

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

RELATÓRIO TÉCNICO

4º Semestre

Revisão 02
Junho 2025

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	25
II. OBJETIVOS	26
III. ÁREA DE ESTUDO	27
IV. MALHA AMOSTRAL	29
IV.1 Rio Piabanha	33
IV.2 Afluentes do Rio Piabanha	36
IV.3 Rio Quitandinha e Palatino	38
IV.4 Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	40
IV.5 Rio Fagundes e Rio Preto	42
IV.6 Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	44
IV.7 Pontos móveis	46
V. METODOLOGIA	48
V.1 Qualidade da Água	48
V.1.1 Amostragem	48
V.1.2 Análise estatística	50
V.1.3 Pluviosidade acumulada	52
V.1.4 Carga diária	52
V.2 Medição de Vazão	52
VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
VI.1.1.1 Temperatura	55
VI.1.1.2 pH	66
VI.1.1.3 Oxigênio Dissolvido	78
VI.1.1.4 Condutividade	92
VI.1.1.5 Coliformes Termotolerantes	105
VI.1.1.6 Alcalinidade	120
VI.1.1.7 DBO	132
VI.1.1.8 DQO	146
VI.1.1.9 Sólidos Suspensos Totais	159
VI.1.1.10 Sólidos Dissolvidos Totais	171
VI.1.1.11 Turbidez	184
VI.1.1.12 Nitrato	197
VI.1.1.13 Nitrogênio Total	210
VI.1.1.14 Nitrogênio Amoniacal	223
VI.1.1.15 Ortofosfato	238
VI.1.1.16 Fósforo Total	249
VI.1.2 Medição de Vazão e Batimetria	265
VI.1.2.1 Sub-região do Rio Piabanha	265
VI.1.2.2 Sub-região Afluentes do Rio Piabanha	267
VI.1.2.3 Sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino	269
VI.1.2.4 Sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	270
VI.1.2.5 Sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto	271
VI.1.2.6 Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	272

VI.1.2.7 Pontos móveis.....	274
VI.1.3 Carga Diária	279
VII. CONCLUSÃO	287
VIII. EQUIPE TÉCNICA	292
IX. REFERÊNCIAS.....	293
X. ANEXOS	296



Índice de Figuras

FIGURA III.1. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV), JUNTAMENTE COM OS MUNICÍPIOS E PRINCIPAIS RIOS PERTENCENTES A REGIÃO.....	28
FIGURA IV.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV), REFERENTE AO 4º SEMESTRE. OS PONTOS FIXOS ESTÃO EM VERMELHO E OS PONTOS MÓVEIS, REALIZADOS NA 7ª CAMPANHA, ESTÃO EM AMARELO.	33
FIGURA IV.2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	35
FIGURA IV.3. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	37
FIGURA IV.4. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.....	39
FIGURA IV.5. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	41
FIGURA IV.6. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	43
FIGURA IV.7. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	45
FIGURA IV.8. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS MÓVEIS DE MONITORAMENTO.	47
FIGURA V.1. UTILIZAÇÃO DO BALDE COLETOR (A) E SONDA MULTIPARÂMETROS (B).....	49
FIGURA V.2. MEDIÇÃO DA VAZÃO COM O USO DE MOLINETE (A) E FLUTUADOR (B).	53
FIGURA VI.1. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	56
FIGURA VI.2. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	57
FIGURA VI.3. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	58
FIGURA VI.4. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	59
FIGURA VI.5. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	60
FIGURA VI.6. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE	

26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	61
FIGURA VI.7. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 4º SEMESTRE (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	61
FIGURA VI.8. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	62
FIGURA VI.9. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	63
FIGURA VI.10. BOXPLOTS DA TEMPERATURA, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/2023; 4ª CAMP. DE 26/01/2024 A 05/03/2024; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA.	64
FIGURA VI.11. BOXPLOTS DA TEMPERATURA, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/2023; 4ª CAMP. DE 26/01/2024 A 05/03/2024; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA.	65
FIGURA VI.12. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	67
FIGURA VI.13. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	68
FIGURA VI.14. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	69
FIGURA VI.15. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	70
FIGURA VI.16. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	71
FIGURA VI.17. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	72
FIGURA VI.18. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 4º SEMESTRE (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	73
FIGURA VI.19. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PH REGISTRADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	74
FIGURA VI.20. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PH REGISTRADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	75
FIGURA VI.21. BOXPLOTS DE PH, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI.	76
FIGURA VI.22. BOXPLOTS DE PH, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	77
FIGURA VI.23. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	79
FIGURA VI.24. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	81
FIGURA VI.25. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	82
FIGURA VI.26. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	84
FIGURA VI.27. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	85

FIGURA VI.28. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	86
FIGURA VI.29. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	87
FIGURA VI.30. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	88
FIGURA VI.31. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	89
FIGURA VI.32. BOXPLOTS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, POR CAMPANHA, DURANTE AS CAMPANHAS, REGISTRADAS DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI.....	90
FIGURA VI.33. BOXPLOTS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI.	91
FIGURA VI.34. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	93
FIGURA VI.35. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	95
FIGURA VI.36. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	96
FIGURA VI.37. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	97
FIGURA VI.38. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A	

05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	98
FIGURA VI.39. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	99
FIGURA VI.40. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	100
FIGURA VI.41. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	101
FIGURA VI.42. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	102
FIGURA VI.43. BOXPLOTS DA CONDUTIVIDADE, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI.	103
FIGURA VI.44. BOXPLOTS DA CONDUTIVIDADE, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI.	104
FIGURA VI.45. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	106
FIGURA VI.46. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	108
FIGURA VI.47. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	109
FIGURA VI.48. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	111
FIGURA VI.49. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	112
FIGURA VI.50. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	114
FIGURA VI.51. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	115
FIGURA VI.52. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	116
FIGURA VI.53. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	117
FIGURA VI.54. BOXPLOTS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	118
FIGURA VI.55. BOXPLOTS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	119
FIGURA VI.56. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	121
FIGURA VI.57. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	122
FIGURA VI.58. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	123
FIGURA VI.59. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	124
FIGURA VI.60. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	125
FIGURA VI.61. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	126
FIGURA VI.62. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	127
FIGURA VI.63. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ALCALINIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	128
FIGURA VI.64. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ALCALINIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	129
FIGURA VI.65. BOXPLOTS DA ALCALINIDADE, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	130
FIGURA VI.66. BOXPLOTS DA ALCALINIDADE, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	131
FIGURA VI.67. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	133
FIGURA VI.68. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	135
FIGURA VI.69. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	136
FIGURA VI.70. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	138
FIGURA VI.71. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª	

CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	139
FIGURA VI.72. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	140
FIGURA VI.73. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	141
FIGURA VI.74. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DBO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	142
FIGURA VI.75. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DBO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	143
FIGURA VI.76. BOXPLOTS DA DBO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	144
FIGURA VI.77. BOXPLOTS DA DBO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	145
FIGURA VI.78. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	147
FIGURA VI.79. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	148
FIGURA VI.80. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	150
FIGURA VI.81. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	151
FIGURA VI.82. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	152

FIGURA VI.83. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	153
FIGURA VI.84. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	154
FIGURA VI.85. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DQO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.....	155
FIGURA VI.86. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DQO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.....	156
FIGURA VI.87. BOXPLOTS DA DQO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	157
FIGURA VI.88. BOXPLOTS DA DQO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	158
FIGURA VI.89. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	160
FIGURA VI.90. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	161
FIGURA VI.91. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	162
FIGURA VI.92. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	163
FIGURA VI.93. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	164

FIGURA VI.94. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	165
FIGURA VI.95. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	166
FIGURA VI.96. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.....	167
FIGURA VI.97. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.....	168
FIGURA VI.98. BOXPLOTS DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST), POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25). 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	169
FIGURA VI.99. BOXPLOTS DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST), POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25). 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	170
FIGURA VI.100. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	172
FIGURA VI.101. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	173
FIGURA VI.102. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	174
FIGURA VI.103. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	175
FIGURA VI.104. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	177

FIGURA VI.105. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	178
FIGURA VI.106. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	179
FIGURA VI.107. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.....	180
FIGURA VI.108. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.....	181
FIGURA VI.109. BOXPLOTS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT), POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	182
FIGURA VI.110. BOXPLOTS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT), POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	183
FIGURA VI.111. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	185
FIGURA VI.112. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	186
FIGURA VI.113. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	188
FIGURA VI.114. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	189
FIGURA VI.115. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	190

FIGURA VI.116. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	191
FIGURA VI.117. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	192
FIGURA VI.118. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TURBIDEZ REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	193
FIGURA VI.119. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TURBIDEZ REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	194
FIGURA VI.120. BOXPLOTS DE TURBIDEZ, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	195
FIGURA VI.121. BOXPLOTS DE TURBIDEZ, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	196
FIGURA VI.122. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	198
FIGURA VI.123. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	199
FIGURA VI.124. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	200
FIGURA VI.125. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	202
FIGURA VI.126. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	203

FIGURA VI.127. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	204
FIGURA VI.128. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	205
FIGURA VI.129. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITRATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	206
FIGURA VI.130. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITRATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	207
FIGURA VI.131. BOXPLOTS DE NITRATO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	208
FIGURA VI.132. BOXPLOTS DE NITRATO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	209
FIGURA VI.133. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	211
FIGURA VI.134. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	212
FIGURA VI.135. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	214
FIGURA VI.136. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	215
FIGURA VI.137. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	216

FIGURA VI.138. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	217
FIGURA VI.139. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	218
FIGURA VI.140. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	219
FIGURA VI.141. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	220
FIGURA VI.142. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO TOTAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	221
FIGURA VI.143. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO TOTAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	222
FIGURA VI.144. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	224
FIGURA VI.145. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	226
FIGURA VI.146. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	228
FIGURA VI.147. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	230
FIGURA VI.148. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	231

FIGURA VI.149. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	232
FIGURA VI.150. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24).....	233
FIGURA VI.151. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	234
FIGURA VI.152. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO AMONIAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	235
FIGURA VI.153. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO AMONIAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	236
FIGURA VI.154. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO AMONIAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	237
FIGURA VI.155. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	239
FIGURA VI.156. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).....	240
FIGURA VI.157. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	241
FIGURA VI.158. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	242
FIGURA VI.159. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	243

FIGURA VI.160. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	244
FIGURA VI.161. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	245
FIGURA VI.162. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	246
FIGURA VI.163. BOXPLOTS DE ORTOFOSFATO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	247
FIGURA VI.164. BOXPLOTS DE ORTOFOSFATO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	248
FIGURA VI.165. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	250
FIGURA VI.166. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	252
FIGURA VI.167. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	253
FIGURA VI.168. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	255
FIGURA VI.169. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	257
FIGURA VI.170. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º, 3º E 4º 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; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP.	

DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25).	259
FIGURA VI.171. DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	260
FIGURA VI.172. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 7ª CAMPANHA.	261
FIGURA VI.173. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 8ª CAMPANHA.	262
FIGURA VI.174. BOXPLOTS DE FÓSFORO TOTAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	263
FIGURA VI.175. BOXPLOTS DE FÓSFORO TOTAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º, 3º E 4º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 3ª CAMP. DE 16/10/23 A 27/12/23; 4ª CAMP. DE 26/01/24 A 05/03/24; 5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24; 6ª CAMP. 16/07/24 A 30/07/24; 7ª CAMP. 17/10/24 A 11/11/24; 8ª CAMP. 17 A 29/01/25) 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 E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	264
FIGURA VI.176. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM98 – RIO SANTA RITA NA 7ª CAMPANHA.	276
FIGURA VI.177. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM99 – RIO SÃO FRANCISCO APARECIDA NA 7ª CAMPANHA.	276
FIGURA VI.178. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM100 - RIO PRETO - EXUTÓRIO DO BREJAL NA 7ª CAMPANHA.	277
FIGURA VI.179. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM101 - Córrego das Flores - ETE PONTE DAS BATALHAS, ESTRADA MUNICIPAL BELA JOANA NA 7ª CAMPANHA.	277
FIGURA VI.180. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM102 - RIO PAQUEQUER - PONTE DE ZINCO, ESTRADA CARMO - ALÉM PARAÍBA NA 7ª CAMPANHA.	278
FIGURA VI.181. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM103 - RIO ÁGUAS CLARAS - SÍTIO TRÊS IRMÃOS, PRÓXIMO À FAZENDA PASSA TRÊS NA 7ª CAMPANHA.	278
FIGURA VI.182. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITRATO (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	280
FIGURA VI.183. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITROGÊNIO AMONÍACAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	281
FIGURA VI.184. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITROGÊNIO TOTAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	281
FIGURA VI.185. PROGRESSÃO DA CARGA DE ORTOFOSFATO SOLÚVEL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	283
FIGURA VI.186. PROGRESSÃO DA CARGA DE FÓSFORO TOTAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	283
FIGURA VI.187. PROGRESSÃO DA CARGA DE SST (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	285
FIGURA VI.188. PROGRESSÃO DA CARGA DE SDT (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	285
FIGURA VI.189. PROGRESSÃO DA CARGA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.	286

Índice de Quadros

QUADRO IV-1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS FIXOS SEGUNDO SUAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS E REFERÊNCIAS.	29
QUADRO IV-2. LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS DA 7ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	32
QUADRO IV-3. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	34
QUADRO IV-4. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	34
QUADRO IV-5. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	36
QUADRO IV-6. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	36
QUADRO IV-7. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO.	38
QUADRO IV-8. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.	38
QUADRO IV-9. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	40
QUADRO IV-10. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	40
QUADRO IV-11. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	42
QUADRO IV-12. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	42
QUADRO IV-13. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	44
QUADRO IV-14. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	44
QUADRO IV-15. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS COLETADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PIABANHA (RH-IV).	46
QUADRO V-1. PARÂMETROS E MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AMOSTRAS DA QUALIDADE DA ÁGUA.	50
QUADRO V-2. NÚMERO DE PONTOS DE AMOSTRAGENS CONFORME PROFUNDIDADE DO TRECHO.	55
QUADRO VIII-1. EQUIPE TÉCNICA.	292

Índice de Tabelas

TABELA VI-1. VALOR MÉDIO, DESVIO PADRÃO, MÁXIMO E MÍNIMO REGISTRADO PARA PH AO LONGO DO PERÍODO DE MONITORAMENTO.	223
TABELA VI-2 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NOS PONTOS MÓVEIS MONITORADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE O 7º SEMESTRE DE MONITORAMENTO.	275

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
NH₄ - Nitrogênio amoniacal
NT - Nitrogênio total
NO₃ - 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
PO₄ - 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 4º semestre de monitoramento, realizado entre outubro/24 e janeiro/25, 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 a vazão dos corpos hídricos à qualidade da água.

III. ÁREA DE ESTUDO

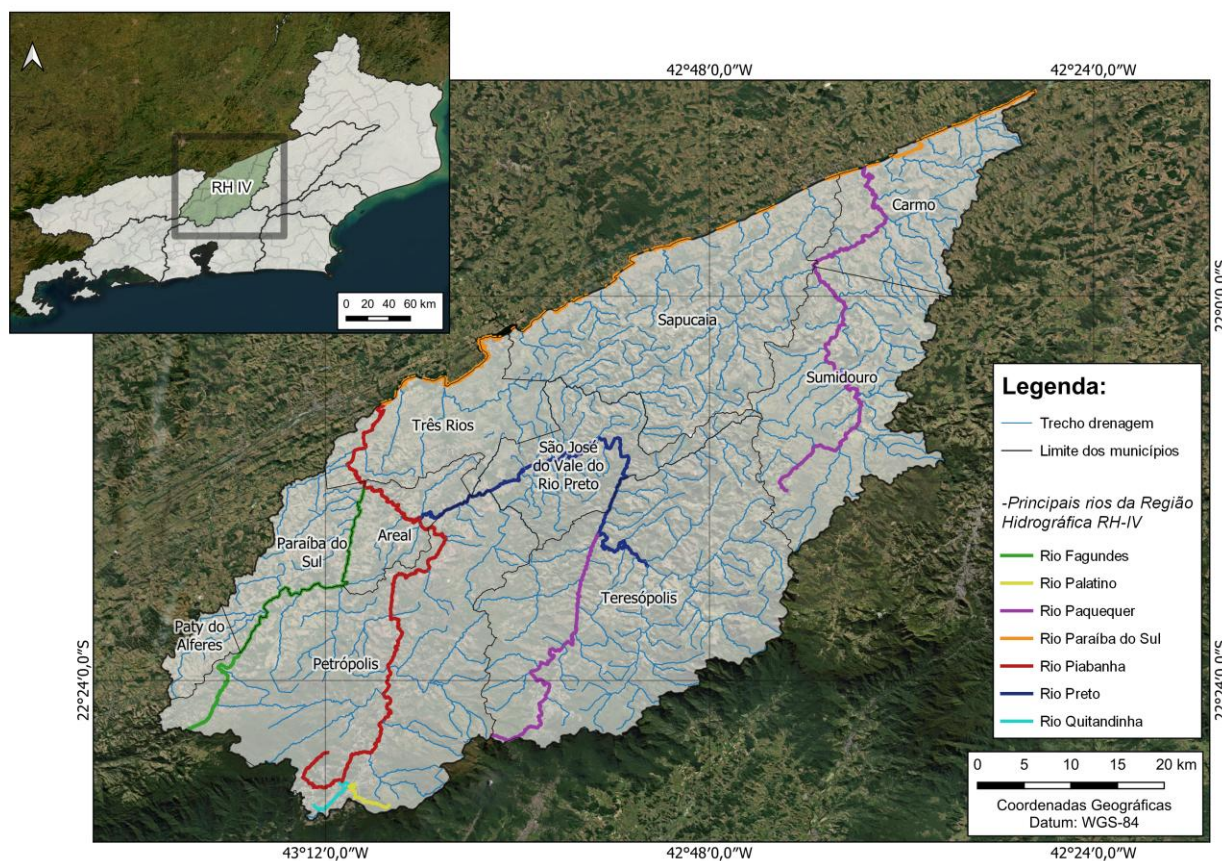
A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com mais de 60.000 Km² de área, tendo a Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) como uma de suas bacias afluentes (Figura III.1).

O Comitê Piabanha, responsável pela gestão da Região Hidrográfica do Piabanha (RH-IV), atua em uma área de 3.460 km² com aproximadamente 508.424 habitantes, o que representa 5,64% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (IBGE, 2010). 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 à 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). Oito campanhas de monitoramento foram realizadas para compor este relatório, entretanto, a amostragem dos pontos móveis e aferição da vazão nos 74 pontos monitorados ocorreram apenas nas campanhas ímpares.

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.

Durante a 7ª campanha de monitoramento (out/24 a nov/24) a região do ponto amostral P56 estava em obra, sendo assim nesta campanha a amostragem foi realizada na coordenada -43,024178 -22,209334.

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	P01	Rio Piabanha	Próximo à nascente do Rio Piabanha	-43,203585	-22,477103
	P02	Rio Piabanha	Jusante da ETE Piabanha	-43,192264	-22,507109
	P03	Rio Piabanha	Próximo ao Fórum de Petrópolis na ponte da R. Prof. Stroller	-43,177305	-22,489056
	P04	Rio Piabanha	Após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151472	-22,474167
	P05	Rio Piabanha	Ponte Branca (Samambaia)	-43,146821	-22,464186
	P06	Rio Piabanha	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
	P07	Rio Piabanha	Jusante da ETE Corrêas	-43,140299	-22,442182
	P08	Rio Piabanha	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
	P09	Rio Piabanha	Próximo ao Parque de Exposições em Itaipava	-43,135284	-22,403151
	P10	Rio Santo Antônio	Ponte antes do rio desaguar no rio Piabanha	-43,133380	-22,385640
	P11	Rio Piabanha	Após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
	P12	Rio Piabanha	Bairro Posse em Petrópolis	-43,076507	-22,255282
	P13	Rio Piabanha	Em Areal	-43,104233	-22,231577
	P14	Rio Piabanha	Em Três Rios	-43,175696	-22,177414
	P15	Rio Piabanha	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	-43,143677	-22,126506

Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
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	Ponte da Rua Manoel Torres	-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 cabeceira do rio Itamarati	-43,122150	-22,505673
	P21	Rio Itamarati	Próximo a ponte de ferro	-43,149986	-22,495977
	P22	Rio Itamarati	Ponte a montante do túnel extravasor	-43,152666	-22,488358
	P23	Rio do Bonfim	Próximo à entrada do PARNASO	-43,094538	-22,462521
	P24	Rio do Poço Ferreira	Ponte após o encontro dos rios do Bonfim e do Poço do Ferreira	-43,115623	-22,449339
	P25	Rio do Poço do Ferreira	Ponte antes do rio desaguar no rio Piabanha	-43,139278	-22,442355
	P26	Rio da Cidade	Ponte perto do condomínio Locanda no bairro Fazenda Inglesa	-43,214169	-22,456232
	P27	Rio das Araras	Ponte na Estr. Bernardo Coutinho (RJ-117) próxima à Alameda João Martins Freire em Araras	-43,238753	-22,428119
	P28	Rio da Cidade	Ponte após o encontro dos rios das Araras e da Cidade	-43,163897	-22,427182
	P29	Rio Piabanha	Ponte antes do encontro dos rios das Araras e Piabanha	-43,139279	-22,414841
	P30	Rio do Jacó	À montante da ponte da Estr. Philuvio Cerqueira Rodrigues (BR-495) em Itaipava	-43,054783	-22,429760
	P31	Rio Santo Antônio	Ponte de acesso para Vale da Lua / Village / Vale das Araucárias	-43,115095	-22,395042
	P32	Rio do Carvão	Ponte de acesso ao condomínio Mundéus	-43,115240	-22,379240
	P33	Ribeirão Retiro das Pedras	Ponte da Prata (entrada do Retiro das Pedras)	-43,135650	-22,332860
	P34	Córrego da Jacuba	Ponte antes de desaguar no rio Piabanha na localidade Taquaril no bairro Posse	-43,093000	-22,285652
	P35	Córrego do Cedro	Ponte antes de desaguar no rio Piabanha em Areal	-43,101290	-22,237850
Rio Quitandinha e Rio Palatino	P36	Rio Cremerie	Ponte à jusante da ETE Taquara	-43,211069	-22,540816
	P37	Rio Quitandinha	Próximo ao Museu do Artesanato do Estado do Rio de Janeiro	-43,199256	-22,531514
	P38	Rio Quitandinha	Duas pontes após o encontro do rio da rua Saldanha Marinho	-43,188525	-22,520682
	P39	Rio Quitandinha	Ponte à montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
	P40	Rio Quitandinha	Ponte à jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
	P41	Rio Palatino	Ponte na cabeceira do rio, na rua Leônia Velsi - Morin	-43,156632	-22,526488
	P42	Rio Palatino	Ponte ao final da Av. Gen. Márcia no Magalhães - Morin	-43,169442	-22,522009
	P43	Rio Palatino	Ponte à montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
	P44	Rio Palatino	Ponte à jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
	P45	Rio Quitandinha	Ponte na rua 16 de Março, próxima ao Obelisco, Centro - Petrópolis	-43,175656	-22,509450
	P46	Rio Paquequer	Ponte próxima à entrada do PARNASO - Teresópolis	-42,983436	-22,448156

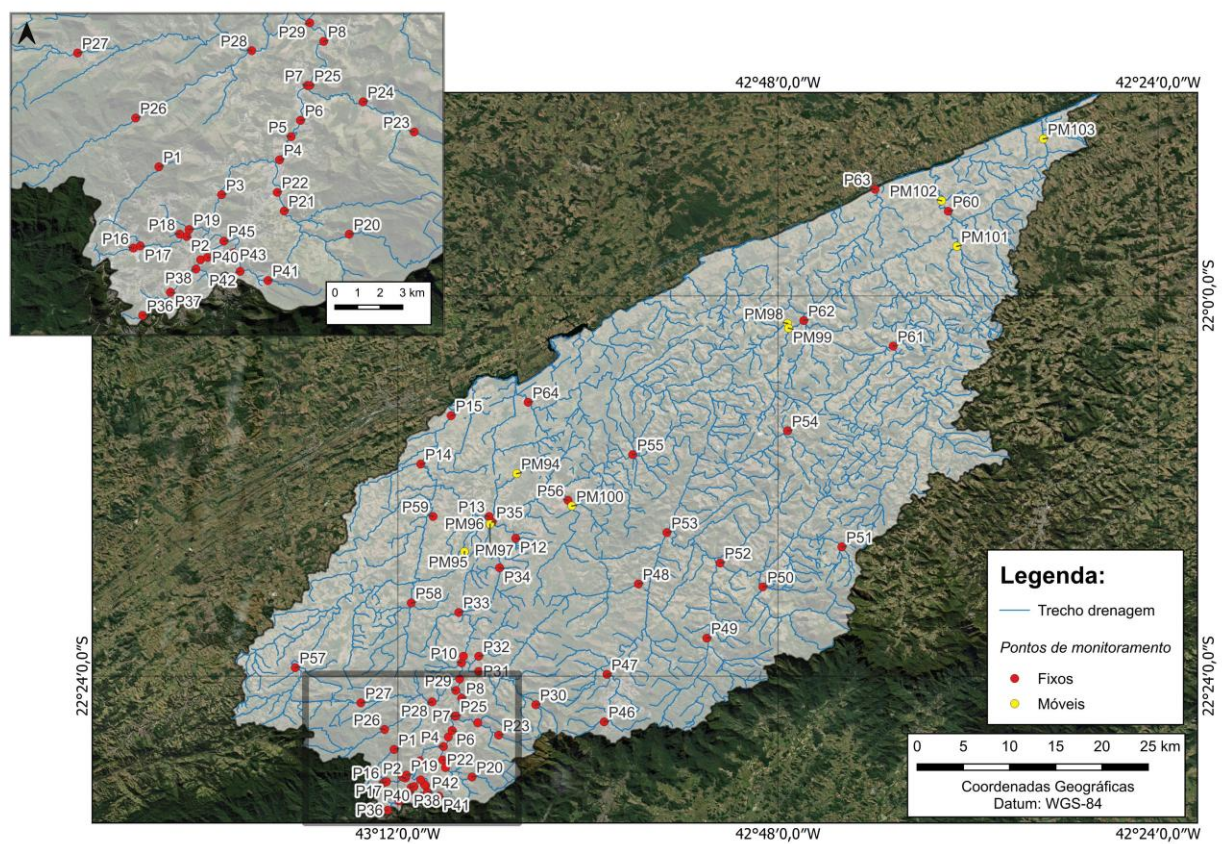
Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	P47	Rio Paquequer	Ponte à montante do Golf Club e da foz do Rio do Imbuí (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
	P48	Ribeirão Santa Rita	Ponte na Estr. Adelino Dias, Cruzeiro - Vale do Paquequer (Teresópolis)	-42,947235	-22,302648
	P49	Rio das Bengalas	Ponte entre a Rodovia Dr. Rogério Moura Estevão (RJ-130), Estr. Samuel Muniz da Motta e R. Izaltino Eugênio, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,874728	-22,360466
	P50	Rio dos Frades	Ponte próximo à foz do Córrego Sebastiana, no cruzamento da RJ-130 e RJ-134, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,816215	-22,305782
	P51	Rio Vieira	Ponte após a foz do Córrego Palmital, na Rod. Dr. Rogério Moura Estevão (RJ-130) e Estr. do Calado, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,733296	-22,263917
	P52	Rio dos Frades	Ponte à montante a foz do Rio das Bengalas em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,861494	-22,281308
	P53	Rio Paquequer	Ponte à montante do encontro com o Rio Preto em Vale do Paquequer (Teresópolis)	-42,917455	-22,249493
Rio Fagundes e Rio Preto	P54	Rio do Capim Pião	R. Júlio Emanuel Pimentel, Água Quente, SJVRP	-42,790554	-22,142032
	P55	Rio Preto	Ponte à jusante do Parque de Exposições, Contendas (SJVRP)	-42,953446	-22,166749
	P56	Rio Bonito	Ponte de acesso ao Condomínio 3 Vales, próxima à Estr. Rio Bonito, (SJVRP)	-43,020952	-22,215252
	P57	Rio Fagundes	Ponte na divisa dos municípios de Petrópolis e Paty do Alferes	-43,307691	-22,391550
	P58	Rio da Maria Comprida	Ponte à jusante da foz do Córrego do Secretário	-43,185854	-22,322988
	P59	Córrego do Quilombo Boa Esperança	Córrego no Quilombo Boa Esperança (Areal)	-43,162717	-22,231922
Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul	P60	Rio Paquequer	Ponte à jusante da foz do Córrego Astreia (Carmo)	-42,621440	-21,910970
	P61	Rio Paquequer	Ponte à jusante da foz do Rio São Lourenço (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
	P62	Rio Santa Rita	Ponte entre os Km 23 e 24 da Rod Teresópolis-Além Paraíba (RJ-116) em N.S. da Aparecida (Sapucaia)	-42,773504	-22,025760
	P63	Córrego do Cortiço	Ponte próxima ao desague do córrego no Rio Paraíba do Sul em Jamaparã (Sapucaia)	-42,698471	-21,887862
	P64	Rio Calçado	Ponte à montante da foz do Córrego Bemposta, próxima à Antiga Rio-Bahia em Bemposta (Três Rios)	-43,063363	-22,112715

Na presente campanha, a indicação dos pontos móveis a serem amostrados foi realizada pela contratante ou pelos gestores das unidades ou seus respectivos designados, sendo os gestores indicados pela contratante.

Quadro IV-2. Localização e coordenadas geográficas dos pontos móveis da 7ª campanha de monitoramento.

Pontos	Referência	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
PM94	Afluente do Córrego Boa Esperança na Estr. São Roque (Areal)	-43,075513	-22,187043
PM95	Próximo da Fazenda Engenhoca, Estr. Fazenda Santa Teresa, no afluente do Córrego das Cambotas (Areal)	-43,129500	-22,254300
PM96	Ponte à montante da ETA São Sebastião, Córrego das Cambotas (Areal)	-43,115800	-22,244600
PM97	Ponte sobre o córrego da Delícia à jusante da ETA São Sebastião, Córrego das Cambotas (Areal)	-43,103690	-22,240812
PM98	Vila Nossa Senhora Aparecida, Rio Santa Rita (Sapucaia)	-42,790575	-22,029166
PM99	Vila Nossa Senhora Aparecida, Rio São Francisco (Sapucaia)	-42,789389	-22,034414
PM100	Pousada 3 Vales, Córrego do Brejal (SJVRP)	-43,015056	-22,222833
PM101	ETE Ponte da Batalha, Estrada Municipal Bela Joana, Córrego das Flores (Carmo)	-42,612947	-21,948575
PM102	Ponte de Zinco, Estrada Carmo - Além Paraíba, RJ144, Rio Paquequer (Carmo)	-42,628856	-21,900703
PM103	Sítio Três Irmãos, RJ – 158, próximo à Fazenda Passa Três, Rio Águas Claras/Córrego Recreio (Carmo)	-42,521269	-21,835381

Figura IV.1. Localização dos pontos de monitoramento na Região Hidrográfica do rio Piabanha (RH-IV), referente ao 4º semestre. Os pontos fixos estão em vermelho e os pontos móveis, realizados na 7ª campanha, 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.

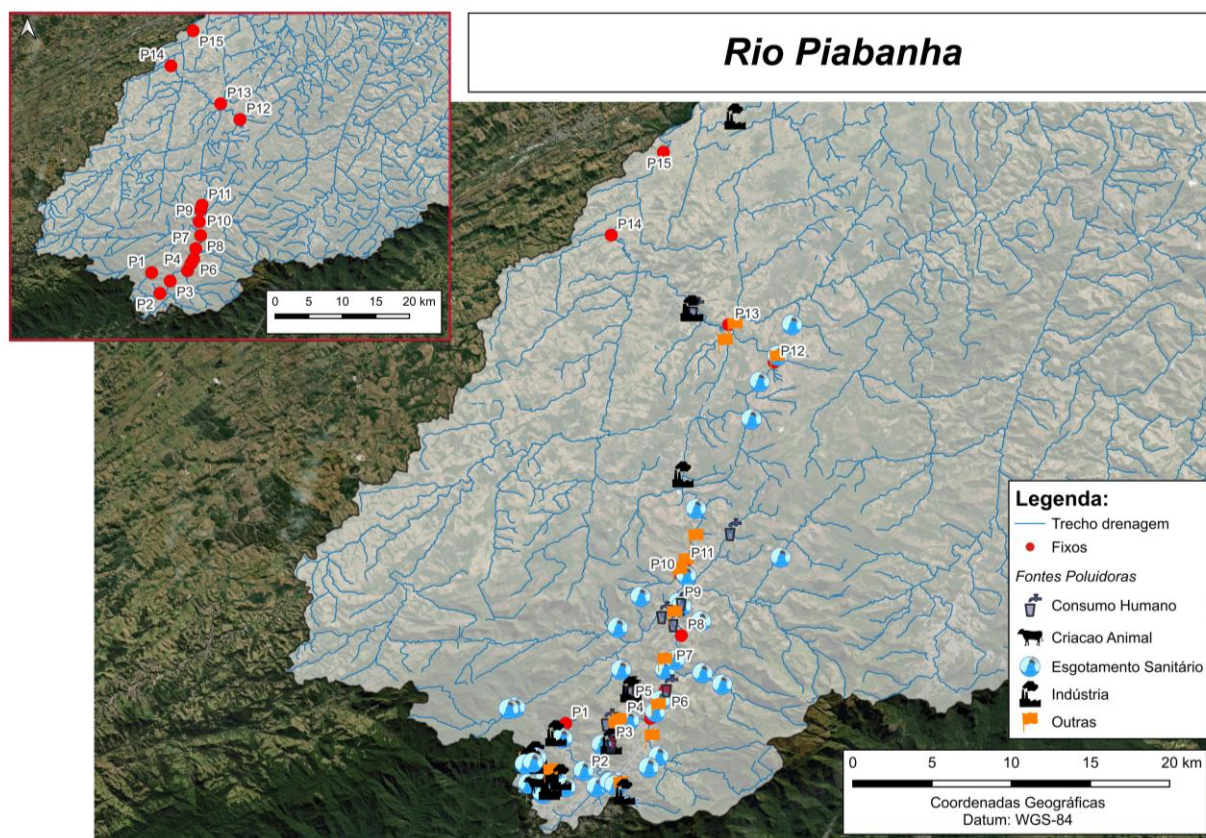
Sub-bacia	Área de contribuição (km²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Alto Rio Piabanha	49,98	62,20	10,00	31	66	19
Médio Rio Piabanha	102,00	52,50	16,00	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	Jusante da ETE Piabanha	-43,192264	-22,507109
P03	Rio Piabanha	Próximo ao Fórum de Petrópolis na ponte da R. Prof. Stroller	-43,177305	-22,489056
P04	Rio Piabanha	Após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151472	-22,474167
P05	Rio Piabanha	Ponte Branca (Samambaia)	-43,146821	-22,464186
P06	Rio Piabanha	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
P07	Rio Piabanha	Jusante da ETE Corrêas	-43,140299	-22,442182
P08	Rio Piabanha	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
P09	Rio Piabanha	Próximo ao Parque de Exposições em Itaipava	-43,135284	-22,403151
P10	Rio Santo Antônio	Ponte antes do rio desaguar no rio Piabanha	-43,133380	-22,385640
P11	Rio Piabanha	Após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
P12	Rio Piabanha	Bairro Posse em Petrópolis	-43,076507	-22,255282
P13	Rio Piabanha	Em Areal	-43,104233	-22,231577
P14	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.



