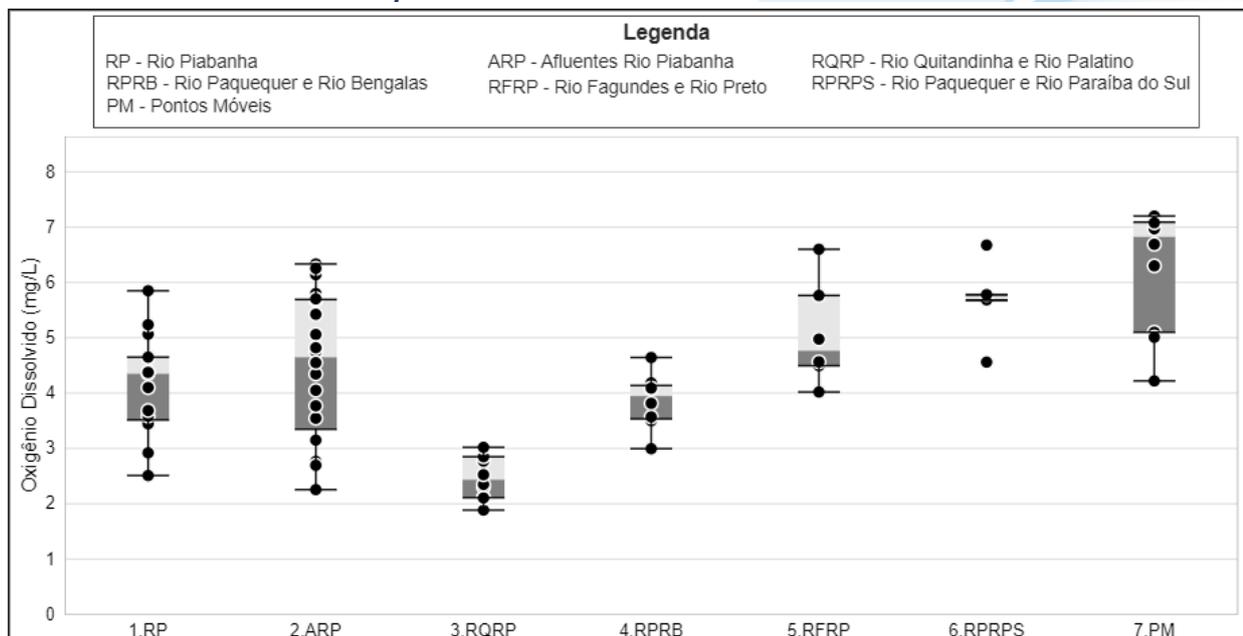
Figura VI-29. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de oxigênio dissolvido ao longo do 1º semestre foi a sub-região RPRPS e a que apresentou a menor foi RQRP. A Figura VI-30 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões RQRP, RFRP, RPRPS. A sub-região ARB também apresentou diferença em relação às sub-regiões RQRP, RPRB e RPRPS. Já a sub-região RQRP também foi diferente das sub-regiões RFRP e RPRPS, enquanto a sub-região RPRB também apresentou diferenças das sub-regiões RFRP e RPPS.

Figura VI-30. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



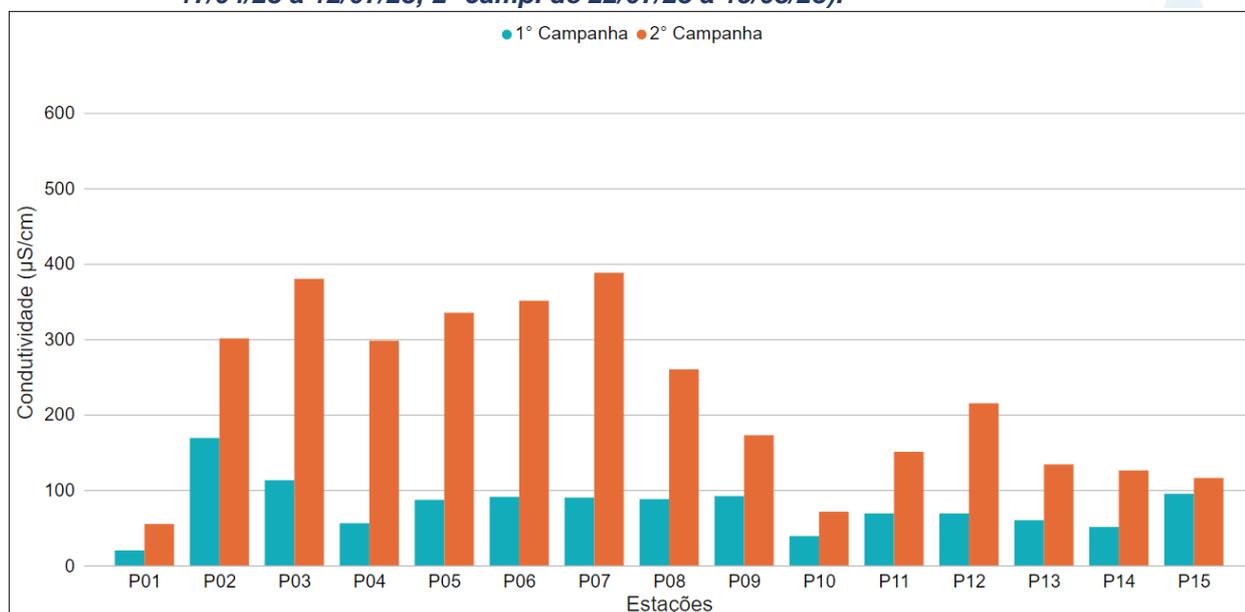
VI.2.1.6 *Condutividade*

A condutividade representa o potencial que a água possui de conduzir a corrente elétrica. A concentração de íons juntamente com a temperatura indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, sendo assim uma medida indireta da mensuração de poluentes no ambiente. Um aumento nesse parâmetro representa a presença de maior quantidade de sólidos dissolvidos, sendo que altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2014; APHA; AWWA; WEF, 2017).

Os valores de condutividade registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

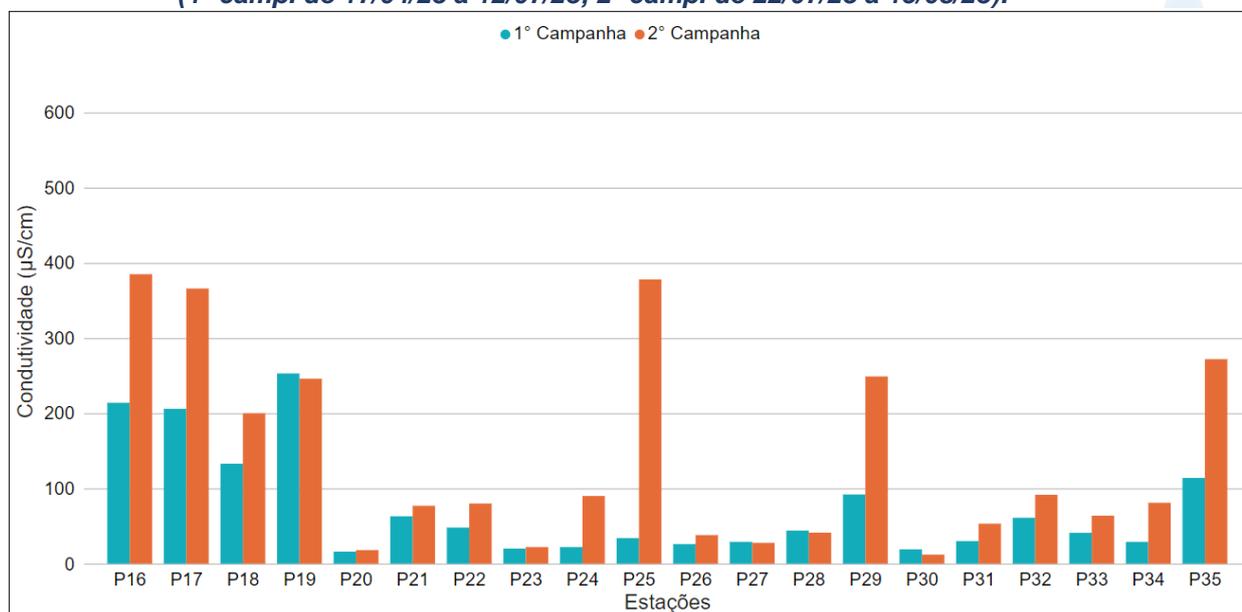
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-31) a 1ª campanha apresentou os menores valores de condutividade do 1º semestre de monitoramento, sendo registrado valor médio de 79,3 $\mu\text{S/cm}$ com variação entre 20,0 $\mu\text{S/cm}$ (P01) e 169,0 $\mu\text{S/cm}$ (P02). Na 2ª campanha a média foi de 223,6 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 55,0 $\mu\text{S/cm}$ (P01) e máxima de 388,0 $\mu\text{S/cm}$ (P07). A condutividade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em todos os pontos, provavelmente devido ao aumento de íons dissolvidos nestes locais. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. Vale lembrar que também ocorreu aumento do parâmetro alcalinidade, o que reflete no aumento da concentração de íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxido. Além disso, foi observado um aumento de SDT nesta região, parâmetro diretamente proporcional à condutividade, uma vez que os íons são a maior parte das substâncias dissolvidas em água.

Figura VI-31. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



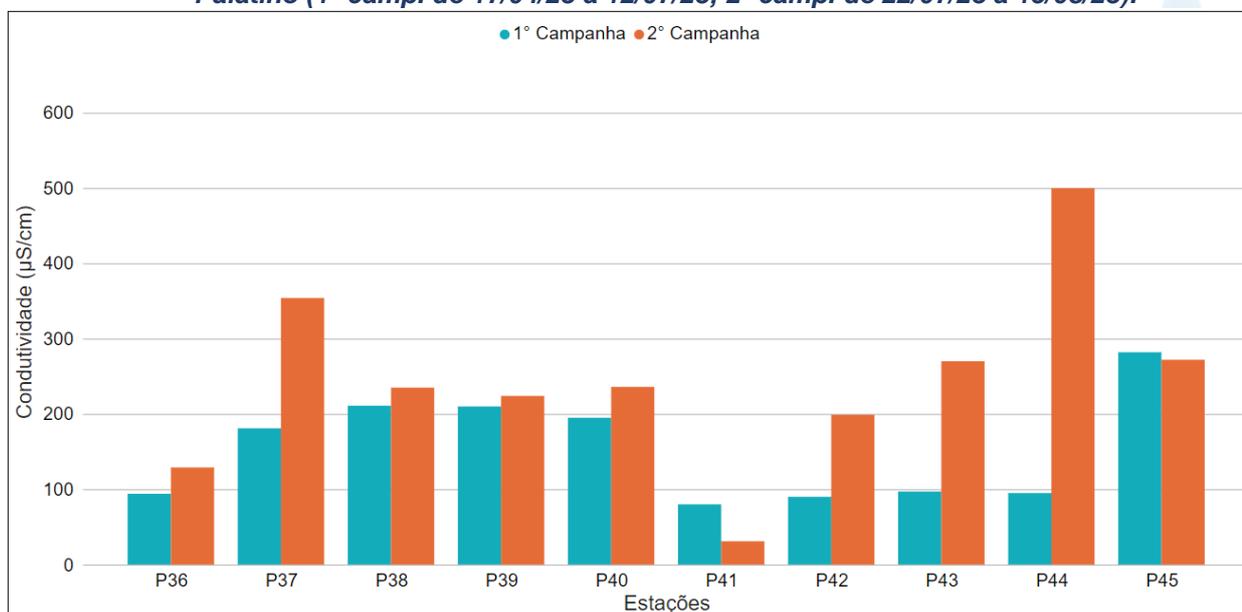
A sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-32) apresentou, na 1ª campanha, valor médio de condutividade de 74,7 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 16,0 $\mu\text{S/cm}$ (P20) e máxima de 253,0 $\mu\text{S/cm}$ (P19). A 2ª campanha apresentou valor médio de 139,6 $\mu\text{S/cm}$ com mínima de 12,0 $\mu\text{S/cm}$ (P30) e máxima de 385,0 $\mu\text{S/cm}$ (P16). Vale ressaltar que os pontos de monitoramento P16, P17, P25, P29 e P35 apresentaram variação de condutividade superior a 100,0 $\mu\text{S/cm}$ entre as campanhas de monitoramento. Entretanto, os pontos P19, P20, P23, P27, P28 e P30 apresentaram variação inferior a 10 $\mu\text{S/cm}$. A condutividade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento na maioria dos pontos, exceto P19, P27, P28 e P30, provavelmente devido ao aumento de íons dissolvidos no ambiente. Vale lembrar que também ocorreu aumento da alcalinidade em todos os pontos. Além disso, foi observado um aumento de SDT nesta sub-região, exceto para P19, P21, P30 e P32.

Figura VI-32. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



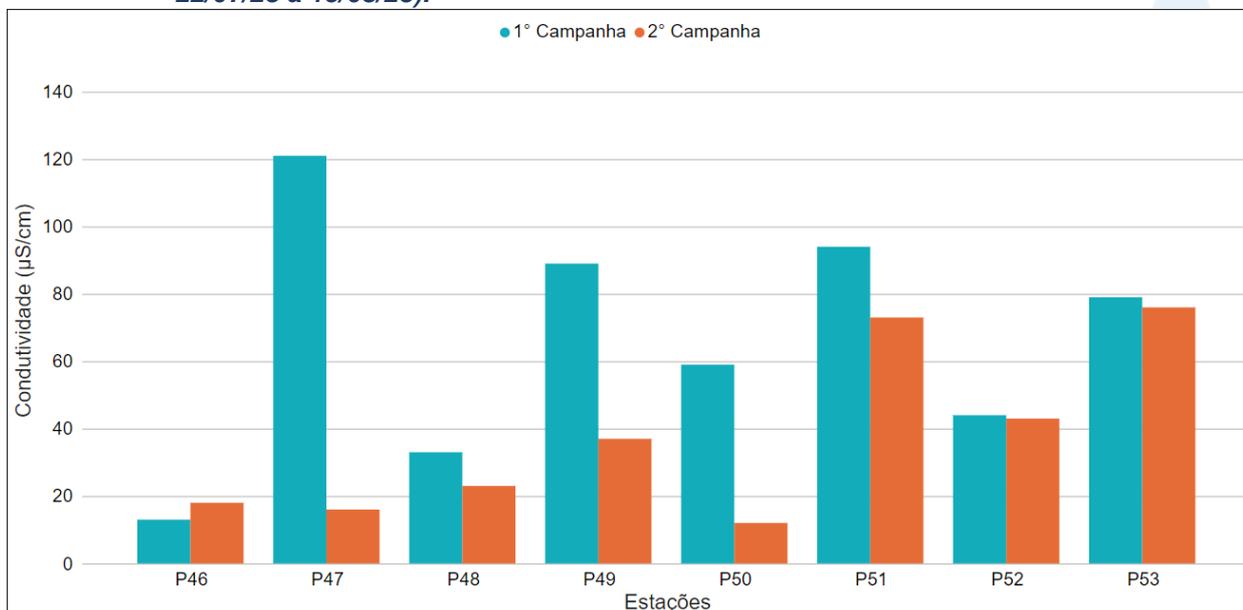
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-33) apresentou valor médio de condutividade de 153,5 $\mu\text{S/cm}$, com máximo de 282,0 $\mu\text{S/cm}$ durante a 1ª campanha, na 2ª campanha foi registrado valor médio de 245,0 $\mu\text{S/cm}$ e máximo de 500,0 $\mu\text{S/cm}$ (P44). Os valores mínimos registrados na 1ª e 2ª campanhas ocorreram em P41, sendo de 80,0 $\mu\text{S/cm}$ e 31,0 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente. Os pontos de monitoramento P37, P42, P43 e P44 apresentaram maiores variações de condutividade entre a 1ª e 2ª campanha, sendo o valor de variação acima de 100,0 $\mu\text{S/cm}$. A condutividade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento na maioria dos pontos, exceto P41 e P45, provavelmente devido ao aumento de íons dissolvidos no ambiente aquático. Vale lembrar que a alcalinidade aumentou em todos os pontos, enquanto SDT aumentou na maioria.

Figura VI-33. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



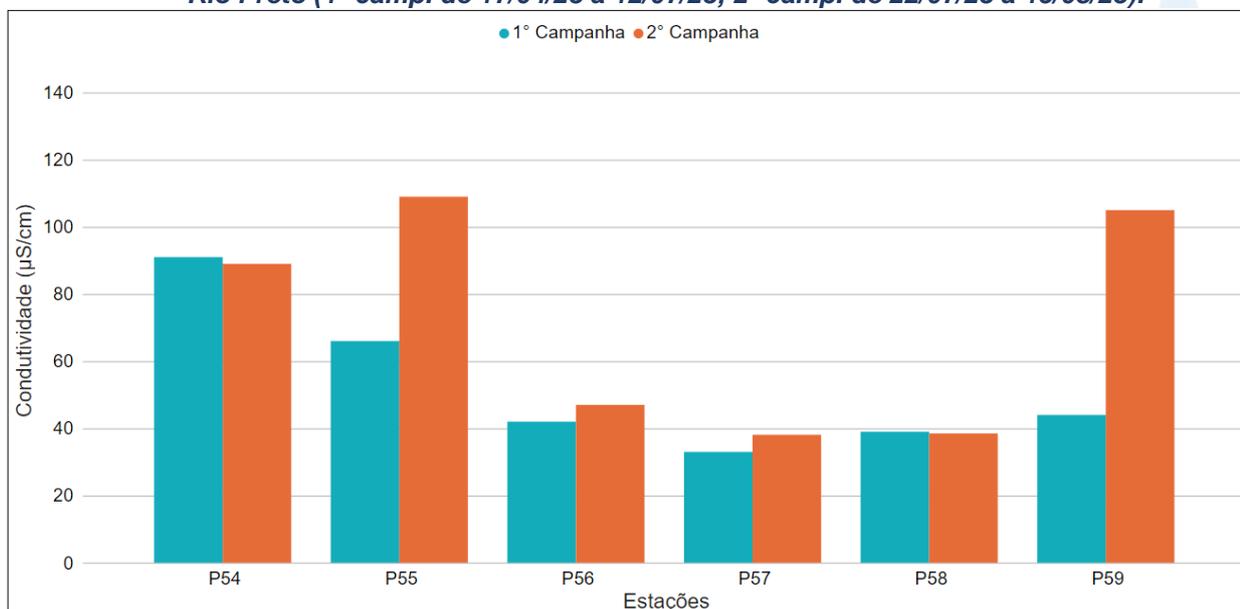
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas (RPRB; Figura VI-34), a concentração média de condutividade na 1ª campanha foi de 66,5 µS/cm, com mínima de 13,0 µS/cm (P46) e máxima de 121,0 µS/cm (P47). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 37,3 µS/cm, com mínima de 12,0 µS/cm (P50) e máxima de 76,0 µS/cm (P53). A condutividade diminuiu da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em quase todos os pontos, exceto P46, provavelmente devido à redução de nitrato, nitrogênio amoniacal e ortofosfato nesta sub-região.

Figura VI-34. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



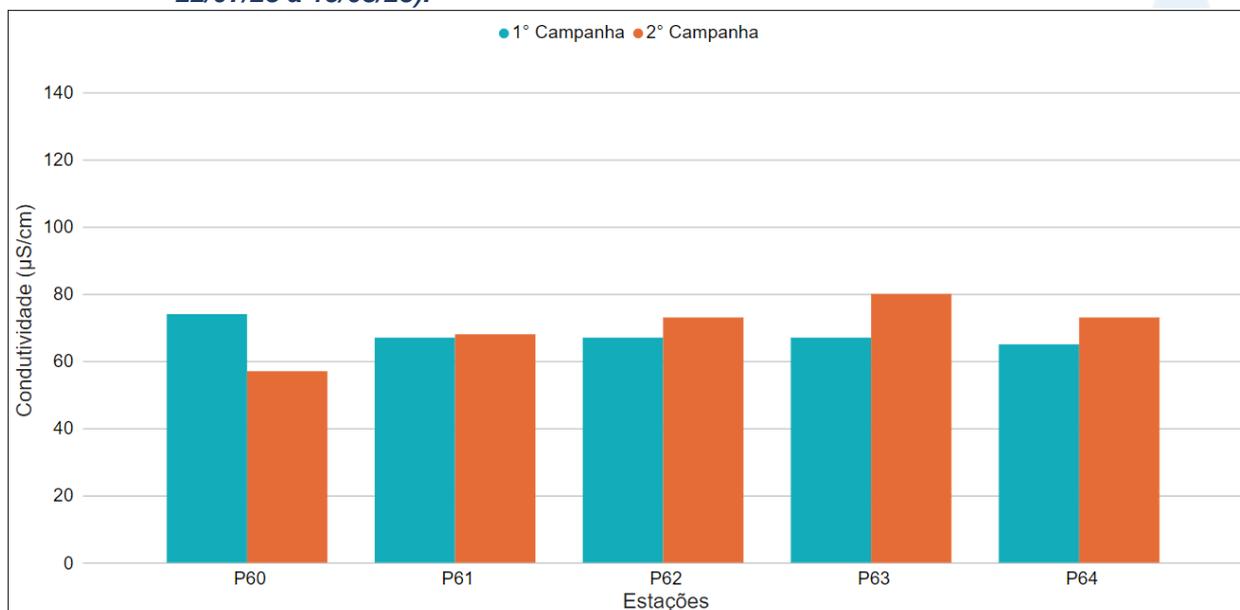
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-35), a média de condutividade durante a 1ª campanha foi de 52,5 µS/cm, com variação entre 33,0 µS/cm (P57) e 91,0 µS/cm (P54). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 71,1 µS/cm, com variação entre 38,1 µS/cm (P57) e 109,0 µS/cm (P55). A condutividade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento na maioria dos pontos, exceto P54 e P58, provavelmente devido ao aumento da alcalinidade, nitrato e SDT na maioria dos pontos desta sub-região.

Figura VI-35. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



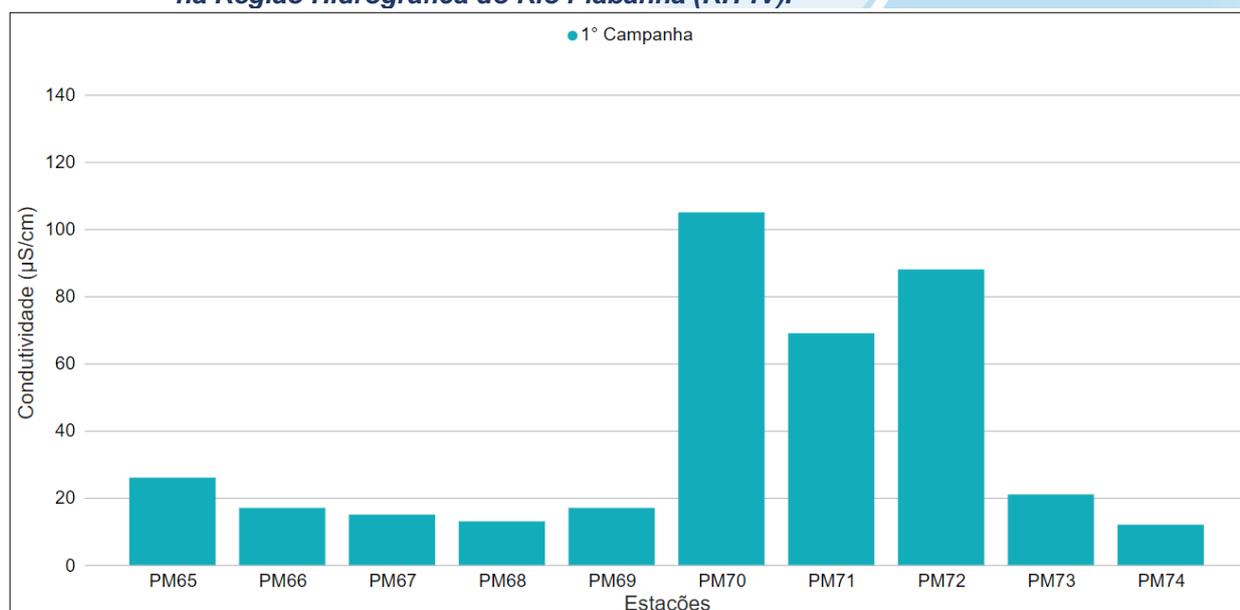
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-36), a média de condutividade durante a 1ª campanha foi de 68,0 µS/cm, com variação entre 65,0 µS/cm (P64) e 74,0 µS/cm (P60). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 70,2 µS/cm, com variação entre 57,0 µS/cm (P60) e 80,0 µS/cm (P63). A condutividade nesta sub-região apresentou pouca variação entre as campanhas.

Figura VI-36. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-37), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 38,3 µS/cm, sendo o valor mínimo registrado no ponto PM74 (12,0 µS/cm) e máximo em PM70 (105,0 µS/cm).

Figura VI-37. Distribuição da concentração de condutividade registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos localizados localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro condutividade para o 1º semestre de monitoramento foi de 112 $\mu\text{S/cm}$. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 84,5 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 13,0 $\mu\text{S/cm}$ (P46) e 282,0 $\mu\text{S/cm}$ (P45). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 151,1 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 12,0 $\mu\text{S/cm}$ (P50) e 500,0 $\mu\text{S/cm}$ (P44). A distribuição espacial das concentrações de condutividade encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada na Figura VI-38 e Figura VI-39.

Figura VI-38. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de condutividade registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

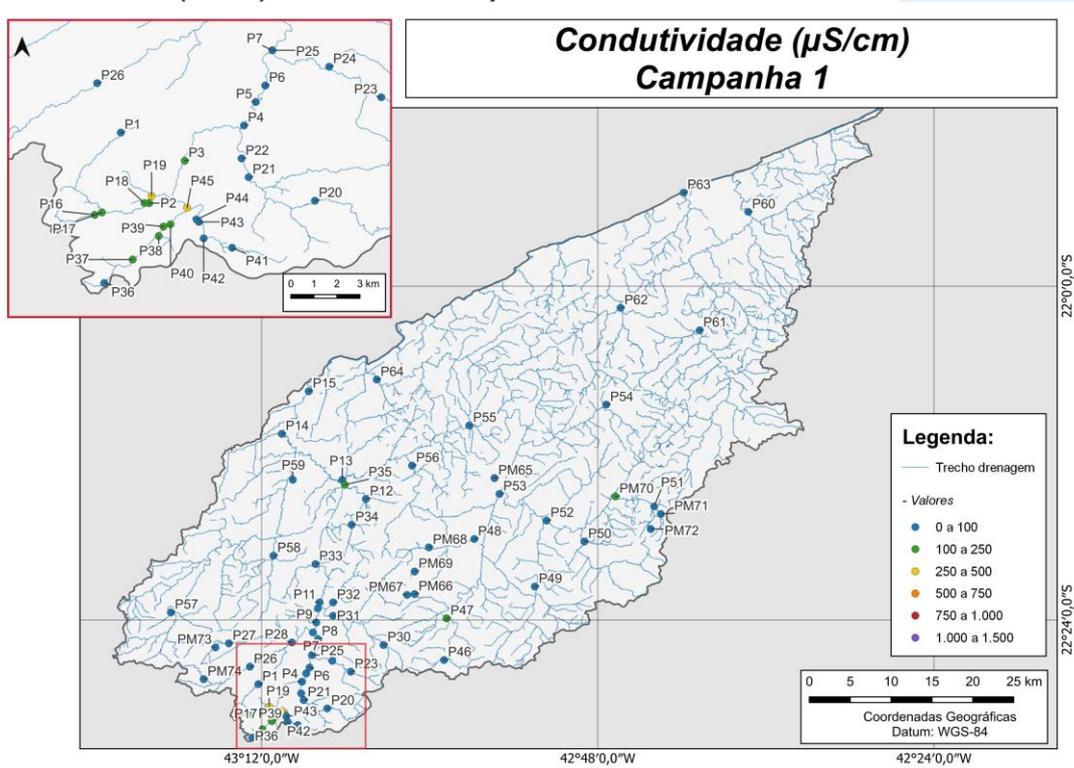
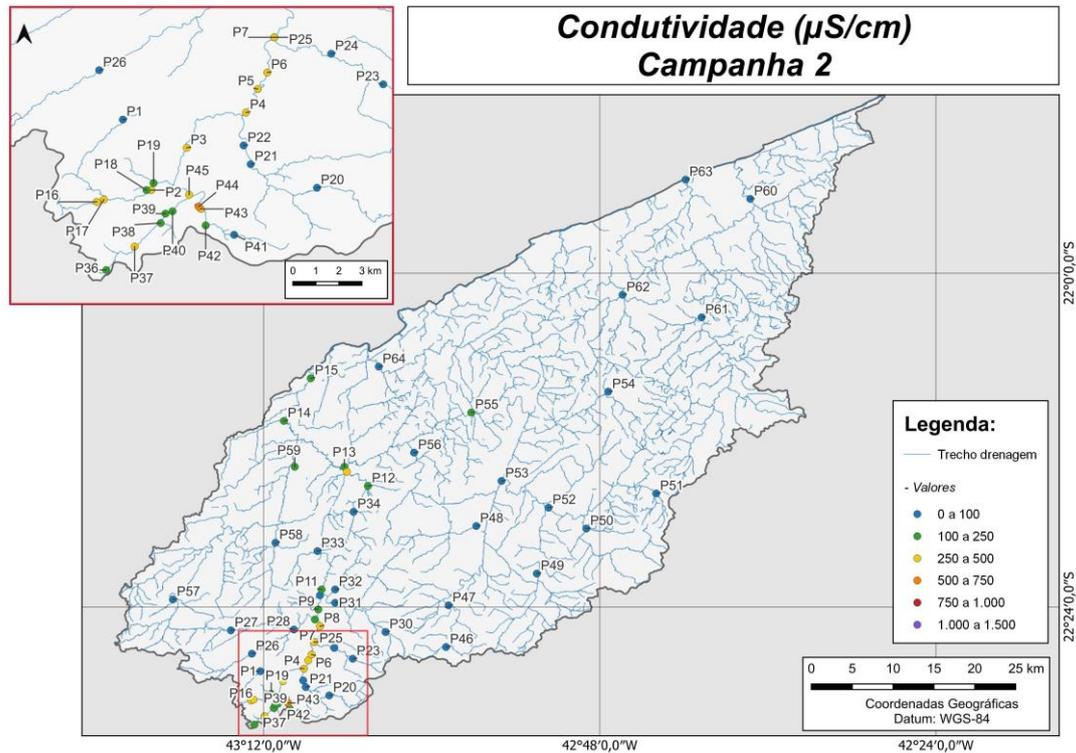


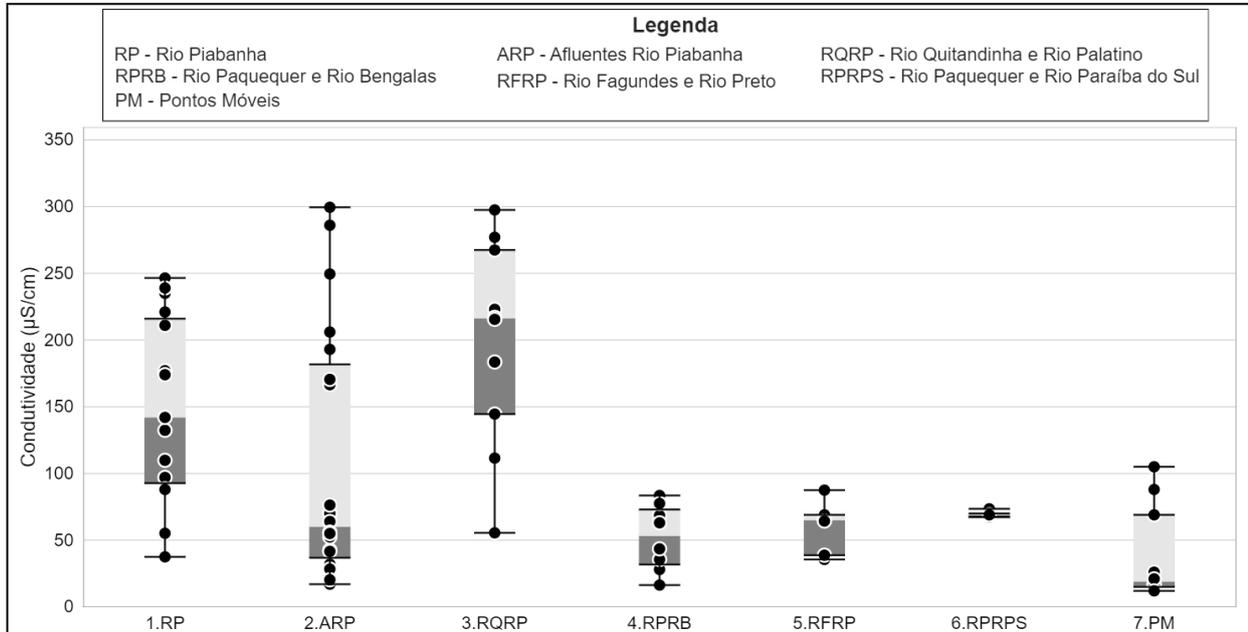
Figura VI-39. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de condutividade registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de condutividade ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RPRB. A Figura VI-40 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro condutividade apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região RQRP também apresentou diferença das sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS.

Figura VI-40. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de condutividade registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.7 *Coliformes Termotolerantes*

A avaliação de parâmetros microbiológicos tem sido usada como medida de proteção à saúde humana em águas consideradas impactadas pela poluição fecal (JUNG *et al.*, 2014). As fontes de organismos patogênicos e não patogênicos em águas superficiais podem ser a presença de esgoto não tratado, lixo, águas de drenagem, urina e fezes de animais (MCBRIDE *et al.*, 2013).

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal e sua determinação assume importância para avaliação da possibilidade de existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (CETESB, 2011). A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para Água Doces, Classe 2, valor máximo de coliformes termotolerantes de 1.000 NMP/100 mL.

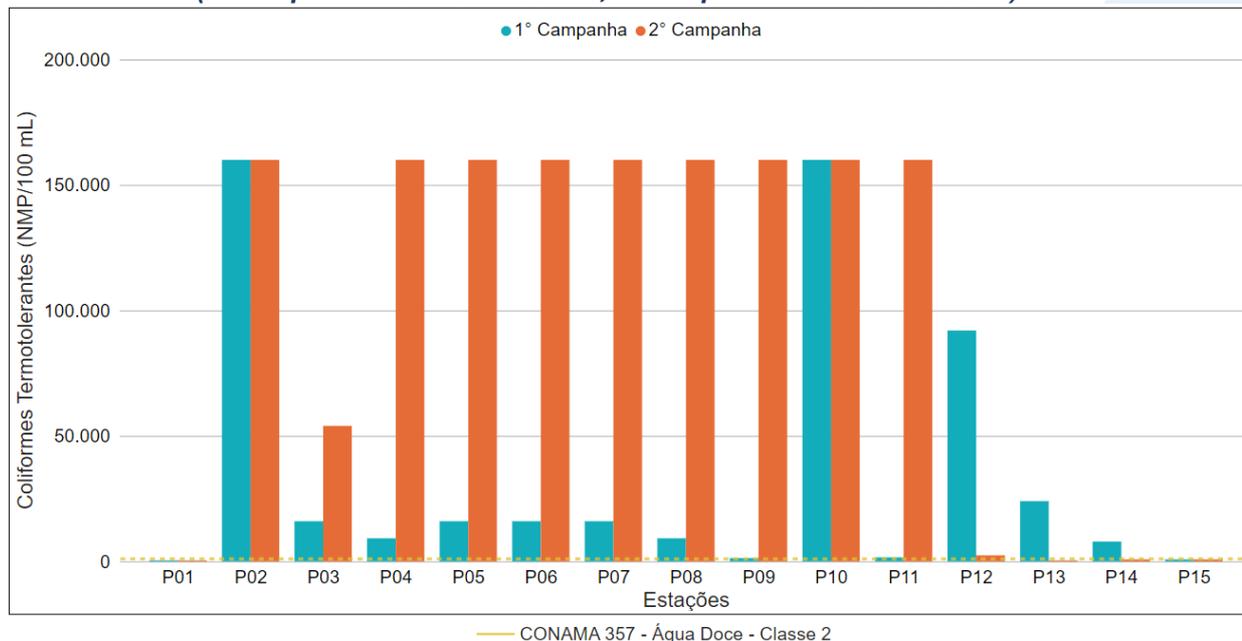
Os valores de coliformes termotolerantes registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-41), a média de coliformes termotolerantes durante a 1ª campanha de monitoramento foi acima de 35.333,2 NMP/100 mL, com concentração mínima de 7,8 NMP/100 mL (P01) e máxima acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P02 e P10). Na 2ª campanha, a média encontrada foi acima de 9.882,2 NMP/100 mL, com mínima de 23,0 NMP/100 mL (P01) e máxima acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P05, P06, P07, P08, P09, P10 e P11). O parâmetro coliformes termotolerantes aumentou de forma acentuada da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, juntamente com o parâmetro nitrogênio total. A principal fonte de nitrogênio no ambiente aquático, incluindo o nitrogênio amoniacal, é pelo esgoto sanitário. Por sua vez, as bactérias do grupo coliformes são indicativas de contaminação fecal, já que estão presentes no intestino. Entretanto, também foi verificada uma redução de coliformes termotolerantes nos pontos P01, P12, P13, P14 e P15, o que pode ser um reflexo da redução da concentração de nitrogênio amoniacal registrada nesses pontos.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região do Rio Piabanha, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução

CONAMA n° 357/05, com exceção dos pontos P01 e P15 em ambas as campanhas e os pontos P13 e P14 na 2ª campanha.

Figura VI-41. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

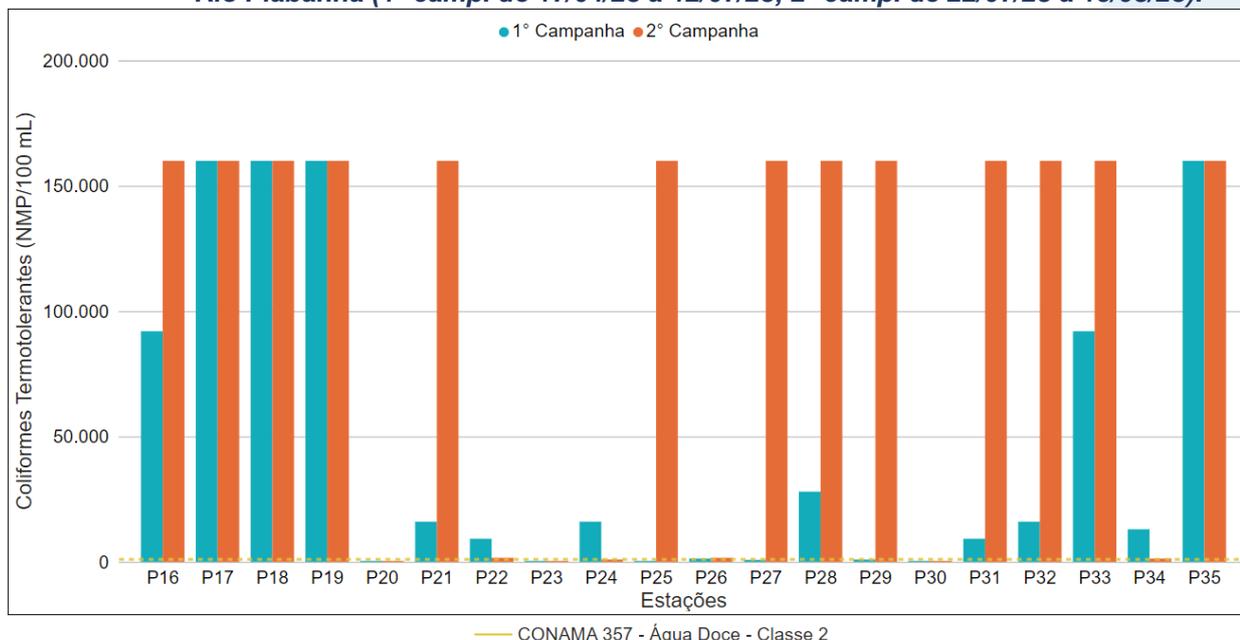


Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-42), a média de coliformes termotolerantes durante a 1ª campanha foi acima de 46.749,1 NMP/100 mL, com variação entre 22,0 NMP/100 mL (P20) e acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P18 e P35). Na 2ª campanha, a média encontrada foi acima de 104.297,2 NMP/100 mL, com variação entre 23,0 NMP/100 mL (P20) e acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P16, P17, P18, P19, P21, P25, P27, P28, P29, P31, P32, P33 e P35). O parâmetro coliformes termotolerantes aumentou de forma acentuada ou se manteve elevado (igual ou acima de 160.000 NMP/100mL) da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos de monitoramento, juntamente com o parâmetro nitrogênio total e suas formas nitrogenadas (nitrato e nitrogênio amoniacal). A redução de coliformes termotolerantes nos pontos P22, P24 e P34, pode ser um reflexo da redução do aporte de nitrogênio e/ou formas nitrogenadas nestes pontos.

No 1º semestre de monitoramento da sub-região do Afluentes do Rio Piabanha, a maioria dos pontos apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL), com exceção

dos pontos P20, P23 e P30 em ambas as campanhas, os pontos P25, P27 e P29 na 1ª campanha e o ponto P24 na 2ª campanha.

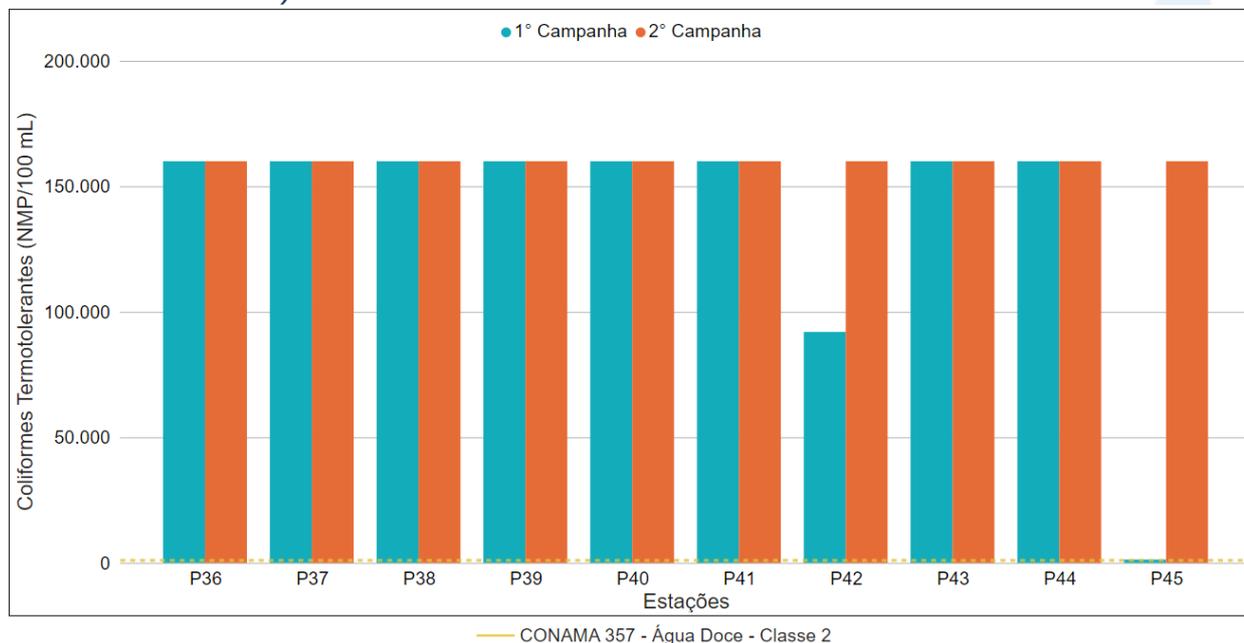
Figura VI-42. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-43), a média para o parâmetro coliformes termotolerantes durante a 1ª campanha foi acima de 137.330,0 NMP/100 mL, com concentração mínima de 1.300,0 NMP/100 mL (P45) e máxima acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P36, P38, P39, P41, P43 e P44). Na 2ª campanha, todos os pontos de monitoramento apresentaram concentrações acima de 160.000,0 NMP/100 mL. O parâmetro coliformes termotolerantes se manteve elevado na maioria dos pontos (igual ou acima de 160.000 NMP/100mL) da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento e aumentou nos pontos P42 e P45. Vale lembrar que o parâmetro nitrato apresentou aumento em todos os pontos e nitrogênio total na maioria, e que estes parâmetros também são indicativo de contaminação por esgoto sanitário.

Ao longo do 1º semestre (1ª e 2ª campanha) todos os pontos monitorados na sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentaram concentrações acima do valor máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL).

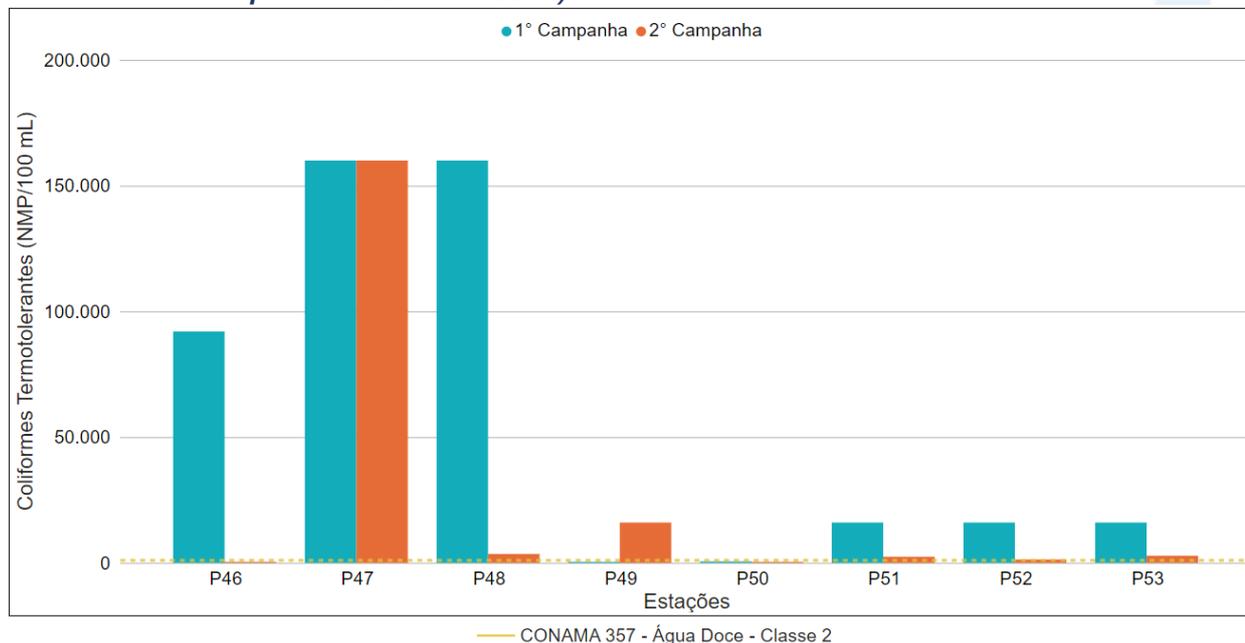
Figura VI-43. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI-44), a concentração média de coliformes termotolerantes na 1ª campanha foi de 57.608,8 NMP/100 mL, com mínima de 330,0 (P49) e máxima de 160.000,0 NMP/100 mL (P47, P48, P51, P52 e P53). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 23.307,5 NMP/100 mL, com mínima 230,0 NMP/100 mL (P46 e P50) e máxima de >160.000,0 NMP/100 mL (P47). O parâmetro coliformes termotolerantes apresentou aumento da 1ª para 2ª campanha apenas no ponto P49 e se manteve elevado em P47. Vale ressaltar que estes pontos também apresentaram aumento na concentração de nitrogênio total. A redução de coliformes nos demais pontos pode ser reflexo da diminuição do aporte de nitrogênio e/ou formas nitrogenadas (nitrato e nitrogênio amoniacal) nestes locais.

No 1º semestre de monitoramento da sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas, a maioria dos pontos apresentou valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL), com exceção de P50 em ambas as campanhas, o ponto P49 na 1ª campanha e P46 na 2ª campanha.

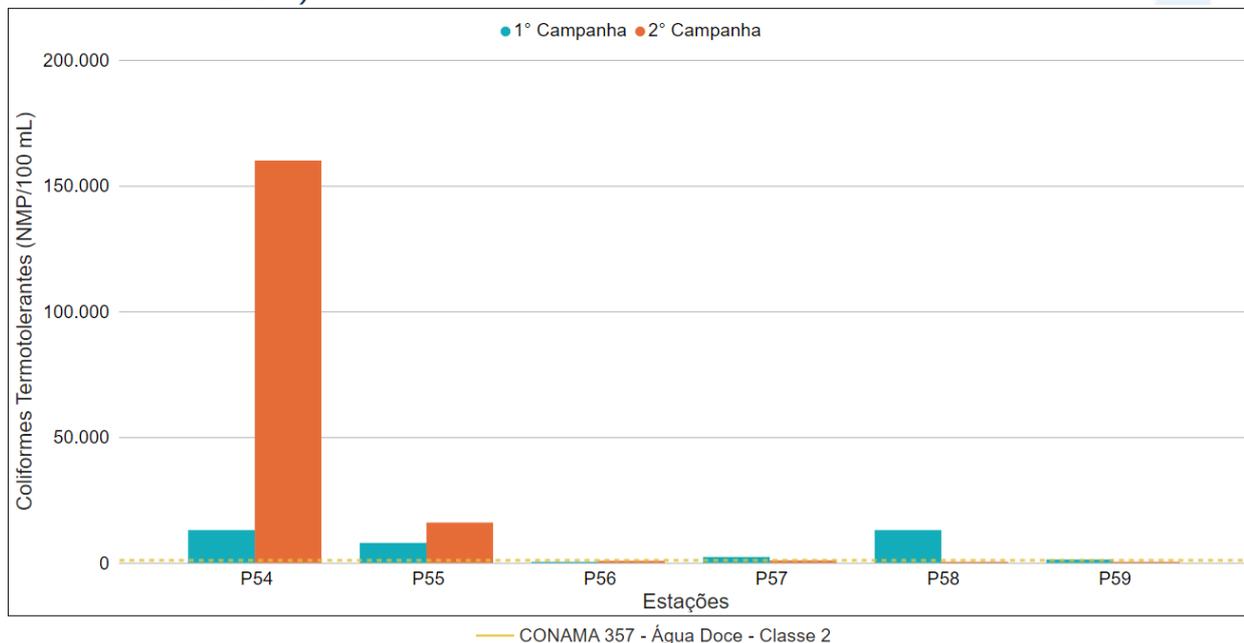
Figura VI-44. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-45), a média de coliformes termotolerantes durante a 1ª campanha foi de 6.288,3 NMP/100 mL, com variação entre 230,0 NMP/100 mL (P56) e 13.000,0 NMP/100 mL (P54 e P58). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 29.640,0 NMP/100 mL, com variação entre 23,0 NMP/100 mL (P59) e 160.000,0 NMP/100 mL (P54). Apenas os pontos P54 e P55 apresentaram aumento no parâmetro coliformes termotolerantes da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento. A redução de coliformes nos demais pontos pode ser reflexo da diminuição do aporte de nitrogênio e/ou formas nitrogenadas (nitrato e nitrogênio amoniacal) nestes locais.

Na 1ª campanha de monitoramento da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL), com exceção do ponto P56. Já na 2ª campanha, apenas os pontos P54 e P55 apresentaram valores acima do limite de referência.

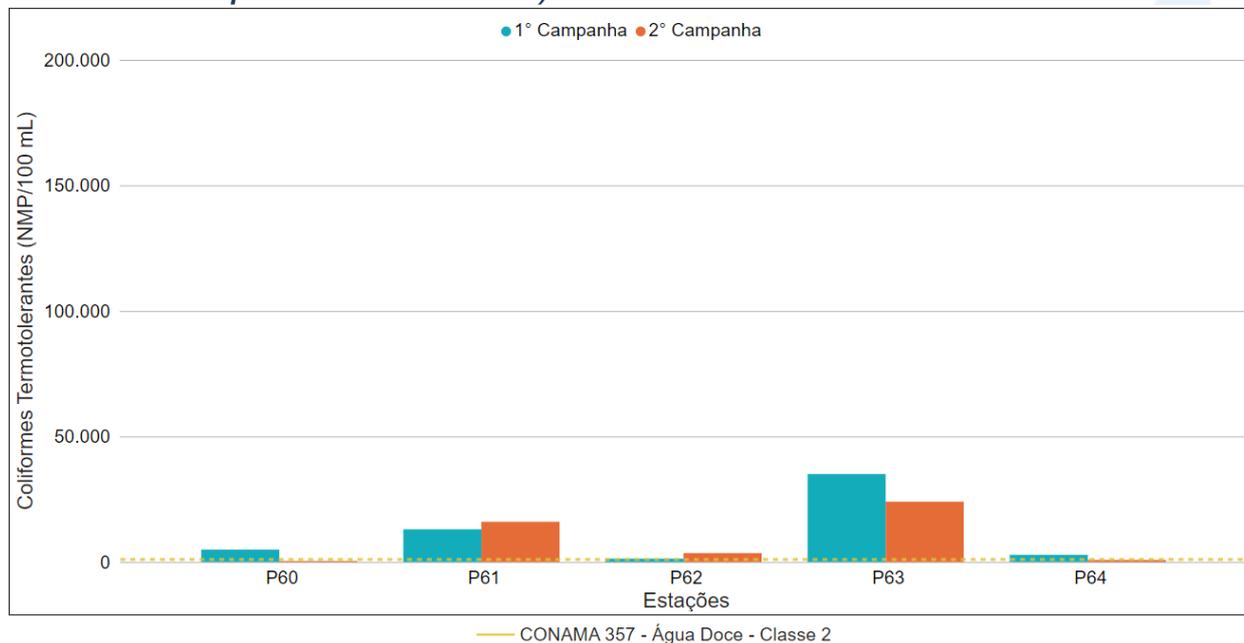
Figura VI-45. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-46), a média de coliformes termotolerantes durante a 1ª campanha foi de 11.400,0 NMP/100 mL, com variação entre 1.300,0 NMP/100 mL (P62) e 35.000,0 NMP/100 mL (P63). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 8.904,0 NMP/100 mL, com variação entre 230,0 NMP/100 mL (P60) e 24.000,0 NMP/100 mL (P63). A redução acentuada de coliformes termotolerantes da 1ª para 2ª campanha no ponto P60 pode estar associada a redução do aporte de esgoto sanitário, já que também ocorreu redução do parâmetro nitrogênio total neste ponto. Os demais pontos apresentaram pouca variação entre as campanhas.

No 1º semestre de monitoramento, a maioria das amostras apresentou valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL), exceto P60 e P64 na 2ª campanha.

Figura VI-46. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

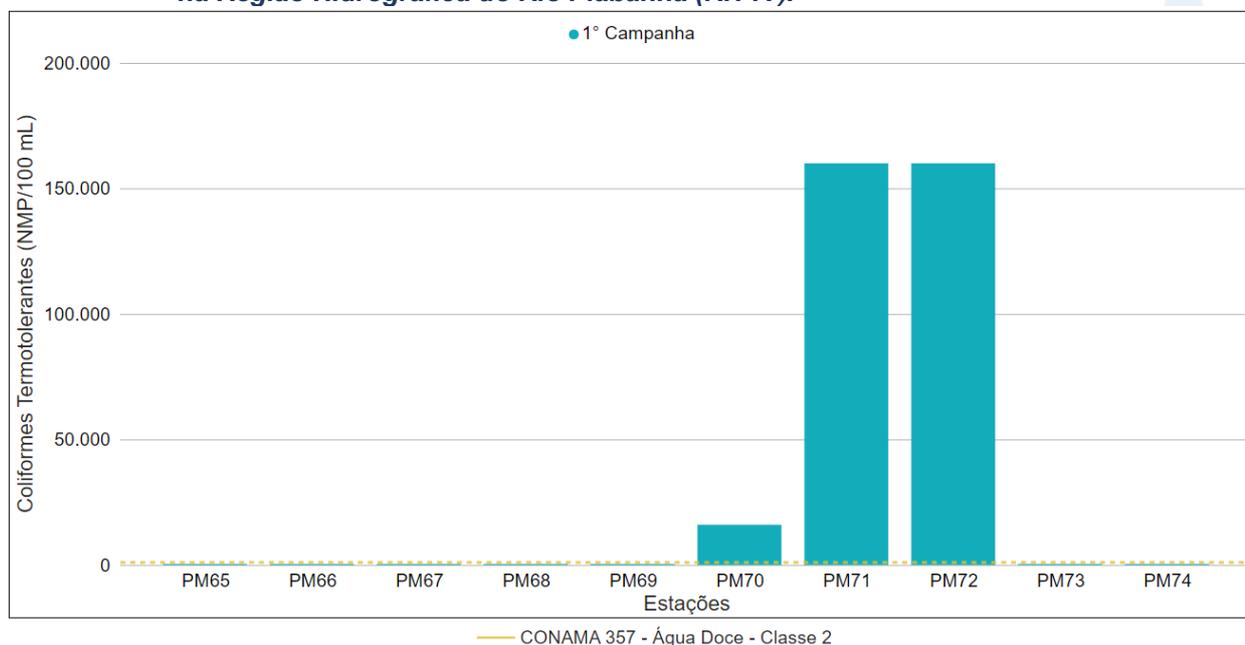


Os pontos móveis (Figura VI-47), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média acima de 33.673,32 NMP/100 mL, sendo o valor mínimo registrado no ponto PM65 (0,9 NMP/100 mL) e máximo em PM71 (>160.000,0 NMP/100 mL).

Dos pontos móveis monitorados, apenas os pontos PM70, PM71 e PM72 apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL) para o parâmetro coliformes termotolerantes, sendo 53 amostras dos pontos fixos e 3 amostras dos pontos móveis na 1ª campanha e 48 amostras na 2ª campanha. Dessa forma, é possível observar uma redução no número de amostras acima do limite de referência da 1ª para a 2ª campanha.

Figura VI-47. Distribuição da concentração de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro coliformes termotolerante para o 1º semestre de monitoramento foi de 67562,40 NMP/100 mL. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 53.029,4 NMP/100 mL, com variação entre 7,8 NMP/100 mL (P1) e >160.000,0 NMP/100 mL (P2, P10, P18, P35, P36, P38, P39, P41, P43 e P44). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 87.390,6 NMP/100 mL com variação entre 23,0 NMP/100 mL (P1, P20 e P59) e >160.000,0 mg/L (P2, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P16, P17, P18, P19, P21, P25, P27, P28, P29, P31, P32, P33, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45 e P47). A distribuição espacial das concentrações de coliformes termotolerantes encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada na Figura VI-48 e Figura VI-49.

Figura VI-48. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Coliformes Termotolerantes registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

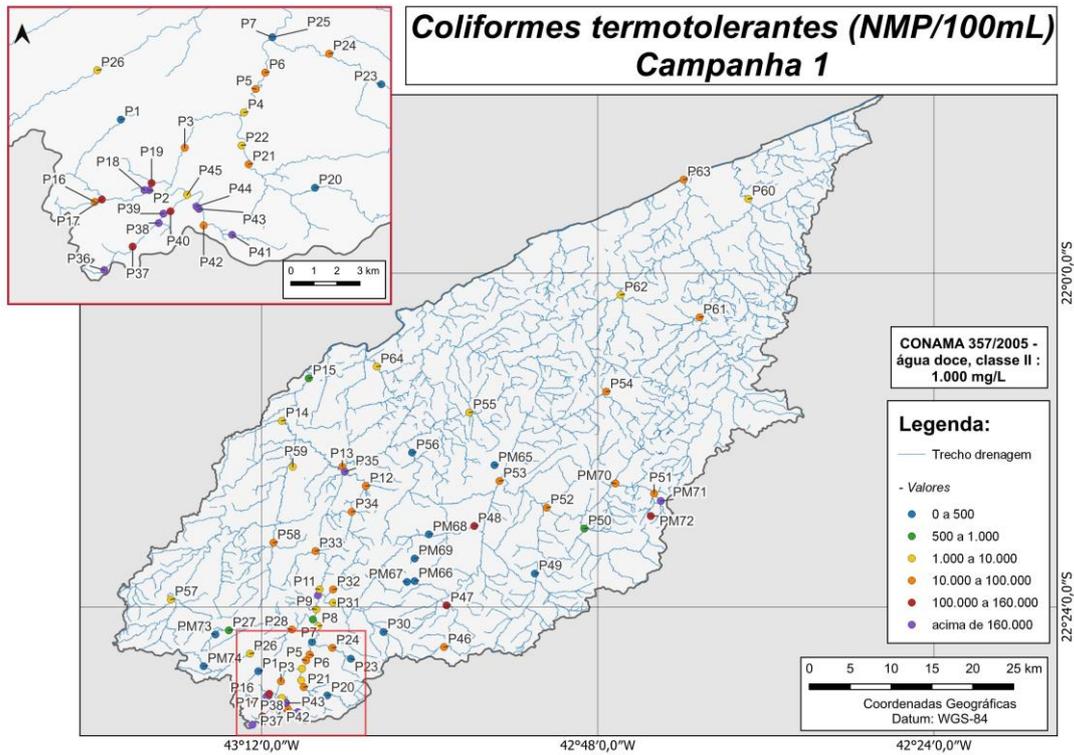
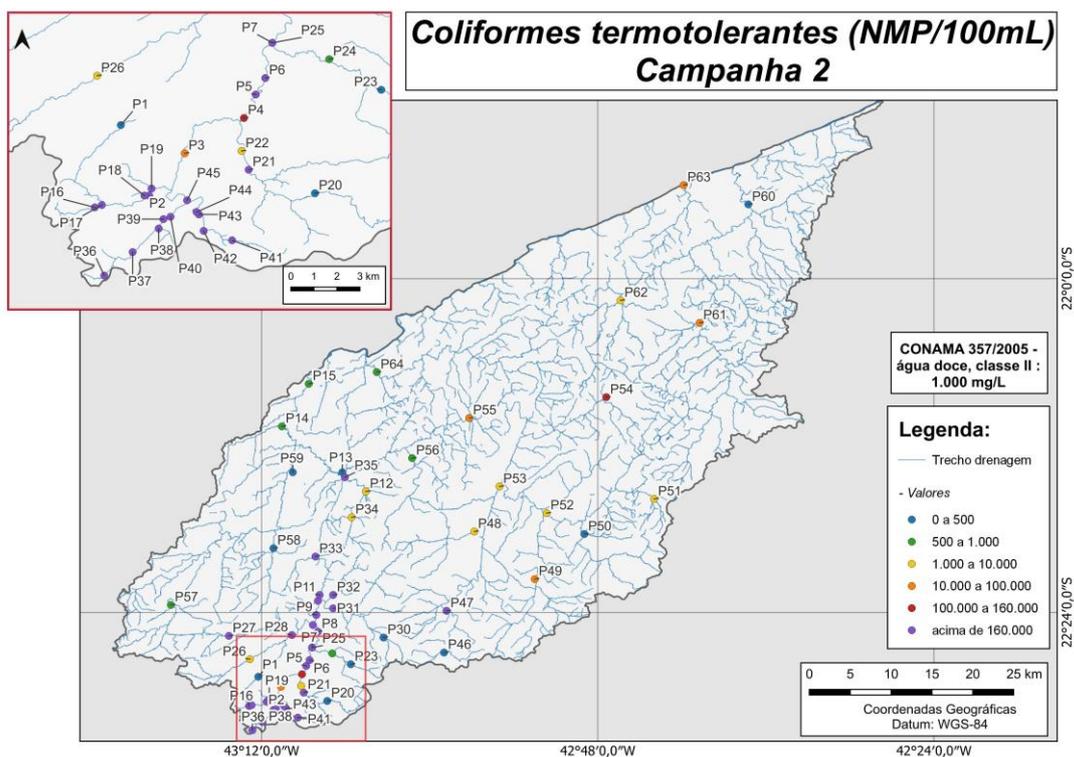


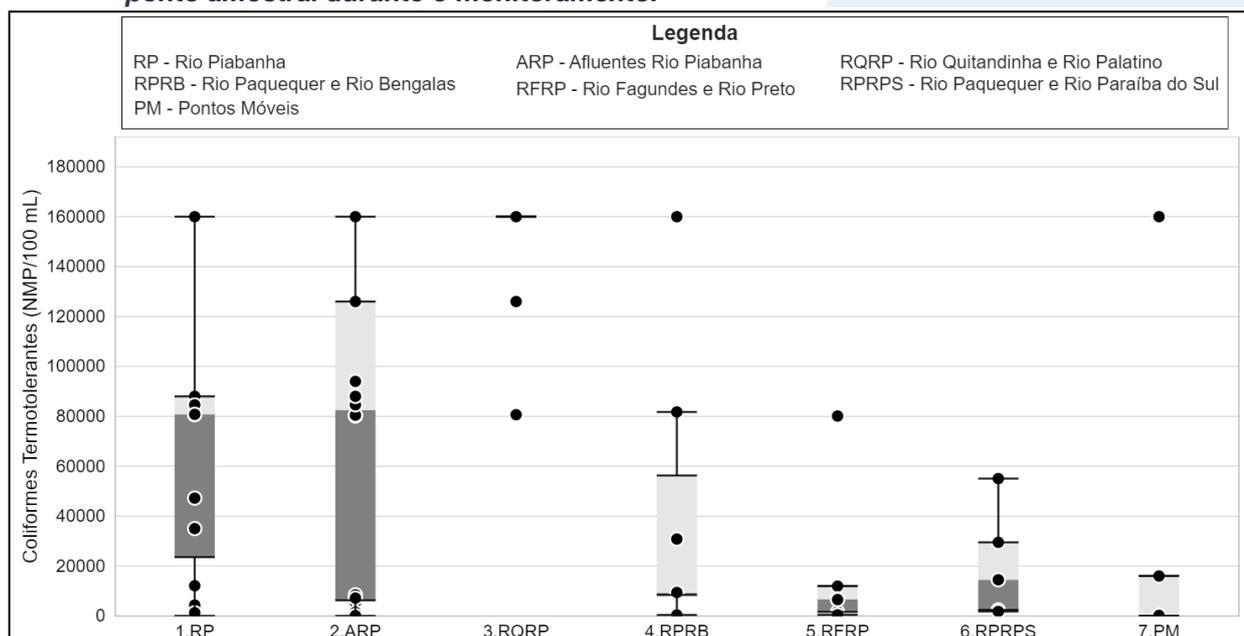
Figura VI-49. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Coliformes Termotolerantes registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de coliformes termotolerantes ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RFRP. A Figura VI-50 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RQRP e as demais regiões monitoradas. Além disso, a sub-região RFRP também foi diferente das sub-regiões RP e ARP.

Figura VI-50. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Coliformes Termotolerantes registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



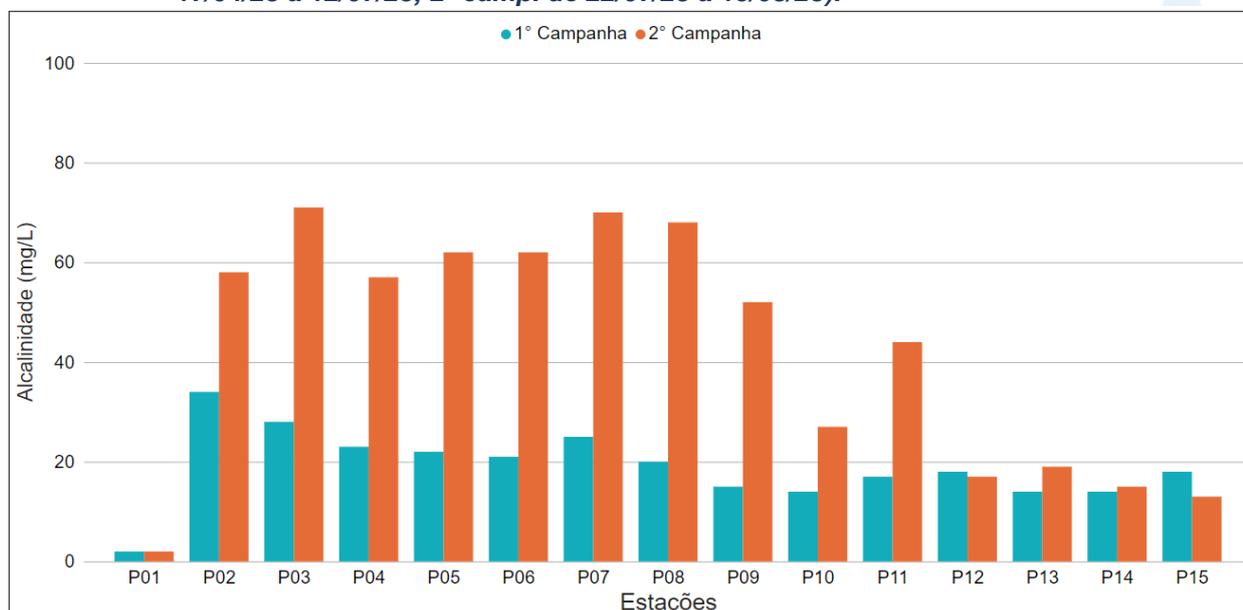
VI.2.1.8 Alcalinidade

A alcalinidade total é composta principalmente por carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que atuam com ação tampão, sendo capaz de neutralizar ácidos. Desta forma, atuando diretamente no equilíbrio do pH dos corpos hídricos, os tornando menos vulneráveis a poluentes ácidos (PARRON *et al.* 2011).