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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 (km²)	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

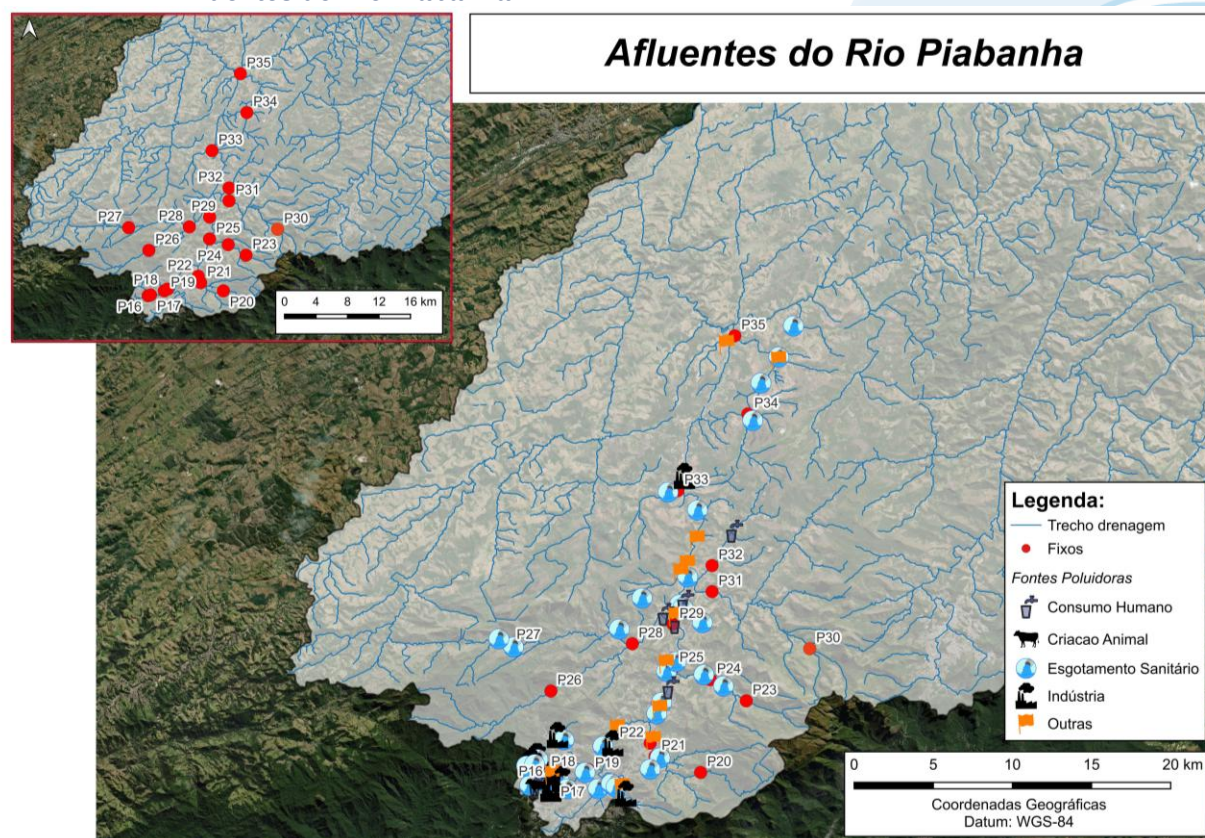
Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

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	Ponte da Rua Manoel Torres	-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 cabeceira do rio Itamarati	-43,122150	-22,505673
P21	Rio Itamarati	Próximo a ponte de ferro	-43,149986	-22,495977
P22	Rio Itamarati	Ponte a montante do túnel extravasor	-43,152666	-22,488358
P23	Rio do Bonfim	Próximo à entrada do PARNASO	-43,094538	-22,462521
P24	Rio do Poço Ferreira	Ponte após o encontro dos rios do Bonfim e do Poço do Ferreira	-43,115623	-22,449339
P25	Rio do Poço Ferreira	Ponte antes do rio desaguar no rio Piabanha	-43,139278	-22,442355

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P26	Rio da Cidade	Ponte perto do condomínio Locanda no bairro Fazenda Inglesa	-43,214169	-22,456232
P27	Rio das Araras	Ponte na Estr. Bernardo Coutinho (RJ-117) próxima à Alameda João Martins Freire em Araras	-43,238753	-22,428119
P28	Rio da Cidade	Ponte após o encontro dos rios das Araras e da Cidade	-43,163897	-22,427182
P29	Rio Piabanha	Ponte antes do encontro dos rios das Araras e Piabanha	-43,139279	-22,414841
P30	Rio do Jacó	À montante da ponte da Estr. Philuvio Cerqueira Rodrigues (BR-495) em Itaipava	-43,054783	-22,429760
P31	Rio Santo Antônio	Ponte de acesso para Vale da Lua / Village / Vale das Araucárias	-43,115095	-22,395042
P32	Rio do Carvão	Ponte de acesso ao condomínio Mundéus	-43,115240	-22,379240
P33	Ribeirão Retiro das Pedras	Ponte da Prata (entrada do Retiro das Pedras)	-43,135650	-22,332860
P34	Córrego da Jacuba	Ponte antes de desaguar no rio Piabanha na localidade Taquaril no bairro Posse	-43,093000	-22,285652
P35	Córrego do Cedro	Ponte antes de desaguar no rio Piabanha em Areal	-43,101290	-22,237850

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



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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.

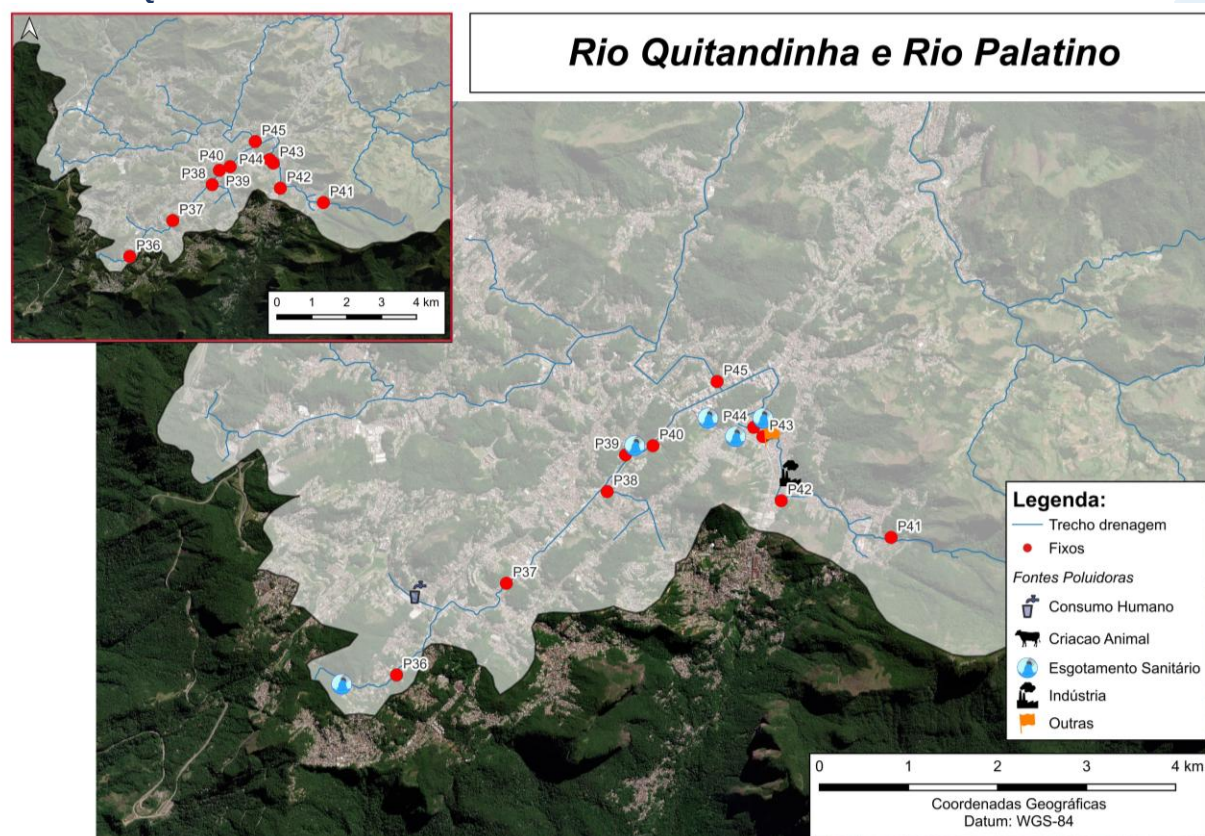
Sub-bacia	Área de contribuição (km²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Quitandinha e Palatino	21,81	58,43	9	6	72	5

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 Cremerie	Ponte à jusante da ETE Taquara	-43,211069	-22,540816
P37	Rio Quitandinha	Próximo ao Museu do Artesanato do Estado do Rio de Janeiro	-43,199256	-22,531514
P38	Rio Quitandinha	Duas pontes após o encontro do rio da rua Saldanha Marinho	-43,188525	-22,520682
P39	Rio Quitandinha	Ponte à montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
P40	Rio Quitandinha	Ponte à jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
P41	Rio Palatino	Ponte na cabeceira do rio, na rua Leônia Velsi - Morin	-43,156632	-22,526488
P42	Rio Palatino	Ponte ao final da Av. Gen. Márciano Magalhães - Morin	-43,169442	-22,522009
P43	Rio Palatino	Ponte à montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
P44	Rio Palatino	Ponte à jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
P45	Rio Quitandinha	Ponte na rua 16 de Março, próxima ao Obelisco, Centro - 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.



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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

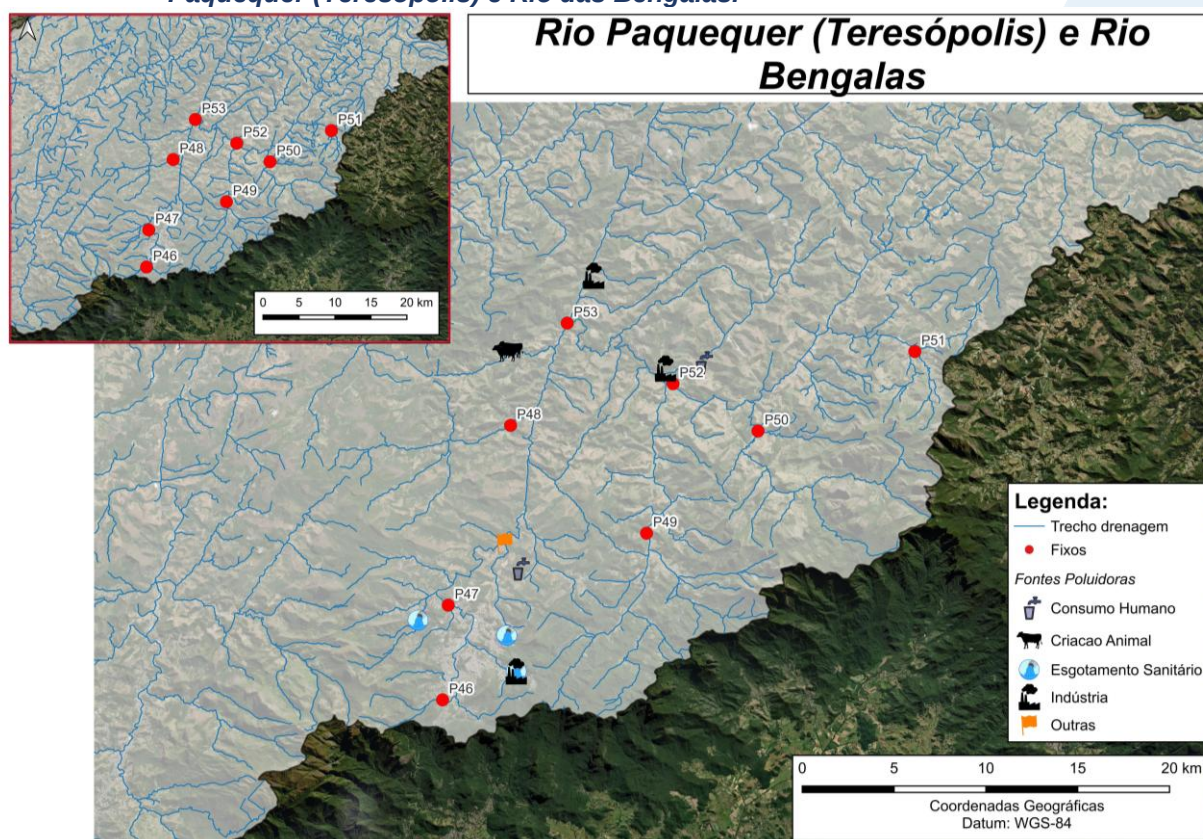
Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

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	Ponte próxima à entrada do PARNASO - Teresópolis	-42,983436	-22,448156
P47	Rio Paquequer	Ponte à montante do Golf Club e da foz do Rio do Imbuí (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
P48	Ribeirão Santa Rita	Ponte na Estr. Adelino Dias, Cruzeiro - Vale do Paquequer (Teresópolis)	-42,947235	-22,302648
P49	Rio das Bengalas	Ponte entre a Rodovia Dr. Rogério Moura Estevão (RJ-130), Estr. Samuel Muniz da Motta e R. Izaltino Eugênio, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,874728	-22,360466
P50	Rio dos Frades	Ponte próximo à foz do Córrego Sebastiana, no cruzamento da RJ-130 e RJ-134, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,816215	-22,305782

Pontos	Corpos Hídricos	Referência	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
P51	Rio Vieira	Ponte após a foz do Córrego Palmital, na Rod. Dr. Rogério Moura Estevão (RJ-130) e Estr. do Calado, em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,733296	-22,263917
P52	Rio dos Frades	Ponte à montante a foz do Rio das Bengalas em Vale de Bonsucesso (Teresópolis)	-42,861494	-22,281308
P53	Rio Paquequer	Ponte à montante do encontro com o Rio Preto em Vale do Paquequer (Teresópolis)	-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.



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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.

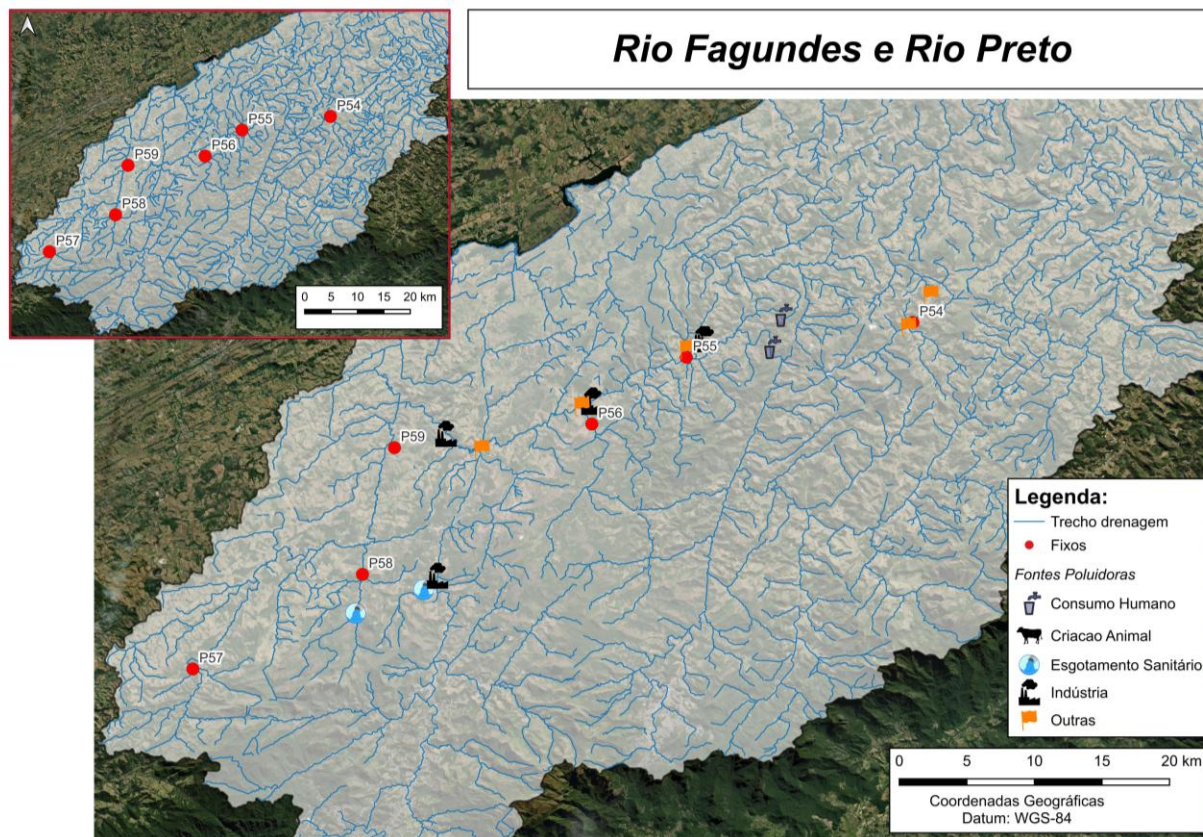
Sub-bacia	Área de contribuição (km ²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Rio do Capim ou Pião	85,49	47,17	10,00	9	49	3
Baixo Rio Preto	81,43	42,34	5,00	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 do Pião	R. Júlio Emanuel Pimentel, Água Quente, SJVRP	-42,790554	-22,142032
P55	Rio Preto	Ponte à jusante do Parque de Exposições, Contendas (SJVRP)	-42,953446	-22,166749
P56	Rio Bonito	Ponte de acesso ao Condomínio 3 Vales, próxima à Estr. Rio Bonito, (SJVRP)	-43,020952	-22,215252
P57	Rio Fagundes	Ponte na divisa dos municípios de Petrópolis e Paty do Alferes	-43,307691	-22,391550
P58	Rio da Maria Comprida	Ponte à jusante da foz do Córrego do Secretário	-43,185854	-22,322988
P59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	Córrego no Quilombo Boa Esperança (Areal)	-43,162717	-22,231922

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



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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.

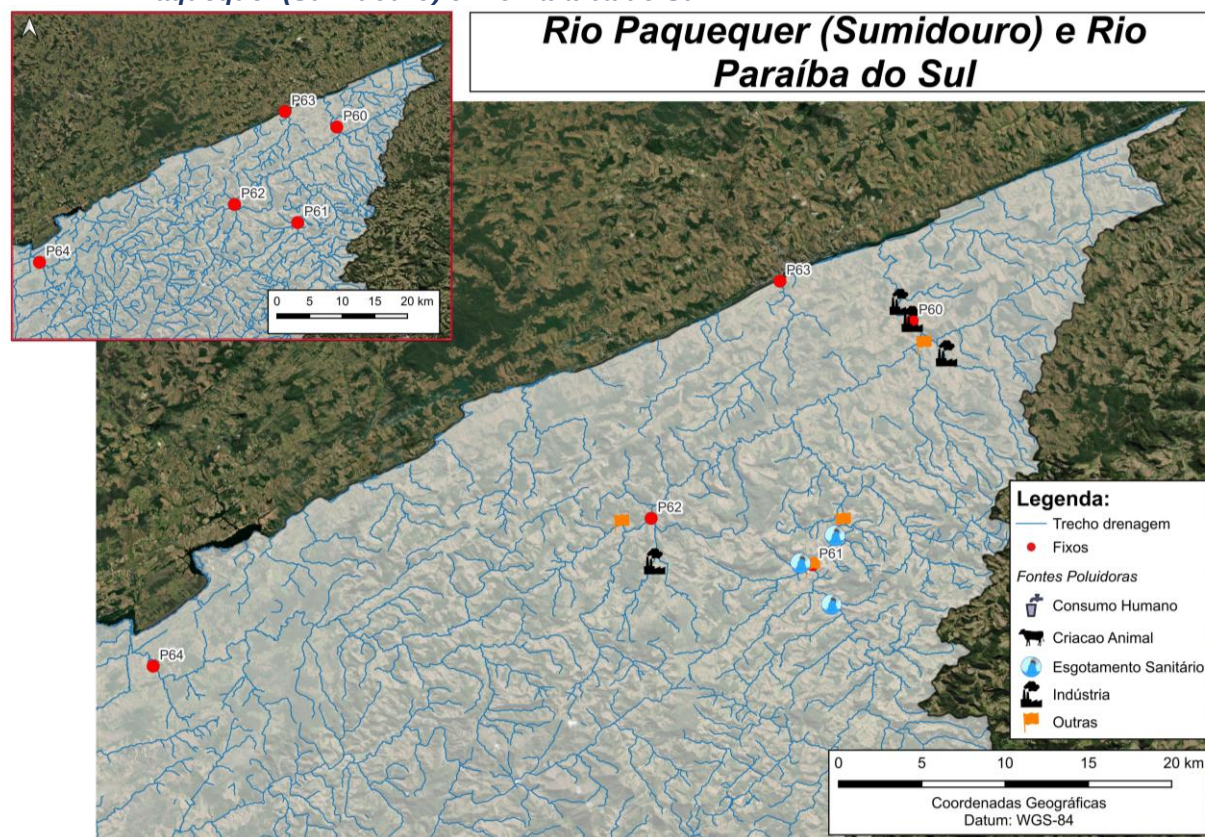
Sub-bacia	Área de contribuição (km²)	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Baixo Rio Fagundes	106,16	28,82	1,00	1	6	1
Córrego Recreio	76,50	28,78	1,00	1	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	Ponte à jusante da foz do Córrego Astreia (Carmo)	-42,621440	-21,910970
P61	Rio Paquequer	Ponte à jusante da foz do Rio São Lourenço (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
P62	Rio Santa Rita	Ponte entre os Km 23 e 24 da Rod Teresópolis-Além Paraíba (RJ-116) em N.S. da Aparecida (Sapucaia)	-42,773504	-22,025760
P63	Córrego do Cortiço	Ponte próxima ao desague do córrego no Rio Paraíba do Sul em Jamapará (Sapucaia)	-42,698471	-21,887862
P64	Rio Calçado	Ponte à montante da foz do Córrego Bemposta, próxima à Antiga Rio-Bahia em Bemposta (Três Rios)	-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.



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

IV.7 Pontos móveis

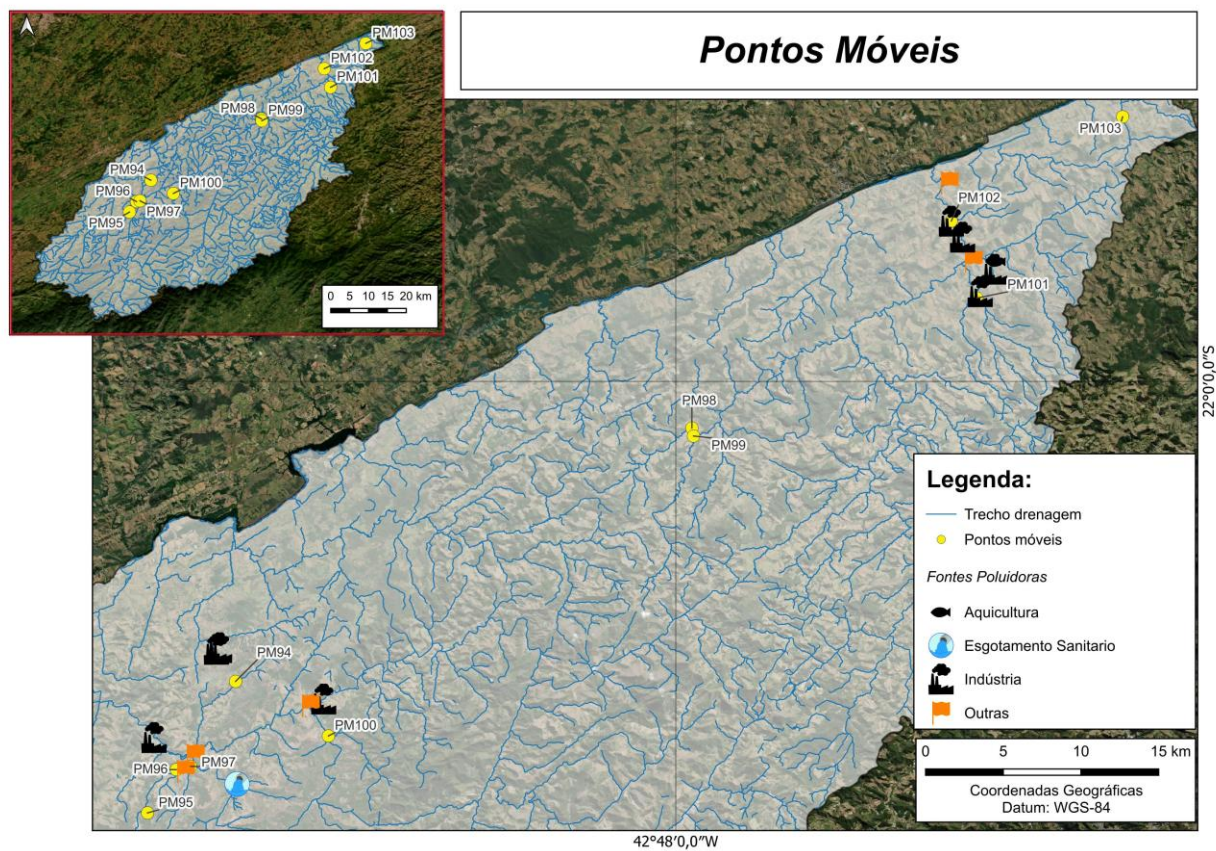
Os pontos móveis são monitorados semestralmente em diferentes áreas da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), no segundo semestre os pontos monitorados estavam localizados nas sub-bacias do Rio Paquequer (Alto e Baixo) e Rio Preto (Baixo, Médio e Alto).

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

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

Pontos	Referência	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
PM94	Afluente do Córrego Boa Esperança na Estr. São Roque (Areal)	-43,075513	-22,187043
PM95	Próximo da Fazenda Engenhoca, Estr. Fazenda Santa Teresa, no afluente do Córrego das Cambotas (Areal)	-43,129500	-22,254300
PM96	Ponte à montante da ETA São Sebastião, Córrego das Cambotas (Areal)	-43,115800	-22,244600
PM97	Ponte sobre o córrego da Delícia à jusante da ETA São Sebastião, Córrego das Cambotas (Areal)	-43,103690	-22,240812
PM98	Vila Nossa Senhora Aparecida, Rio Santa Rita (Sapucaia)	-42,790575	-22,029166
PM99	Vila Nossa Senhora Aparecida, Rio São Francisco (Sapucaia)	-42,789389	-22,034414
PM100	Pousada 3 Vales, Córrego do Brejal (SJVRP)	-43,015056	-22,222833
PM101	ETE Ponte da Batalha, Estrada Municipal Bela Joana, Córrego das Flores (Carmo)	-42,612947	-21,948575
PM102	Ponte de Zinco, Estrada Carmo - Além Paraíba, RJ144, Rio Paquequer (Carmo)	-42,628856	-21,900703
PM103	Sítio Três Irmãos, RJ – 158, próximo à Fazenda Passa Três, Rio Águas Claras/Córrego Recreio (Carmo)	-42,521269	-21,835381

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



Fonte: Data-base Região Hidrográfica IV-Piabanha, INEA, 2023.

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

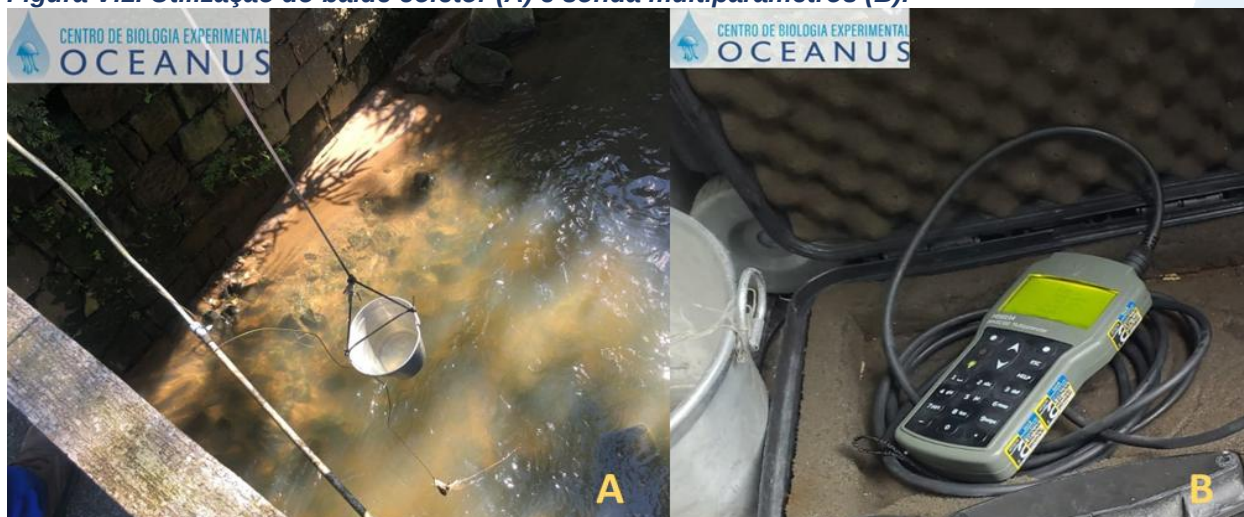
As coletas das amostras de água foram realizadas com balde coletor e os resultados dos parâmetros físico-químicos da água (condutividade, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, temperatura da água e do ar) foram obtidos, *in situ*, com auxílio de uma sonda multiparâmetros HANNA modelo HI98194, previamente 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 $< 5^{\circ}\text{C}$ 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 (dezesseis) 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). Além disso, para uma melhor visualização da base histórica de dados, foram utilizadas simbologias (letras) que representam as diferenças estatísticas entre os resultados de cada campanha. Assim, a indicação de letras iguais sobre os boxes denotará a ausência de diferenças significativas (com base no teste post hoc de Dunn) entre as campanhas para o parâmetro em questão.

Para comparação dos dados obtidos durante o período de monitoramento foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* com o intuito de analisar possíveis diferenças entre as sub-regiões de monitoramento. Este teste foi escolhido pelo fato de as sub-regiões não apresentarem o mesmo número de pontos amostrais. Já para a diferença entre as campanhas, foi utilizado o teste paramétrico ANOVA quanto os dados atenderam as premissas de normalidade (teste *Shapiro-Wilk*, $p > 0,5$) e homoscedasticidade (teste *Levene*, $p > 0,5$) e *Kruskal-Wallis* quando as premissas não foram atendidas. A condição para que a diferença seja considerada significativa entre as sub-regiões e campanhas foi $p < 0,05$ (ZAR, 2013). Múltiplas comparações foram realizadas utilizando o teste *post-hoc Turkey*, quando foi utilizada a ANOVA ou *post-hoc Dunn*, quando utilizado *Kruskal-Wallis*, e através destes testes foi possível verificar quais sub-regiões e campanhas apresentaram diferenças entre si. A diferença foi considerada significativa quando $p < 0,05$ (DUNN, 1964; ZAR, 2013).

V.1.3 Pluviosidade acumulada

Os dados de pluviosidade foram obtidos a partir das informações disponíveis no sítio eletrônico do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTI). Para o cálculo da pluviosidade acumulada, foi considerada a soma dos volumes registrados nos sete dias anteriores à data de amostragem. Além disso, em função da extensão da malha amostral utilizada neste monitoramento, foram considerados os dados de diferentes estações pluviométricas, sendo selecionada, para cada ponto amostral, a estação mais próxima. A relação das estações pluviométricas associadas a cada ponto amostral é apresentada no Anexo G.

V.1.4 Carga diária

Com o intuito de realizar a progressão dos parâmetros nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, SST, SDT e coliformes termotolerantes nas sub-regiões de amostragem ao longo do período de monitoramento, foi realizado o cálculo da carga. O cálculo considera a concentração obtida para o parâmetro analisado e a vazão instantânea obtida no momento da coleta, sendo assim realizado o cálculo da descarga diária em kg/dia (MEDEIROS, 2003; SANTOS *et al.* 2020).

V.2 Medição de Vazão

Além da análise da qualidade da água, foi realizada a medição de vazão na quinta campanha de monitoramento, nos pontos fixos (64 pontos) e móveis (10 pontos). 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 m³/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 da vazão com molinete, este método também leva em consideração a largura, profundidade e fluxo do canal em um tempo determinado.

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 e em corpos hídricos com baixa correnteza (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

O relatório atual é referente ao quarto semestre de monitoramento (7^a e 8^a campanha), porém são apresentados e discutidos os resultados dos parâmetros analisados em todas as campanhas realizadas até o momento (abril/23 a janeiro/25).

VI.1.1.1 Temperatura

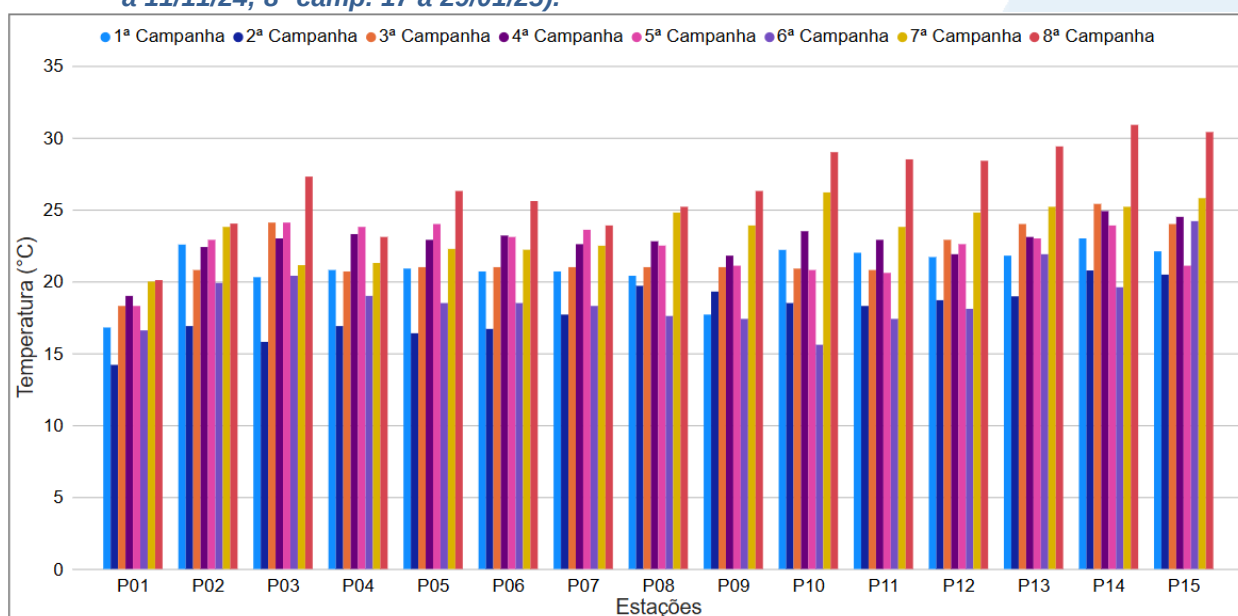
A temperatura exerce um importante papel no meio aquático, sendo utilizada para caracterizar o estado térmico do sistema. O aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações, em particular as de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos. Por outro lado, diminui a solubilidade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

Os valores de temperatura registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

De forma geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Piabanha (RP;

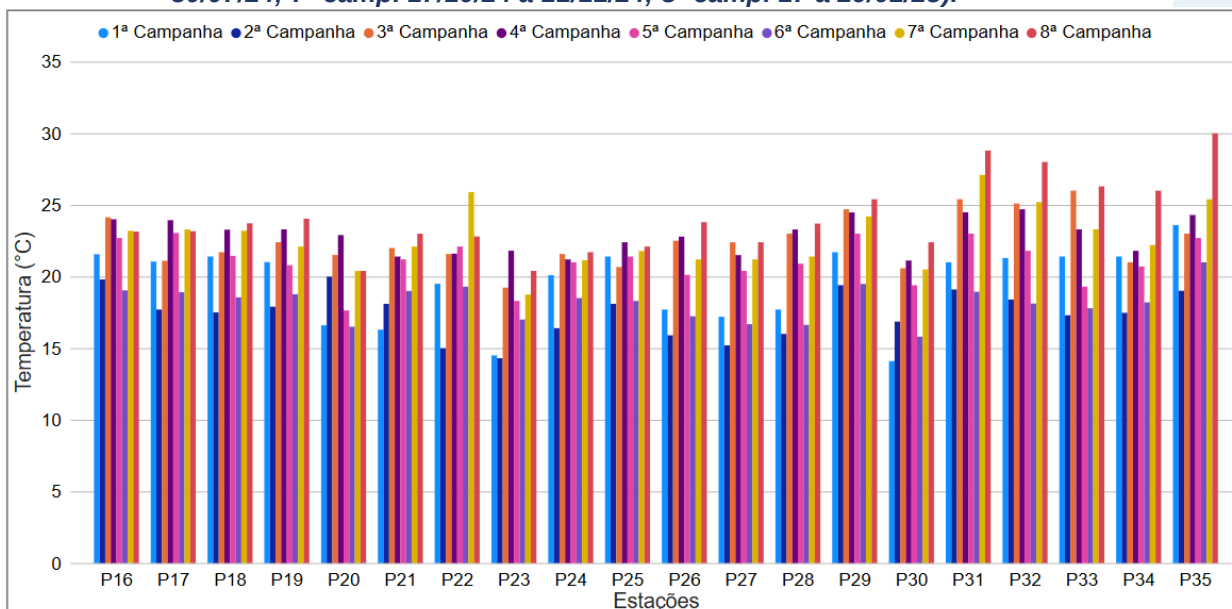
Figura VI.1) apresentaram valor médio de temperatura de 23,5°C na 7ª campanha, com mínima de 20,0°C (P01) e máxima de 26,2°C (P10). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 26,5°C, com mínima de 20,1°C (P01) e máxima de 30,9°C (P14). Ao considerar as médias durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (26,5°C) e a 2ª campanha o menor (18,0°C).

Figura VI.1. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



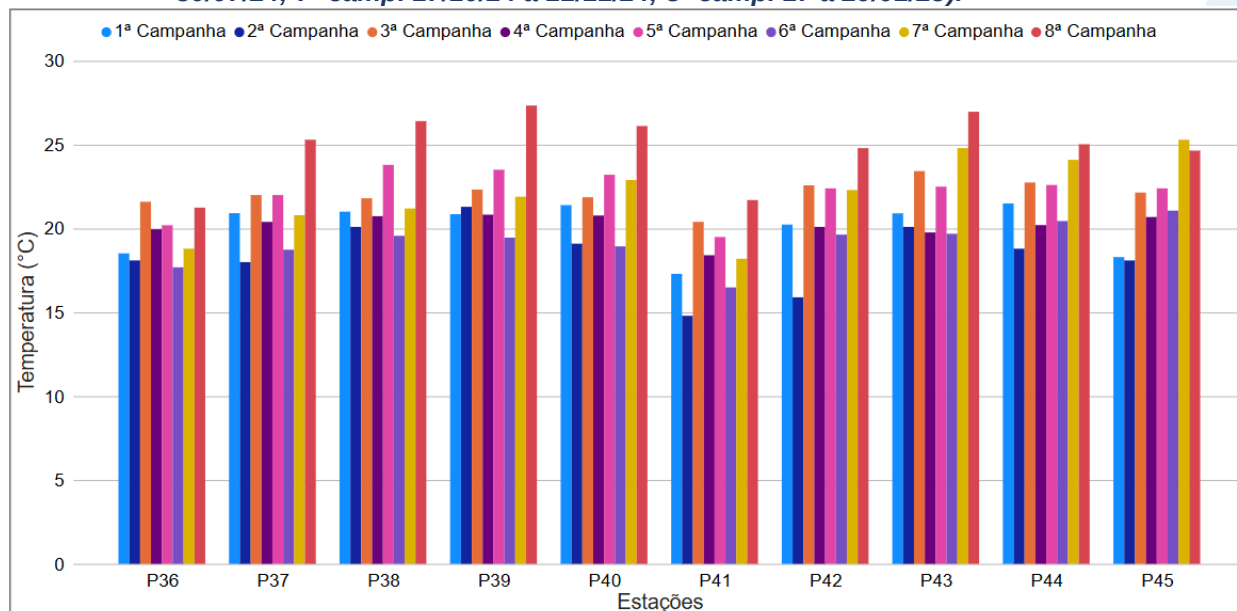
Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.2), a temperatura média durante a 7ª campanha foi de 22,7°C, com mínima de 18,8°C (P23) e máxima de 27,1°C (P31). A média registrada na 8ª campanha foi de 24,1°C, com mínima de 20,4°C (P20) e máxima de 30,0°C (P35). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio (24,1°C) e a 2ª campanha o menor (17,5°C).

Figura VI.2. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



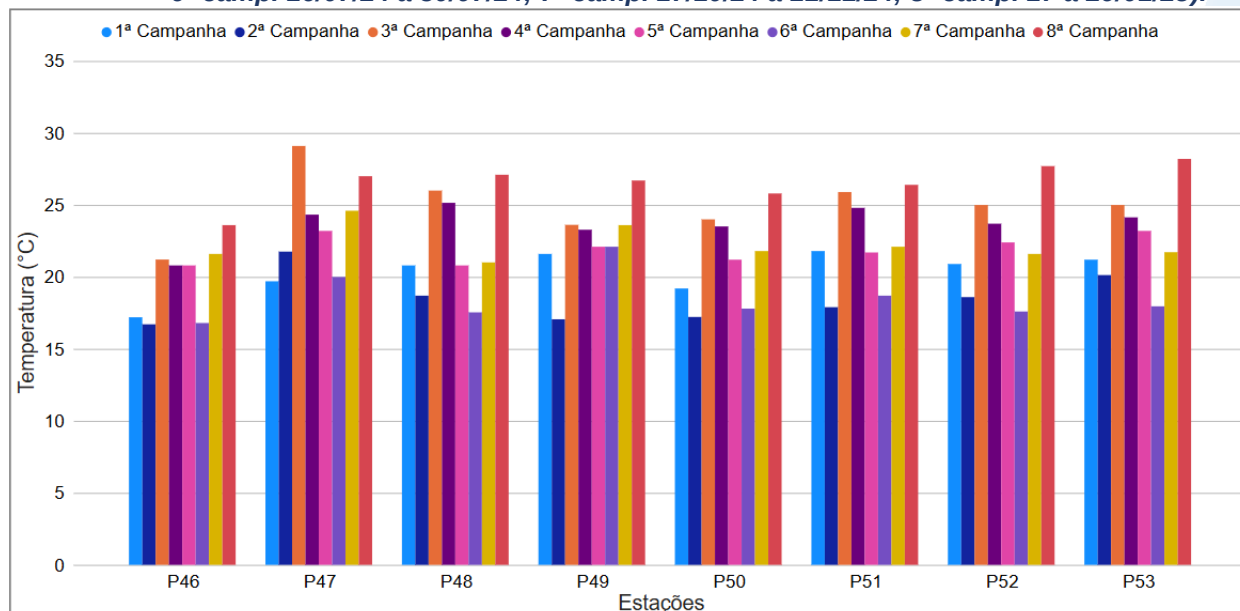
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.3), a temperatura média durante a 7ª campanha foi de 22,0°C, com mínima de 18,2°C (P41) e máxima de 25,3°C (P45). A média registrada na 8ª campanha foi de 25,0°C, com mínima de 21,3°C (P36) e máxima de 27,3°C (P39). Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (25,0°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,4°C).

Figura VI.3. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



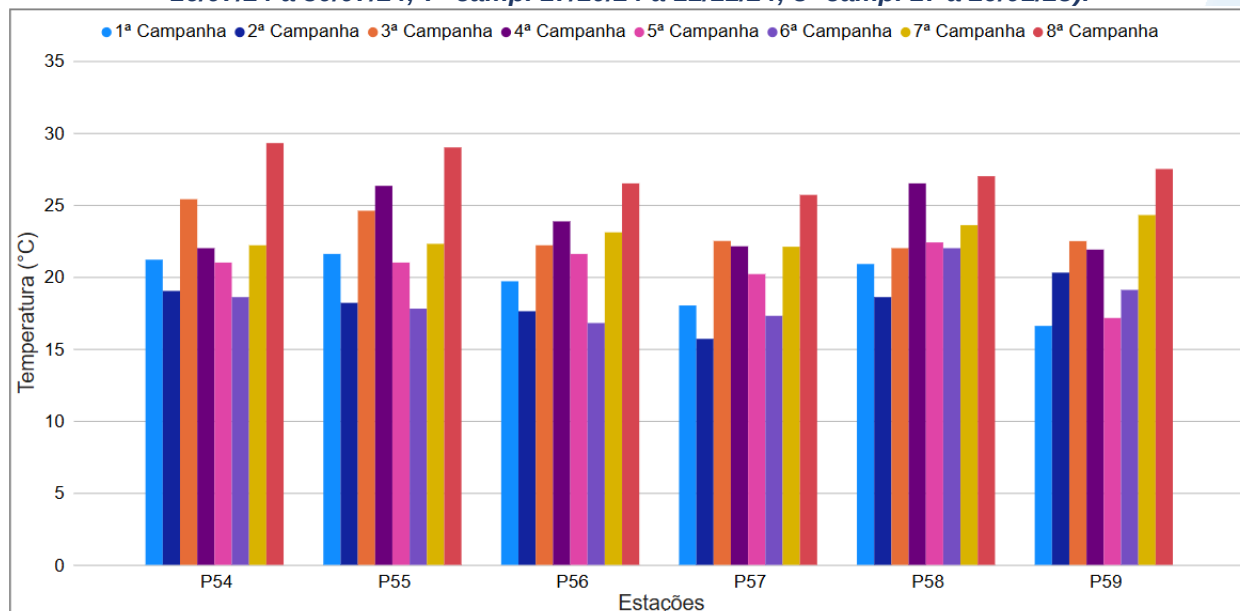
A sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.4) apresentou valor médio de temperatura de 22,3°C na 7ª campanha, com mínima de 21,0°C (P48) e máxima de 24,6°C (P47). Na 8ª campanha, a média foi de 26,6°C, com mínima de 23,6°C (P46) e máxima de 28,2°C (P53). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio (26,5°C) e a 6ª campanha o menor valor (18,0°C).

Figura VI.4. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



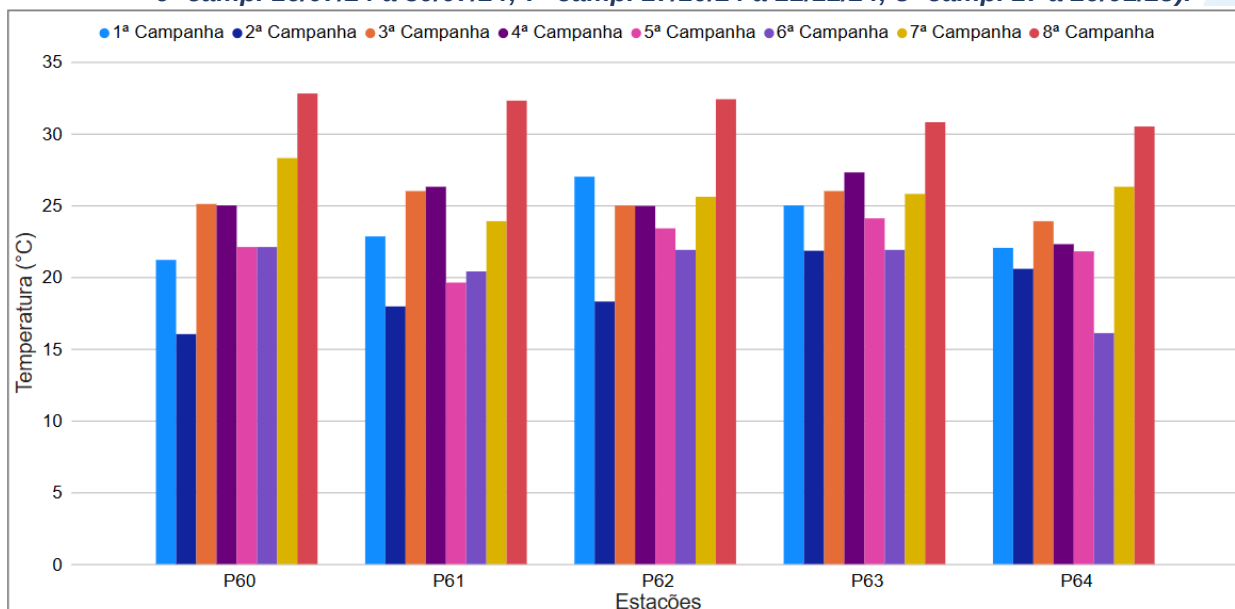
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura IV.5) a temperatura média durante a 7ª campanha foi de 22,9°C, com mínima de 22,1°C (P57) e máxima de 24,3°C (P59). A média registrada na 8ª campanha foi de 27,5°C, com mínima de 25,7°C (P57) e máxima de 29,3°C (P54). Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (27,5°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,2°C).

Figura VI.5. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. de 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



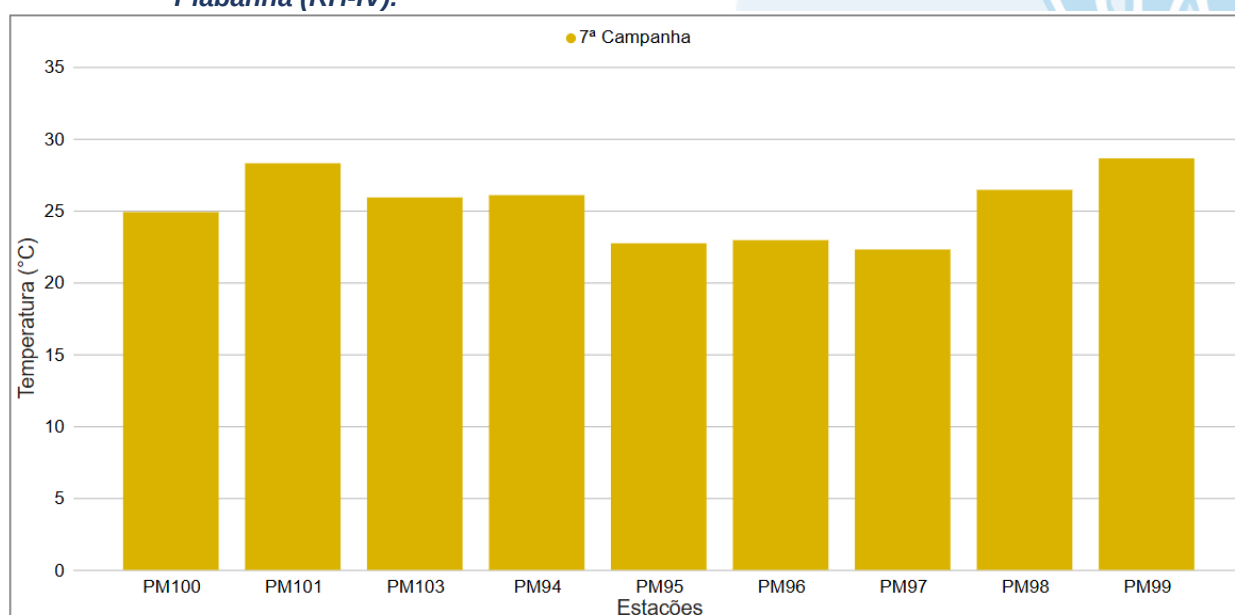
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura IV.6) a temperatura média durante a 7ª campanha foi de 26,0°C, com mínima de 23,9°C (P61) e máxima de 28,3°C (P60). A média registrada na 8ª campanha foi de 31,7°C, com mínima de 30,5°C (P64) e máxima de 32,8°C (P60). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou o maior valor médio (31,7°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,9°C).

Figura VI.6. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura IV.7) apresentaram temperatura média de 25,6°C, sendo o valor mínimo de 22,3°C (PM97) e máximo de 28,6°C (PM99).

Figura VI.7. Distribuição da temperatura registrada no 4º semestre (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral de temperatura para o 4º semestre de monitoramento foi de 24,5°C, sendo registrado um aumento em relação ao 3º semestre. Durante a 7ª campanha a média geral foi de 23,0°C, com variação entre 18,2°C (P41) e 28,3°C (P60). Já na 8ª campanha a média geral foi de 26,0°C, com mínima de 20,1°C (P01) e máxima 32,8°C (P60). Dentre as campanhas de monitoramento, foi possível observar uma variação de acordo com a sazonalidade onde as campanhas realizadas nos meses de outubro e janeiro apresentaram maiores valores de temperatura (3ª, 4ª, 7ª e 8ª campanhas). A distribuição espacial dos valores de temperatura registrados no 4º semestre (7ª e 8ª campanha) é apresentada na 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 7ª campanha.

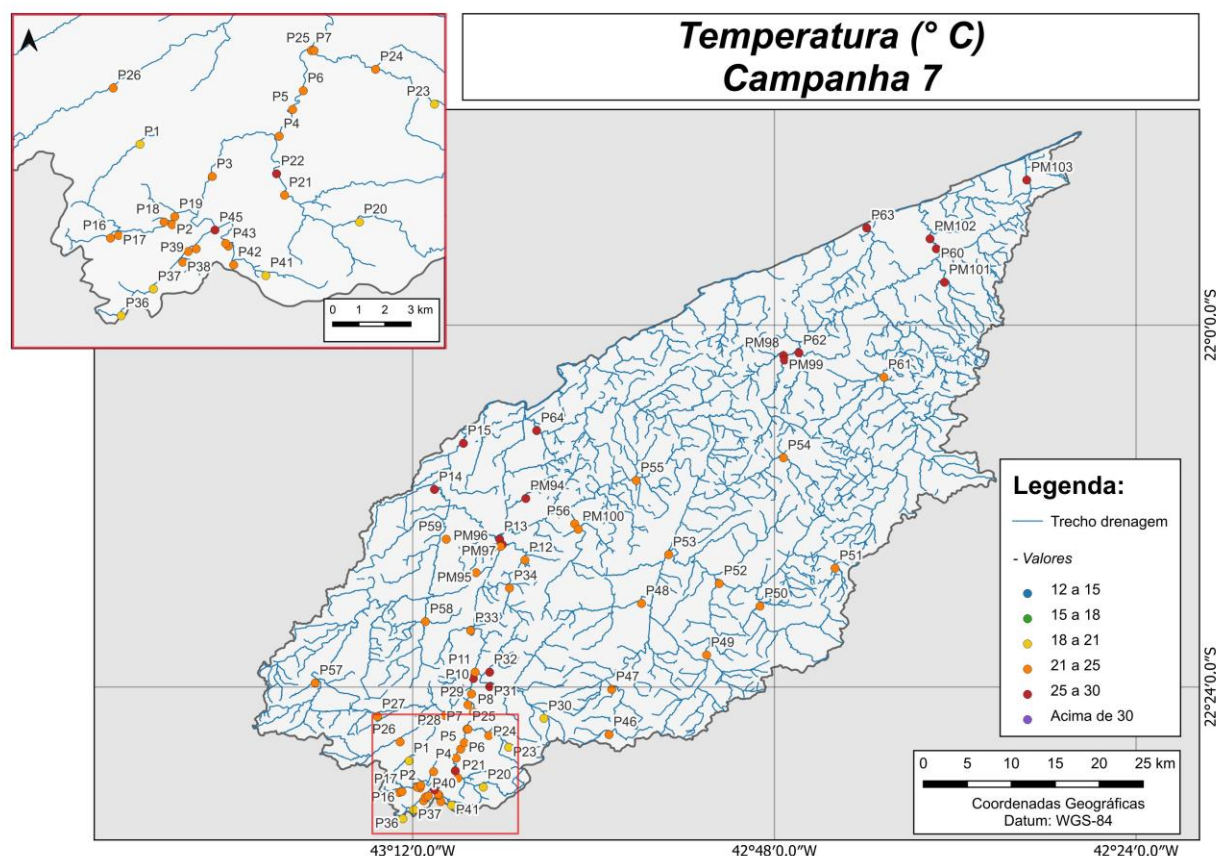
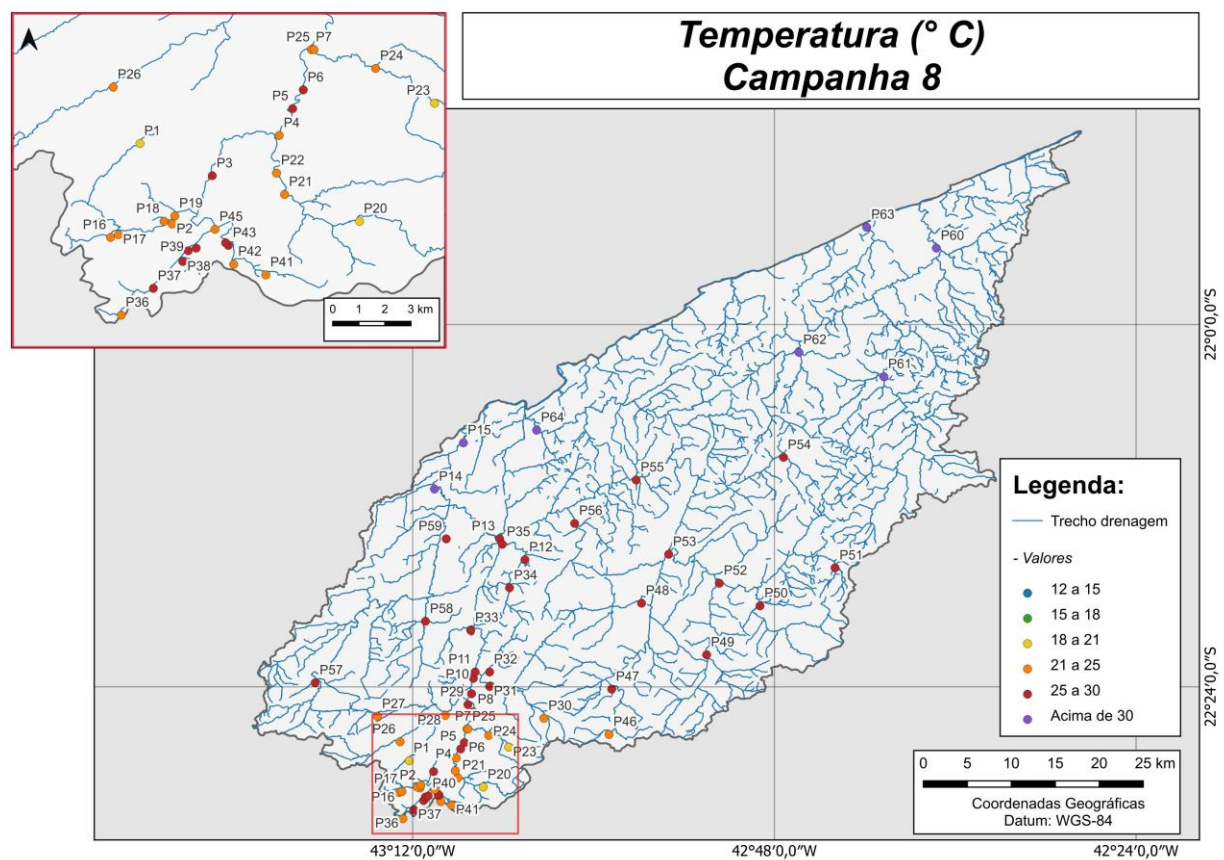


Figura VI.9. Mapa representativo da distribuição espacial da temperatura registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período monitorado (abril/23 a janeiro/25) a sub-região RPRPS registrou as maiores médias semestrais para temperatura, sendo de 21,3°C no 1º semestre, 25,2°C no 2º semestre, 21,3°C no 3º semestre e de 28,9°C no 4º semestre. Já as menores médias semestrais foram registradas na sub-região ARP na 1º e 4º semestre (18,5°C e 23,4°C, respectivamente), na sub-região do RQRP no 2º semestre (21,1°C) e em RFRP no 3º semestre (19,6°C).

Para o parâmetro temperatura, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas de monitoramento, onde a 1ª campanha se diferenciou significativamente das demais campanhas, com exceção da 5ª campanha. Já a 2ª, 6ª e 8ª campanha apresentaram diferença significativa em relação às demais campanhas. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RPRPS e as sub-regiões RP, ARP e RQRP (Figura VI. 10 e Figura VI.11).

Figura VI.10. Boxplots da temperatura, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/2023; 4ª camp. de 26/01/2024 a 05/03/2024; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença significativa.

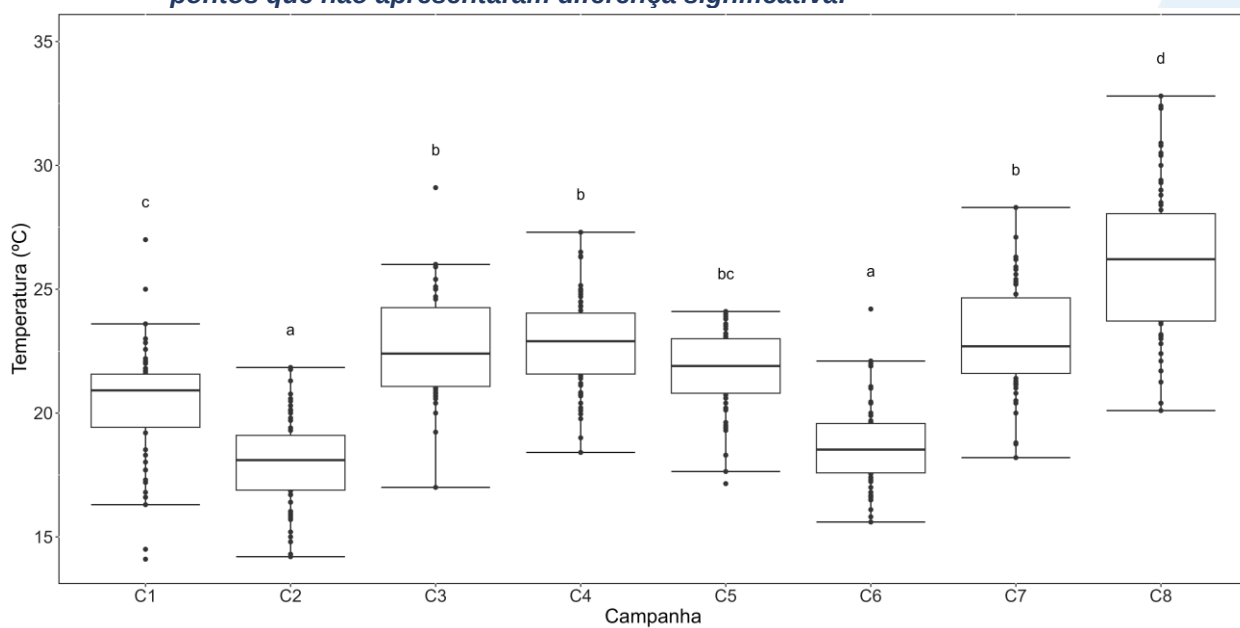
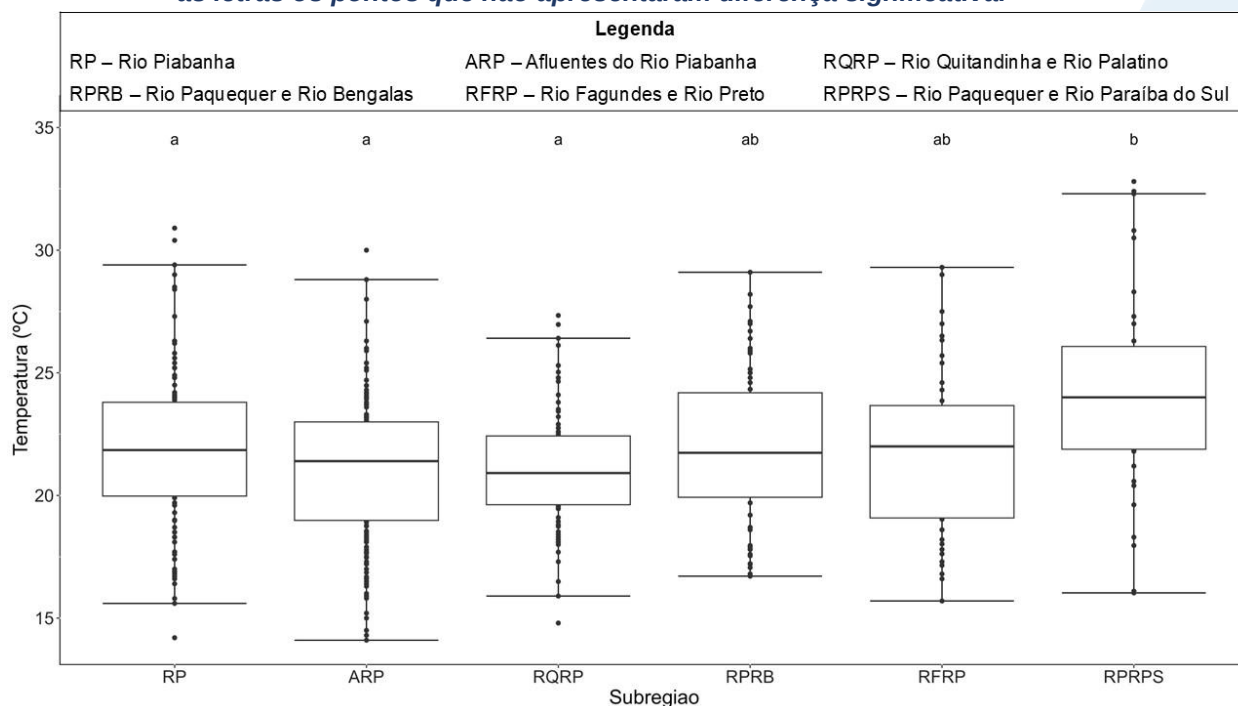


Figura VI.11. Boxplots da temperatura, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/2023; 4ª camp. de 26/01/2024 a 05/03/2024; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença significativa.