Os valores de alcalinidade registrados durante a 1^a e 2^a campanha (1^o semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

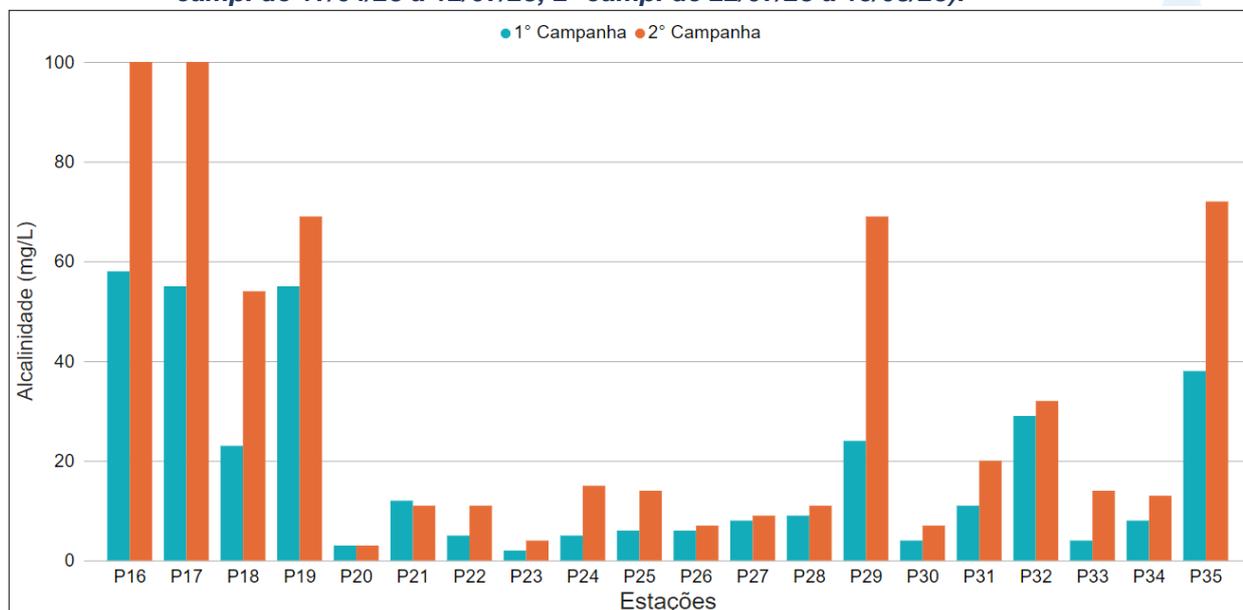
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-51), a média de alcalinidade durante a 1^a campanha de monitoramento foi de 19 mg/L, com concentração mínima de 2 mg/L (P01) e máxima de 34 mg/L (P02). Na 2^a campanha, a média encontrada foi de 42 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P01) e máxima de 71 mg/L (P03). De modo geral, o parâmetro alcalinidade apresentou aumento da 1^a para 2^a campanha de monitoramento, o que representa um aumento da concentração de íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Outros compostos como boratos, silicatos e fosfatos também conferem alcalinidade às águas, porém são considerados menos representativos. Além disso, a alcalinidade alta pode alterar o paladar da água, afetar a aptidão desta para a irrigação e pode ser indicativo de contaminação por efluentes industriais (VON SPERLING, 2014; APHA; AWWA; WEF, 2017). O parâmetro SDT também apresentou aumento, corroborando o aumento de íons nos corpos hídricos desta sub-região. Vale salientar que as menores variações entre as campanhas foram encontradas nos pontos de monitoramento P01, P12, P13, P14 e P15, nos quais ocorreu diminuição do íon ortofosfato e nitrogênio amoniacal.

Figura VI-51. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



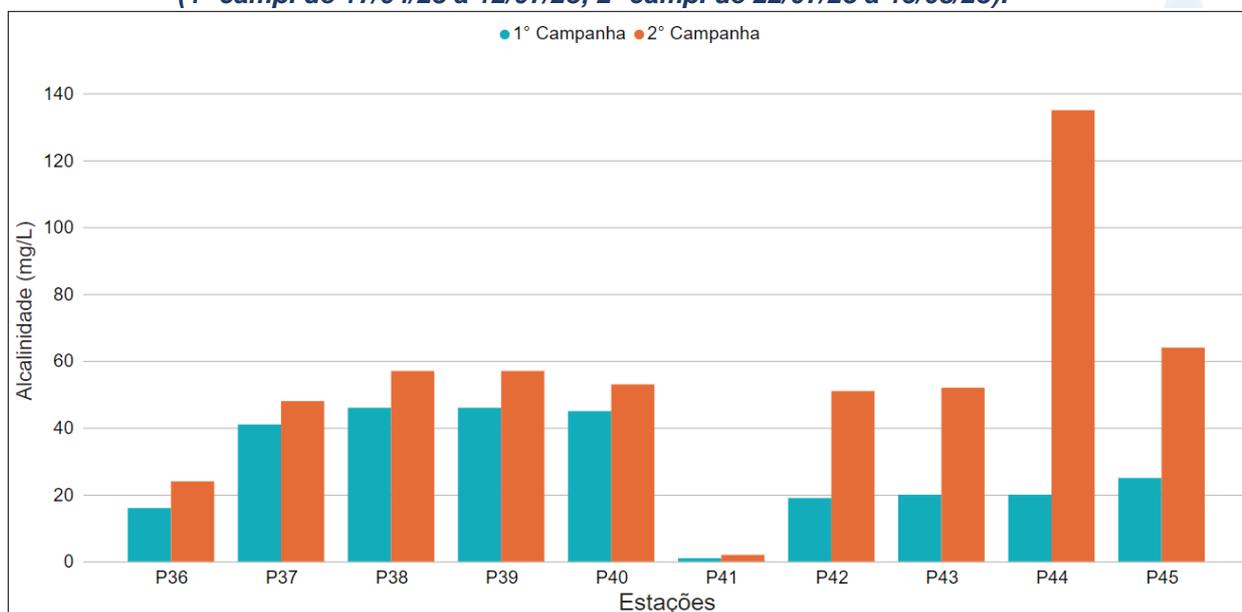
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-52), a média de alcalinidade durante a 1ª campanha foi de 18 mg/L com variação entre 2 mg/L (P23) e 58 mg/L (P16). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 33 mg/L com variação entre 3 mg/L (P20) e 120 mg/L (P16). Vale ressaltar que em ambas as campanhas de monitoramento os pontos P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram maiores concentrações em relação aos demais pontos monitorados. De forma geral, a alcalinidade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em quase todos os pontos, exceto em P20 e P21. O parâmetro SDT também apresentou aumento na maioria dos pontos, corroborando o aumento de íons nos corpos hídricos desta sub-região.

Figura VI-52. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



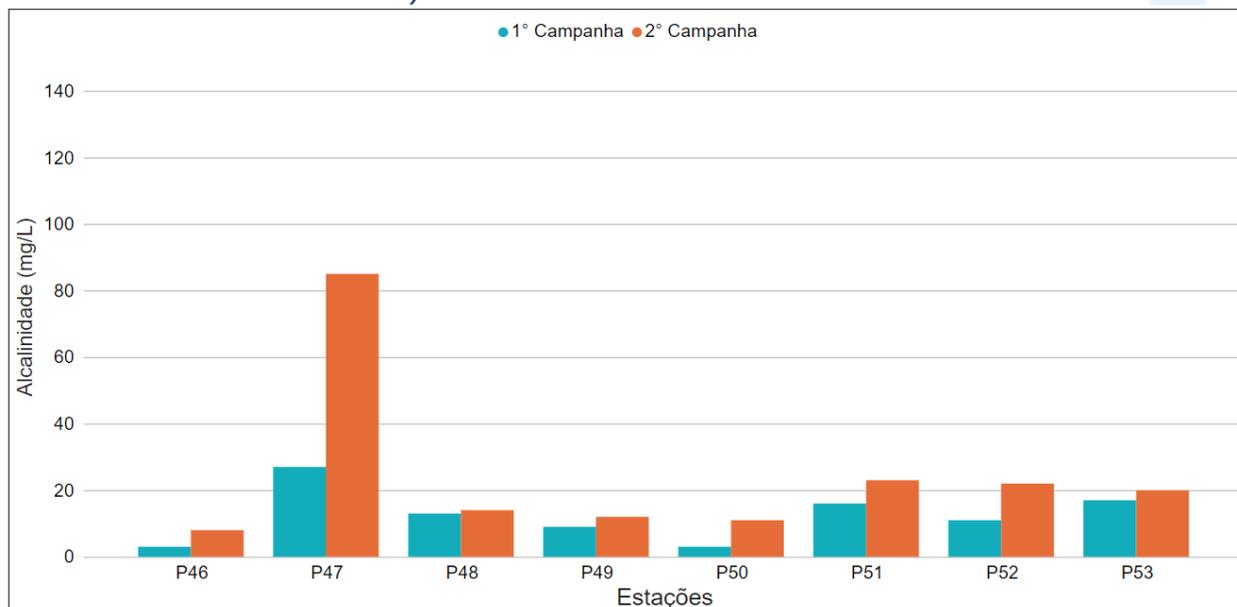
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-53), as menores concentrações de alcalinidade foram registradas em P41 em ambas as campanhas (1 mg/L e 2 mg/L, respectivamente). A média para este parâmetro durante a 1ª campanha foi de 28 mg/L, com concentração máxima de 46 mg/L (P38 e P39). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 54 mg/L com máxima de 135 mg/L (P44). A alcalinidade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em todos os pontos desta sub-região. Os parâmetros SDT, nitrato e ortofosfato também apresentaram aumento na maioria dos pontos, corroborando o aumento de íons nos corpos hídricos desta sub-região.

Figura VI-53. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



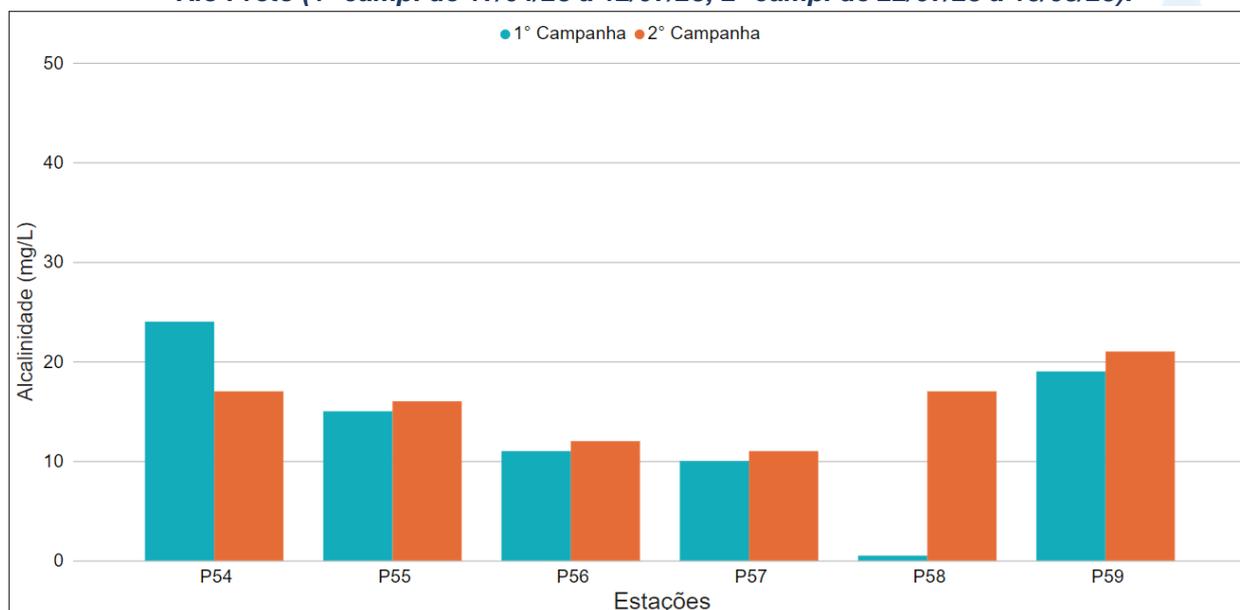
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI-54), as maiores concentrações de alcalinidade foram registradas em P47 em ambas as campanhas (27 mg/L e 85 mg/L, respectivamente). A média para este parâmetro durante a 1ª campanha foi de 12 mg/L, com concentração mínima de 3 mg/L (P46 e P50). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 24 mg/L, com mínima de 8 mg/L (P46) e máxima de 85 mg/L (P47). A alcalinidade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em todos os pontos, assim como SDT (exceto P48), corroborando o aumento de íons nos corpos hídricos desta sub-região.

Figura VI-54. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



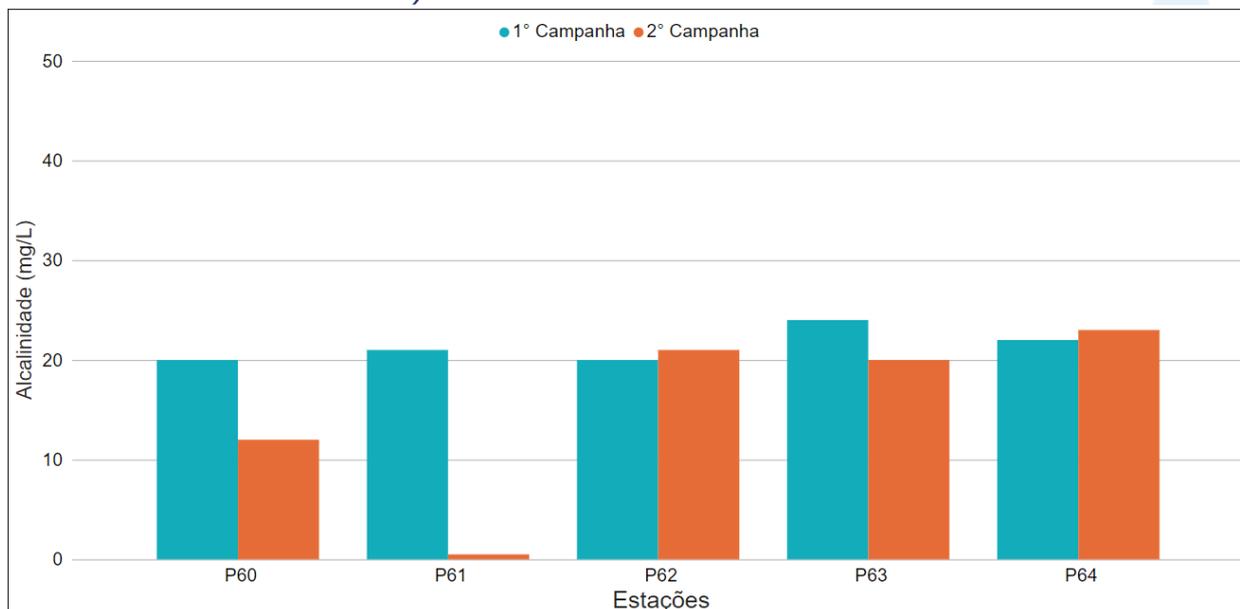
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-55), a média de alcalinidade durante a 1ª campanha foi de 13 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 1 mg/L (P58) e máxima de 24 mg/L (P54). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 15 mg/L, com variação entre 11 mg/L (P57) e 21 mg/L (P59). A alcalinidade aumentou da 1ª para 2ª campanha de monitoramento em quase todos os pontos, exceto P54. O parâmetro SDT também apresentou aumento na maioria dos pontos (exceto P56 e P59), corroborando o aumento de íons nos corpos hídricos desta sub-região.

Figura VI-55. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



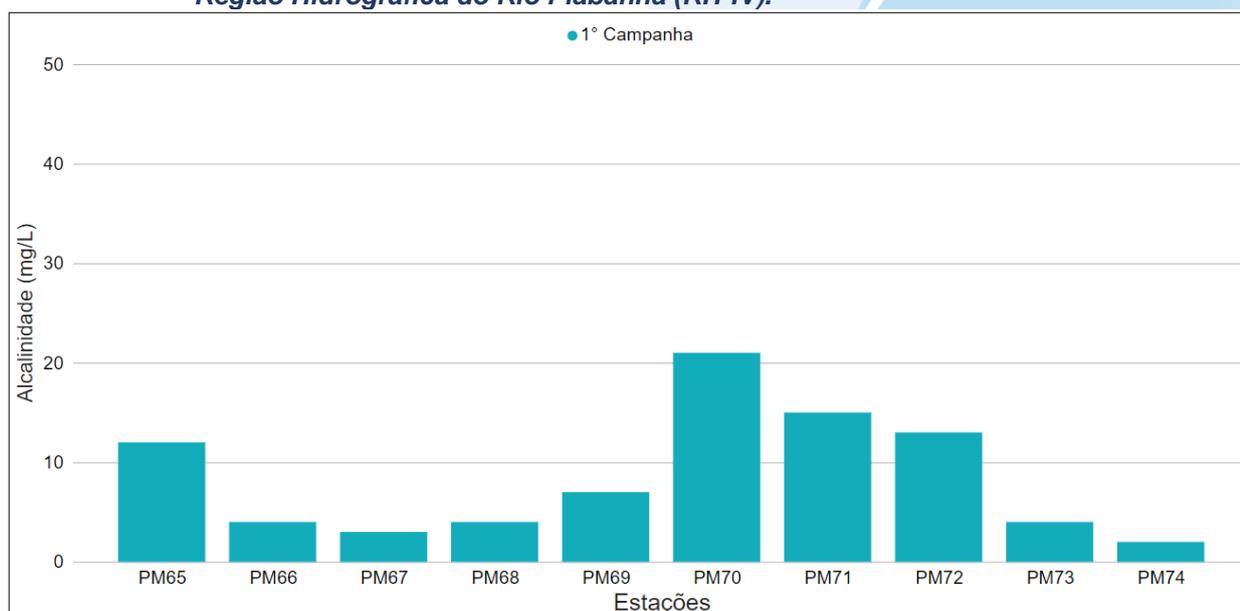
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-56), a média de alcalinidade durante a 1ª campanha foi de 21 mg/L, com variação entre 20 mg/L (P60 e P62) e 24 mg/L (P63). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 15 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 1 mg/L (P61), e máxima de 23 mg/L (P64). A alcalinidade reduziu da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento em P60 e P61, representando uma diminuição de íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos nestes pontos. Os demais pontos apresentaram pouca variação entre as campanhas.

Figura VI-56. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-57), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 8,5 mg/L, sendo o valor mínimo registrado no ponto PM74 (2 mg/L) e máximo em PM70 (21 mg/L).

Figura VI-57. Distribuição da concentração de Alcalinidade registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro alcalinidade para o 1º semestre de monitoramento foi de 27 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 19 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 1 mg/L (P58) e 58 mg/L (P16). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 35 mg/L com variação entre abaixo do limite de quantificação, 1 mg/L (P61), e 135 mg/L (P44). A distribuição espacial das concentrações de alcalinidade encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-58 e Figura VI-59.

Figura VI-58. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Alcalinidade registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

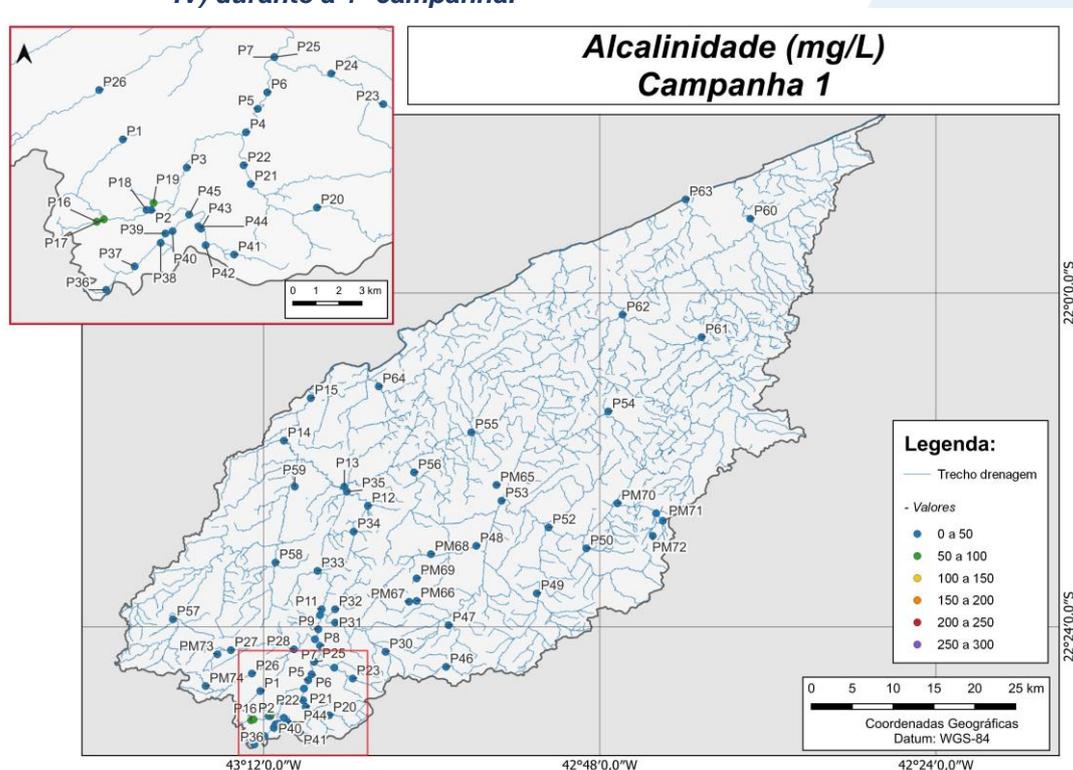
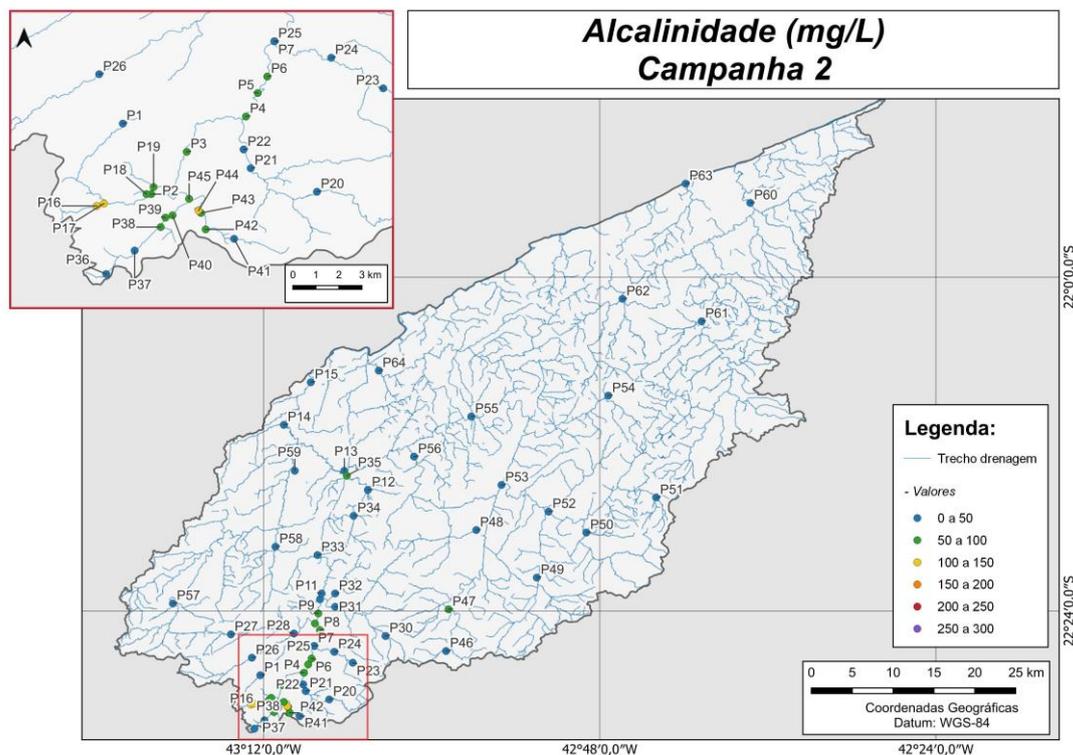


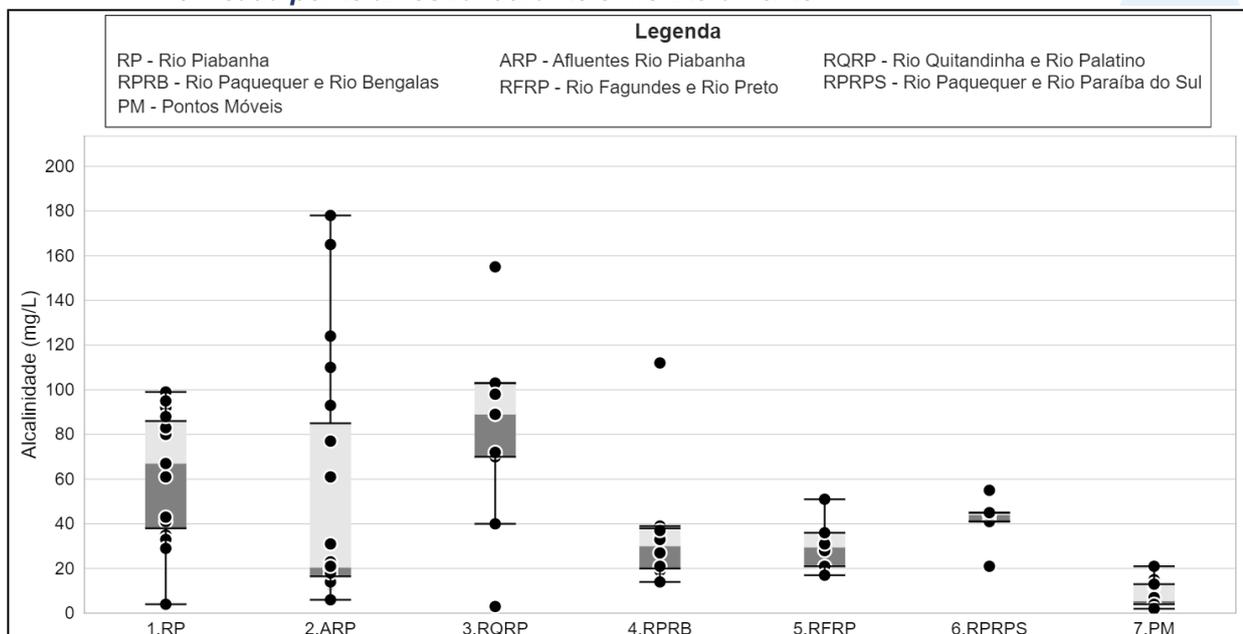
Figura VI-59. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Alcalinidade registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de alcalinidade ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RFRP. A Figura VI-60 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro alcalinidade apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB e RFRP. Além disso, a sub-região RQRP também foi diferente das sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RFRP.

Figura VI-60. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Alcalinidade registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.9 DBO

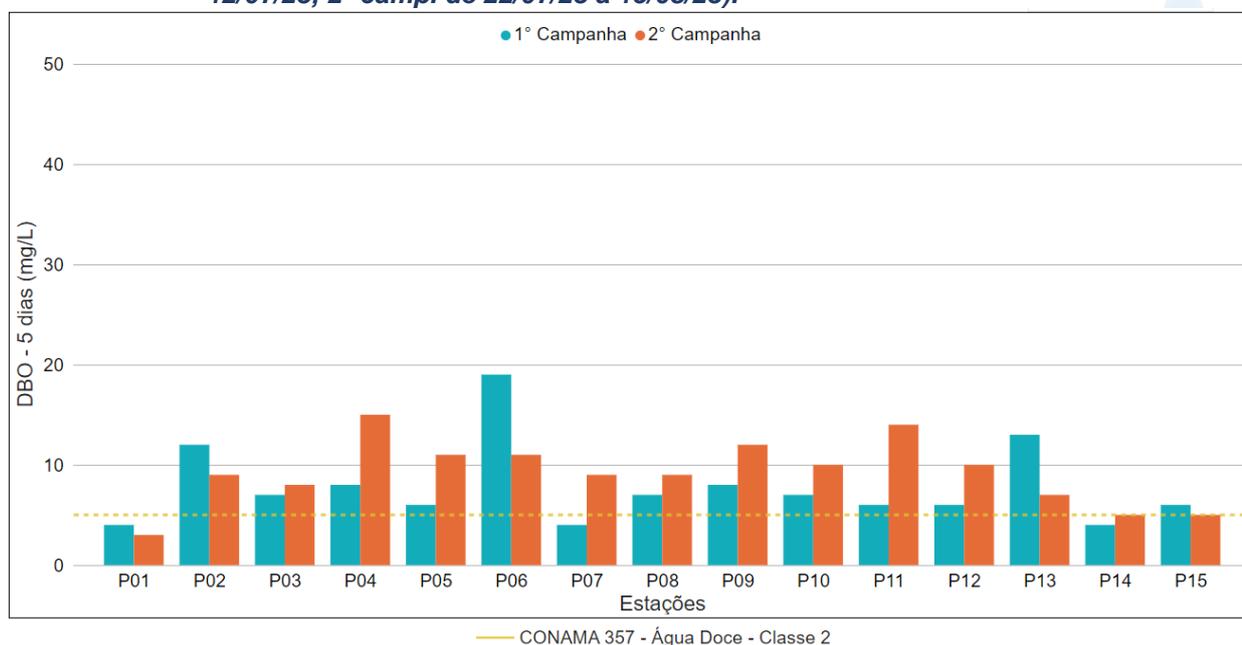
A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos na degradação de compostos orgânicos. Sob a ótica da qualidade da água, a DBO é uma importante variável indicadora de poluição por resíduos orgânicos, uma vez que quanto maior a DBO (i.e., mais compostos orgânicos a serem degradados), menor será a disponibilidade de oxigênio para seres vivos como peixes, organismos zooplanctônicos e macroinvertebrados (CETESB, 2014). A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para Água Doces, Classe 2, valor máximo de DBO de 5,0 mg/L.

Os valores de DBO registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-61), a média de DBO durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 8 mg/L, com concentração mínima de 4 mg/L (P01, P07 e P14) e máxima de 19 mg/L (P06). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 9 mg/L, com mínima de 3 mg/L (P01) e máxima de 15 mg/L (P04). A redução da DBO nos pontos P06 e P13, provavelmente deve estar relacionada à redução da precipitação da 1ª para a 2ª campanha, que por sua vez, carrearia uma quantidade menor de matéria orgânica para estes locais. Vale salientar que também ocorreu redução acentuada da DQO nestes pontos, corroborando a ideia de um menor aporte de matéria orgânica nesses locais.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região do Rio Piabanha, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), exceto os pontos P01 e P14 em ambas as campanhas, P07 na 1ª campanha e P15 na 2ª campanha.

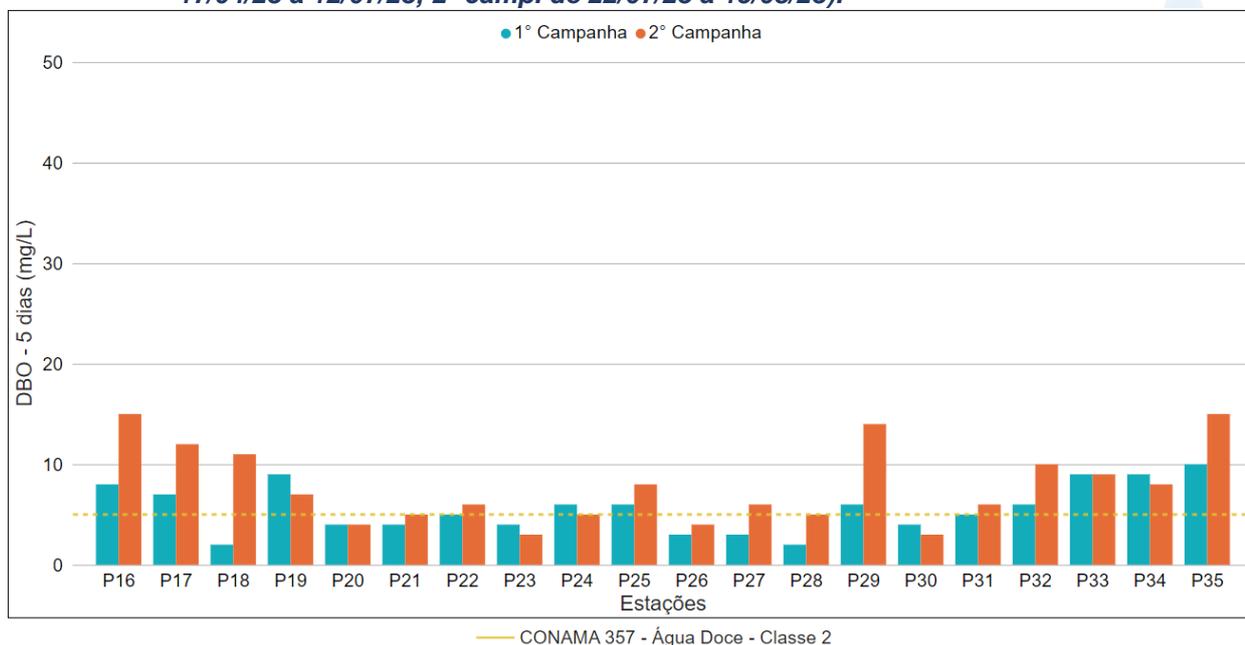
Figura VI-61. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-62), a média de DBO durante a 1ª campanha foi de 6 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P18 e P28) e 10 mg/L (P35). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 8 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P23 e P30) e 15 mg/L (P16 e P35). O aumento da DBO da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, provavelmente deve estar relacionado ao aumento do aporte de matéria orgânica nestes pontos. Além disso, também foi possível observar redução de OD na maioria dos pontos.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha, algumas amostras apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), os pontos P16, P17, P19, P25, P29, P32, P33, P34, P35 em ambas as campanhas, o ponto P24 na 1ª campanha e P18, P22 e P27 na 2ª campanha.

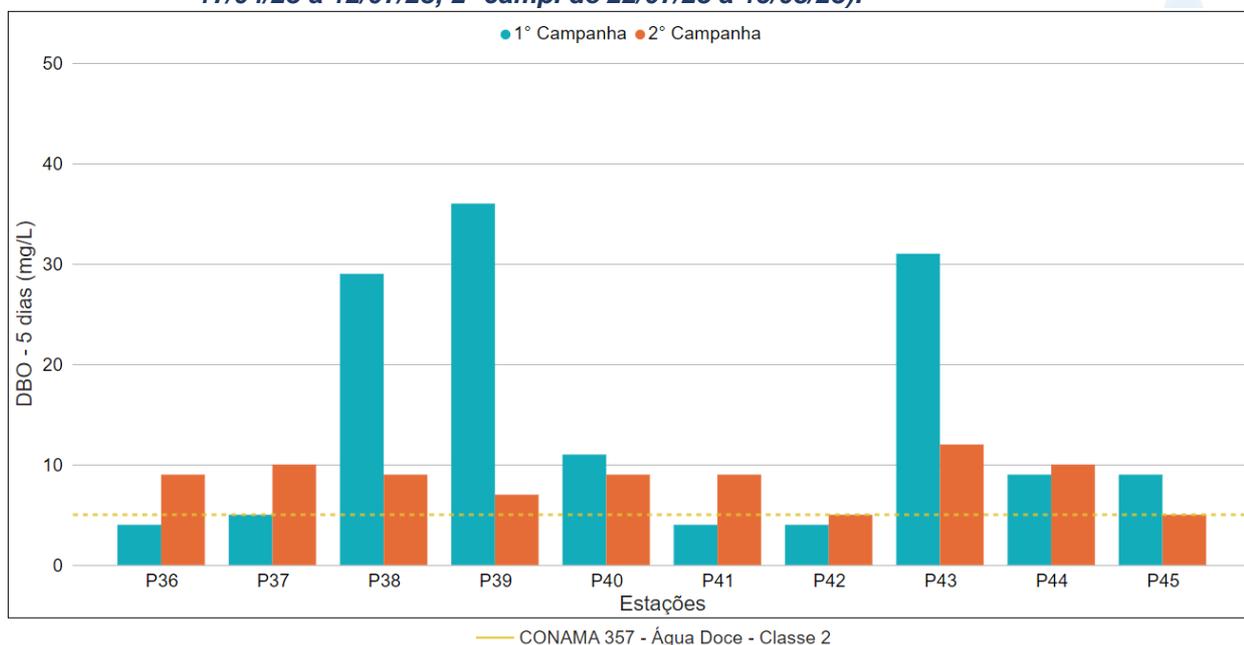
Figura VI-62. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-63), a média para o parâmetro DBO durante a 1ª campanha foi de 14 mg/L, com concentração mínima de 4 mg/L (P36, P41 e P42) e máxima de 36 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 8,5 mg/L, com mínima de 5 mg/L (P42 e P45) e máxima de 12 mg/L (P43). A redução da DBO de forma acentuada nos pontos P38, P39 e P43, provavelmente deve estar relacionada à redução da precipitação da 1ª para a 2ª campanha. Além disso, também foi observada redução acentuada da DQO nestes pontos.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), exceto os pontos P42 em ambas as campanhas, P36, P37 e P41 na 1ª campanha e P45 na 2ª campanha.

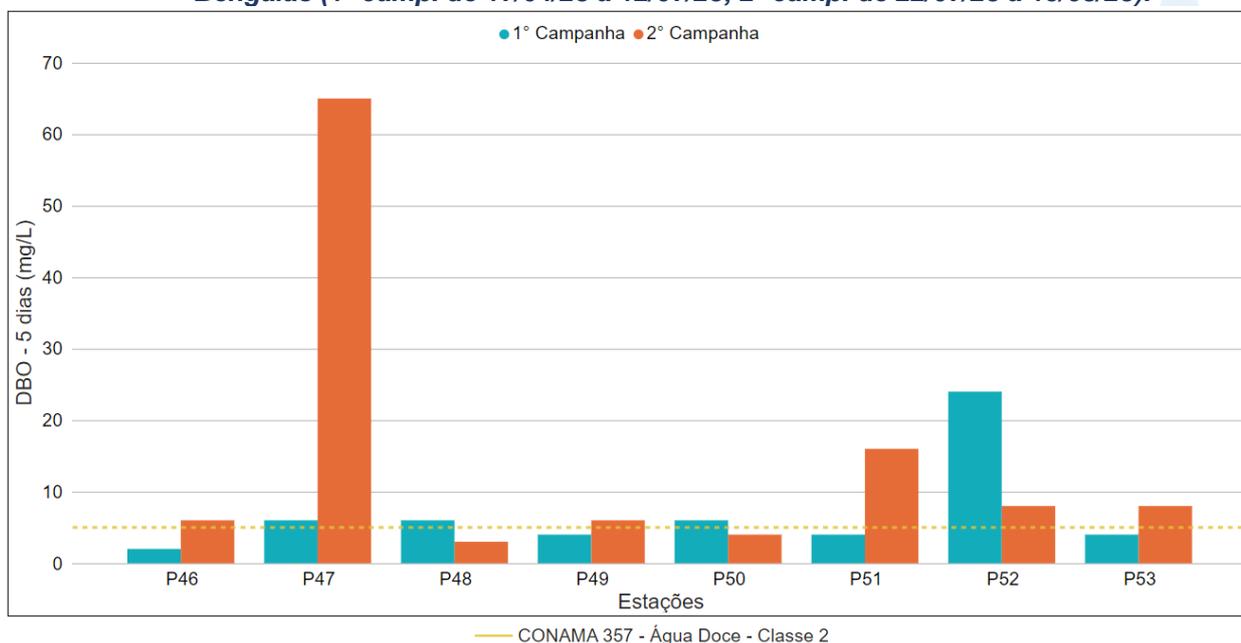
Figura VI-63. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI-64), a concentração média de DBO na 1ª campanha foi de 7 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P46) e máxima de 24 mg/L (P52). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 15 mg/L, com mínima de 3 mg/L (P48) e máxima de 65 mg/L (P47). O aumento da DBO da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, principalmente em P47, provavelmente deve estar relacionado ao aumento do aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo total) nestes pontos. Além disso, foi verificada redução de OD na maioria dos pontos, enquanto a DQO apresentou um padrão similar ao da DBO.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), exceto P46, P49, P51 e P53 na 1ª campanha e P48 e P50 na 2ª campanha.

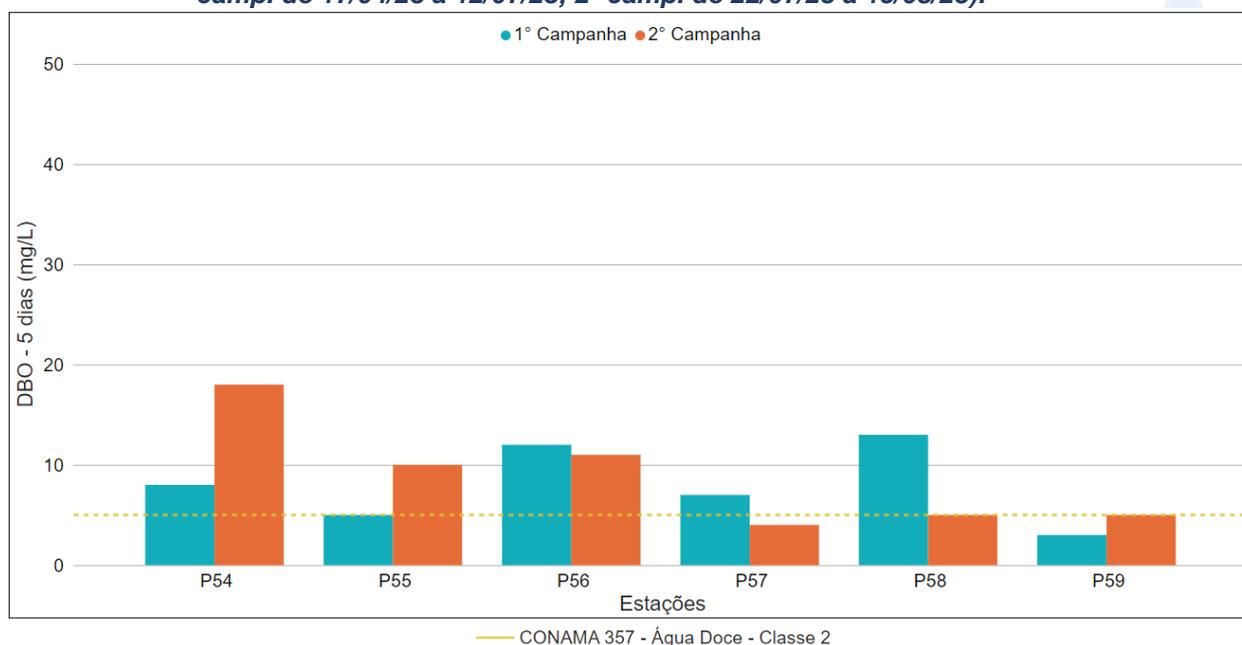
Figura VI-64. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-65), a média de DBO durante a 1ª campanha foi de 8 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P59) e 13 mg/L (P58). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 9 mg/L, com variação entre 4 mg/L (P57) e 18 mg/L (P54). A DBO aumentou da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, exceto P57 e P58, e provavelmente devido ao aumento do aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo total) nestes pontos. Além disso, foi verificada redução de OD na maioria dos pontos, enquanto a DQO apresentou perfil semelhante ao da DBO.

Durante o 1º semestre de monitoramento da sub-região Rio Fagundes e Rio Preto, a maioria das amostras apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), exceto P59 em ambas as campanhas, P55 na 1ª campanha e P57 e P58 na 2ª campanha.

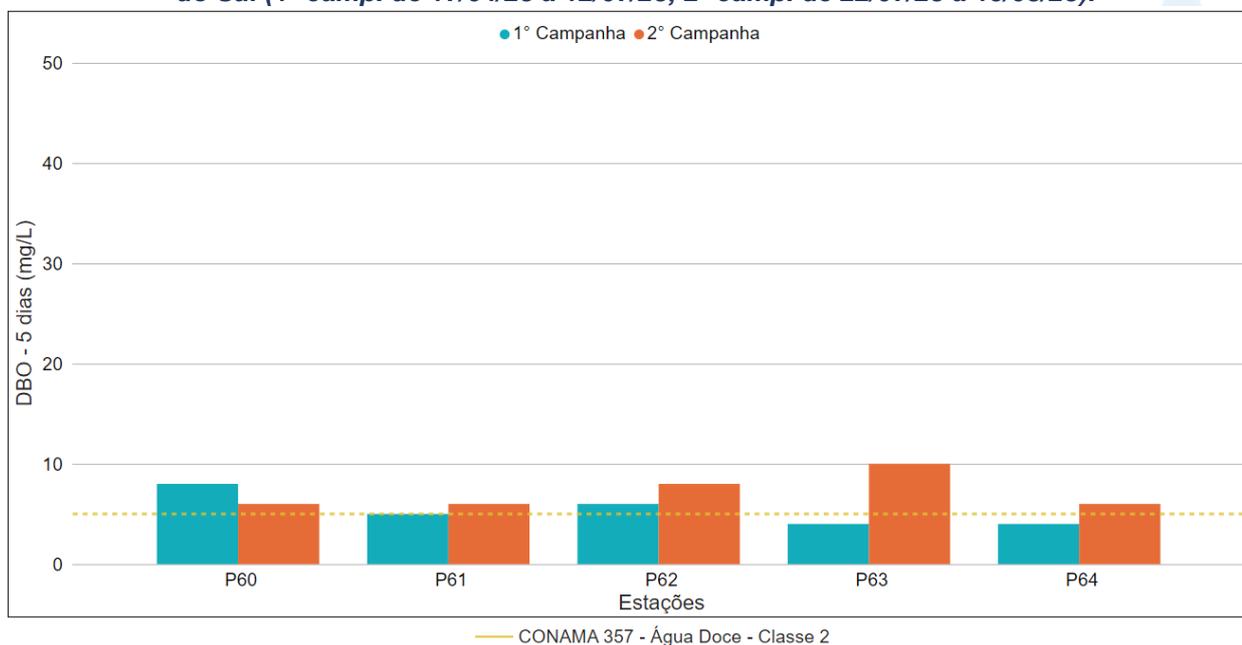
Figura VI-65. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-66), a média de DBO durante a 1ª campanha foi de 5 mg/L, com variação entre 4 mg/L (P63 e P64) e 8 mg/L (P60). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 7 mg/L, com variação entre 6 mg/L (P60, P61 e P64) e 10 mg/L (P63). De maneira geral, os pontos apresentaram pouca variação da concentração da DBO entre as campanhas, porém todos apresentaram aumento do parâmetro da 1ª para 2ª campanha. Esse aumento pode estar associado ao aumento de matéria orgânica nestes pontos e foi mais acentuado em P63. Vale lembrar que também ocorreu redução de OD em P63 e P64, enquanto a DQO apresentou um perfil similar da DBO (exceto P60).

Na 1ª campanha de monitoramento da sub-região Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul, apenas as amostras referentes aos pontos P60 e P62 apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L), enquanto na 2ª campanha todas as amostras apresentaram valores acima do limite de referência.

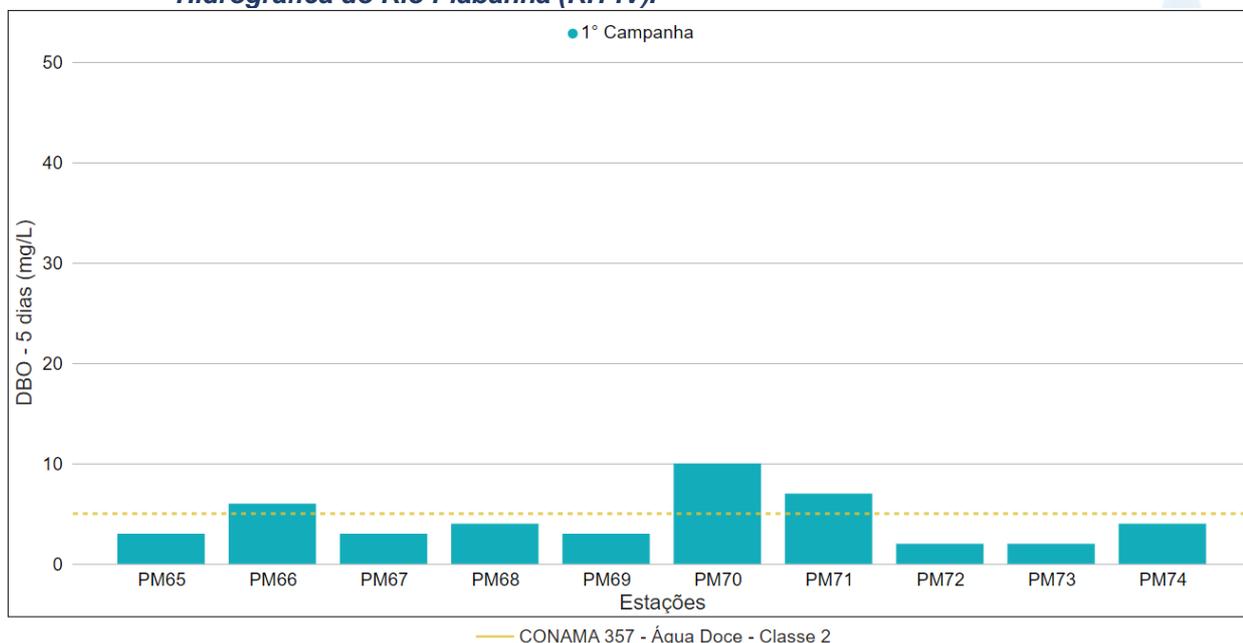
Figura VI-66. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-67), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 4 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM72 e PM73 (2 mg/L) e máximo em PM70 (10 mg/L). Apenas as amostras referentes aos pontos PM66, PM70 e PM71 apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Água Doces, Classe 2 (5,0 mg/L).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (5,0 mg/L) para DBO, sendo 38 amostras dos pontos fixos e 3 amostras dos pontos móveis na 1ª campanha e 47 amostras na 2ª campanha. Dessa forma, é possível observar um aumento no número de amostras acima do limite de referência da 1ª para a 2ª campanha.

Figura VI-67. Distribuição da concentração de DBO registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro DBO para o 1º semestre de monitoramento foi de 8 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 8 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P18, P28 e P46) e 36 mg/L (P39). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 9 mg/L com variação entre 3 mg/L (P1, P23 e P30) e 65 mg/L (P47). A distribuição espacial das concentrações de DBO encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-68 e Figura VI-69.

Figura VI-68. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de DBO registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

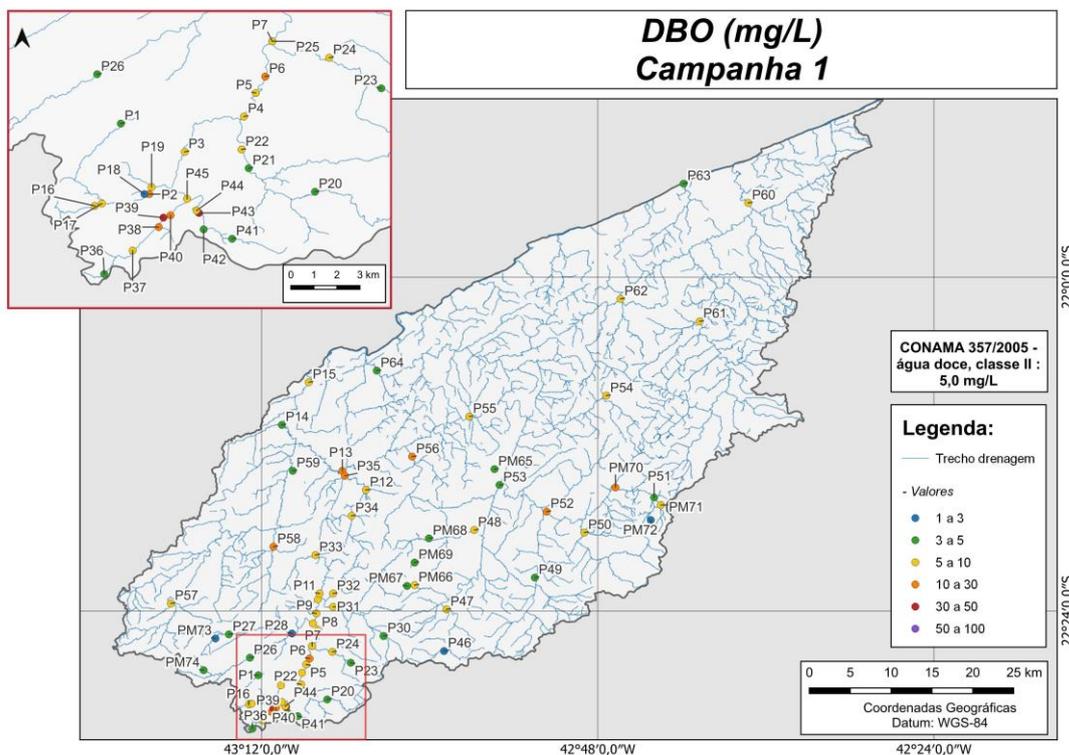
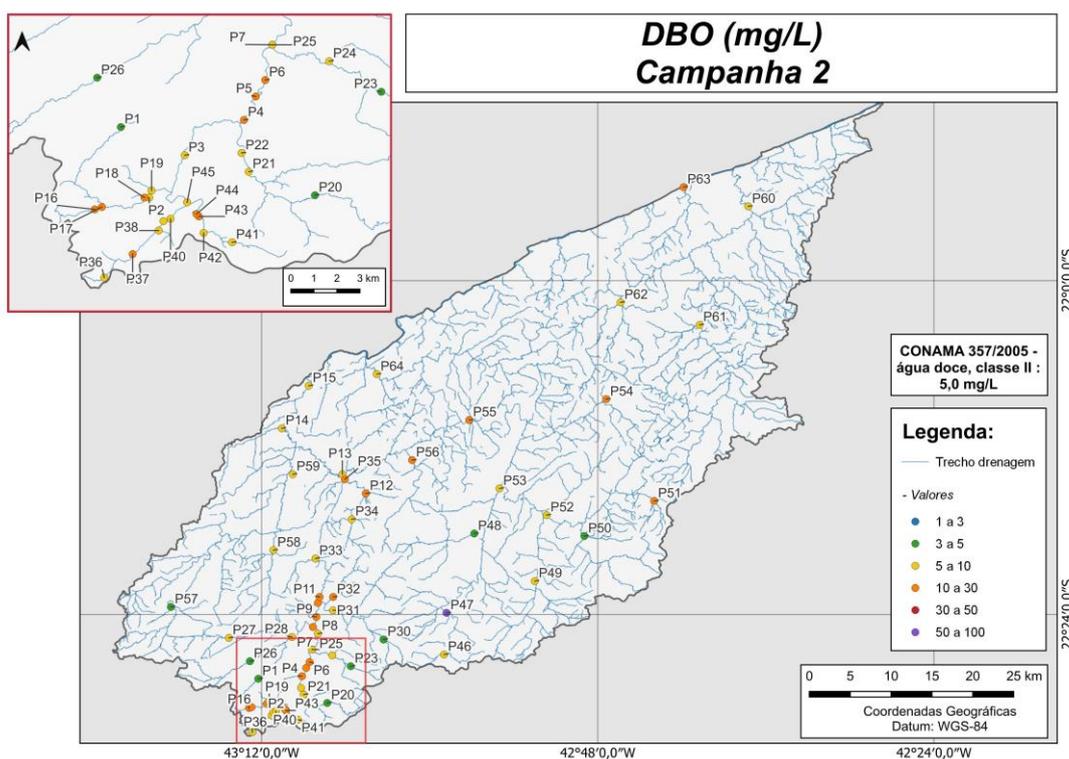


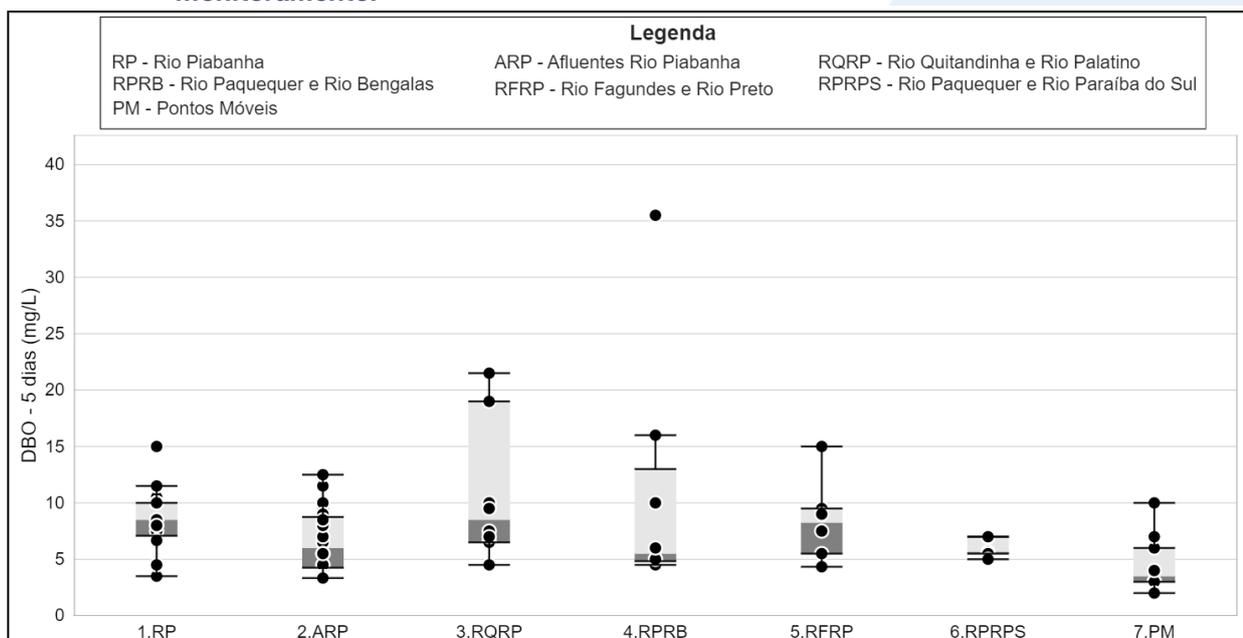
Figura VI-69. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de DBO registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de DBO ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RPRPS. A Figura VI-70 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro DBO apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região ARP e as sub-regiões RP e RQRP.

Figura VI-70. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de DBO registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



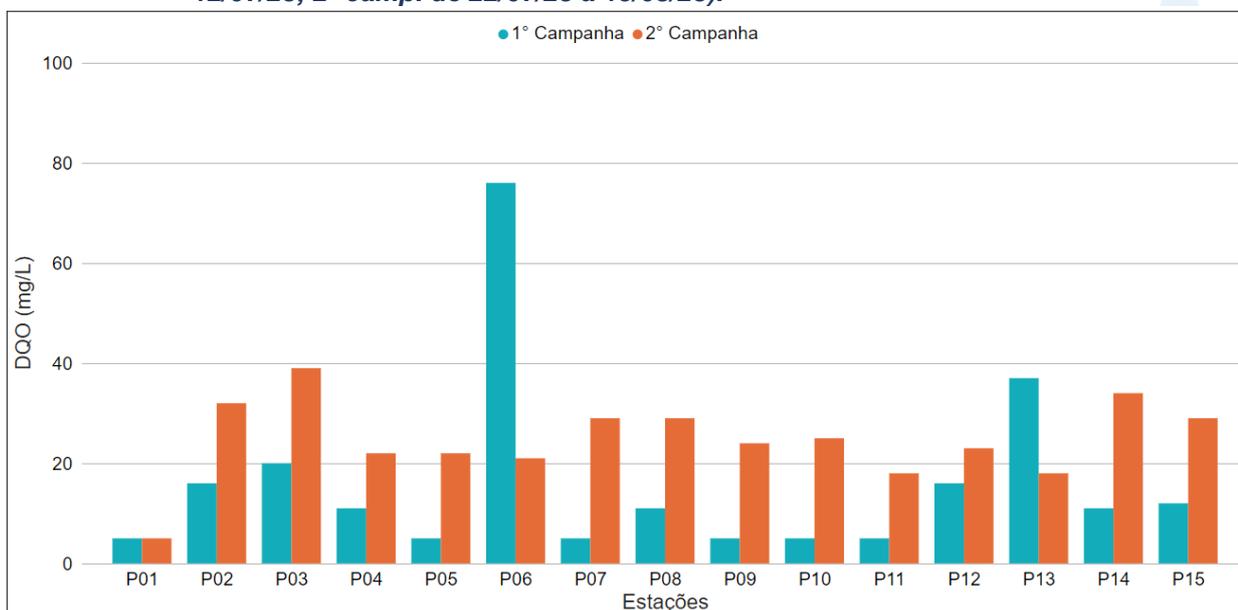
VI.2.1.10 DQO

A demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, sendo um parâmetro indispensável para os estudos em relação às características de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Além disso a DQO pode ser correlacionada com a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com intuito de observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2014).

Os valores de DQO registrados durante a 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

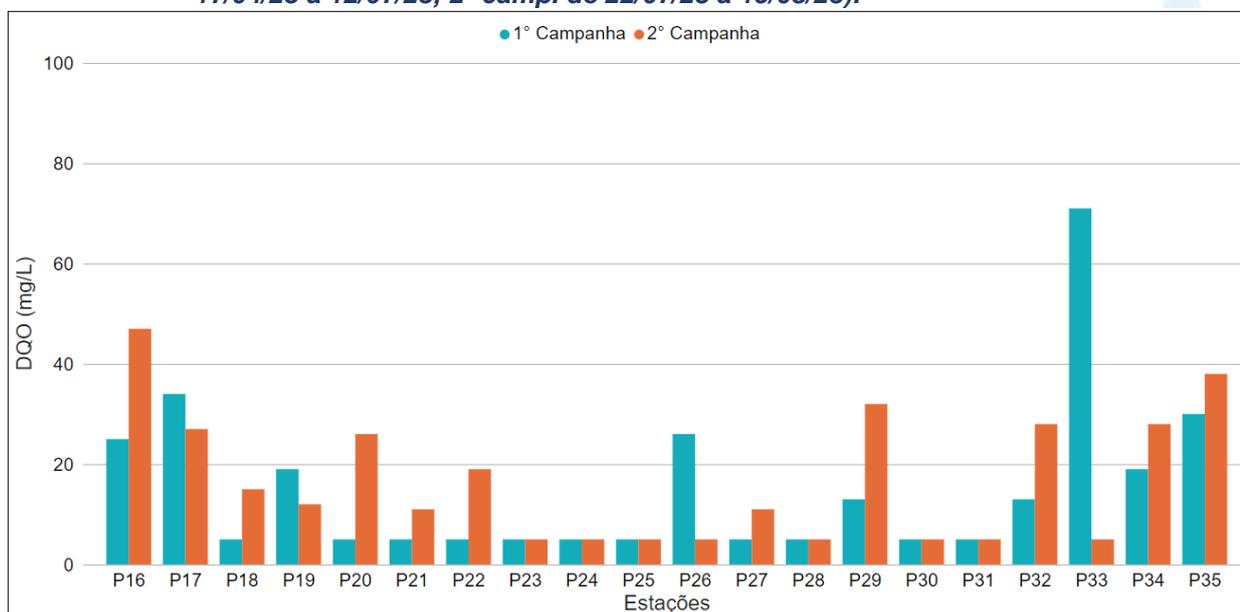
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-71), a média de DQO durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 16 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P01, P05, P07, P09, P10 e P11), e máxima de 76 mg/L (P06). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 25 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P01), e máxima de 39 mg/L (P03). A DQO é diretamente proporcional à concentração de matéria orgânica no ambiente. Assim, a redução da DQO nos pontos P06 e P13 pode estar relacionada à redução da precipitação da 1ª para a 2ª campanha, que por sua vez, carregaria uma quantidade menor de matéria orgânica para estes pontos. Vale lembrar que a DBO também apresentou redução nos pontos citados.

Figura VI-71. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



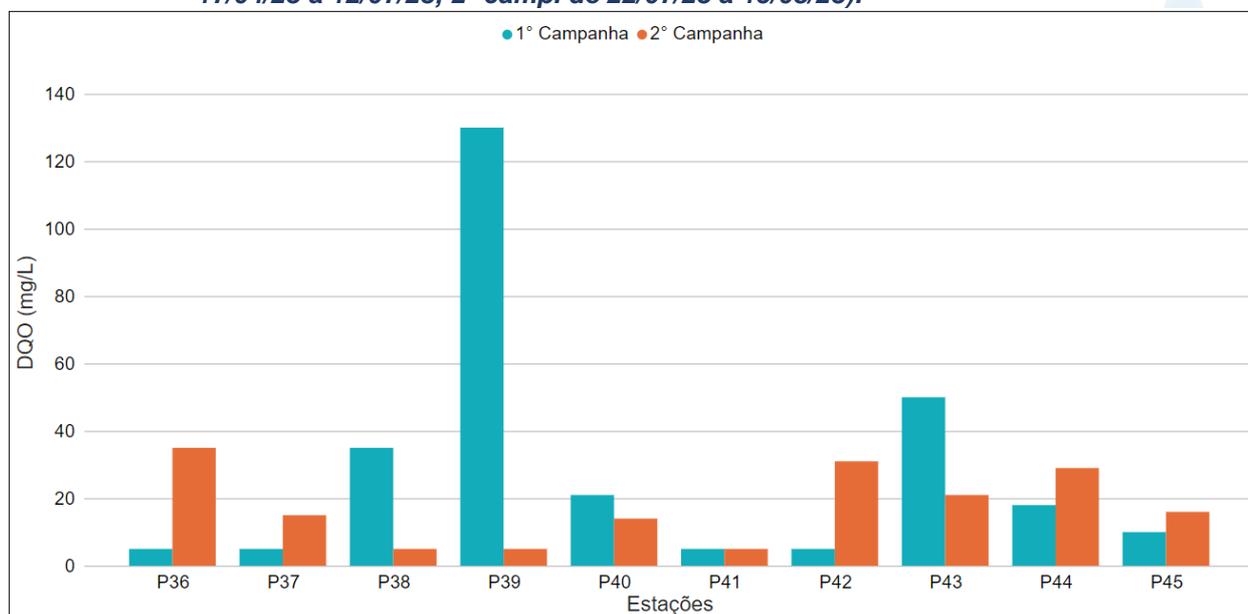
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-72), a média de DQO durante a 1ª campanha foi de 15 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P18, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P27, P28, P30 e P31), e 71 mg/L (P33). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 17 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P23, P24, P25, P26, P28, P30, P31 e P34) e 47 mg/L (P16). A redução acentuada da DQO no ponto P33 provavelmente está relacionada à redução da matéria orgânica no ambiente, já que as concentrações de SST e turbidez também diminuíram neste ponto. O ponto P26 também apresentou redução deste parâmetro e da turbidez. Em ambos os pontos foi verificado aumento da concentração de OD.

Figura VI-72. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



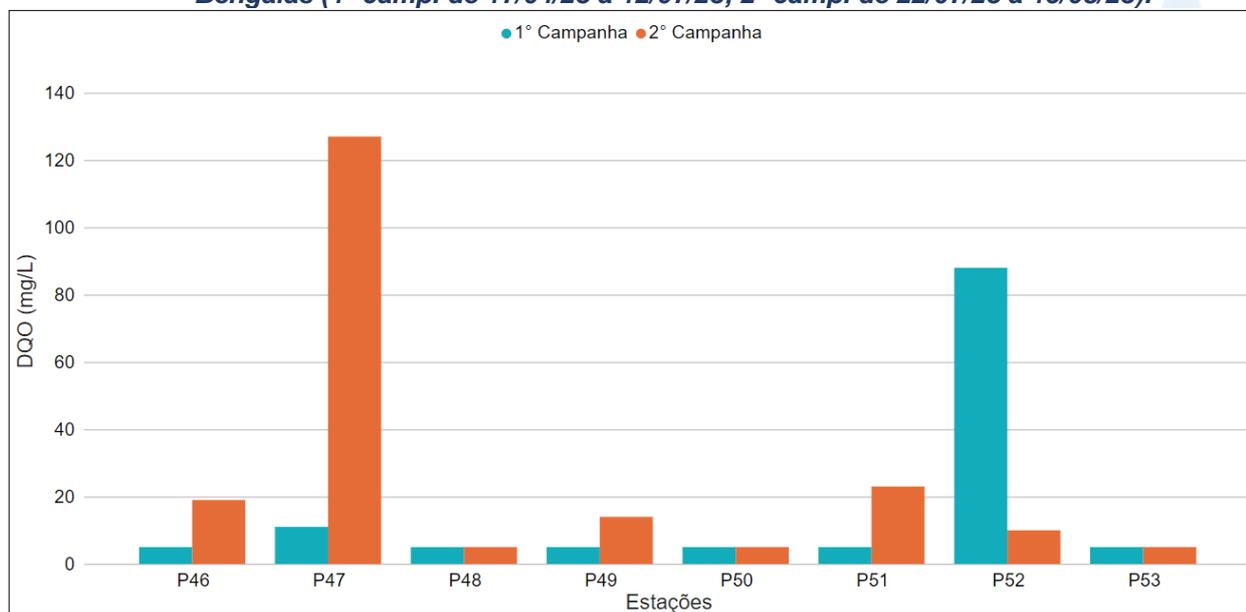
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-73), a média para o parâmetro DQO durante a 1ª campanha foi de 28 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P36, P37, P41 e P42), e máxima de 130 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 18 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P38, P39 e P41), e máxima de 35 mg/L (P38). A redução da DQO de forma mais acentuada nos pontos P38, P39 e P43 pode estar relacionada à redução da precipitação da 1ª para a 2ª campanha, carreando assim uma quantidade menor de matéria orgânica para estes locais. Vale lembrar que a DBO também diminuiu nestes pontos.

Figura VI-73. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



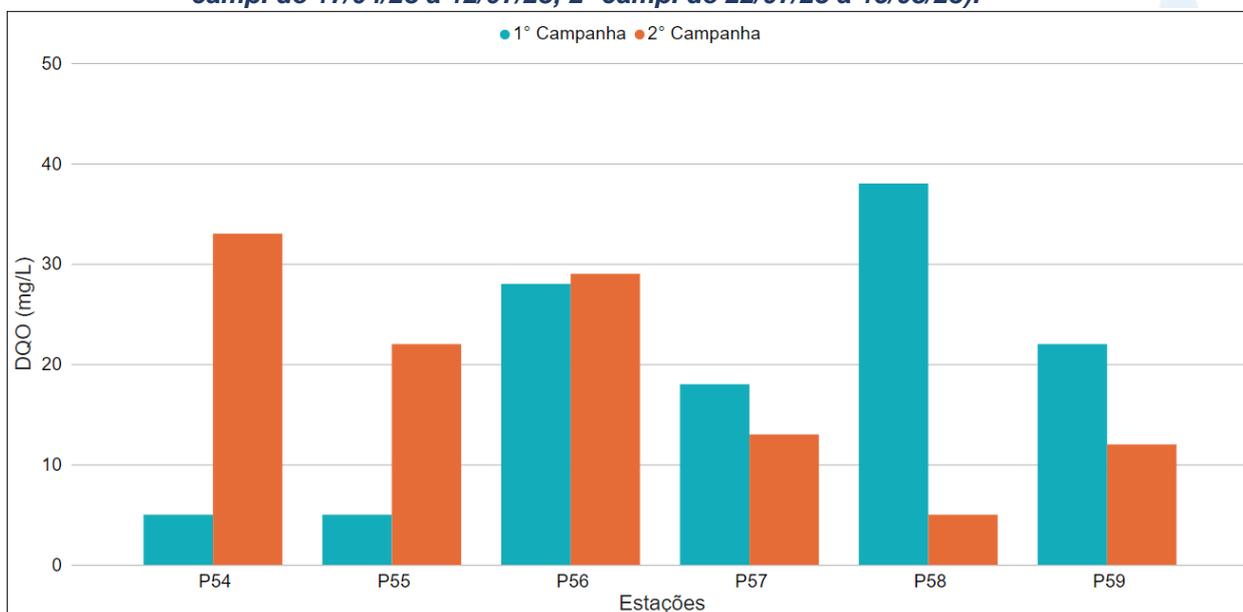
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI-74), a concentração média de DQO na 1ª campanha foi de 16 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P46, P48, P49, P50, P51 e P53), e máxima de 88 mg/L (P52). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 26 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P48, P50 e P53), e máxima de 127 mg/L (P47). O aumento da DQO da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos, principalmente em P47 provavelmente deve estar relacionado ao aumento do aporte de matéria orgânica, já que também foi verificado aumento da concentração de nitrogênio e fósforo total nestes pontos. Três pontos apresentaram os mesmos valores de DQO em ambas as campanhas (P48, P50 e P53) e apenas um apresentou redução (P52).