VI.1.1.2 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 nº 357/05 determina para Água Doces, Classe 2 valores de pH entre 6,0 e 9,0.

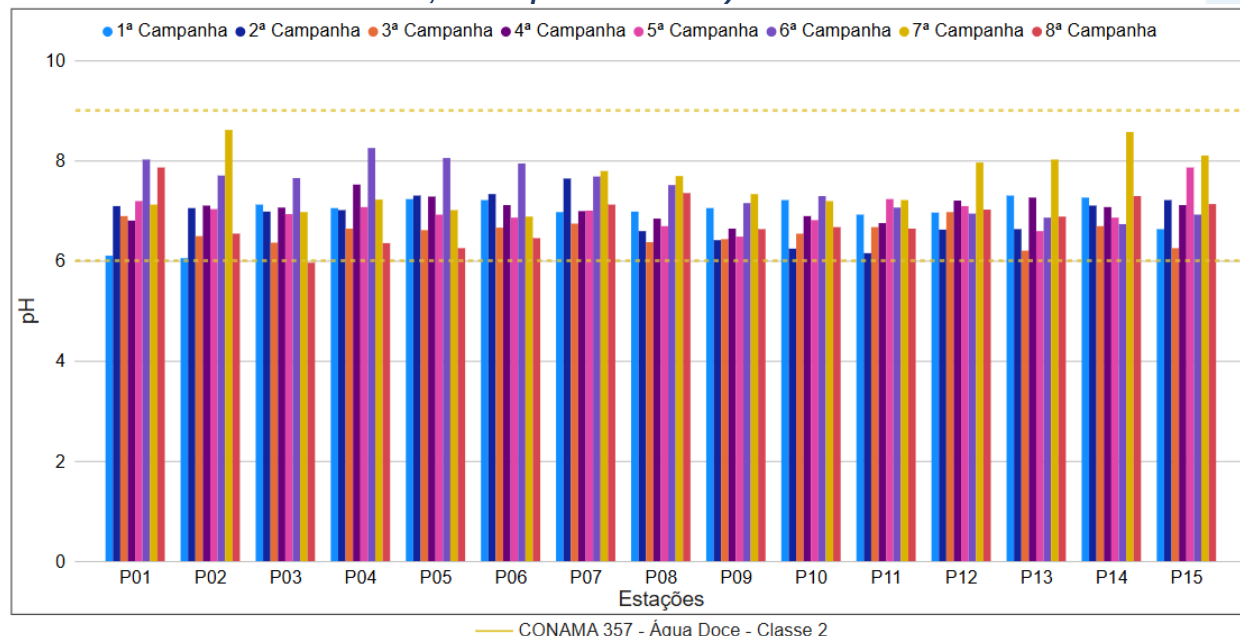
Os valores de pH registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

A sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.12) apresentou média de pH igual a 7,58 na 7ª campanha, com valor mínimo de 6,88 (P06) e máximo de 8,61 (P02). Na 8ª campanha a média foi de 6,81, com mínimo de 5,96 (P03) e máximo de 7,86 (P01). Vale ressaltar que durante o 4º semestre apenas P03, na 8ª campanha, apresentou valor ligeiramente abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25) foi observado que as médias de pH apresentaram variações sutis, sendo a maior média registrada na 7ª campanha (7,58) e a menor na 3ª campanha (6,57). Ao longo do período de monitoramento apenas na 8ª campanha, em P03, foi registrado valor em desacordo aos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Vale ressaltar que as variações de pH registrada nessa sub-região, inclusive o pH levemente ácido registrado em P03 (8ª campanha), pode estar relacionado a fatores ambientais naturais como a decomposição de matéria orgânica, assim como pela existência de fontes antrópicas próximas aos pontos monitorados, como atividades industriais e agrícolas.

Figura VI.12. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



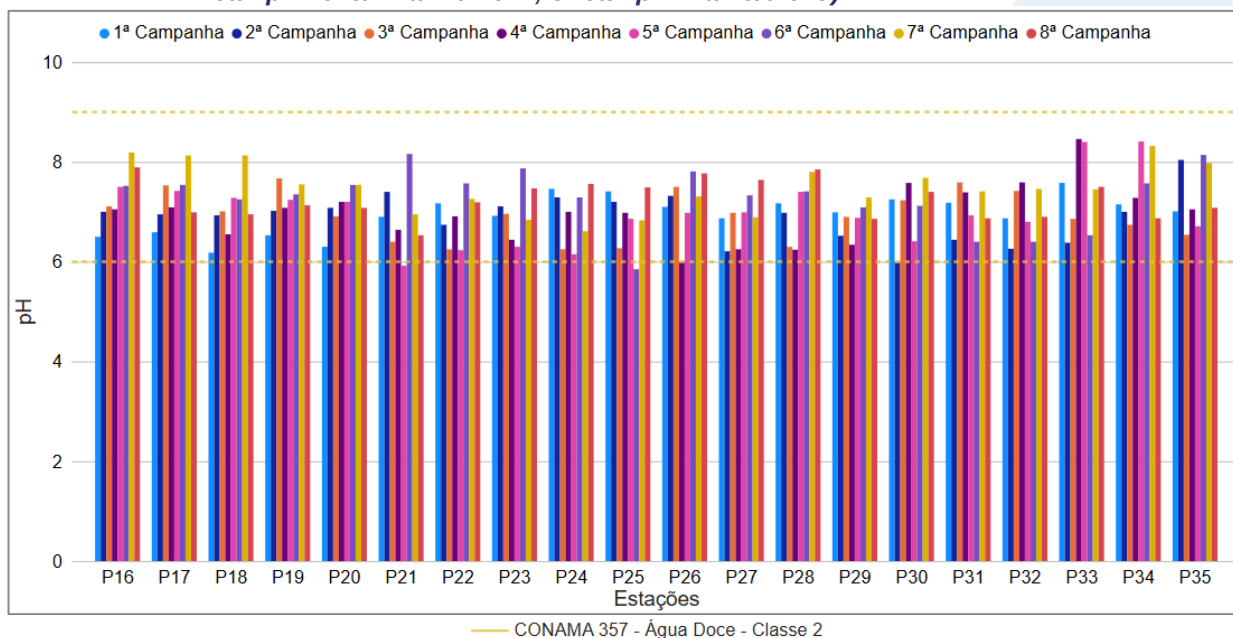
Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.13) os pontos monitorados apresentaram na 7ª campanha valor médio de pH de 7,48, com variação entre 6,61 (P24) a 8,32 (P34). Na 8ª campanha, a média foi de 7,25, com mínimo de 6,53 (P21) e máximo de 7,89 (P16). Vale ressaltar que durante o 4º semestre de monitoramento todos os pontos amostrais apresentaram valores de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25) foi observado que as médias de pH apresentaram pouca variação entre as campanhas, sendo a maior média de pH registrada na 7ª campanha (7,48), enquanto a 2ª campanha apresentou menor média (6,89). Ao longo do monitoramento apenas quatro amostras estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, sendo registrada uma amostra na 2ª (P30), 4ª (P26), 5ª (P21) e 6ª (P25) campanha que apresentaram concentrações sutilmente inferiores ao limite estabelecido pela normativa.

Vale ressaltar que no entorno de P21 e P25 há registro de diversas fontes antrópicas, havendo principalmente o esgotamento sanitário que pode contribuir para uma maior acidez do corpo hídrico. Já no entorno de P26 e P30 não há registros de fontes antrópicas, entretanto de acordo com imagens aéreas P26 está situado em uma

área de condomínios residências e P30 e uma área de atividades agrícolas que podem estar contribuindo para essa variação do pH. Entretanto vale salientar que em P21 e P30 não foi observada uma variação dos demais parâmetros monitorados. Entretanto, conforme abordado mais adiante, em P25 houve um aumento de nitrogênio amoniacal, nitrato, fósforo total, ortofosfato e DBO de acordo com a diminuição do pH, enquanto em P26 houve um aumento das concentrações de fósforo total e DBO.

Figura VI.13. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



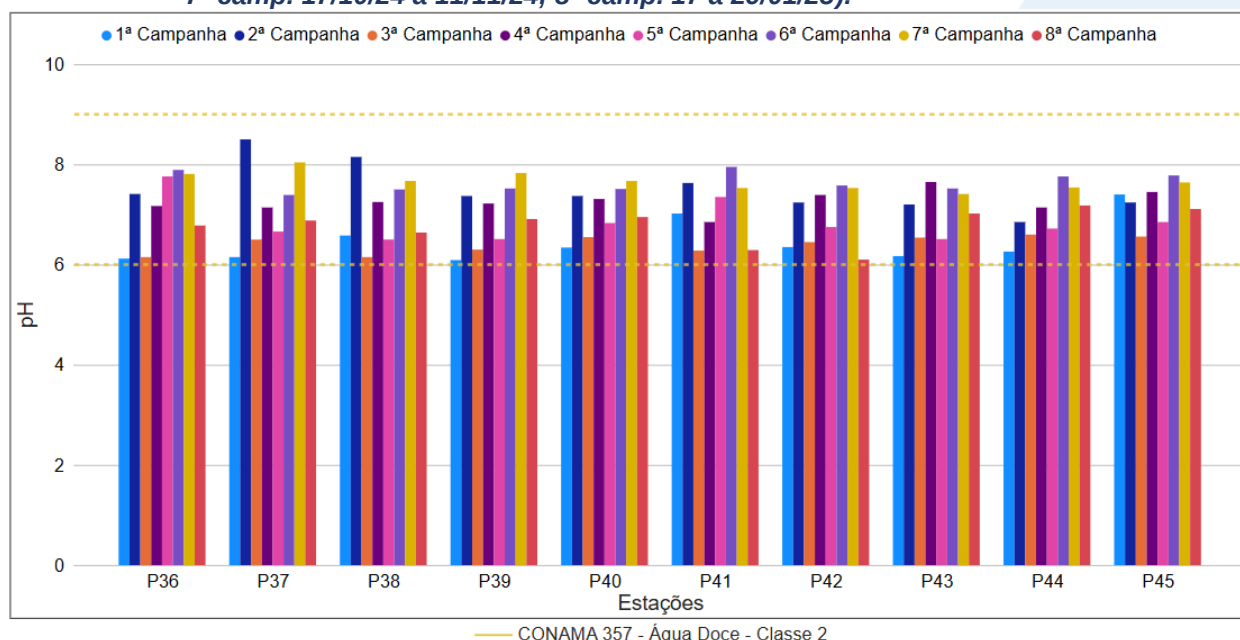
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.14) apresentou média de pH igual a 7,67 na 7ª campanha, com valor mínimo de 7,41 (P43) e máximo de 8,04 (P37). Na 8ª campanha a média foi de 6,79, com mínimo de 6,10 (P42) e máximo de 7,18 (P44). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25) foi observado que as médias de pH apresentaram variações sutis, sendo a maior média de pH registrada na 7ª campanha (7,67) e a menor na 3ª campanha (6,41).

Ao longo do período de monitoramento todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Vale ressaltar que a variação dos demais parâmetros monitorados, a existência de fontes antrópicas próximas aos pontos monitorados, e a variação da pluviosidade e da vazão nas campanhas ímpares não influenciaram no desenquadramento de pH na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino.

Figura VI.14. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



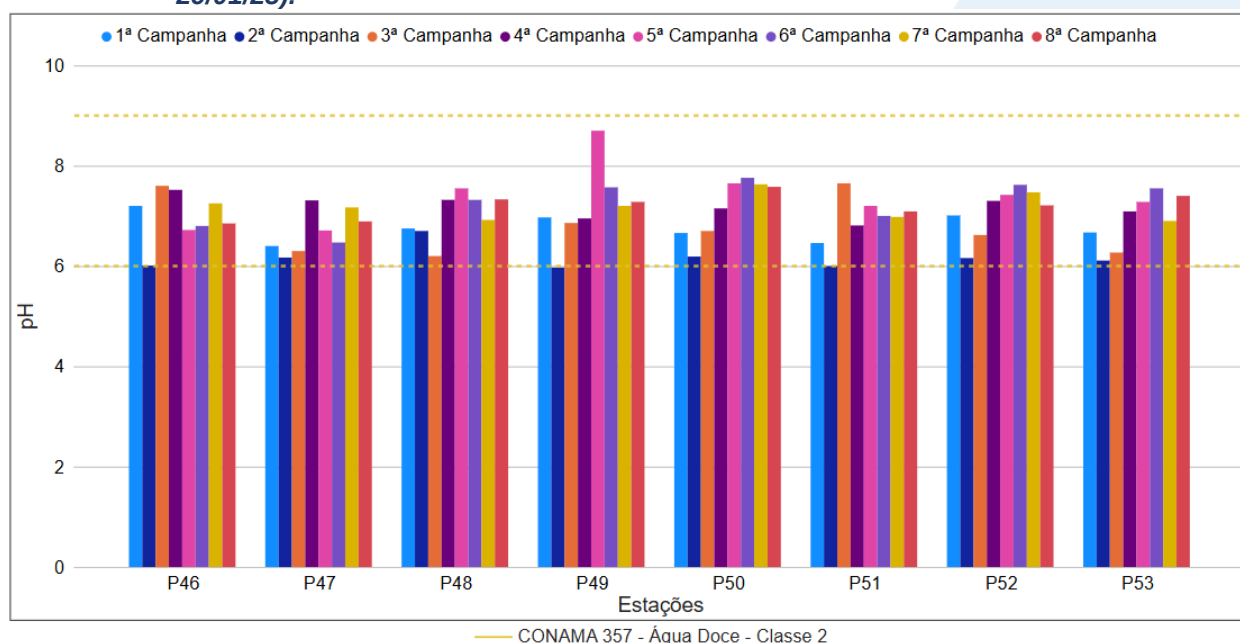
A sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.15) apresentou valor médio de pH igual a 7,19 na 7ª campanha, com valor mínimo de 6,90 (P53) e máximo de 7,63 (P50). Na 8ª campanha, a média foi de 7,20, com mínimo de 6,85 (P46) e máximo de 7,58 (P50). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 5ª campanha apresentou a maior média de pH (7,40) e a 2ª campanha a menor (6,16). Ao longo do monitoramento apenas uma amostra (P49) esteve em

desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, na 2ª campanha, apresentando concentração sutilmente inferior ao limite estabelecido.

Vale ressaltar que durante a 2ª campanha, em P49, não foi observado o aumento de algum outro parâmetro monitorado que pudesse contribuir com a diminuição do pH, além disso próximo a este ponto não há registro de fontes antrópicas. Entretanto de acordo com imagens aéreas este ponto está situado em uma área com atividades agrícolas que podem estar contribuindo para essa variação do pH.

Figura VI.15. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



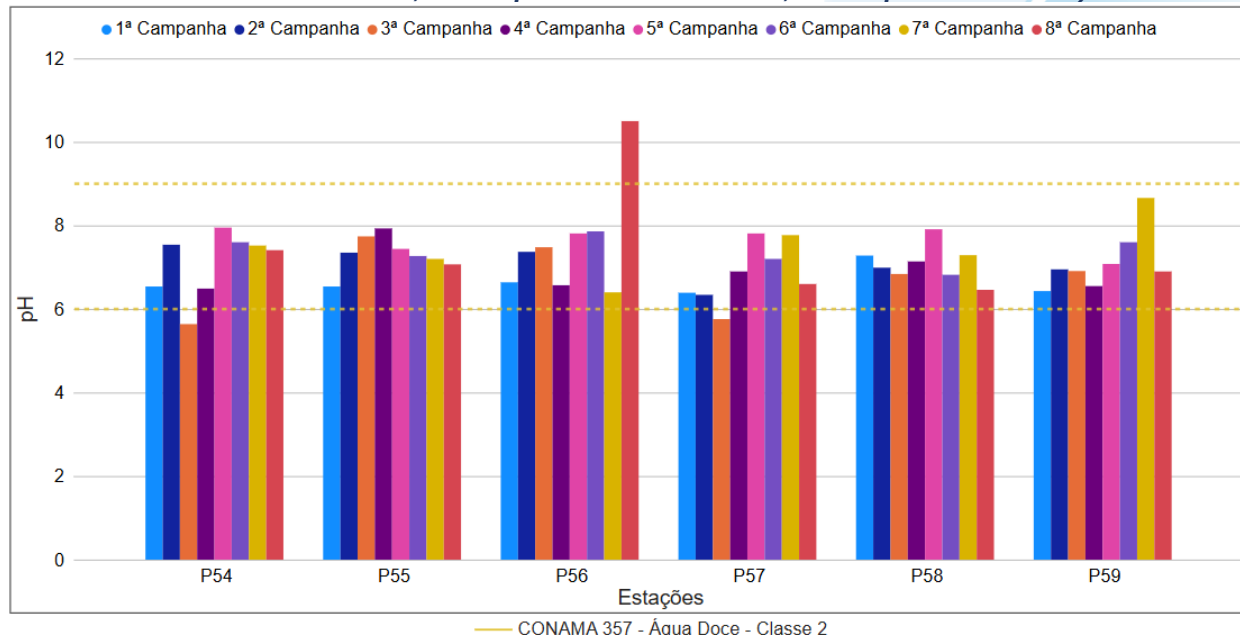
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.16) foi registrada, na 7ª campanha valor médio de pH de 7,47, com mínima de 6,40 (P56) e máxima de 8,66 (P59). Já durante a 8ª campanha foi registrada média de 7,49, com mínima de 6,46 (P58) e máxima de 10,50 (P56). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre, apenas P56 na 8ª campanha apresentou valor em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 5ª campanha apresentou a maior média de pH (7,67) e a 1ª campanha a

menor média (6,64). Ao longo do monitoramento apenas duas amostras na 3ª campanha e uma amostra na 8ª campanha estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Vale ressaltar que, durante a 3ª campanha, P54 e P57 houve uma diminuição do pH, sendo registrados valores em desacordo com a normativa. Já em P56, durante a 8ª campanha, foi registrado um aumento da concentração com registro acima do estabelecido na norma. Vale ressaltar que durante a 3ª campanha não foram registradas alterações dos demais parâmetros monitorados que possam ter sido influenciados pela diminuição do pH. Já o aumento registrado em P56 na 8ª campanha pode ter contribuído para o aumento dos valores de condutividade e nitrogênio amoniacal neste ponto. Importante destacar que essas variações ocorreram de forma independente das variações de pluviosidade e vazão.

Figura VI.16. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



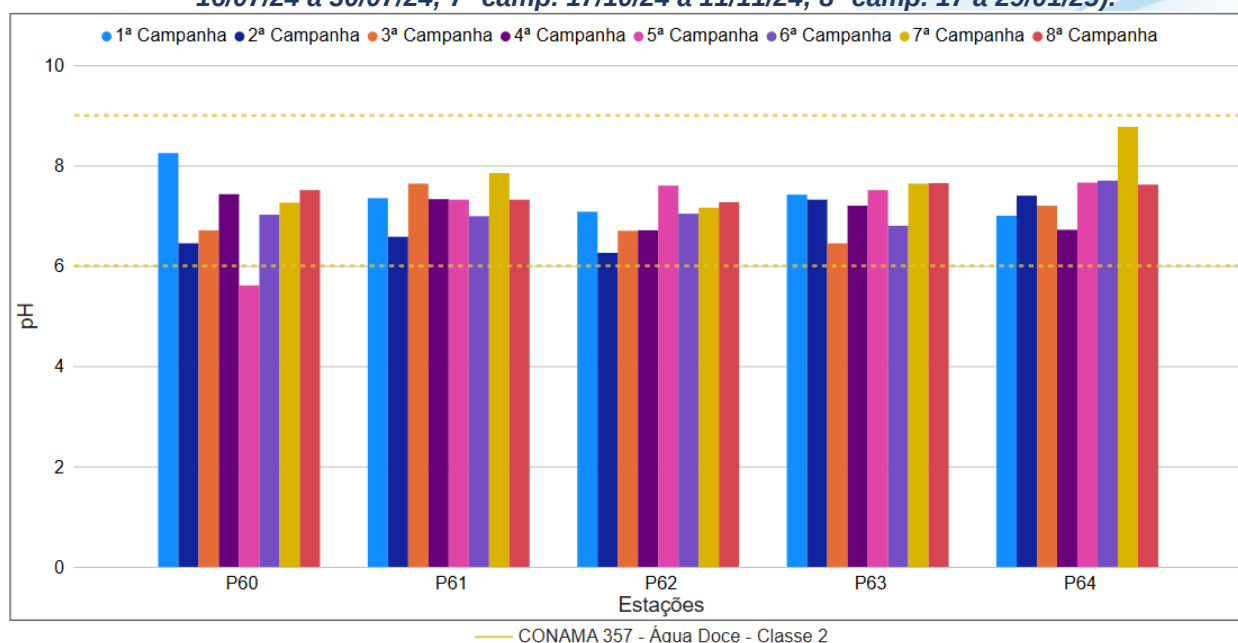
A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.17) apresentou valor médio de pH de 7,74 na 7ª campanha de monitoramento, com mínima de 7,16 (P62) e máxima de 8,77 (P64). Na 8ª campanha de monitoramento a média foi de 7,47, com mínimo de 7,27 (P62) e máximo de 7,65 (P63). Vale ressaltar

que, durante o 4º semestre, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior concentração média de pH (7,74), enquanto a 2ª campanha apresentou a menor (6,80). Ao longo do período de monitoramento todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Vale ressaltar que a variação dos demais parâmetros monitorados, a existência de fontes antrópicas próximas aos pontos monitorados, e a variação da pluviosidade e da vazão nas campanhas ímpares não influenciaram no desenquadramento de pH na sub-região do Rio Paquequer e Paraíba do Sul.

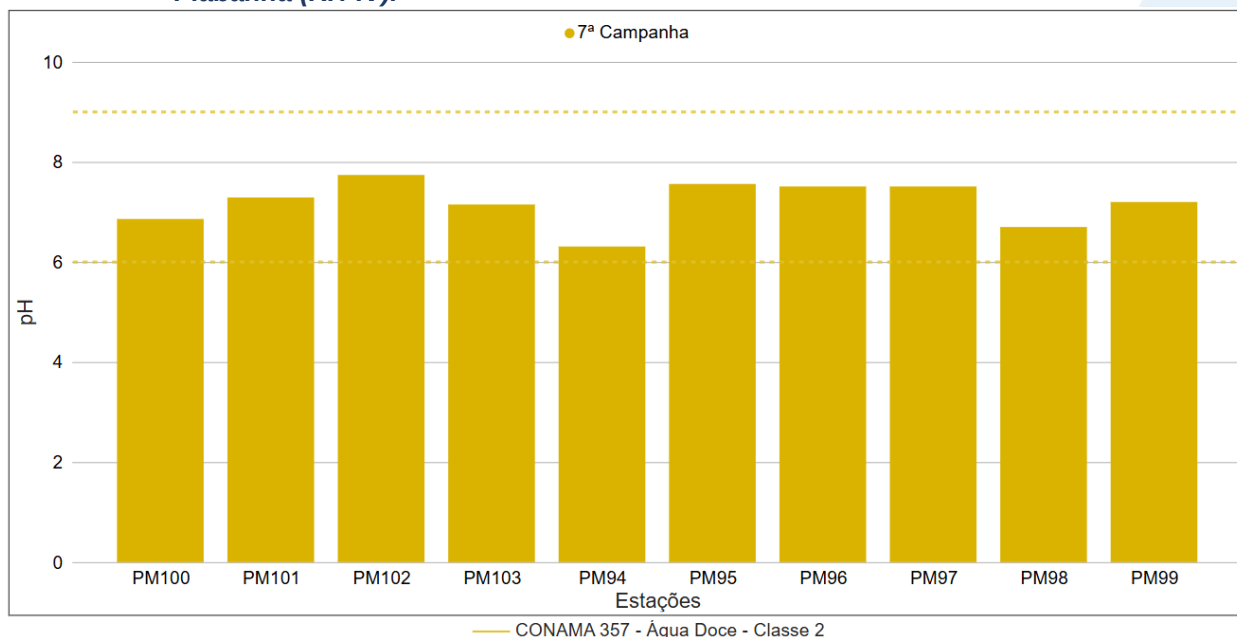
Figura VI.17. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha apresentaram valor médio de pH de 7,18, sendo o mínimo registrado de 6,31 (PM94) e máximo de 7,74 (PM102) (Figura VI.18).

Vale ressaltar que, dentre os pontos móveis monitorados na presente campanha, não foram registrados valores de pH em desacordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Figura VI.18. Distribuição de pH registrado no 4º semestre (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



A média geral do parâmetro pH para o 4º semestre de monitoramento foi de 7,31, sendo observado um sutil aumento em relação aos demais semestres de monitoramento. Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 7,52, com variação entre 6,40 (P56) e 8,77 (P64). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 7,11 com variação entre 5,96 (P03) e 10,50 (P56). Dentre as campanhas de monitoramento, a 7ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (7,52), enquanto a 3ª campanha apresentou a menor (6,72). A distribuição espacial dos valores de pH encontrados no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada nas Figura VI.19 e Figura VI.20.

Figura VI.19. Mapa representativo da distribuição espacial do pH registrado na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

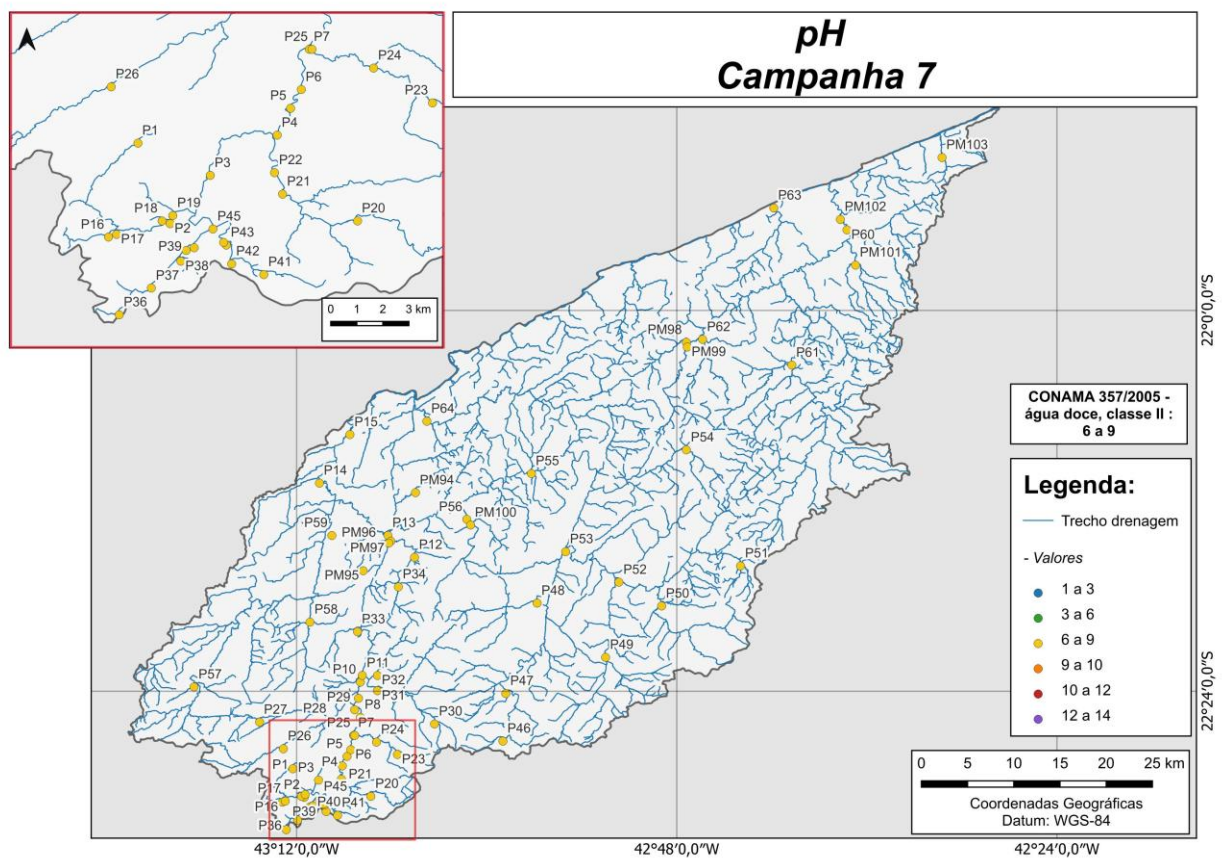
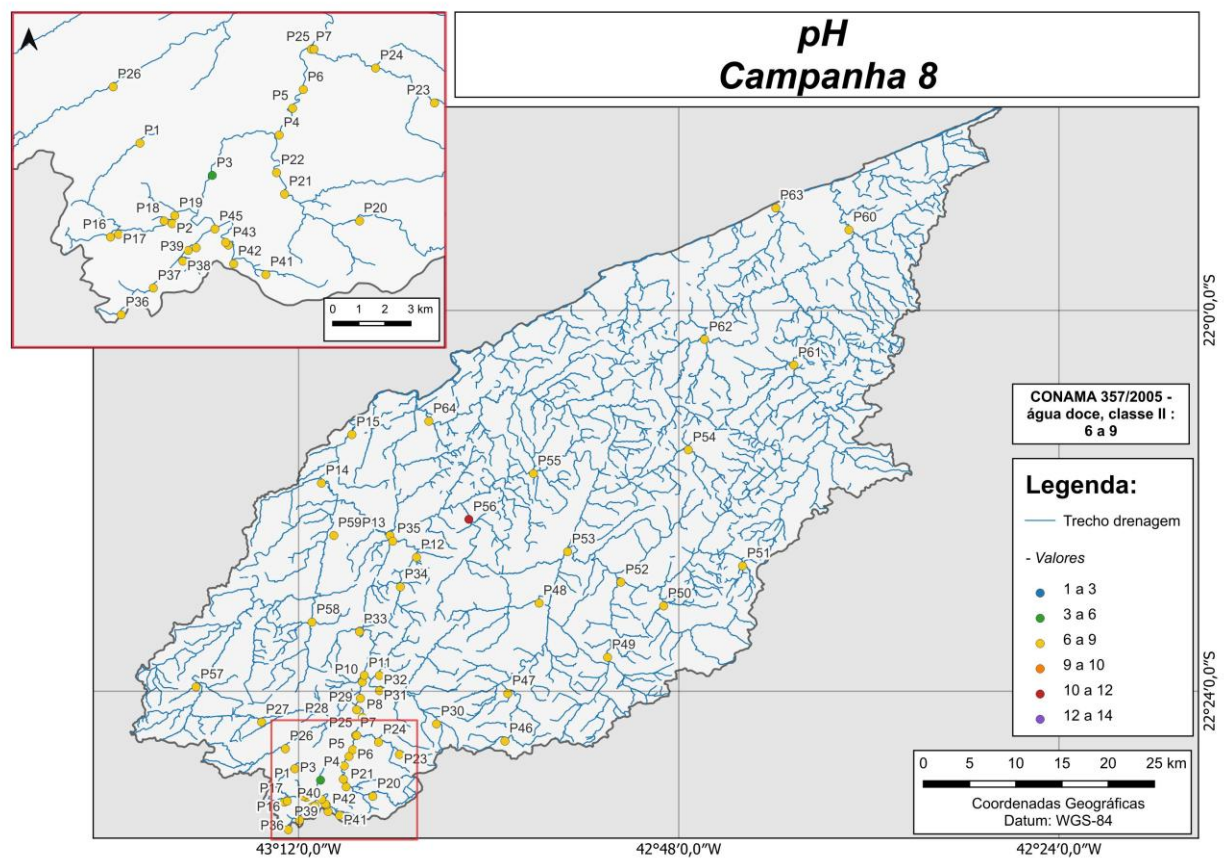


Figura VI.20. Mapa representativo da distribuição espacial do pH registrado na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o 4º semestre de monitoramento a sub-região RPRPS apresentou a maior média de pH (7,61), enquanto a sub-região RP registrou a menor (7,19). Durante o 3º semestre a sub-região RFRP (7,53) apresentou a maior e a que apresentou a menor foi RPRPS (7,13). No 2º semestre a sub-região RPRPS apresentou o maior valor médio (7,01) e a sub-região RP a menor (6,80). Já no 1º semestre a sub-região RPRPS apresentou a maior (7,11) e RPRB a menor (6,46).

Para o parâmetro pH, foi encontrada diferença significativa entre as campanhas ($p > 0,05$), com a 3ª campanha se diferenciando das demais, com exceção da 1ª e 2ª campanha, enquanto a 6ª e a 7ª campanha se diferenciaram das demais campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre elas (Figura VI.21 e Figura VI.22).

Figura VI.21. Boxplots de pH, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.

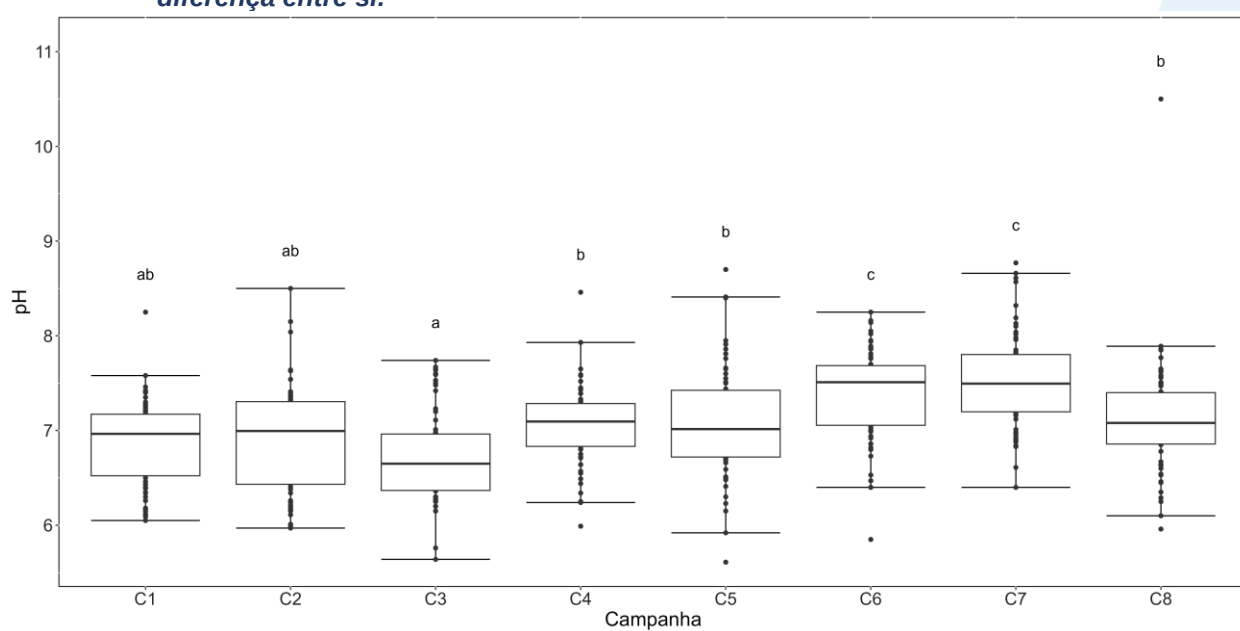
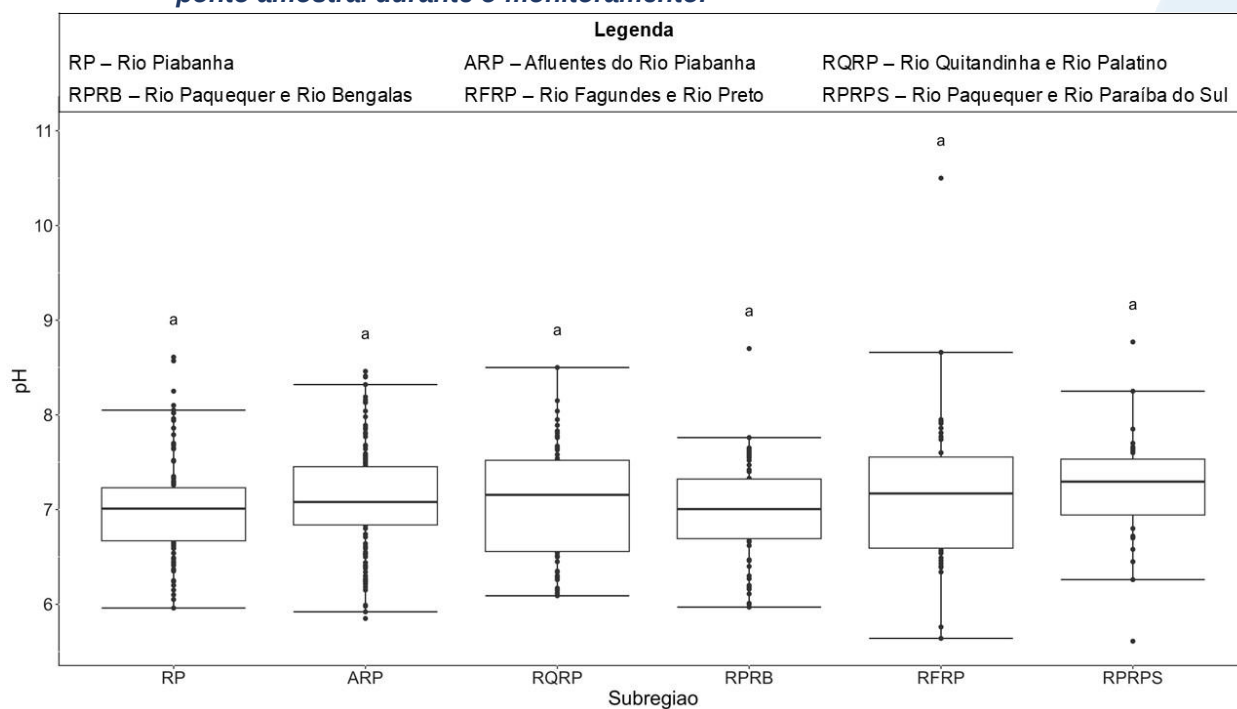


Figura VI.22. Boxplots de pH, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.3 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 357/05 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 o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados a seguir e divididos por sub-região.

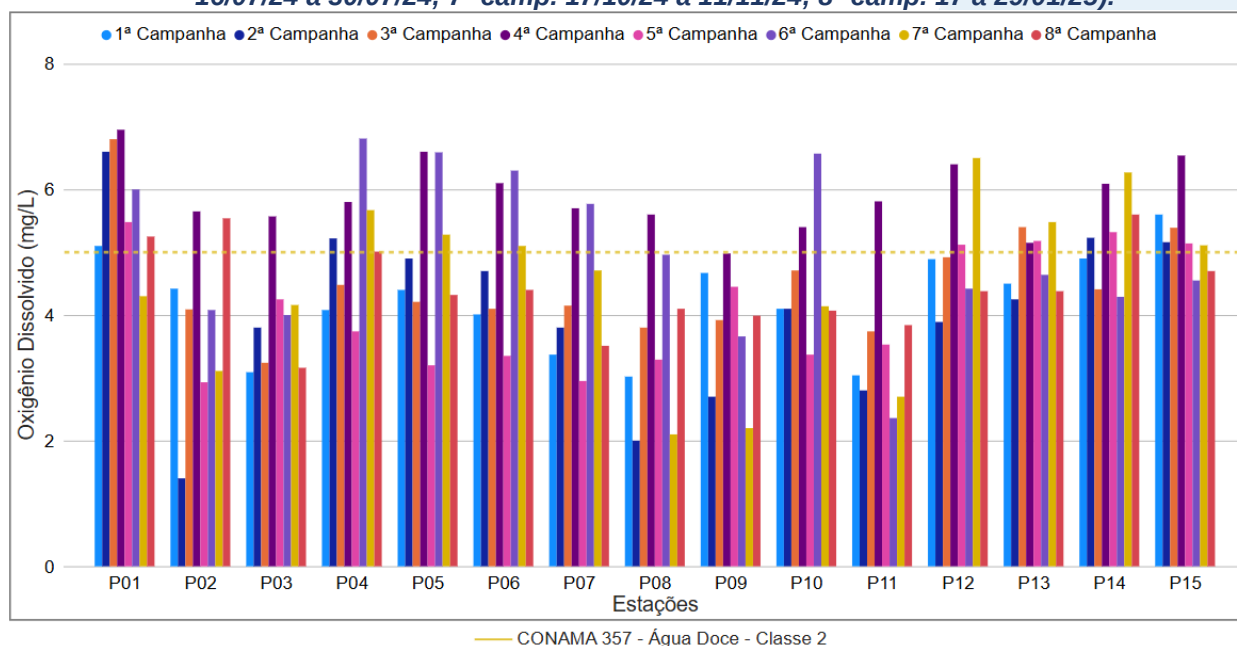
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.23), a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,46 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 2,10 mg/L (P08) e máxima de 6,50 mg/L (P12). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 4,42 mg/L, com mínima de 3,16 mg/L (P03) e máxima de 5,60 mg/L (P14). Vale ressaltar que durante a 7ª campanha de monitoramento os pontos amostrais P04, P05, P06, P12, P13, P14 e P15 atenderam ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já durante a 8ª campanha apenas os pontos P01, P02, P04 e P14 apresentaram resultados de acordo com o limite estabelecido pela legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (5,89 mg/L), já a 2ª e a 5ª campanha apresentaram as menores concentrações (4,04 mg/L e 4,09 mg/L, respectivamente). A 4ª campanha apresentou o maior número de amostras com valores de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para oxigênio dissolvido. Já as demais campanhas apresentaram quantidade de amostras em desacordo semelhante, variando entre 08 amostras na 7ª campanha e 13 amostras na 1ª campanha. Cabe salientar que P01 apresentou concentrações de oxigênio dissolvido de acordo com a normativa durante todo o período de monitoramento, com exceção da 7ª campanha, estando este ponto localizado em uma área de nascente, sem fontes poluidoras cadastradas em seu entorno.

Vale ressaltar que as menores concentrações de oxigênio dissolvido, registradas na 2ª e na 5ª campanha de monitoramento, podem estar associadas às maiores concentrações de nitrato, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, sólidos suspensos

totais e condutividade, uma vez que esses parâmetros apresentaram variações similares às observadas para oxigênio dissolvido. Além disso, durante a 2ª, 5ª e 6ª campanhas foram registrados os menores índices pluviométricos, que podem ter contribuído para uma maior concentração dos efluentes destinados para estes corpos hídricos. Importante destacar que a variação nas concentrações de oxigênio dissolvido não apresentou relação com os meses de amostragem ou com a vazão obtida nas campanhas ímpares. Isso sugere que essas variações podem estar relacionadas as atividades antrópicas desenvolvidas nessa sub-região.

Figura VI.23. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



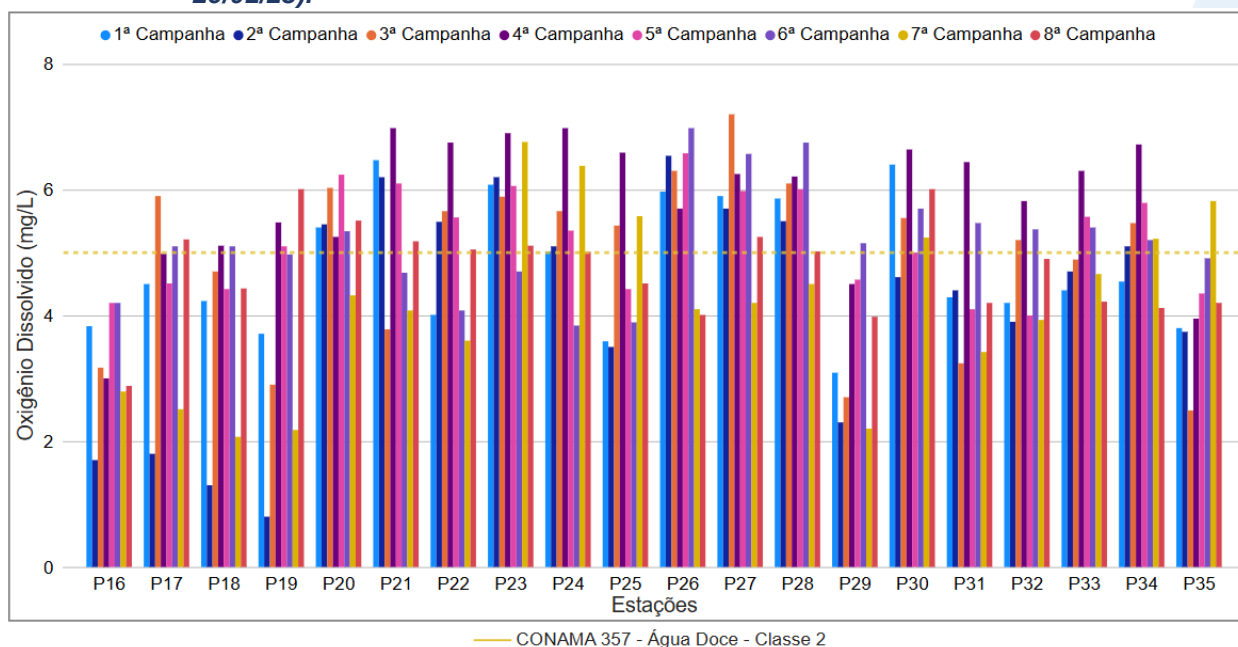
Os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.24), durante a 7ª campanha apresentaram valor médio de oxigênio dissolvido de 4,18 mg/L, com variação entre 2,07 mg/L (P18) e 6,76 mg/L (P23). A média registrada na 8ª campanha foi de 4,74 mg/L, com mínima de 2,88 mg/L (P16) e máxima de 6,01 mg/L (P19). Os pontos amostrais P16, P17, P18, P19, P21, P22, P26, P27, P28, P29, P31, P32 e P33 na 7ª campanha e os pontos amostrais P16, P18, P25, P26, P29, P31, P32, P33, P34 e P35 na 8ª campanha apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (5,83 mg/L) e a 7ª campanha, a menor (4,18 mg/L). De modo geral, foi observado um aumento das amostras que apresentaram valores menor que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para oxigênio dissolvido na 7ª campanha, na qual foi registrado um total de quatorze amostras em desacordo. Sendo assim, é possível observar um aumento do número de amostras em desacordo com a legislação de referência no 4º semestre (24 amostras), sendo este valor semelhante ao registrado no 1º semestre de monitoramento.

Os pontos P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram menores concentrações de oxigênio dissolvido durante todo o período de monitoramento, assim como maiores concentrações de condutividade, alcalinidade, coliformes termotolerantes, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo total conforme será apresentado nos resultados mais adiante. Entretanto, na 7ª campanha, P35 registrou um aumento de oxigênio dissolvido, sendo registrado pela primeira vez ao longo do período de monitoramento valores de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. Nesta campanha, este ponto apresentou uma redução nos valores de alcalinidade, condutividade, DBO, DQO, fósforo total, ortofosfato e SDT.

Vale ressaltar que estes pontos apresentaram menores concentrações e variações independentemente do índice pluviométrico e da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, estes pontos estão situados em áreas urbanas com registros de fontes antrópicas, como o uso da água para consumo, criação animal, esgotamento sanitário, industrial, dentre outros.

Figura VI.24. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

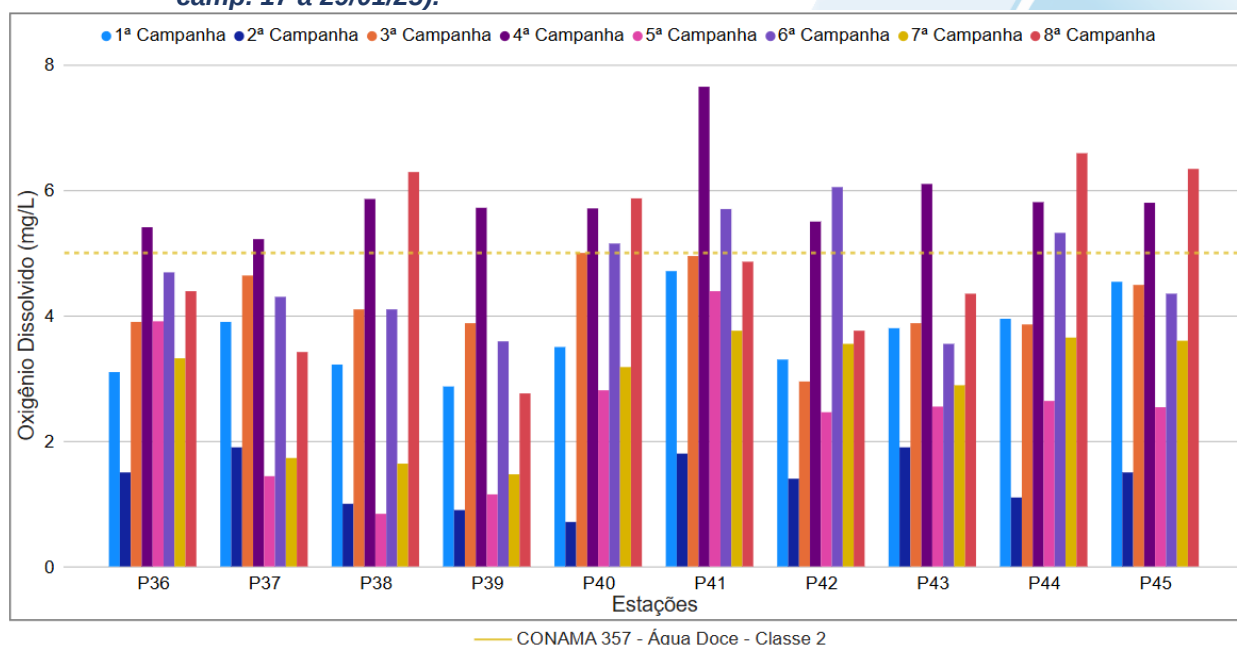


A sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (RQRP; Figura VI.25) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 2,88 mg/L, com mínima de 1,47 mg/L (P39) e máxima de 3,76 mg/L (P41) durante a 7ª campanha. Já na 8ª campanha de monitoramento, apresentou média de 4,86 mg/L, com variação entre 2,76 mg/L (P39) e 6,59 mg/L (P44). Todas as amostras da 7ª campanha apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Entretanto, na 8ª campanha de monitoramento, houve um aumento das concentrações, na qual P38, P40, P44 e P45 apresentaram valores acima do limite preconizado pela legislação.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (5,88 mg/L) e a 2ª campanha, a menor (1,37 mg/L). De modo geral, somente a 4ª campanha apresentou todas as amostras de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, contribuindo para que o 2º semestre apresentasse um declínio da quantidade de amostras em desacordo em relação às demais campanhas (nove amostras).

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Quitandinha e Palatino apresentaram variação da concentração de oxigênio dissolvido ao longo das campanhas de monitoramento, sendo registradas menores concentrações na 2ª campanha e maiores na 4ª campanha, independentemente do índice pluviométrico registrado. Além disso, não foi observada uma variação das concentrações de oxigênio dissolvido em relação a vazão monitorada nas campanhas ímpares. As máximas e mínimas observadas para oxigênio dissolvido podem estar relacionadas com a presença de coliformes termotolerantes, pois foram registradas maiores concentrações de coliformes na 2ª campanha e menores na 4ª campanha. Vale ressaltar que os pontos dessa sub-região estão localizados em áreas de adensamento urbano, com registro de fontes de esgotamento sanitário e industrial, onde a qualidade do efluente e a quantidade destinada para os corpos hídricos podem influenciar na qualidade da água monitorada.

Figura VI.25. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



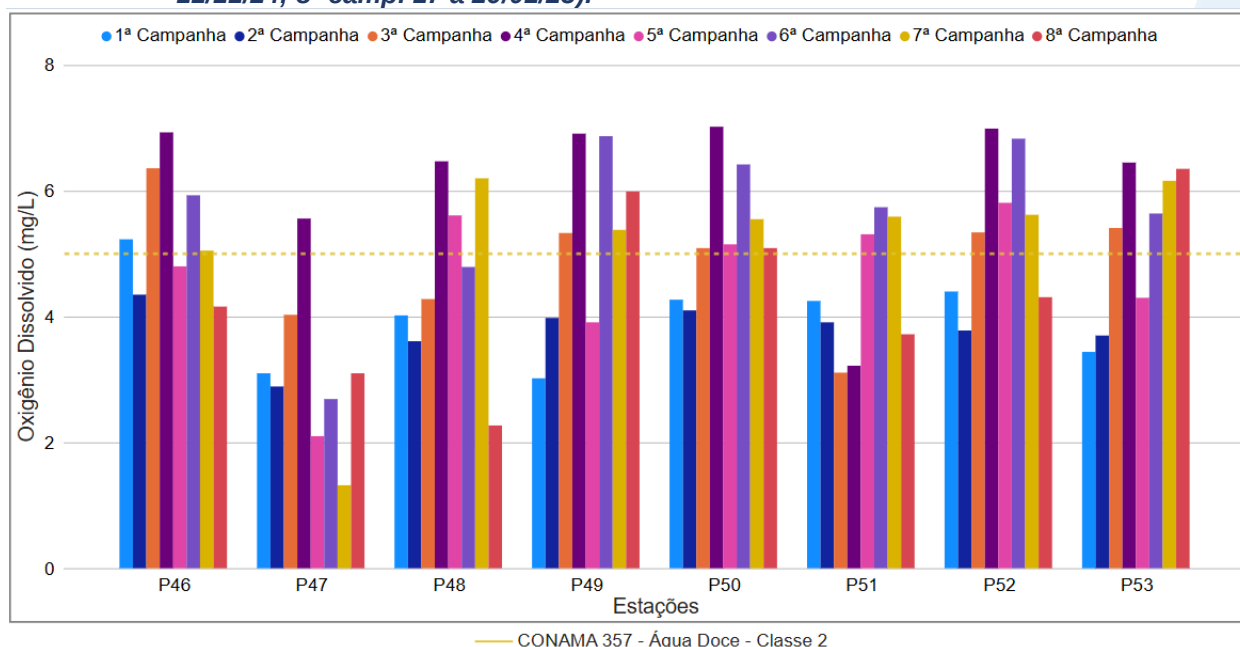
Na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.26), a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 5,11 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 1,32 mg/L (P47) e máxima de 6,20 mg/L (P48). Na 8ª campanha, a média

registrada foi de 4,37 mg/L, com mínima de 2,27 mg/L (P48) e máxima de 6,35 mg/L (P53). Vale ressaltar que durante a 7ª campanha P47 apresentou valor de oxigênio dissolvido em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Enquanto na 8ª campanha P46, P47, P48, P51 e P52 apresentaram concentrações em desacordo com a legislação.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (6,19 mg/L) e a 2ª campanha, a menor (3,79 mg/L). De modo geral, durante o 1º semestre de monitoramento foi registrado o maior número de amostras com valores em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para oxigênio dissolvido (15 amostras).

Ao longo do período monitorado foi possível observar uma variação de oxigênio dissolvido entre as campanhas em todos os pontos monitorados, porém de forma distinta ao registrado para os demais parâmetros monitorados, ao índice pluviométrico, a vazão registrada nas campanhas ímpares e as fontes potencialmente poluidoras registradas nessa sub-região. Sendo assim, essa variação de oxigênio dissolvido pode estar ocorrendo de forma natural e/ou pode estar relacionado a algum fator não monitorado no presente trabalho.

Figura VI.26. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



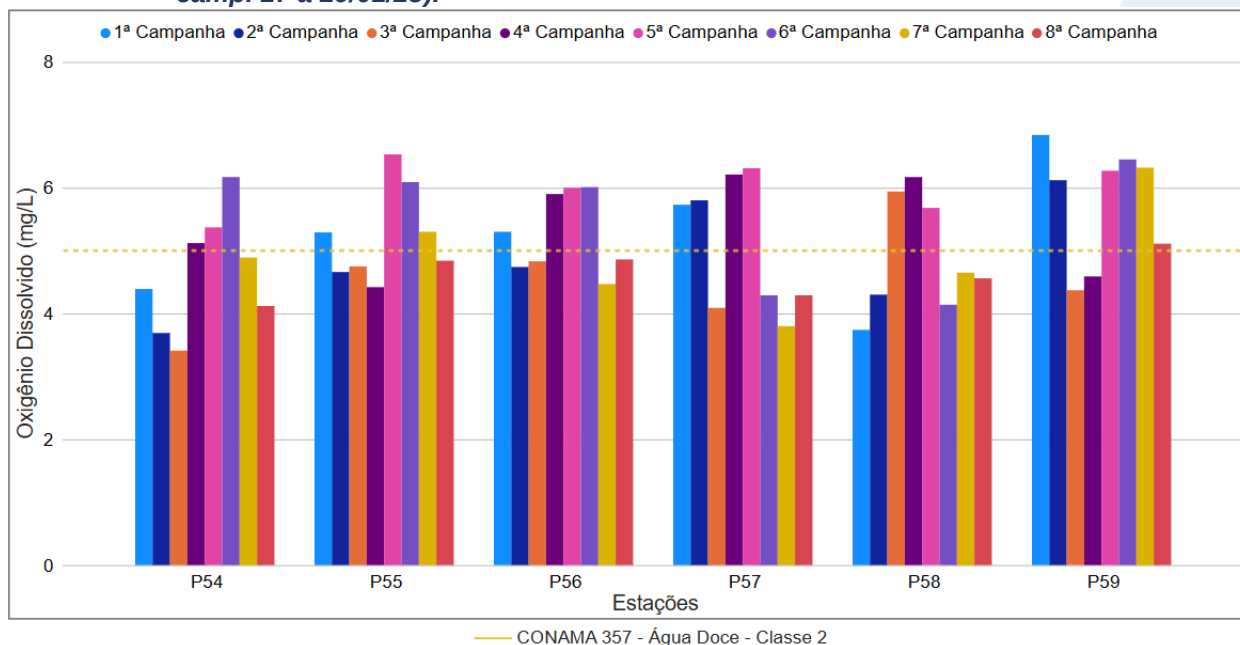
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.27) foi registrada, na 7ª campanha, concentração média de oxigênio dissolvido de 4,91 mg/L, com mínima de 3,80 mg/L (P57) e máxima de 6,32 mg/L (P59). Já durante a 8ª campanha foi registrada média de 4,63 mg/L, mínima de 4,12 mg/L (P54) e máxima de 5,11 mg/L (P59). Durante o 4º semestre, apenas P55 (7ª campanha) e P59 (7ª e 8ª campanha) apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 5ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (6,03 mg/L) e a 3ª campanha, a menor (4,57 mg/L). De modo geral, o 3º semestre a apresentou o maior número de amostras com valores de acordo com a legislação de referência, enquanto o 4º semestre apresentou a menor quantidade de amostras atendendo a normativa.

Vale ressaltar que as concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram variações ao longo do período de monitoramento. No entanto, não foi encontrada uma relação entre essas variações e os índices pluviométricos, os demais parâmetros

monitorados, as fontes poluidoras registradas na sub-região, nem os valores de vazão registrados nas campanhas ímpares.

Figura VI.27. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

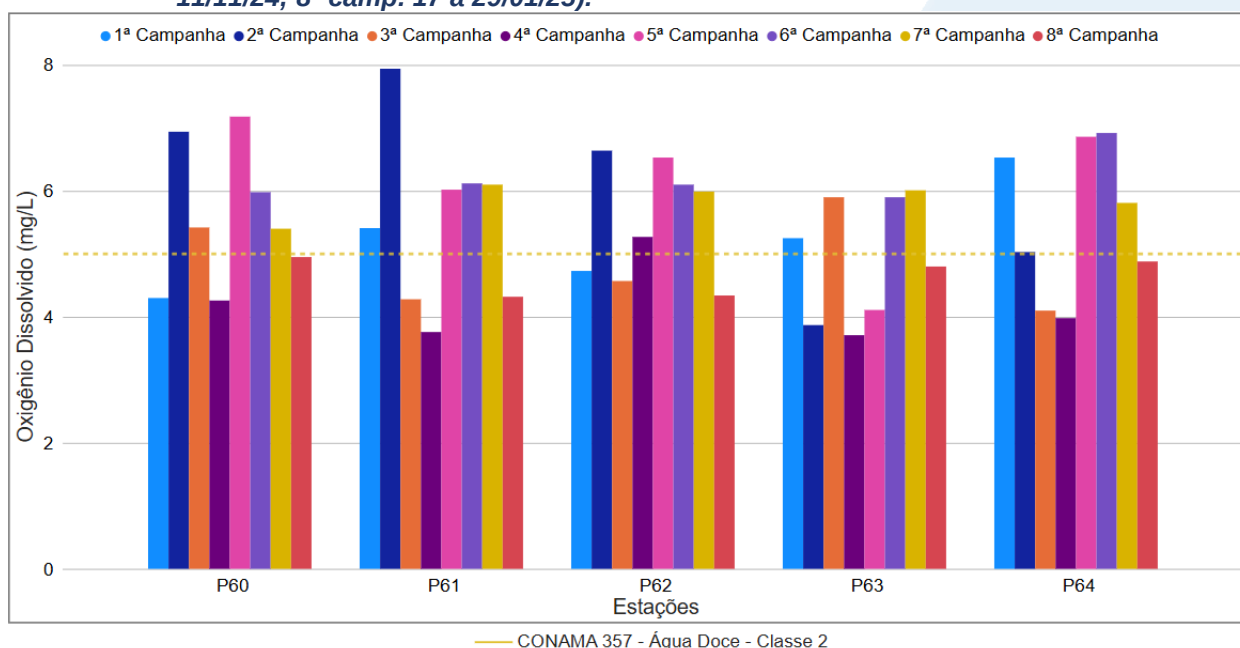


A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.28) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 5,86 mg/L durante a 7ª campanha, com variação entre 5,40 mg/L (P60) e 6,10 mg/L (P61). Durante a 8ª campanha, a concentração média obtida foi de 4,66 mg/L, com mínima de 4,32 mg/L (P61) e máxima de 4,95 mg/L (P60). Durante o 4º semestre de monitoramento, todos os pontos apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 na 8ª campanha.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (6,20 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (4,20 mg/L). De modo geral, houve um declínio no número de amostras que apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para oxigênio dissolvido no 3º semestre em relação às demais campanhas.

De modo geral, foi observada uma variação das concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do monitoramento, independentemente do índice pluviométrico registrado. As menores concentrações foram registradas na 4ª campanha, com exceção de P62 (8ª campanha), sendo a variação inversa observada para DBO, DQO, SST e fósforo total. Vale ressaltar que nessa sub-região há registro de fontes poluidoras, como criação animal, esgotamento sanitário e industrial, o que pode contribuir para a variação destes parâmetros monitorados, de acordo com o volume e qualidade destes efluentes destinados aos corpos hídricos.

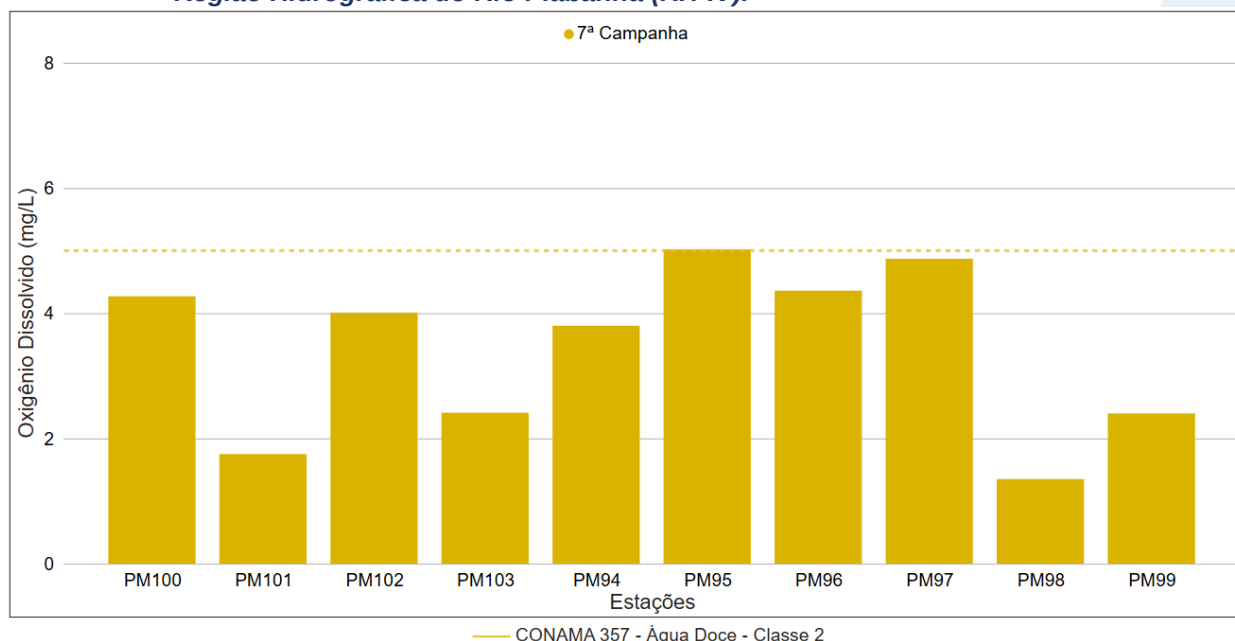
Figura VI.28. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha apresentaram concentração média de oxigênio dissolvido de 3,42 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 1,35 mg/L (PM98) e máxima de 5,02 mg/L (PM95) (Figura VI.29). Vale ressaltar que, na presente campanha, apenas o ponto móvel PM95 apresentou valor de oxigênio dissolvido de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Além disso, as variações nas concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos móveis

foram reduzidas, independentemente do índice pluviométrico, da presença de fontes poluidoras ou dos resultados observados nos demais parâmetros monitorados.