Figura VI-74. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



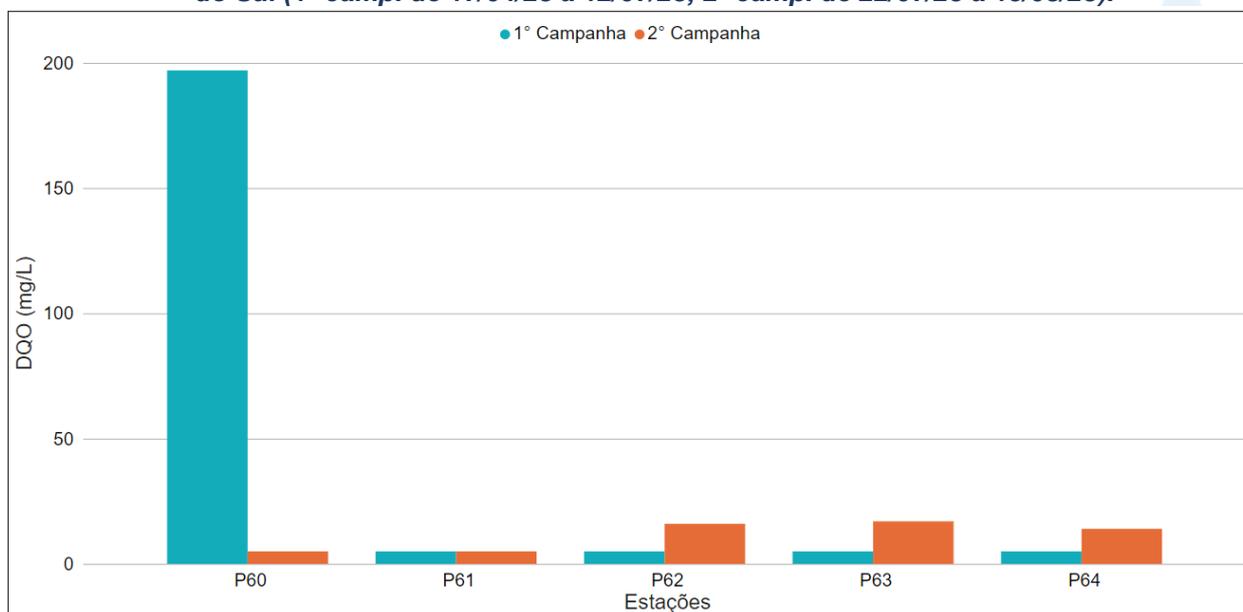
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-75), a média de DQO durante a 1ª campanha foi de 19 mg/L, com variação abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P54 e P55), e 38 mg/L (P58). Na 2ª campanha, a média encontrada também foi de 19 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P58), e 33 mg/L (P54). O aumento acentuado da DQO da 1ª para 2ª campanha nos pontos P54 e P55 provavelmente está relacionado ao aumento do aporte de matéria orgânica nesses pontos, assim como a redução acentuada apresentada em P58, deve estar associada a diminuição deste aporte. Vale lembrar que o perfil da DBO foi semelhante ao da DQO nesta sub-região.

Figura VI-75. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



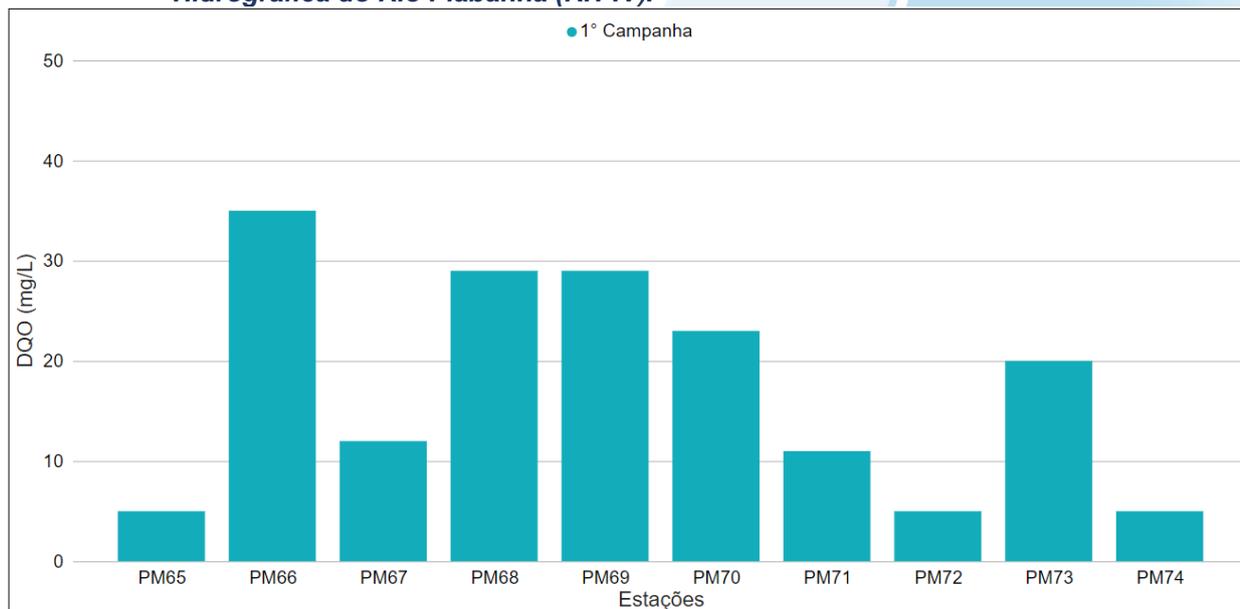
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-76), a média de DQO durante a 1ª campanha foi de 43 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P61, P62, P63 e P64), e 197 mg/L (P60). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 11 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P60 e P61), e 17 mg/L (P63). Os pontos desta sub-região apresentaram pouca variação da concentração de DQO entre as campanhas com exceção de P60, que apresentou uma redução acentuada da 1ª para 2ª campanha de monitoramento. Vale lembrar que P60 também apresentou redução acentuada de coliformes termotolerantes.

Figura VI-76. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-77), que foram monitorados apenas na 1ª campanha, apresentaram concentração média de 17 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM72 e PM74 (<10 mg/L) e máximo em PM66 (35 mg/L).

Figura VI-77. Distribuição da concentração de DQO registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro DQO para o 1º semestre de monitoramento foi de 20 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 20 mg/L, com

variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P1, P5, P7, P9, P10, P11, P18, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P27, P28, P30, P31, P36, P37, P41, P42, P46, P48, P49, P50, P51, P53, P55, P54, P61, P62, P63, P64, PM65, PM72 e PM74), e 197 mg/L (P60). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 20 mg/L com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P1, P23, P24, P25, P26, P28, P30, P31, P33, P38, P39, P42, P48, P50, P53, P58, P60 e P61), e 127 mg/L (P47). A distribuição espacial das concentrações de DQO encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-78 e Figura VI-79.

Figura VI-78. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de DQO registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

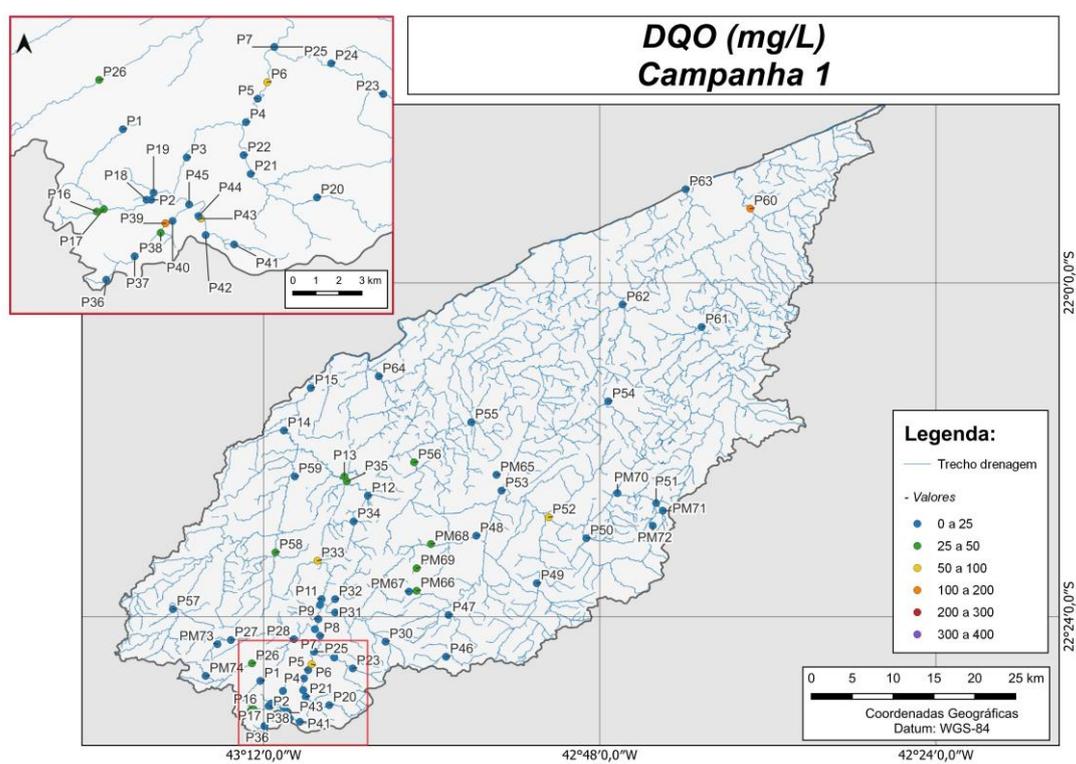
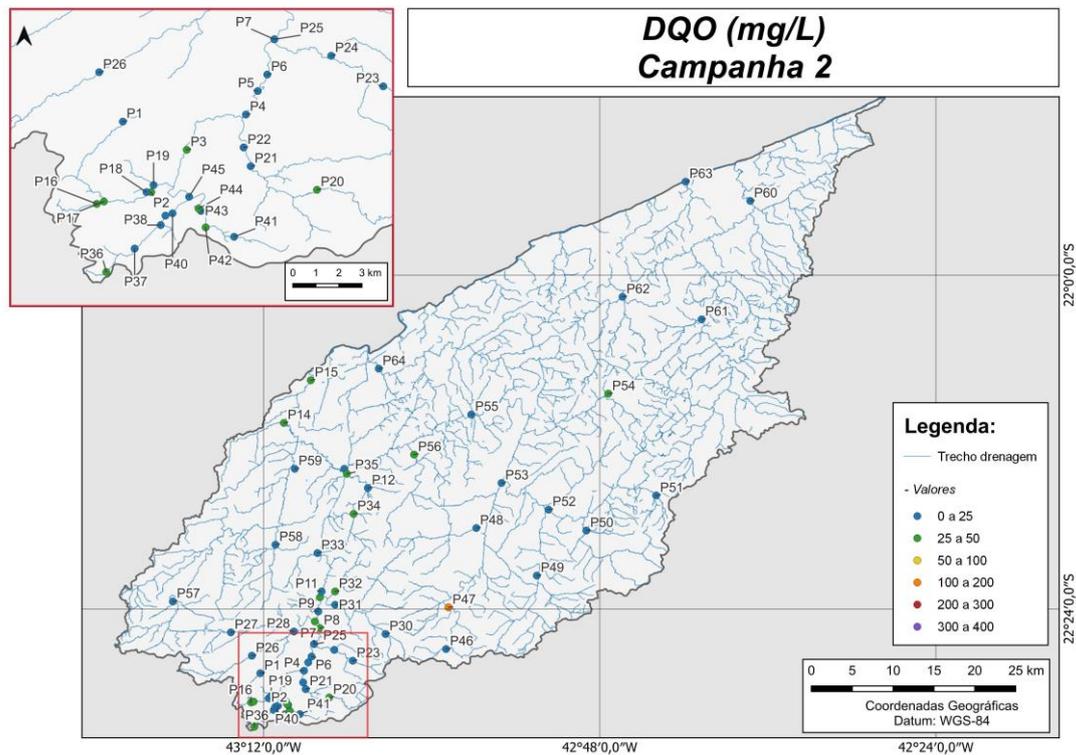


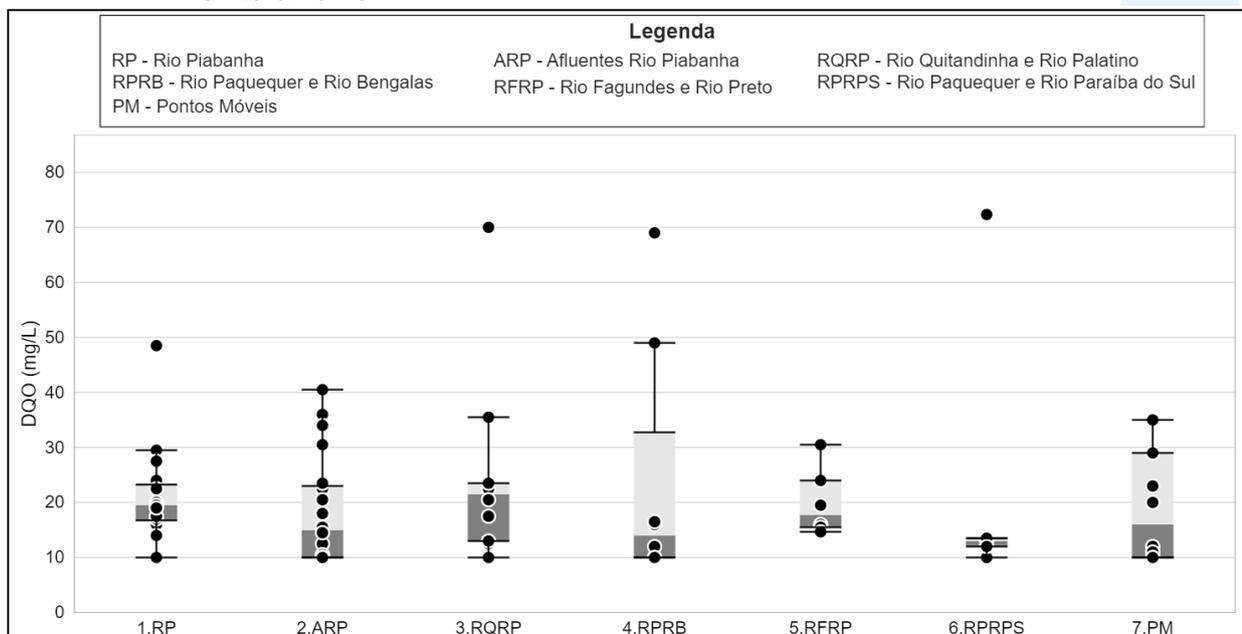
Figura VI-79. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de DQO registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de DQO ao longo do 1º semestre foi a sub-região RP e a que apresentou a menor foi RPRPS. A Figura VI-80 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro DQO apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e a sub-região RPRB.

Figura VI-80. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de DQO registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.11 *Sólidos Suspensos Totais*

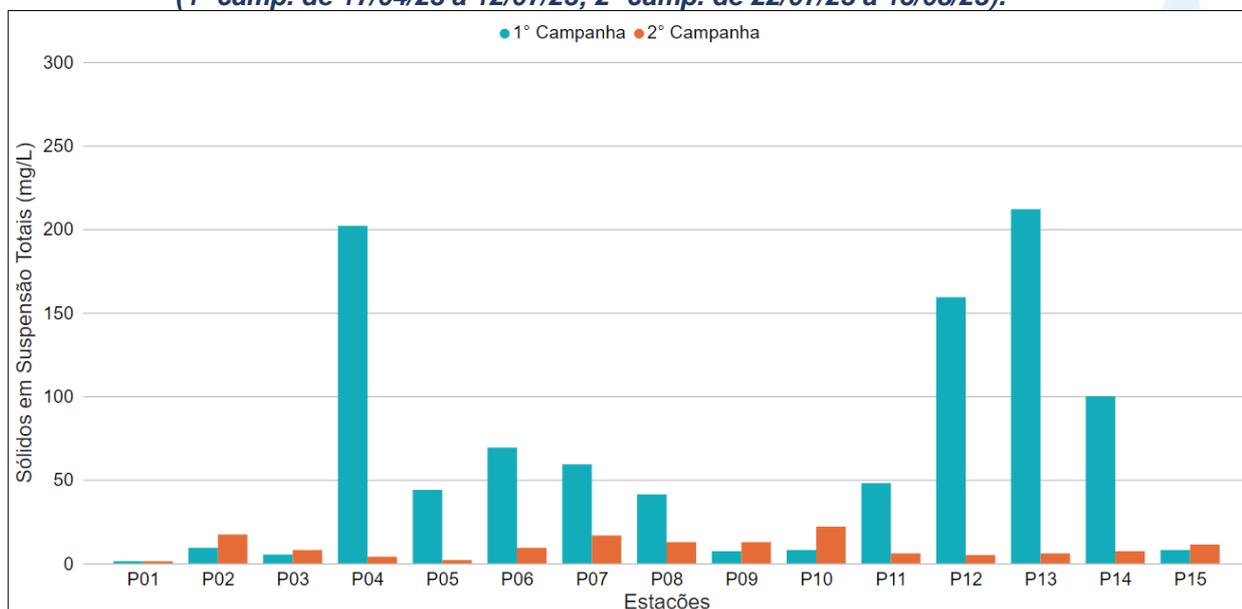
Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após os processos de evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. De modo geral, esses processos definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (CETESB, 2021). As partículas de maior dimensão, que ficam retidas em um filtro de tamanho determinado, são consideradas sólidos suspensos totais (VON SPERLING, 2014). De acordo com APHA, AWWA & WEF (2017), os sólidos suspensos totais (SST) são as partículas com tamanho superior à 2 μm .

Os sólidos no ambiente aquático podem causar diversos danos à biota local, por sedimentarem no leito dos rios e também por reterem, no fundo dos rios, resíduos orgânicos e bactérias (CETESB, 2021). Vale lembrar também que muitas células e flocos de microalgas e bactérias são consideradas partículas de sólidos em suspensão devido ao tamanho das partículas (VON SPERLING, 2014).

Os valores de sólidos suspensos totais (SST) registrados durante as 1^a e 2^a campanhas (1^o semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

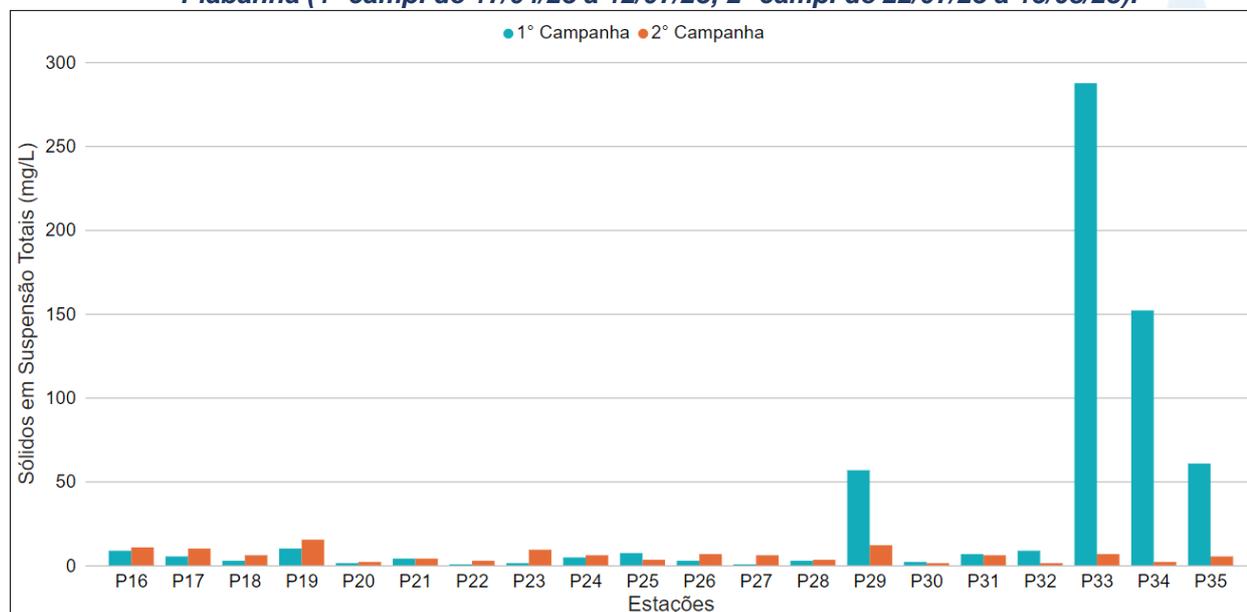
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-81), a média de SST durante a 1^a campanha de monitoramento foi de 65,0 mg/L, com concentração mínima de 1,3 mg/L (P01), e máxima de 212,0 mg/L (P13). Na 2^a campanha, a média encontrada foi de 9,4 mg/L, com mínima de 1,3 mg/L (P01) e máxima de 22,0 mg/L (P10). A redução de SST na maioria dos pontos da 1^a para a 2^a campanha de monitoramento pode estar diretamente relacionada à redução da pluviosidade neste período, uma vez que a precipitação pode carrear um grande aporte de sólidos até os corpos hídricos.

Figura VI-81. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



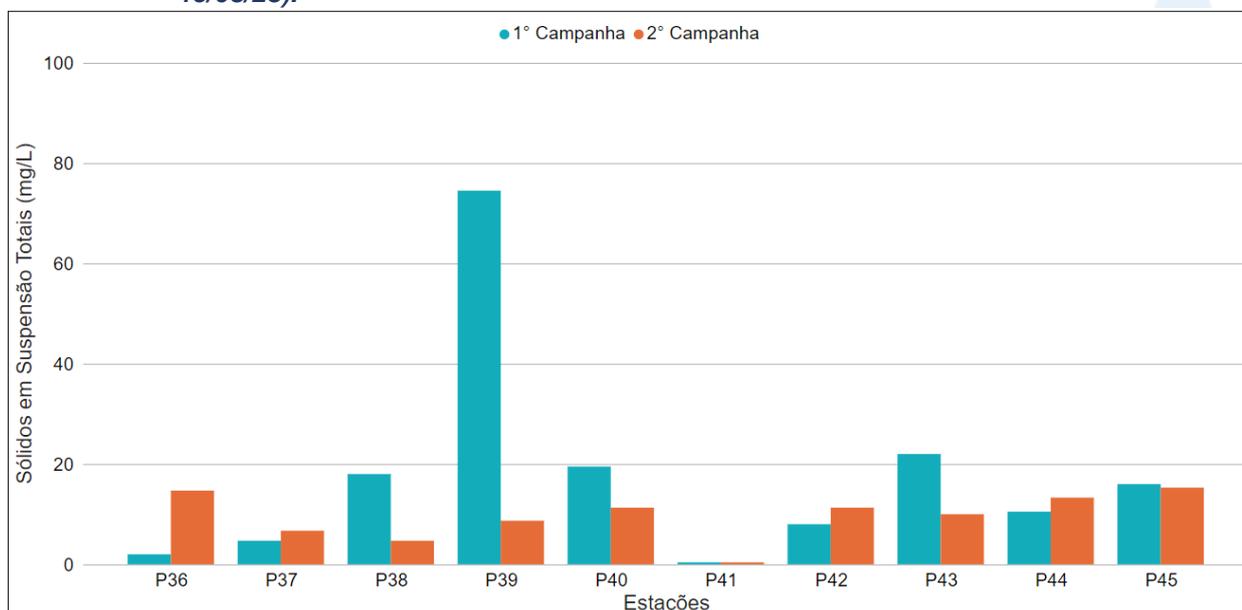
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-82) , a média para o parâmetro SST durante a 1ª campanha foi de 31,3 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P22 e P27), e máxima de 287,5 mg/L (P33). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 6,0 mg/, com mínima de 1,3 mg/L (P32) e máxima de 15,3 mg/L (P19). De modo geral, os valores de SST desta sub-região foram próximos em ambas as campanhas, com exceção dos pontos P29, P33, P34 e P35 que apresentaram uma redução acentuada do parâmetro da 1ª para a 2ª campanha. Provavelmente esta redução está relacionada à diminuição da pluviosidade neste período. Vale lembrar que também ocorreu redução da concentração de turbidez nestes pontos.

Figura VI-82. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



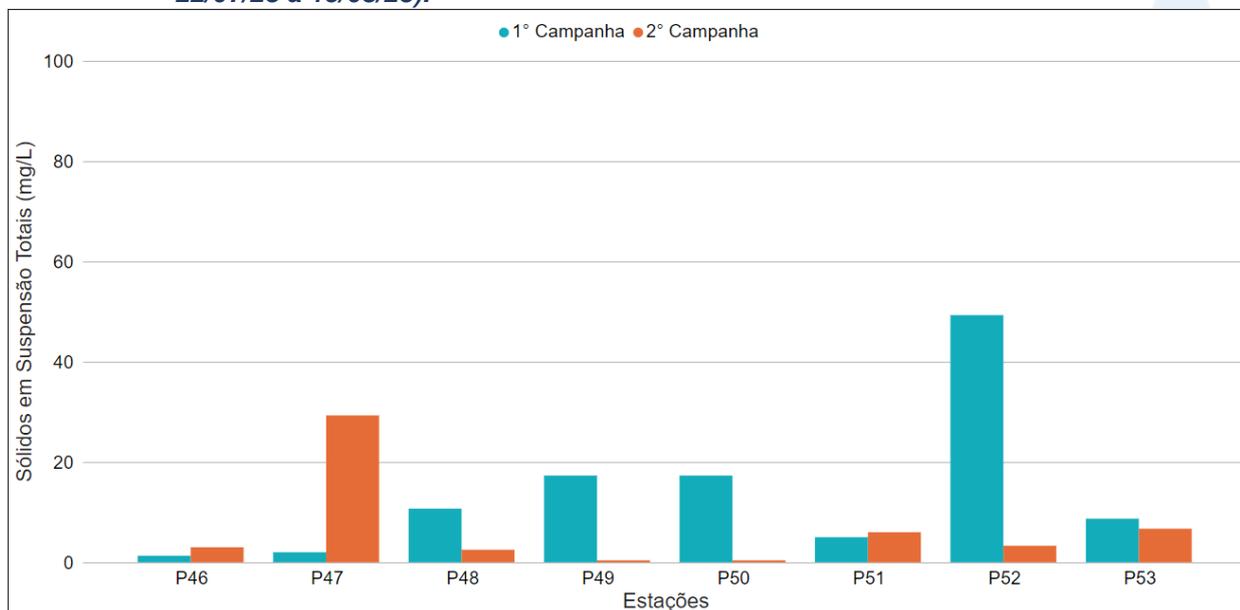
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-83), a média de SST durante a 1ª campanha foi de 17,6 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P41), e 74,5 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 9,6 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P41), e 15,3 mg/L (P45). De modo geral, foi verificada pouca variação da concentração de SST entre as campanhas, porém ocorreu uma redução acentuada no ponto P39 da 1ª para a 2ª campanha que pode estar relacionada à redução da pluviosidade neste período.

Figura VI-83. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



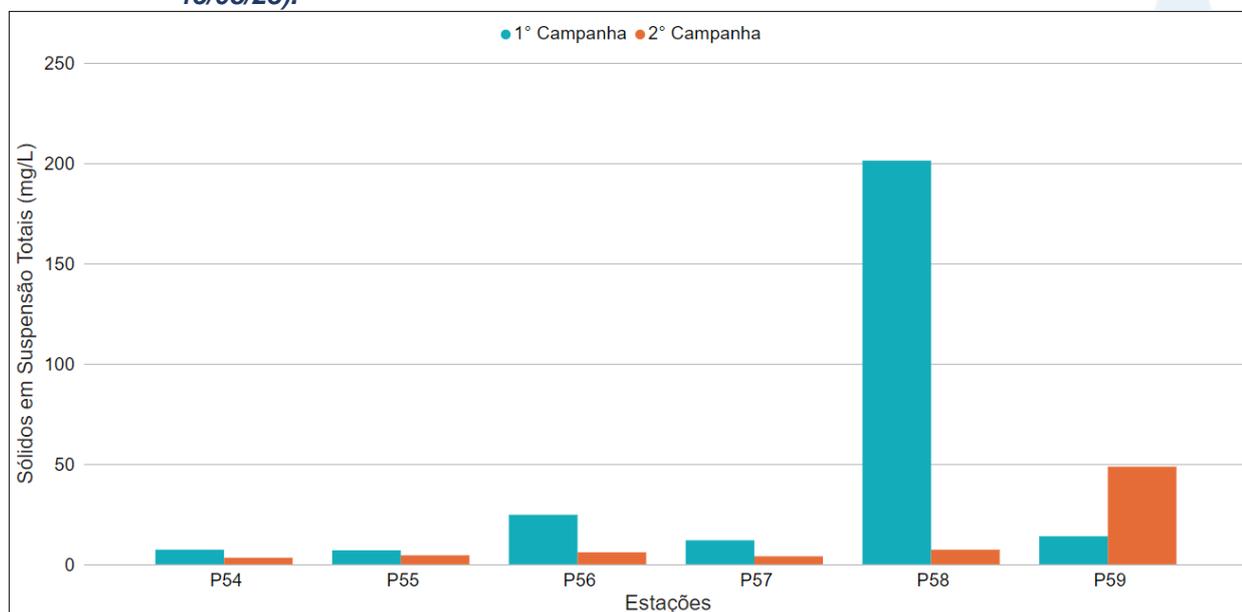
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-84), a concentração média de SST na 1ª campanha foi de 14,0 mg/L, com mínima de 1,3 mg/L (P46) e máxima de 49,3 mg/L (P52). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 6,5 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P49 e P50), e máxima de 29,3 mg/L (P47). A redução de SST na maioria dos pontos de 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionada à redução da pluviosidade neste período. Entretanto, P47 apresentou um aumento acentuado deste parâmetro, que pode estar associado ao aumento do aporte de nitrogênio e fósforo total neste ponto.

Figura VI-84. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



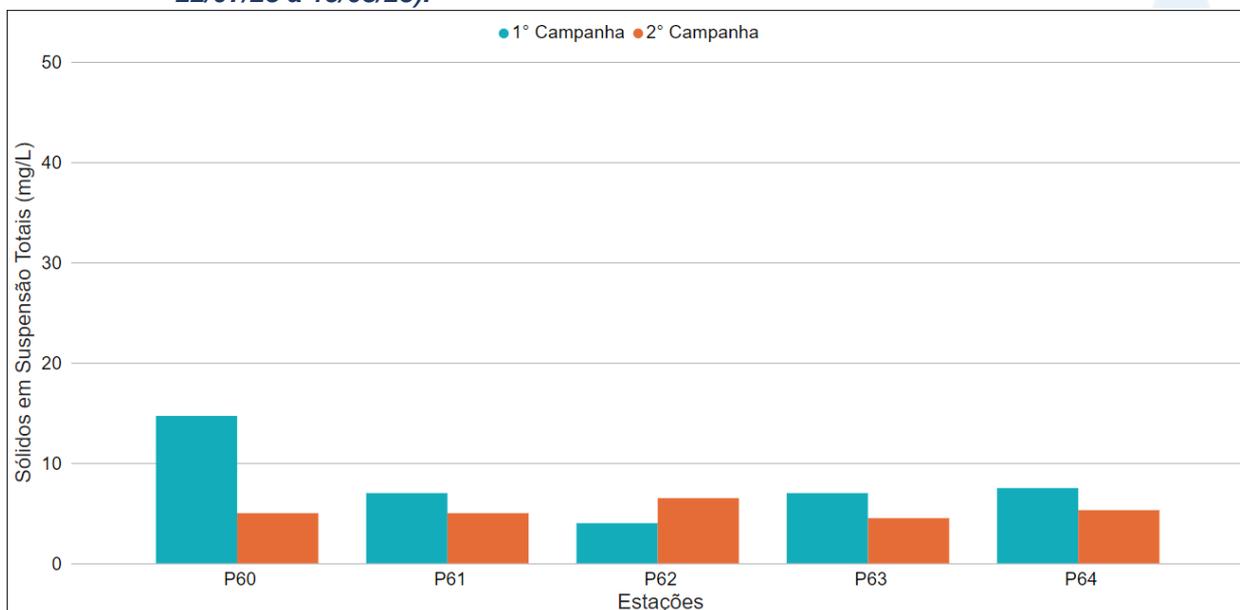
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-85), a média de SST durante a 1ª campanha foi de 44,4 mg/L, com variação entre 7,0 mg/L (P55) e 201,3 mg/L (P58). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 12,3 mg/L, com variação entre 3,3 mg/L (P54), e 48,7 mg/L (P59). A redução de SST da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos de monitoramento, sendo de forma acentuada em P58, pode estar diretamente relacionada à redução da precipitação neste período. Entretanto, P59 apresentou um aumento proeminente, que provavelmente está relacionado ao aumento do aporte de nitrogênio e fósforo total neste ponto.

Figura VI-85. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-86), a média de SST durante a 1ª campanha foi de 8,0 mg/L, com variação entre 4,0 mg/L (P62) e 14,7 mg/L (P60). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 5,3 mg/L, com variação entre 4,5 mg/L (P63) e 6,5 mg/L (P62). De maneira geral, os pontos apresentaram pouca variação da concentração de SST entre as campanhas, entretanto ocorreu redução da concentração deste parâmetro da 1ª para 2ª campanha em quase todos os pontos, exceto P62.

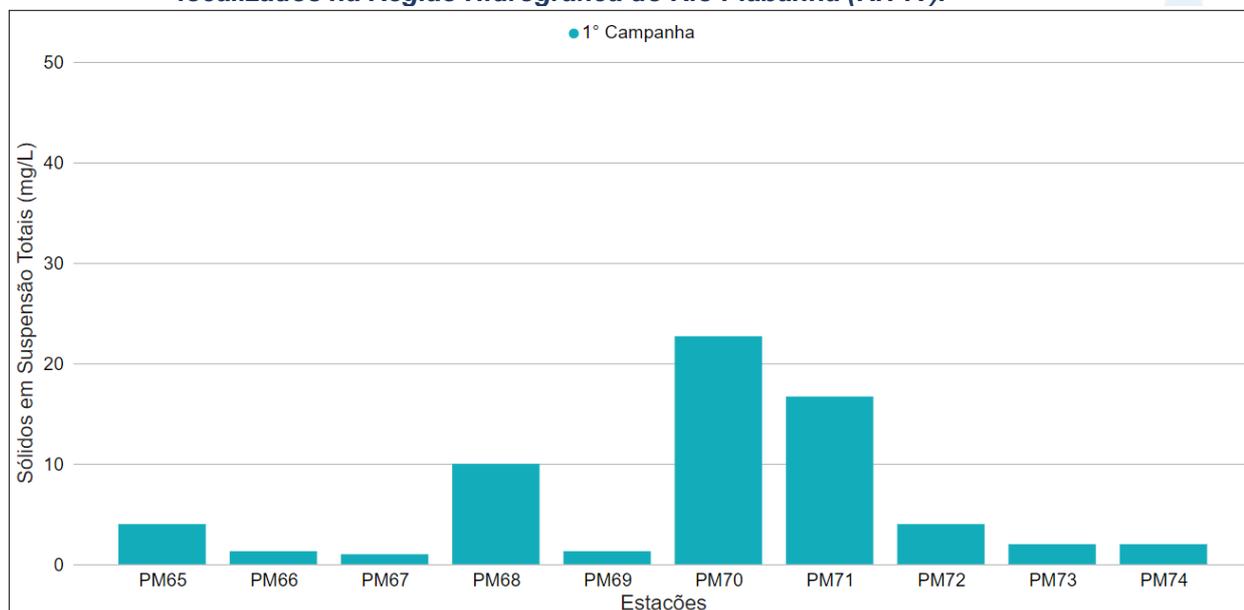
Figura VI-86. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-87), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 6,5 mg/L, sendo o valor mínimo registrado no ponto PM67 (1,0 mg/L) e máximo em PM70 (22,7 mg/L).

Vale ressaltar que não há limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para o parâmetro SST.

Figura VI-87. Distribuição da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro SST, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 20,1 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 34,3 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P22, P27 e P41), e 287,5 mg/L (P33). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 8,0 mg/L com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P41), e 48,7 mg/L (P59). A distribuição espacial das concentrações de SST encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-88 e Figura VI-89.

Figura VI-88. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Suspensos Totais registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

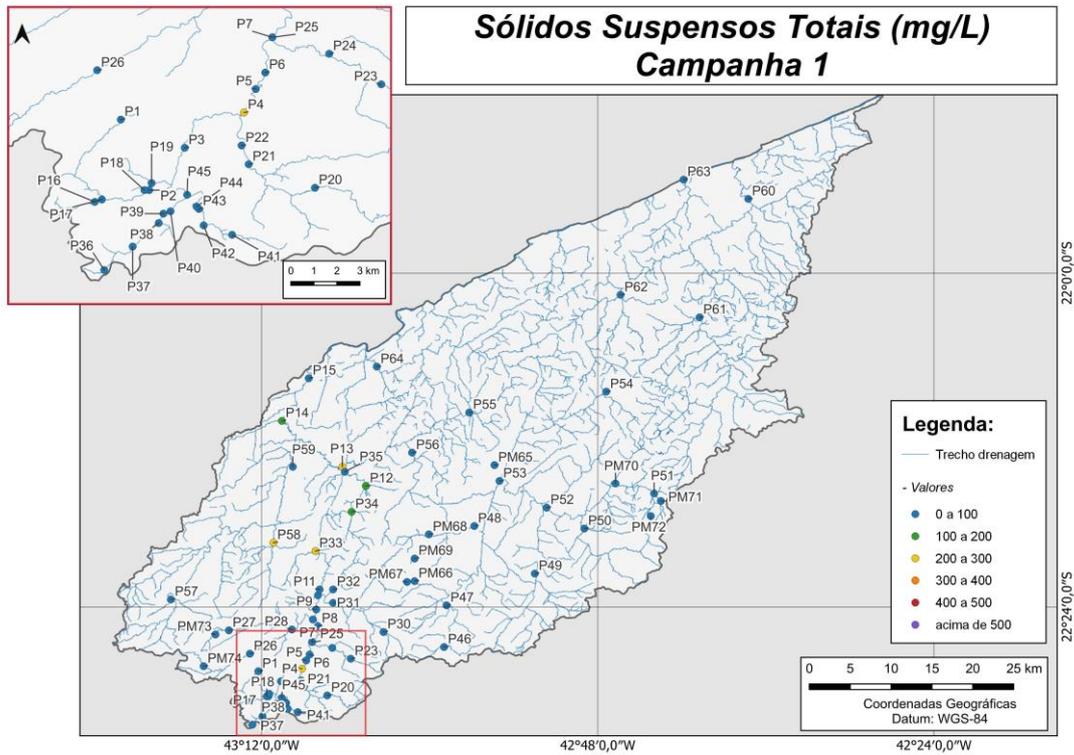
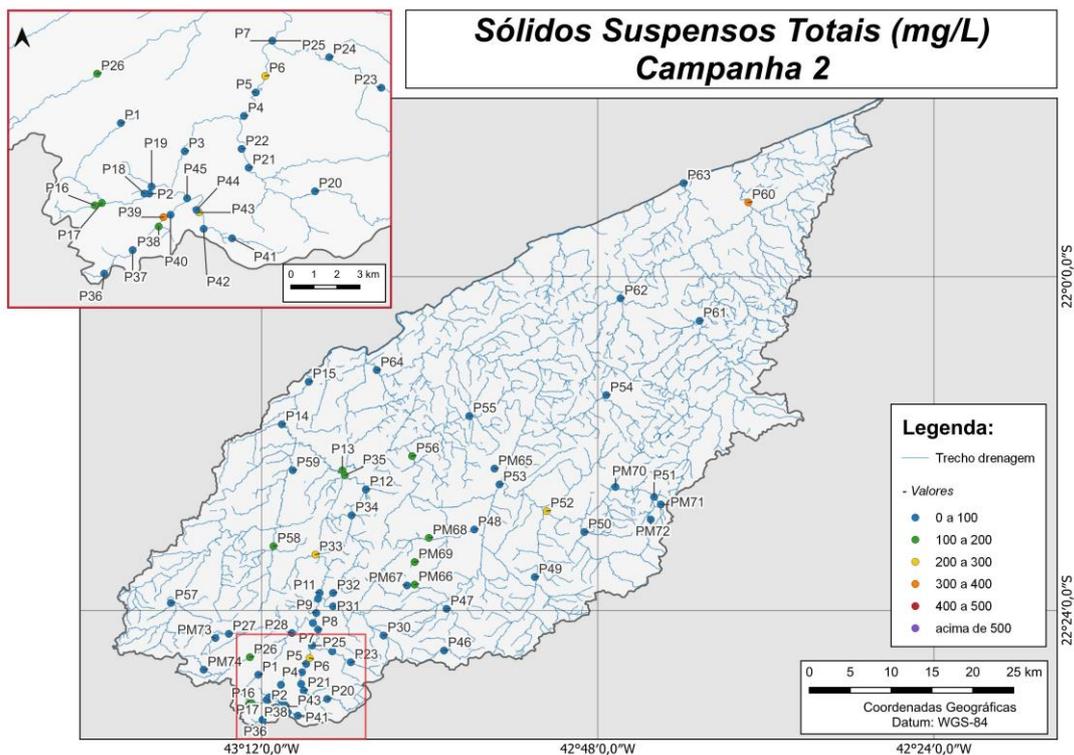


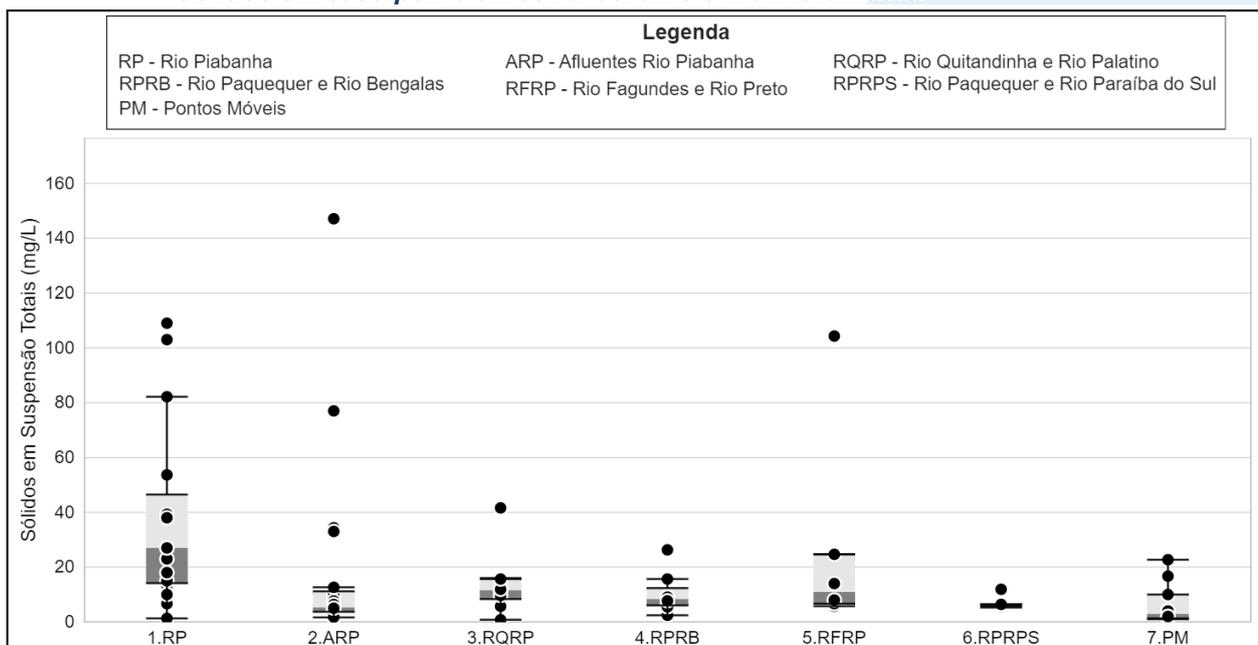
Figura VI-89. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Suspensos Totais registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de SST ao longo do 1º semestre foi a sub-região RP e a que apresentou a menor foi RPRPS. A Figura VI-90 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro turbidez apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB e RPRPS. Além disso, a sub-região ARP também foi diferente da sub-região ARP, RQRP e RFRP.

Figura VI-90. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SST) registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



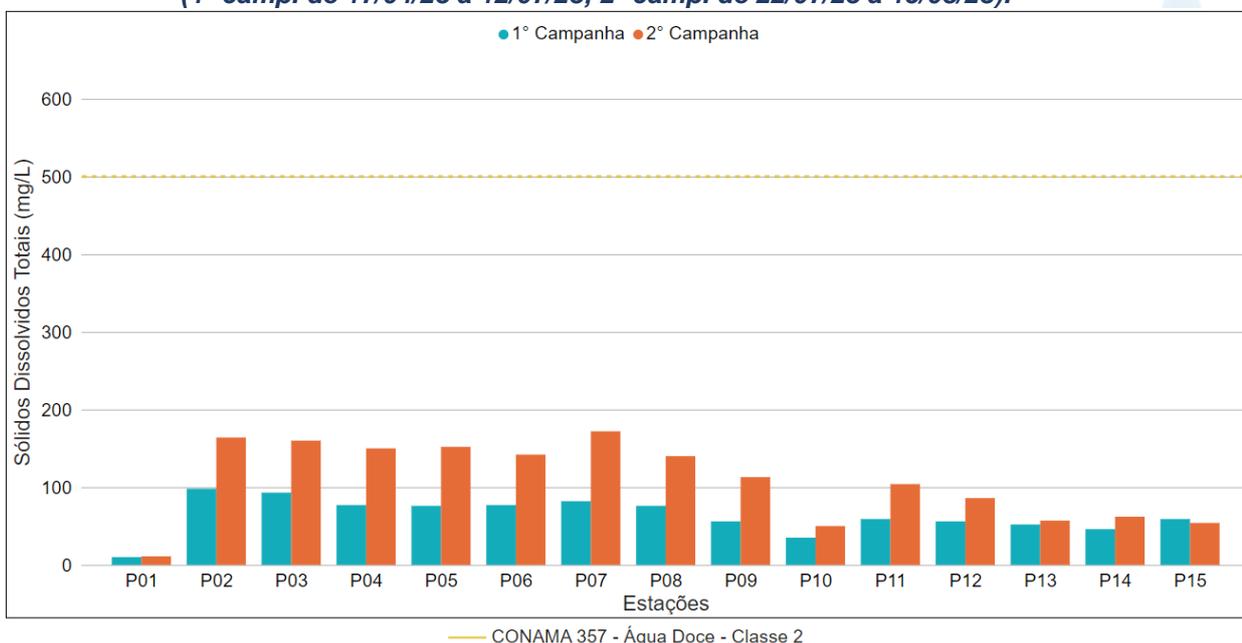
VI.2.1.12 *Sólidos Dissolvidos Totais*

Em uma amostra, as partículas de menores dimensões, capazes de passar por um filtro de tamanho determinado são chamadas de sólidos dissolvidos (VON SPERLING, 2014). De acordo com APHA, AWWA & WEF (2017), os sólidos dissolvidos totais (SDT) são as partículas com tamanho inferior à 2 µm, principalmente íons. Essas partículas, assim como os sólidos suspensos totais, também podem causar danos à biota local (CETESB, 2021).

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

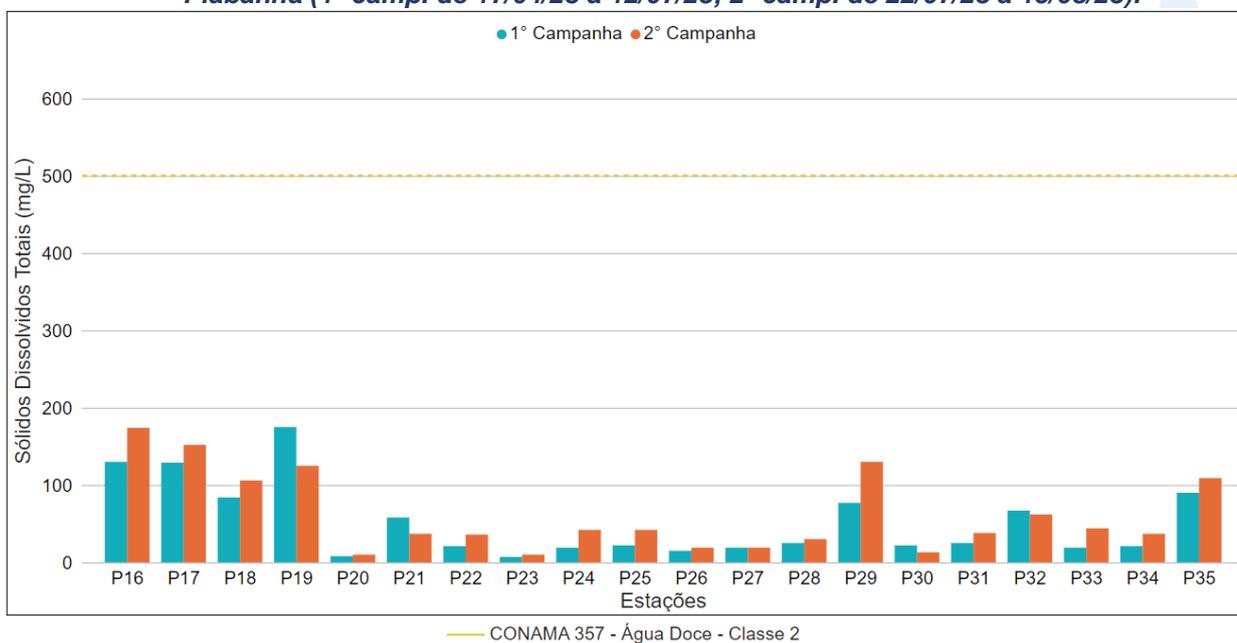
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-91), a média de SDT durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 63 mg/L, com concentração mínima de 10 mg/L (P01) e máxima de 98 mg/L (P02). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 108 mg/L, com mínima de 11 mg/L (P01) e máxima de 172 mg/L (P07). O aumento de SDT da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos de monitoramento, provavelmente está relacionado ao aumento de íons de nitrato (NO_3^-), nitrogênio amoniacal (NH_4^+ forma ionizada, NH_3 forma não ionizada) e ortofosfato (PO_4^{3-}) e da alcalinidade, juntamente com outros parâmetros, como coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo total.

Figura VI-91. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



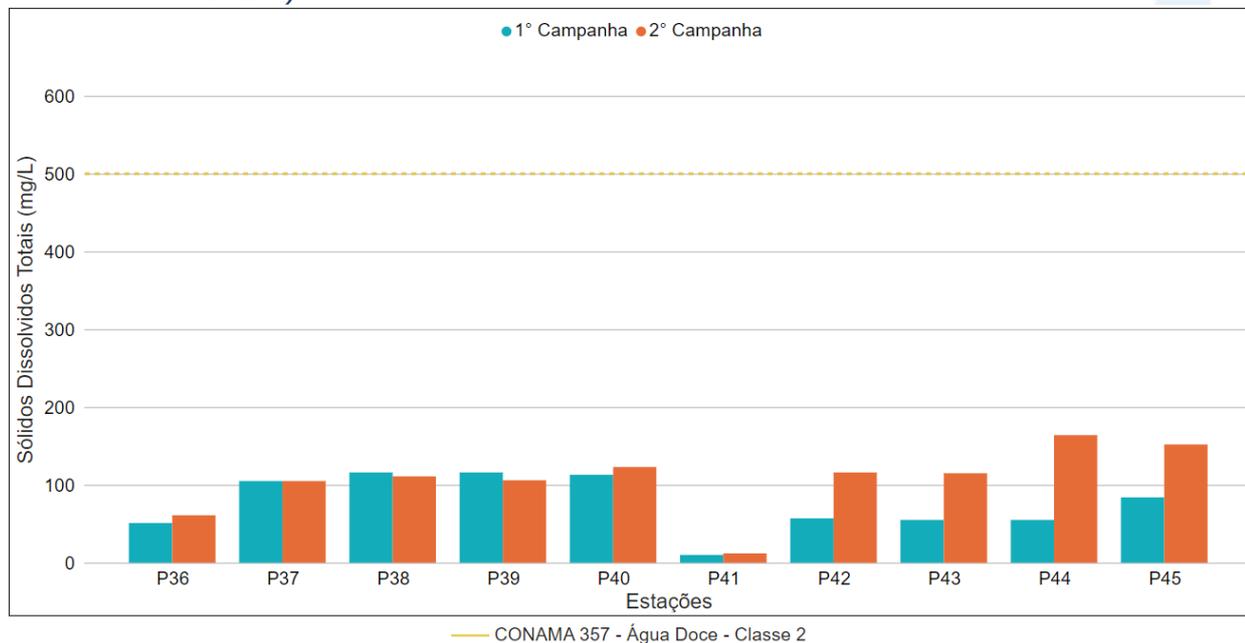
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-92), a média de SDT durante a 1ª campanha foi de 52 mg/L, com variação entre 7 mg/L (P23) e 175 mg/L (P19). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 62 mg/L, com variação entre 10 mg/L (P20 e P23) e 174 mg/L (P16). O aumento de SDT, mesmo que de forma sutil, da 1ª para 2ª campanha na maioria dos pontos de monitoramento, provavelmente está relacionado ao aumento de nitrato, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e alcalinidade, juntamente com outros parâmetros, como coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo total.

Figura VI-92. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



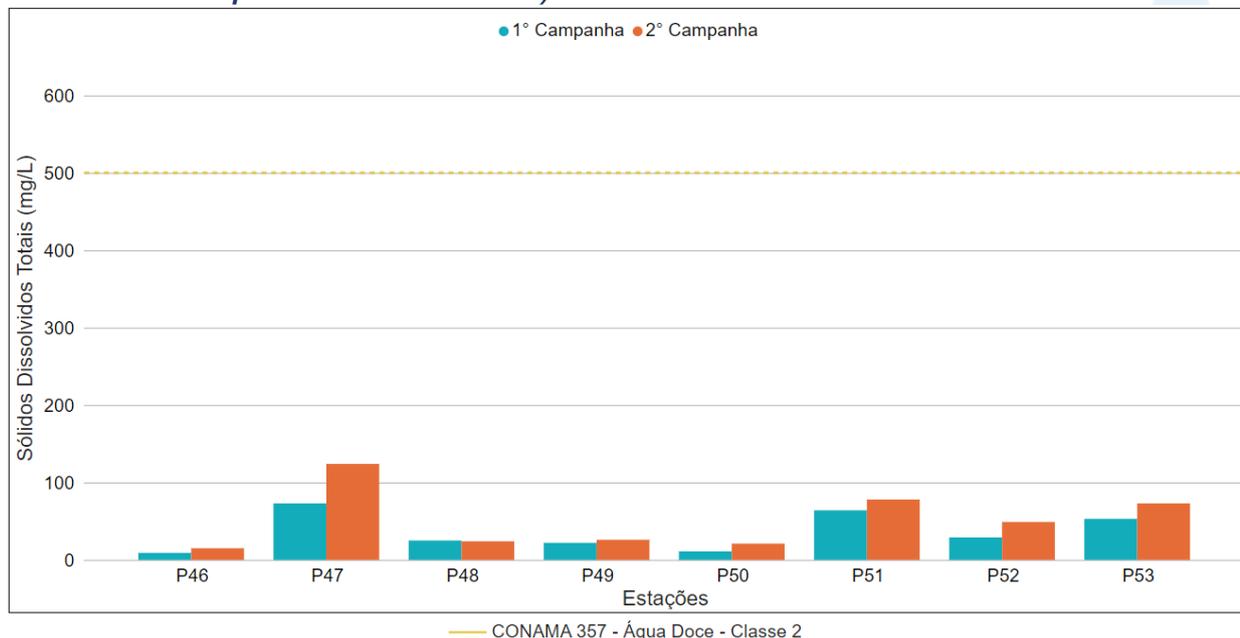
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-93), a média para o parâmetro SDT durante a 1ª campanha foi de 76 mg/L, com concentração mínima de 10 mg/L (P41) e máxima de 116 mg/L (P38 e P39). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 107 mg/L, com mínima de 12 mg/L (P41) e máxima de 164 mg/L (P44). O aumento mais acentuado de SDT nos pontos P42, P43, P44 e P45 provavelmente está relacionado ao aumento de nitrato, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e alcalinidade, juntamente com outros parâmetros, como coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo total.

Figura VI-93. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



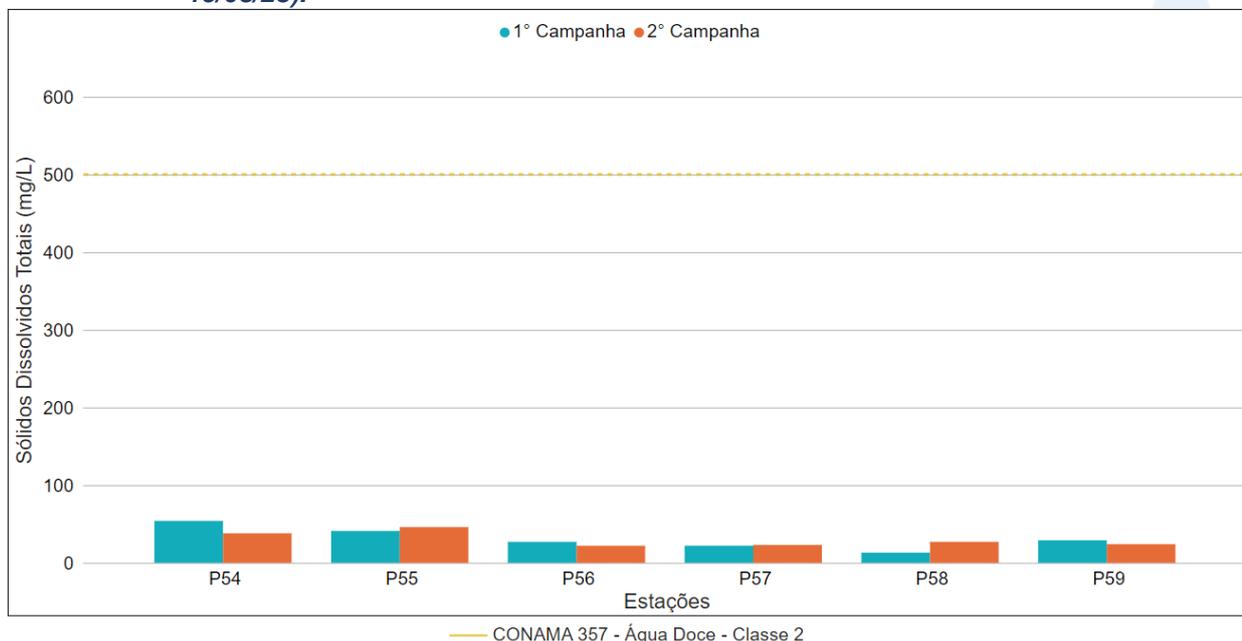
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-94), a concentração média de SDT na 1ª campanha foi de 36 mg/L, com mínima de 9 mg/L (P46) e máxima de 73 mg/L (P47). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 51 mg/L, com mínima de 15 mg/L (P46) e máxima de 124 mg/L (P47). O aumento de SDT da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos de monitoramento, sendo de forma mais acentuada em P47, provavelmente está relacionado ao aumento da alcalinidade e de nitrogênio total. O ponto P47 também apresentou aumento na concentração de fósforo total.

Figura VI-94. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



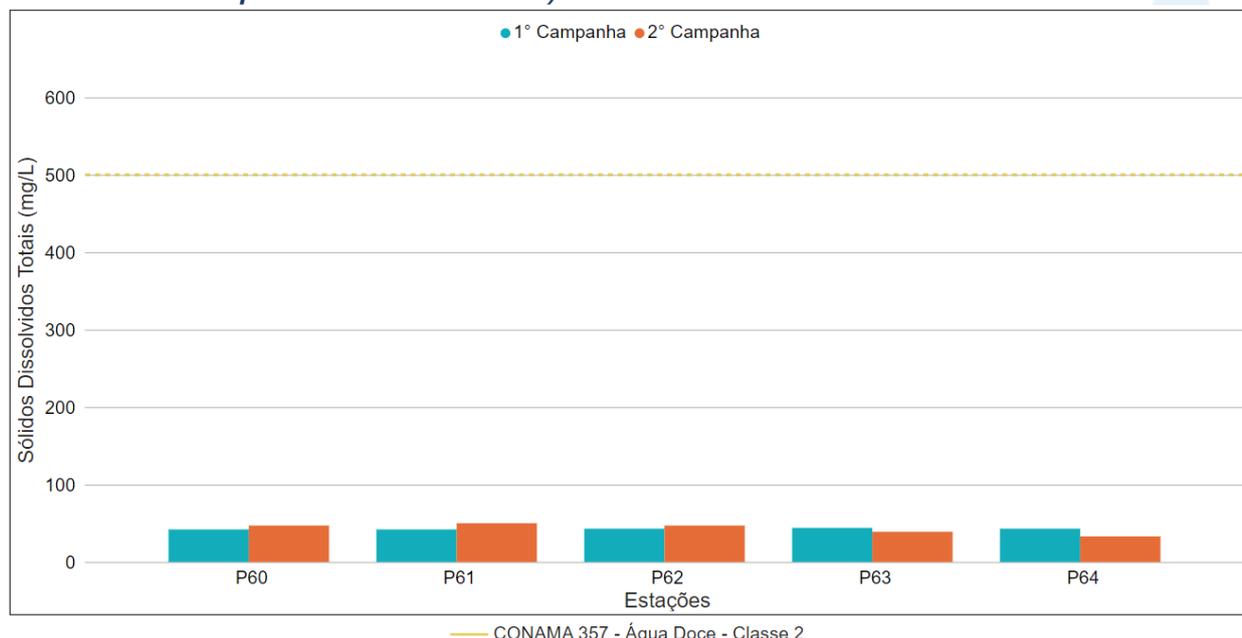
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-95), a média de SDT durante a 1ª campanha foi de 31 mg/L, com variação entre 13 mg/L (P58) e 54 mg/L (P54). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 30 mg/L, com variação entre 22 mg/L (P56) e 46 mg/L (P55). De modo geral, os valores de SDT foram semelhantes da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos, exceto P56 e P58. O ponto P54 apresentou uma redução mais acentuada, que pode estar relacionada a diminuição da alcalinidade, além dos parâmetros nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e dissolvidos totais. Já o ponto P58 apresentou aumento da concentração de SDT, provavelmente devido ao aumento da alcalinidade e do nitrogênio amoniacal.

Figura VI-95. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



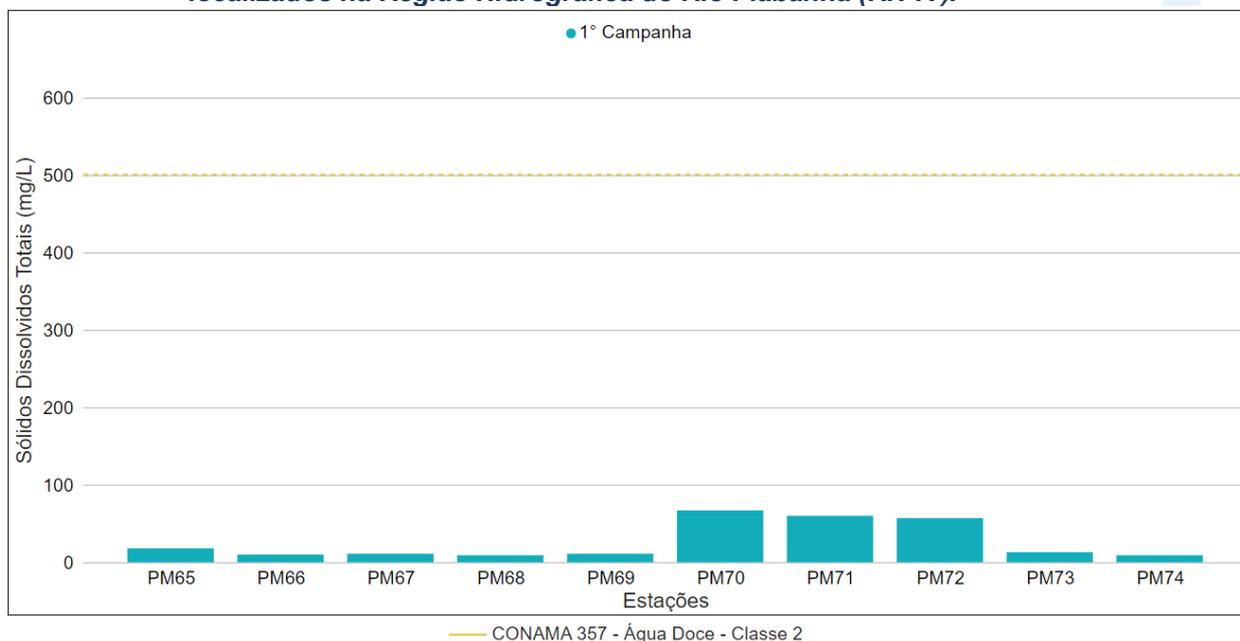
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-96), a média de SDT durante a 1ª campanha foi de 43 mg/L, com variação entre 42 mg/L (P60 e P61) e 44 mg/L (P63). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 43 mg/L, com variação entre 33 mg/L (P64) e 50 mg/L (P60). De maneira geral, os pontos desta sub-região apresentaram pouca variação da concentração de SDT entre as campanhas.

Figura VI-96. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-97), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 27 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM68 e PM74 (9 mg/L) e máximo em PM70 (67 mg/L).

Figura VI-97. Distribuição da concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Todas as amostras do 1º semestre de monitoramento apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (500 mg/L) para o parâmetro SDT.

A média geral do parâmetro SDT, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 61 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 54 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre 7 mg/L (P23) e 175 mg/L (P19). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 74 mg/L com variação entre 10 mg/L (P20 e P23) e 174 mg/L (P16). A distribuição espacial das concentrações de SDT encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-98 e Figura VI-99.