Figura VI.29. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de oxigênio dissolvido de 4,49 mg/L no 4º semestre, sendo registrada no 2º semestre a maior média geral (5,19 mg/L). Na 7ª campanha, a média geral foi de 4,36 mg/L, com variação entre 1,32 mg/L (P47) e 6,76 mg/L (P23). Já na 8ª campanha, a média foi de 4,62 mg/L com variação entre 2,27 mg/L (P48) e 6,59 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (5,73 mg/L), enquanto a 2ª campanha apresentou a menor (3,88 mg/L). A distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido encontradas no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.30 e Figura VI.31.

Figura VI.30. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

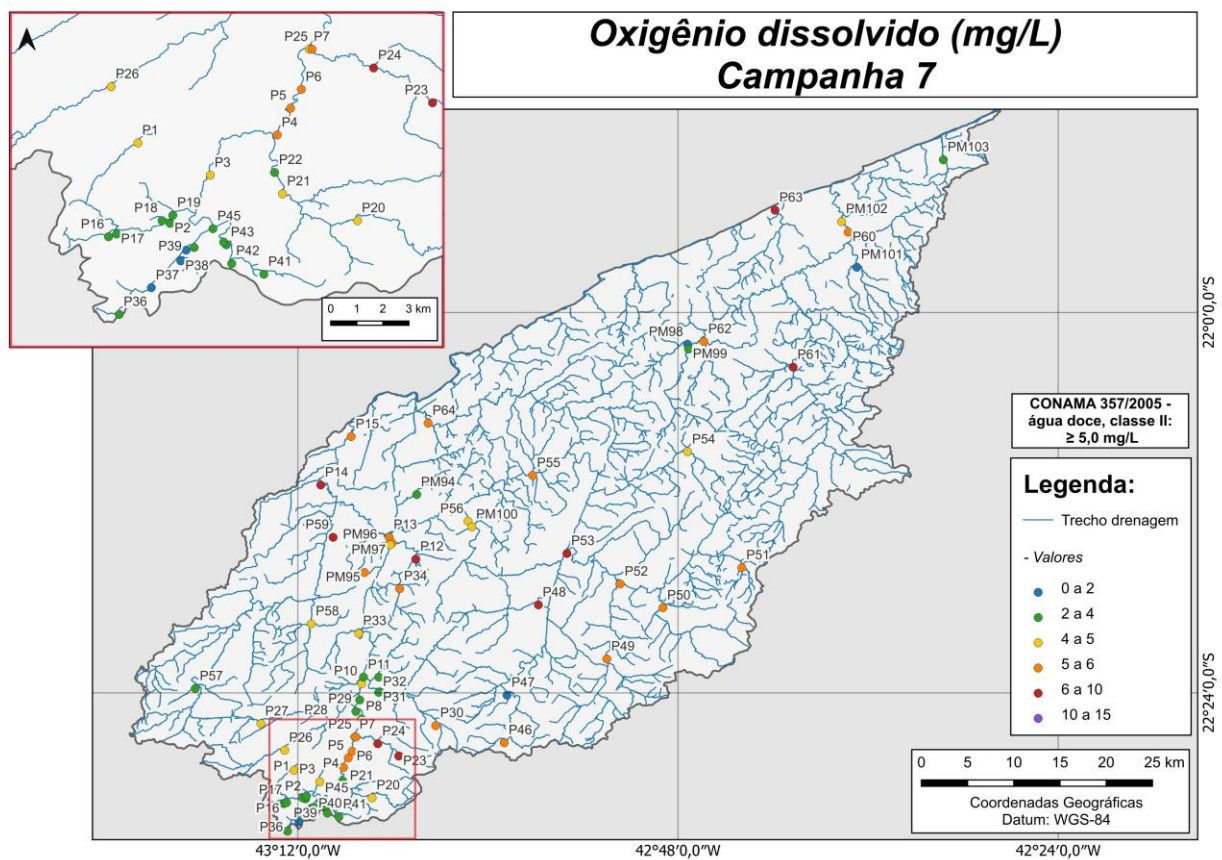
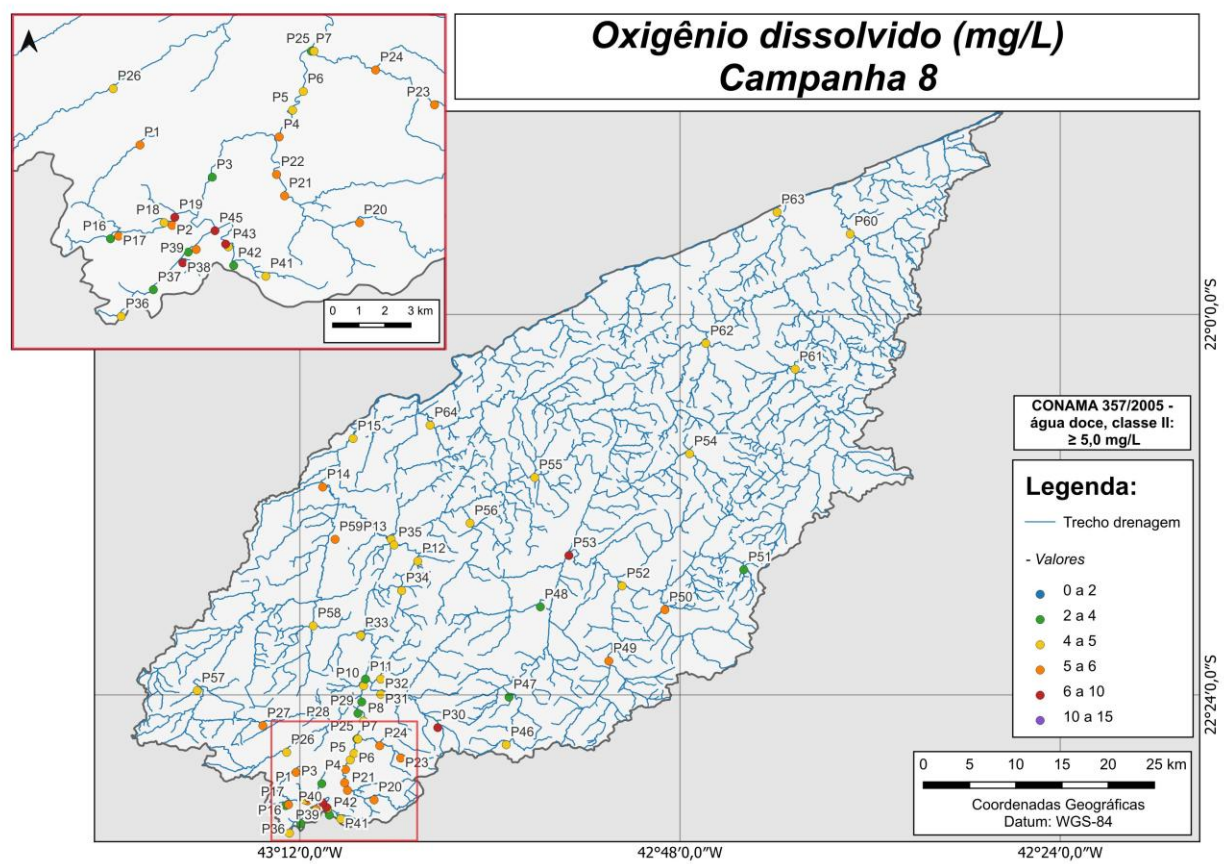


Figura VI.31. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região RQRP apresentou as menores concentrações de oxigênio dissolvido, com exceção do 2º semestre onde a menor concentração média foi registrada na sub-região do RPRPS. Já as maiores concentrações foram registradas principalmente na sub-região do RPRPS, com exceção do 2º semestre que foi obtida maior concentração média na sub-região do RPRB.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, foi registrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas de monitoramento, onde a 4ª campanha não se diferiu apenas da 6ª campanha. A 6ª campanha também apresentou diferença significativa em relação a 1ª, 2ª e 7ª campanha de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi identificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre RQRP e as demais sub-regiões, e entre RP e RPRPS (Figura VI.32 e Figura VI.33).

Figura VI.32. Boxplots de oxigênio dissolvido, por campanha, durante as campanhas, registradas durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.

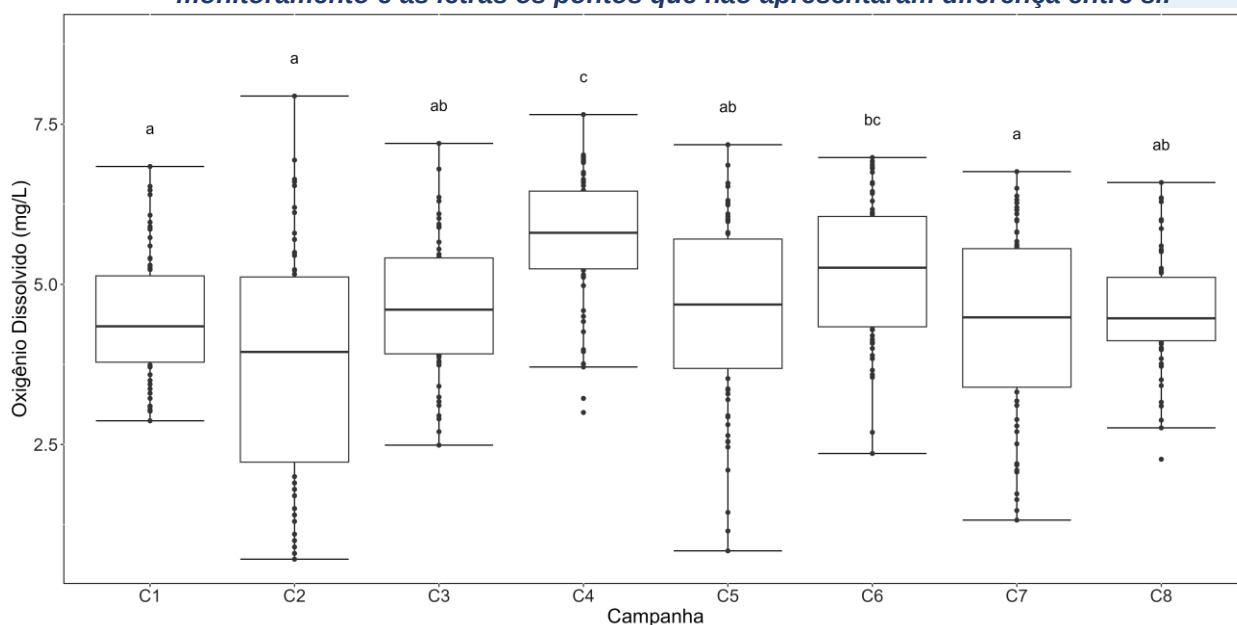
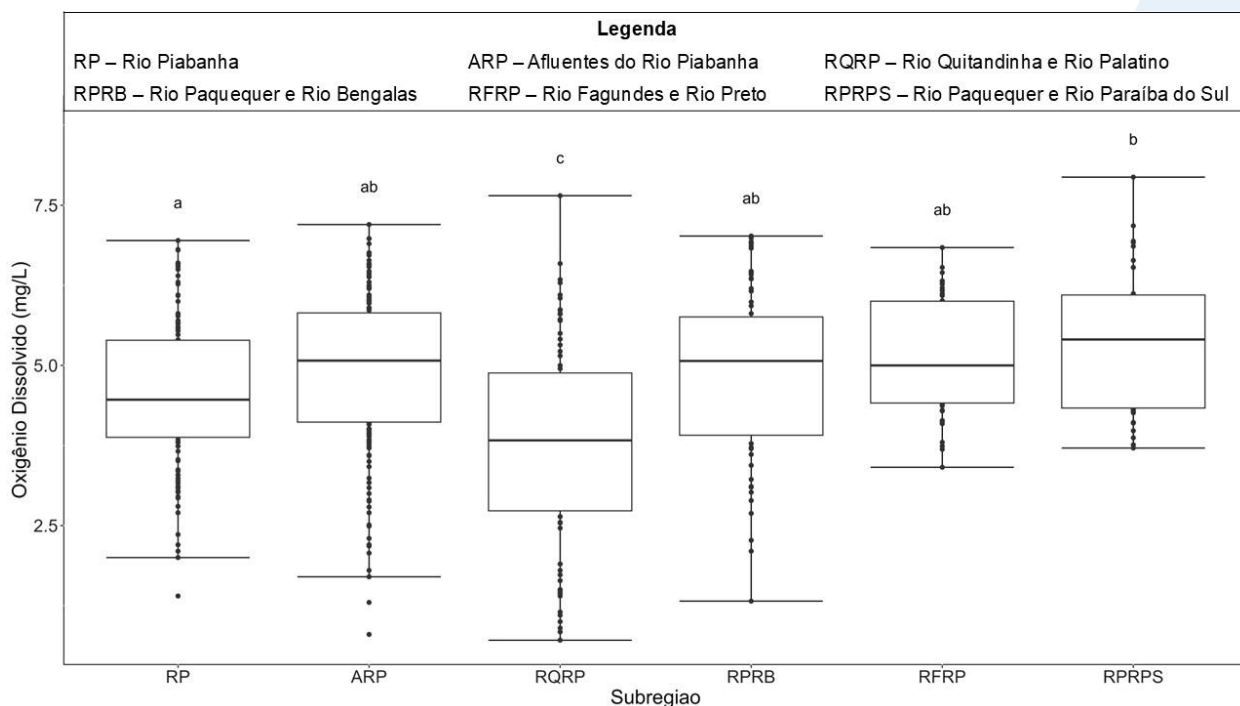


Figura VI.33. Boxplots de oxigênio dissolvido, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.



VI.1.1.4 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 o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

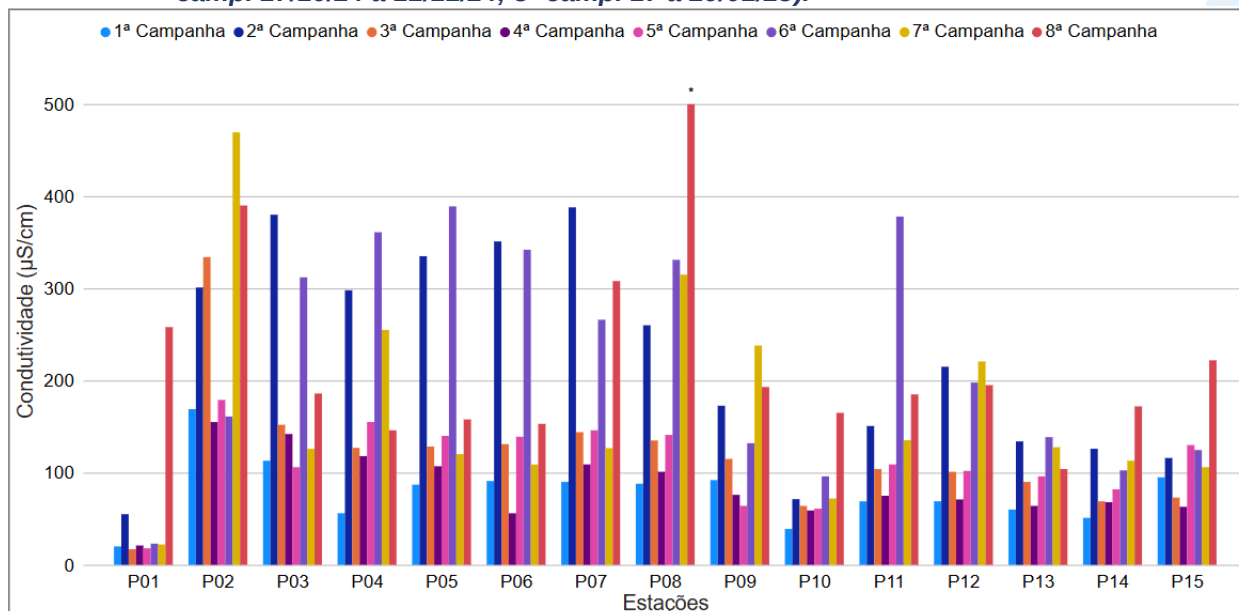
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.34), a média de condutividade foi de 170,4 $\mu\text{S/cm}$ na 7ª campanha, com variação entre 22,1 $\mu\text{S/cm}$ (P01) e 4694469,4 $\mu\text{S/cm}$ (P02). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 315,6 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 104,0 $\mu\text{S/cm}$ (P13) e máxima de 1899,0 $\mu\text{S/cm}$ (P08).

Ao considerar os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de condutividade (315,6 $\mu\text{S/cm}$) e a 1ª campanha, a menor média (79,3 $\mu\text{S/cm}$). A maior média registrada na 8ª campanha foi influenciada principalmente pelo aumento da concentração em P01, P07, P08 e P15, e consequentemente contribuiu para que o 4º semestre apresentasse maior condutividade média em relação aos demais semestres de monitoramento.

O aumento acentuado de condutividade nestes pontos durante a 8ª campanha indica um aumento na concentração dos íons dissolvidos, possivelmente associado ao aumento de SDT também registrado nesses pontos, conforme apresentado mais adiante. Vale ressaltar que, nas águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos não sendo estes íons avaliados no presente monitoramento.

Além disso, é importante destacar que a variação da condutividade durante o período monitorado não apresentou relação com os meses de amostragem, com a pluviosidade e com a vazão obtida nas campanhas ímpares. Isso sugere que essas variações podem estar relacionadas as atividades antrópicas desenvolvidas nessa sub-região.

Figura VI.34. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



A sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.35) apresentou durante a 7ª campanha valor médio de condutividade de 141,6 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 18,3 $\mu\text{S/cm}$ (P30) e máxima de 471,0 $\mu\text{S/cm}$ (P16). A 8ª campanha apresentou valor médio de 386,8 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 13,6 $\mu\text{S/cm}$ (P20) e máxima de 1364,0 $\mu\text{S/cm}$ (P25).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou maior média de condutividade (386,8 $\mu\text{S/cm}$), sendo essa influenciada pelo alto valor registrado em P25, já a 1ª campanha registrou o menor valor (74,7 $\mu\text{S/cm}$).

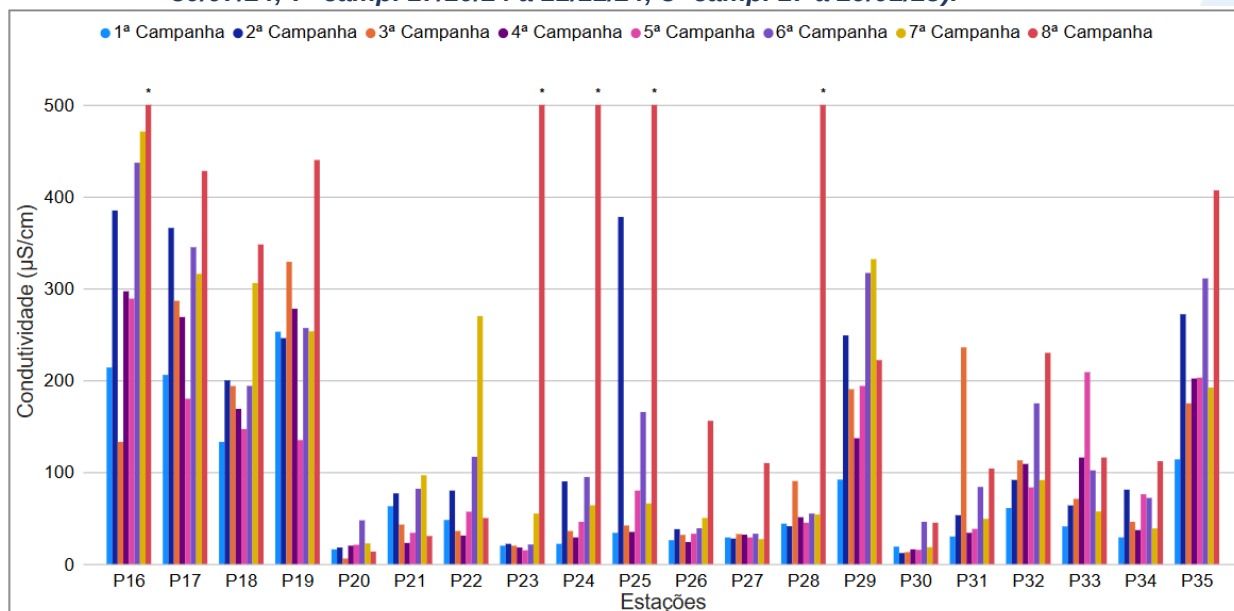
Os pontos de monitoramento P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram maiores concentrações de condutividade durante todo o período de monitoramento, independentemente do período ou do índice pluviométrico registrado. Vale ressaltar que estes pontos também apresentaram maiores concentrações de alcalinidade, coliformes termotolerantes, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total e menores concentrações de oxigênio dissolvido. As maiores concentrações registradas nestes pontos podem estar relacionadas às diversas fontes poluidoras registradas próximas a eles.

Além disso, os pontos P31 (3ª campanha) e P33 (5ª campanha) apresentaram um aumento de condutividade superior a 100,0 $\mu\text{S/cm}$. Em P31, durante 3ª campanha,

também foram registradas maiores concentrações de DBO, DQO, fósforo total, SDT, turbidez e menor concentração de oxigênio dissolvido. Vale ressaltar que este ponto de monitoramento não possui registros de fontes antrópicas, entretanto pode haver aporte irregular que esteja ocasionando estas alterações pontuais. Já em P33, durante a 5ª campanha, além do aumento de condutividade, o parâmetro SDT também apresentou maior concentração. Este fator pode estar relacionado ao aumento de íons dissolvidos neste ponto, que pode ter sido ocasionado pelo aporte de efluentes sanitários e industriais registrado próximo ao ponto monitorado.

Além dos pontos citados anteriormente, durante a 7ª campanha, em P22, foi registrado um aumento acentuado da condutividade, assim como em P23, P24, P25 e P28, na 8ª campanha. Em P22 (7ª campanha), também foi observado um aumento na alcalinidade, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo total, além de menor concentração de oxigênio dissolvido. Este ponto está localizado em uma área de adensamento urbano, com fontes antrópicas como esgotamento industrial, sanitário e outras atividades não especificadas. Sendo assim, a variação observada pode estar relacionada à qualidade desses efluentes. Além disso, os pontos P23, P24, P25 e P28, que apresentaram maior condutividade na 8ª campanha, também registraram maiores concentrações de SDT, o que pode estar associado ao aporte de efluentes sanitários, conforme registrado na região.

Figura VI.35. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



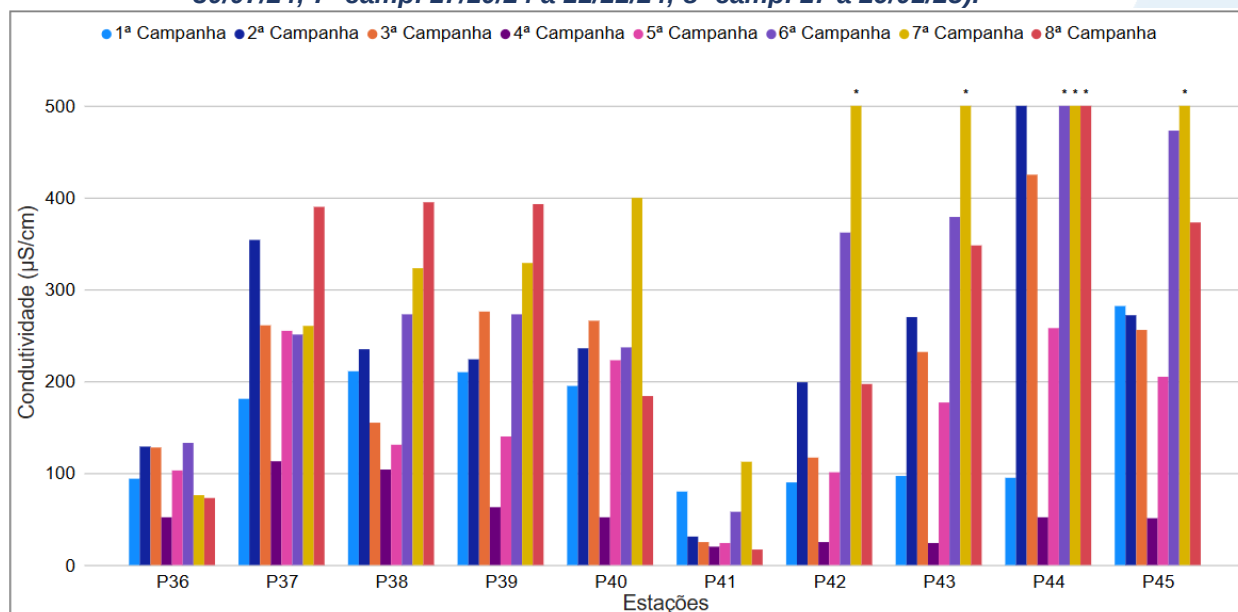
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.36) apresentou valor médio de condutividade de 419,2 $\mu\text{S/cm}$, com mínimo de 76,1 $\mu\text{S/cm}$ (P36) e máximo de 719,0 $\mu\text{S/cm}$ (P44) durante a 7ª campanha. Na 8ª campanha foi registrado valor médio de 295,3 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 16,9 $\mu\text{S/cm}$ (P41) e 583,0 $\mu\text{S/cm}$ (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de condutividade (419,2 $\mu\text{S/cm}$) e a 4ª campanha, a menor (55,6 $\mu\text{S/cm}$).

De modo geral, os pontos monitorados apresentaram variações acentuadas ao longo da campanha de monitoramento, com exceção de P36 e P41, não sendo observada uma relação dessas variações com os índices pluviométricos registrados. Vale ressaltar que, durante a 4ª campanha, todos os pontos apresentaram menores valores de condutividade, assim como maior concentração de oxigênio dissolvido e menores concentrações de alcalinidade, coliformes termotolerantes, DBO, SDT, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total e amoniacal. Além disso, durante o 4º semestre de monitoramento a maioria dos pontos apresentaram os maiores valores de condutividade, assim como maiores valores de DBO e coliformes termotolerantes. Essas variações registradas na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino podem estar

sendo influenciadas pelo aporte de esgoto sanitário e industrial, conforme registro destas fontes na sub-região.

Figura VI.36. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 500 µS/cm

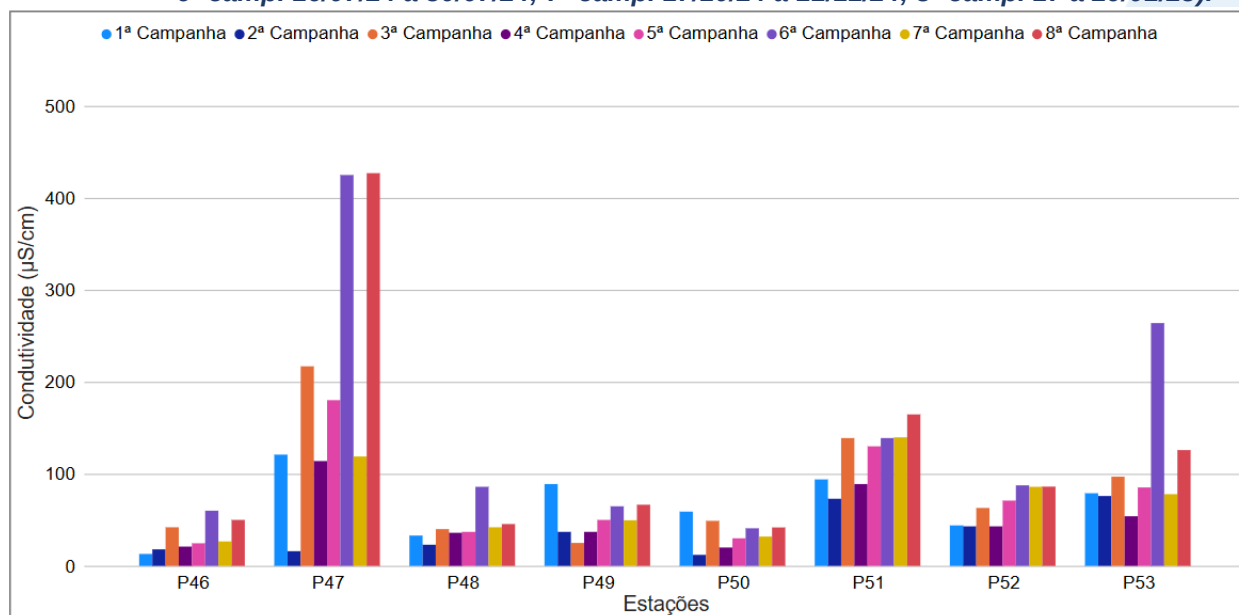
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas (RPRB; Figura VI.37), a média de condutividade na 7ª campanha foi de 71,6 µS/cm, com mínima de 26,6 µS/cm (P46) e máxima de 139,8 µS/cm (P51). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 126,0 µS/cm, com mínima de 41,8 µS/cm (P50) e máxima de 427,0 µS/cm (P47).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de condutividade (145,9 µS/cm) e a 2ª campanha apresentou a menor (37,3 µS/cm).

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região não apresentaram grandes variações de condutividade ao longo do período de monitoramento, com exceção de P47 (6ª e 8ª campanhas) e P53 (6ª campanha), que apresentaram maior variação e concentração. Esses aumentos acentuados registrados nestes pontos podem estar relacionados com o aumento de íons dissolvidos ocasionados pelo aporte de resíduos agrícolas, industriais e sanitários, pois nestes pontos foi registrado aumento de outros parâmetros monitorados, como alcalinidade, fósforo total, nitrogênio total e SDT.

Vale ressaltar que há fontes poluidoras, como criação animal, esgotamento sanitário e industrial, registradas próximas a estes pontos de monitoramento.

Figura VI.37. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



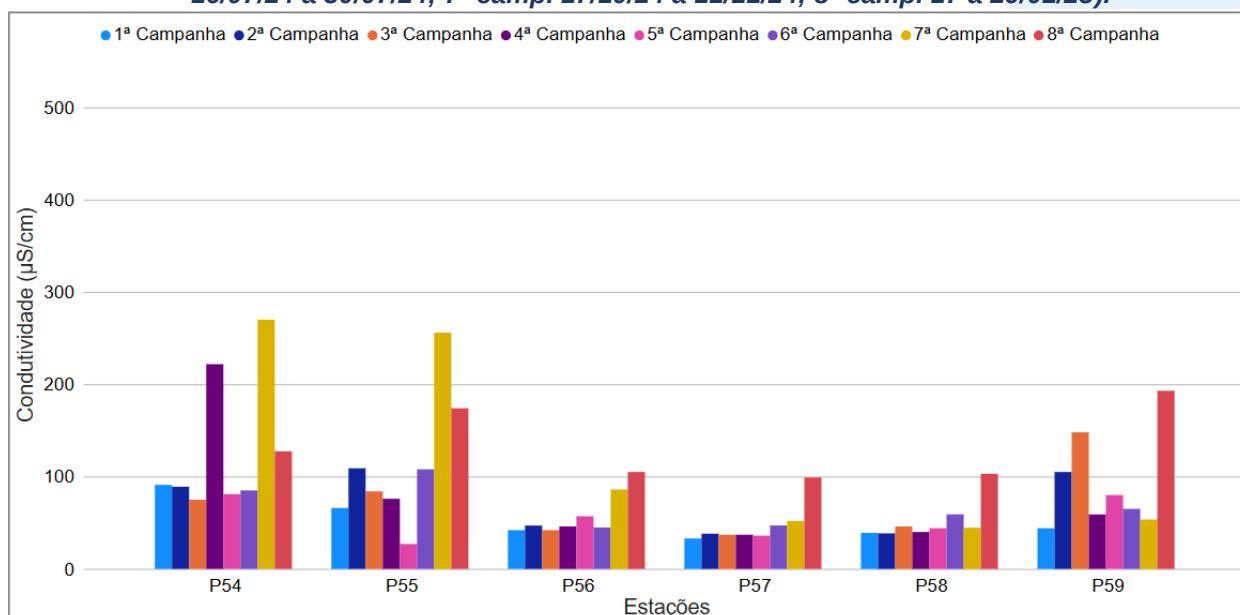
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.41) foi registrada, na 7ª campanha, média de condutividade de 127,0 $\mu\text{S/cm}$, com mínima de 44,6 $\mu\text{S/cm}$ (P58) e máxima de 270,0 $\mu\text{S/cm}$ (P54). Já durante a 8ª campanha, foi registrada média de 133,6 $\mu\text{S/cm}$, mínima de 99,0 $\mu\text{S/cm}$ (P57) e máxima de 193,0 $\mu\text{S/cm}$ (P59).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de condutividade (133,6 $\mu\text{S/cm}$) e a 1ª campanha, a menor (52,5 $\mu\text{S/cm}$).

De maneira geral, os resultados de condutividade apresentaram variações sutis entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P54, P55 e P59 que registraram aumentos superiores a 100 $\mu\text{S/cm}$. Durante a 4ª e a 7ª campanhas, P54 apresentou um aumento acentuado de condutividade, assim como registrado para DBO, SDT e turbidez na 4ª campanha, e para alcalinidade na 7ª campanha. Nos pontos P55 (na 7ª campanha) e P59 (na 8ª campanha), os aumentos de condutividade também foram acompanhados por elevações nos parâmetros de coliformes termotolerantes, alcalinidade e DBO. Vale

ressaltar que, nas proximidades desses pontos, estão registradas fontes potencialmente poluidoras, como esgotamento industrial e atividades não especificadas, além de terem sido registradas nestas campanhas valores consideráveis de pluviosidade. Sendo assim, é provável que o aumento nas concentrações de condutividade tenha sido impulsionado pelo aporte de partículas orgânicas e dissolvidas para o corpo hídrico, devido ao processo de lixiviação causado pelos eventos de chuva.

Figura VI.38. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



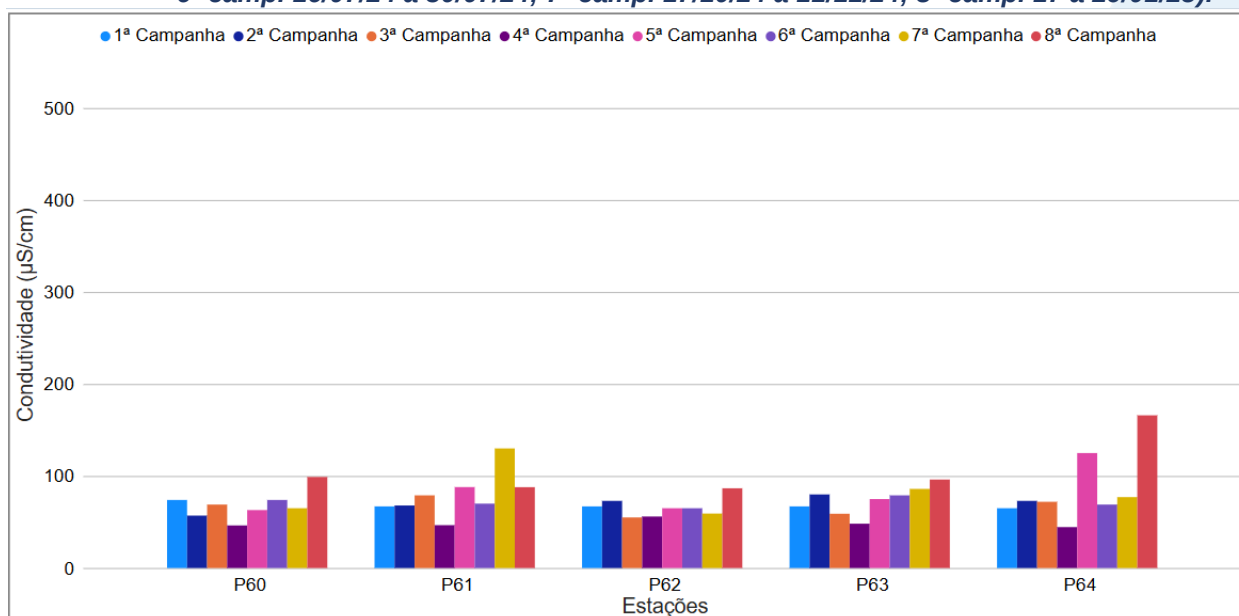
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.39), a média de condutividade durante a 7ª campanha foi de 83,5 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 59,2 $\mu\text{S/cm}$ (P62) e 130,0 $\mu\text{S/cm}$ (P61). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 107,2 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 86,7 $\mu\text{S/cm}$ (P62) e 166,0 $\mu\text{S/cm}$ (P64).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de condutividade (107,2 $\mu\text{S/cm}$) e a 4ª campanha, a menor (48,3 $\mu\text{S/cm}$).

De modo geral, os resultados obtidos, ao longo do monitoramento, de condutividade apresentaram pouca variação entre as campanhas e pontos de

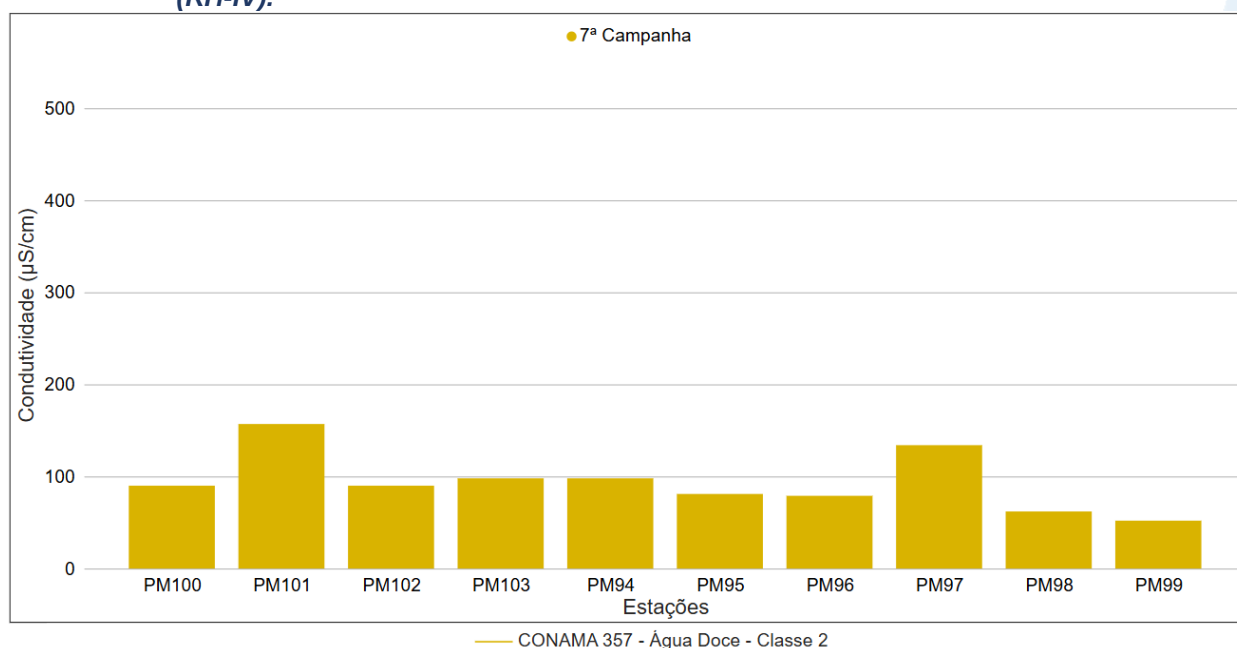
monitoramento. Sendo assim, não foi observada variação acentuada da condutividade em relação aos índices pluviométricos e demais parâmetros monitorados nessa sub-região.

Figura VI.39. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis (Figura VI.40), monitorados durante a 7ª campanha apresentaram média de condutividade de 94,1 $\mu\text{S/cm}$, sendo a concentração mínima registrada de 52,0 $\mu\text{S/cm}$ (PM99) e máxima de 157,0 $\mu\text{S/cm}$ (PM101). De modo geral, a variação de condutividade nos pontos móveis ocorreu de forma sutil, sendo está independente da variação observada da pluviosidade, vazão e da proximidade com fontes potencialmente poluidoras.

Figura VI.40. Distribuição da condutividade registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral condutividade de 227,3 $\mu\text{S/cm}$ no 4º semestre, sendo observado um aumento da média em relação aos demais semestres. Na 7ª campanha, a média geral foi de 177,1 $\mu\text{S/cm}$, com variação entre 18,3 $\mu\text{S/cm}$ (P30) e 719,0 $\mu\text{S/cm}$ (P44). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 277,6 $\mu\text{S/cm}$ com variação entre 13,6 $\mu\text{S/cm}$ (P20) e 1899,0 $\mu\text{S/cm}$ (P08). Dentre as campanhas de monitoramento, a 8ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (277,6 $\mu\text{S/cm}$), enquanto a 4ª campanha apresentou a menor (76,6 $\mu\text{S/cm}$). A distribuição espacial da condutividade encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.41 e Figura VI.42.

Figura VI.41. Mapa representativo da distribuição espacial da condutividade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

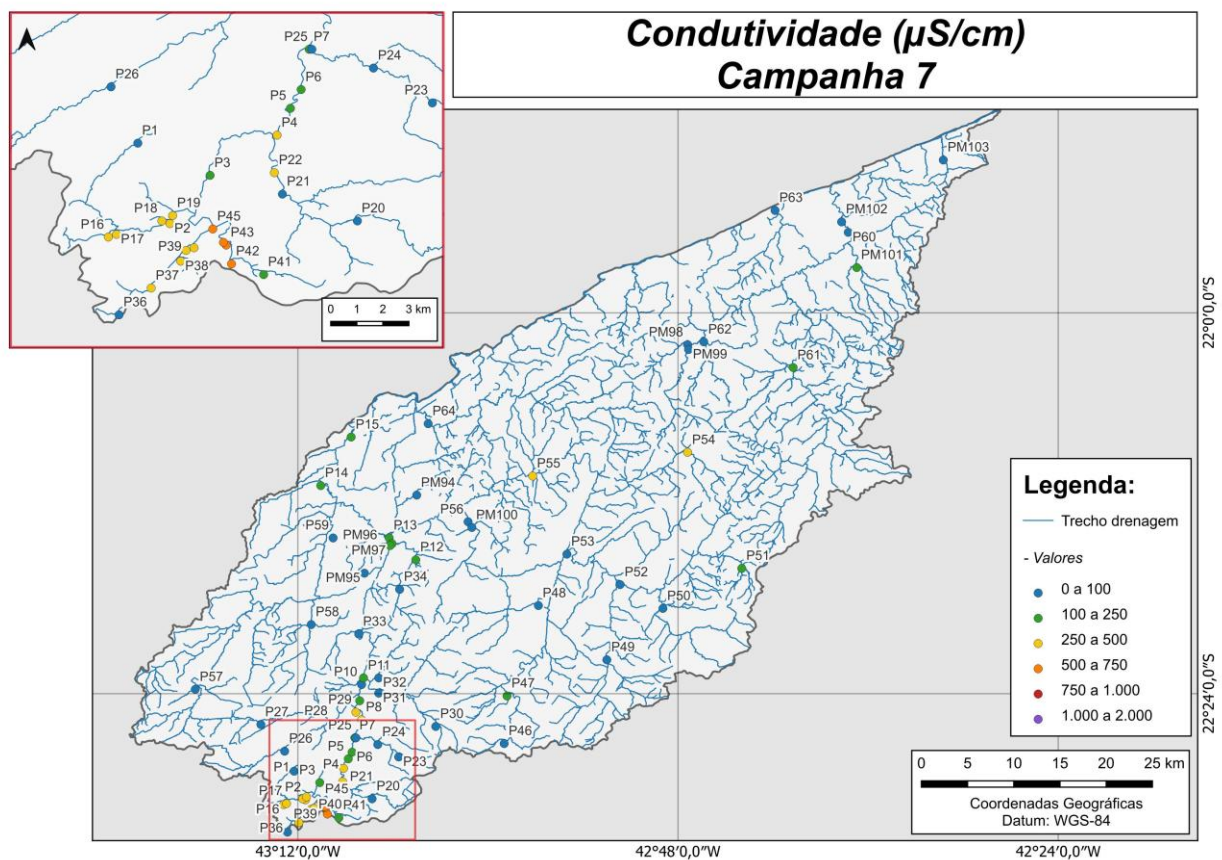
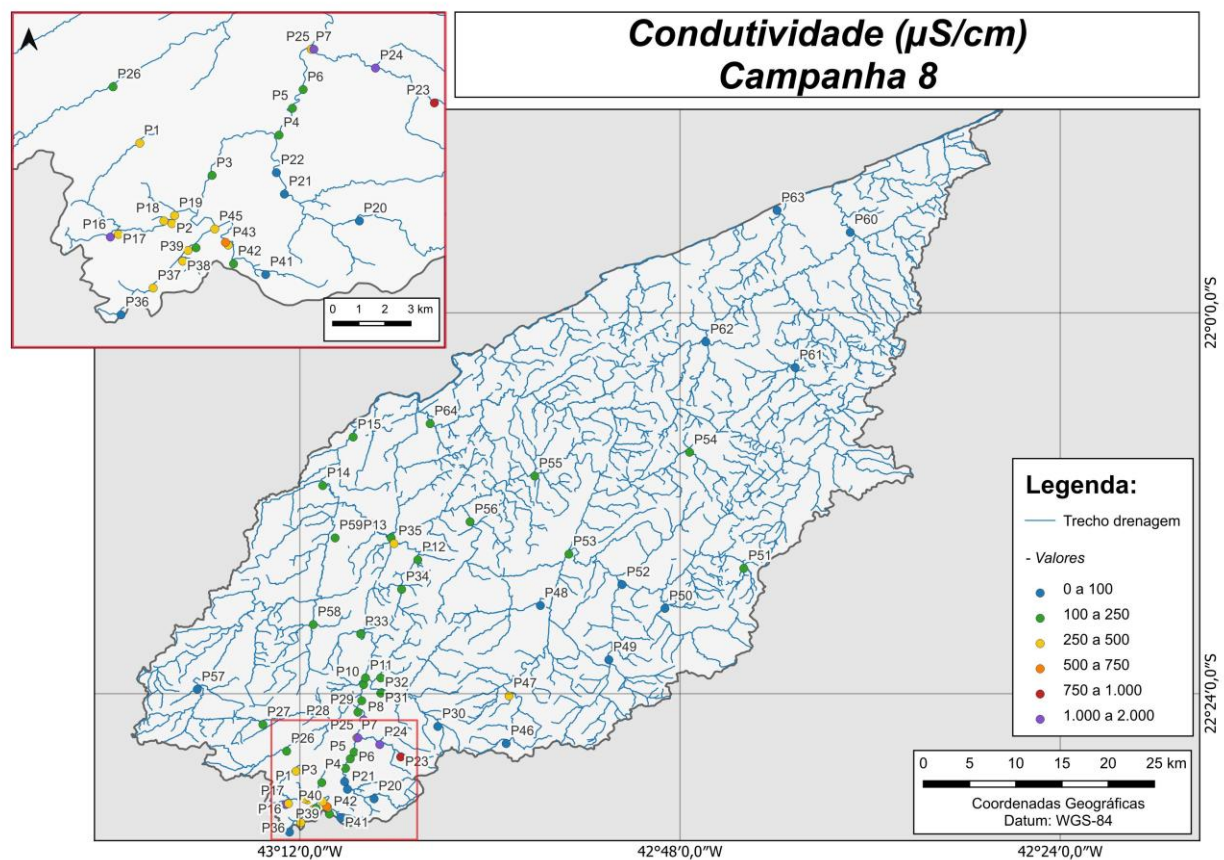


Figura VI.42. Mapa representativo da distribuição espacial da condutividade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período monitorado (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores médias semestrais de condutividade. Já as menores médias foram registradas na sub-região do RPRB (1º semestre), RFRP (3º semestre) e RPRPS (2º e 4º semestre).

Para o parâmetro condutividade, foi encontrada diferença significativa entre as campanhas ($p < 0,05$), onde a 8ª campanha se diferiu da 1ª, 3ª, 4ª e 5ª campanha. Já a 1ª e a 4ª campanha também apresentaram diferenças para a 6ª e 7ª campanha. Em relação às sub-regiões monitoradas, é possível destacar que RQRP apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) das demais sub-regiões, exceto em relação a ARP (Figura VI.43 e Figura VI.44).

Figura VI.43. Boxplots da condutividade, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.

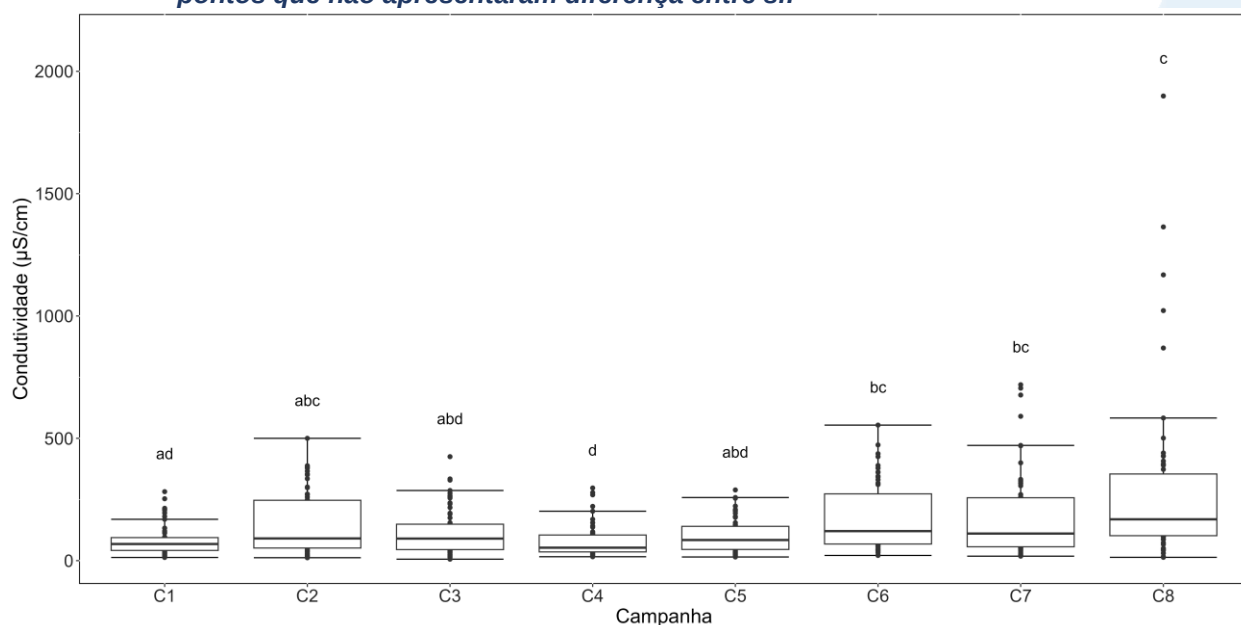
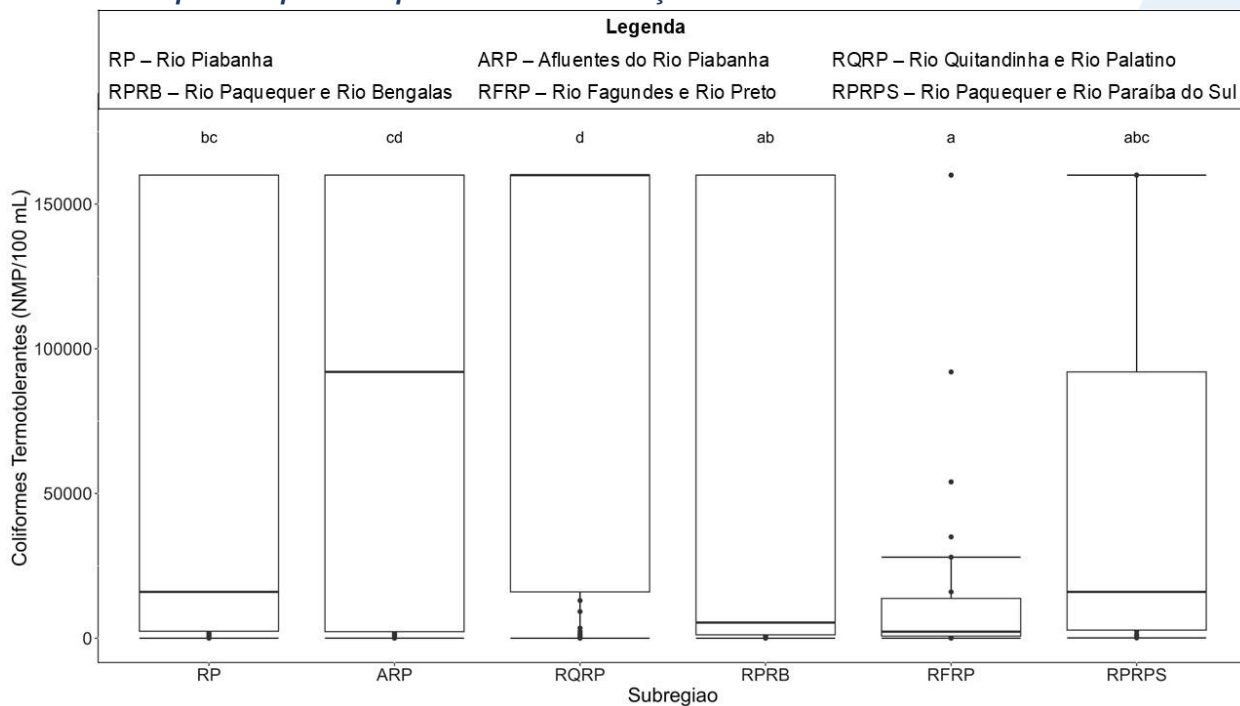


Figura VI.44. Boxplots da condutividade, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.



VI.1.1.5 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 357/05 determina para Água Doces, Classe 2, valor máximo de coliformes termotolerantes de 1.000 NMP/100 mL.

Os valores de coliformes termotolerantes registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.45), a média de coliformes termotolerantes durante a 7ª campanha de monitoramento foi maior que 36.308,7 NMP/100 mL, com mínima de 130,0 NMP/100 mL (P01) e máxima maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02 e P05). Na 8ª campanha, a média encontrada foi maior que 66.660,7 NMP/100 mL, com mínima de 230,0 NMP/100 mL (P01) e máxima maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P05 e P12). Vale ressaltar que os pontos amostrais P01 (7ª e 8ª campanha), P11 e P14 (8ª campanha) apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

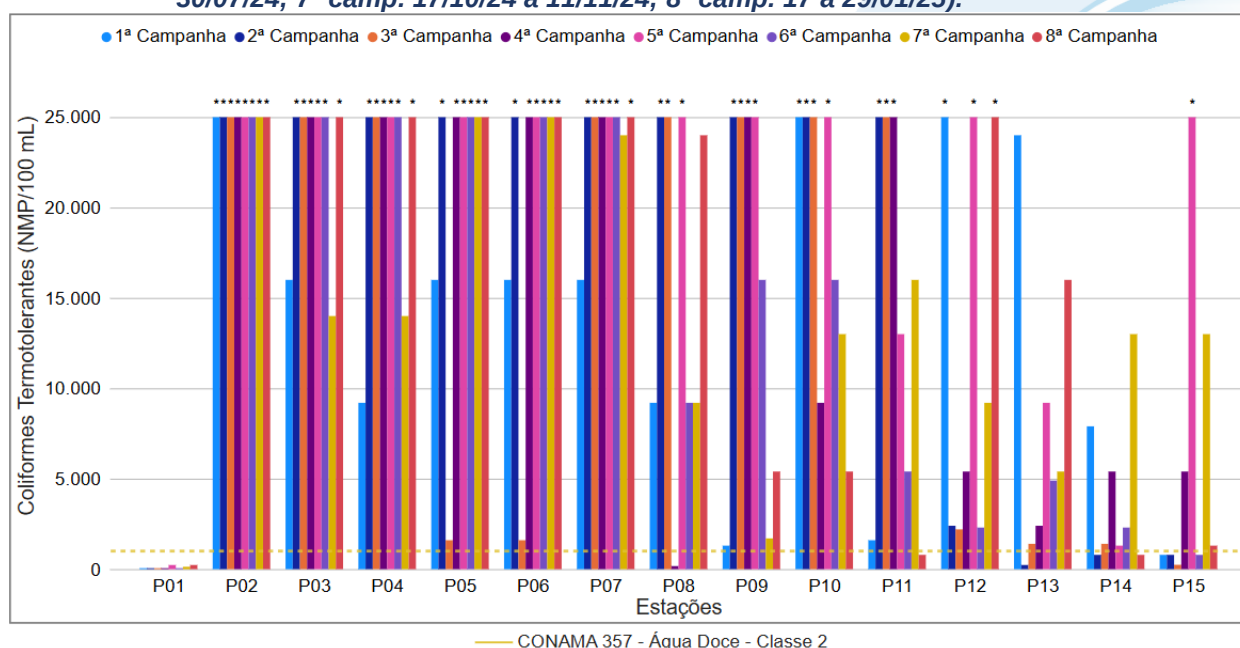
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (111.848,67 NMP/100 mL) e a 1ª campanha a menor (35.333,2 NMP/100 mL). Vale ressaltar que, durante a 2ª campanha foi registrado o menor número de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (11 amostras) para coliformes termotolerantes e na 5ª e 7ª campanha, o maior número de amostras (14 amostras).

De modo geral, os pontos amostrais monitorados nessa sub-região apresentaram variações da concentração de coliformes termotolerantes entre as campanhas, independentemente do período e variação da pluviosidade e vazão. Vale ressaltar que

essa sub-região apresenta um vasto registro de fontes poluidoras, entre elas atividades como criação animal, esgotamento sanitário e industrial, que podem contribuir para a variação das concentrações de coliformes termotolerantes.

Além disso, dentre os pontos monitorados, P01 se destaca nessa sub-região, por apresentar baixas concentrações de coliformes termotolerantes durante todo o período de monitoramento. Vale ressaltar que este ponto também apresenta concentrações de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para todos os parâmetros monitorados entre abril/23 e janeiro/25. Cabe salientar que P01 fica localizado em uma área de nascente preservada, sendo assim sofre pouca influência de fontes poluidoras, como o esgotamento sanitário e industrial. Condições que contribuem para que este ponto monitorado apresente características de área natural.

Figura VI.45. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.46), a média de coliformes termotolerantes durante a 7ª campanha foi maior que 68.631,1 NMP/100 mL, com variação entre 23,0 NMP/100 mL (P30) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P16, P17, P18, P21, P22, P28, P33, e P35). Na 8ª campanha, a média encontrada foi maior que 81.705,5 NMP/100 mL, com variação entre 230,0 NMP/100 mL (P30) e

maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P16, P17, P18, P19, P21, P32, P33 e P35). Vale ressaltar que, durante a 7ª campanha, apenas os pontos amostrais P20, P23, P30 e P31 apresentaram resultados de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 8ª campanha P20, P23 e P30 apresentaram valores abaixo do limite estabelecido na legislação de referência.

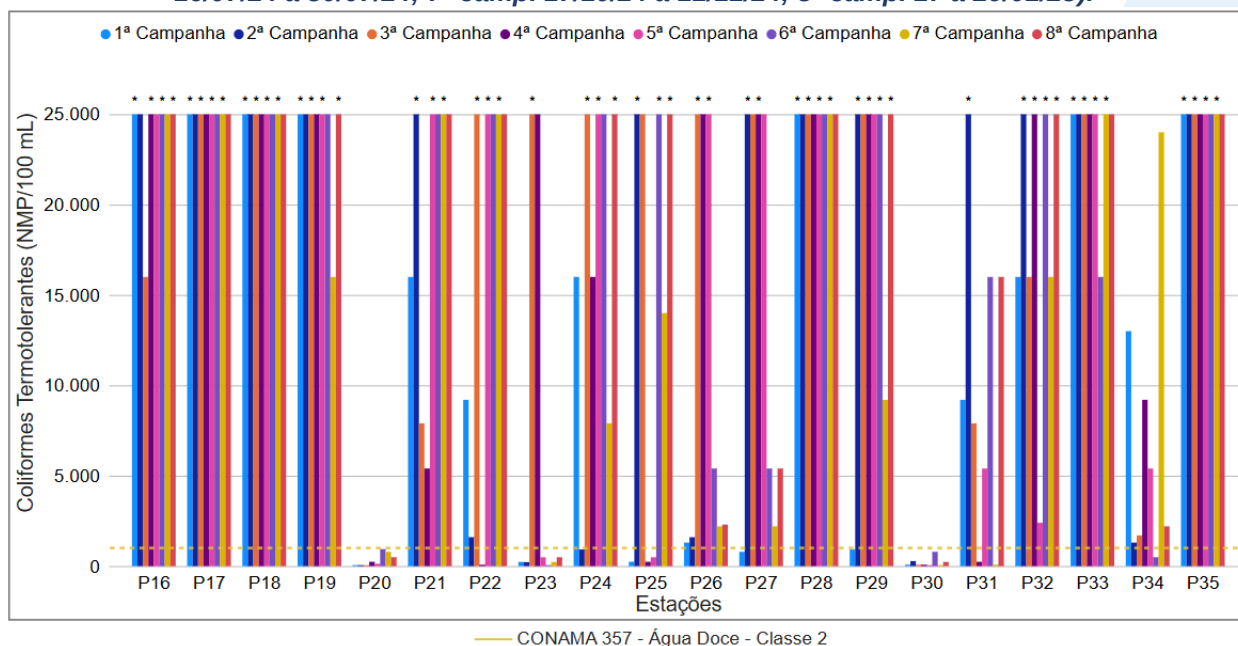
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (104.297,2 NMP/100 mL) e a 1ª campanha, a menor (46.749,1 NMP/100 mL). De modo geral, essa sub-região registrou, na 3ª campanha, o maior número de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 (18 amostras), entretanto nas demais campanhas seguintes houve uma diminuição (4ª campanha: 15 amostras; 5ª, 6ª e 7ª: 16 amostras; 8ª campanha: 17 amostras). Em relação aos semestres, foi possível observar um maior número de amostras em desacordo com a legislação no 2º semestre de monitoramento (33 amostras).

Os pontos P20 e P30 atenderam ao limite estabelecido para coliformes termotolerantes pela Resolução CONAMA nº 357/05 durante todo o período de monitoramento, independentemente da variação registrada de pluviosidade, vazão e dos demais parâmetros monitorados. Vale ressaltar que, de acordo com dados de campo e de imagens aéreas, estes pontos de monitoramento são localizados em áreas visualmente mais preservadas, com presença de mata ciliar densa, ausência de adensamento populacional e de registros de fontes poluidoras próximas aos pontos monitorados. Já os demais pontos monitorados nessa sub-região apresentaram variações das concentrações de coliformes termotolerantes, sendo registrados maiores valores em P16, P17, P18, P19, P28, P33 e P35 ao longo do monitoramento, fator que pode ter sido influenciado devido às fontes poluidoras registradas próximas aos pontos. Vale ressaltar que para coliformes termotolerantes, não foram identificadas variações das concentrações, de acordo com os índices pluviométricos registrados.

Além disso, P34 apresentava ao longo do monitoramento valores intermediários de coliformes termotolerante. Entretanto, na 7ª campanha de monitoramento, foi registrado maior concentração de coliformes termotolerantes neste ponto. Vale ressaltar que este ponto tem apresentado variações acentuadas deste parâmetro, sem que essas variações estejam relacionadas as vazões e nas pluviosidades registradas. Sendo

assim, essa oscilação pode estar associada às atividades de esgotamento sanitário, uma vez que há registros dessas fontes na proximidade.

Figura VI.46. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

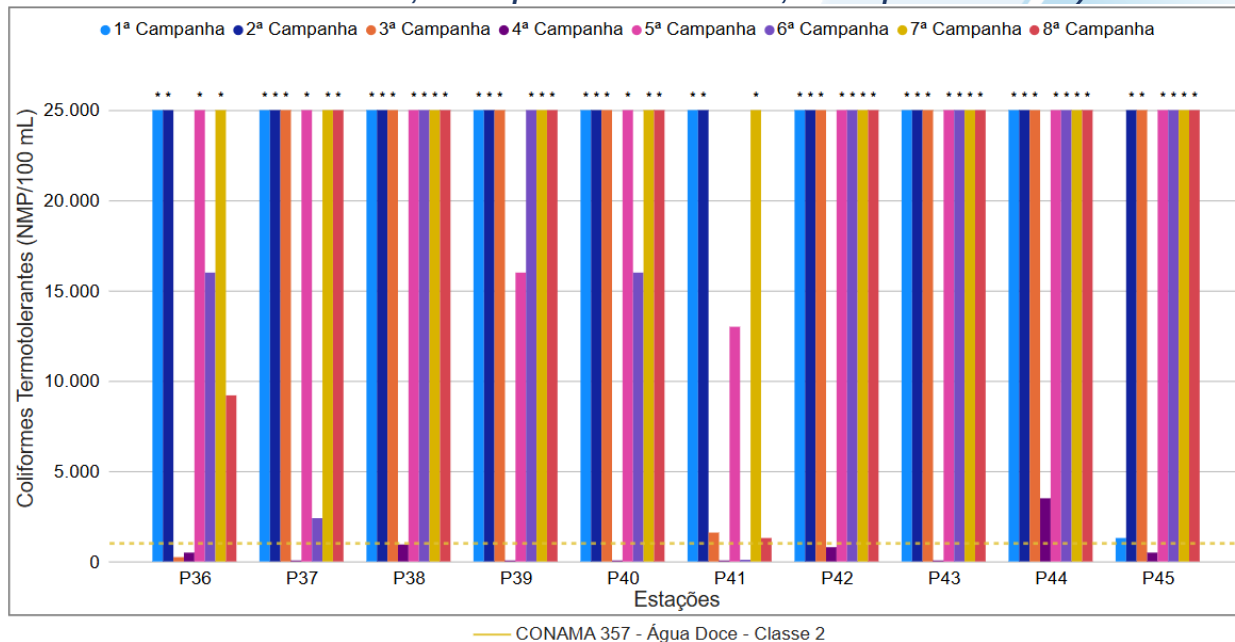
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.47) apresentou durante a 7ª campanha valores de coliformes termotolerantes maior que 160.000,0 NMP/100 mL em todos os pontos monitorados. Na 8ª campanha, a média registrada foi de 122.250,0 NMP/100 mL, com variação entre 160000,0 NMP/100 mL (P37) e valores acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P37, P38, P39, P42, P43, P44 e P45). Durante o 4º semestre de monitoramento todos os pontos amostrais apresentaram resultados de coliformes termotolerantes acima do limite preconizado na Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou menor média (628,5 NMP/100 mL) e a 2ª e a 7ª campanha, a maior média, na qual todos os valores registrados foram acima de 160.000,0 NMP/100 mL. De modo geral, o 2º semestre apresentou o menor número

de pontos (10 amostras) com valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 para coliformes termotolerantes.

Ao longo do monitoramento foi observada variação das concentrações de coliformes termotolerantes entre as campanhas, sendo também registradas na 4ª campanha menores concentrações de coliformes termotolerantes, assim como alcalinidade, fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato e SDT, além de maiores concentrações de oxigênio dissolvido. Vale ressaltar que essas variações ocorreram de forma independente dos índices pluviométricos registrados. Sendo assim, estes resultados podem estar relacionados com o fato desta sub-região estar localizada em uma área de adensamento urbano com registro de fontes de esgotamento sanitário e industrial, onde a qualidade do efluente e a quantidade destinada para os corpos hídricos podem influenciar na qualidade da água monitorada.