Figura VI-98. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

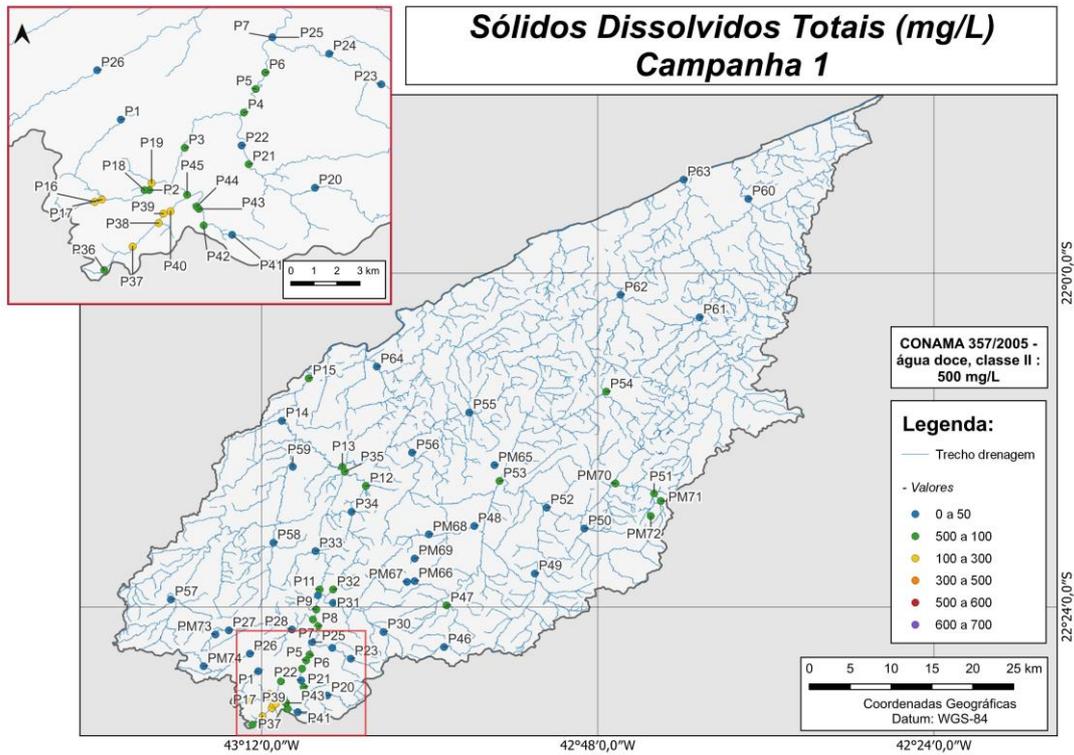
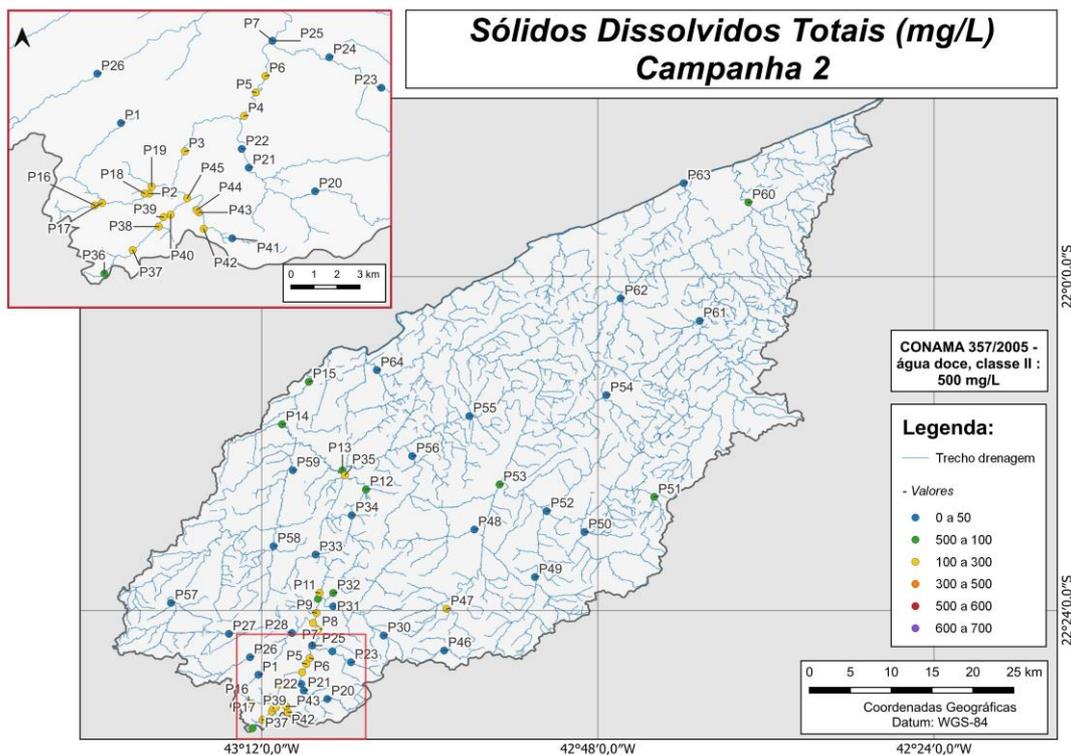


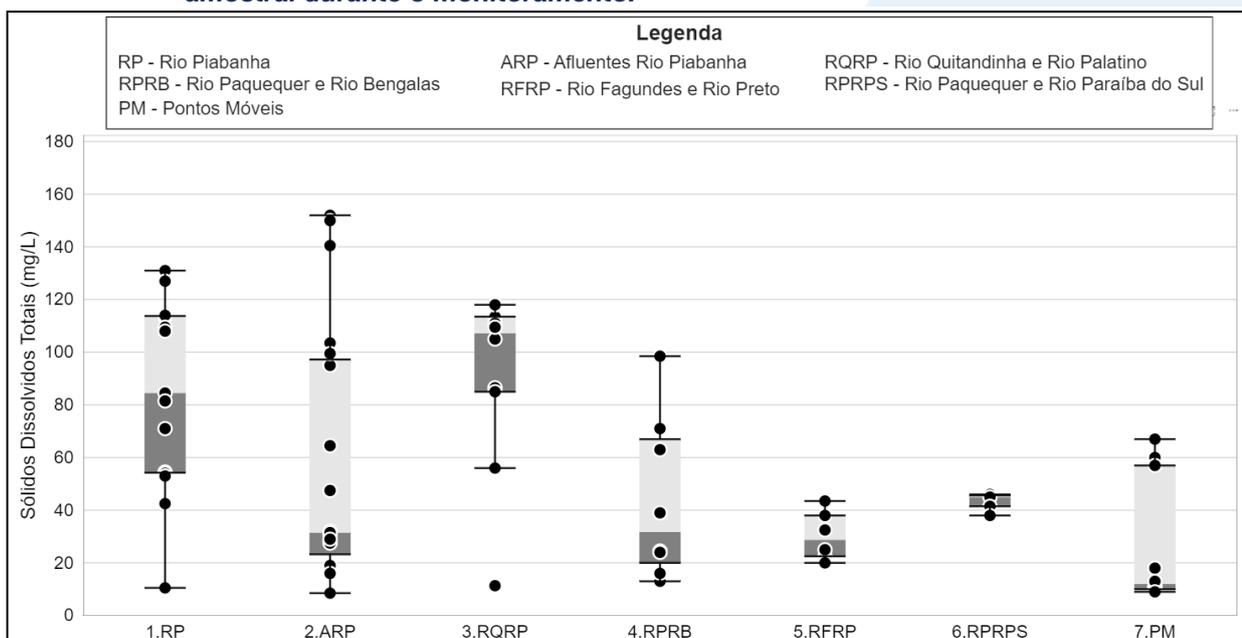
Figura VI-99. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de SDT ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RFRP. A Figura VI-100 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro SDT, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as duas campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação as sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região RQRP também foi diferente das sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS.

Figura VI-100. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.13 Turbidez

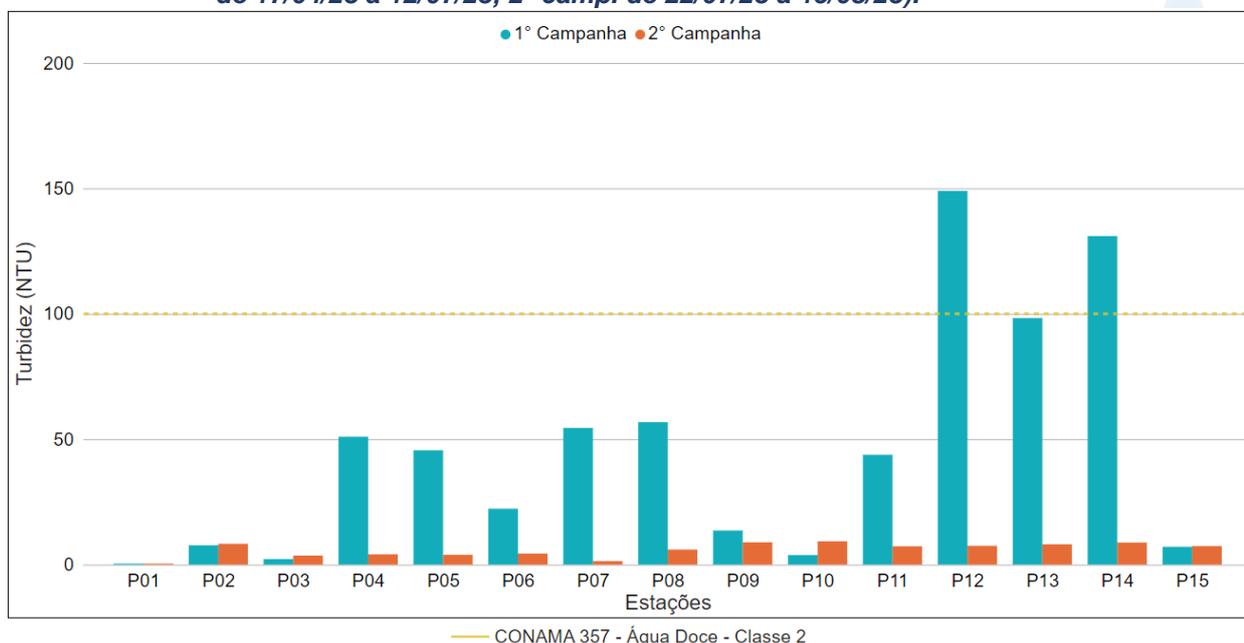
A turbidez representa o grau de atenuação da intensidade luminosa ao atravessar uma amostra de água. Esse grau é mensurado com base na presença de sólidos em suspensão, que podem ser tanto de origem inorgânica (p. ex. areia e argila), como também de origem orgânica (p. ex. plâncton). Diversos fatores podem aumentar a turbidez no ambiente aquáticos, dentre eles, o despejo de esgoto doméstico e efluentes industriais, como também a erosão das margens dos rios (CETESB, 2021). O aumento da turbidez influencia diretamente nas comunidades aquáticas, já que pode reduzir a luminosidade ao longo da coluna d'água e assim alterar as taxas fotossintéticas de macrófitas, mas também pode favorecer o crescimento excessivo de microalgas, podendo causar uma depleção de oxigênio no ambiente, afetando assim a biota local (FAY; SILVA, 2006).

Os valores de turbidez registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-101), a média de turbidez durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 45,8 UNT, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P01), e máxima de 149,0 UNT (P12). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 6,0 UNT, com mínima de 0,4 UNT (P01) e máxima de 9,3 UNT (P10). A redução da turbidez da 1ª para a 2ª campanha, na maioria dos pontos, pode estar associada à redução de SST no mesmo período. Vale lembrar que nesta sub-região a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª para quase todos os pontos, exceto P01 e P15 (onde não foi registrada precipitação em ambas as campanhas). A redução da precipitação, de modo geral, também pode diminuir o aporte de SST, uma vez que carrega menor quantidade de material até os corpos hídricos.

As amostras da 1ª campanha referentes aos pontos P12 e P14 apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (100 mg/L) para o parâmetro turbidez.

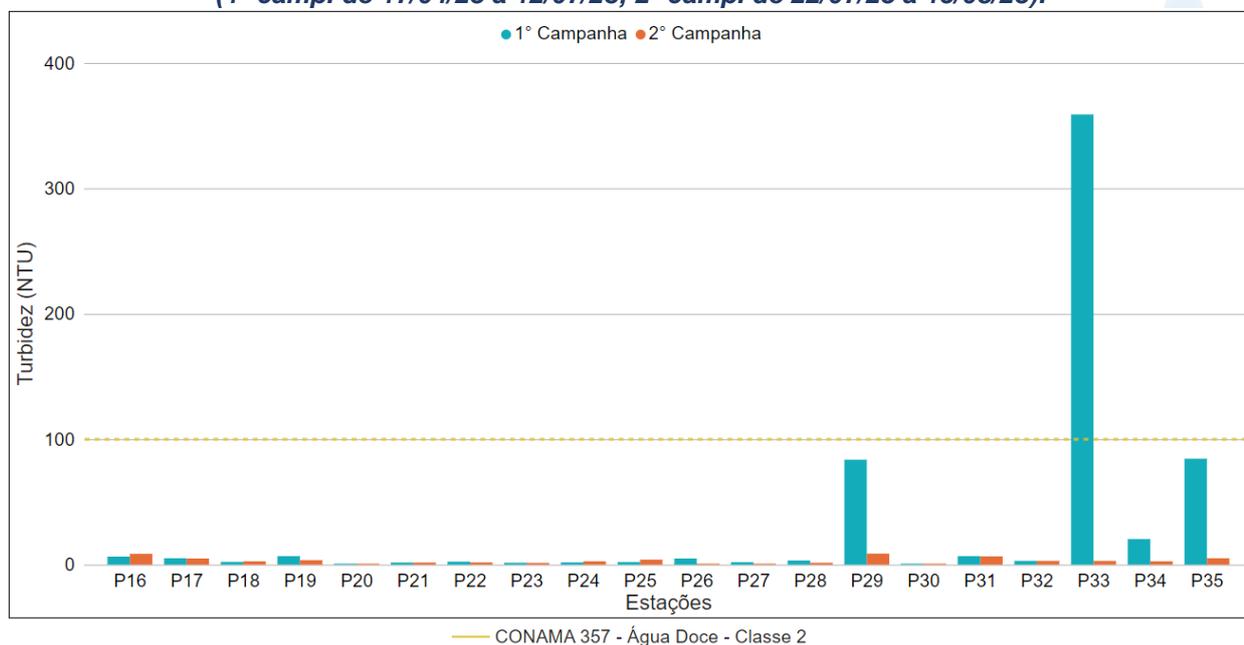
Figura VI-101. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-102), a média de turbidez durante a 1ª campanha foi de 29,9 UNT, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P20), e 359,0 UNT (P33). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 3,2 UNT, com variação entre 0,6 UNT (P20) e 8,8 UNT (P29). A redução acentuada da turbidez da 1ª para a 2ª campanha nos pontos P29, P33, P34 e P35, pode estar associada à redução de SST no mesmo período. Além disso, a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª para quase todos os pontos, exceto P20 e P21, o que pode ter favorecido a redução deste parâmetro.

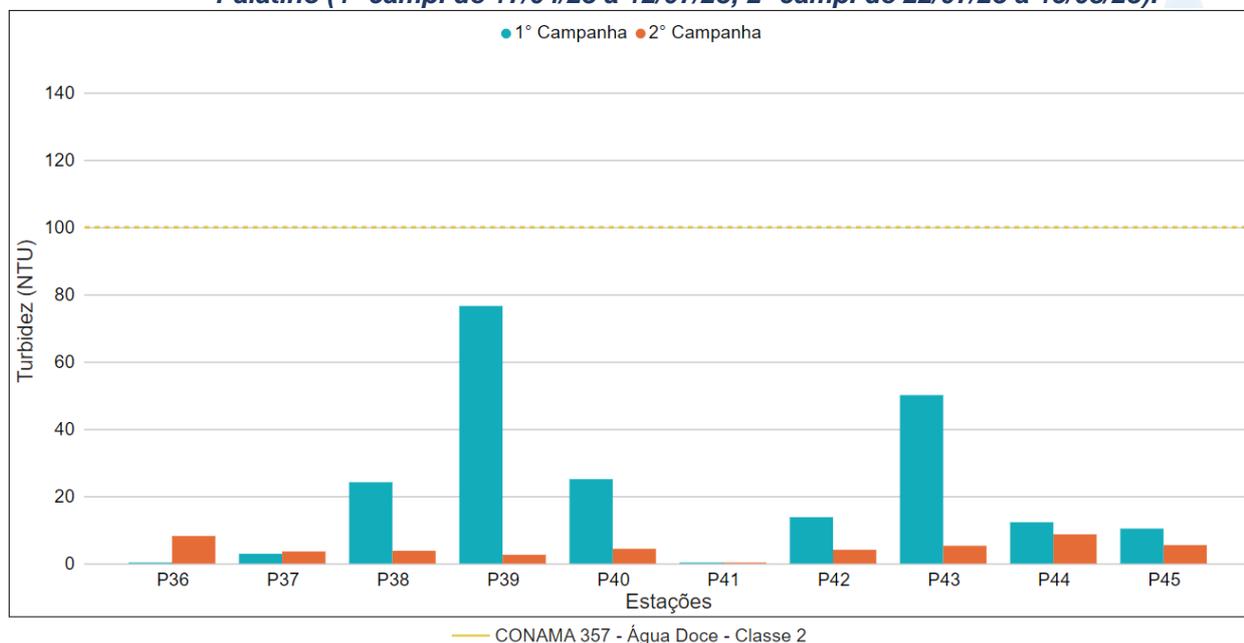
A amostra da 1ª campanha referente ao ponto P33 apresentou valor acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (100 mg/L) para o parâmetro turbidez.

Figura VI-102. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



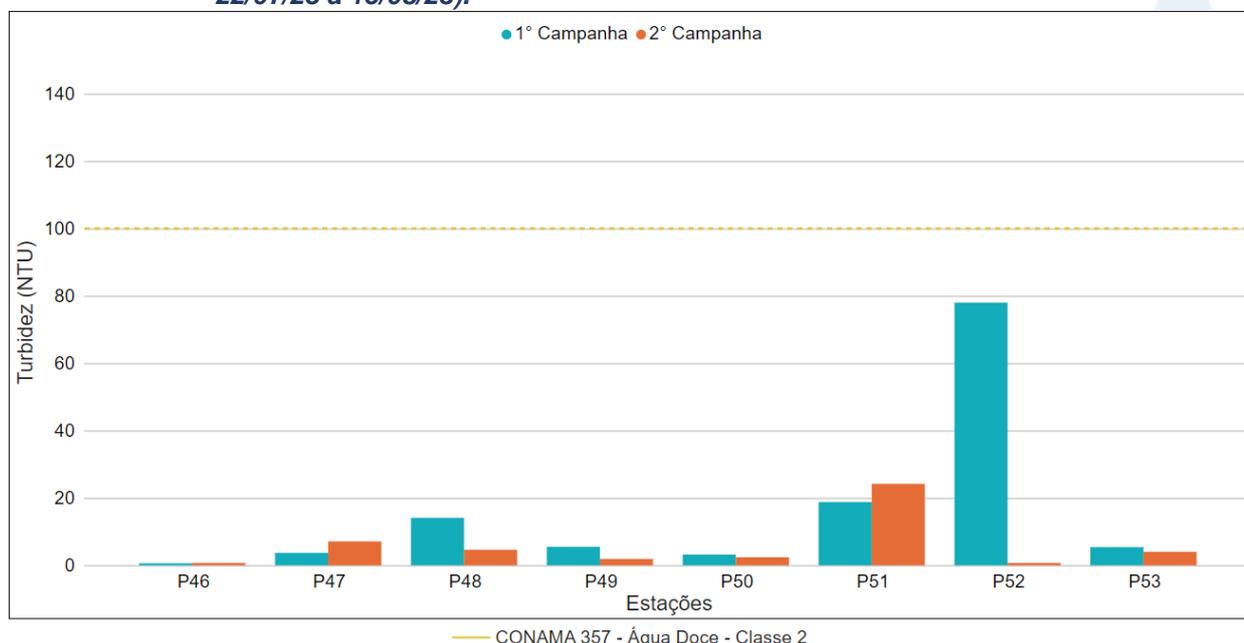
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-103), a média para o parâmetro turbidez durante a 1ª campanha foi de 21,6 UNT, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P36 e P41), e máxima de 76,6 UNT (P39). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 4,7 UNT, com mínima de 0,3 UNT (P41) e máxima de 8,7 UNT (P44). A redução da turbidez da 1ª para a 2ª campanha, em quase todos os pontos (exceto P36, P37 e P41), pode estar associada à redução de SST no mesmo período. Vale lembrar que nesta sub-região a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª na maioria dos pontos, com exceção de P36 e P41.

Figura VI-103. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



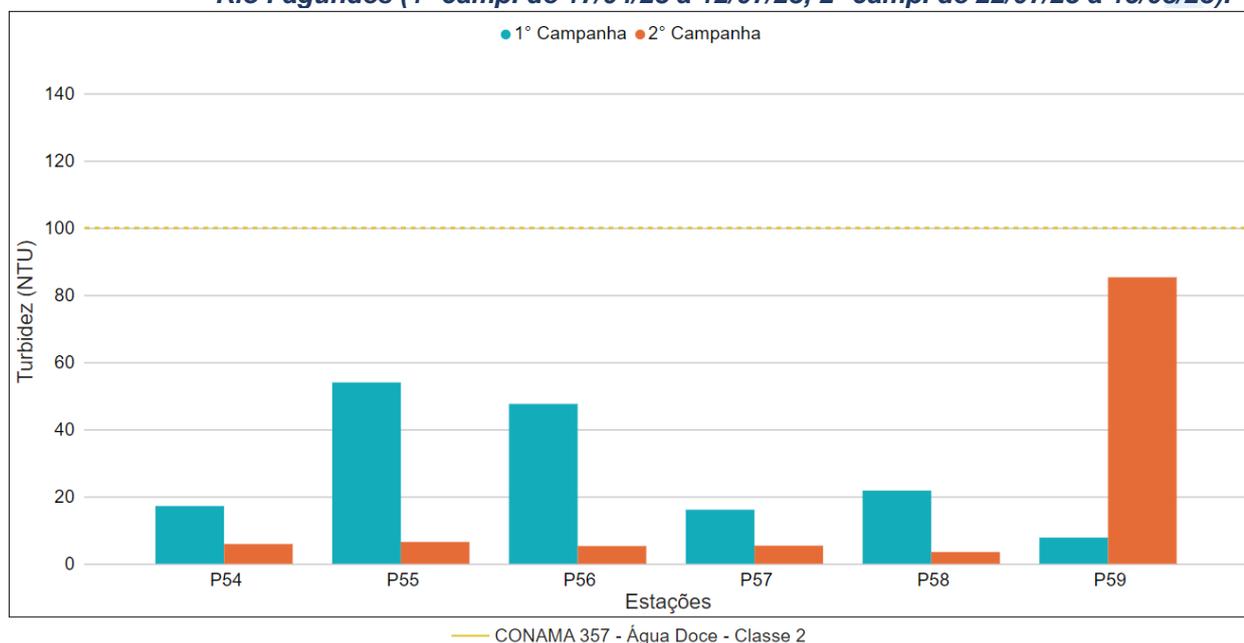
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-104), a concentração média de turbidez na 1ª campanha foi de 16,2 UNT, com mínima de 0,6 UNT (P46) e máxima de 78,0 UNT (P52). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 5,7 UNT, com mínima de 0,7 UNT (P46) e máxima de 24,2 UNT (P51). A redução da turbidez da 1ª para a 2ª campanha, na maioria dos pontos (exceto P47 e P51), pode estar associada à redução de SST no mesmo período. Vale lembrar que nesta sub-região a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª em todos os pontos.

Figura VI-104. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



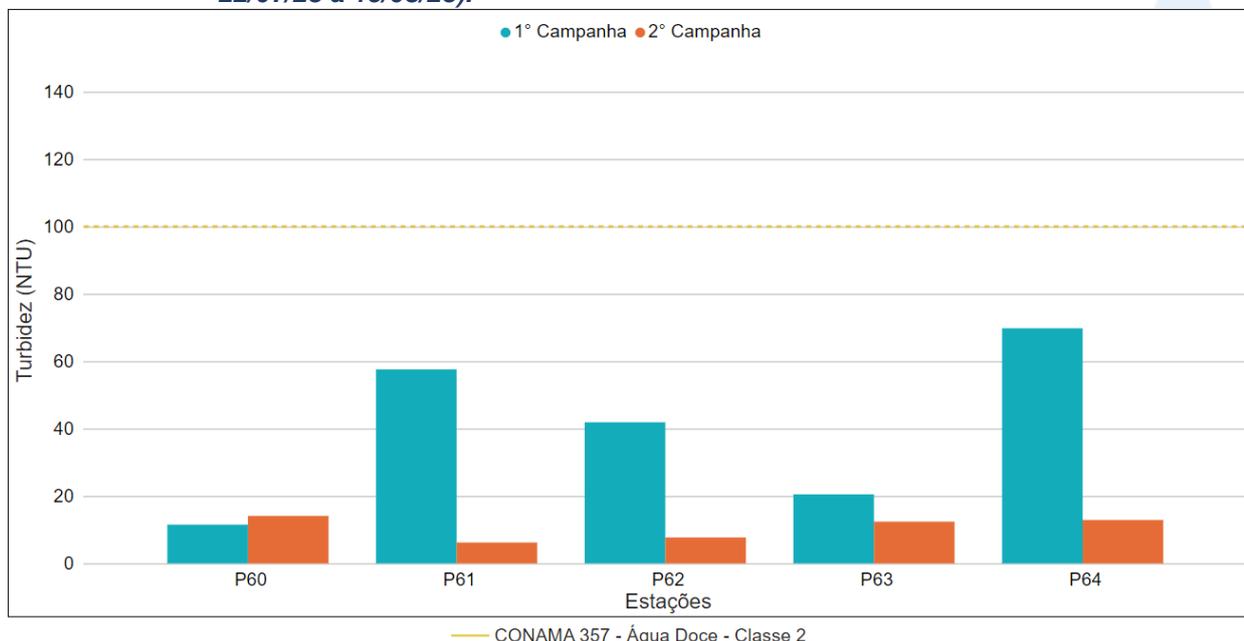
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-105), a média de turbidez durante a 1ª campanha foi de 27,4 UNT, com variação entre 7,8 UNT (P59) e 54,0 UNT (P55). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 18,7 UNT, com variação entre 3,5 UNT (P58) e 85,3 UNT (P59). A maioria dos pontos apresentaram diminuição da turbidez da 1ª para 2ª campanha de monitoramento, e isso pode estar relacionado à redução de SST. Vale lembrar que nesta sub-região a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª para todos os pontos, o que pode ter reduzido o aporte de sólidos. Apenas o ponto P59 apresentou um aumento acentuado deste parâmetro e provavelmente isto está associado ao aumento de SST e nutrientes (nitrogênio e fósforo total) neste ponto.

Figura VI-105. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Preto e Rio Fagundes (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-106), a média de turbidez durante a 1ª campanha foi de 40,3 UNT, com variação entre 11,5 UNT (P60) e 69,8 UNT (P64). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 10,7 UNT, com variação entre 6,2 UNT (P61) e 14,1 UNT (P60). A turbidez apresentou redução da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos, e isso pode estar associada à redução de SST, na maioria dos pontos, no mesmo período. Vale lembrar que nesta sub-região a 2ª campanha apresentou pluviosidade menor que a 1ª em quase todos os pontos, exceto P60, que inclusive foi o ponto que apresentou a menor variação da turbidez entre as campanhas.

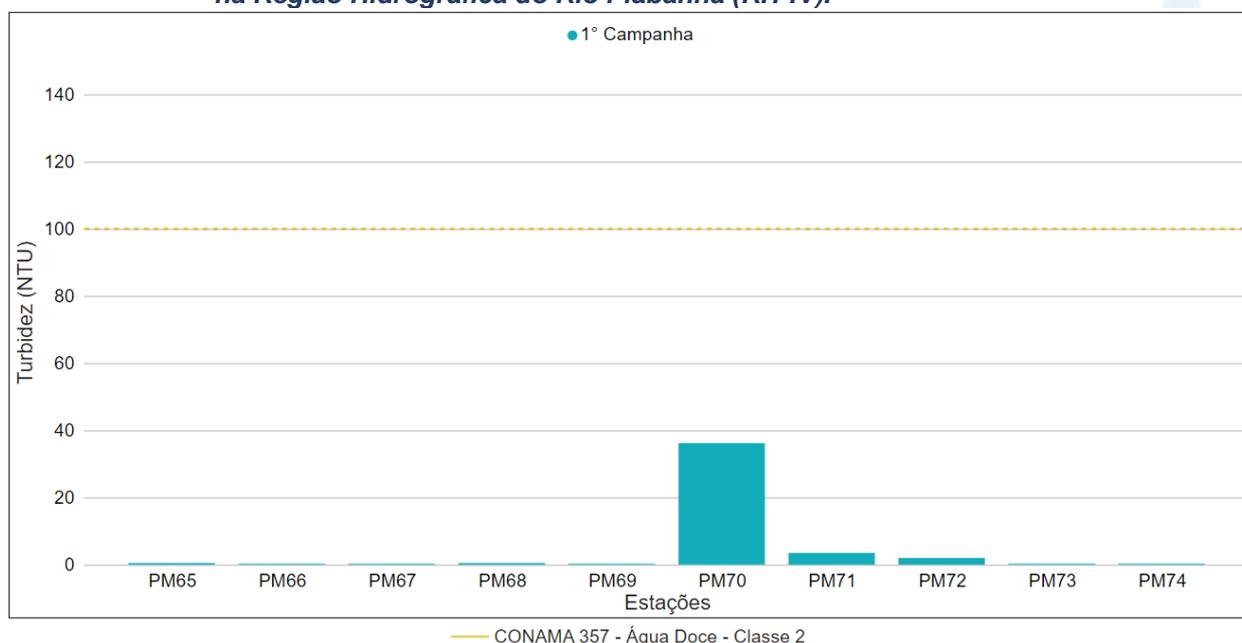
Figura VI-106. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-107), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 4,3 UNT, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM66, PM67 e PM69 (<0,1 UNT) e máximo em PM70 (36,2 UNT).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentou valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (100 mg/L) para o parâmetro turbidez, com exceção de três amostras da 1ª campanha de monitoramento (P12, P14 e P33).

Figura VI-107. Distribuição da concentração de Turbidez registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23). dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro turbidez, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 17,8 UNT. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 31,2 UNT (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P1, P20, P36, P41), e 359,0 UNT (P33). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 6,4 mg/L com variação entre 0,3 UNT (P41) e 85,3 UNT (P59). A distribuição espacial das concentrações de turbidez encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-108 e Figura VI-109.

Figura VI-108. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Turbidez registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

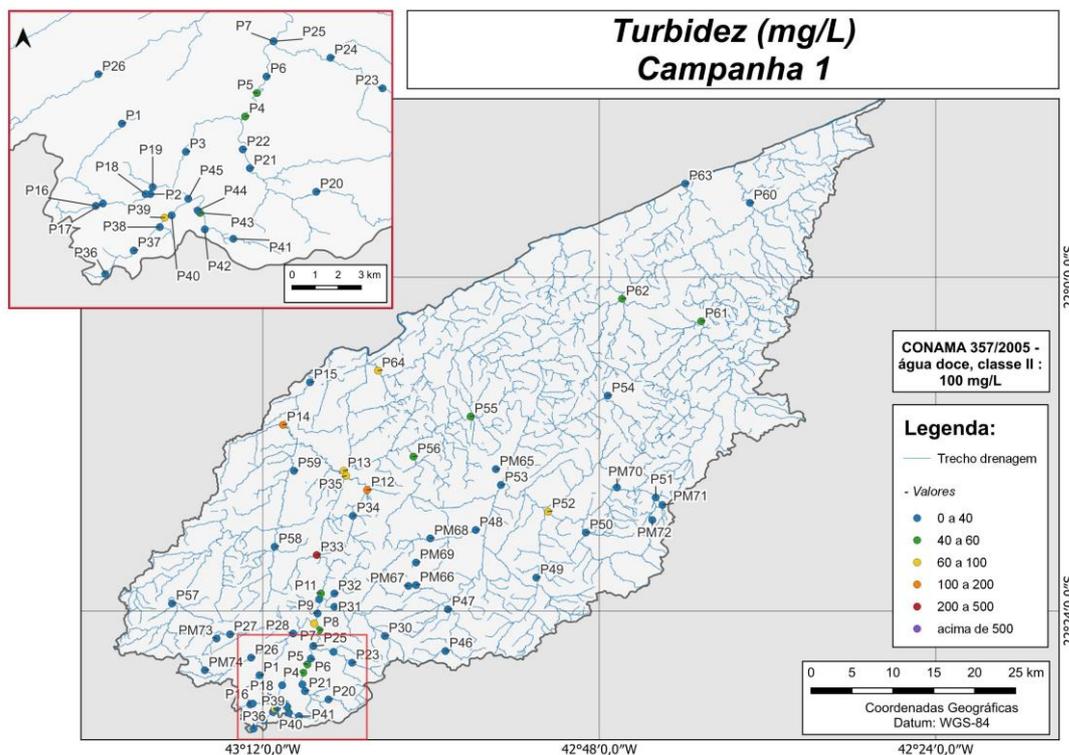
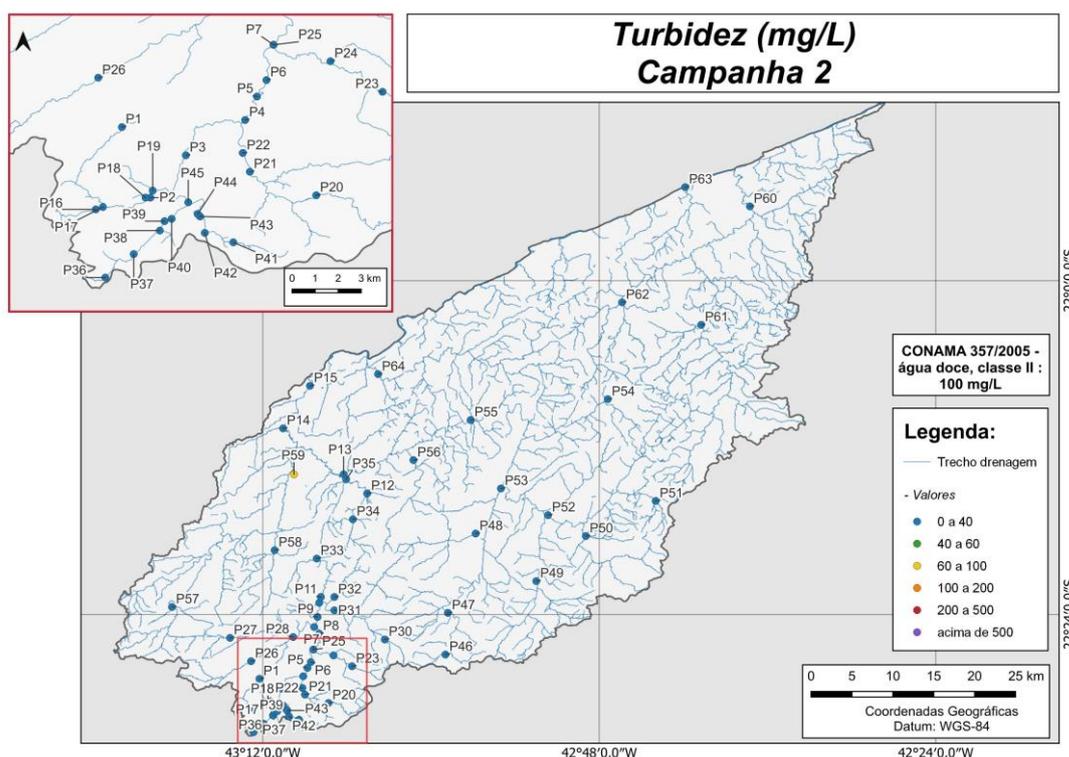


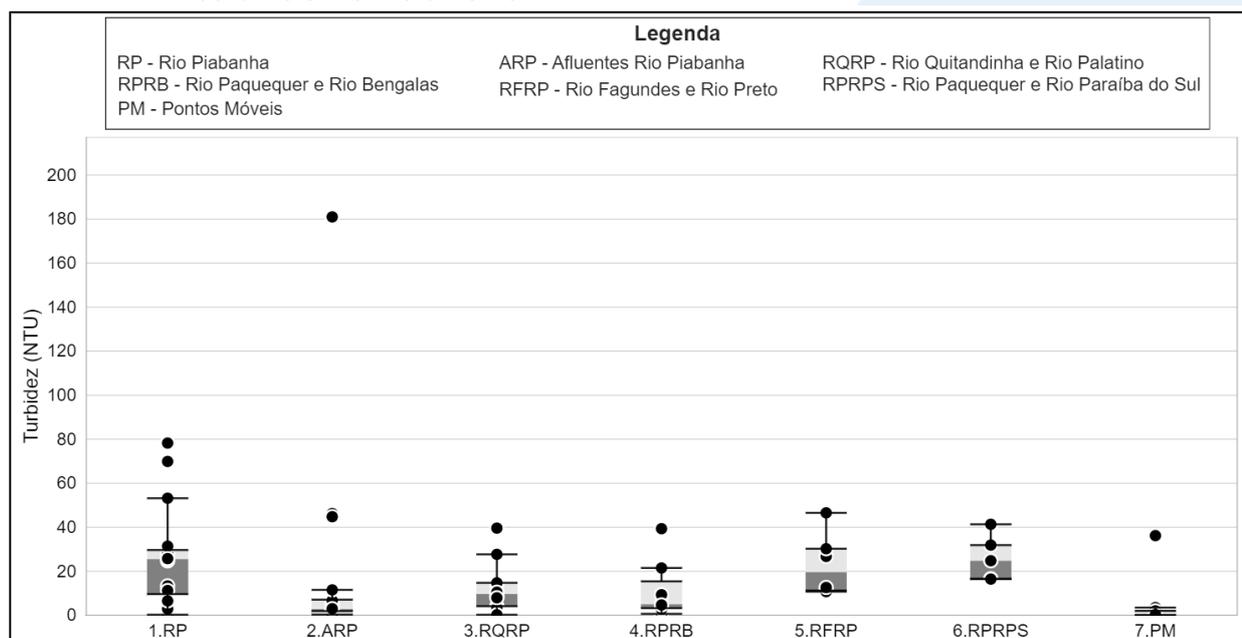
Figura VI-109. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Turbidez registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de turbidez ao longo do 1º semestre foi a sub-região RP e a que apresentou a menor, foi RPRB. A Figura VI-110 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

De acordo com os testes estatísticos, o parâmetro turbidez apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região ARP e as sub-regiões RP, RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região RPRB também foi diferente das sub-regiões RFRP e RPRPS. A sub-região RQRP também foi diferente de RPRPS.

Figura VI-110. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Turbidez registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



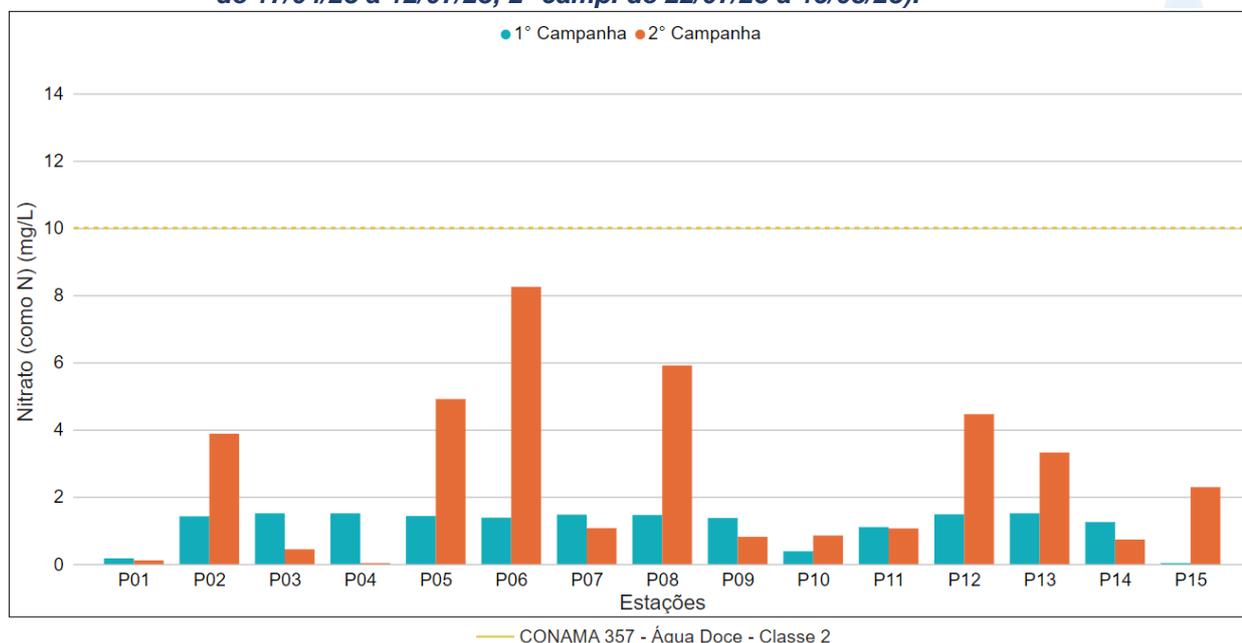
VI.2.1.14 Nitrato

O nitrato é uma forma oxidada do nitrogênio e indica que as descargas de esgoto se encontram distantes. Entretanto, o nitrato pode ser tóxico e até letal para as crianças, pois pode causar uma doença chamada metahemoglobinemia infantil. Por isso, o valor máximo permitido pela Portaria nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde é 10 mg/L, sendo este valor considerado um padrão de potabilidade para o parâmetro (CETESB, 2021).

Os valores de nitrato registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

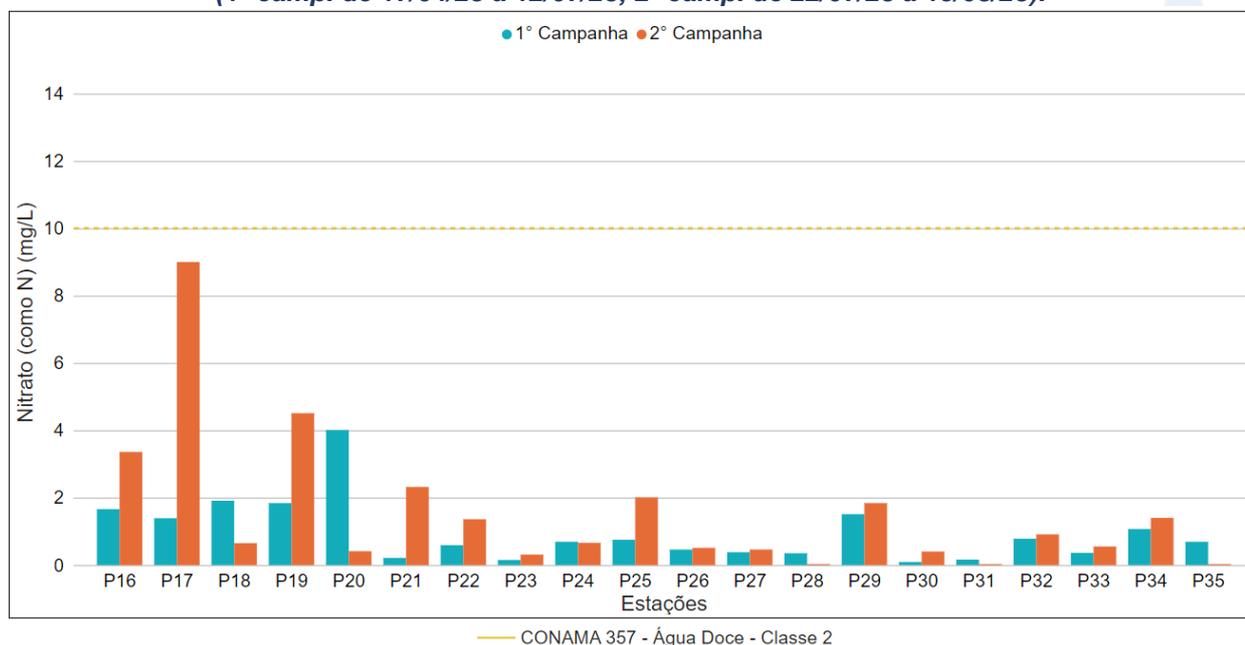
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-111), a média de nitrato durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 1,16 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 0,05 mg/L (P15), e máxima de 1,51 mg/L (P03, P04 e P13). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 2,54 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,015 mg/L (P04), e máxima de 8,25 mg/L (P06). O aumento de nitrato, em alguns pontos, da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes industriais, domésticos e/ou de atividades da agropecuária. Além disso, aterros sanitários mal operados e contaminação por fossas sépticas também pode favorecer o aumento da concentração deste parâmetro no ambiente (CETESB, 2022).

Figura VI-111. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



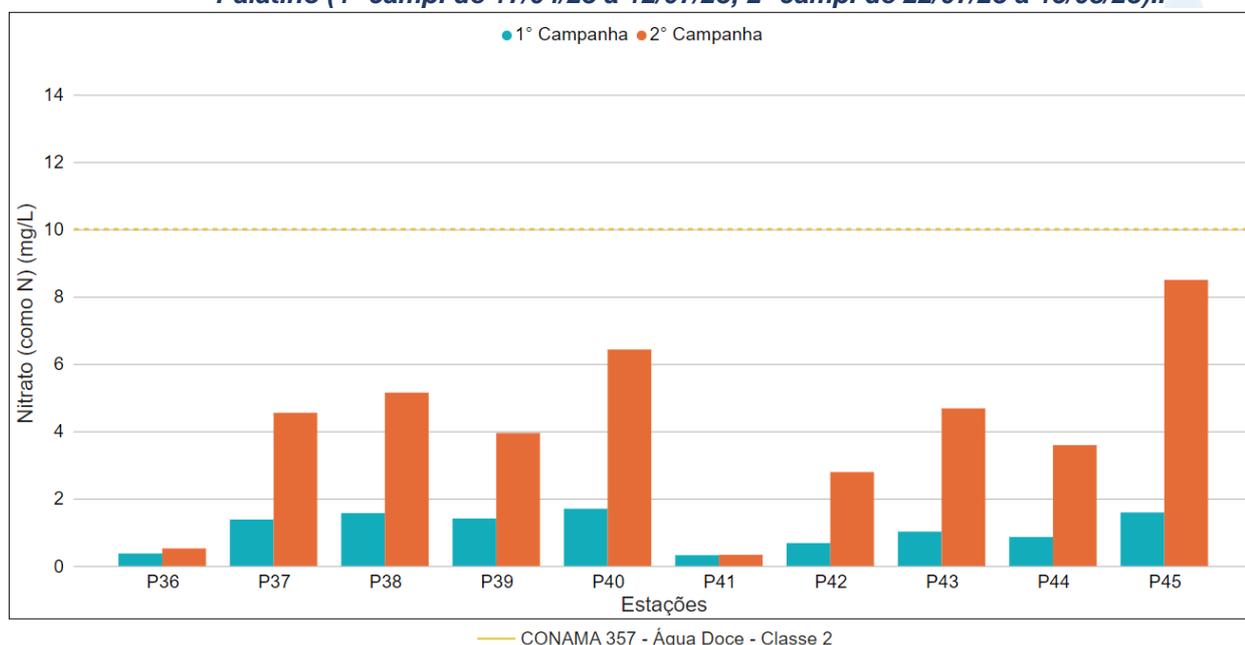
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-112), a média para o parâmetro nitrato durante a 1ª campanha foi de 0,92 mg/L, com concentração mínima de 0,09 mg/L (P30) e máxima de 4,01 mg/L (P20). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 1,49 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,015 mg/L (P28 e P31), e máxima de 9,00 mg/L (P17). O aumento de nitrato, na maioria dos pontos da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionado, principalmente, ao aumento do aporte de esgoto e efluentes nestes corpos hídricos.

Figura VI-112. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-113), a média de nitrato durante a 1ª campanha foi de 1,09 mg/L, com variação entre 0,32 mg/L (P41) e 1,70 mg/L (P40). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 4,05 mg/L, com variação entre 0,33 mg/L (P41) e 8,50 mg/L (P45). O aumento de nitrato em todos os pontos da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionado, a algum aporte de nitrito nesta sub-região, oriundo principalmente de esgoto sanitário e efluentes. O parâmetro OD também apresentou redução em todos os pontos e no ambiente aquático, o nitrito é rapidamente oxidado para nitrato (forma mais estável).

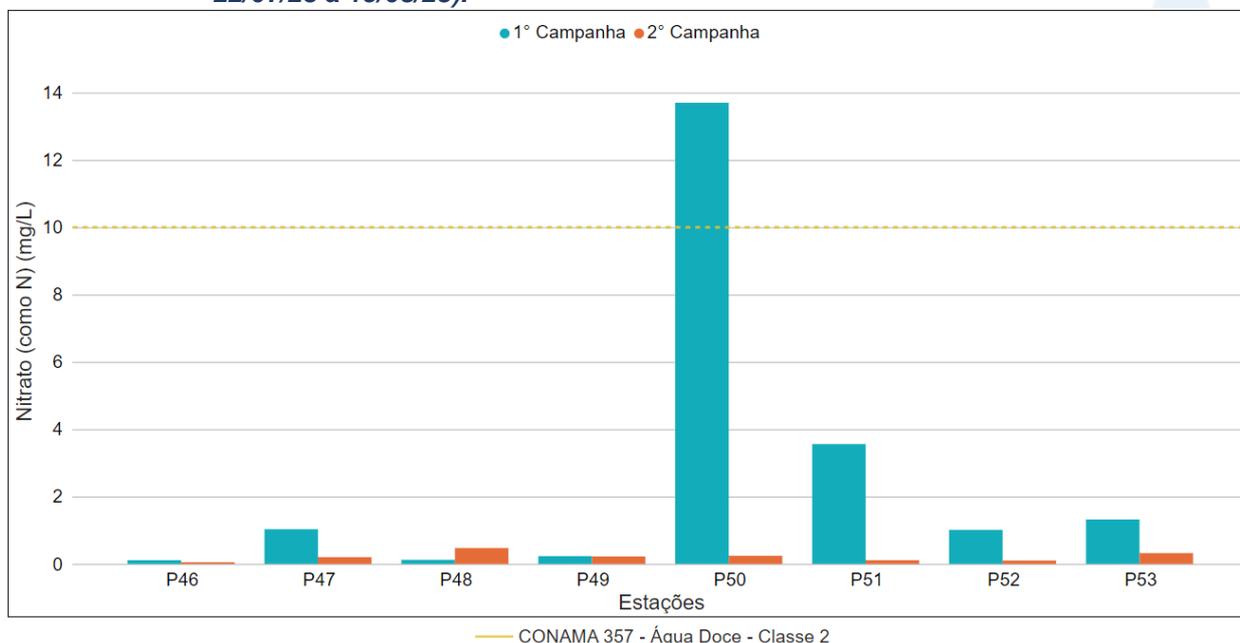
Figura VI-113. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23)..



Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-114), a concentração média de nitrato na 1ª campanha foi de 2,64 mg/L, com mínima de 0,11 mg/L (P46) e máxima de 13,70 mg/L (P50). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,21 mg/L, com mínima de 0,05 mg/L (P46) e máxima de 0,47 mg/L (P48). A redução de nitrato da 1ª para 2ª campanha de monitoramento ocorreu na maioria dos pontos, entretanto foi de forma mais acentuada em P50 e, provavelmente, está relacionada a diminuição do aporte de esgoto e efluentes no ambiente, já que o parâmetro nitrogênio total também apresentou redução.

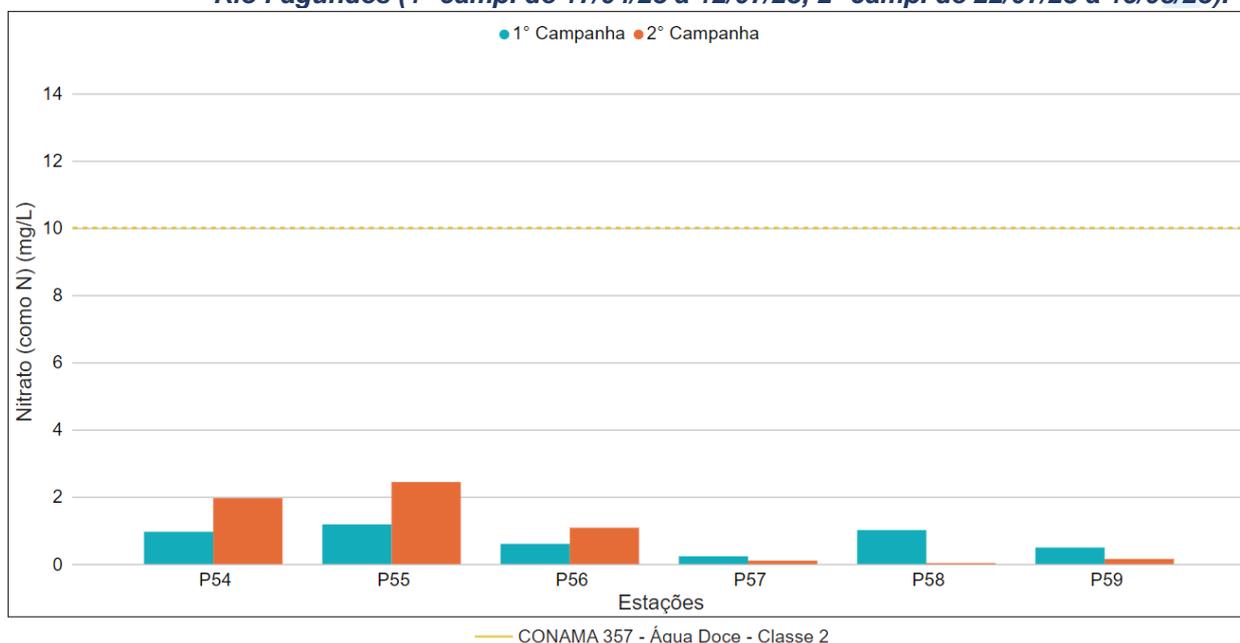
A amostra da 1ª campanha referente ao ponto P50 apresentou valor acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (10 mg/L) para o parâmetro nitrato.

Figura VI-114. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



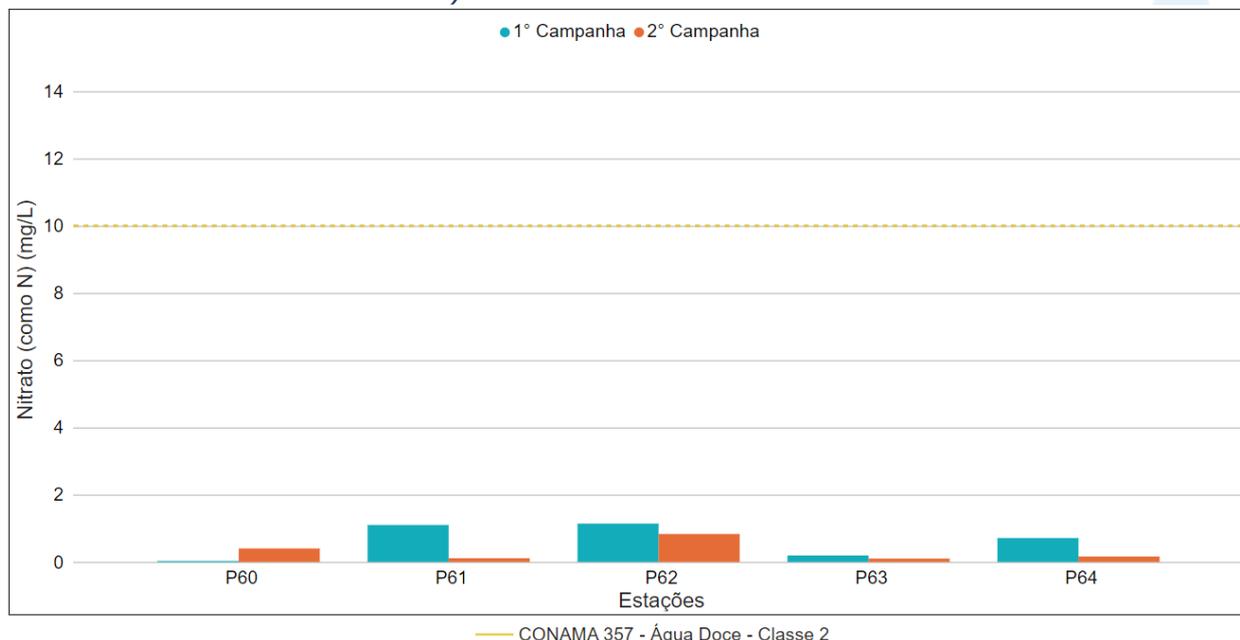
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-115), a média de nitrato durante a 1ª campanha foi de 0,75 mg/L, com variação entre 0,23 mg/L (P57) e 1,18 mg/L (P55). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,96 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,015 mg/L (P58), e 2,44 mg/L (P55). O aumento de nitrato, de forma mais acentuada nos pontos P54 e P55, da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento, podendo estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto, assim como a redução mais acentuada no ponto P58, provavelmente está relacionada com a diminuição desse aporte. Vale lembrar que P54 e P55 também apresentaram aumento do parâmetro coliformes termotolerantes, que é um indicativo da contribuição de esgoto sanitário.

Figura VI-115. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Preto e Rio Fagundes (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-116), a média de nitrato durante a 1ª campanha foi de 0,63 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,05 mg/L (P60), e 1,14 mg/L (P62). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,32 mg/L, com variação entre 0,10 mg/L (P63) e 0,83 mg/L (P62). De maneira geral, os pontos apresentaram pouca variação da concentração de nitrato entre as campanhas, entretanto a redução da concentração, exceto P60, nos pontos pode estar associada a uma redução do aporte de efluentes e esgoto, já que também foi verificada redução de nitrogênio total em todos os pontos.

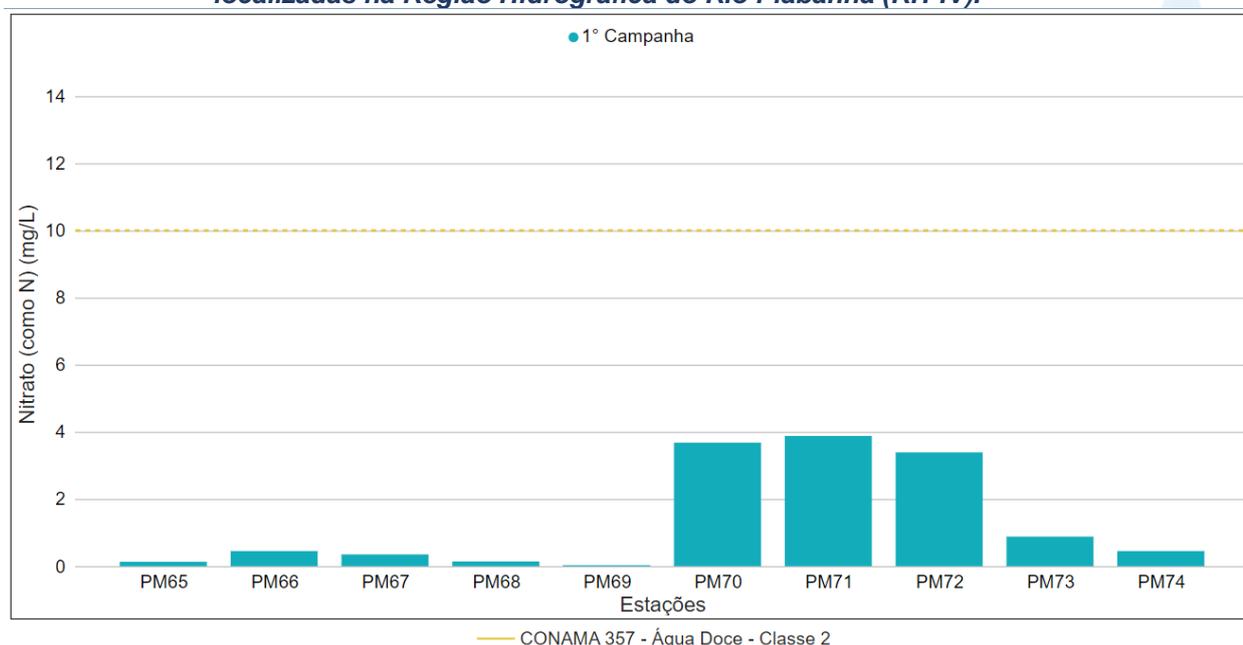
Figura VI-116. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-117), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 1,34 mg/L, sendo o valor mínimo registrado no ponto PM69 (<0,05 mg/L) e máximo em PM71 (3,88 mg/L).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentou valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (10 mg/L) para o parâmetro nitrato, com exceção de uma amostra da 1ª campanha de monitoramento (P50).

Figura VI-117. Distribuição da concentração de Nitrato registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro nitrato, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 1,51 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 1,19 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,05 mg/L (P15 e P60), e 13,70 mg/L (P50). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 1,85 mg/L com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,015 mg/L (P4, P28, P31 e P58) e 9,0 mg/L (P17). A distribuição espacial das concentrações de nitrato encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-118 e Figura VI-119.

Figura VI-118. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrato registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

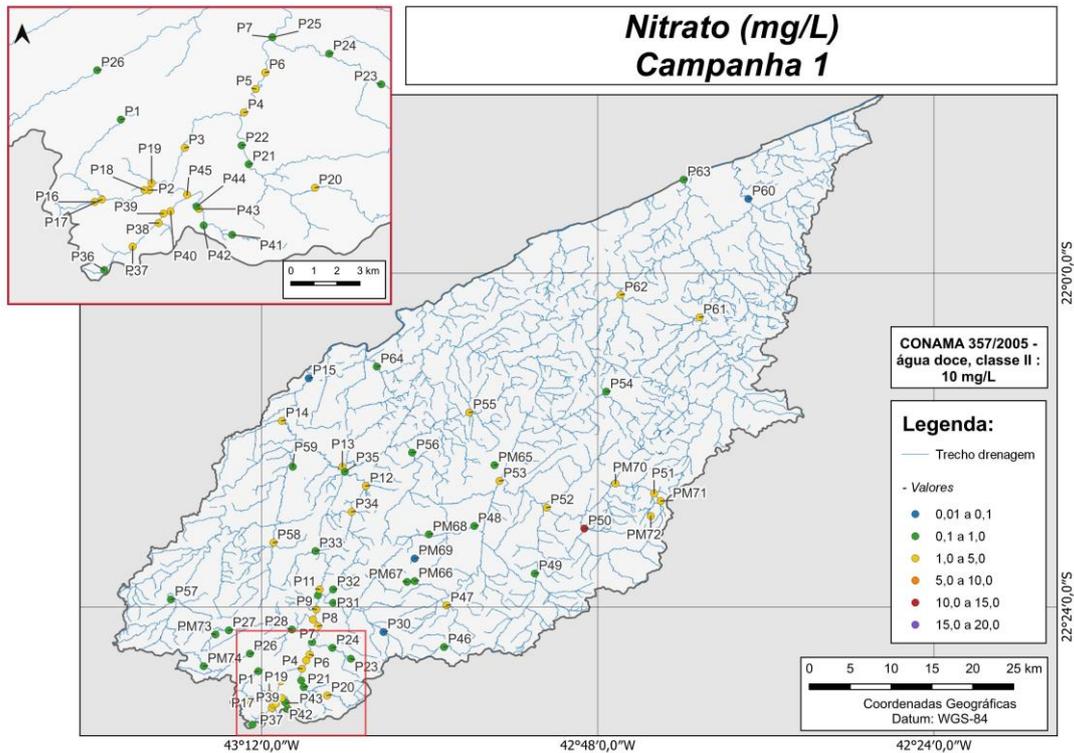
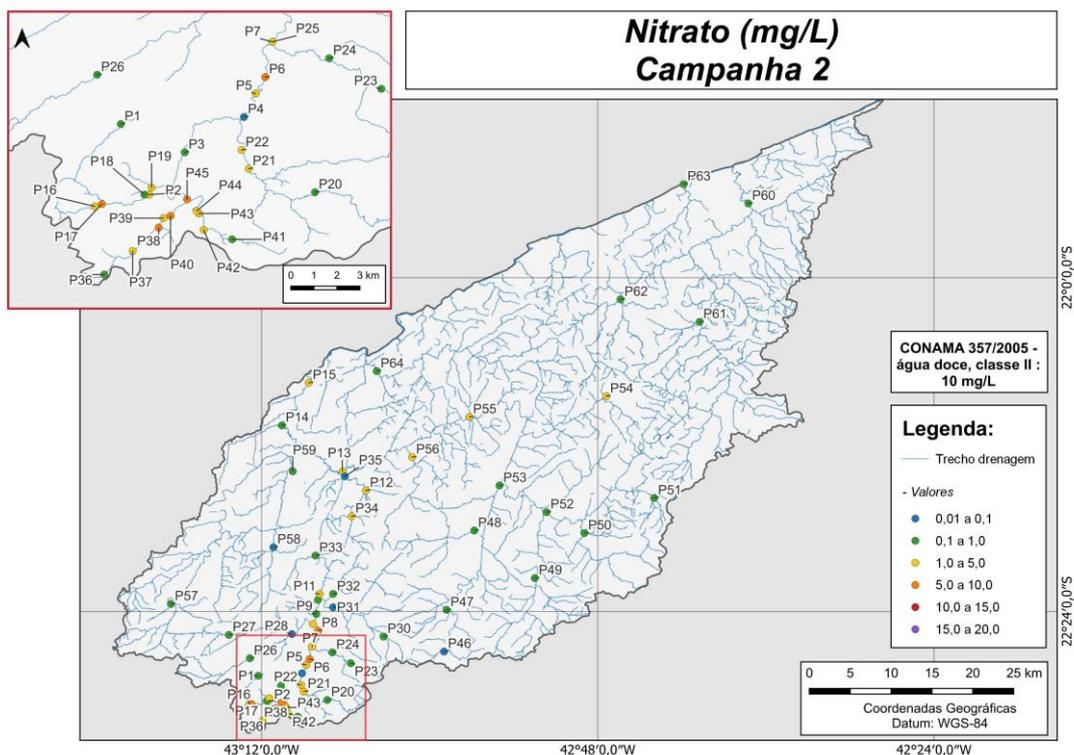


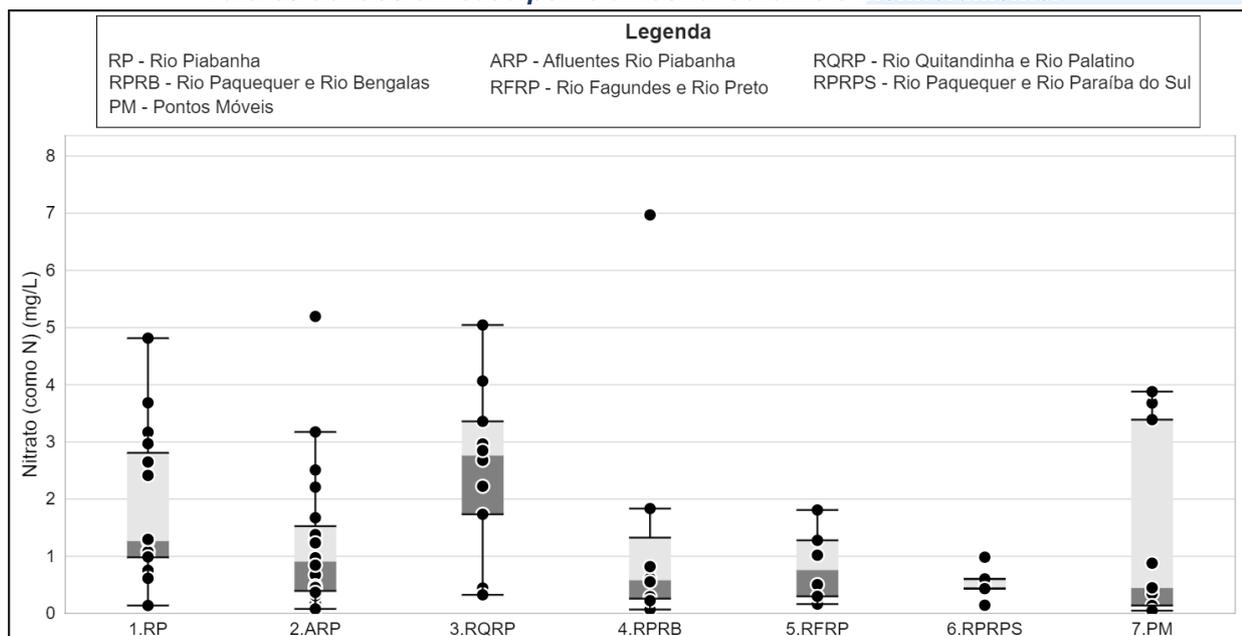
Figura VI-119. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrato registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de nitrato ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor foi RPRPS. A Figura VI-120 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro nitrato, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RQRP e as sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região RP também foi diferente das sub-regiões RPRB e RPRPS.

Figura VI-120. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Nitrato registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



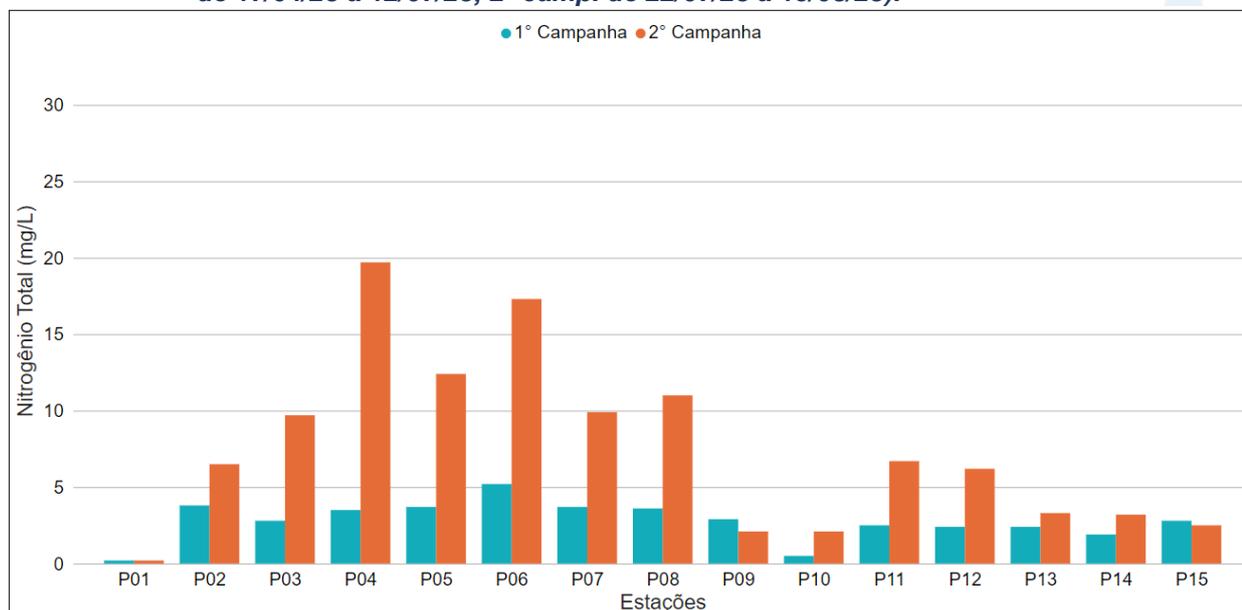
VI.2.1.15 Nitrogênio Total

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas, porém as principais fontes são de esgotos sanitários e efluentes industriais. A atmosfera também é uma fonte importante, já que diversos organismos possuem mecanismos de biofixação e incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos. O escoamento de águas pluviais tanto em áreas agrícolas, como em urbanas também contribui com diversas formas de nitrogênio. Assim como o fósforo, o nitrogênio é um dos principais nutrientes para os processos biológicos e, quando descarregado de forma excessiva no ambiente aquático, pode torná-lo eutrofizado (CETESB, 2021).

Os valores de nitrogênio total (NT) registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

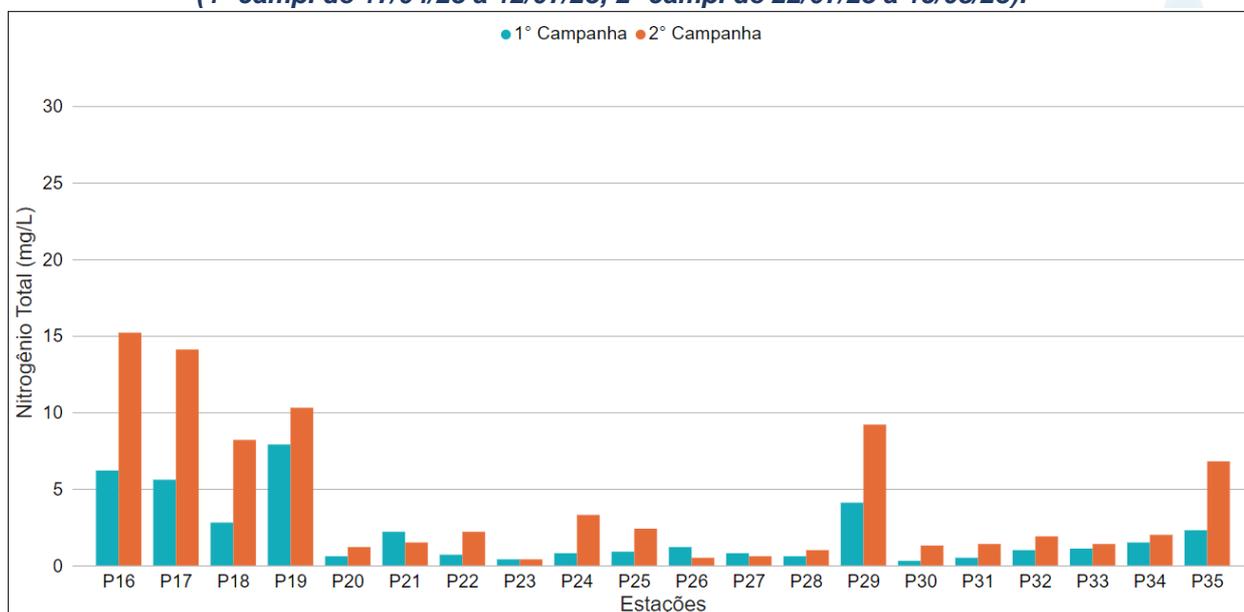
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-121), a média de nitrogênio total durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 2,8 mg/L, com concentração mínima de 0,2 mg/L (P01), e máxima de 5,2 mg/L (P06). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 7,5 mg/L, com mínima de 0,2 mg/L (P01) e máxima de 19,7 mg/L (P04). O aumento de nitrogênio total, na maioria das amostras, da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes industriais e esgotos sanitários nestes pontos. Vale lembrar que ocorreu também aumento de coliformes termotolerantes na maioria das estações e que este parâmetro é um indicativo de contaminação fecal. O ponto P04 apresentou a maior concentração de nitrogênio total, sendo a maior parte referente à fração nitrogênio amoniacal. Já para P06 a maior parte foi referente à fração nitrato.

Figura VI-121. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



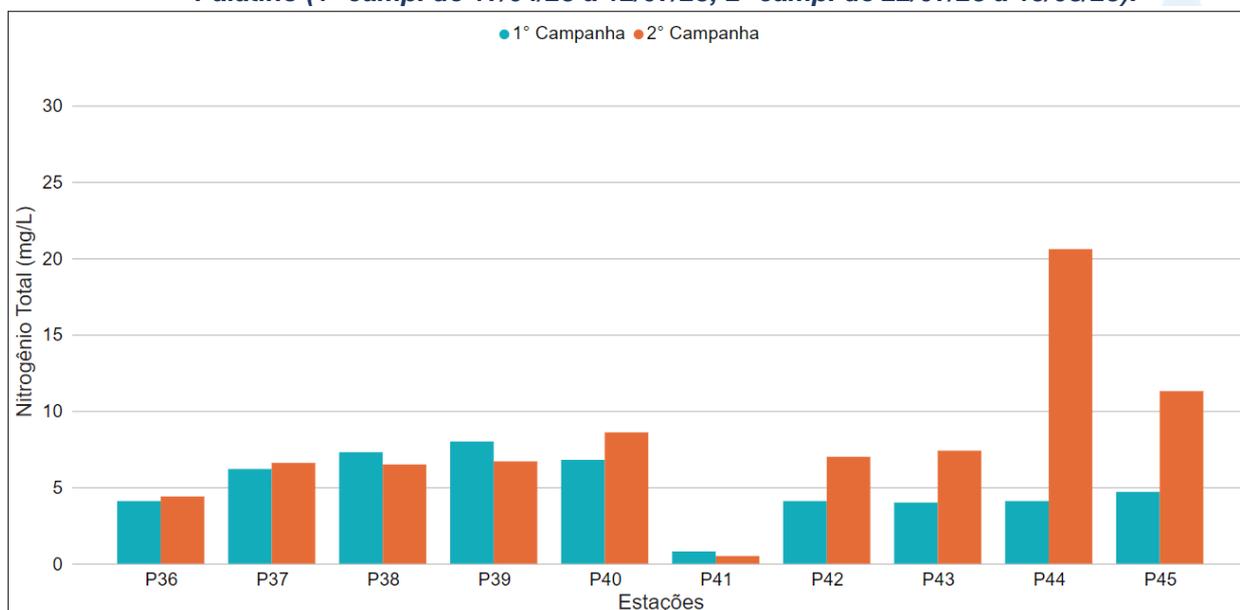
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-122), a média para o parâmetro nitrogênio total durante a 1ª campanha foi de 2,2 mg/L, com concentração mínima de 0,3 mg/L (P30) e máxima de 7,9 mg/L (P19). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 4,3 mg/L, com mínima de 0,4 mg/L (P23) e máxima de 15,2 mg/L (P16). O aumento de nitrogênio total, na maioria das amostras, da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto nestes pontos. Vale lembrar que o parâmetro coliformes termotolerantes também apresentou aumento ou manutenção de valores elevados (igual ou acima de 160.000 NMP/100 mL) na maioria das estações. O ponto P16 apresentou maiores concentrações de nitrogênio total nesta sub-região, sendo a maior parte referente à fração nitrogênio amoniacal, enquanto no ponto P17 a maior parte foi referente à fração nitrato.

Figura VI-122. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



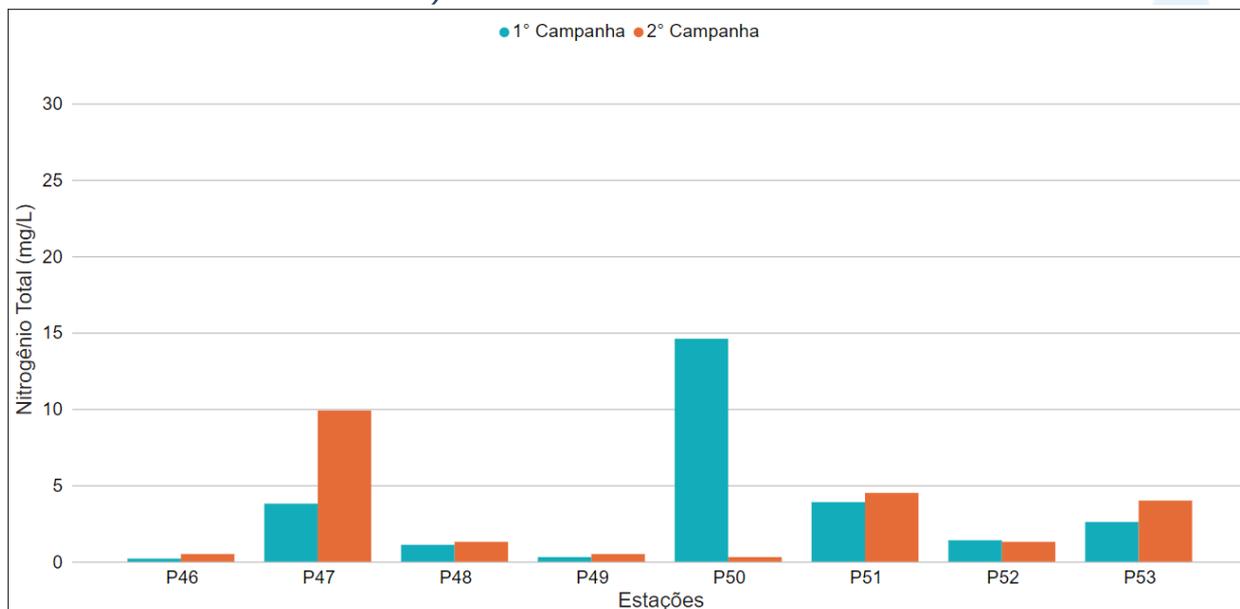
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-123), a média de nitrogênio total durante a 1ª campanha foi de 5,0 mg/L, com variação entre 0,8 mg/L (P41) e 8,0 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 8,0 mg/L, com variação entre 0,5 mg/L (P41) e 20,6 mg/L (P44). O aumento de nitrogênio total de forma mais acentuada da 1ª para a 2ª campanha nos pontos P40, P42, P43, P44 e P45 pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto nestes pontos. Vale lembrar que o parâmetro coliformes termotolerantes apresentou aumento ou manutenção de concentração elevada (igual ou acima de 160.000 NMP/100 mL) em todos os pontos. O ponto P44 apresentou a maior concentração de nitrogênio total, sendo a maior parte referente à fração nitrogênio amoniacal, enquanto para P45 a foi referente à fração nitrato.

Figura VI-123. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



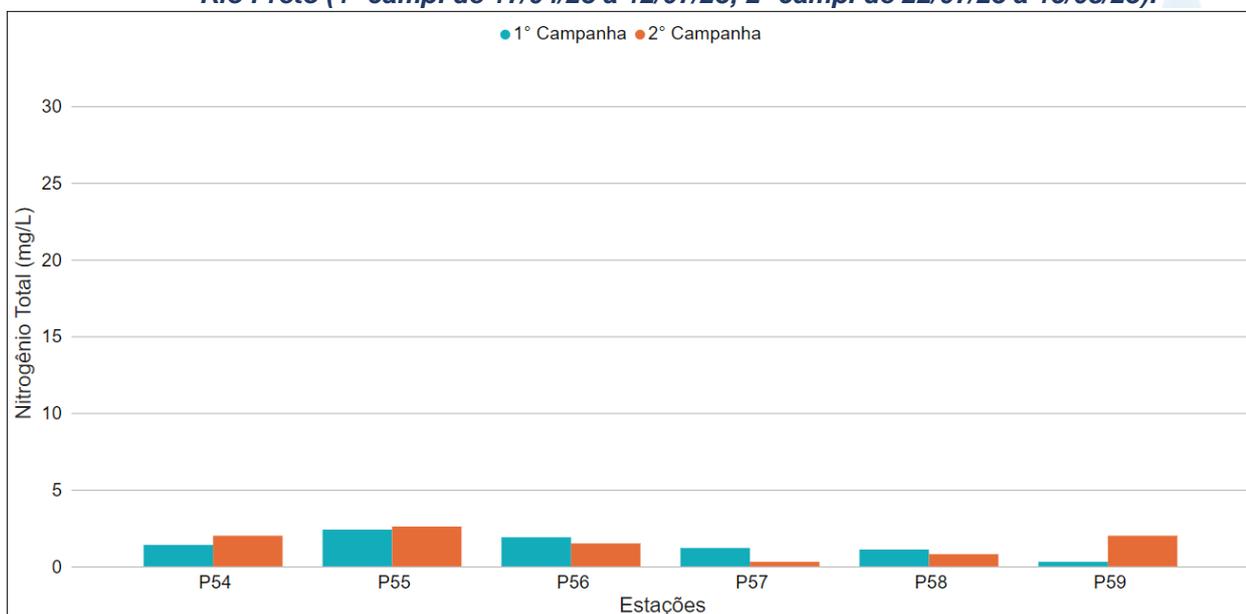
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI-124), a concentração média de nitrogênio total na 1ª campanha foi de 3,5 mg/L, com mínima de 0,2 mg/L (P46) e máxima de 14,6 mg/L (P50). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 2,8 mg/L, com mínima de 0,3 mg/L (P50) e máxima de 9,9 mg/L (P47). O aumento de nitrogênio total da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento ocorreu de forma acentuada no ponto P47 e pode estar relacionado ao aumento do aporte de esgoto sanitário, uma vez que a concentração de coliformes termotolerantes também aumentou. Já o ponto P50 apresentou uma redução acentuada, devido provavelmente a uma diminuição do aporte de esgoto e fluentes neste local.

Figura VI-124. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



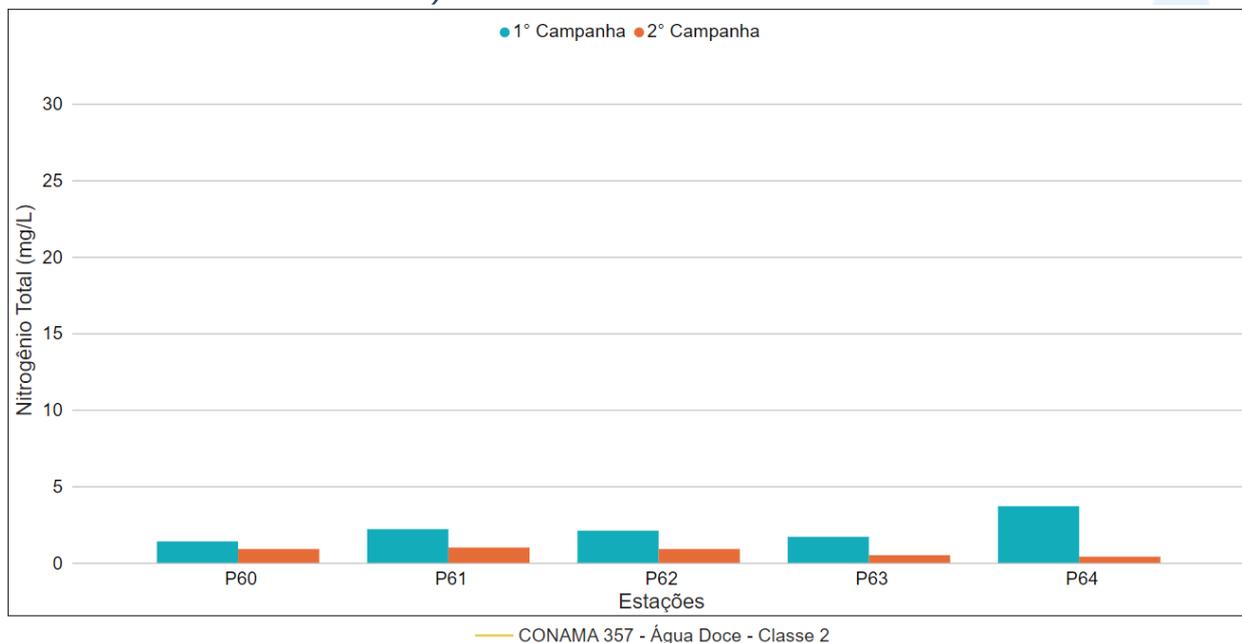
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-125), a média de nitrogênio total durante a 1ª campanha foi de 1,4 mg/L, com variação entre 0,3 mg/L (P59) e 2,4 mg/L (P55). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 1,5 mg/L, com variação entre 0,3 mg/L (P57), e 2,6 mg/L (P55). A maioria dos pontos desta sub-região apresentaram aumento da concentração de nitrogênio total da 1ª para a 2ª campanha, sendo de forma mais acentuada em P59. Este aumento pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes industriais e esgotos sanitários nestes pontos. Vale lembrar que o parâmetro fósforo também aumentou de forma acentuada em P59.

Figura VI-125. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-126), a média de nitrogênio total durante a 1ª campanha foi de 2,2 mg/L, com variação entre 1,4 mg/L (P60) e 3,7 mg/L (P64). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,7 mg/L, com variação entre 0,4 mg/L (P64) e 1,0 mg/L (P61). A redução da concentração de nitrogênio total da 1ª para 2ª campanha em todos os pontos de monitoramento, provavelmente está associada a uma redução do aporte de efluentes e esgoto nestes pontos.

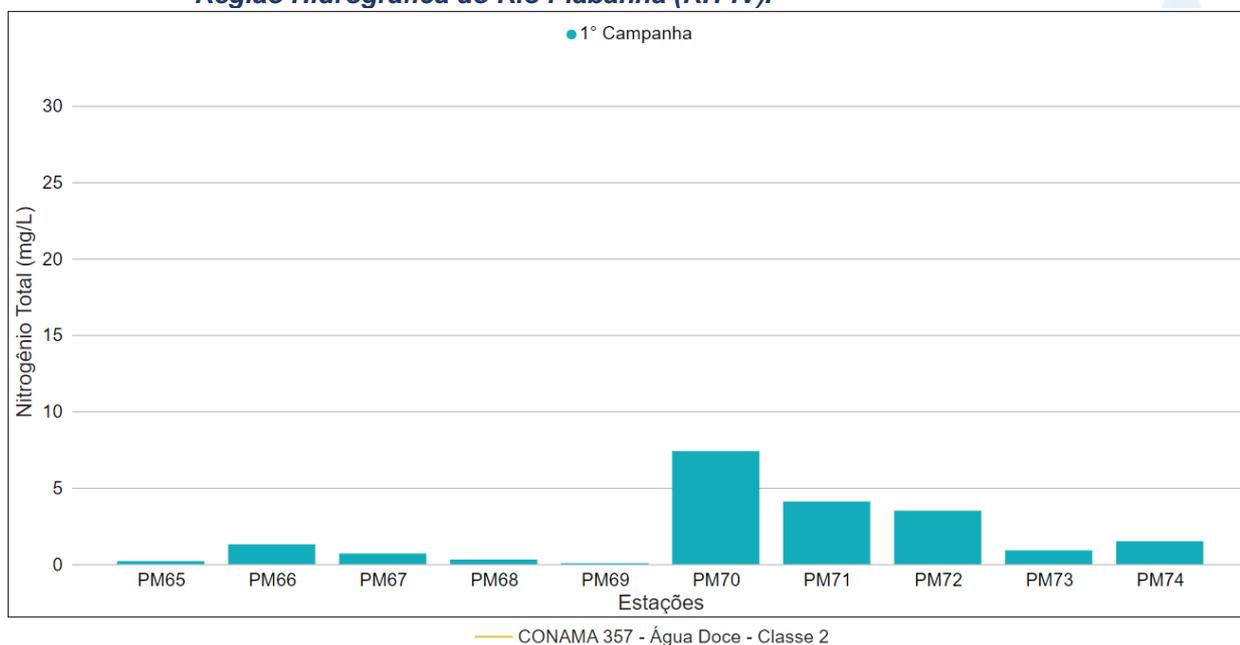
Figura VI-126. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-127), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 2,0 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM69 (<0,1 mg/L) e máximo em PM70 (7,4 mg/L).

Vale ressaltar que não há limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para o parâmetro nitrogênio total.

Figura VI-127. Distribuição da concentração de Nitrogênio Total registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro nitrogênio total, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 3,7 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 2,8 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre 0,2 mg/L (P1 e P46), e 14,6 mg/L (P50). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 4,9 mg/L, com variação entre 0,2 mg/L (P1) e 20,6 mg/L (P44). A distribuição espacial das concentrações de nitrogênio total encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-128 e Figura VI-129.

Figura VI-128. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Total registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

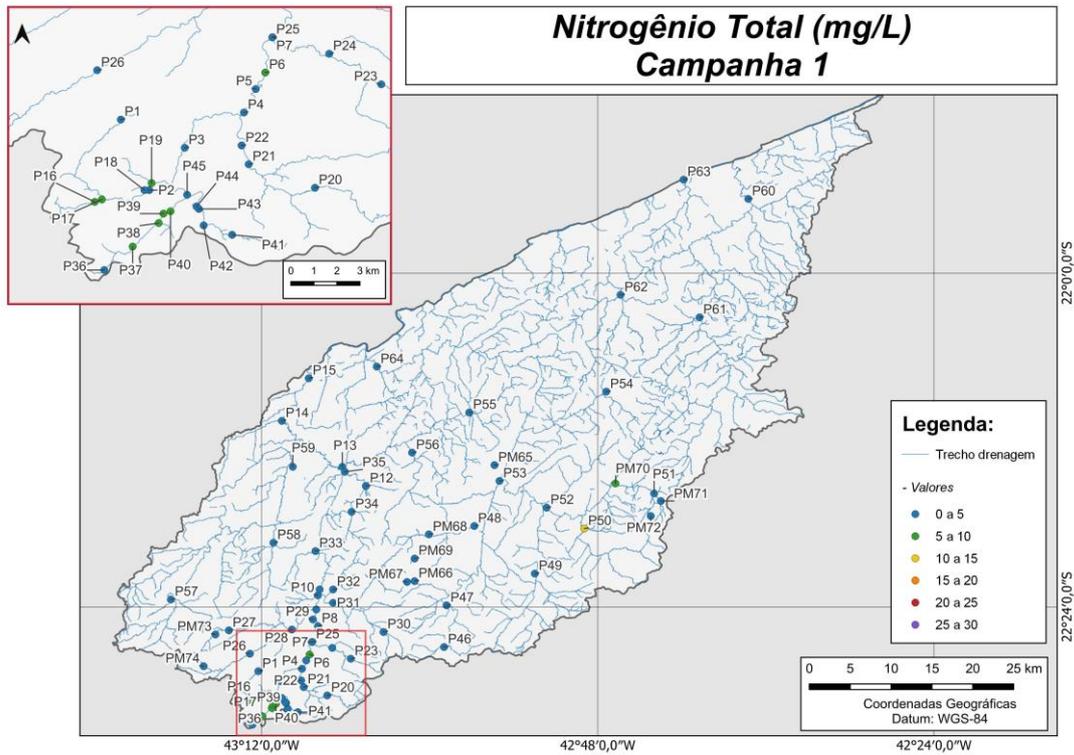
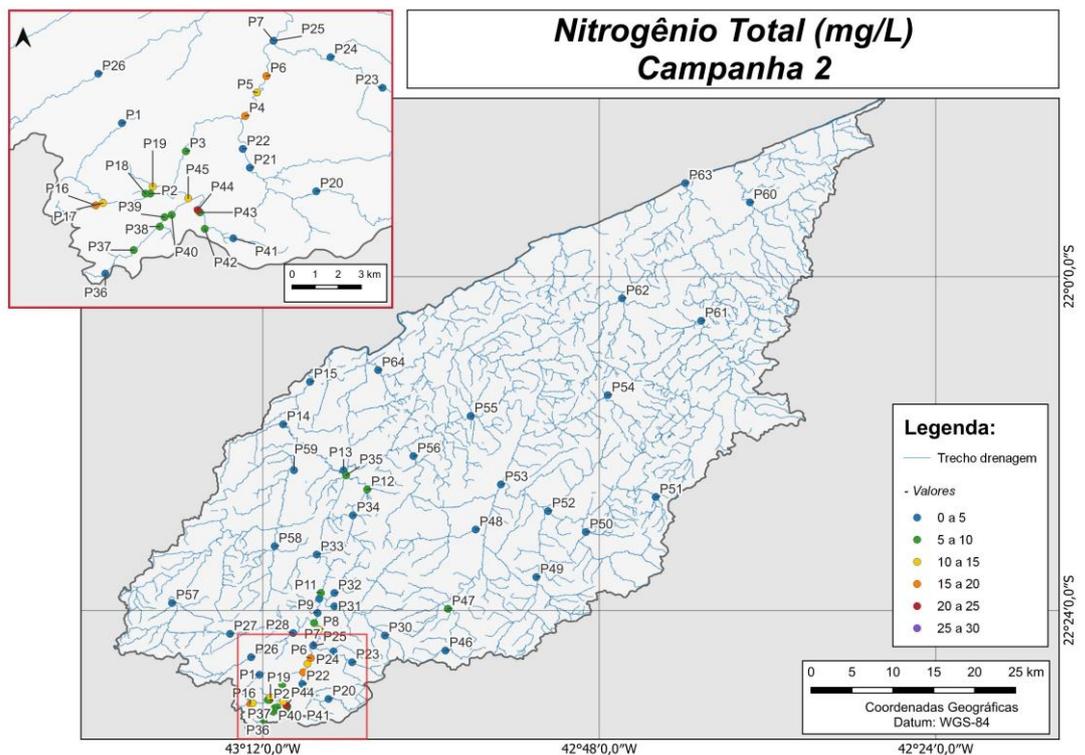


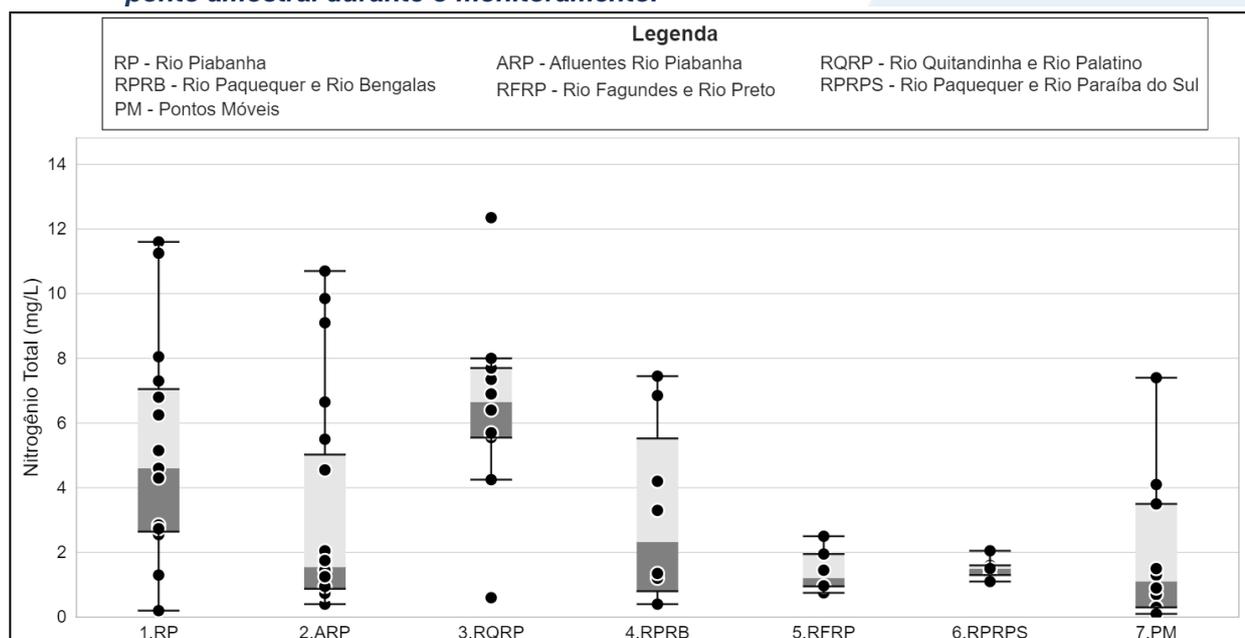
Figura VI-129. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Total registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de nitrogênio total ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor, foi RFRP. A Figura VI-130 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro nitrogênio total, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões, RP e RQRP não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), porém foram diferentes das demais ($p < 0,05$).

Figura VI-130. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Total registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.16 Nitrogênio Amoniacal

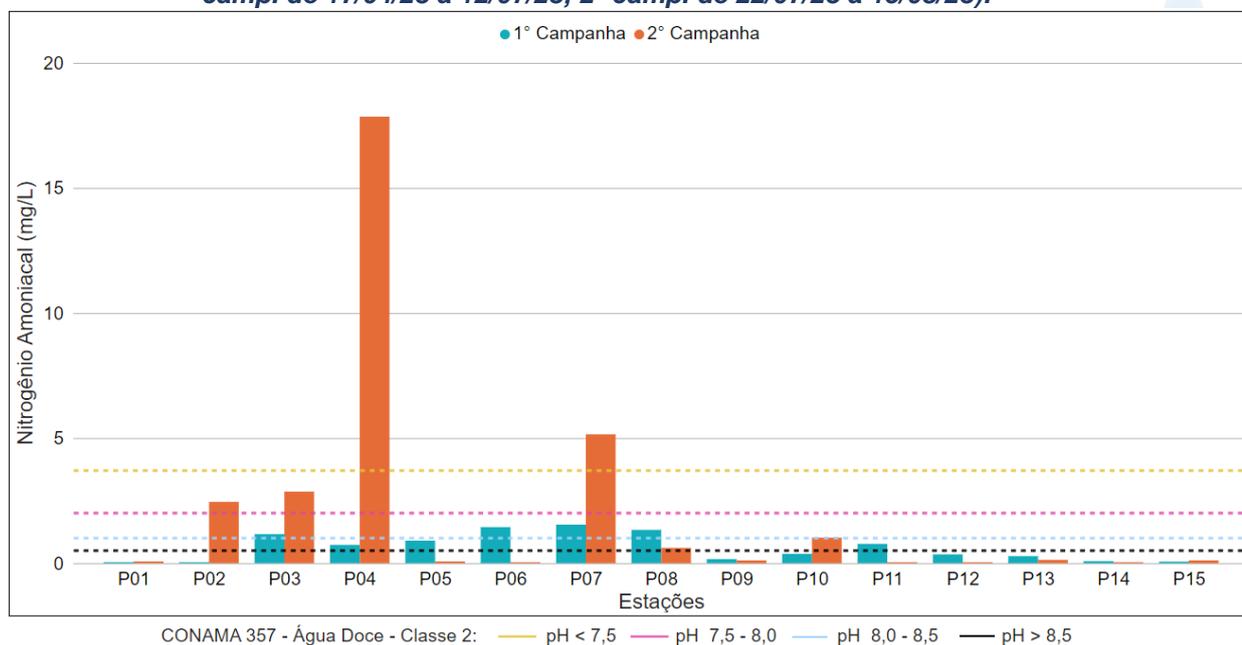
O nitrogênio amoniacal (ou amônia) é uma forma reduzida do nitrogênio e é um indicador de que o foco de poluição está próximo. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte de nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água, porém alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio amoniacal nas águas, como por exemplo algumas indústrias químicas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente e também pode ser tóxica a algumas espécies de peixes em concentrações acima de 5 mg/L (CETESB, 2021).

Os valores de nitrogênio amoniacal registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-131), a média de nitrogênio amoniacal durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 0,62 mg/L, com concentração mínima de 0,03 mg/L (P02), e máxima de 1,54 mg/L (P07). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 2,04 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 0,01 mg/L (P12) e máxima de 17,85 mg/L (P04). O aumento da concentração de nitrogênio amoniacal da 1ª para a 2ª campanha nos pontos P02, P03, P04, P07 e P10 provavelmente está relacionado com aumento do aporte de esgoto sanitário e efluentes industriais nestes locais. Vale lembrar que também ocorreu aumento de coliformes termotolerantes nos pontos citados e que este parâmetro é um indicativo de contaminação fecal.

As amostras de P04 e P07 apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (3,7 mg/L para pH < 7,5) para o parâmetro nitrogênio amoniacal na 2ª campanha de monitoramento.

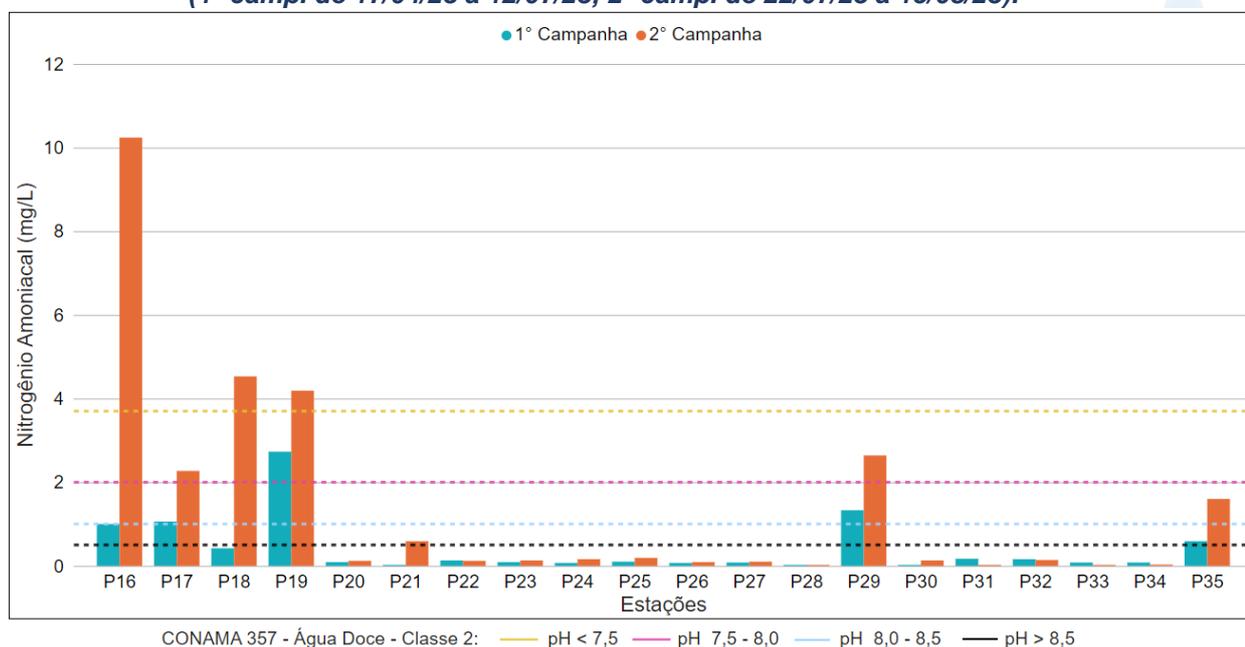
Figura VI-131. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-132), a média para o parâmetro nitrogênio amoniacal durante a 1ª campanha foi de 0,42 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P21 e P30), e máxima de 2,73 mg/L (P19). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 1,31 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 0,01 mg/L (P33), e máxima de 10,24 mg/L (P16). O aumento de nitrogênio amoniacal da 1ª para a 2ª campanha, principalmente nos pontos P16, P17, P18, P19, P29 e P35, provavelmente está relacionado com aumento do aporte de esgoto sanitário e efluentes nestes pontos. Vale lembrar que também ocorreu aumento ou manutenção de valores elevados (igual ou acima de 160.000 NMP/100 mL) de coliformes termotolerantes nestes pontos.

Algumas amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (3,7 mg/L para pH < 7,5) para o parâmetro nitrogênio amoniacal apenas na 2ª campanha de monitoramento (P16, P18 e P19).

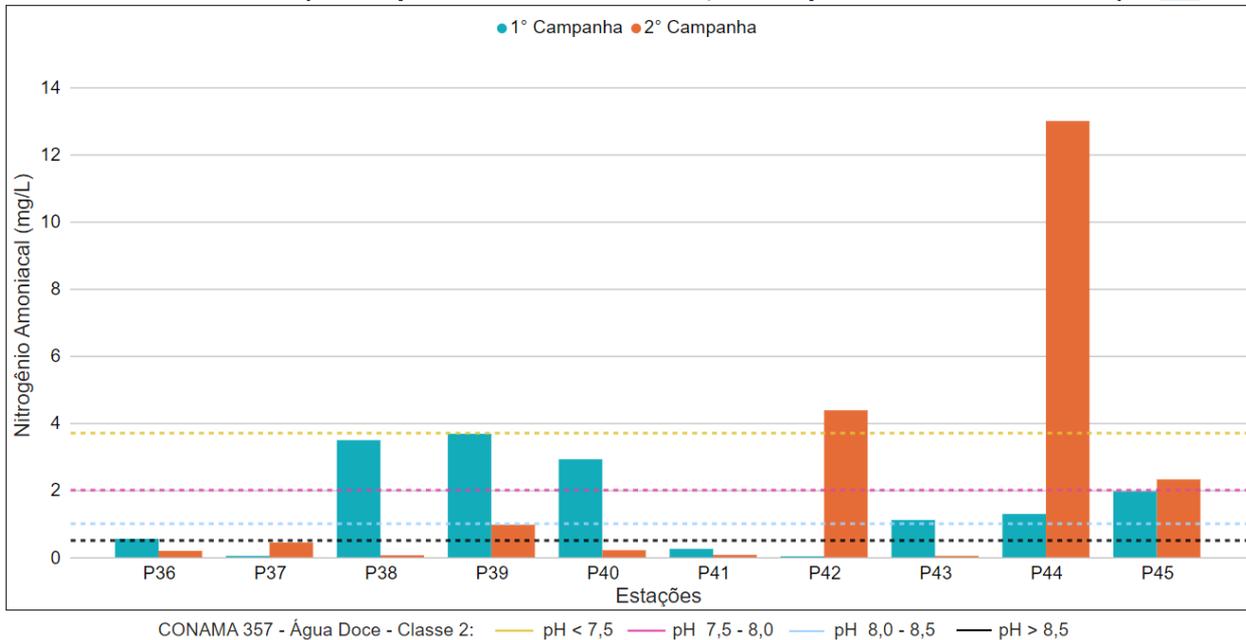
Figura VI-132. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-133), a média de nitrogênio amoniacal durante a 1ª campanha foi de 1,53 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P42) e 3,68 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 2,7 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P43) e 13,00 mg/L (P44). O aumento da concentração de nitrogênio amoniacal da 1ª para a 2ª campanha nos pontos P37, P42, P44 e P45 provavelmente está relacionado com aumento do aporte de esgoto sanitário e efluentes industriais nestes pontos. Vale lembrar que o parâmetro coliformes termotolerantes também aumentou ou se manteve elevado (igual ou acima de 160.000 NMP/100 mL) nos pontos citados.

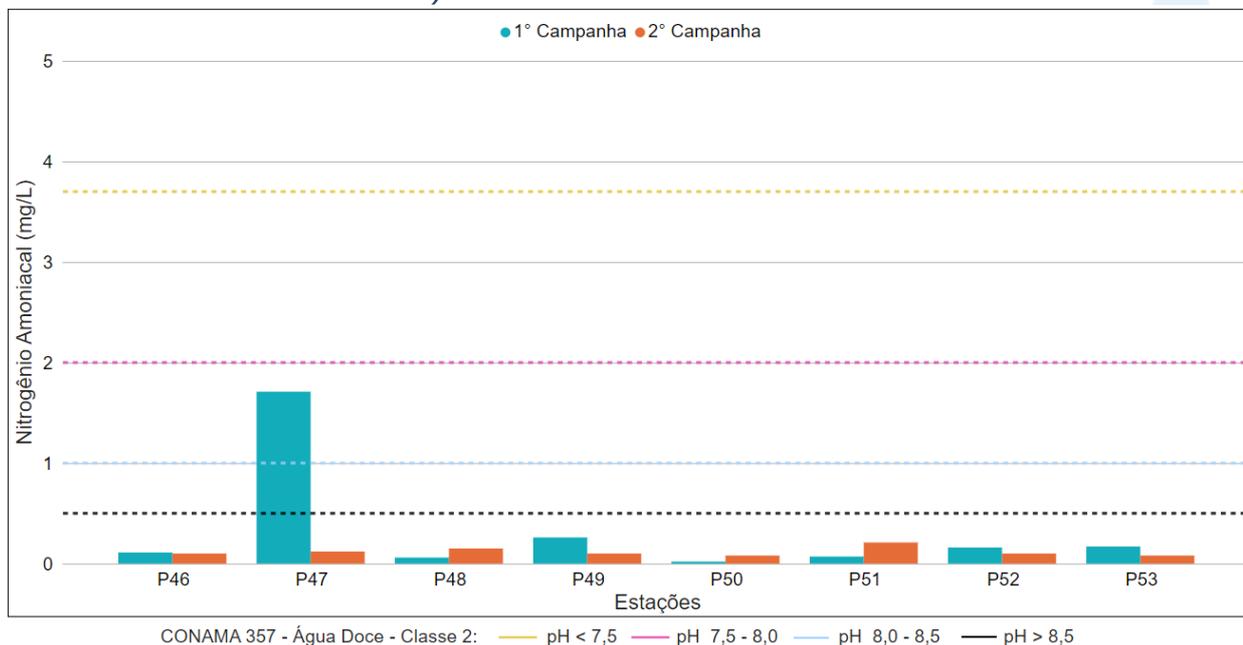
Algumas amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (3,7 mg/L para pH < 7,5) para o parâmetro nitrogênio amoniacal apenas na 2ª campanha de monitoramento (P42 e P44).

Figura VI-133. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



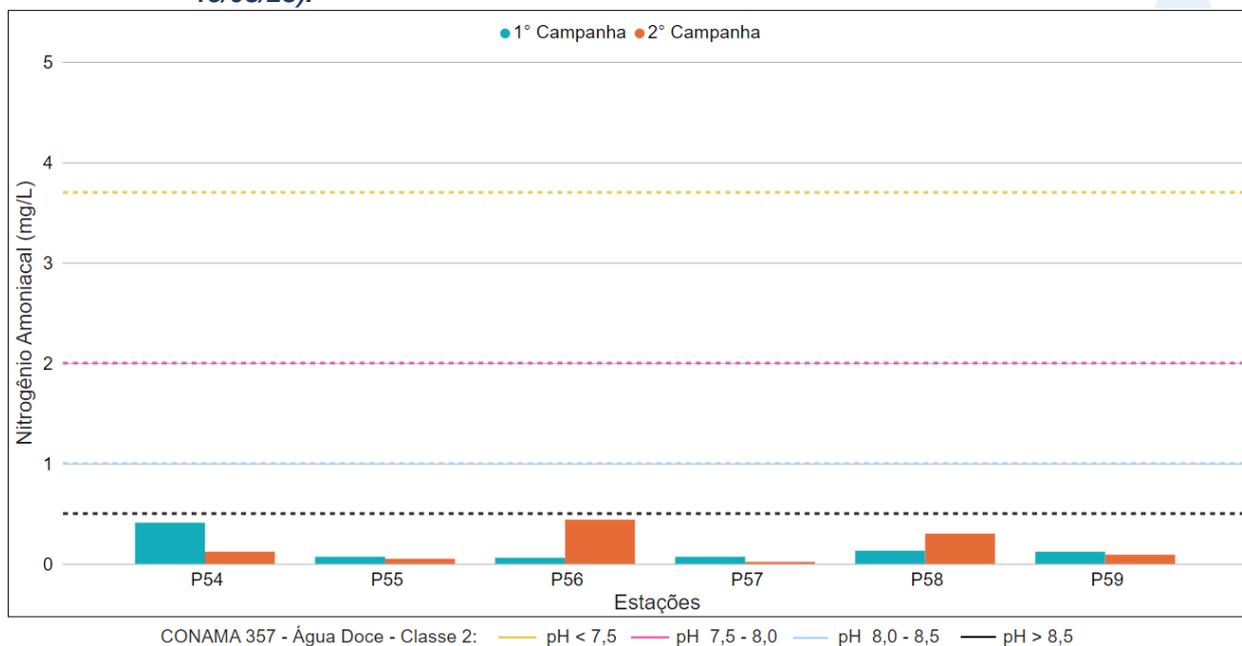
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-134), a concentração média de nitrogênio amoniacal na 1ª campanha foi de 0,32 mg/L, com mínima de 0,02 mg/L (P50) e máxima de 1,71 mg/L (P47). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,12 mg/L, com mínima de 0,08 mg/L (P50 e P53) e máxima de 0,21 mg/L (P51). A redução de nitrogênio amoniacal da 1ª para 2ª campanha na maioria dos pontos, pode estar relacionada com a diminuição do aporte de esgoto e efluentes nestes pontos. Vale lembrar que o parâmetro coliformes termotolerantes também apresentou diminuição na maioria dos pontos.

Figura VI-134. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



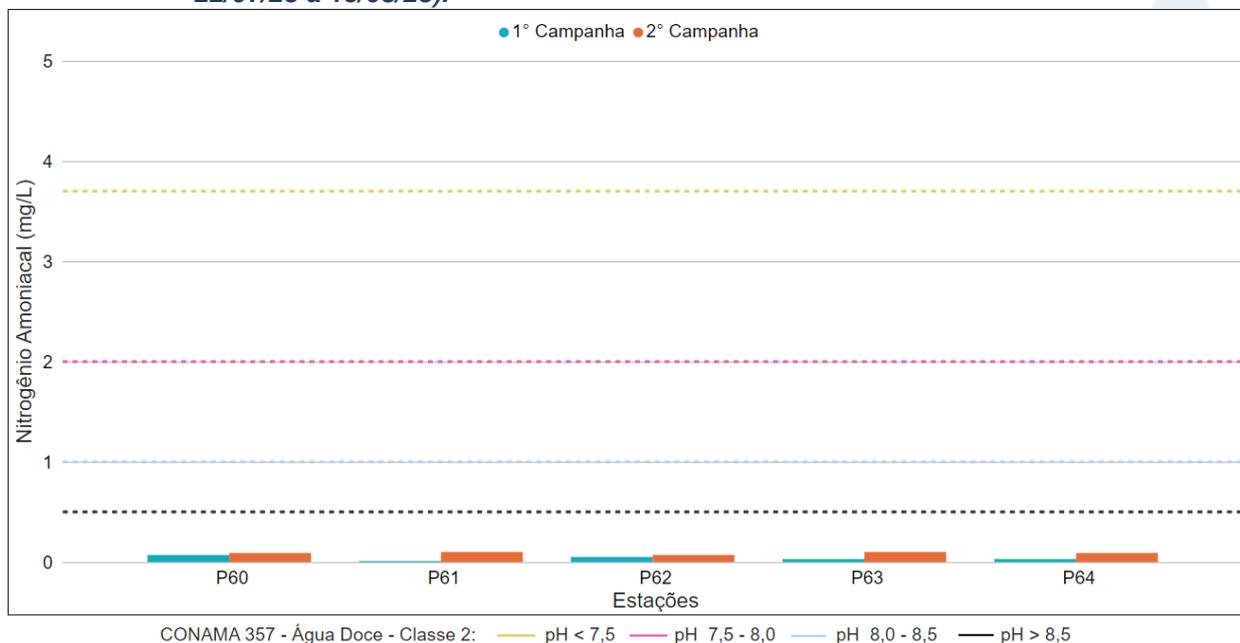
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-135), a média de nitrogênio amoniacal durante a 1ª campanha foi de 0,14 mg/L, com variação entre 0,06 mg/L (P56) e 0,41 mg/L (P54). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,17 mg/L, com variação entre 0,02 mg/L (P57) e 0,44 mg/L (P56). Os pontos P56 e P58 apresentaram aumento de duas vezes na concentração de nitrogênio amoniacal da 1ª para 2ª campanha de monitoramento, e isso pode estar relacionado a um aumento do aporte de efluentes industriais e esgotos nestes pontos, em contrapartida ocorreu uma redução da mesma magnitude para P54.

Figura VI-135. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-136), a média de nitrogênio amoniacal durante a 1ª campanha foi de 0,04 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P61) e 0,07 mg/L (P60). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,09 mg/L, com variação entre 0,07 mg/L (P62) e 0,10 mg/L (P61 e P63). De maneira geral, os pontos apresentaram pouca variação da concentração de nitrogênio amoniacal entre as campanhas, entretanto ocorreu aumento da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos.

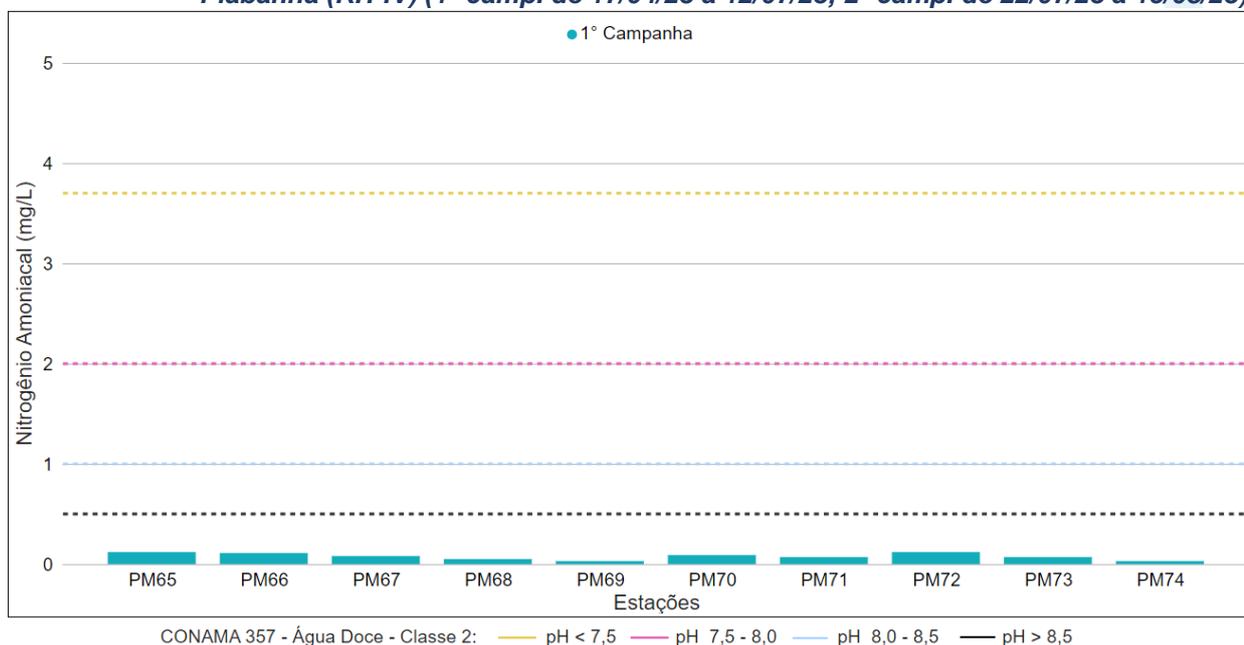
Figura VI-136. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Os pontos móveis (Figura VI-137), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 0,08 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM69 e PM74 (0,03 mg/L) e máximo em PM72 (0,12 mg/L).

A maioria das amostras do 1º semestre de monitoramento apresentou valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (3,7 mg/L para pH < 7,5) para o parâmetro nitrogênio amoniacal, com exceção de sete amostras da 2ª campanha de monitoramento (P4, P7, P16, P18, P19, P42 e P44).

Figura VI-137. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



A média geral do parâmetro nitrogênio amoniacal, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 0,86 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 0,57 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P21, P30 e P42), e 3,68 mg/L (P39). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 1,3 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,01 mg/L (P12 e P33), e 17,85 mg/L (P4). A distribuição espacial das concentrações de nitrogênio amoniacal (NA) encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-138 e Figura VI-139.

Figura VI-138. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Amoniacal registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

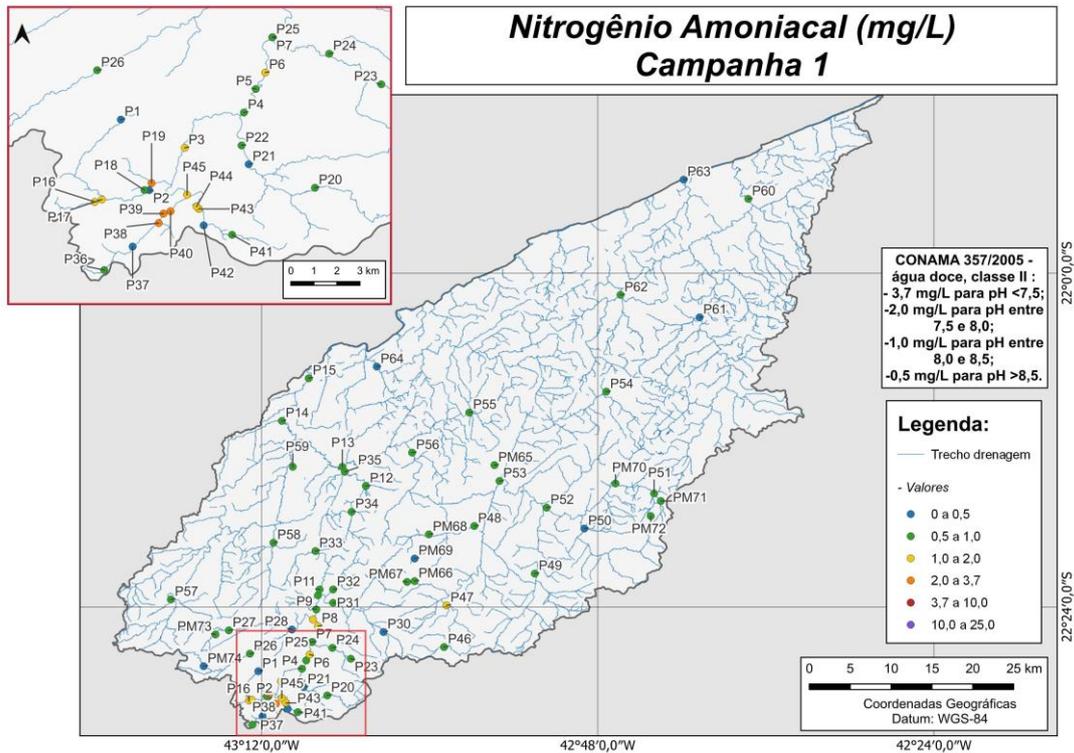
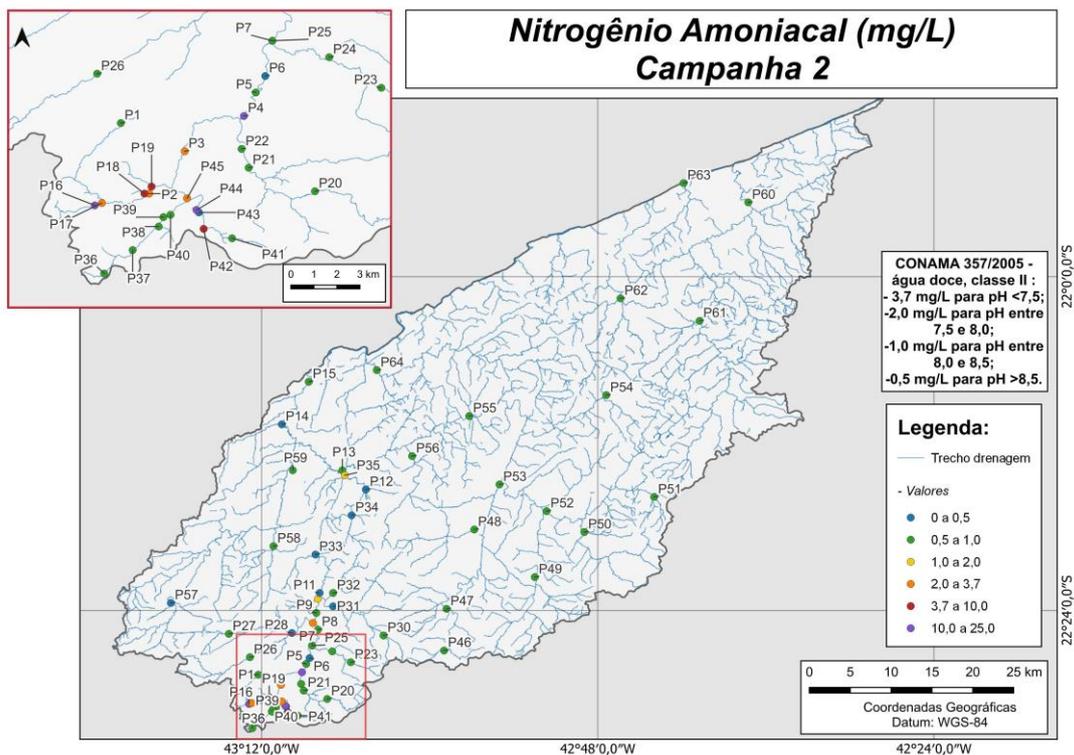


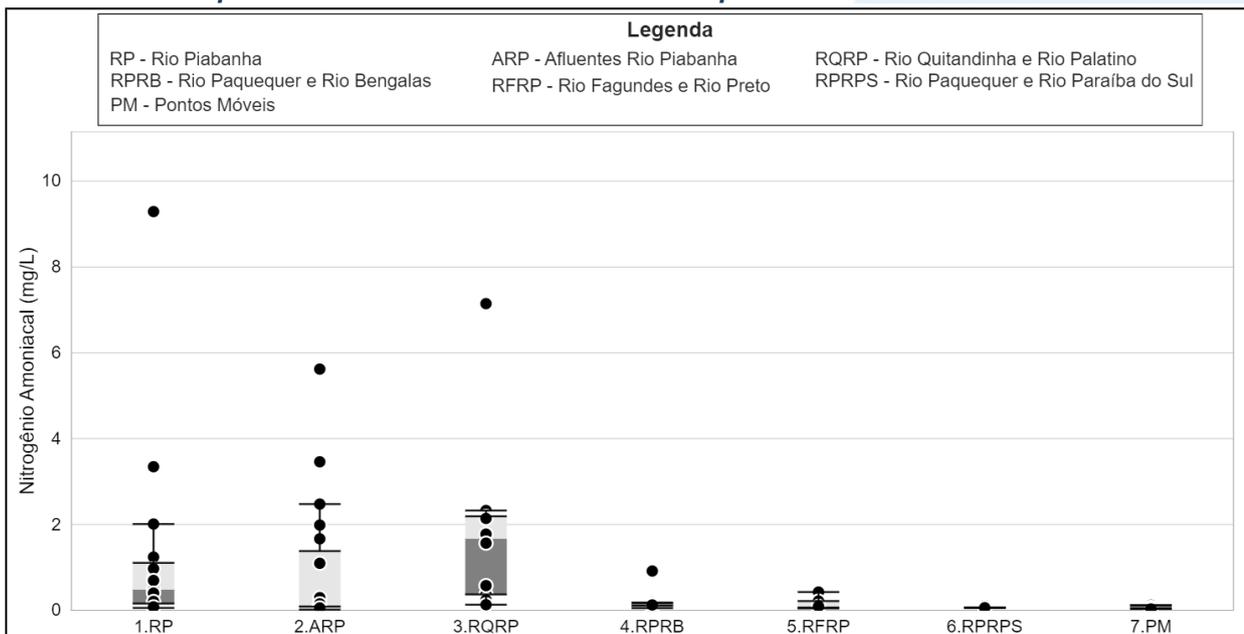
Figura VI-139. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Amoniacal registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor, foi RPRPS (Figura VI-140).

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal não foi encontrada diferença significativa ($p>0,05$) entre as campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p<0,05$) entre a sub-região RQRP e as sub-regiões RFRP e RPRPS. Além disso, a sub-região RPRPS também foi diferente das sub-regiões RP e ARP.

Figura VI-140. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Nitrogênio Amoniacal registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



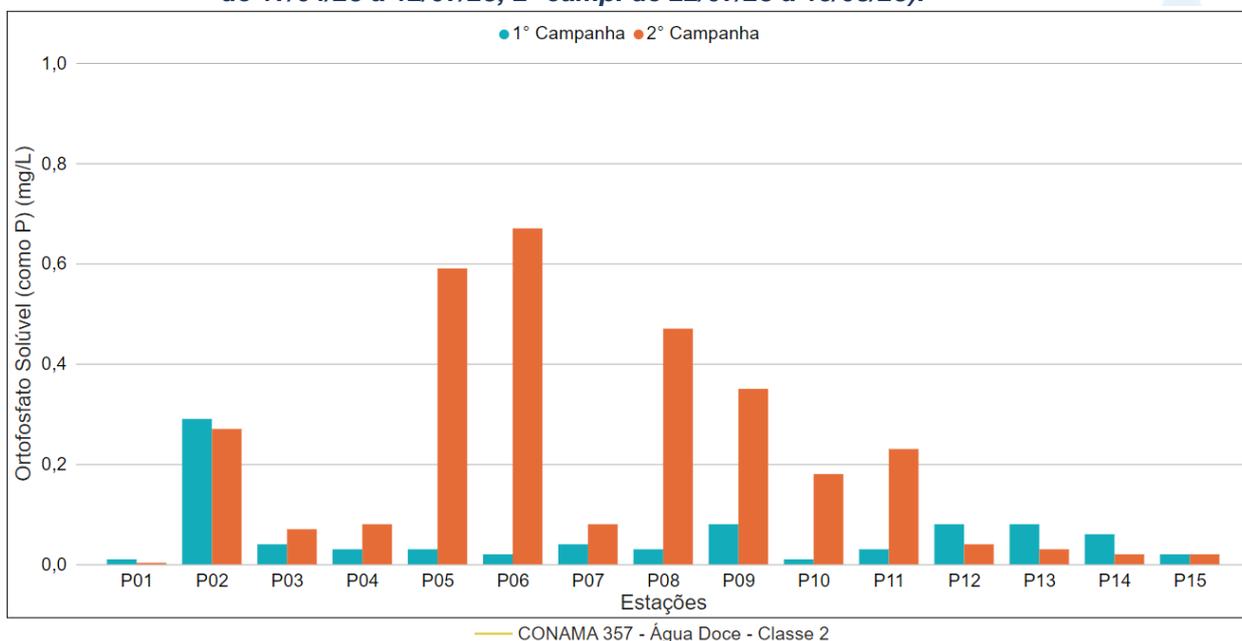
VI.2.1.17 Ortofosfato

O ortofosfato, também chamado de “fósforo reativo”, é uma das formas dissolvidas do fósforo e suas fontes artificiais mais comuns são os esgotos domésticos (CETESB, 2021). Os ortofosfatos são biodisponíveis e em ambientes tropicais, essa forma é rapidamente assimilada e incorporada na biomassa de microalgas, por exemplo (ESTEVEES, 2011).

Os valores de ortofosfato solúvel registrados durante as 1ª e 2ª campanhas (1º semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

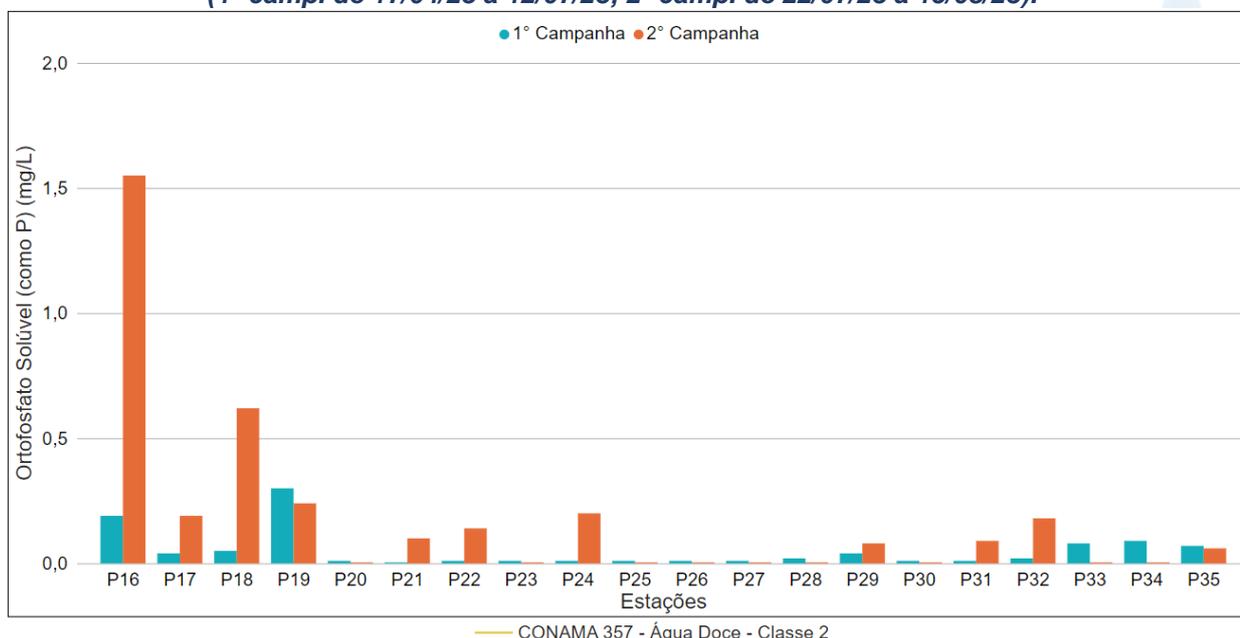
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-141), a média de ortofosfato durante a 1ª campanha de monitoramento foi de 0,06 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de quantificação, 0,02 mg/L (P01 e P10), e máxima de 0,29 mg/L (P02). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,21 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P01), e máxima de 0,67 mg/L (P06). O aumento da concentração de ortofosfato da 1ª para 2ª campanha em alguns pontos, pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes industriais, fertilizantes, detergentes e esgoto doméstico nesta sub-região. O ortofosfato é uma das formas do fósforo e representou a maior parte do fósforo total quantificado nas amostras dos pontos P05, P06, P08, P10 e P11, mostrando que quase todo o fósforo presente nestas amostras está biodisponível para assimilação. Já o ponto P09 apresentou aumento de ortofosfato, porém ocorreu uma redução do parâmetro fósforo total.

Figura VI-141. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



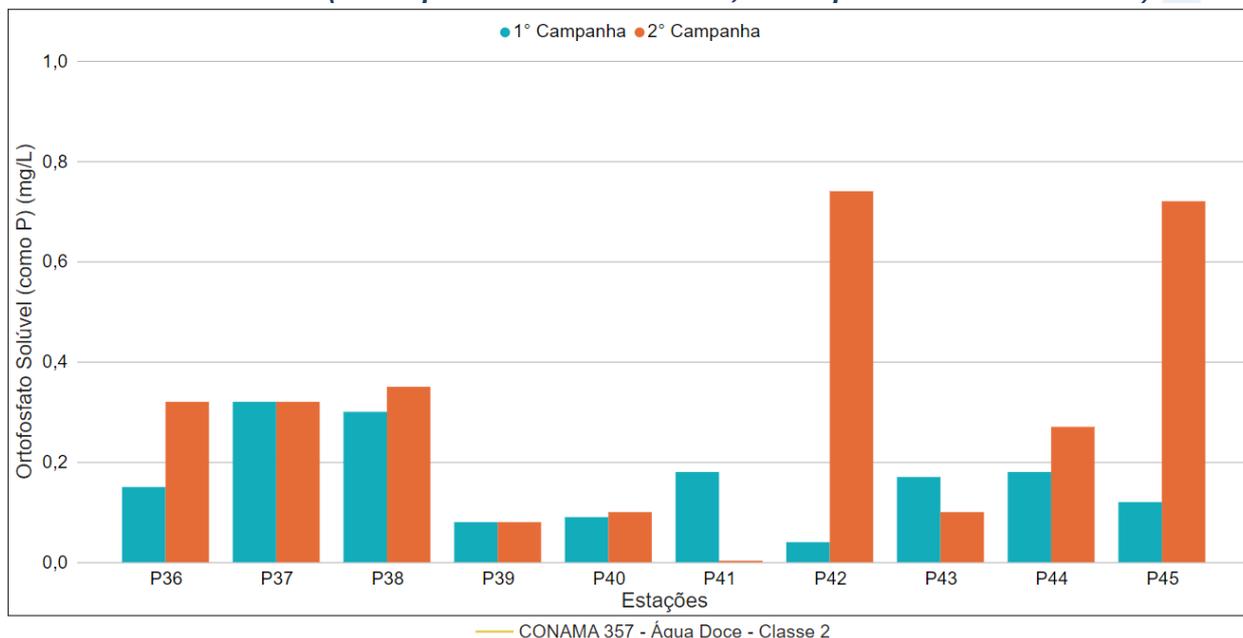
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-142), a média para o parâmetro ortofosfato durante a 1ª campanha foi de 0,05 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P21), e máxima de 0,30 mg/L (P19). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 0,18 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P20, P23, P25, P26, P27, P28, P30, P33 e P34), e máxima de 1,55 mg/L (P16). O aumento de ortofosfato da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento na maioria dos pontos, sendo de forma mais acentuada em P16 e P18, pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto doméstico nesta sub-região. O ortofosfato representou a maior parte do fósforo total quantificado nas amostras dos pontos P16, P18, P21, P22, P24 e P31, mostrando que quase todo o fósforo presente nestas amostras está biodisponível para assimilação.

Figura VI-142. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



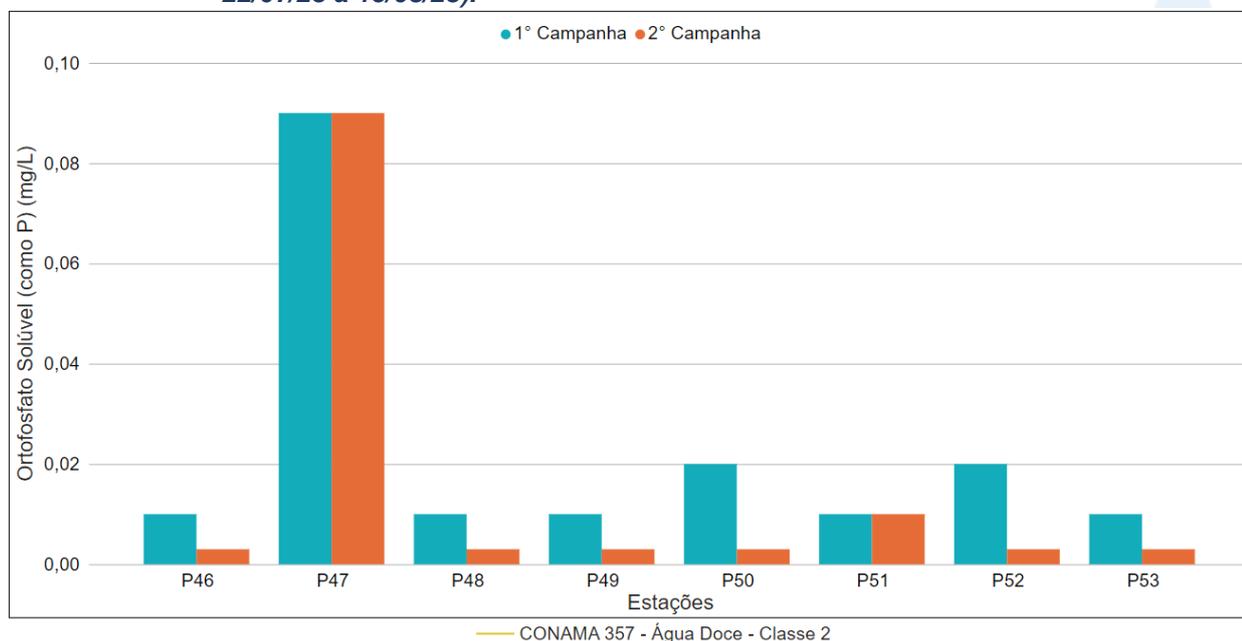
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-143), a média de ortofosfato durante a 1ª campanha foi de 0,16 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P42) e 0,32 mg/L (P37). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,30 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P41), e 0,74 mg/L (P42). O aumento de ortofosfato da 1ª para a 2ª campanha nos pontos P36, P38, P40, P42, P44 e P45, pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto doméstico nesta sub-região. O ortofosfato representou a maior parte do fósforo total quantificado nas amostras dos pontos P36, P38, P42 e P45, mostrando que quase todo o fósforo presente nestas amostras está biodisponível para assimilação. O ponto P38 apresentou aumento de ortofosfato, porém ocorreu redução do parâmetro fósforo total.

Figura VI-143. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



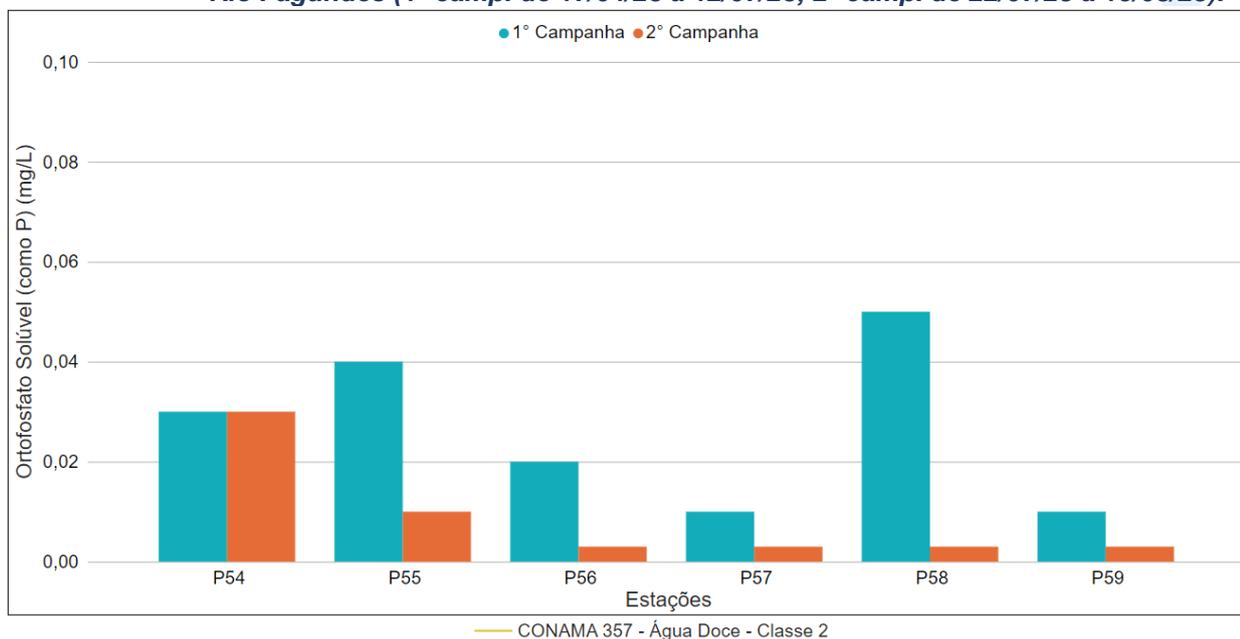
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-144), a concentração média de ortofosfato na 1ª campanha foi de 0,02 mg/L, com mínima abaixo do limite de quantificação, 0,02 mg/L (P46, P48, P49, P51 e P53) e máxima de 0,09 mg/L (P47). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,01 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P46, P48, P49, P50, P52 e P53), e máxima de 0,09 mg/L (P47). A concentração de ortofosfato diminuiu, ou se manteve a mesma, da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos de monitoramento e provavelmente está relacionada com uma redução do aporte de fósforo total na maioria dos pontos.

Figura VI-144. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



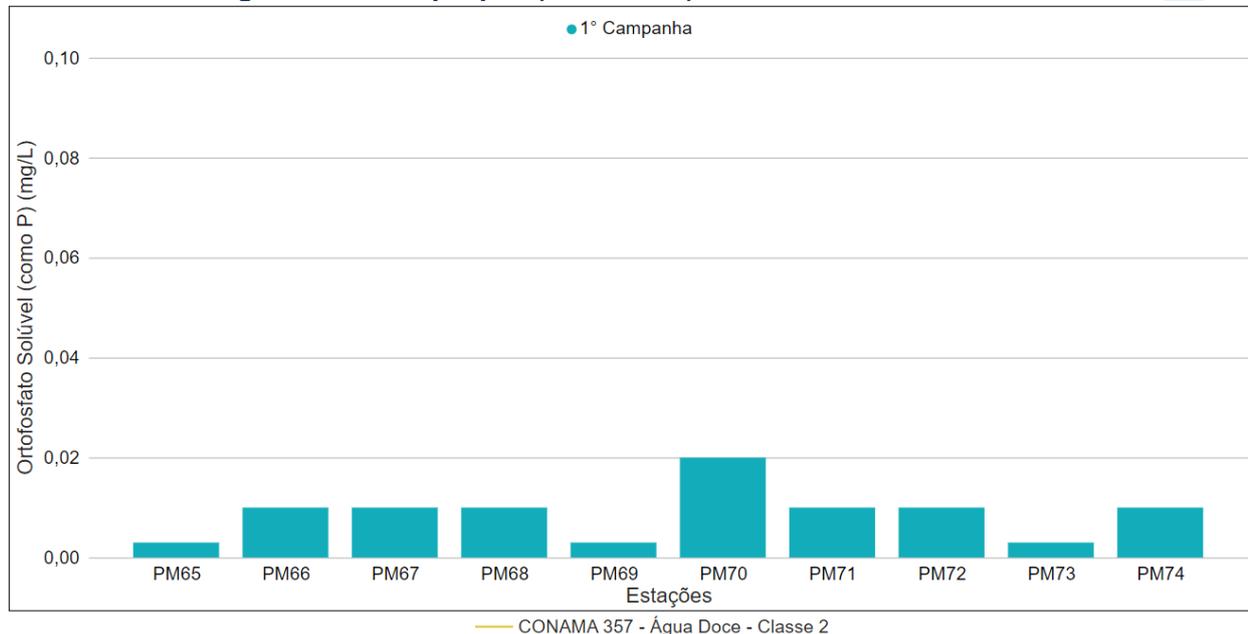
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-145), a média de ortofosfato durante a 1ª campanha foi de 0,03 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,02 mg/L (P57 e P59) e 0,05 mg/L (P58). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,01 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P56, P57, P58 e P59) e 0,03 mg/L (P54). De modo geral, o parâmetro ortofosfato apresentou pouca variação entre as campanhas para todos os pontos desta sub-região, sendo todas as concentrações abaixo de 0,10 mg/L.

Figura VI-145. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Preto e Rio Fagundes (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-146), a média de ortofosfato durante a 1ª campanha foi de 0,02 mg/L com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,02 mg/L (P62 e P64), e 0,02 mg/L (P60 e P61). Na 2ª campanha, todas as amostras referentes aos pontos amostrais apresentaram concentração abaixo do limite de detecção do método, 0,006 mg/L. De maneira geral, os pontos apresentaram pouca variação da concentração de ortofosfato entre as campanhas, porém ocorreu redução da 1ª para a 2ª campanha em todos os pontos.

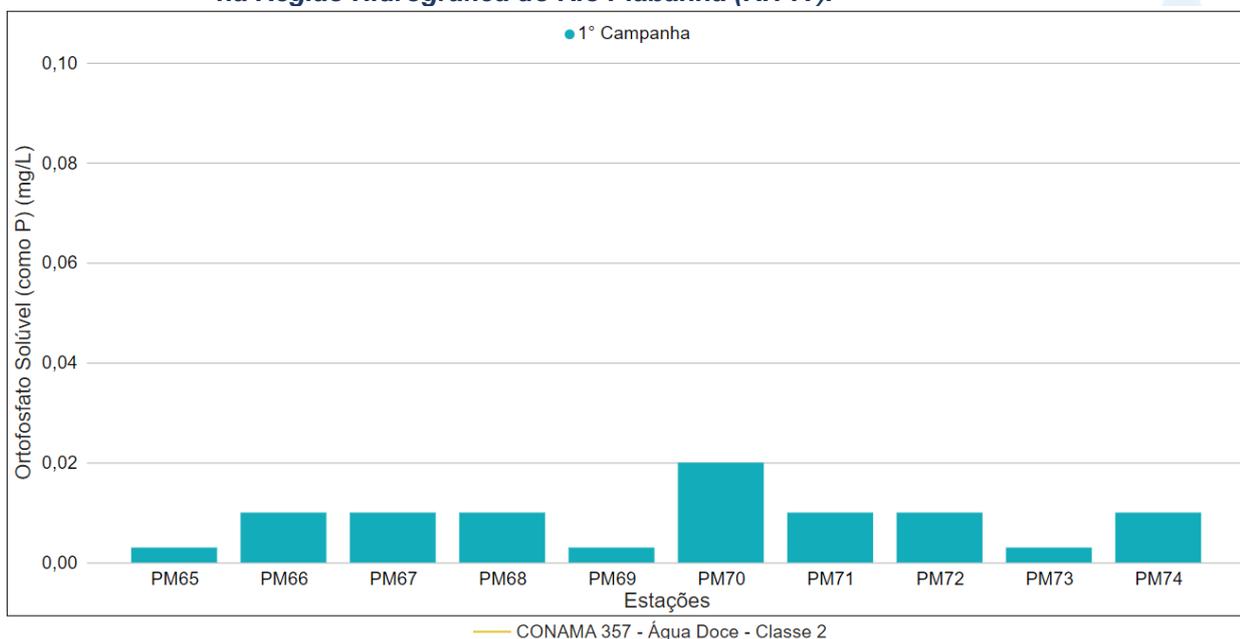
Figura VI-146. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul.



Os pontos móveis (Figura VI-147), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram concentração média de 0,01 mg/L, sendo o valor mínimo registrado nos pontos PM65, PM69 e PM73 (<0,006 mg/L) e máximo em PM70 (0,02 mg/L).

Vale ressaltar que não há limites estabelecidos para o parâmetro ortofosfato solúvel pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2.

Figura VI-147. Distribuição da concentração de Ortofosfato registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro ortofosfato, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 0,10 mg/L. Na 1ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 0,06 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P21), e 0,32 mg/L (P37). Já na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,15 mg/L com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P1, P20, P23, P25, P26, P27, P28, P30, P33, P34, P41, P46, P48, P49, P50, P52, P53, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64), e 1,55 mg/L (P4). A distribuição espacial das concentrações de ortofosfato encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada nas Figura VI-148 e Figura VI-149.

Figura VI-148. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Ortofosfato registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

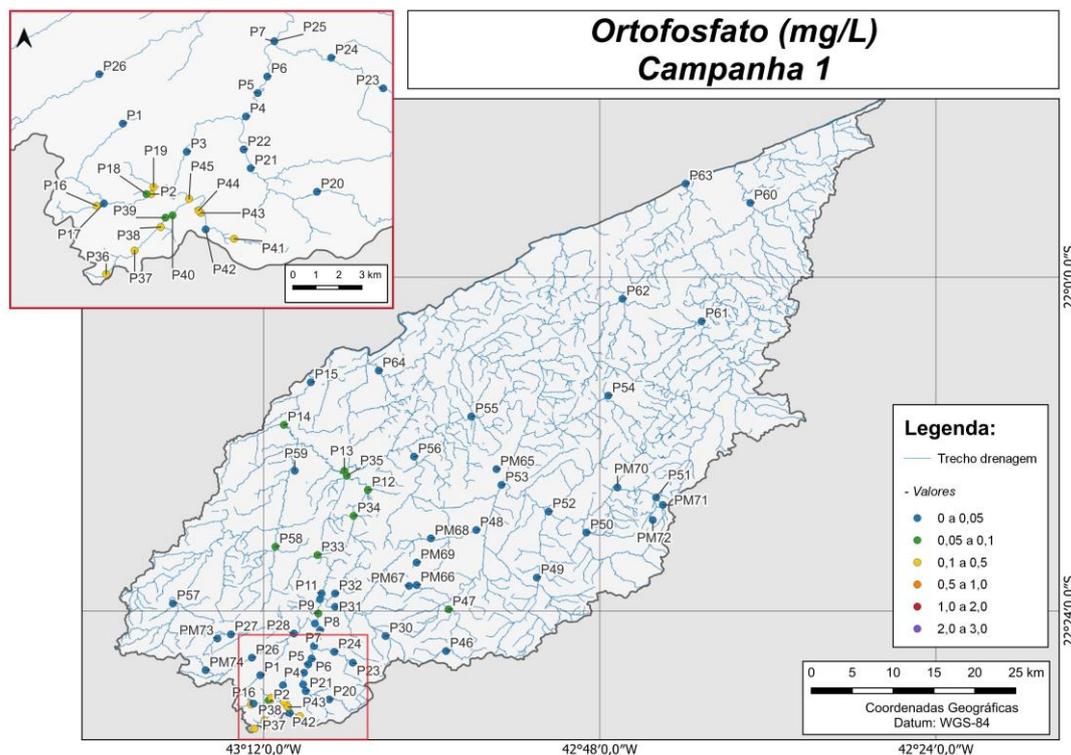
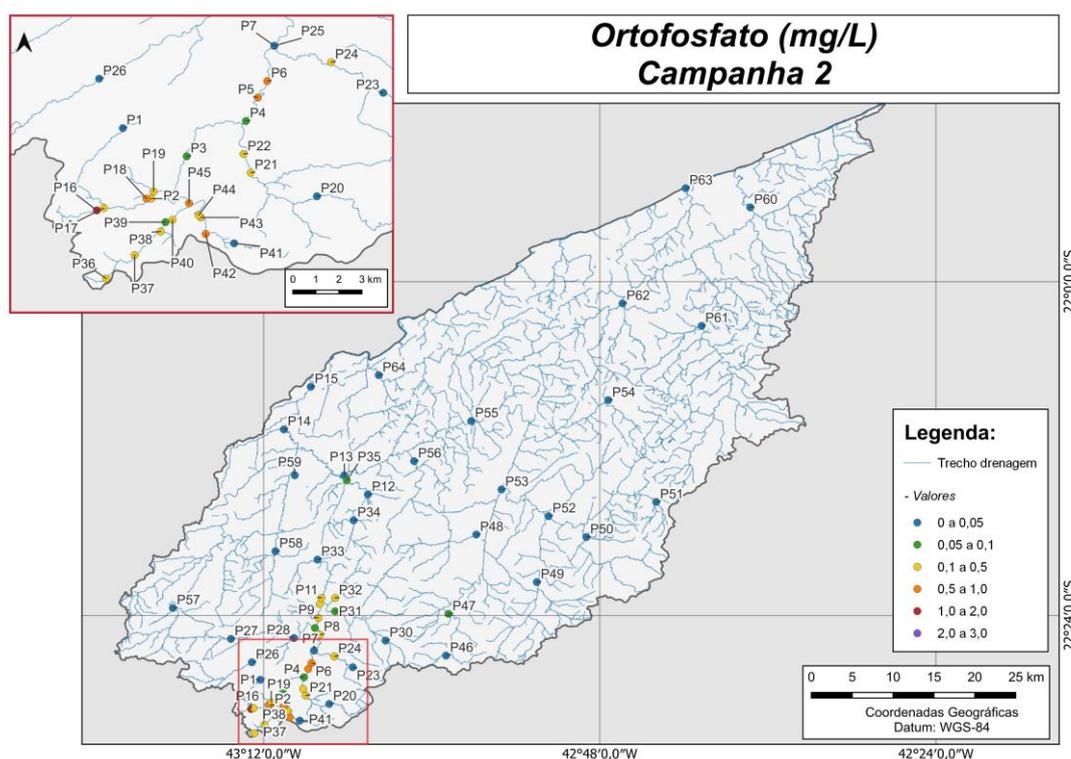


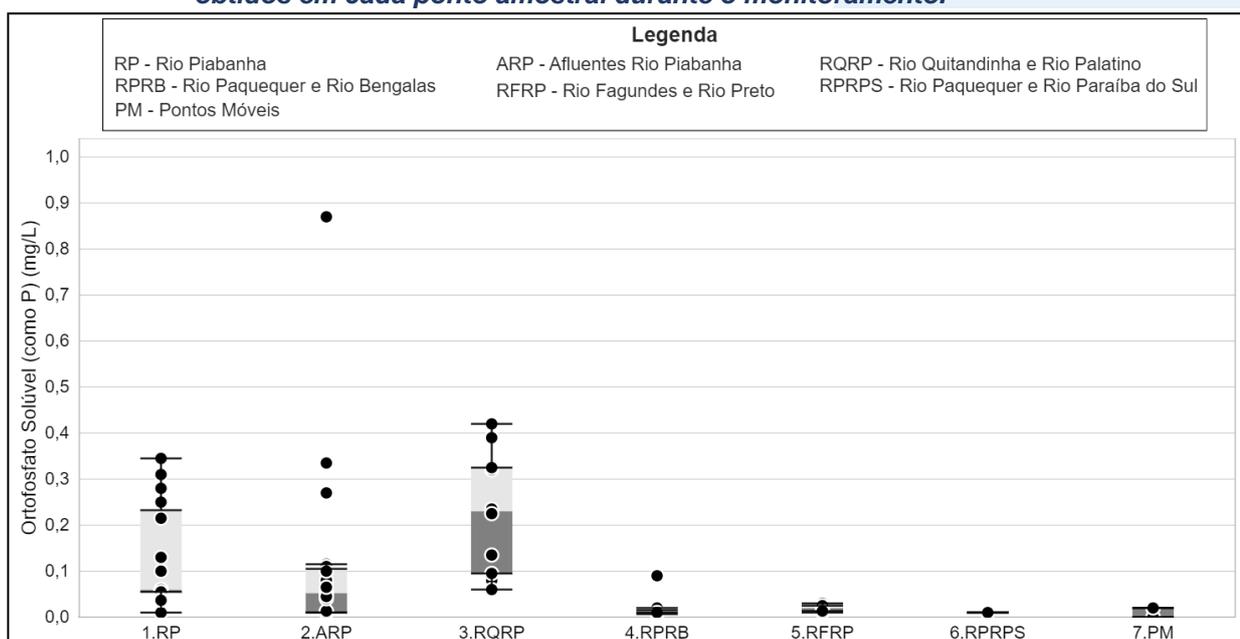
Figura VI-149. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Ortofosfato registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de ortofosfato ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor, foi RPRPS. A Figura VI-150 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro ortofosfato, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RQRP e todas as demais. Além disso, a sub-região RP também foi diferente das sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS. A sub-região ARP também foi diferente de RPRB e RPRPS.

Figura VI-150. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Ortofosfato registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23), da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.1.18 Fósforo Total

As principais fontes de fósforo no ambiente aquático são oriundos de matéria orgânica fecal e detergentes em pó, entretanto, alguns efluentes industriais e águas drenadas em áreas agrícolas, podem conter quantidades excessivas deste parâmetro. O fósforo, assim como o nitrogênio, é um dos principais nutrientes para os processos biológicos, assim, o excesso de fósforo pode conduzir a processos de eutrofização das águas naturais (CETESB, 2021). Por esse motivo, muitos autores utilizam os valores de fósforo total também para definir o estado trófico de lagos artificiais e naturais (ESTEVES, 2011).

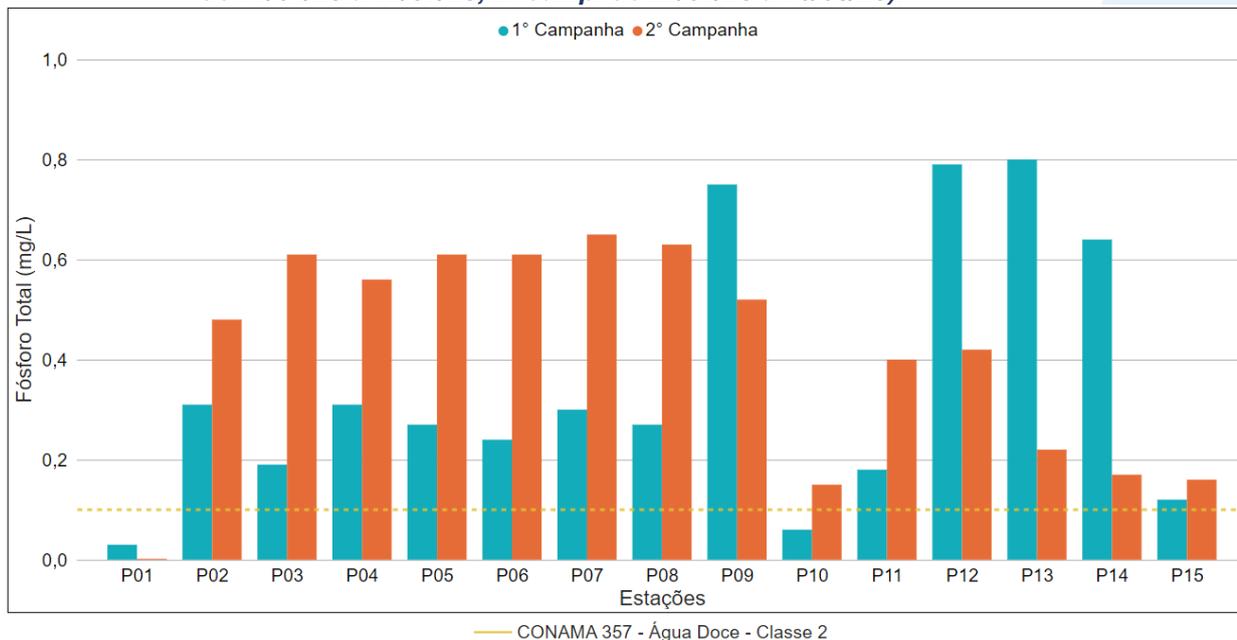
Os valores de fósforo total registrados durante as 1^a e 2^a campanhas (1^o semestre) de monitoramento da qualidade da água são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI-151), a média de fósforo durante a 1^a campanha foi de 0,35 mg/L, com concentração mínima de 0,03 mg/L (P01) e máxima de 0,80 mg/L (P13). Na 2^a campanha, a média foi de 0,41 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P01), e máxima de 0,65 mg/L (P07). O aumento da concentração de fósforo total da 1^a para a 2^a campanha nos pontos P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P10 e P11 pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes industriais e esgoto doméstico. Vale lembrar que estes pontos também apresentaram aumento de coliformes termotolerantes, que é um parâmetro indicativo de contaminação fecal. Entretanto, também foi possível observar uma redução, de duas a quatro vezes, da concentração de fósforo nos pontos P01, P12, P13, P14 e P15, assim como de ortofosfato solúvel e coliformes termotolerantes. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foi classificada como hipereutrófica por apresentarem concentração acima de 0,1 mg/L (100 µg/L), com exceção das amostras referentes à P01 (1^a campanha), P01 (2^a campanha) e P10 (1^a campanha) que foram classificadas como mesotrófica (< 0,04 e ≥0,01 mg/L), ultraoligotrófica (< 0,004 mg/L) e eutrófica (< 0,1 e ≥0,04 mg/L), respectivamente. Nenhuma amostra foi considerada oligotrófica (< 0,01 e ≥0,004 mg/L) nesta sub-região.

A maioria das amostras apresentou concentração acima dos limites estabelecidos para o parâmetro pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas

Doces, Classe 2 (0,1 mg/L), com exceção de P01 (1ª e 2ª campanhas) e P10 (na 1ª campanha).

Figura VI-151. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

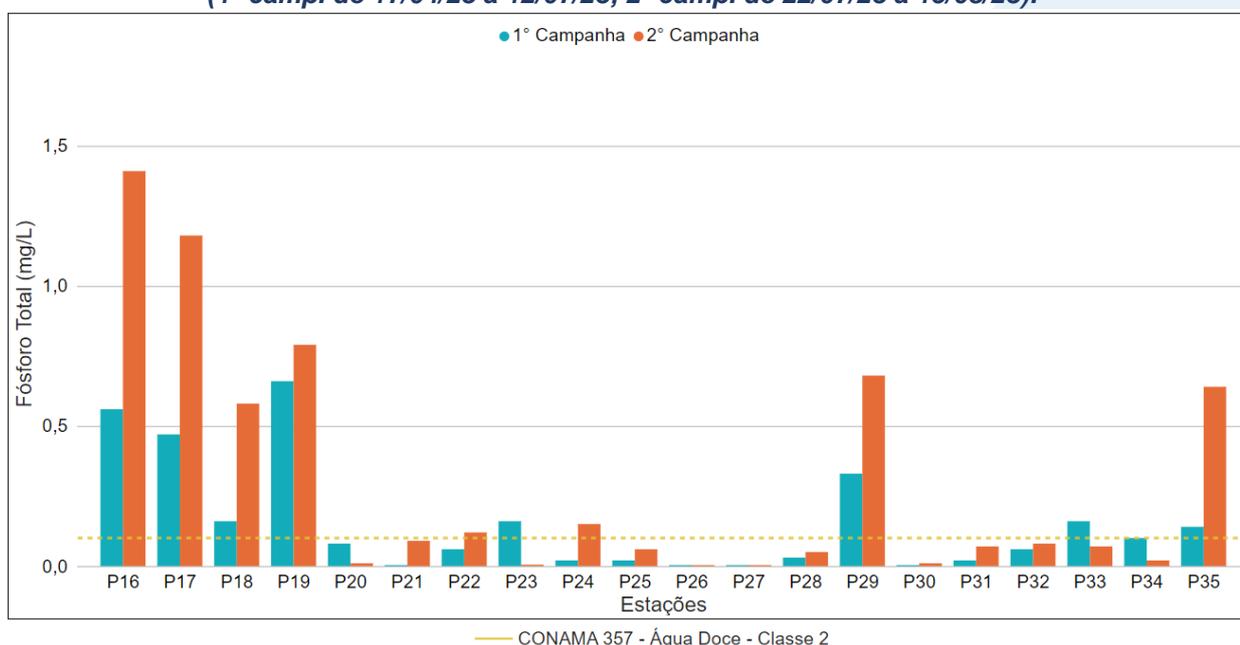


Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI-152), a média para o parâmetro fósforo total durante a 1ª campanha foi de 0,15 mg/L, com concentração mínima abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P21, P26, P27 e P30), e máxima de 0,66 mg/L (P19). Na 2ª campanha, a média registrada foi de 0,30 mg/L, com mínima abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P26 e P27), e máxima de 1,41 mg/L (P16). O aumento da concentração de fósforo da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, sendo de forma mais acentuada nos pontos P16, P17, P18, P29 e P35, pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto. Vale lembrar que a maioria dos pontos apresentou aumento ou manutenção de elevada concentração (igual ou acima de 160.000 NPM/100mL) do parâmetro coliformes termotolerantes. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), 17 amostras foram classificadas como hipereutróficas (P16, P17, P18, P19, P23, P29, P33, P34 e P35 da 1ª campanha e P16, P17, P18, P19, P22, P24, P29 e P35 da 2ª campanha), 9 como eutróficas (P20, P22 e P32 da 1ª campanha e P21, P25, P28, P31, P32 e P33 da 2ª campanha), 7 como mesotróficas (P24, P25, P28 e P31 da 1ª campanha e P20, P30 e P34 da 2ª

campanha), 1 amostra como oligotrófica (P23 2ª campanha) e 5 como hiperoligotróficas (P26, P27 e P30 da 1ª campanha e P26 e P27 da 2ª campanha).

Algumas amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L) para o parâmetro fósforo na 1ª (P16, P17, P18, P19, P23, P29, P33 e P35) e 2ª campanhas de monitoramento (P16, P17, P18, P22, P24, P29 e P35).

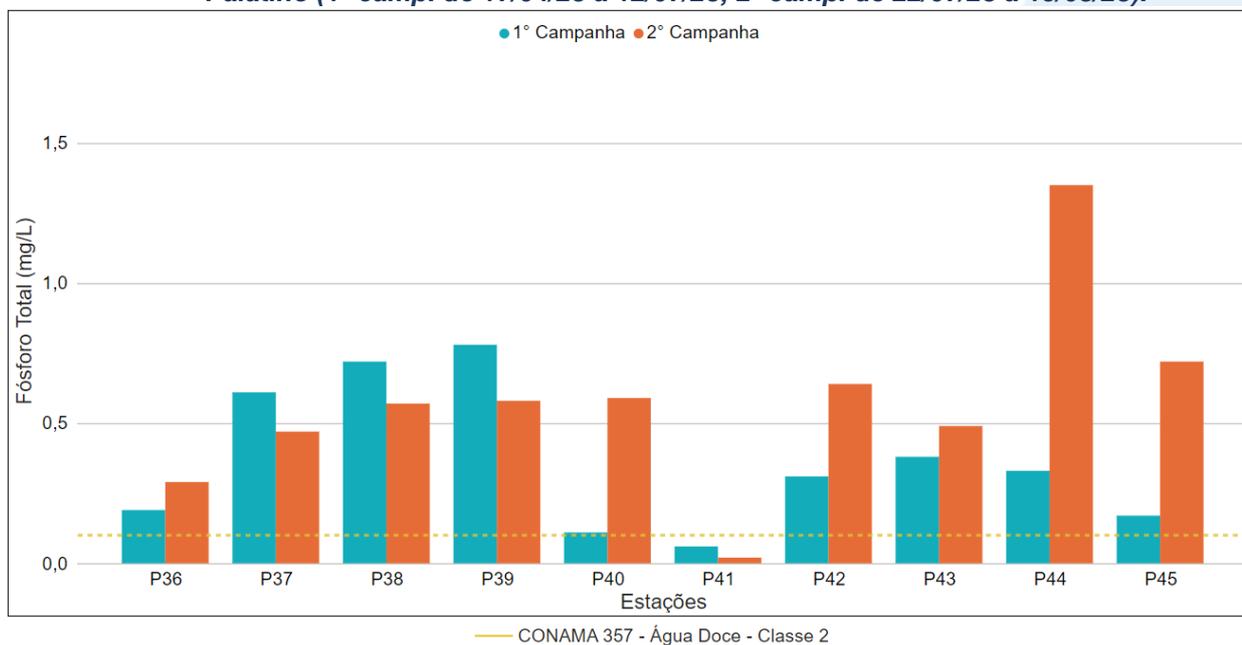
Figura VI-152. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI-153), a média de fósforo total durante a 1ª campanha foi de 0,37 mg/L, com variação entre 0,06 mg/L (P41) e 0,78 mg/L (P39). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,57 mg/L, com variação entre 0,02 mg/L (P41) e 1,35 mg/L (P44). A maioria das amostras dessa sub-região apresentou valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L) para o parâmetro fósforo nas duas campanhas de monitoramento, com exceção de P41 (1ª e 2ª campanhas). A concentração de fósforo aumentou da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos desta sub-região, sendo de forma mais acentuada nos pontos P40, P42, P44 e P45. Este aumento pode estar relacionado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto. Vale lembrar que todos os pontos apresentaram aumento ou manutenção de elevada

concentração (igual ou acima de 160.000 NPM/100mL) do parâmetro coliformes termotolerantes. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foi classificada como hipereutrófica, com exceção das amostras de P41 (1ª campanha) e P41 (2ª campanha) classificadas como eutrófica e mesotrófica, respectivamente.

Figura VI-153. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

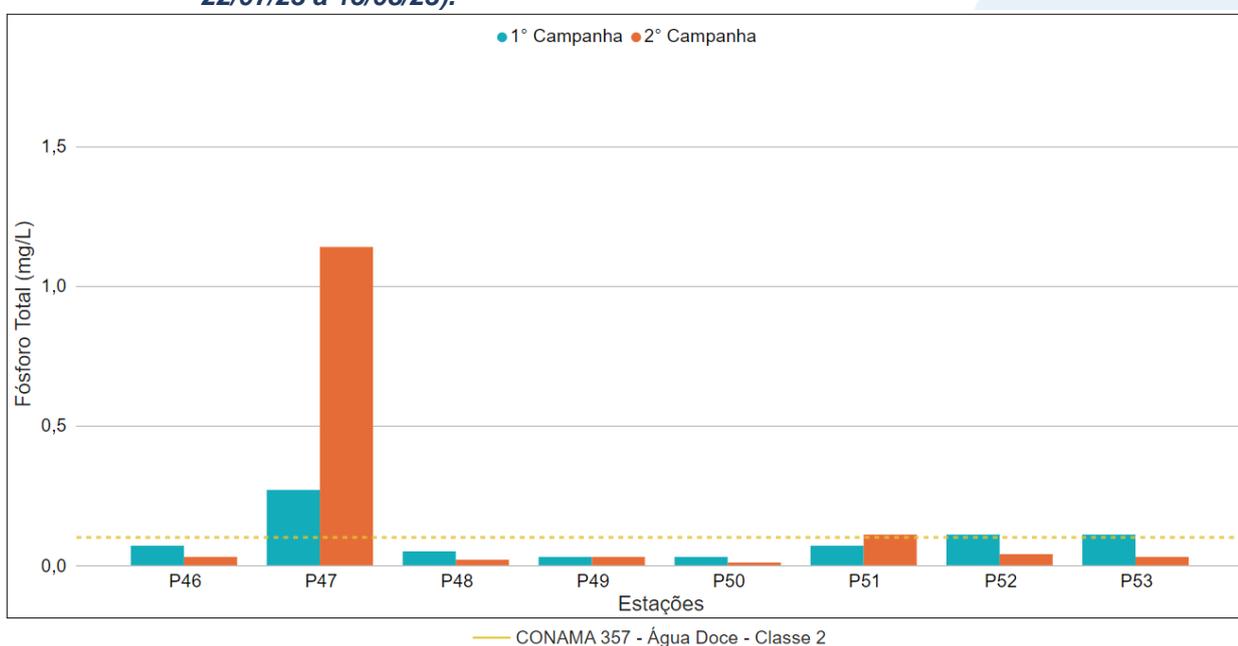


Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI-154), a concentração média de fósforo total na 1ª campanha foi de 0,09 mg/L, com mínima de 0,03 mg/L (P49 e P50) e máxima de 0,27 mg/L (P47). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,18 mg/L, com mínima de 0,01 mg/L (P50) e máxima de 1,14 mg/L (P47). A concentração de fósforo total diminuiu da 1ª para a 2ª campanha na maioria dos pontos de monitoramento e, provavelmente, está associada à redução no aporte de esgoto e efluentes. Entretanto, os pontos P47 e P51 apresentaram aumento deste parâmetro, o que indicando aumento do aporte. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), sete amostras foram classificadas como mesotróficas (P49 e P50 da 1ª campanha e P46, P48, P49, P50 e P53 da 2ª campanha), cinco como hipereutróficas (P47, P52 e P53 da

1ª campanha e P47 e P51 da 2ª campanha) e quatro como eutróficas (P46, P48 e P51 da 1ª campanha e P52 da 2ª campanha).

Algumas amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L) para o parâmetro fósforo na 1ª (P47, P52 e P53) e 2ª campanhas de monitoramento (P47 e P51).

Figura VI-154. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

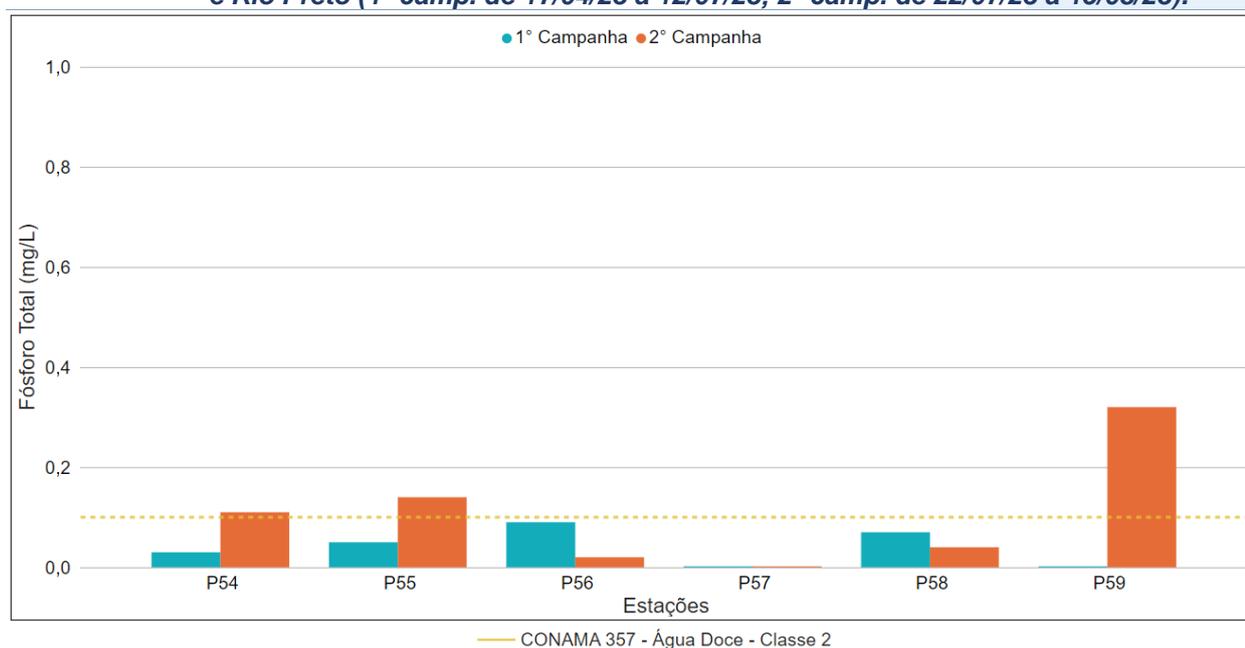


Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI-155), a média de fósforo total durante a 1ª campanha foi de 0,04 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P57 e P59), e 0,09 mg/L (P56). Na 2ª campanha, a média encontrada foi de 0,11 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P57), e 0,32 mg/L (P59). O parâmetro fósforo total apresentou aumento mais proeminente nos pontos P54, P55 e P59 da 1ª para a 2ª campanha de monitoramento e provavelmente isto está associado ao aumento do aporte de efluentes e esgoto nestes pontos. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), quatro amostras foram classificadas como eutróficas (P55, P56 e P58 da 1ª campanha e P58 da 2ª campanha), três como hipereutróficas (P54, P55 e P59 da 2ª campanha), três como

hiperoligotróficas (P57 e P59 da 1ª campanha e P57 da 2ª campanha) e duas amostras como mesotróficas (P54 da 1ª campanha e P56 da 2ª campanha).

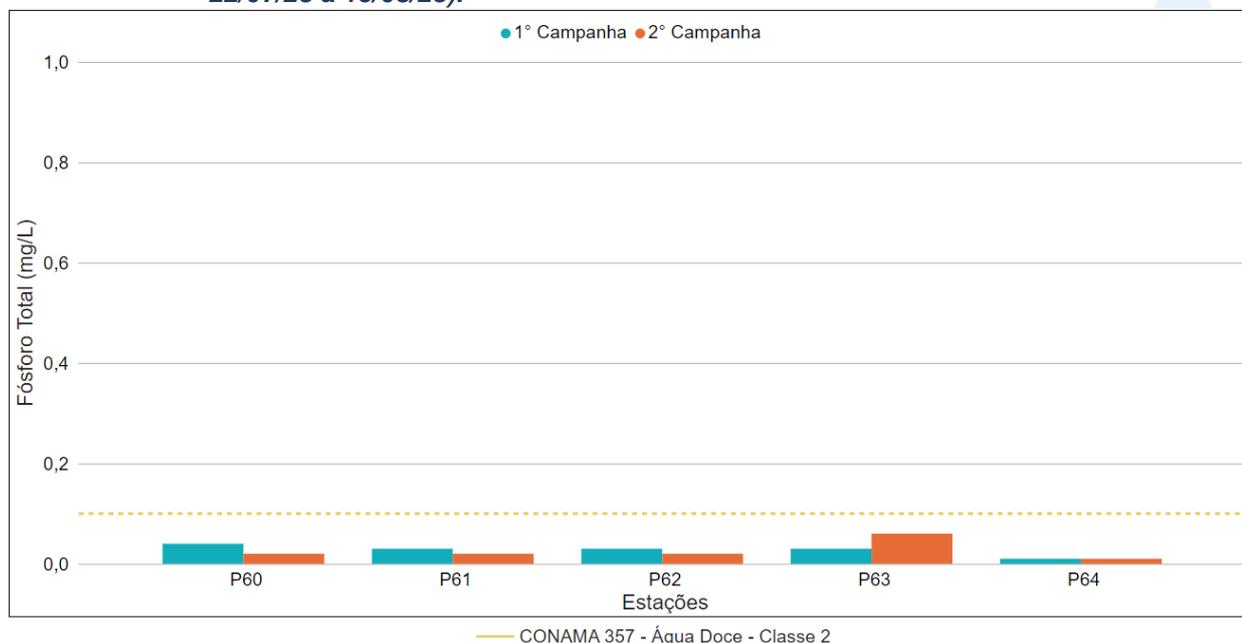
Algumas amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L) para o parâmetro fósforo apenas na 2ª campanha de monitoramento (P54, P55 e P59).

Figura VI-155. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI-156), a média de fósforo total durante a 1ª campanha foi de 0,03 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P64) e 0,04 mg/L (P60). Na 2ª campanha, a média foi de 0,03 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P64) e 0,06 mg/L (P63). Os pontos desta sub-região apresentaram pouca variação da concentração de fósforo total entre as campanhas, porém apenas o ponto P63 apresentou aumento da 1ª para a 2ª campanha. De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foram classificadas como mesotróficas, com exceção de P60 (1ª campanha) e P63 (2ª campanha) classificadas como eutróficas.

Figura VI-156. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23).

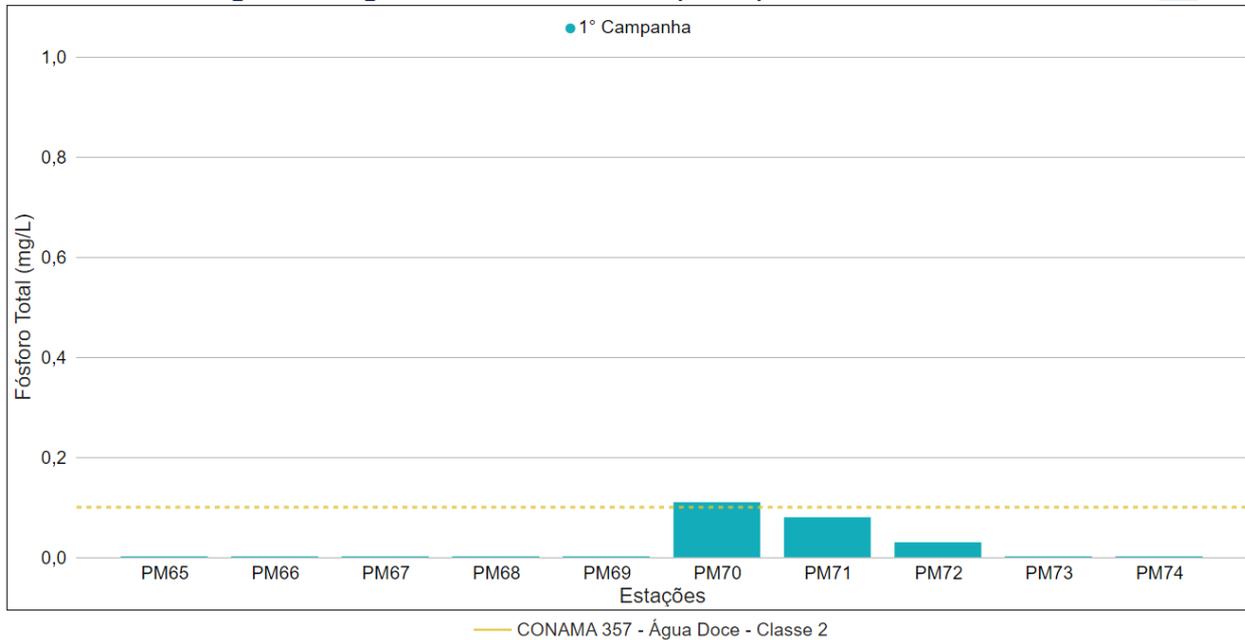


Os pontos móveis (Figura VI-157), que foram monitorados apenas na 1ª campanha de monitoramento, apresentaram apenas três amostras quantificáveis, PM70 (0,11 mg/L), PM71 (0,08 mg/L) e PM72 (0,03 mg/L), as demais amostras apresentaram concentração abaixo do limite de detecção (0,003 mg/L). De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 apud ESTEVES, 2011), quase todas as amostras foram classificadas como ultraoligotróficas, com exceção de PM70, PM71 e PM72, classificadas como hipereutrófica, eutrófica e mesotrófica, respectivamente.

A amostra referente ao ponto PM70 apresentou concentração acima do limite estabelecido para fósforo pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L).

Na 1ª campanha de monitoramento, 33 amostras referentes aos pontos fixos e 1 amostra dos pontos móveis apresentaram concentrações acima do limite estabelecido para fósforo pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L). Já na 2ª campanha o número de amostras com valores acima do limite aumentou para 36. Vale ressaltar que as sub-regiões RP e PQRP apresentaram quase todos os pontos com valores acima de 0,1 mg/L em ambas as campanhas.

Figura VI-157. Distribuição da concentração de Fósforo Total registrada no 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23) dos pontos móveis localizadas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral de fósforo, incluindo os pontos móveis, para o 1º semestre de monitoramento foi de 0,24 mg/L. Na 1ª campanha foi encontrada média de 0,20 mg/L (sem os pontos móveis), com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P21, P26, P27, P30, P57 e P59), e 0,80 mg/L (P13). Já na 2ª campanha, a média foi de 0,31 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção (P1, P26, P27 e P57) e 1,41 mg/L (P16). A distribuição espacial das concentrações de fósforo total encontradas no 1º semestre (1ª e 2ª campanhas) é apresentada em Figura VI-158 e Figura VI-159.

Figura VI-158. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Fósforo Total registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha.

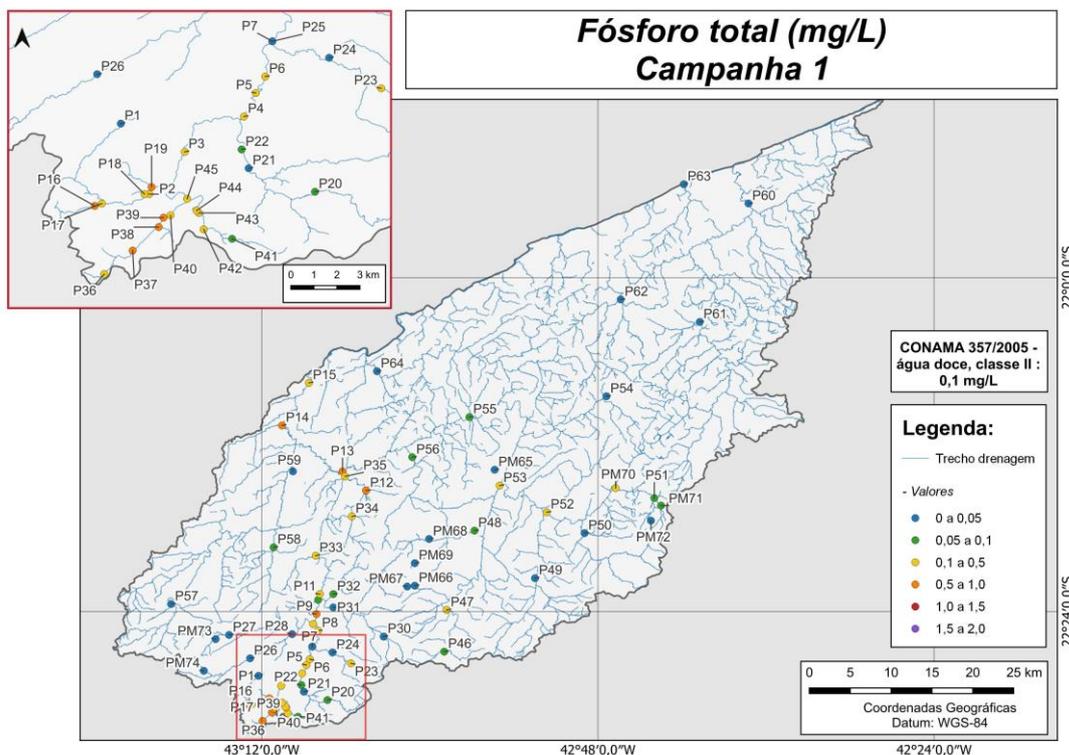
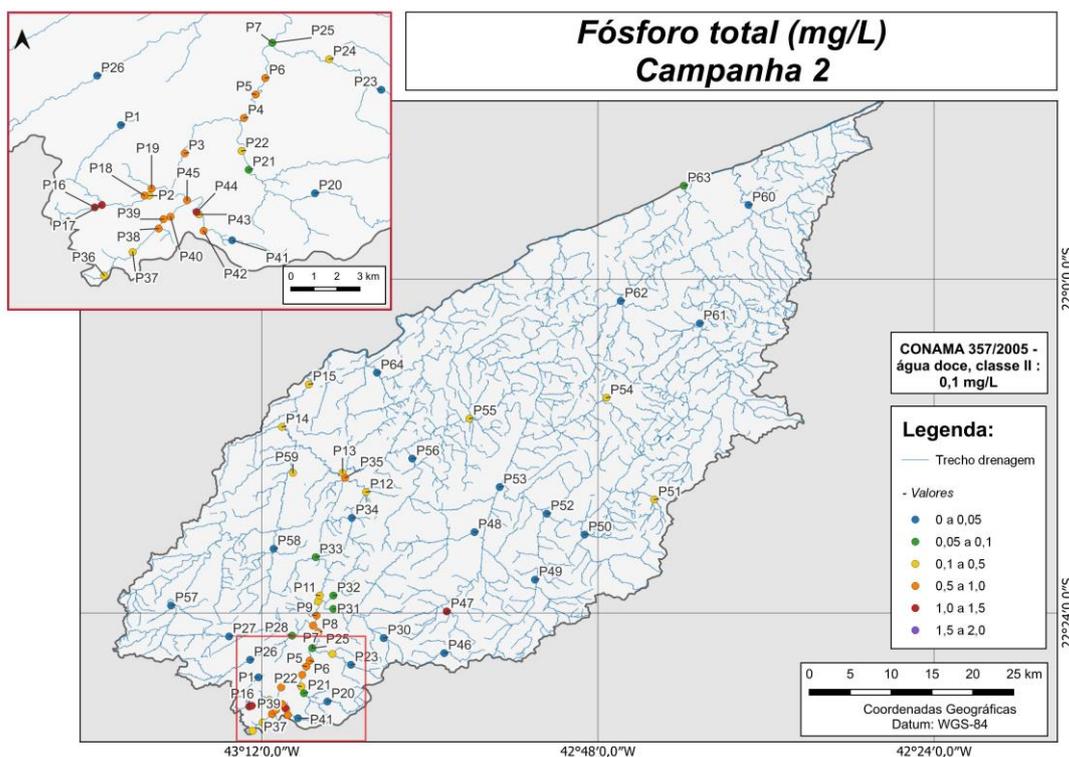


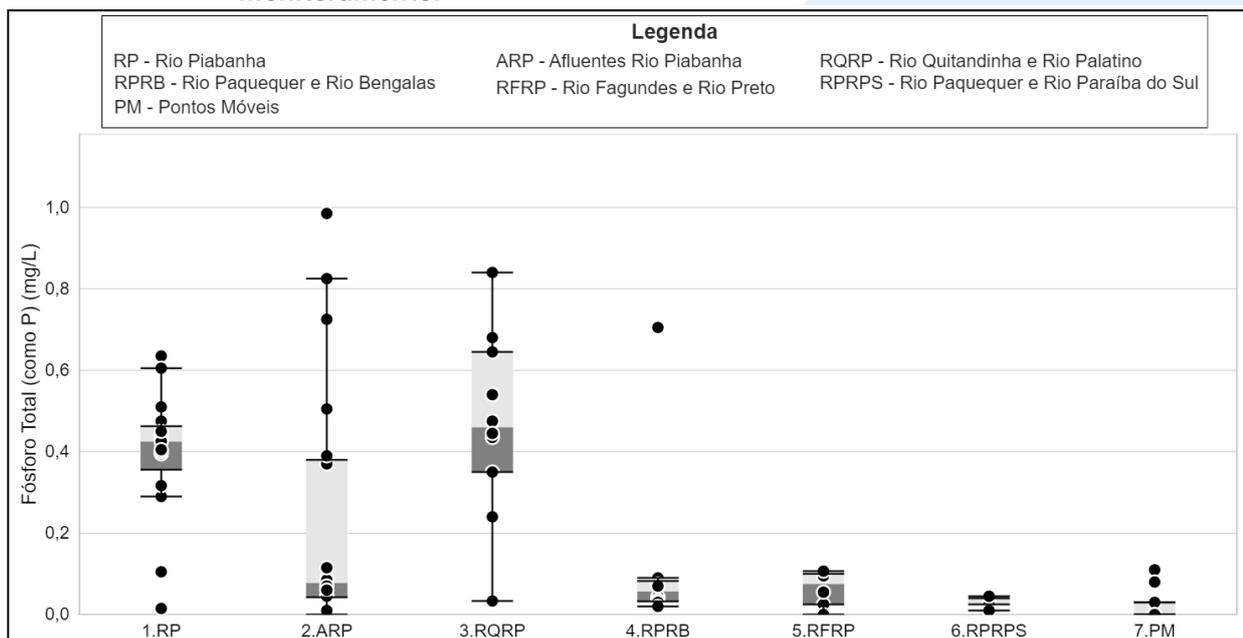
Figura VI-159. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de Fósforo Total registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 2ª campanha.



A sub-região que apresentou a maior média de fósforo total ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP e a que apresentou a menor, foi RPRPS. A Figura VI-160 apresenta a distribuição dos dados de cada sub-região, incluindo os pontos móveis.

Para o parâmetro fósforo total não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas do 1º semestre (1ª e 2ª campanhas). Em relação às sub-regiões, as sub-regiões RP e RQRP não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), mas apresentaram em relação às demais sub-regiões ($p < 0,05$). Além disso, a sub-região ARP também foi diferente da sub-região RPRPS.

Figura VI-160. Boxplots da distribuição espacial das concentrações de Fósforo Total registradas durante o 1º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.2.2 Medição de Vazão e Batimetria

A medição da vazão foi realizada na primeira campanha nos 64 pontos fixos e nos 10 pontos móveis monitorados. Nos pontos fixos P24, P36, P40, P42, P59, P62 e nos pontos móveis PM65, PM66, PM67, PM69, PM70, PM71 e PM72 foi utilizado o método de flutuador, pois as profundidades dos pontos eram inferiores a 15 cm. Nos demais pontos de monitoramento a medição da vazão foi realizada através do uso de molinete, pois as profundidades eram superiores a 15 cm.

O nome dos hidrometristas responsáveis pela aquisição de dados são apresentados nas cadeias de custódia (Anexo A).

VI.2.2.1 *Sub-região do Rio Piabanha*

Na 1ª campanha de monitoramento a média da vazão na sub-região do Rio Piabanha foi de 11,486 m³/s com variação entre 0,029 m³/s (P01) e 42,440 m³/s (P14). Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-10.

Tabela VI-10 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região do Rio Piabanha durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Rio Piabanha	P01	Próximo à nascente do Rio Piabanha	Molinete	0,3	5	1,7	0,17	0,120	0,029
	P02	Rio Piabanha (jusante da ETE Piabanha)	Molinete	1,0	7	7,2	0,34	0,386	0,879
	P03	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	Molinete	2,0	7	16,0	0,61	0,300	2,670
	P04	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	Molinete	2,0	7	15,2	1,01	0,277	3,655
	P05	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	Molinete	1,0	11	11,2	0,95	0,408	4,401
	P06	Montante da ETE Corrêas	Molinete	2,0	9	18,4	0,63	0,429	4,616
	P07	Jusante da ETE Corrêas	Molinete	2,0	11	23,5	0,60	0,464	4,693
	P08	Ponte de Nogueira	Molinete	2,0	9	19,8	0,60	0,445	5,035
	P09	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	Molinete	2,0	12	24,7	0,73	0,379	6,716
	P10	Rio Santo Antônio	Molinete	1,0	6	7,0	0,43	0,317	0,840
	P11	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	Molinete	2,0	9	18,5	1,76	0,252	6,930
	P12	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	Molinete	3,0	10	30,1	2,28	0,511	34,266
	P13	Rio Piabanha em Carmo	Molinete	4,0	13	53,5	1,89	0,431	39,222
	P14	Rio Piabanha em Três Rios	Molinete	4,0	14	60,0	2,47	0,288	42,440
	P15	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	Molinete	4,0	12	51,0	3,09	0,102	15,904

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região Rio Piabanha, onde a vazão foi obtida com auxílio de molinete (Figura VI-161 a Figura VI-175).

Alguns pontos de monitoramento apresentaram estruturas naturais e antrópicas que impossibilitaram a aferição da profundidade nas seções centrais e que podem ter influenciado nos valores de vazão registrados, sendo: presença de bancos de areia na região central do canal de P7; e presença de pilastras de sustentação nas seções centrais dos canais de P11 e P13. Desta forma, a profundidade nestas seções foi considerada como zero.

Figura VI-161. Desenho esquemático da batimetria do ponto P01-Rio Piabanha.

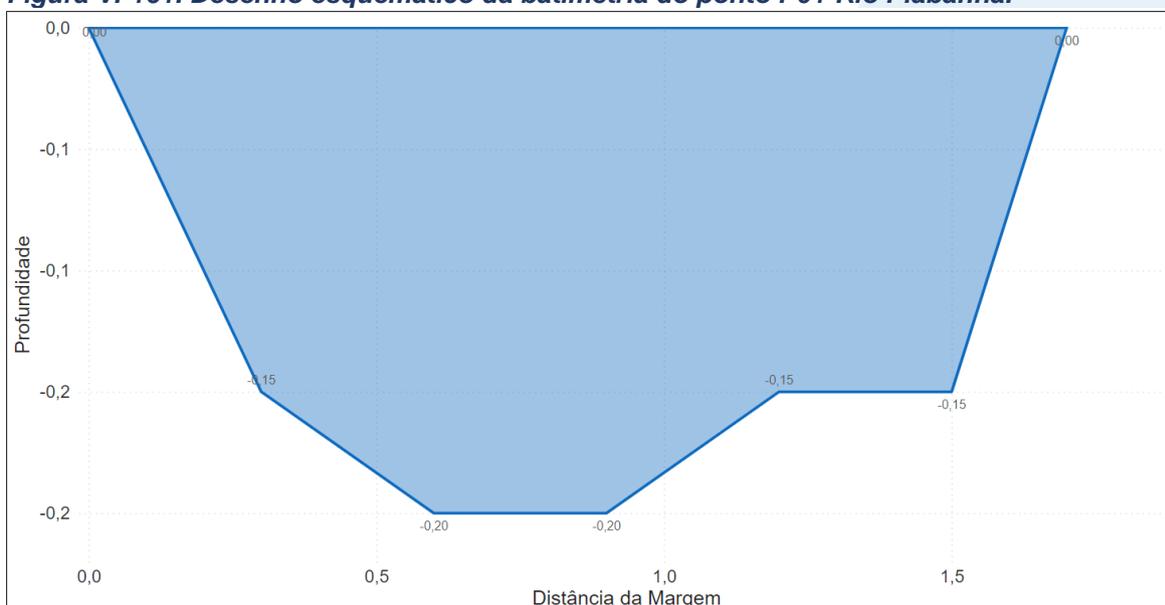


Figura VI-162. Desenho esquemático da batimetria do ponto P02-Rio Piabanha.

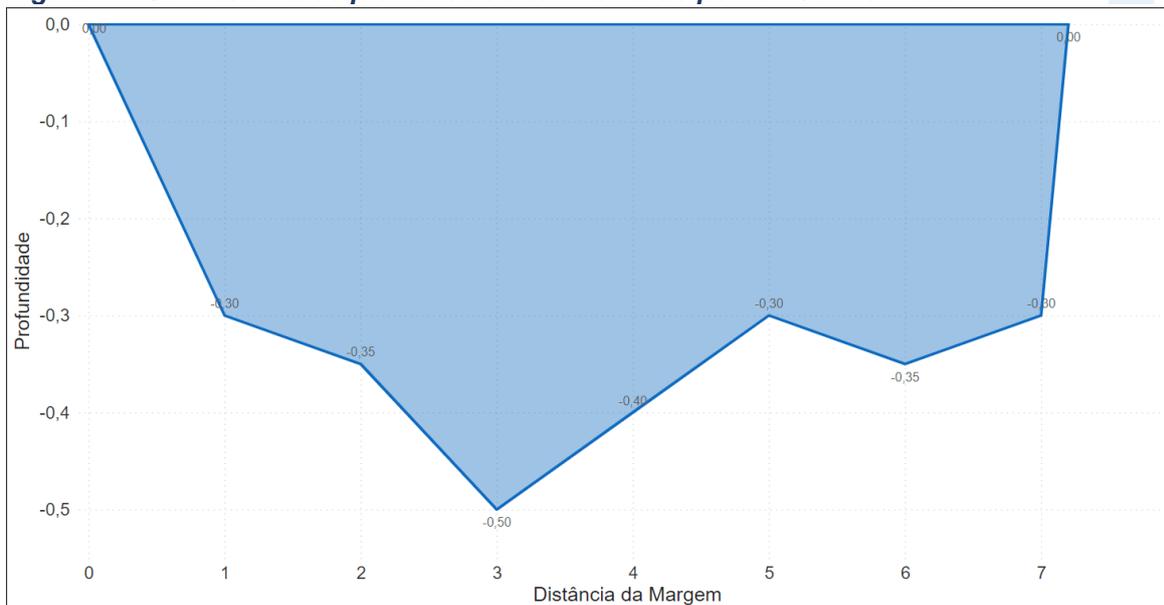


Figura VI-163. Desenho esquemático da batimetria do ponto P03-Rio Piabanha.

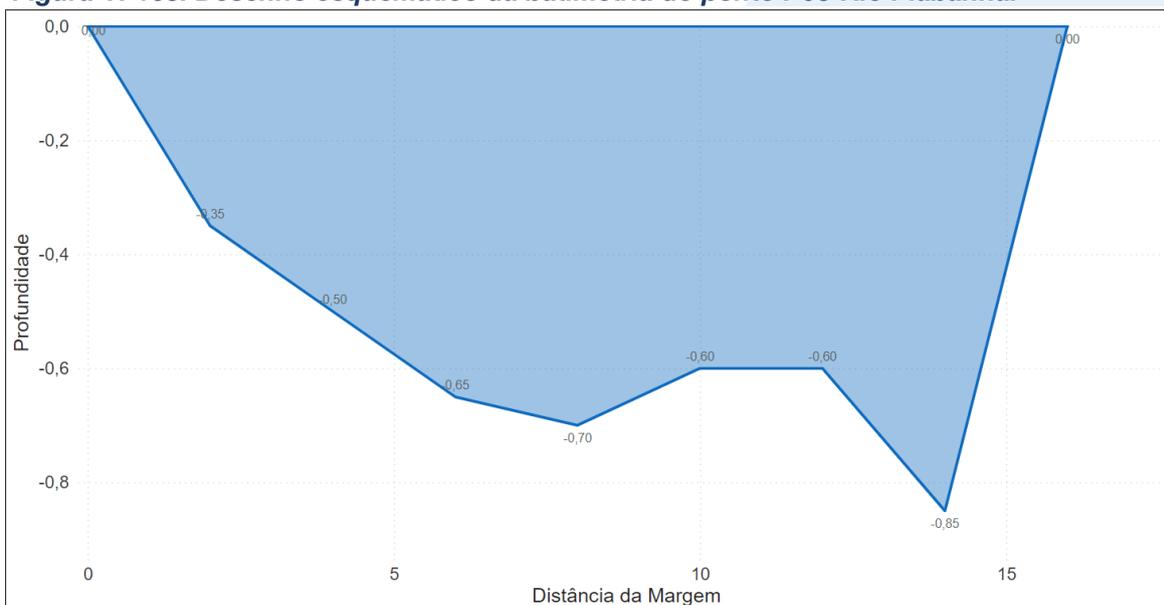


Figura VI-164. Desenho esquemático da batimetria do ponto P04-Rio Piabanha.

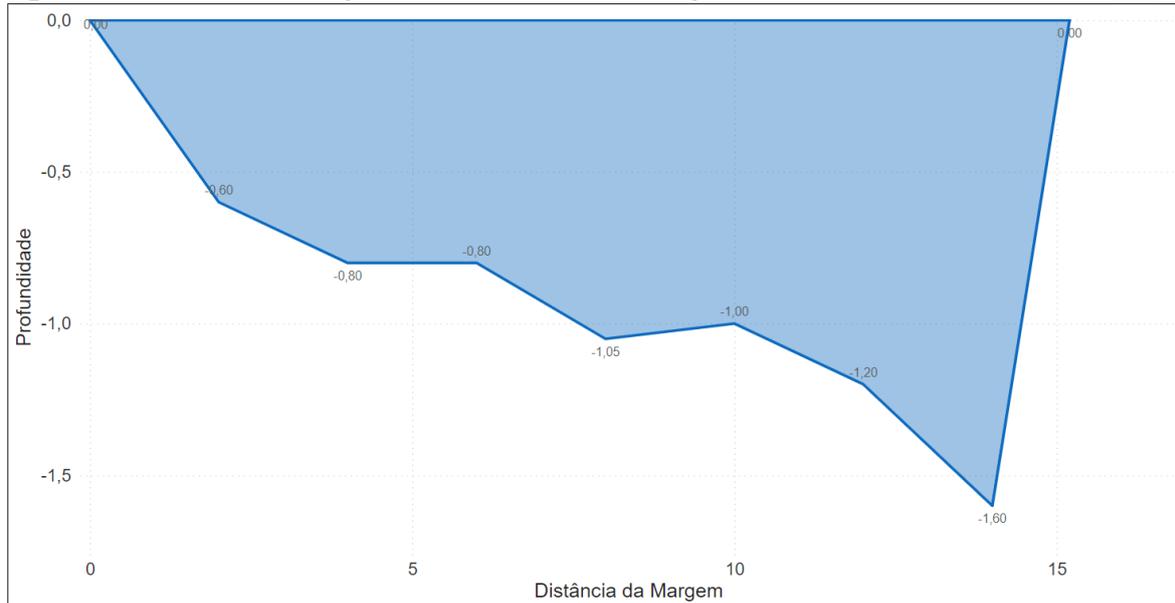


Figura VI-165. Desenho esquemático da batimetria do ponto P05-Rio Piabanha.

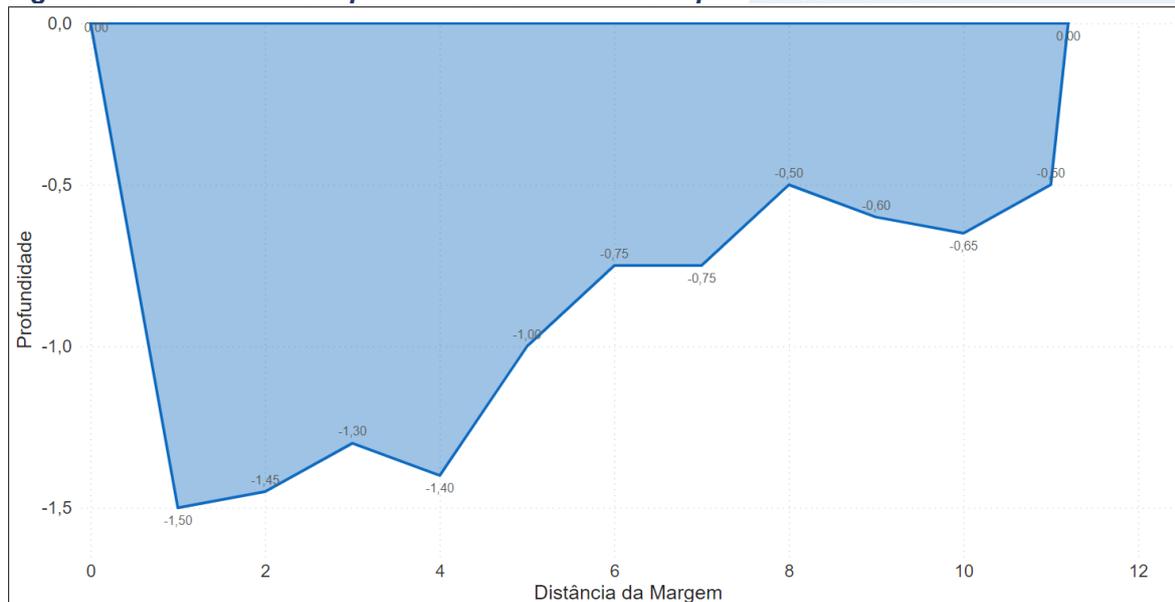


Figura VI-166. Desenho esquemático da batimetria do ponto P06-Rio Piabanha.

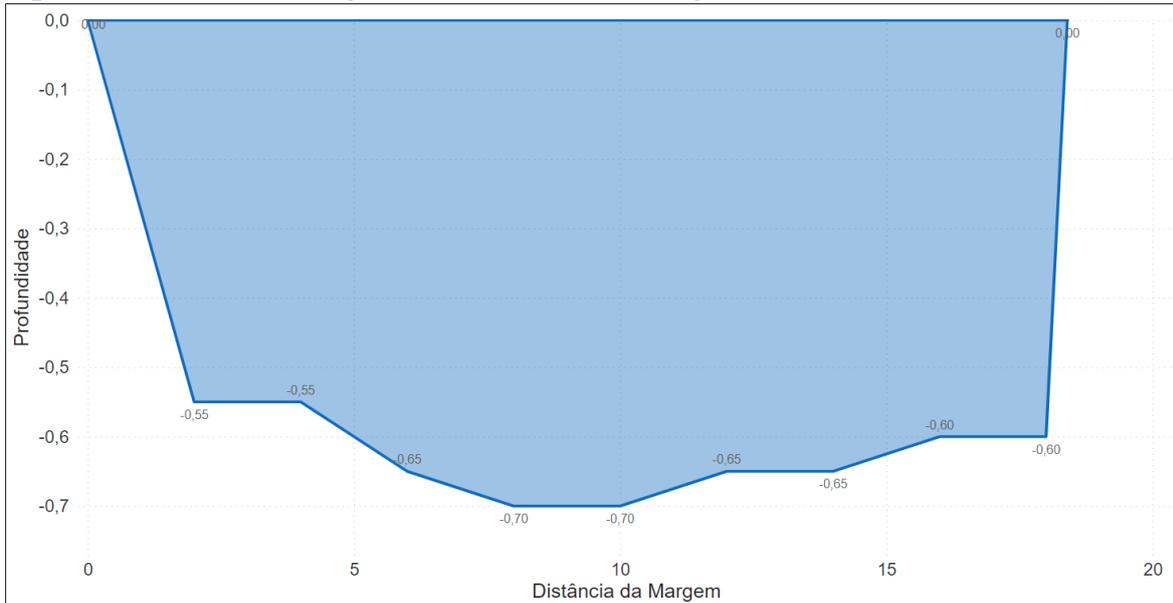


Figura VI-167. Desenho esquemático da batimetria do ponto P07-Rio Piabanha.

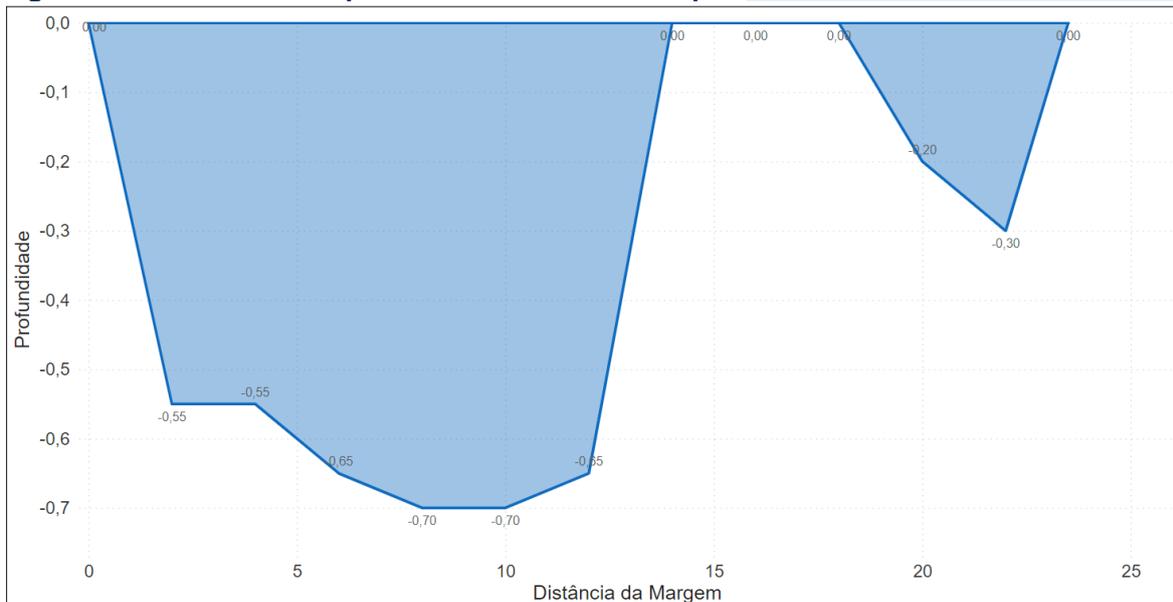


Figura VI-168. Desenho esquemático da batimetria do ponto P08-Rio Piabanha.

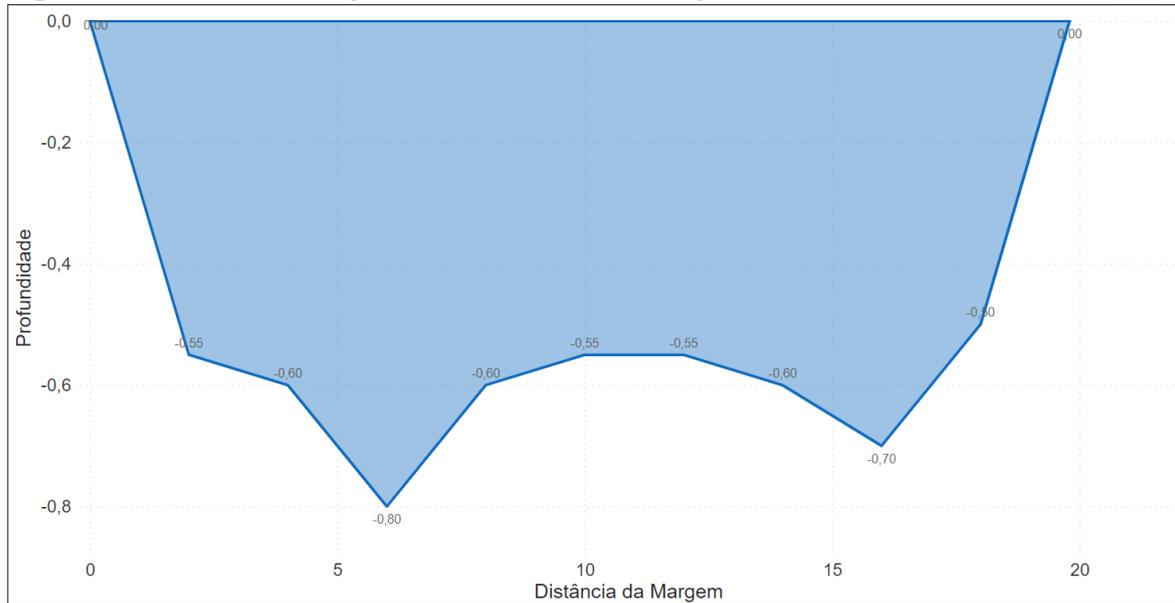


Figura VI-169. Desenho esquemático da batimetria do ponto P09-Rio Piabanha.

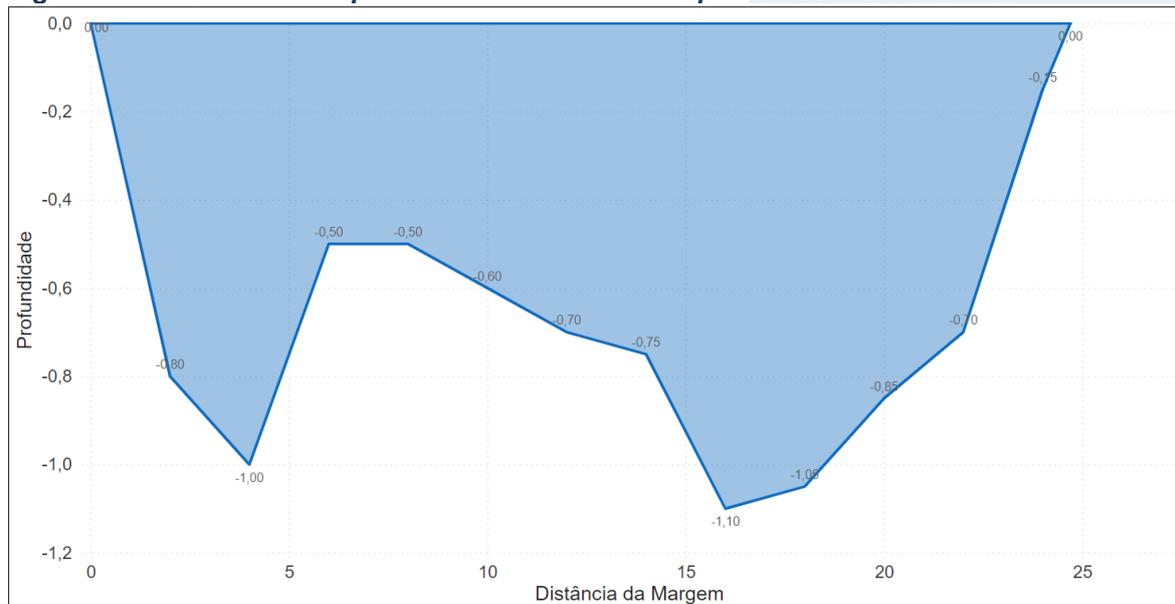


Figura VI-170. Desenho esquemático da batimetria do ponto P10-Rio Piabanha.

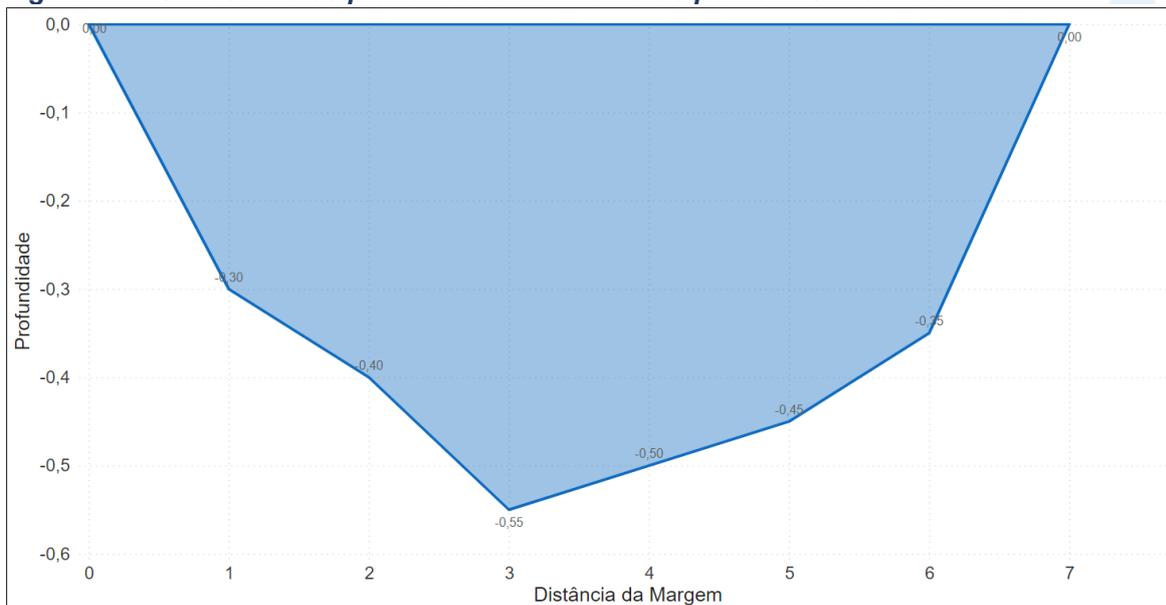


Figura VI-171. Desenho esquemático da batimetria do ponto P11-Rio Piabanha.



Figura VI-172. Desenho esquemático da batimetria do ponto P12-Rio Piabanha.

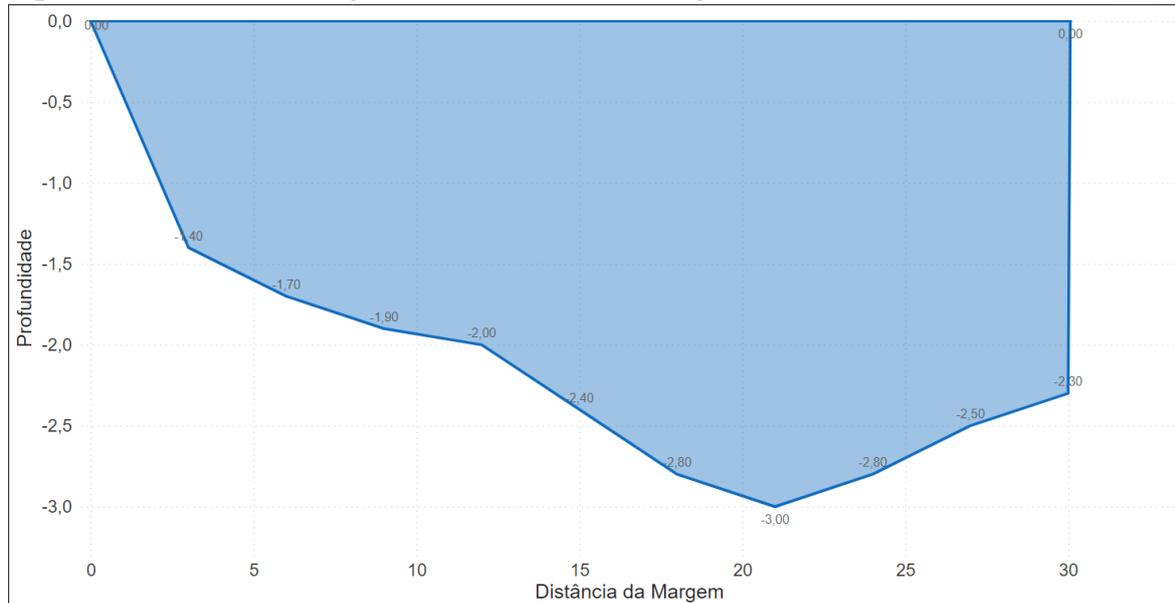


Figura VI-173. Desenho esquemático da batimetria do ponto P13-Rio Piabanha.

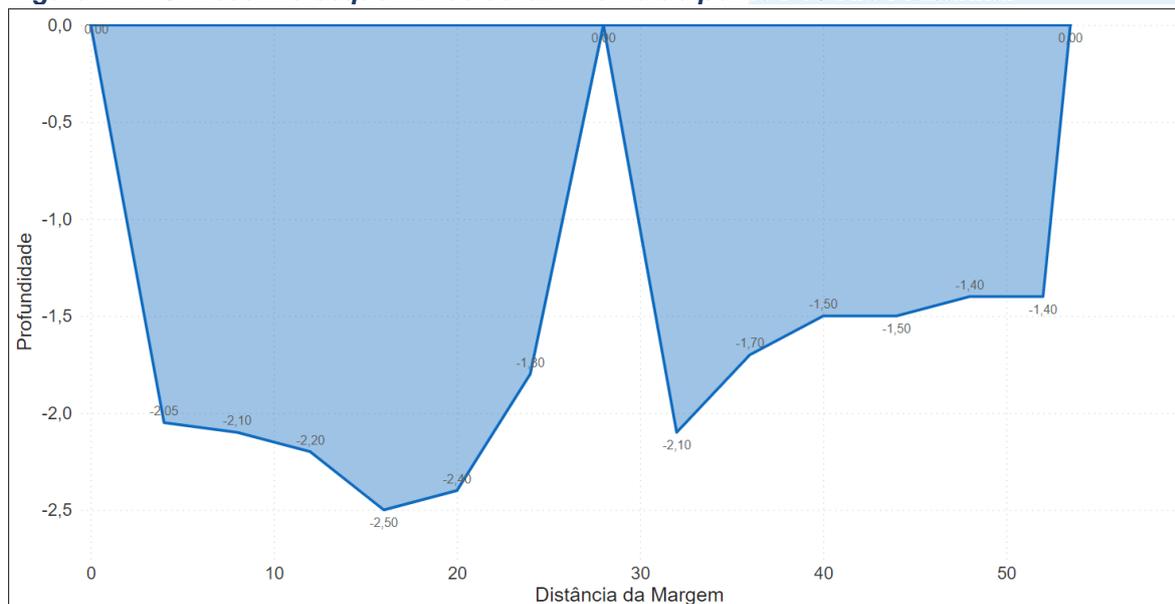


Figura VI-174. Desenho esquemático da batimetria do ponto P14-Rio Piabanha.

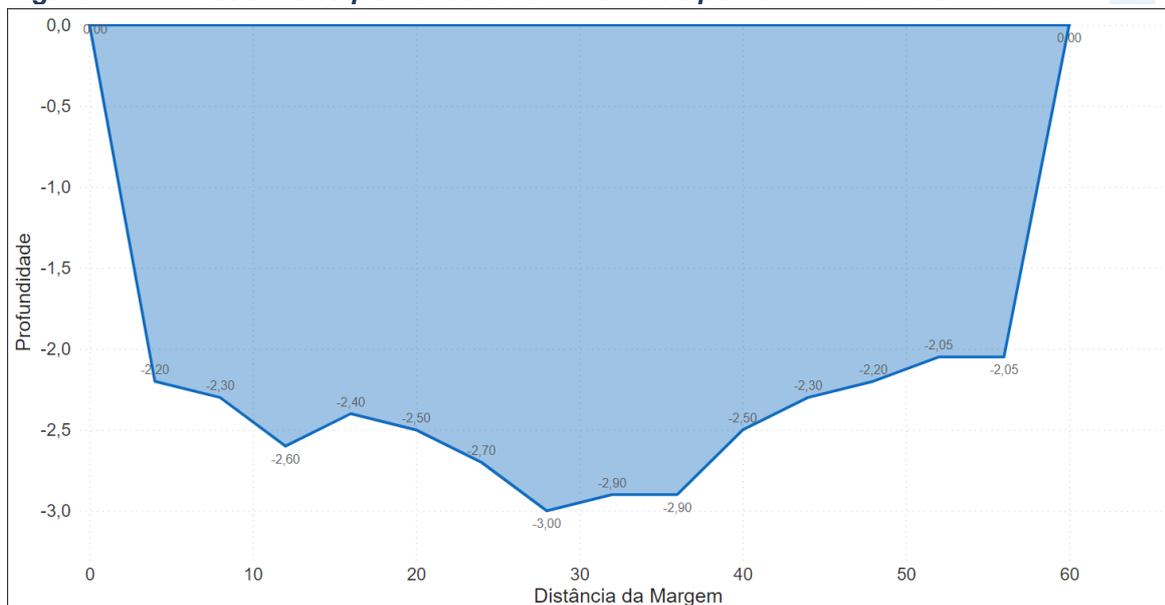
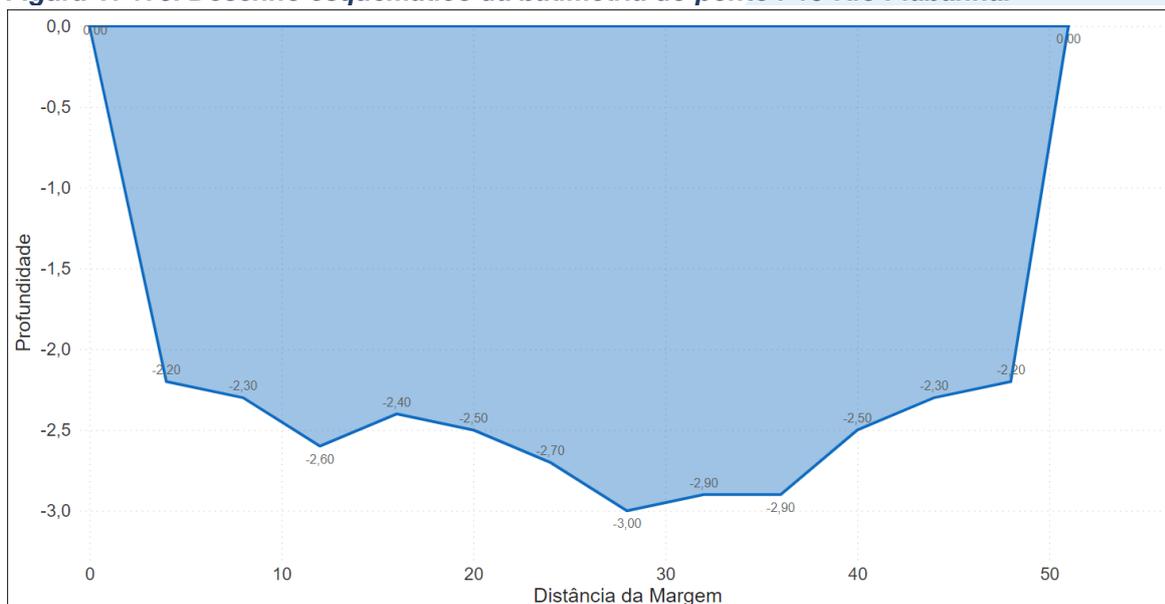


Figura VI-175. Desenho esquemático da batimetria do ponto P15-Rio Piabanha.



VI.2.2.2 *Sub-região Afluentes do Rio Piabanha*

Na 1ª campanha a média da vazão na sub-região Afluentes do Rio Piabanha foi de 0,933 m³/s e os valores variaram entre 0,060 m³/s (P18) e 3,860 m³/s (P29). Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-11.



Tabela VI-11 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região Afluentes do Rio Piabanha durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Afluentes do Rio Piabanha	P16	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	Molinete	0,3	3	1,0	0,50	0,667	0,269
	P17	Próximo a Duarte da Silveira	Molinete	0,5	9	4,7	0,21	0,278	0,273
	P18	Rio do Quarteirão Ingelheim	Molinete	0,3	8	2,7	0,18	0,138	0,060
	P19	Ponte na Rua Mosela	Molinete	0,3	9	3,0	0,59	0,100	0,073
	P20	Próximo à nascente do rio Itamarati	Molinete	0,3	6	2,1	0,53	0,267	0,258
	P21	Rio Itamarati	Molinete	1,0	6	6,1	0,30	0,217	0,455
	P22	Próximo ao túnel extravasor para o Rio Itamarati	Molinete	1,0	10	10,2	1,66	0,157	2,351
	P23	Rio do Bonfim	Molinete	1,0	6	6,0	0,38	0,300	0,625
	P24	Mata Porcos	Flutuador	-	-	5,2	0,17	-	0,318
	P25	Ponto na ponte Corrêas	Molinete	1,0	10	10,3	0,35	0,122	0,399
	P26	Rio da Cidade	Molinete	1,0	9	10,0	0,35	0,300	0,955
	P27	Rio das Araras	Molinete	1,0	7	7,2	0,41	0,163	0,454
	P28	Foz do Rio da Cidade	Molinete	2,0	7	15,1	0,62	0,400	3,601
	P29	Foz do Rio das Araras	Molinete	2,0	7	15,2	1,01	0,280	3,860
	P30	Rio do Jacó	Molinete	1,0	7	7,4	0,88	0,033	0,170
	P31	Rio Santo Antônio	Molinete	1,0	8	9,0	0,40	0,275	0,895
	P32	Rio do Carvão	Molinete	0,5	6	3,2	0,28	0,233	0,189
	P33	Ribeirão Retiro das Pedras	Molinete	1,0	6	6,1	0,46	0,583	1,510
P34	Córrego da Jacuba	Molinete	1,0	7	7,8	0,59	0,330	1,344	
P35	Córrego do Cedro	Molinete	0,5	11	5,8	1,18	0,089	0,601	

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região Afluentes do Rio Piabanha, onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-176 a Figura VI-194).

O ponto de monitoramento P23 apresentava o canal do rio com grande quantidade de pedras, não sendo viável realizar a medição da profundidade em uma das seções central. Desta forma, a profundidade nestas seções foi considerada como zero.

Figura VI-176. Desenho esquemático da batimetria do ponto P16-Rio Avé Lallemand.

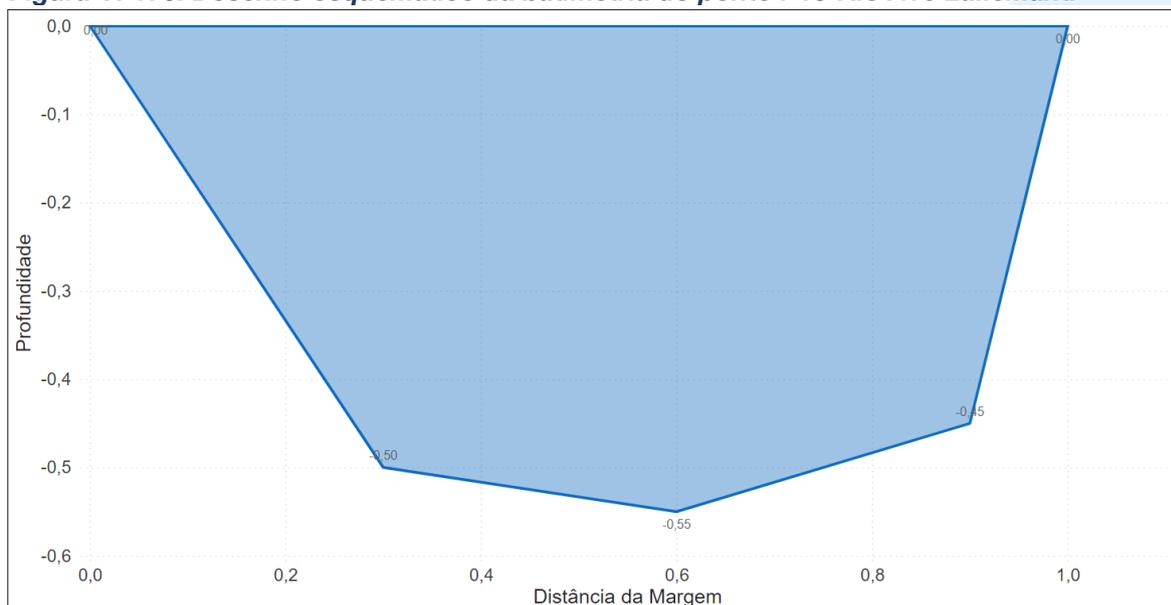


Figura VI-177. Desenho esquemático da batimetria do ponto P17-Rio Avé Lallemand.

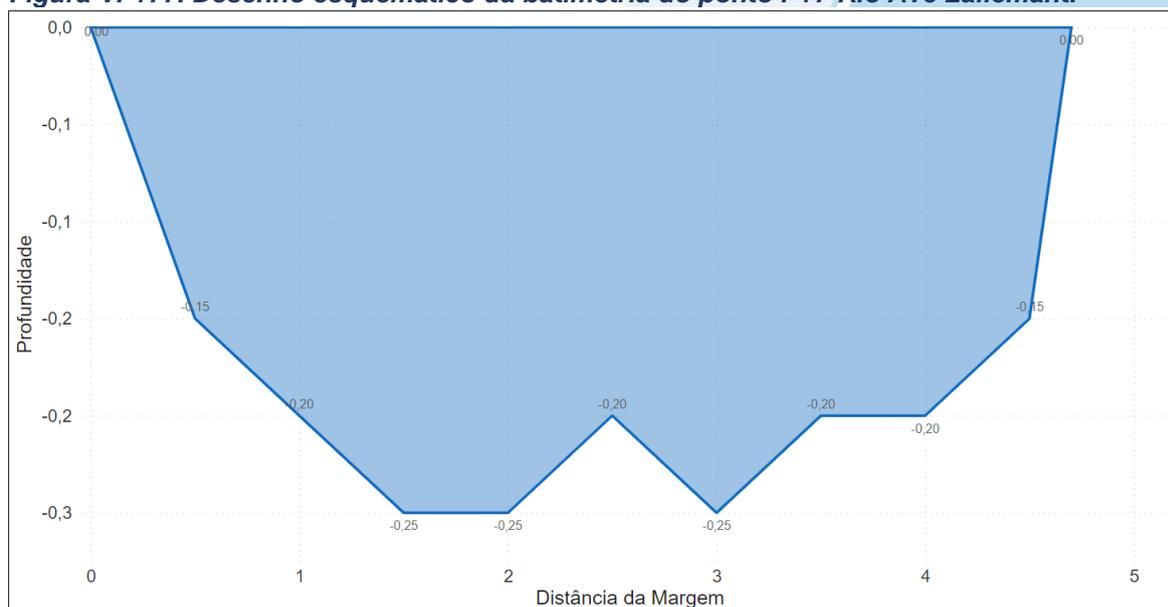


Figura VI-178. Desenho esquemático da batimetria do ponto P18-Rio Alpoim.

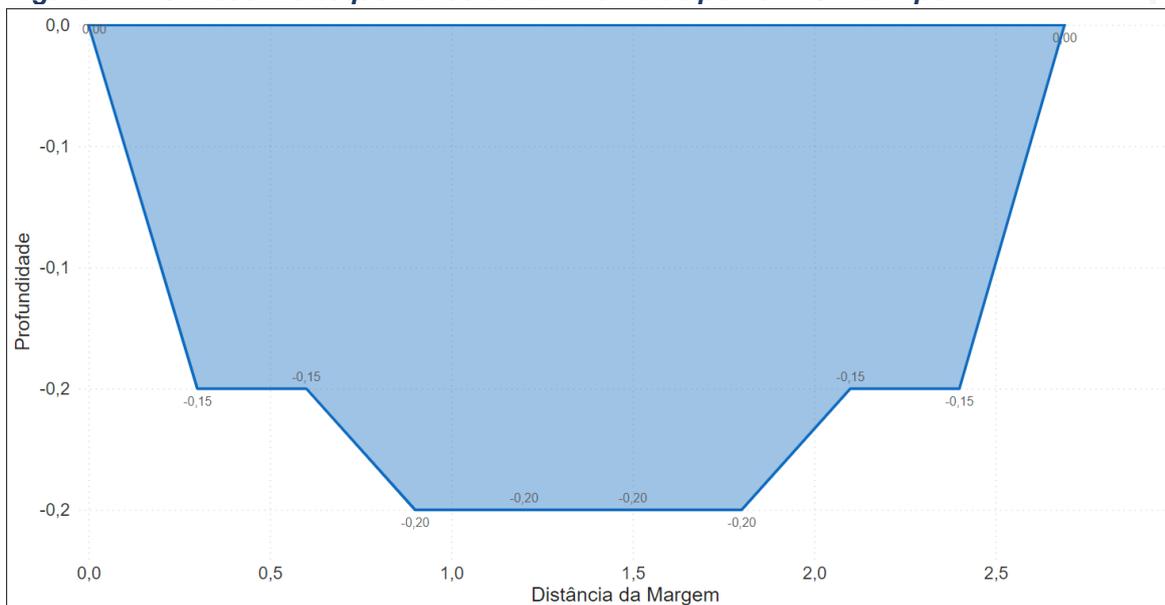


Figura VI-179. Desenho esquemático da batimetria do ponto P19-Rio Paulo Barbosa.

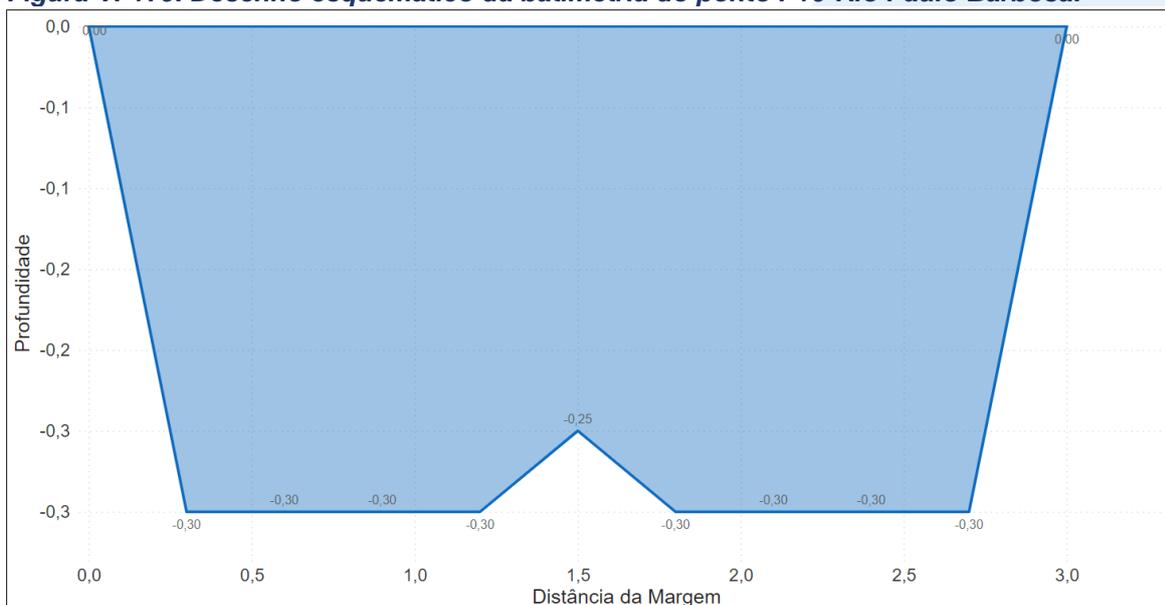


Figura VI-180. Desenho esquemático da batimetria do ponto P20-Rio Itamarati.

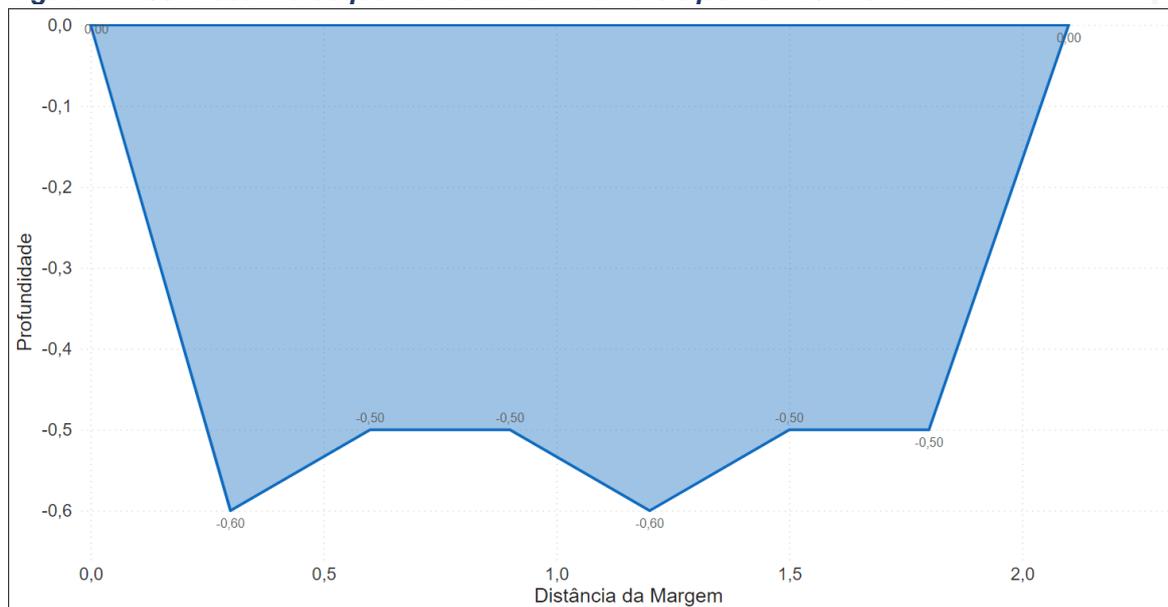


Figura VI-181. Desenho esquemático da batimetria do ponto P21-Rio Itamarati.

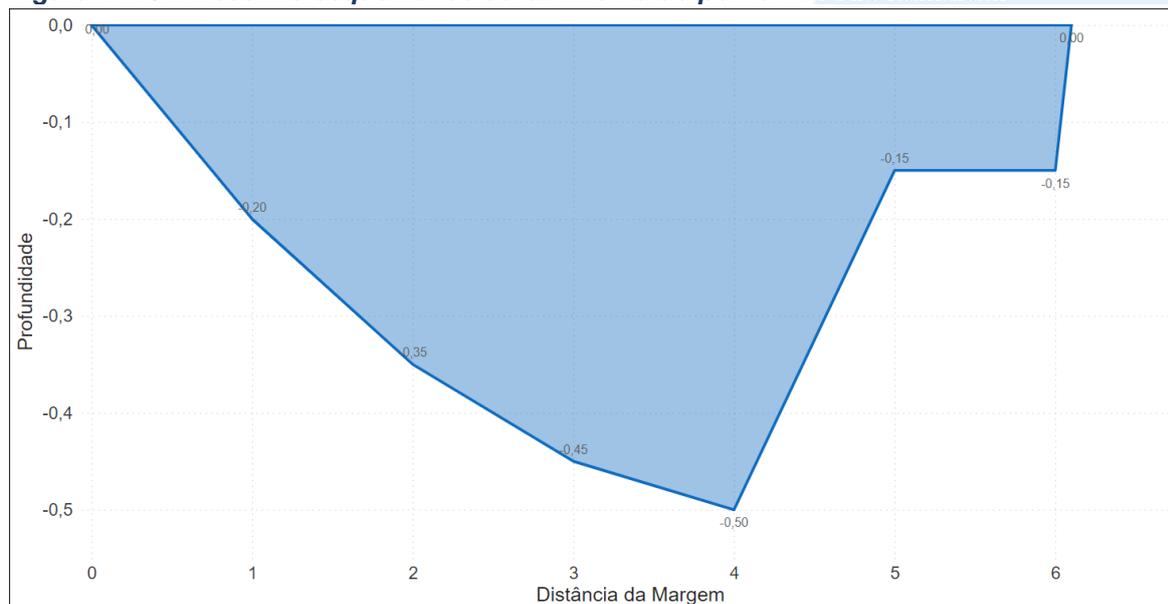


Figura VI-182. Desenho esquemático da batimetria do ponto P22-Rio Itamarati.

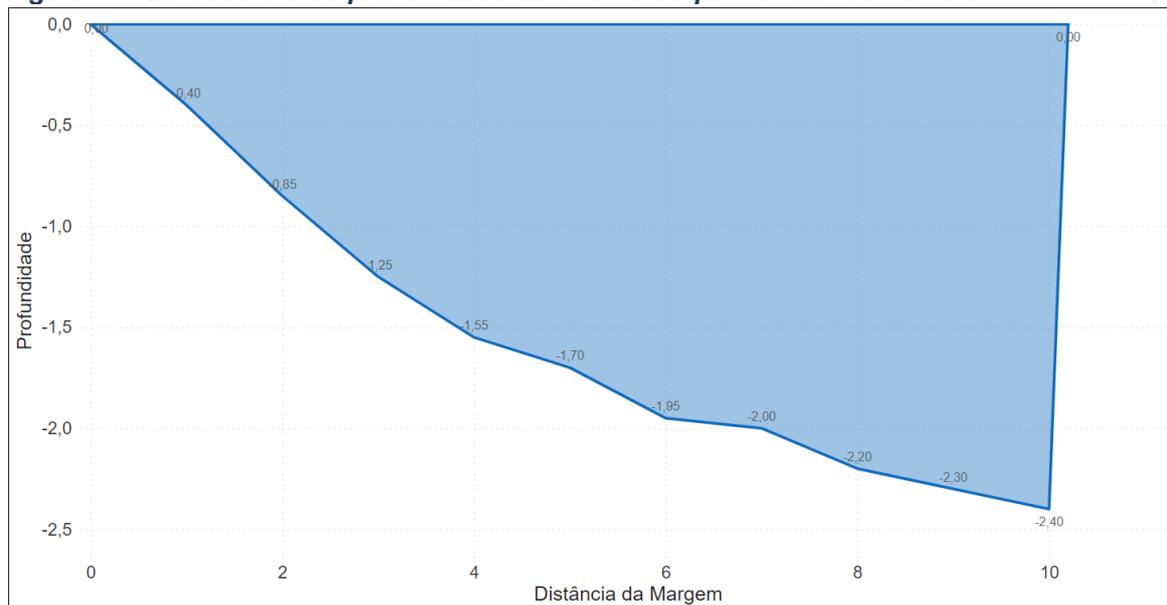


Figura VI-183. Desenho esquemático da batimetria do ponto P23-Rio Bonfim.

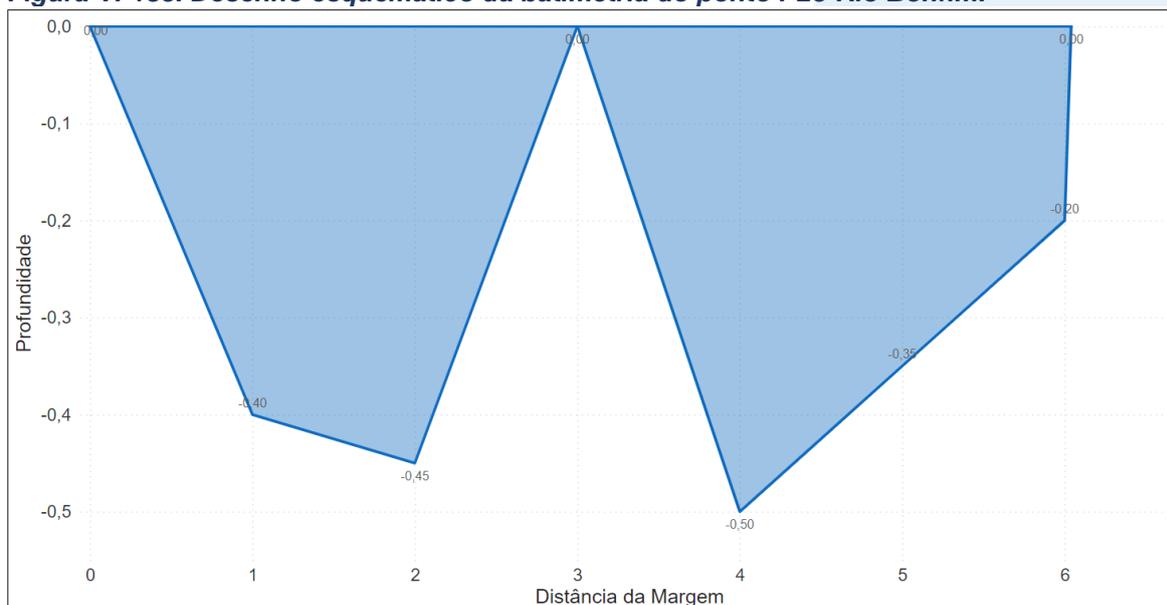


Figura VI-184. Desenho esquemático da batimetria do ponto P25-Rio Bonfim.

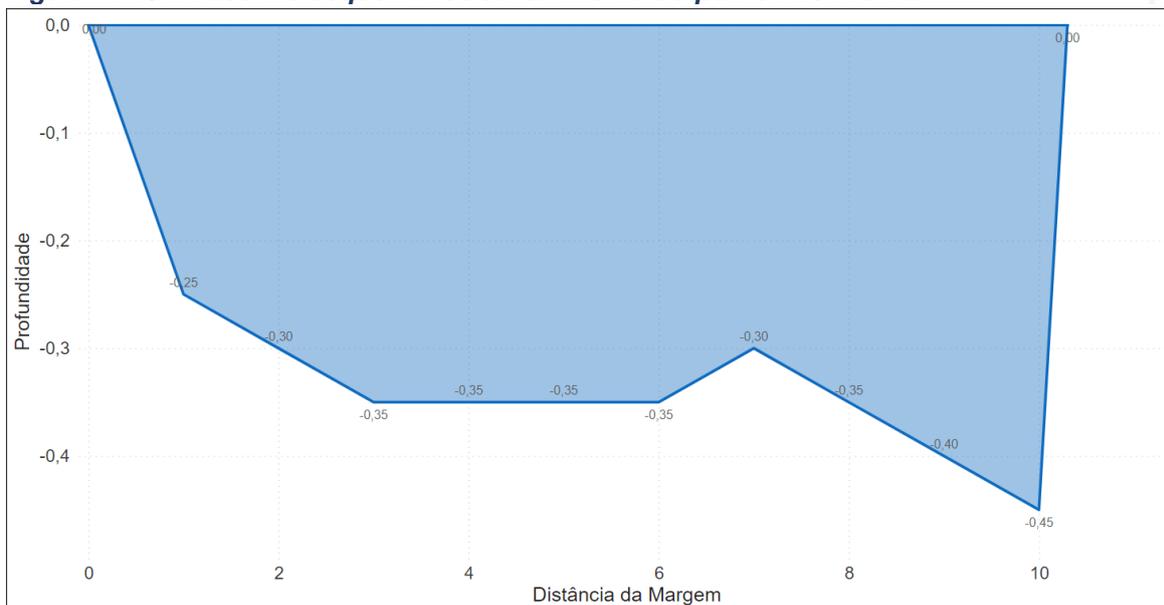


Figura VI-185. Desenho esquemático da batimetria do ponto P26-Rio da Cidade.

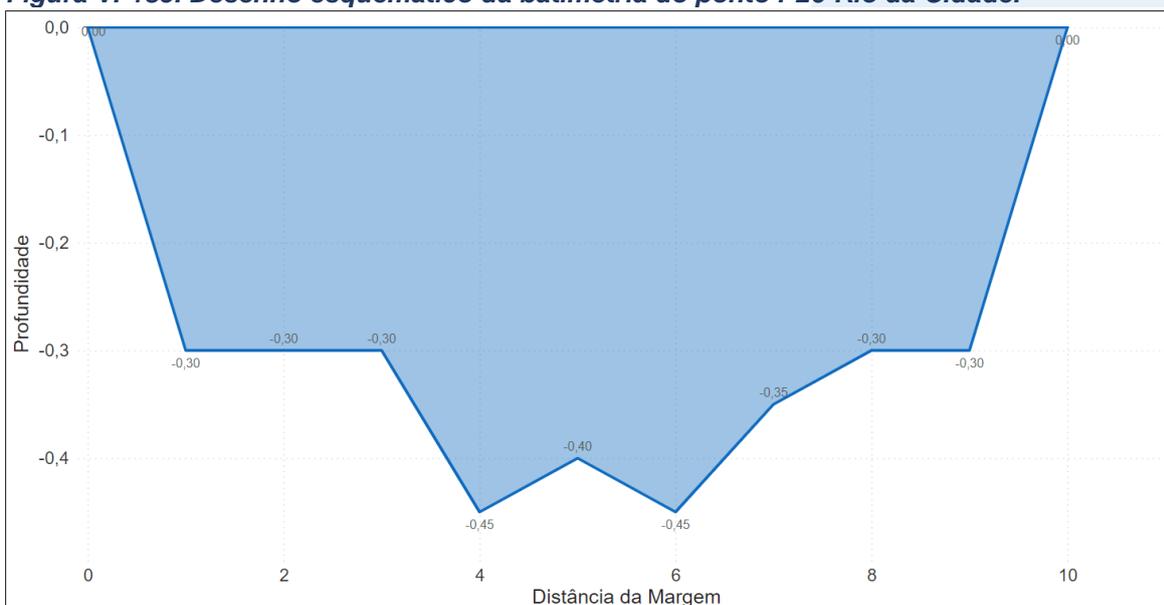


Figura VI-186. Desenho esquemático da batimetria do ponto P27-Rio das Araras.

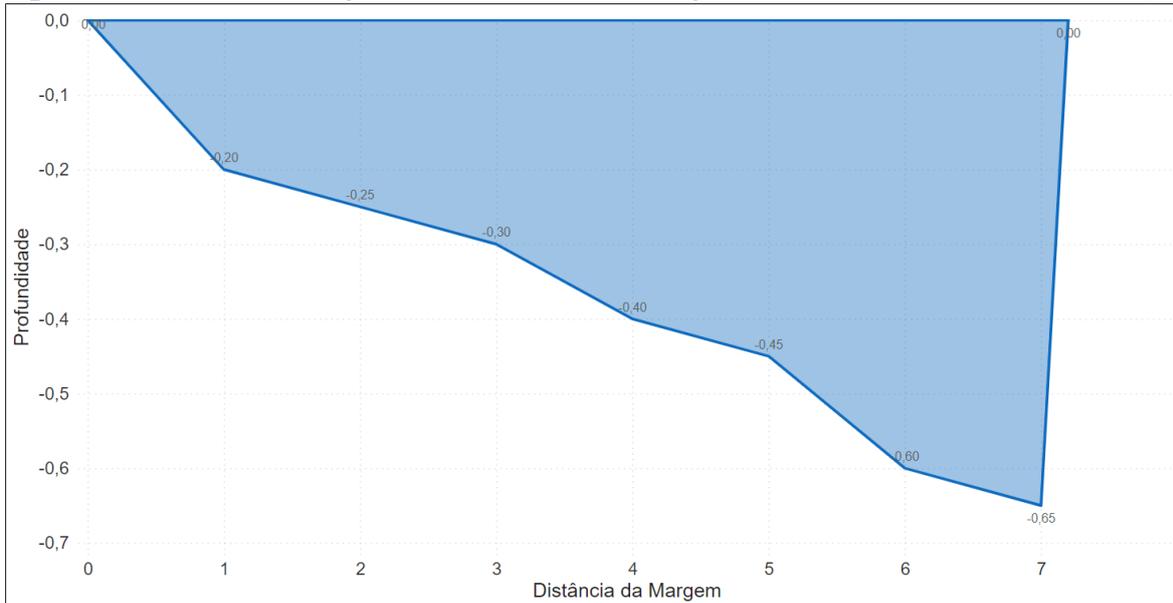


Figura VI-187. Desenho esquemático da batimetria do ponto P28-Rio da Cidade.



Figura VI-188. Desenho esquemático da batimetria do ponto P29-Rio das Araras.

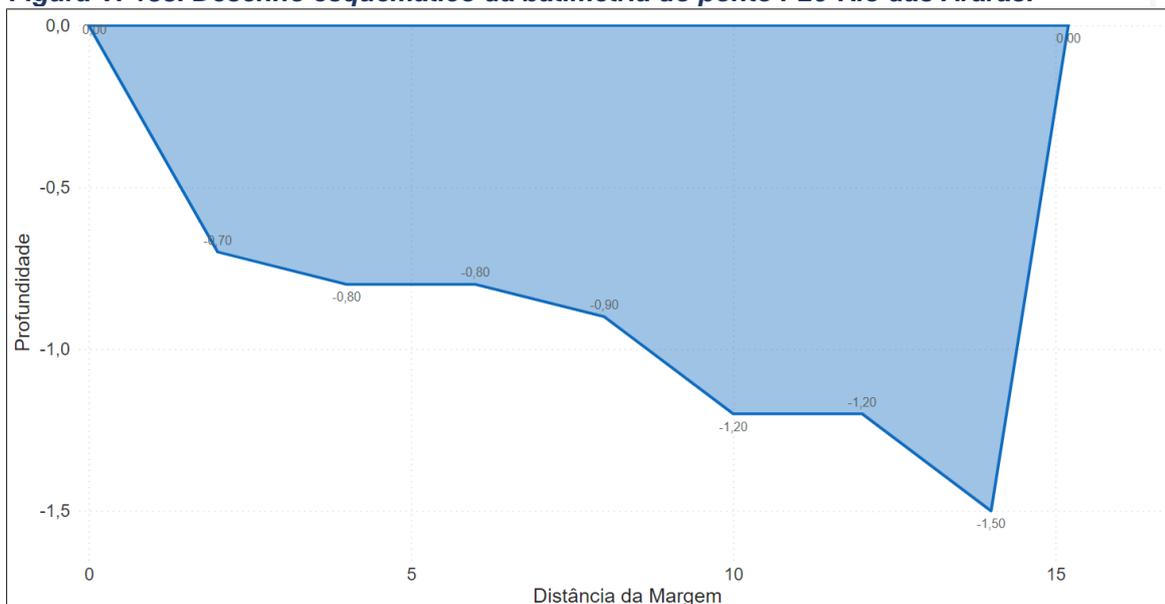


Figura VI-189. Desenho esquemático da batimetria do ponto P30-Rio Jacó.

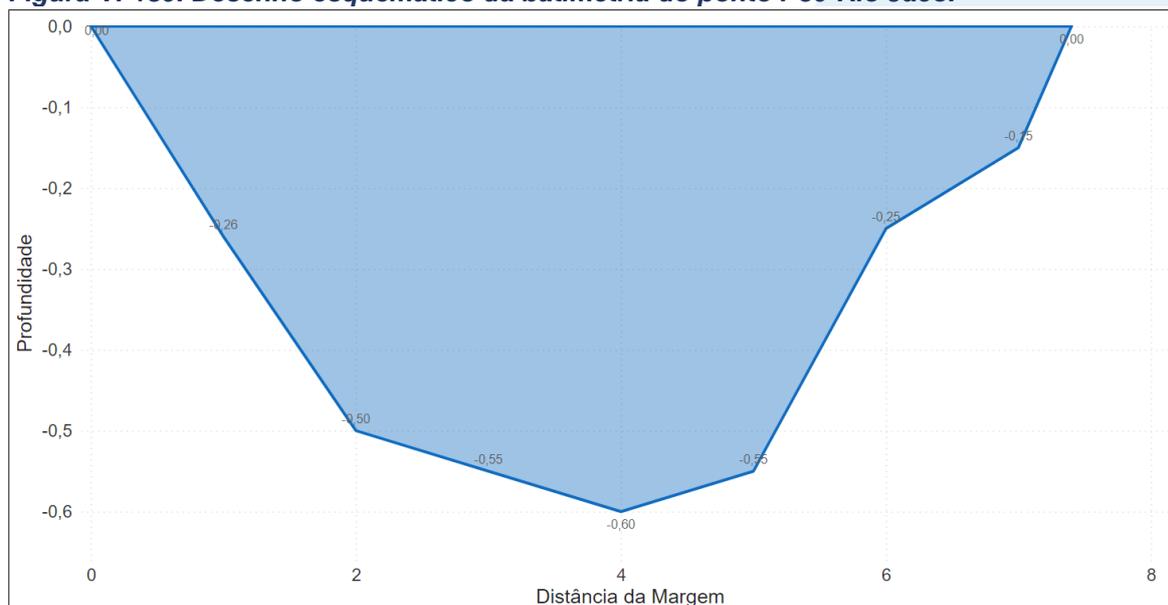


Figura VI-190. Desenho esquemático da batimetria do ponto P31-Rio Santo Antônio.

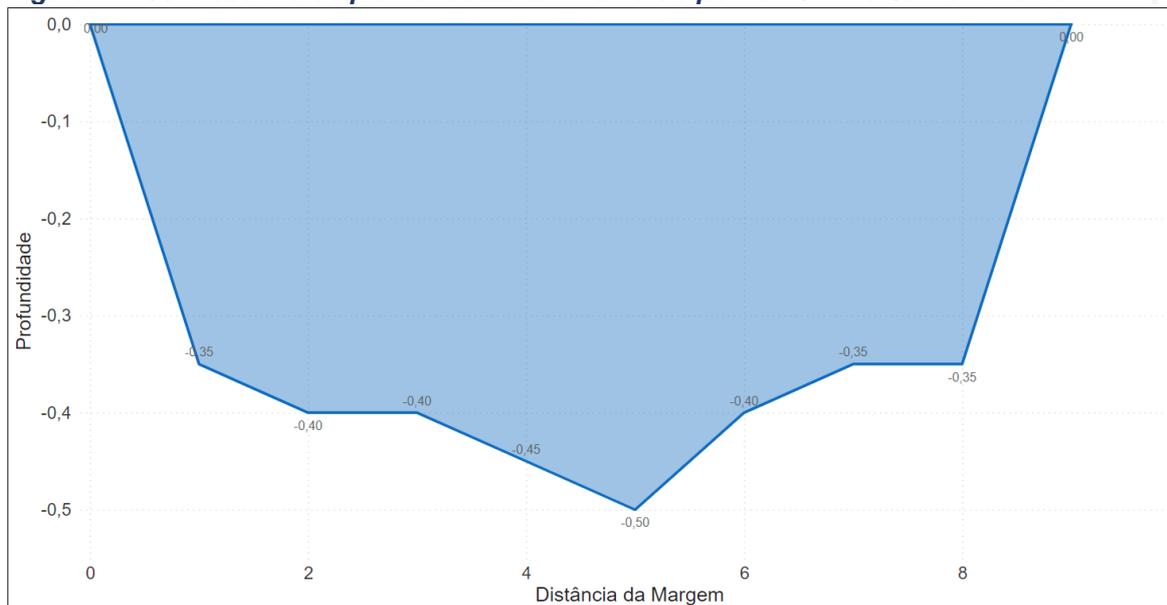


Figura VI-191. Desenho esquemático da batimetria do ponto P32-Rio do Carvão.

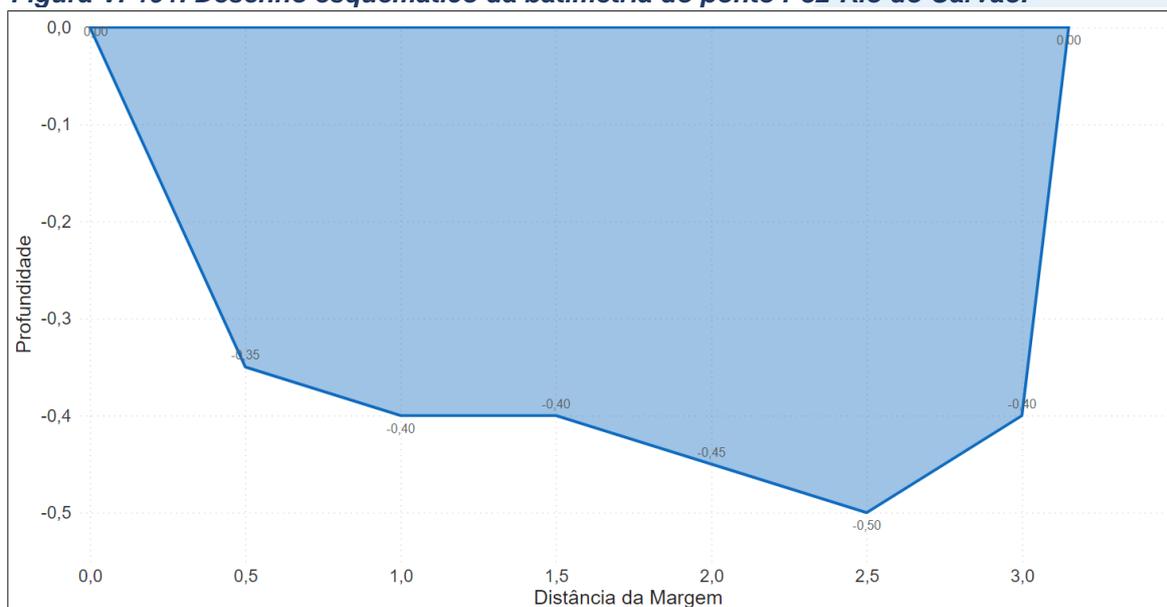


Figura VI-192. Desenho esquemático da batimetria do ponto P33-Ribeirão Retiro das Pedras.

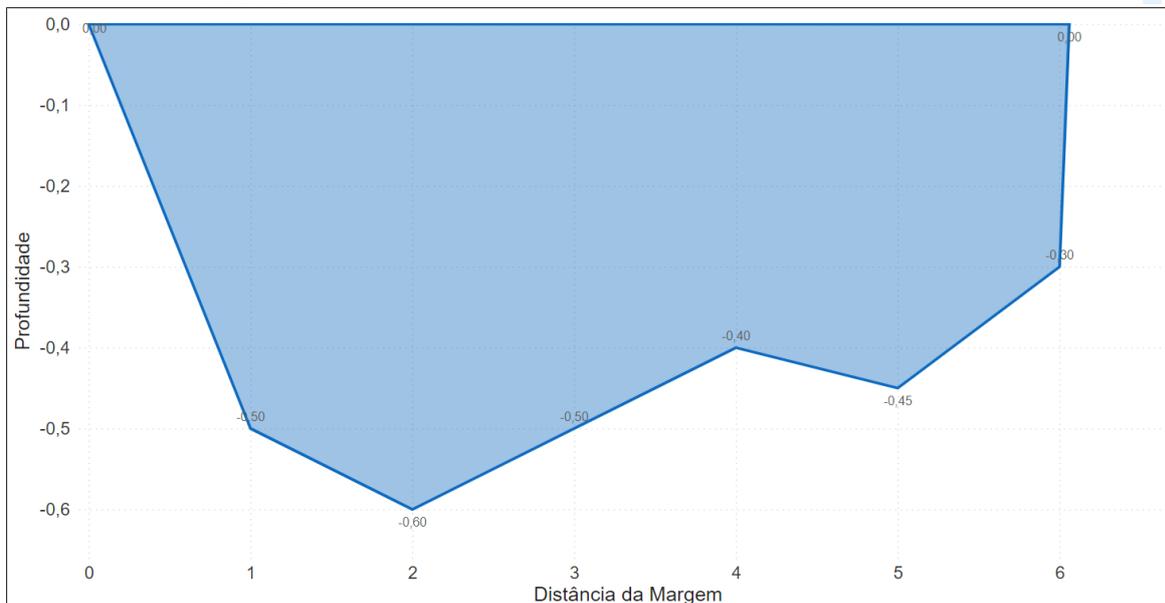


Figura VI-193. Desenho esquemático da batimetria do ponto P34-Córrego da Jacuba.

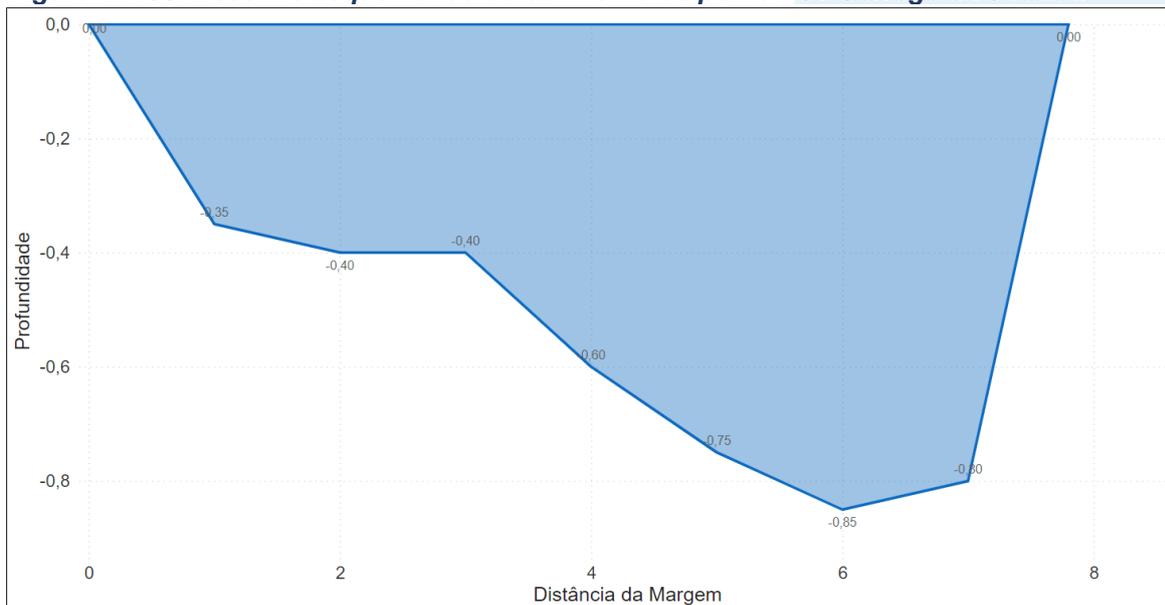
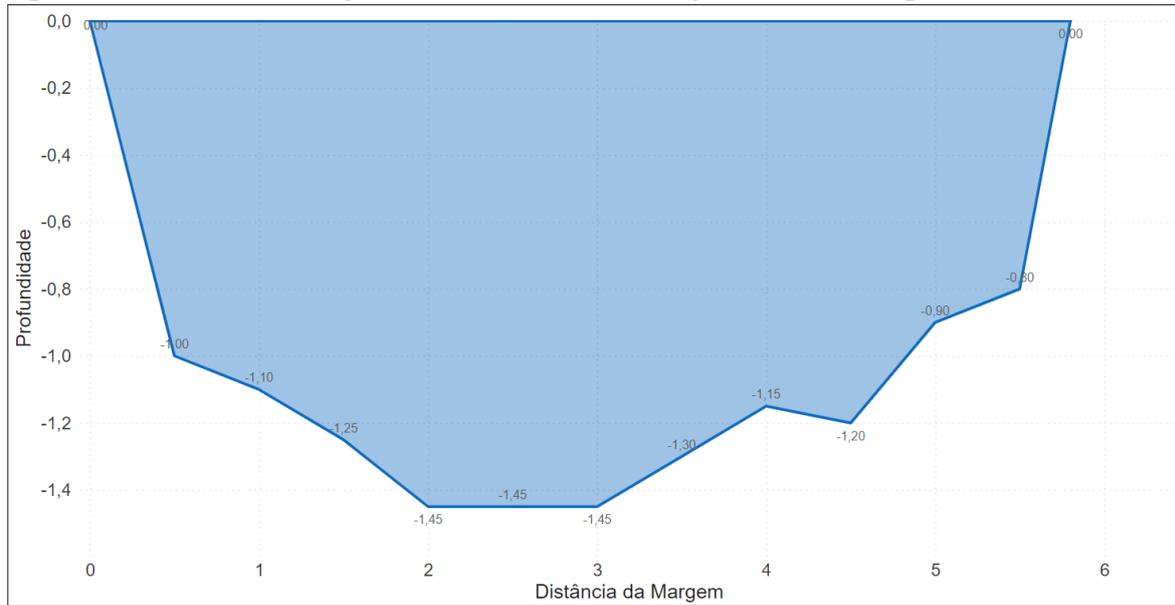


Figura VI-194. Desenho esquemático da batimetria do ponto P35-Córrego do Cedro.



VI.2.2.3 *Sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino*

Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino a média da vazão foi de 0,492 m³/s com variação entre 0,057 m³/s (P41) e 0,876 m³/s (P40) durante a 1ª campanha de monitoramento. Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-12.

Tabela VI-12 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade e média (m/s)	Vazão (m³/s)
Rio Quitandinha e Palatino	P36	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	Flutuador	-	-	1,7	0,09	-	0,065
	P37	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	Molinete	0,5	11	5,4	0,41	0,282	0,679
	P38	Rio Quitandinha 2	Molinete	0,5	11	5,4	0,25	0,464	0,677
	P39	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	Molinete	1,0	6	7,0	0,38	0,350	0,810
	P40	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	Flutuador	-	-	8,5	0,16	-	0,876
	P41	Próximo à nascente do Rio Palatino	Molinete	0,3	4	1,5	0,20	0,225	0,057
	P42	Rio Palatino	Flutuador	-	-	7,0	0,13	-	0,414
	P43	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	Molinete	1,0	7	7,5	0,20	0,229	0,396
	P44	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	Molinete	1,0	8	8,8	0,16	0,325	0,447
	P45	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	Molinete	1,0	10	10,1	0,21	0,210	0,496

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino, onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-195 a Figura VI-201).

Figura VI-195. Desenho esquemático da batimetria do ponto P37-Rio Quitandinha.

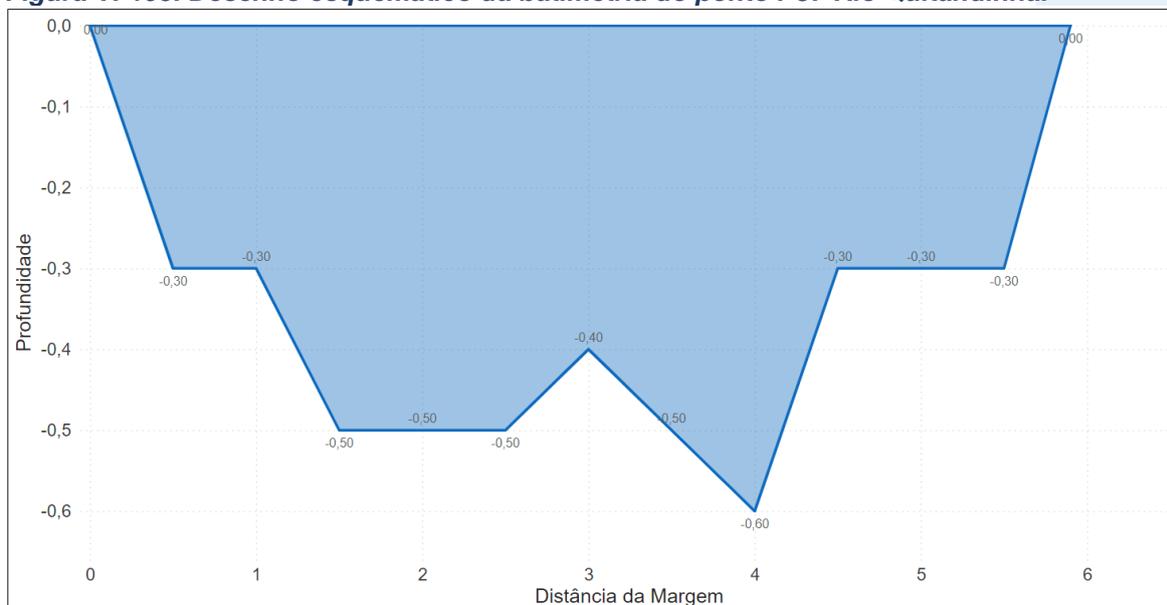


Figura VI-196. Desenho esquemático da batimetria do ponto P38-Rio Quitandinha.

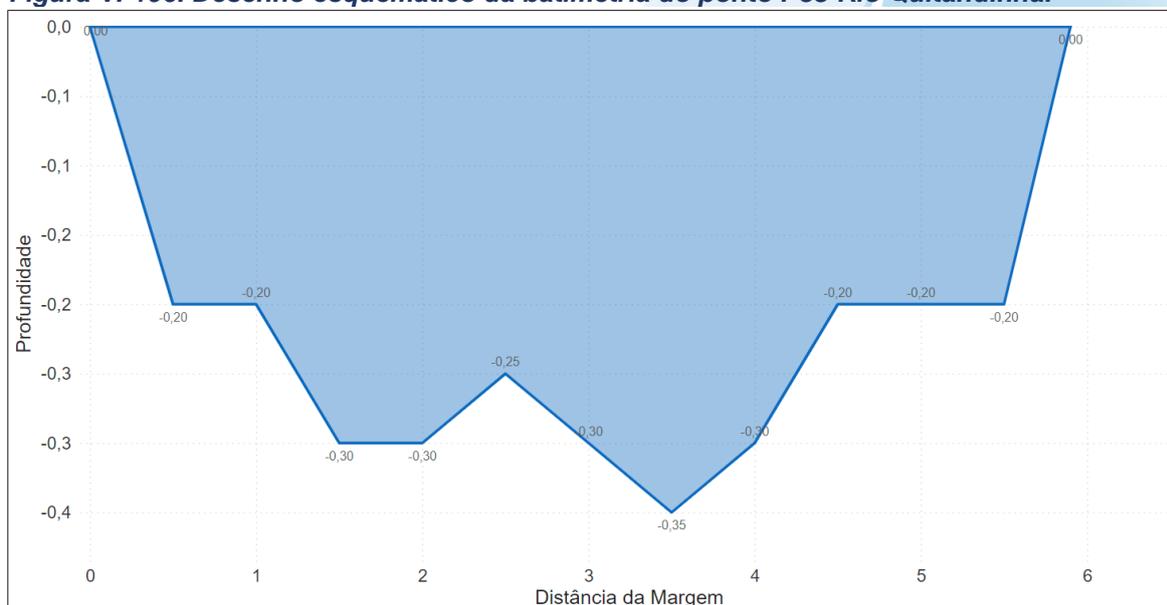


Figura VI-197. Desenho esquemático da batimetria do ponto P39-Rio Quitandinha.

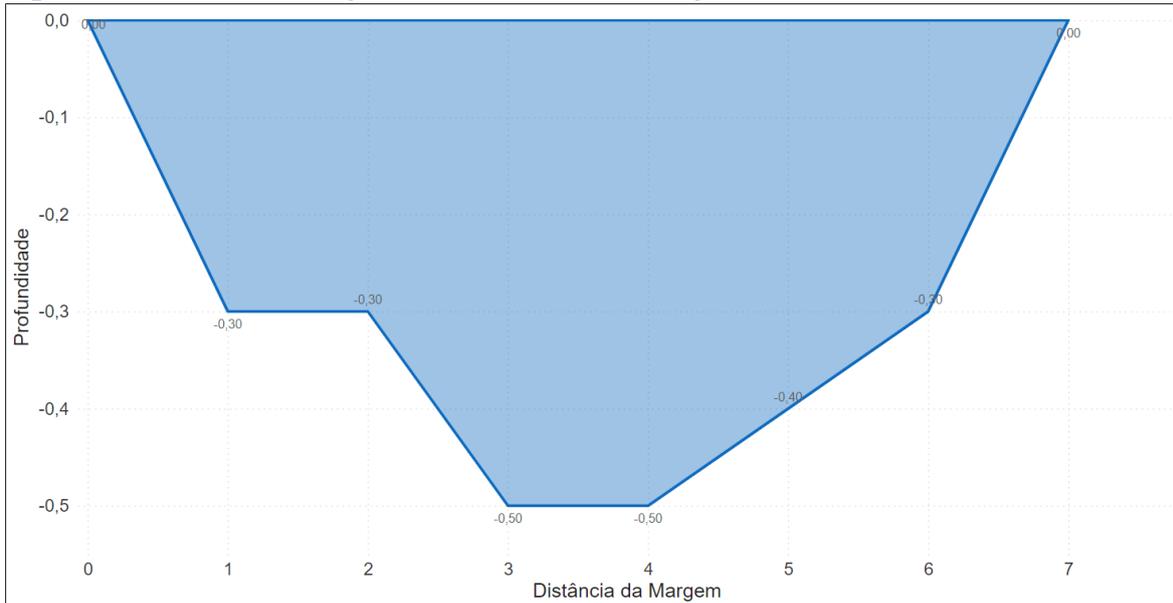


Figura VI-198. Desenho esquemático da batimetria do ponto P41-Rio Palatino.

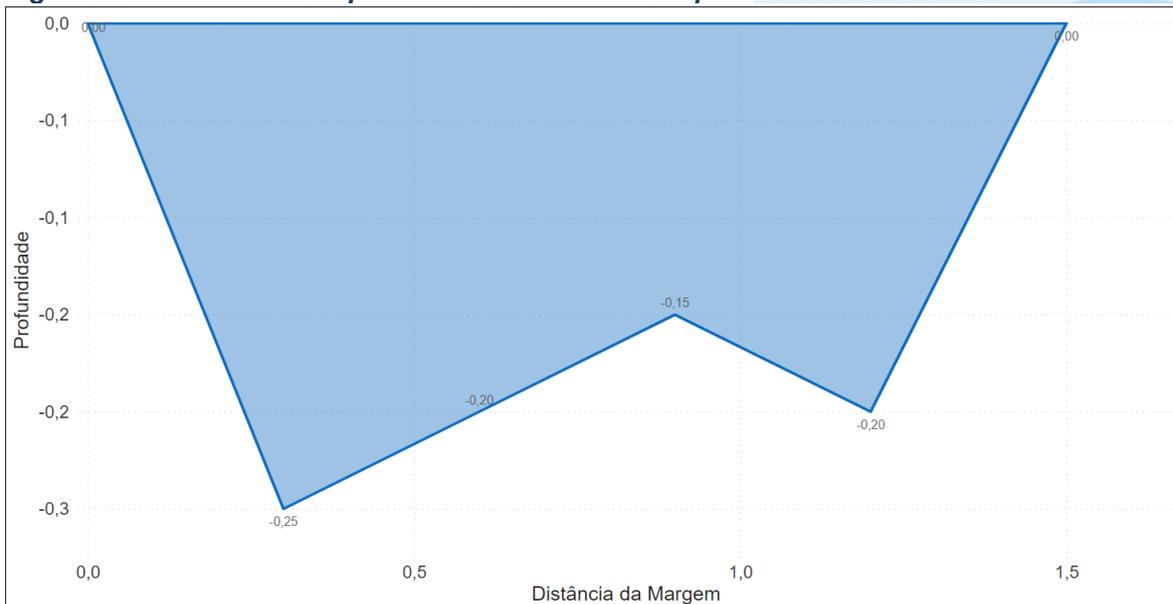


Figura VI-199. Desenho esquemático da batimetria do ponto P43-Rio Palatino.

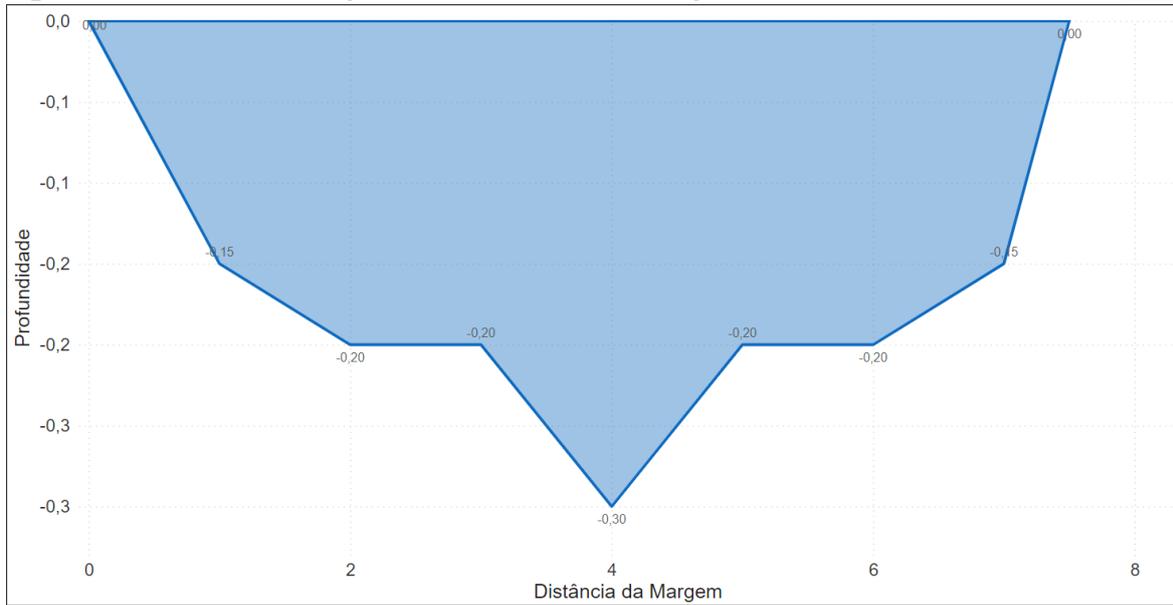


Figura VI-200. Desenho esquemático da batimetria do ponto P44-Rio Palatino.

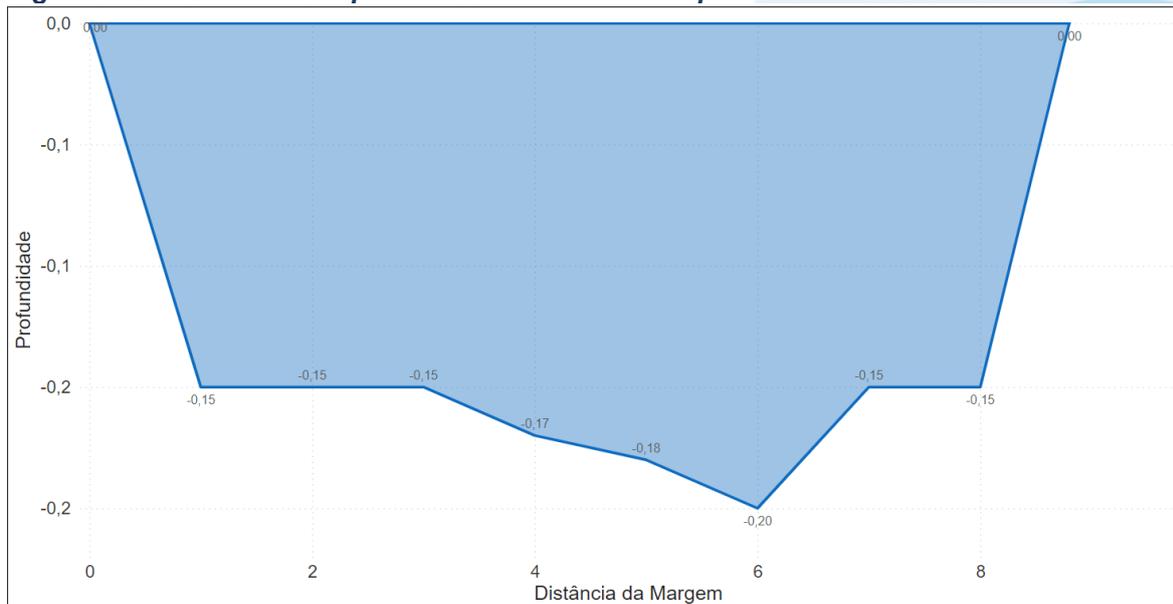
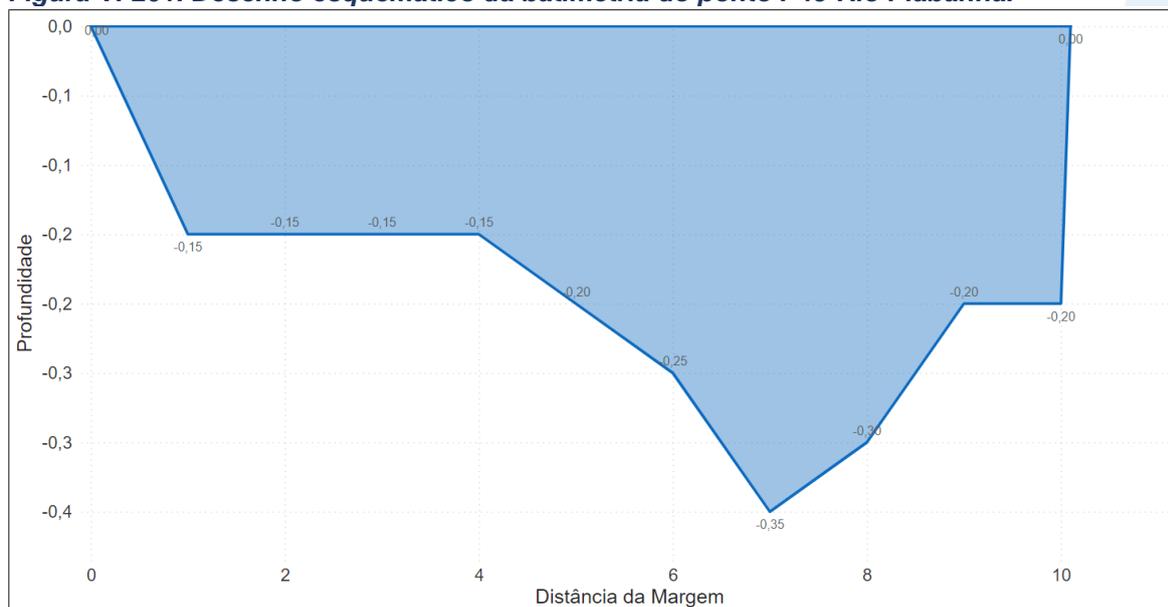


Figura VI-201. Desenho esquemático da batimetria do ponto P45-Rio Piabanha.



VI.2.2.4 *Sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas*

Na 1ª campanha de monitoramento, a sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas apresentou média de 2,159 m³/s com valores entre 0,474 m³/s (P51) e 4,431 m³/s (P53). Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-13.



Tabela VI-13 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Rio Paquequer e Bengalas	P46	Rio Paquequer (Teresópolis)	Molinete	1,0	12	13,0	3,50	0,206	1,450
	P47	Rio Paquequer (Teresópolis)	Molinete	1,0	10	10,8	0,60	0,254	1,603
	P48	Ribeirão Santa Rita	Molinete	1,0	6	6,2	0,38	0,367	0,812
	P49	Rio das Bengalas	Molinete	1,0	8	8,4	0,81	0,413	2,397
	P50	Rio dos Frades	Molinete	2,0	8	17,5	0,84	0,257	3,431
	P51	Rio Vieira	Molinete	1,0	6	6,1	0,20	0,417	0,474
	P52	Rio dos Frades	Molinete	1,0	13	14,0	0,75	0,271	2,675
	P53	Rio Preto	Molinete	2,0	8	16,2	1,53	0,200	4,431

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas, onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-202 a Figura VI-209).

Figura VI-202. Desenho esquemático da batimetria do ponto P46-Rio Paquequer.

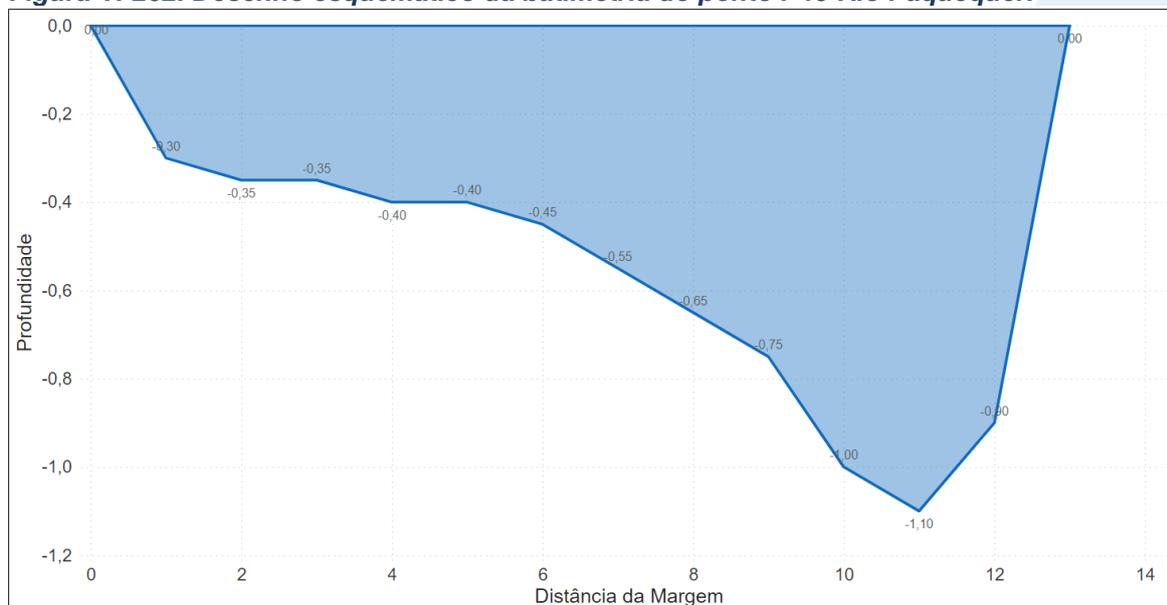


Figura VI-203. Desenho esquemático da batimetria do ponto P47-Rio Paquequer.

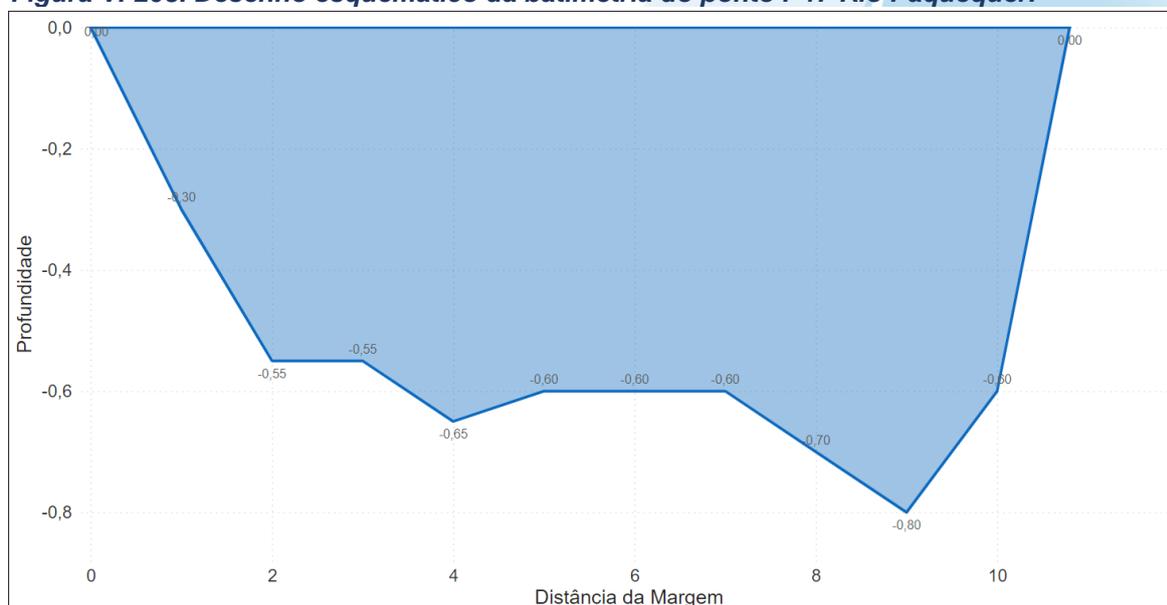


Figura VI-204. Desenho esquemático da batimetria do ponto P48-Ribeirão Santa Rita.

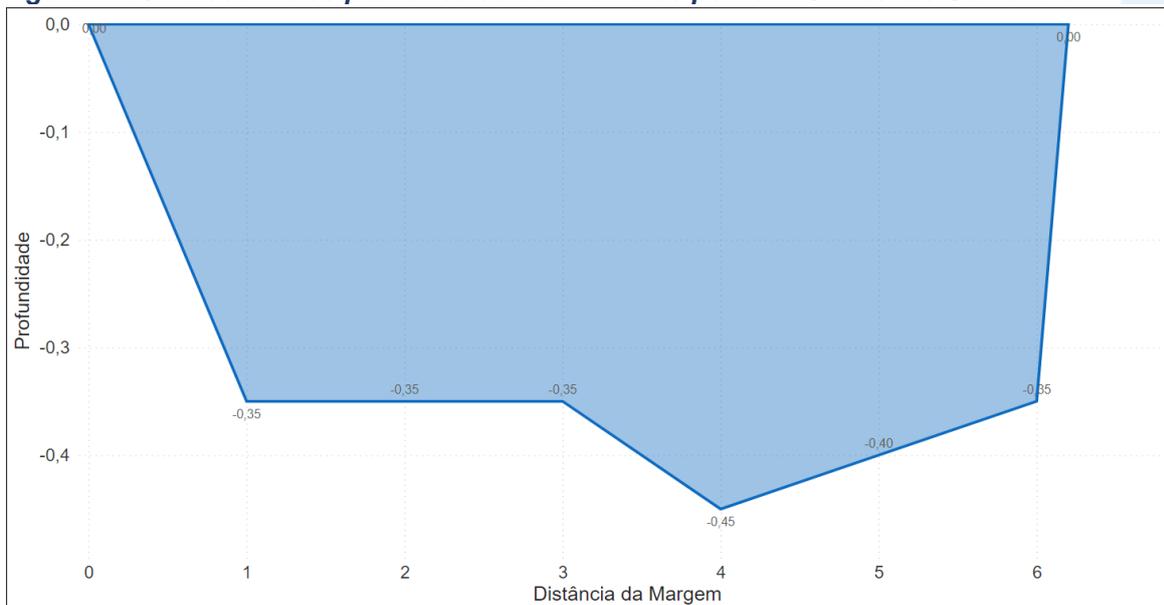


Figura VI-205. Desenho esquemático da batimetria do ponto P49-Rio das Bengalas.

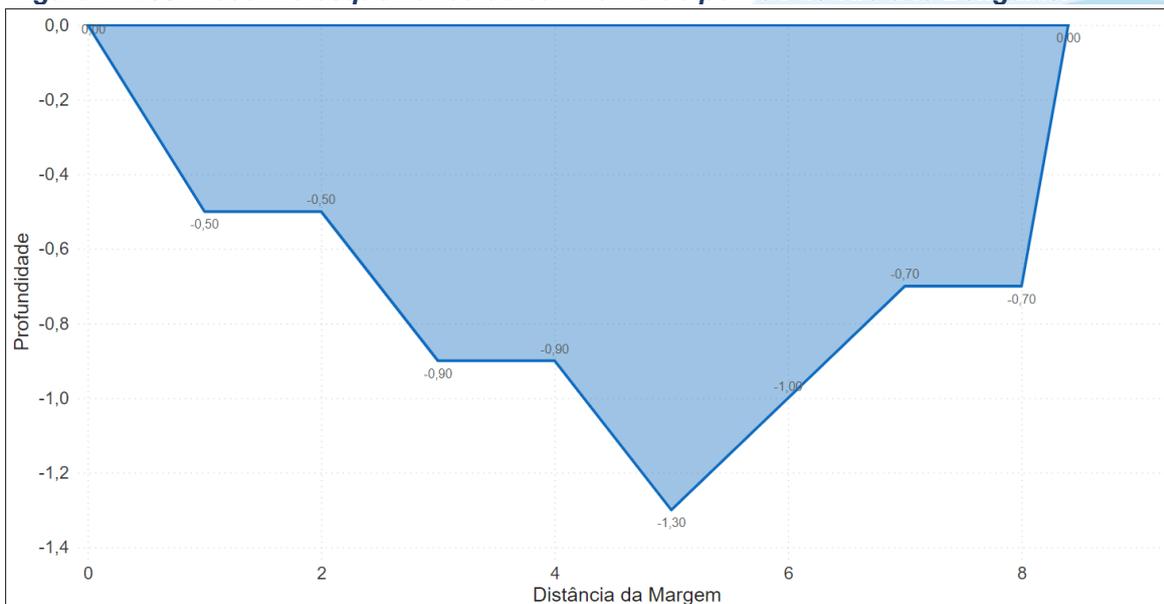


Figura VI-206. Desenho esquemático da batimetria do ponto P50-Rio dos Frades.

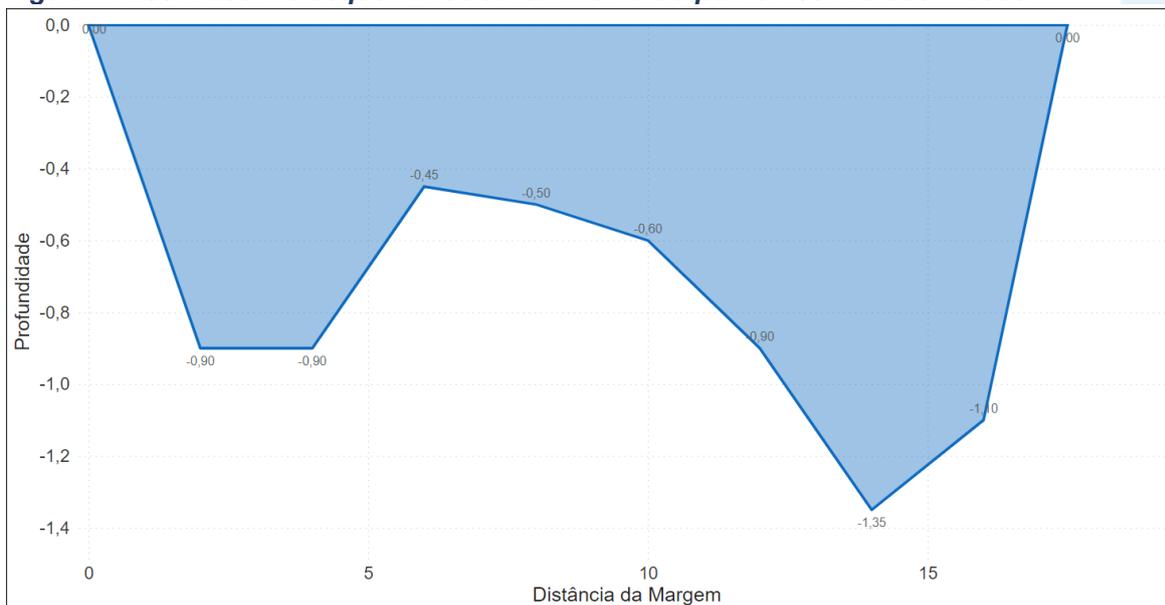


Figura VI-207. Desenho esquemático da batimetria do ponto P51-Rio Vieira.

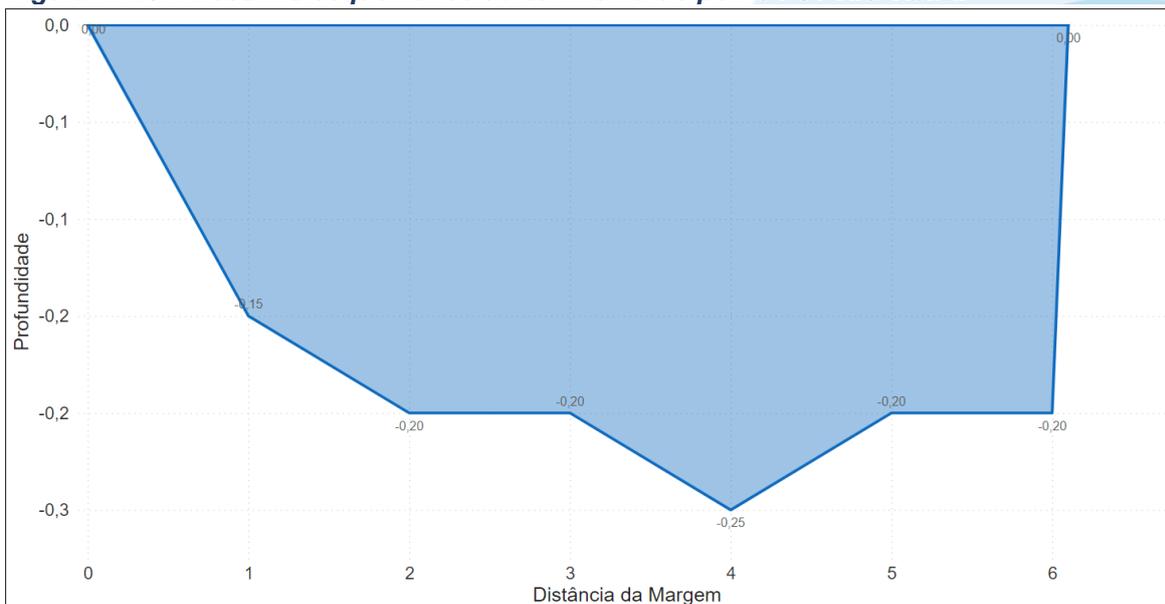


Figura VI-208. Desenho esquemático da batimetria do ponto P52-Rio dos Frades.

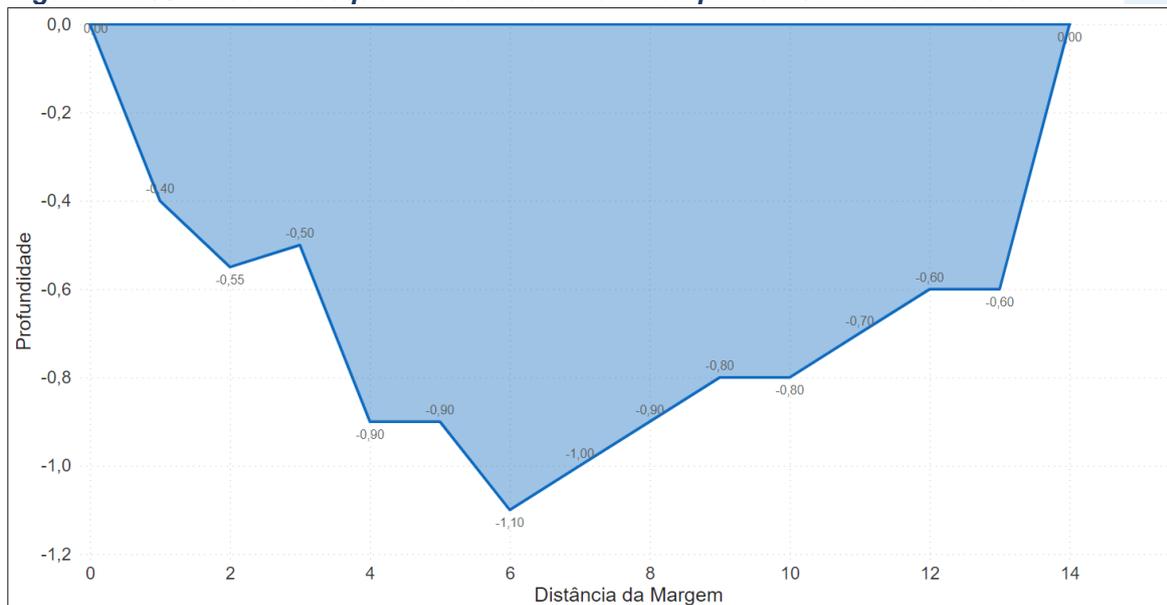
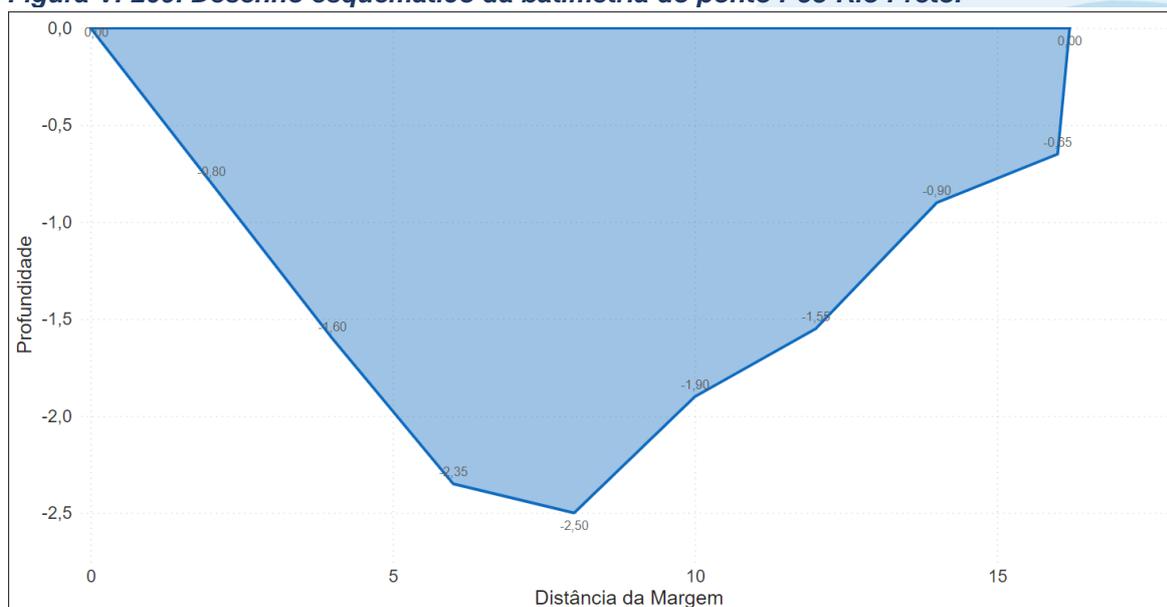


Figura VI-209. Desenho esquemático da batimetria do ponto P53-Rio Preto.



VI.2.2.5 *Sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto*

A sub-região do Rio Preto e Rio Fagundes apresentou valor médio de 2,666 m³/s com variação entre 0,027 m³/s (P59) e 8,844 m³/s (P55) na 1ª campanha de monitoramento. Vale ressaltar que estes pontos de monitoramento também apresentam maior e menor largura do rio e profundidade média, respectivamente, em relação aos demais pontos monitorados. Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-14.



Tabela VI-14 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	Rio Capim ou do Pião	Molinete	0,3	8	2,7	0,27	0,113	0,078
	P55	Rio Preto	Molinete	6,0	6	37,1	1,00	0,260	8,844
	P56	Rio Bonito	Molinete	1	6	6,5	0,43	0,100	0,230
	P57	Rio Fagundes	Molinete	1,0	13	14,0	0,83	0,164	1,793
	P58	Rio Maria Comprida	Molinete	1,0	11	11,4	0,97	0,400	4,273
	P59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	Flutuador	-	-	2,5	0,09	-	0,027



A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região Rio Fagundes e Rio Preto, onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-210 a Figura VI-214).

O ponto de monitoramento P55 apresenta alteração antrópica em seu canal de drenagem devido à presença de pilastras de sustentação, não sendo viável a medição da profundidade em uma das seções central. Desta forma, a profundidade nestas seções foi considerada como zero.

Figura VI-210. Desenho esquemático da batimetria do ponto P54-Rio do Capim ou do Pião.

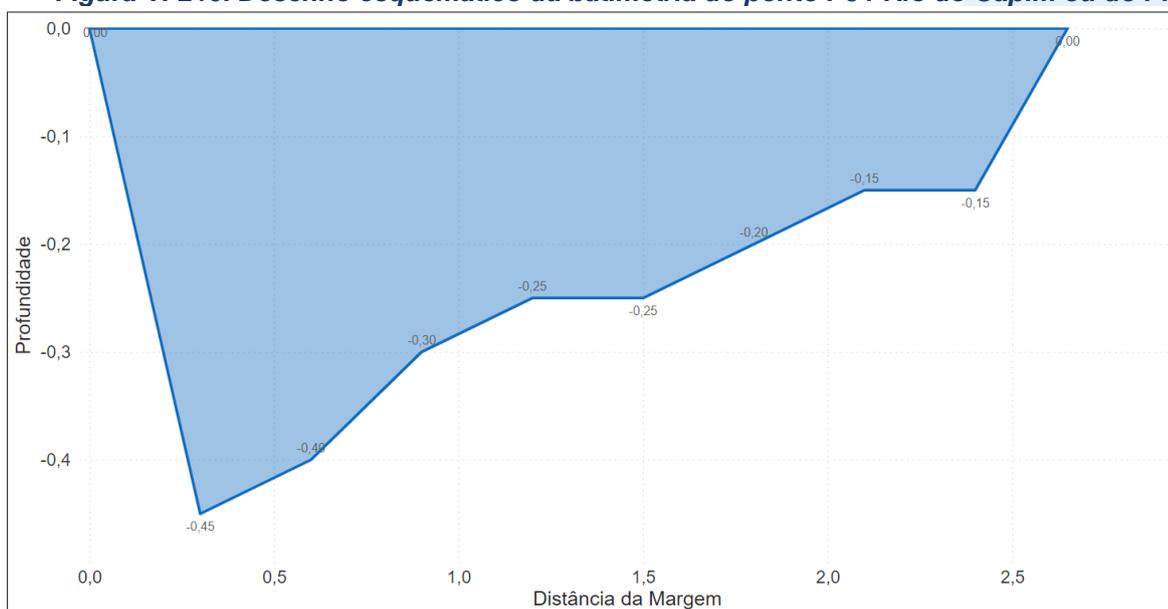


Figura VI-211. Desenho esquemático da batimetria do ponto P55-Rio Preto.

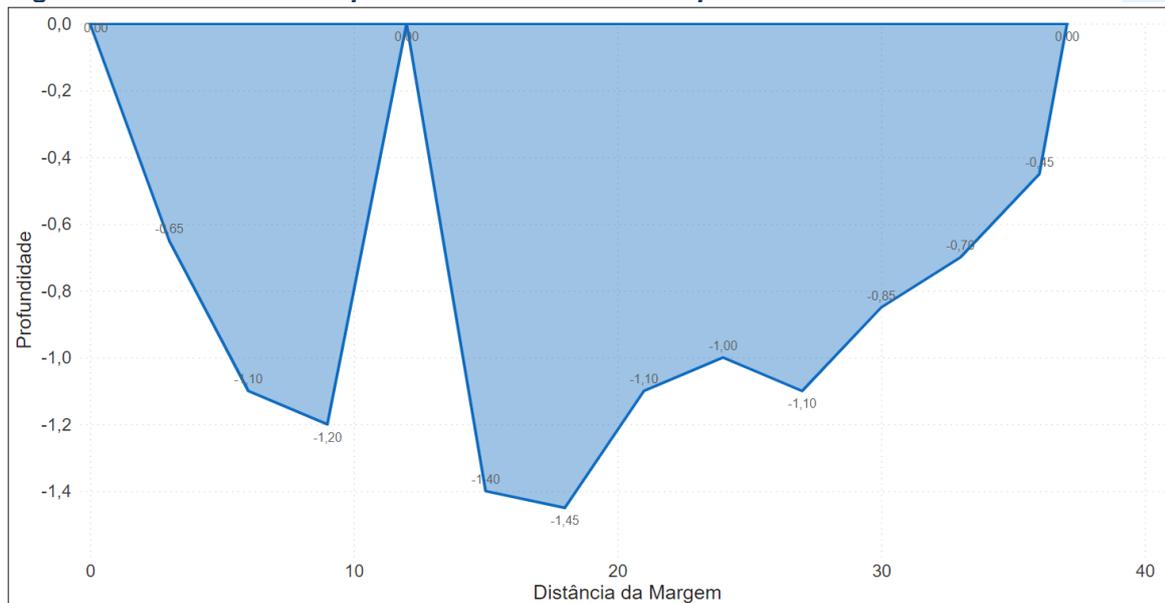


Figura VI-212. Desenho esquemático da batimetria do ponto P56-Rio Bonito.

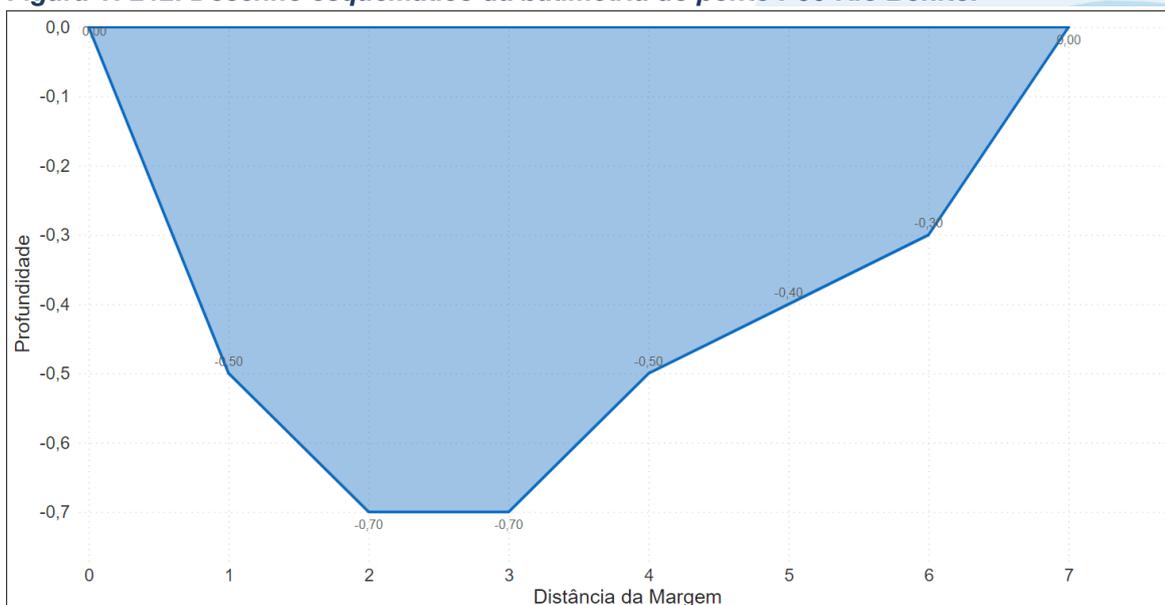


Figura VI-213. Desenho esquemático da batimetria do ponto P57-Rio Fagundes.

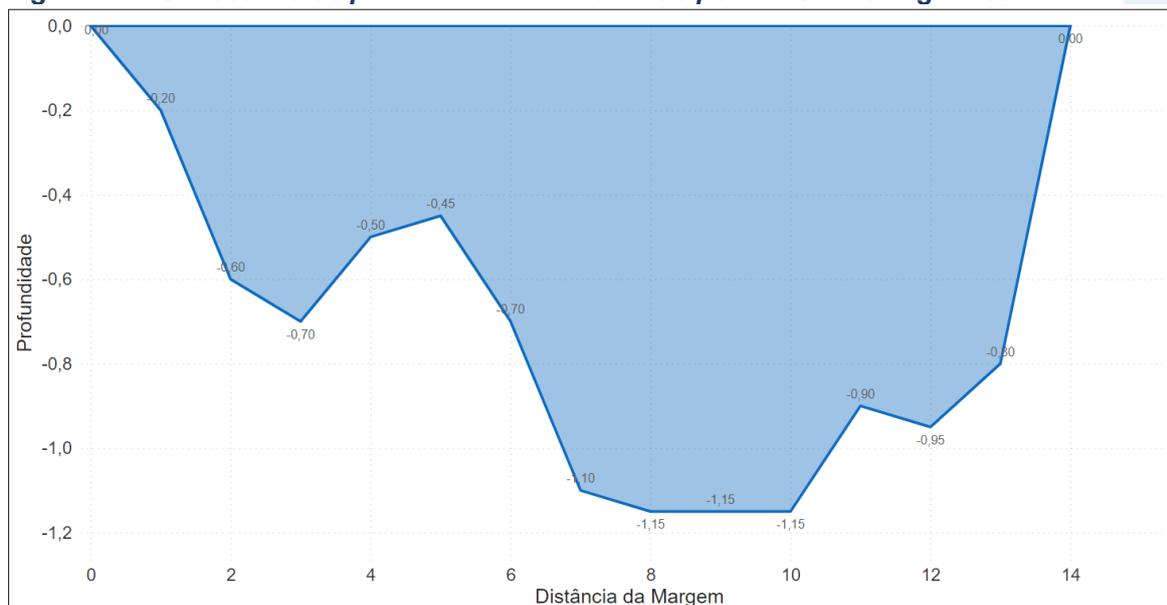
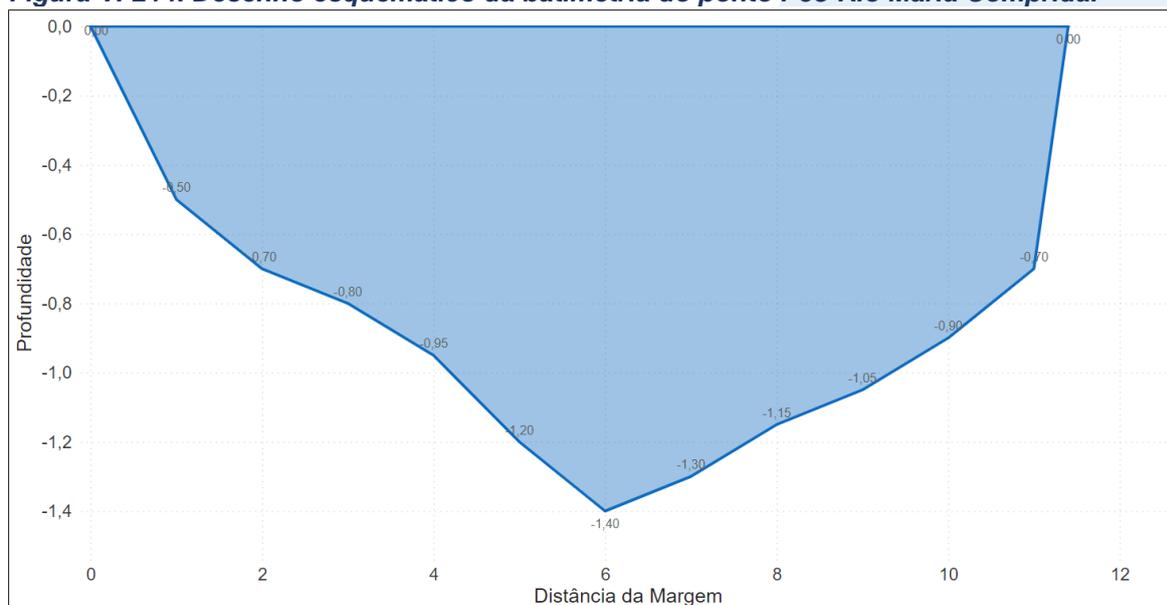


Figura VI-214. Desenho esquemático da batimetria do ponto P58-Rio Maria Comprida.



VI.2.2.6 *Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul*

Durante a 1ª campanha, a média da vazão na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul foi de 1,720 m³/s com variação entre 0,446 m³/s (P63) e 3,173 m³/s (P60). Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-15.



Tabela VI-15 – Dados de campo e vazão obtidos na sub-região Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul durante a 1ª campanha de monitoramento.

Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Rio Paquequer (Sumidouro) e Paraíba do Sul	P60	Rio Paquequer (Sumidouro)	Molinete	2,0	11	23,0	1,02	0,123	3,173
	P61	Rio Paquequer (Sumidouro)	Molinete	2,0	9	18,3	0,42	0,378	2,712
	P62	Rio São Francisco	Flutuador	-	-	19,8	0,08	-	0,537
	P63	Córrego do Cortiço	Molinete	1,0	7	7,4	0,67	0,100	0,446
	P64	Rio Calçado	Molinete	0,5	11	5,7	0,76	0,395	1,731



A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento da Sub-região Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul, onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-215 a Figura VI-218).

Figura VI-215. Desenho esquemático da batimetria do ponto P60-Rio Paquequer (Sumidouro).

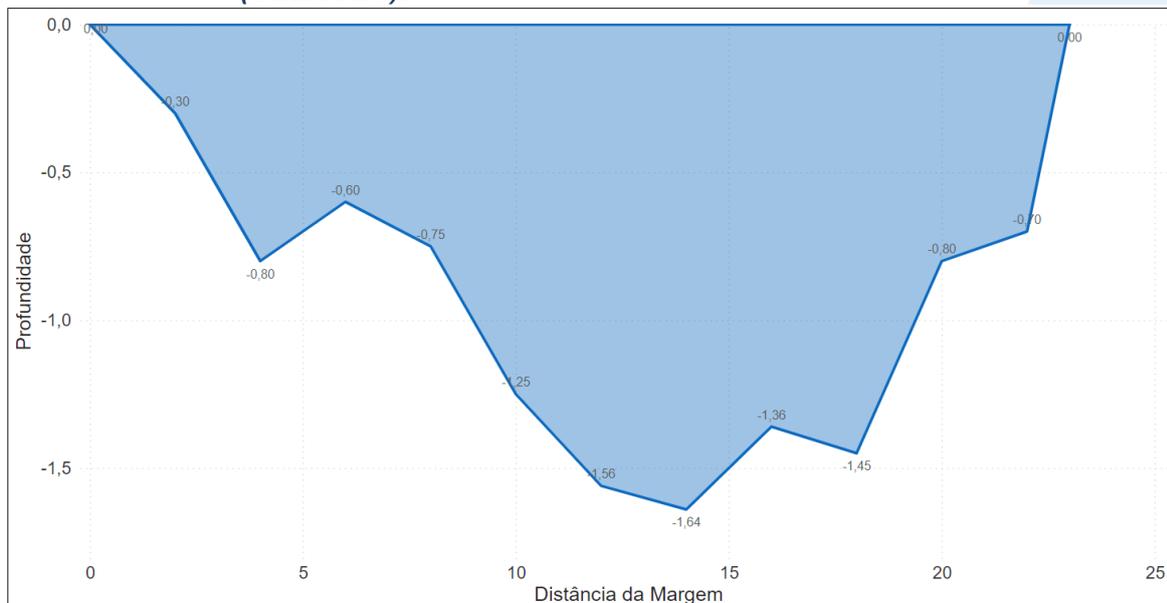


Figura VI-216. Desenho esquemático da batimetria do ponto P61-Rio Paquequer (Sumidouro).

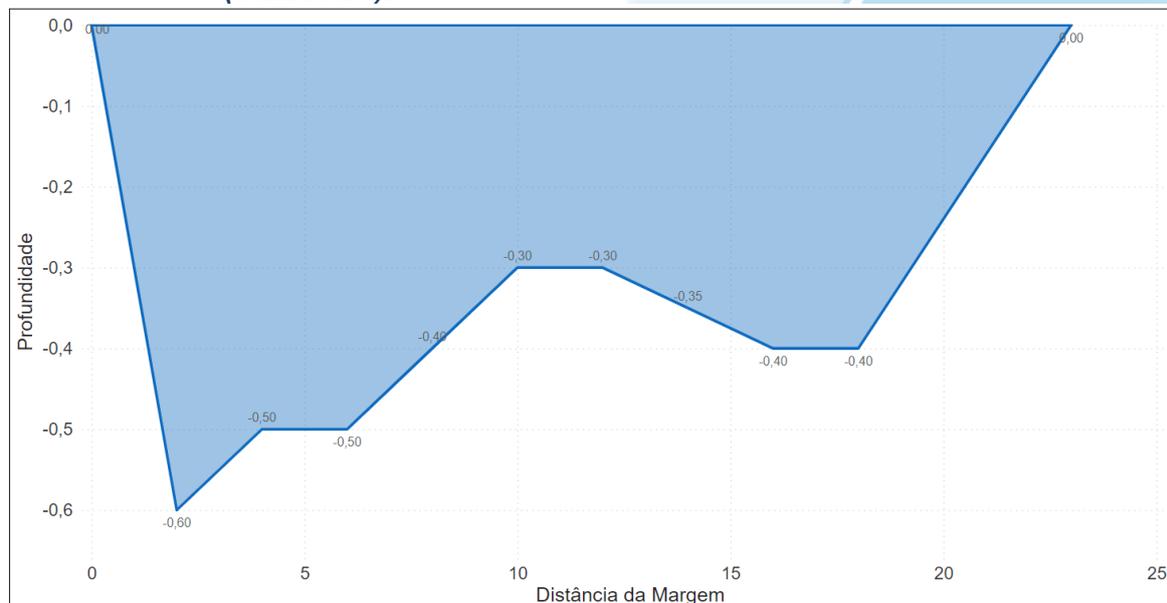


Figura VI-217. Desenho esquemático da batimetria do ponto P63-Córrego do Barão.

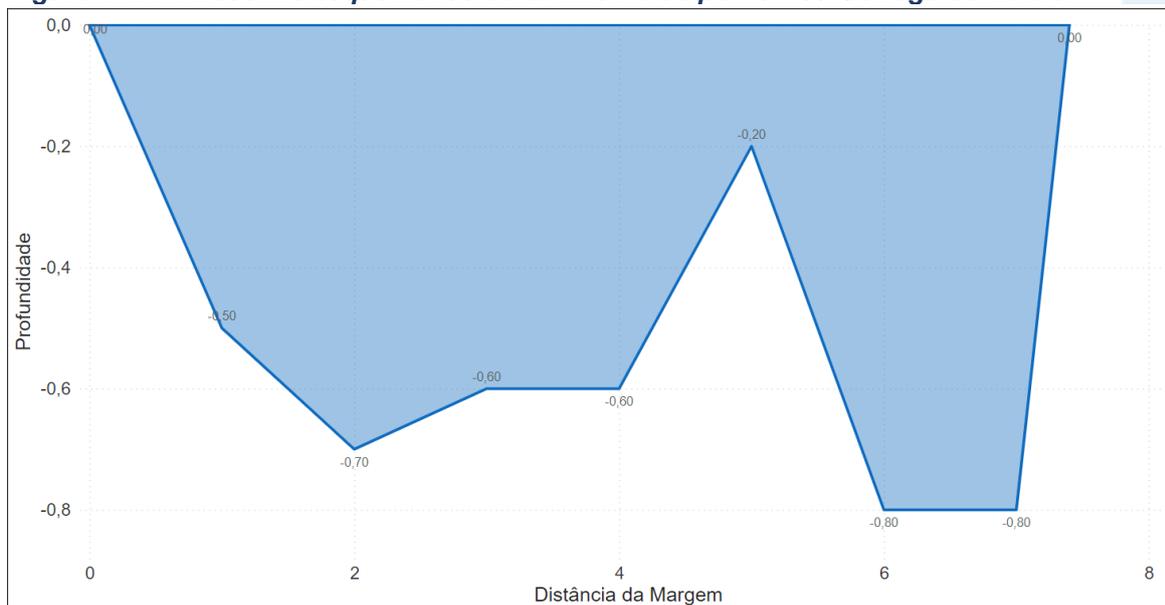


Figura VI-218. Desenho esquemático da batimetria do ponto P64-Rio Calçado.



VI.2.2.7 *Pontos móveis*

Os pontos móveis monitorados durante a primeira campanha em sua maioria apresentaram profundidade abaixo de 15 cm, sendo a vazão obtida através do método do flutuador. A média de vazão para os pontos móveis foi de 0,097 m³/s com variação entre 0,012 m³/s (PM65 e PM67) e 0,360 m³/s (PM70). Os dados obtidos em campo para determinação da vazão são apresentados na Tabela VI-16



Tabela VI-16 – Dados de campo e vazão obtidos nos pontos móveis monitorados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 1ª campanha de monitoramento.

	Pontos	Unidades de Conservação	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Pontos móveis	PM65	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Flutuador	-	-	1,3	0,08	-	0,012
	PM66	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Flutuador	-	-	1,5	0,09	-	0,021
	PM67	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Flutuador	-	-	1,4	0,10	-	0,012
	PM68	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Molinete	0,3	8	2,7	0,38	0,100	0,085
	PM69	Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis	Flutuador	-	-	3,0	0,25	-	0,113
	PM70	Microbacia de Vieira	Flutuador	-	-	8,0	0,06	-	0,360
	PM71	Microbacia de Vieira	Flutuador	-	-	3,8	0,10	-	0,233
	PM72	Microbacia de Vieira	Flutuador	-	-	1,2	0,07	-	0,031
	PM73	Rebio Araras	Molinete	0,3	9	3,0	0,24	0,211	0,084
	PM74	Rebio Araras	Molinete	0,5	6	3,2	0,35	0,200	0,020

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos de monitoramento móveis localizados ao longo da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), onde a vazão foi obtida com molinete (Figura VI-219 a Figura VI-221).

Figura VI-219. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM68-Ribeirão Santa Rita.

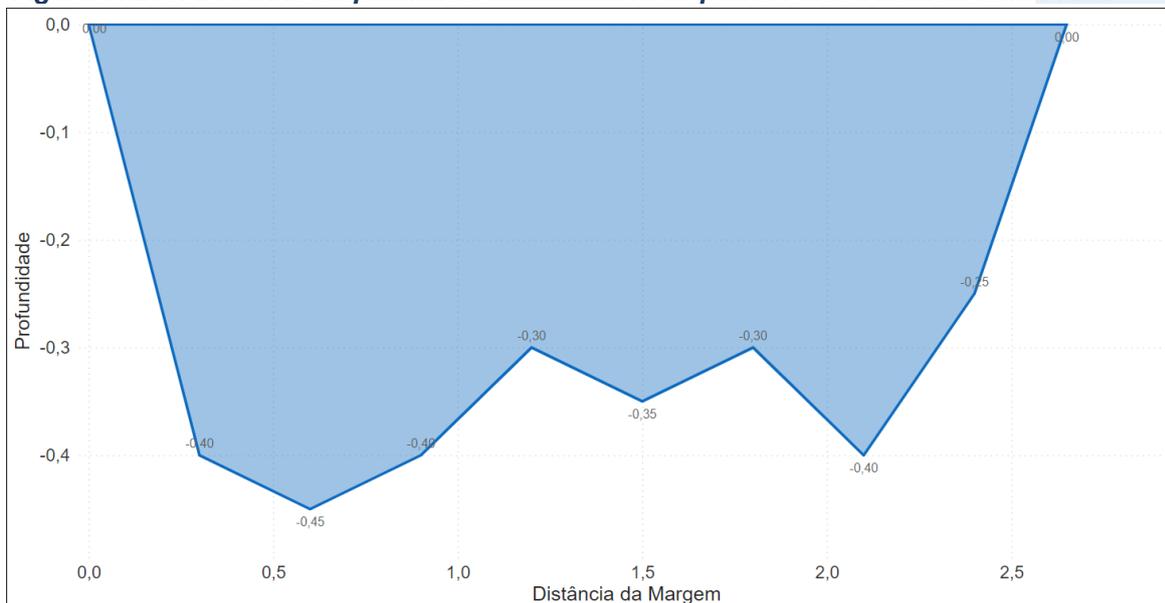


Figura VI-220. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM73-Córrego Santa Catarina.

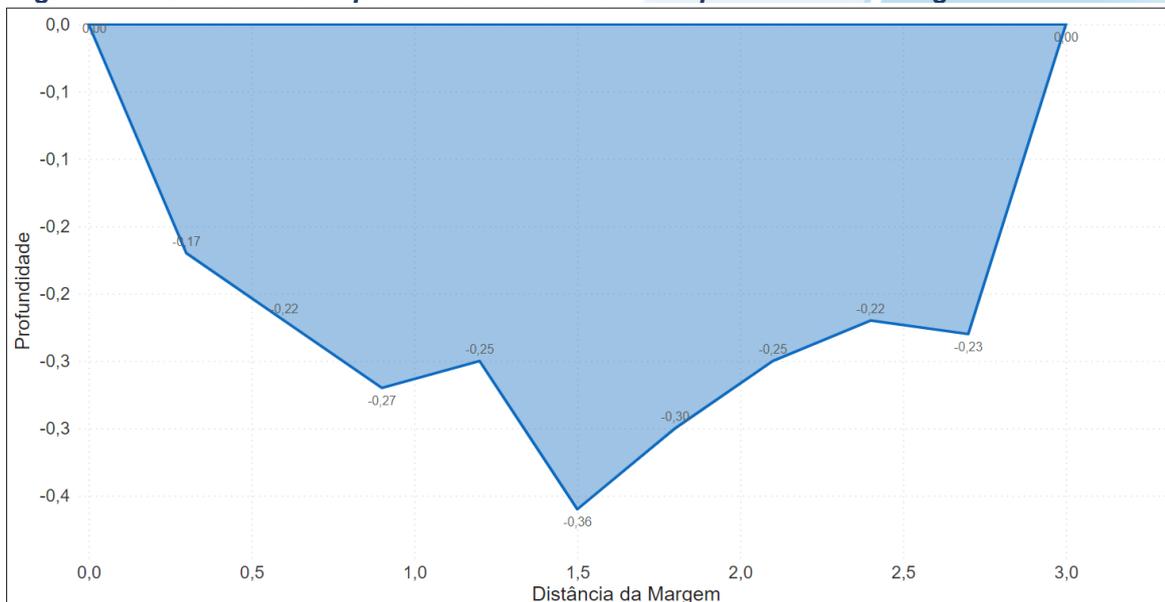
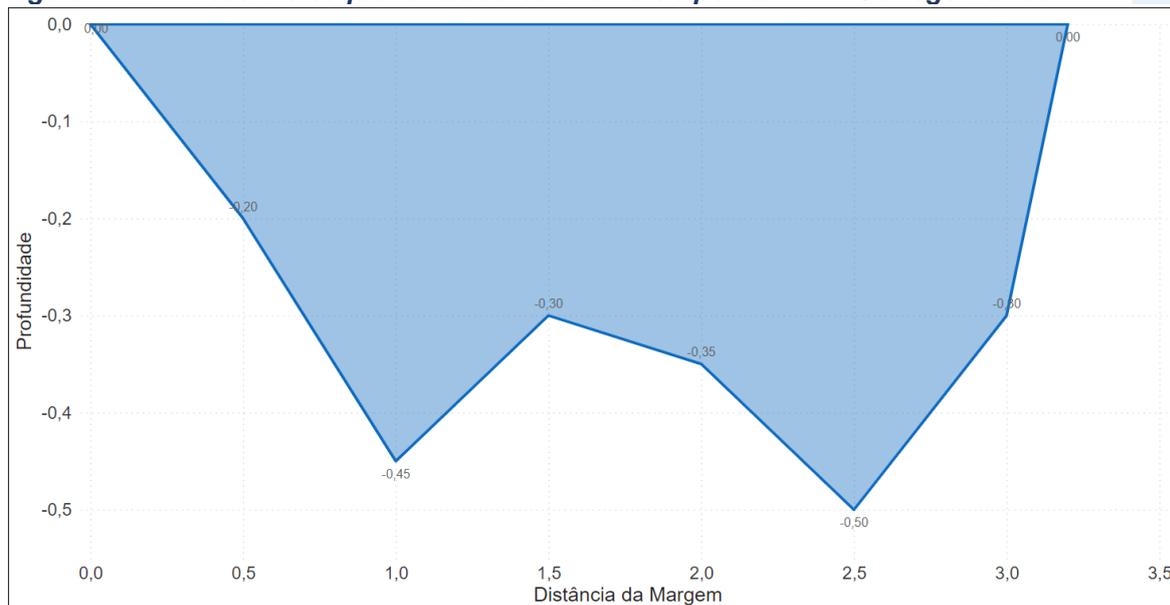


Figura VI-221. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM74-Córrego Estrela.



VII. CONCLUSÃO

Durante o monitoramento realizado no 1º semestre de 2023 foi observado que, de maneira geral, a 1ª campanha apresentou maiores valores de temperatura e pluviosidade que a 2ª campanha. Esse fato está provavelmente associado a sazonalidade, já que as coletas da 2ª campanha foram realizadas no período frio e seco. A sub-região que apresentou maior média de pluviosidade no 1º semestre foi a do Rio Quitandinha e Rio Palatino e a que apresentou menor, foi a sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas. Vale ressaltar que o ponto P46, na 1ª campanha, foi o que apresentou maior pluviosidade ao longo do monitoramento e está localizado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). Já a sub-região que apresentou a maior média de temperatura foi a do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul, enquanto Afluentes do Rio Piabanha apresentou a menor. Em relação à vazão, a sub-região do RQRP foi a que apresentou a menor média para o período amostrado, enquanto RP apresentou a maior.

Em relação aos parâmetros, a sub-região do Rio Quitandinha e Palatino foi a que apresentou os maiores valores do 1º semestre para 10 parâmetros analisados (condutividade, coliformes termotolerantes, alcalinidade, DBO, SDT, nitrato, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total), enquanto a sub-região do Rio Paquequer e do Rio Paraíba do Sul apresentou os menores valores para 7 parâmetros (coliformes termotolerantes, DBO, SST, nitrato, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total).

Dos 16 parâmetros analisados durante o monitoramento, 9 parâmetros (pH, OD, coliformes termotolerantes, DBO, SDT, turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal e fósforo total) apresentam limites de referência estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Águas Doces, Classe 2. Na 1ª campanha de monitoramento a maioria dos pontos móveis e 4 pontos fixos, P01 (Rio Piabanha), P20 (Rio Itamarati), P27 (Rio das Araras) e P30 (Rio do Jacó) apresentaram todos os parâmetros dentro dos limites estabelecidos pela resolução supracitada. Já na 2ª campanha o número diminuiu para 3 pontos fixos, P01 (Rio Piabanha), P20 (Rio Itamarati) e P23 (Rio do Bonfim). Os pontos que apresentaram o maior número de parâmetros fora dos limites de referência (5 parâmetros) na 1ª campanha foram P12 (Rio Piabanha) e P33 (Ribeirão Retiro das Pedras), já na 2ª campanha foram P07 (Rio Piabanha), P16 (Rio Avé Lallemand), P18 (Rio Alpoim), P19 (Rio Paulo Barbosa) e P44 (Rio Palatino). Assim, é possível observar

que todas as sub-regiões apresentaram pontos nos quais alguns parâmetros estavam fora dos limites estabelecidos pela resolução citada anteriormente. Na 1ª campanha apenas os parâmetros SDT e nitrogênio amoniacal apresentaram resultados dentro dos limites de referência para todos os pontos amostrais, enquanto na 2ª campanha foram SDT, turbidez e nitrato.

Para o parâmetro OD, a sub-região RQRP apresentou o maior percentual (100%) de pontos amostrais com valores abaixo do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (≥ 5 mg/L) durante a 1ª campanha e a sub-região RFRP foi a que apresentou o menor percentual (33%). As demais sub-regiões apresentaram 88% (RPRB), 87% (RP), 60% (ARP) e 40% (RPRPS) dos pontos abaixo do limite estabelecido. Na 2ª campanha, a sub-região RQRP continuou com 100% dos pontos amostrais abaixo do limite de referência, as sub-regiões RP (73%), ARP (55%) e RPRPS (20%) apresentaram redução do percentual de pontos abaixo do limite, enquanto as sub-regiões RPRB (100%) e RPRF (67%) apresentaram aumento do percentual.

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, as sub-regiões RQRP e RPRPS apresentaram o maior percentual (100%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (1.000 NMP/100 mL) durante a 1ª campanha e as sub-regiões ARP e RPRB apresentaram o menor percentual (75%). As demais sub-regiões apresentaram 83% (RFRP) e 87% (RP). Na 2ª campanha, as sub-regiões RQRP (100%) e RPRB (75%) mantiveram o percentual da campanha anterior dos pontos amostrais abaixo do limite de referência, as sub-regiões RP (73%), RFRP (67%) e RPRPS (60%) apresentaram redução do percentual de pontos abaixo do limite, enquanto a sub-região ARP (80%) apresentou aumento do percentual e RPRB manteve o percentual da campanha anterior (75%).

Para o parâmetro DBO, a sub-região RP apresentou o maior percentual (80%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (5,0 mg/L) durante a 1ª campanha e a sub-região RPRPS apresentou o menor percentual (75%). As demais sub-regiões apresentaram 67% (RFRP), 60% (RQRP), 50% (RPQB) e 45% (ARP). Na 2ª campanha, a sub-região RP continuou com 80% dos pontos amostrais abaixo do limite de referência, a sub-região RFRP (50%) apresentou redução do percentual de pontos

abaixo do limite, enquanto as sub-regiões ARP (60%), RQRP (80%), RQRB (75%) e RQRPS (100%) apresentaram aumento do percentual.

Para o parâmetro fósforo total, a sub-região RQRP apresentou o maior percentual (90%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (0,1 mg/L) durante a 1ª campanha e as sub-regiões RFRP e RPRPS não apresentaram pontos com valores acima dos limites. As demais sub-regiões apresentaram 87% (RFRP), 40% (ARP) e 38% (RPRB). Na 2ª campanha, as sub-regiões RQRP (90%), ARP (40%) e RQRPS (0%) mantiveram o percentual da campanha anterior dos pontos amostrais abaixo do limite de referência, a sub-região RPRB (25%) apresentou redução do percentual, enquanto as sub-regiões RP (80%) e RFRP (3%) apresentaram aumento.

Para o parâmetro turbidez, apenas na 1ª campanha duas sub-regiões, RP (13%) e ARP (5%), apresentaram pontos amostrais acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (100 mg/L).

Para o parâmetro nitrato, apenas na 1ª campanha uma sub-região, RPRB (13%), apresentou pontos amostrais acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (10 mg/L).

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal, apenas na 2ª campanha três sub-regiões, RP (13%), ARP (15%) e RQRP (20%), apresentaram pontos amostrais acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (3,7 mg/L para pH < 7,5).

Para os pontos móveis, apenas os parâmetros OD (PM71), coliformes termotolerantes (PM66, PM70 e PM71) e fósforo total (PM70) apresentaram algumas amostras com valores acima do limite de referência.

Diante do exposto acima, é possível observar que a sub-região RQRP foi a que apresentou o maior percentual de pontos amostrais fora dos limites estabelecidos para os parâmetros OD, coliformes termotolerantes e fósforo total nas duas campanhas de monitoramento, e para nitrogênio amoniacal na 2ª campanha. Vale lembrar também que a menor média de vazão no período foi reportada para a sub-região RQRP, e que ambientes lânticos podem apresentar um maior acúmulo de compostos e influenciar na qualidade da água do local.

VIII. EQUIPE TÉCNICA

No Quadro VIII-1 abaixo é apresentada a equipe técnica responsável pela elaboração do relatório.

Quadro VIII-1. Equipe Técnica.

Equipe	Descrição	Assinatura
Hamilton Pires Barbosa Mendes	MSc. em Engenharia Ambiental Graduado em Ciências Biológicas – Coordenador do Projeto	
Viviane Krüger	Graduada em Gestão Ambiental – Coordenadora Adjunta	
Débora Gabriel Gaete	Graduada em Ciências Biológicas – Profissional Pleno	
Edson Felipe Souza Ladeira	Bacharel em Química – Gerente Técnico	
Ronaldo Leão Guimarães	Pós-Doutorado em Ciências Ambientais Graduado em Ciências Biológicas	
Mariana Ribeiro Monteiro	Pós-graduada em Engenharia Ambiental, Graduada em Ciências Biológicas - Coordenadora de Laboratórios	
Richard Secioso Guimarães	Graduado em Ciências Biológicas	
Bárbara Aquino	Engenheira de Produção – Gerência de Qualidade	
Nara de Azevedo Garcia	Doutoranda em Ciências Biológicas MSc. em Biotecnologia Marinha Graduada em Oceanografia	
Kayza de Freitas Pereira	MSc. Em Ciências Ambientais e Conservação. Graduada em Ciências Biológicas.	

REFERÊNCIAS

- ALVIM, R. B. **Distribuição de nitrogênio inorgânico e orgânico, e emissões de óxido nitroso nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Rio Paquequer, Teresópolis/RJ.** Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal Fluminense, p.72, 2012.
- ANA. **Orientações para Operações das Estações Hidrométricas.** Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília, 2012.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.** 23rd ed, 2017.
- 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. 1997.
- CARVALHO, T. M., Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 01, nº 01, p. 73-85, 2008.
- CBH-PIABANHA, **Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piabanha e das sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto. 2019.** Atlas da Região Hidrográfica IV. Disponível em: <<https://www.comitepiabanha.org.br/conteudo/Atlas-Comite-Piabanha.pdf>>. Acesso em: maio 2023.
- CBH-Piabanha, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piabanha e das sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto. 2021. Revisão 02. **Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacia Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto.**
- CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo Parte 1- Águas salinas e Salobras.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014.
- CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2021 | Apêndice C - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem,** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2021.
- CETESB; ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas.** Organizadores: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 325 p. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>>. Acesso em: jun. 2019.

CETESB. **Ficha de Informação Toxicológica: Nitrato e Nitrito.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** 1. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013. v. 1. 336p.

CONAMA **Resolução nº 357.** 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. Brasil. 2005.

DE PAULA, T. P. **Diagnóstico e modelagem matemática da qualidade da água em trecho do Rio Piabanha/RJ.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE, Rio de Janeiro, p.267, 2011.

DUNN, O. J. (1964). Multiple Comparisons Using Rank Sums. **Technometrics**, v. 6, n. 3, p. 241–252.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p, 2011.

FAY, E.F.; SILVA, C.M.M.S. **Índice de uso sustentável da água (ISA – Água) na região do sub-médio São Francisco.** 1. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 157, 2006.

KLING, A. S. M. **Avaliação do método Battelle na avaliação do impacto ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Piabanha.** Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública). - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 121, 2005.

JUNG, A.; CANN, P.L.; ROIG, B.; THOMAS, O.; BAURÈS, E.; THOMAS, M. Microbial Contamination Detection in Water Resources: Interest of Current Optical Methods, Trends and Needs in the Context of Climate Change. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, p. 4292-4310, 2014.

LANE, D. **Online statistics education: A multimedia course of study.** Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2003.

LIMA, S. C. M. **Avaliação histórica da qualidade da bacia representativa do rio Piabanha através de índices de qualidade da água.** Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 129, 2021.

MCBRIDE, G. B. et al. Discharge-based QMRA for estimation of public health risks from exposure to stormwater-borne pathogens in recreational waters in the United States. **Water Research**, v. 47, n. 14, p. 5282–5297, set. 2013.

PARRON, L. M. et al. **Manual de Procedimento de Amostragem e Análise Físico-química de Água**. EMBRAPA Florestas, Colombo, Paraná, 2011.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo, ABES, p. 285, 2006.

SILVA, A. G. L. **Análise da paisagem com suporte de geotecnologia como subsídio para a gestão urbano-hídrica - estudo de caso: Bacia do Rio Piabanha/RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 203, 2014.

TUCCI, C.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. UNESCO, 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey, 5ª edição. 946p, 2013.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4a ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFMG, 243p, 2014.

ANEXOS

ANEXO A – Cadeias de Custódia

ANEXO B – Relatório Fotográfico

ANEXO C – Laudos Analíticos

ANEXO D – Certificados de Desempenho dos Equipamentos

ANEXO E – Dados Brutos