Figura VI.47. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

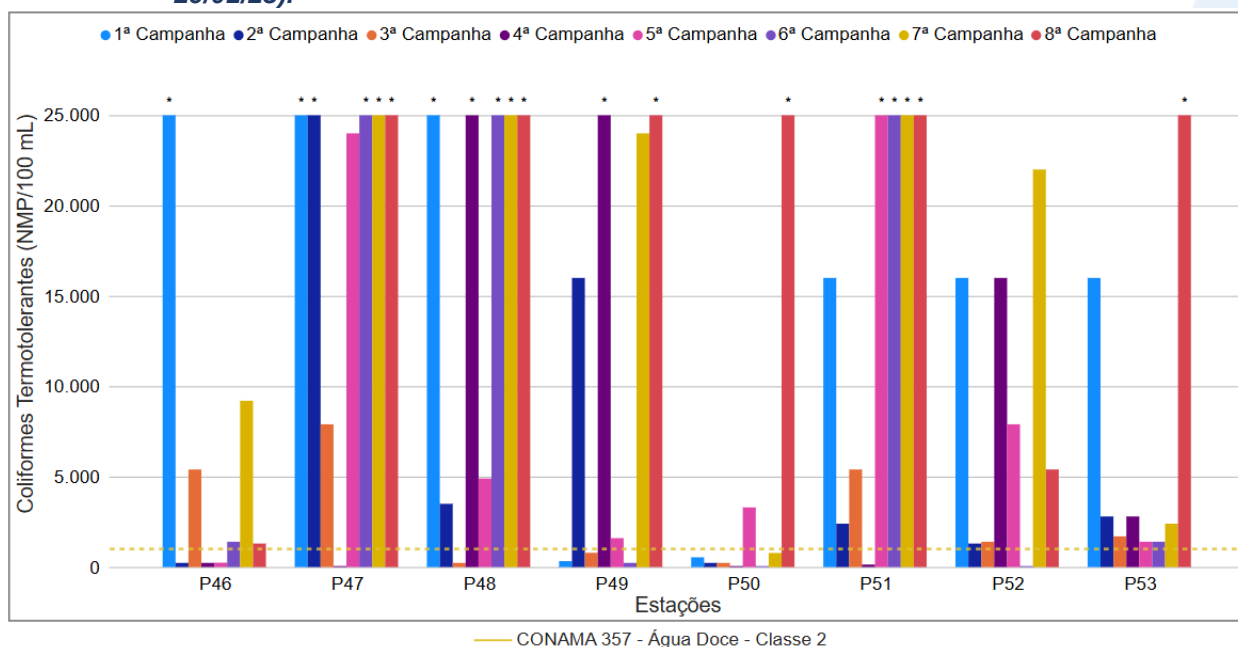
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.48), a média de coliformes termotolerantes na 7ª campanha foi de 67.297,5 NMP/100 mL, com mínima de 780,0 NMP/100 mL (P50) e máxima maior que 160.000,0

NMP/100 mL (P47, P48 e P51). Na 8ª campanha, a média encontrada foi maior que 120.837,5 NMP/100 mL, com variação entre 1.300,0 NPM/100 mL (P46) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P47, P48, P49, P50, P51 e P53). Além disso, no 4º semestre apenas P50 (7ª campanha) apresentou valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para coliformes termotolerantes.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha registrou a maior média de coliformes termotolerantes (120.837,5 NMP/100 mL) e a 3ª campanha, a menor média (2.881,3 NMP/100 mL). De modo geral, o 2º semestre apresentou o menor número de amostras em desacordo (nove amostras) com a resolução supracitada.

Nesta sub-região, os pontos monitorados apresentaram variações acentuadas distintas de coliformes termotolerantes durante o período de monitoramento. Vale ressaltar que P46 (1ª campanha), P50 (8ª campanha) e P53 (1ª e 8ª campanha) apresentaram aumento das concentrações de coliformes termotolerante, sendo estes esporádicos. Vale ressaltar que esses aumentos pontuais e a variação registrada nos demais pontos não foi registrada na mesma magnitude para os demais parâmetros monitorados ou de acordo com a variação registrada de pluviosidade. Além disso, com exceção de P50 e P53, que estão situados em áreas de mata com atividades agrícolas, os demais pontos estão situados em áreas de maior adensamento urbano e onde há registros de fontes poluidoras relacionadas ao esgotamento sanitário e industrial. Sendo assim, a variação destes parâmetros de forma independente pode estar relacionada à qualidade dos efluentes sanitários destinados a estes corpos hídricos.

Figura VI.48. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

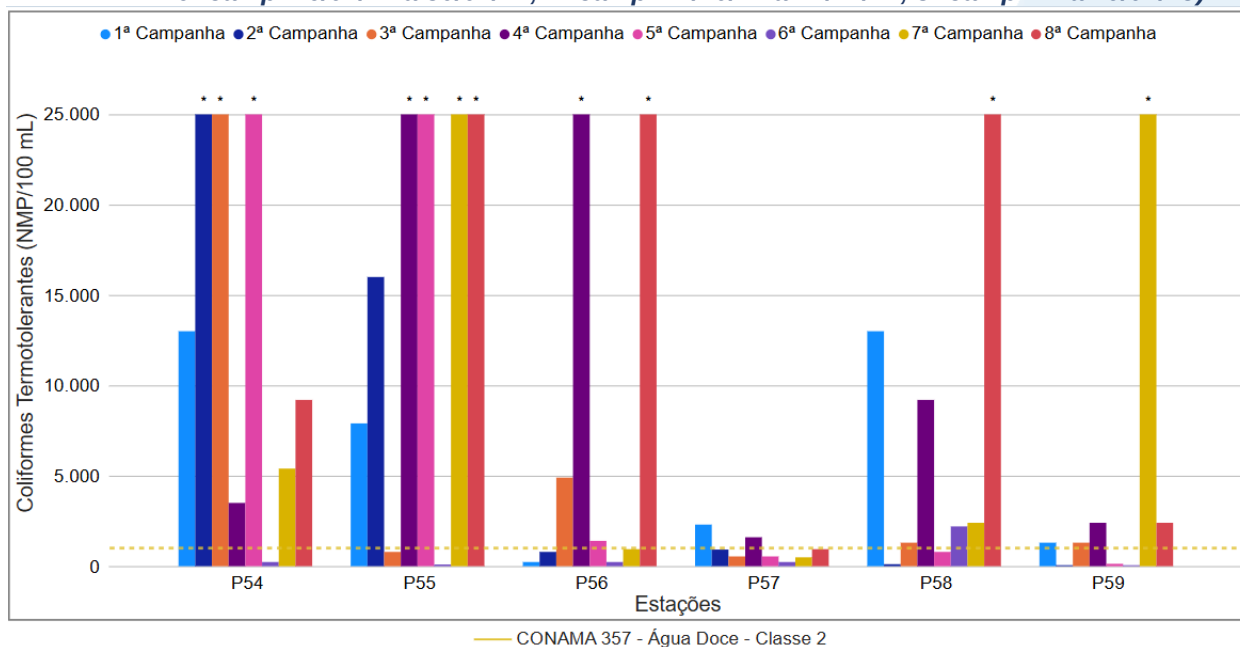
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.49), a média de coliformes termotolerantes durante a 7ª campanha foi de 32.871,7 NMP/100 mL, com variação entre 490,0 NMP/100 mL (P57) e valores acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P55). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 82.090,0 NMP/100 mL, com variação entre 940,0 NMP/100 mL (P57) e valores acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P55, P56 e P58). Os pontos monitorados P56 (7ª campanha) e P57 (7ª e 8ª campanha) apresentaram concentrações em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (82.090,0 NMP/100 mL) e a 6ª campanha, a menor (499,5 NMP/100 mL). De modo geral, o 3º semestre apresentou o menor número de amostras com valores maiores que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para coliformes termotolerantes.

De modo geral, os pontos de monitoramento apresentaram variações distintas da concentração de coliformes termotolerantes entre as campanhas de monitoramento. Vale ressaltar que P54 (2ª, 3ª e 5ª campanhas), P55 (4ª, 5ª, 7ª e 8ª campanhas) e P56 (4ª e 8ª campanhas), P58 (8ª campanha) e P59 (7ª campanha) apresentaram as

variações mais acentuadas. No entanto, não foi observado aumento para os demais parâmetros monitorados nestes pontos, assim como não foi possível relacionar este aumento com a pluviosidade. Sendo assim, essas variações podem estar associadas à qualidade do efluente proveniente das fontes antrópicas registradas nesses pontos de monitoramento, como atividades industriais e outras atividades diversas, além do possível aporte de esgoto sanitário de fontes não registradas.

Figura VI.49. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

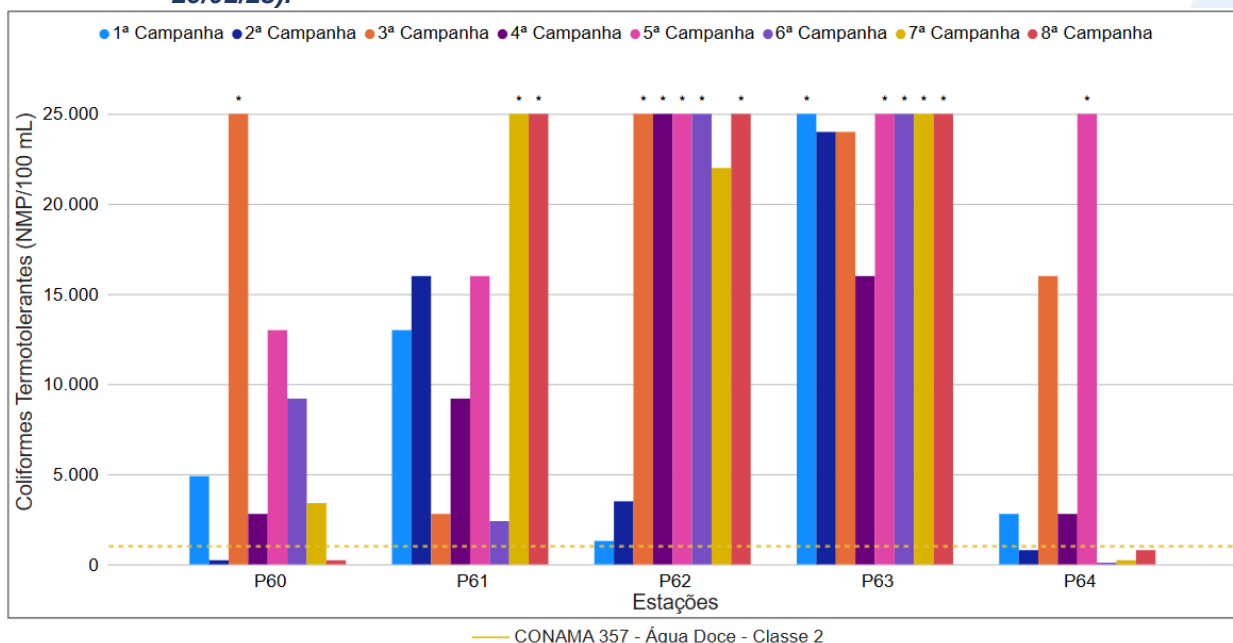
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.50), a média de coliformes termotolerantes durante a 7ª campanha foi maior que 69.126,0 NMP/100 mL, com variação entre 230,0 NMP/100 mL (P64) e valor maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P61 e P63). Na 8ª campanha, a média encontrada foi maior que 96.204,0 NMP/100 mL, com variação entre 230,0 NMP/100 mL (P60) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P61, P62 e P63). Vale ressaltar que durante o 4º semestre apenas P64 (7ª e 8ª campanha) e P60 (8ª campanha) apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes

(96.204,0 NMP/100 mL) e a 2ª campanha, a menor média (8.904,0 NMP/100 mL). De modo geral, os semestres monitorados apresentaram amostras em desacordo com a legislação de referência similares.

De modo geral, a concentração de coliformes termotolerantes apresentou variação distinta entre as campanhas e pontos de monitoramento, sendo registradas, apenas em P60 (2ª e 8ª campanhas) e P64 (2ª, 6ª, 7ª e 8ª campanhas) concentrações inferiores (abaixo do limite estabelecido na legislação de referência). Entretanto, a variação observada para coliformes termotolerantes aparentemente não está relacionada com o índice pluviométrico e com os demais parâmetros monitorados nesta sub-região. As bactérias do grupo coliformes são indicativas de contaminação fecal, uma vez que estão presentes no intestino humano e animal, sendo assim essa variação pode estar relacionada ao descarte de fontes de efluente sanitário não registradas. Vale ressaltar que nessa sub-região apenas a área próxima a P61 possui registro de fonte de esgotamento sanitário, já P63 e P64 não possuem fonte antrópicas registradas em sua área de abrangência.

Figura VI.50. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

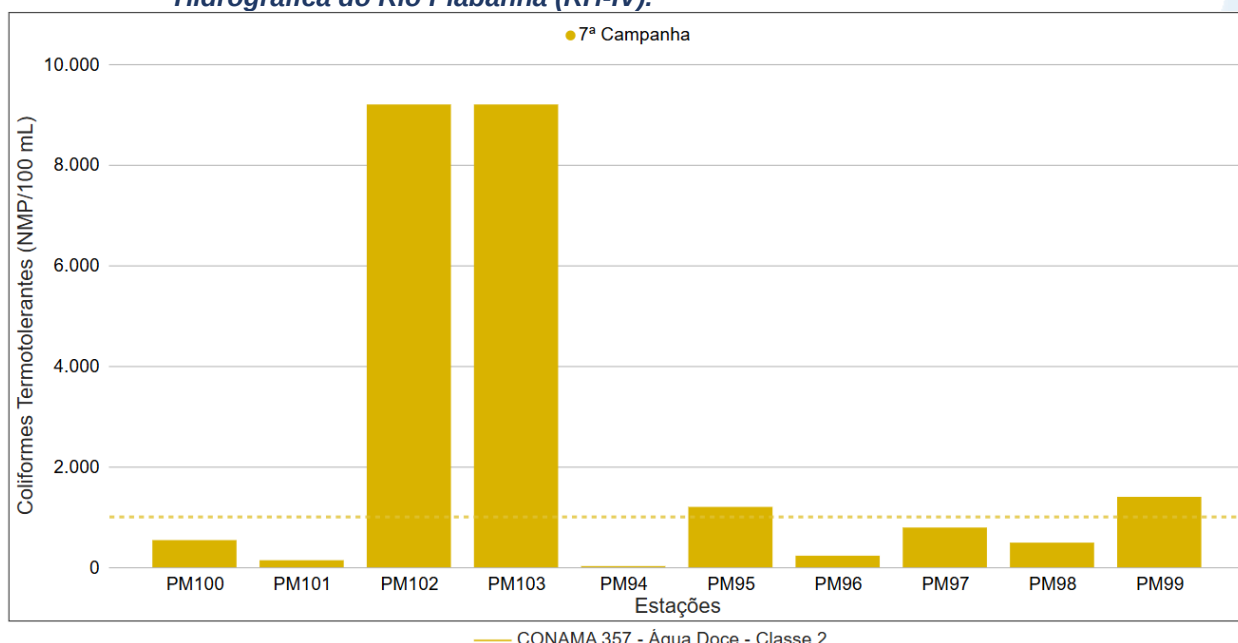


Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.51) apresentaram média de coliformes termotolerantes igual a 2.321,3 NMP/100 mL, sendo a concentração mínima registrada de 23,0 NMP/100 mL (PM94) e máxima de 9.200,0 NMP/100 mL (PM102).

Dentre os pontos móveis monitorados, PM95, PM99, PM102 e PM103 apresentaram valores de coliformes termotolerantes acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. A variação registrada para esse parâmetro ocorreu de forma independente dos demais resultados obtidos, incluindo pluviosidade e vazão. A presença de coliformes termotolerantes é um indicativo de aporte de efluente, principalmente de origem sanitária. Embora não existam registros formais de sistemas de esgotamento sanitário nas proximidades desses pontos, os resultados sugerem a possibilidade de descarte irregular de efluentes na região.

Figura VI.51. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Legenda: * Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada maior média geral maior que 81.213,06 NMP/100 mL no 4º semestre, sendo a menor média geral registrada no 2º semestre (64.032,47 NMP/100 mL). Na 7ª campanha foi encontrada média maior que 71.851,40 NMP/100 mL, com valores entre 23,0 (P30) e maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P05, P16, P17, P18, P21, P22, P28, P33, P35, P36 a P45, P47, P48, P51, P55, P61 e P63). Já na 8ª campanha a média geral foi maior que 90.574,7 NMP/100 mL, com valores entre 230,0 NMP/L (P01) e maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P05, P06, P12, P16, P17, P18, P19, P21, P32, P33, P35, P37, P38, P39, P42, P43, P44, P45, P47, P48, P49, P50, P51, P53, P55, P56, P58, P61, P62 e P63). Dentre as campanhas de monitoramento, a 8ª campanha apresentou a maior média do período (90.574,7 NMP/100 mL), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (53.029,4 NMP/100 mL). A distribuição espacial de coliformes termotolerantes encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.52 e Figura VI.53.

Figura VI.52. Mapa representativo da distribuição espacial de Coliformes Termotolerantes registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

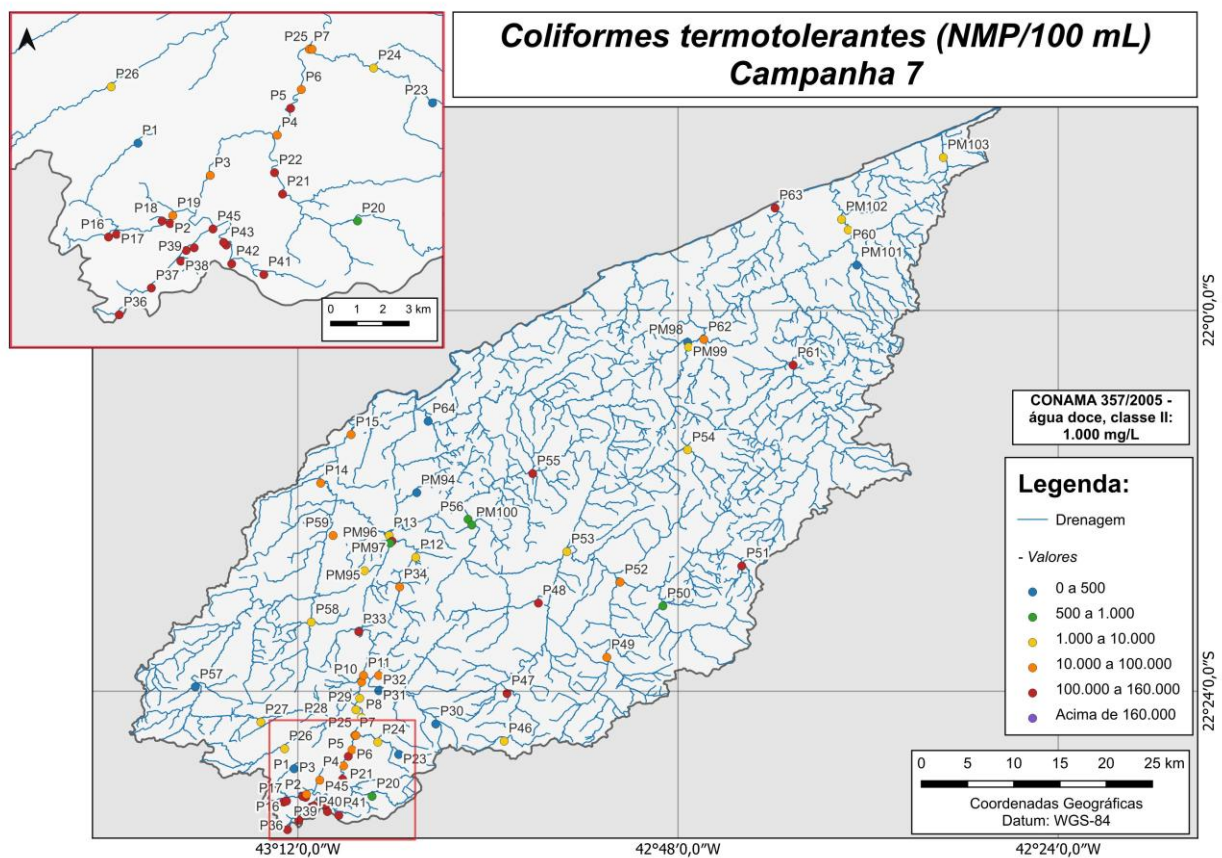
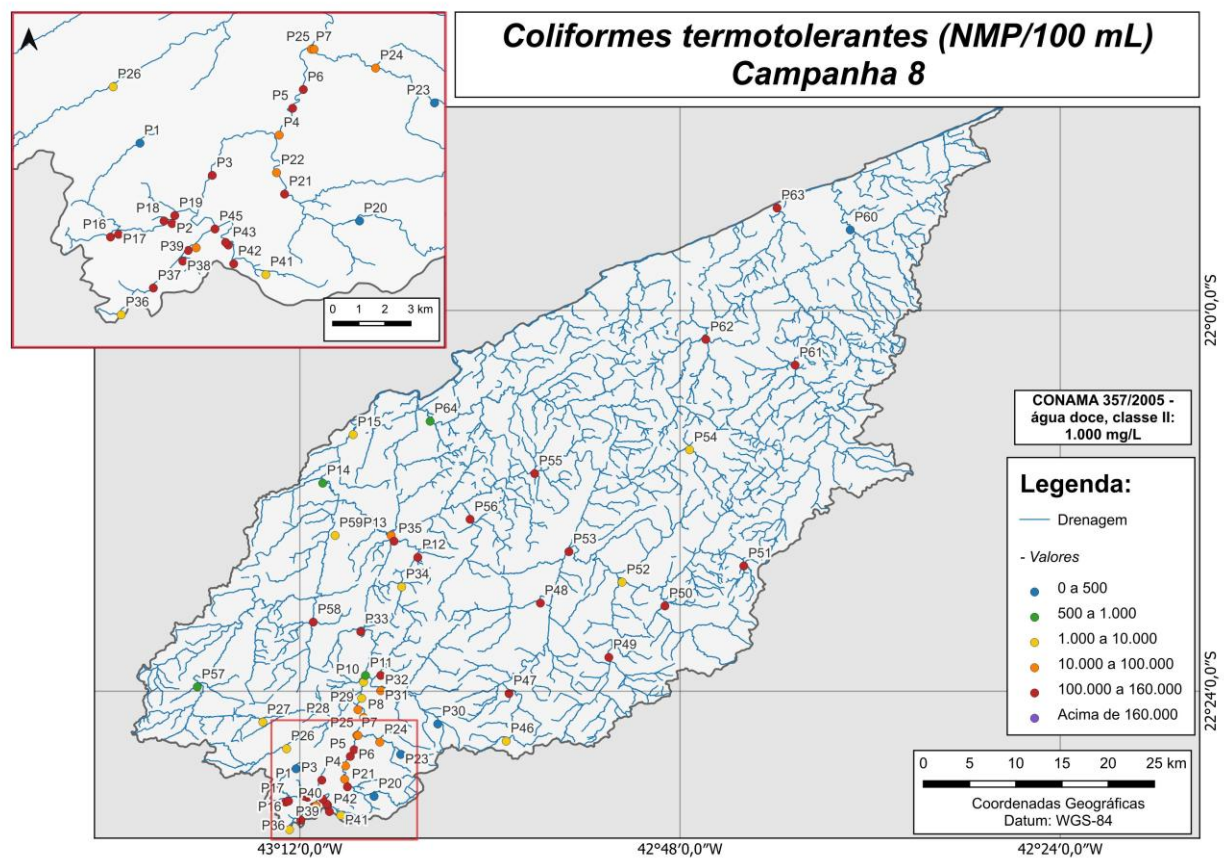


Figura VI.53. Mapa representativo da distribuição espacial de Coliformes Termotolerantes registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região RQR apresentou as maiores concentrações de coliformes termotolerantes, com exceção do 2º semestre onde a maior concentração foi registrada na sub-região ARP. Já as menores concentrações foram registradas de forma distinta, sendo na sub-região do RPRPS no 2º semestre, RPRB no 2º semestre, RFRP no 3º semestre e RP no 4º semestre.

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RQR e as demais, com exceção de RP. A sub-região ARP também apresentou diferença em relação às sub-regiões RPRB e RFRP. Já a sub-região do RP também se diferenciou de RFRP (Figura VI.54 e Figura VI.55).

Figura VI.54. Boxplots de coliformes termotolerantes, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

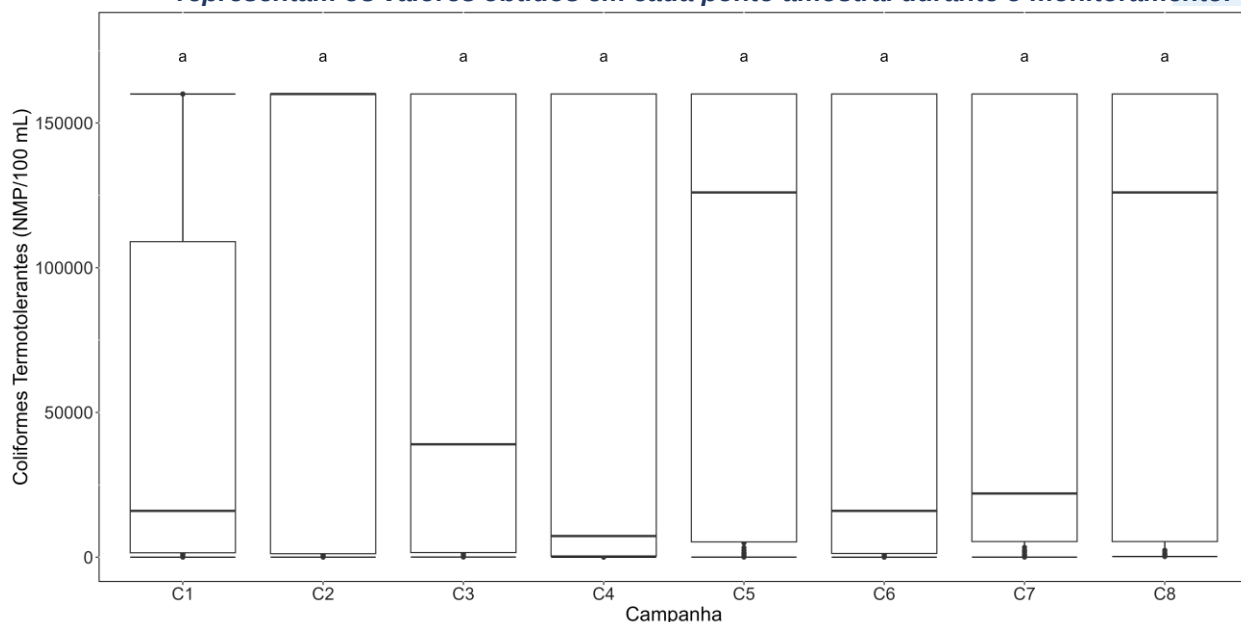
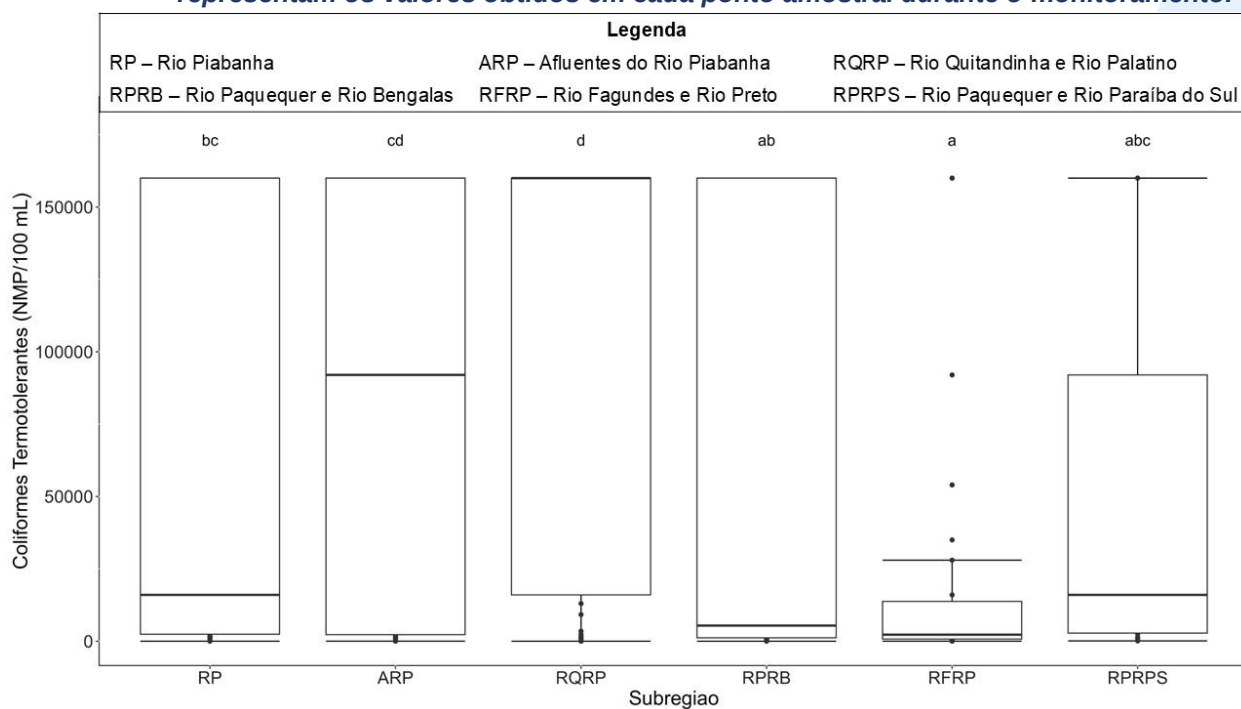


Figura VI.55. Boxplots de coliformes termotolerantes, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.6 Alcalinidade

A alcalinidade total é composta principalmente por carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que atuam com ação tampão, sendo capazes de neutralizar ácidos. Desta forma, atuam 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 o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados a seguir e divididos por sub-região.

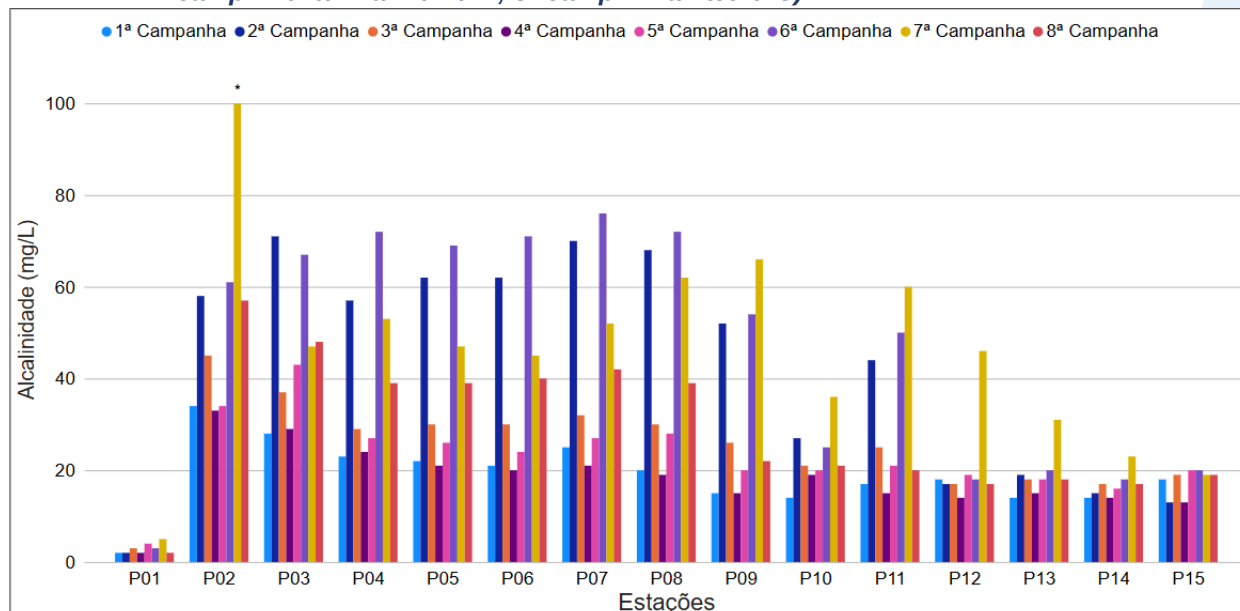
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.56), a média de alcalinidade durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 47mg/L, com valores entre 5,0 mg/L (P01) e 113 mg/L (P02). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 29,33 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P01) e máxima de 57 mg/L (P02).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (47 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (18,27 mg/L).

De modo geral, a 6ª e 7ª campanha apresentaram maiores valores de alcalinidade durante o monitoramento, na maioria dos pontos da sub-região do Rio Piabanha, indicando um aumento da concentração de íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, independentemente do índice pluviométrico ou vazão registrada. Vale ressaltar que os parâmetros SDT e condutividade na 6ª campanha e pH na 6ª e 7ª campanha também apresentaram concentrações sutilmente mais elevadas na maioria dos pontos monitorados nessa sub-região, corroborando com o aumento de íons.

Cabe salientar que 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).

Figura VI.56. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



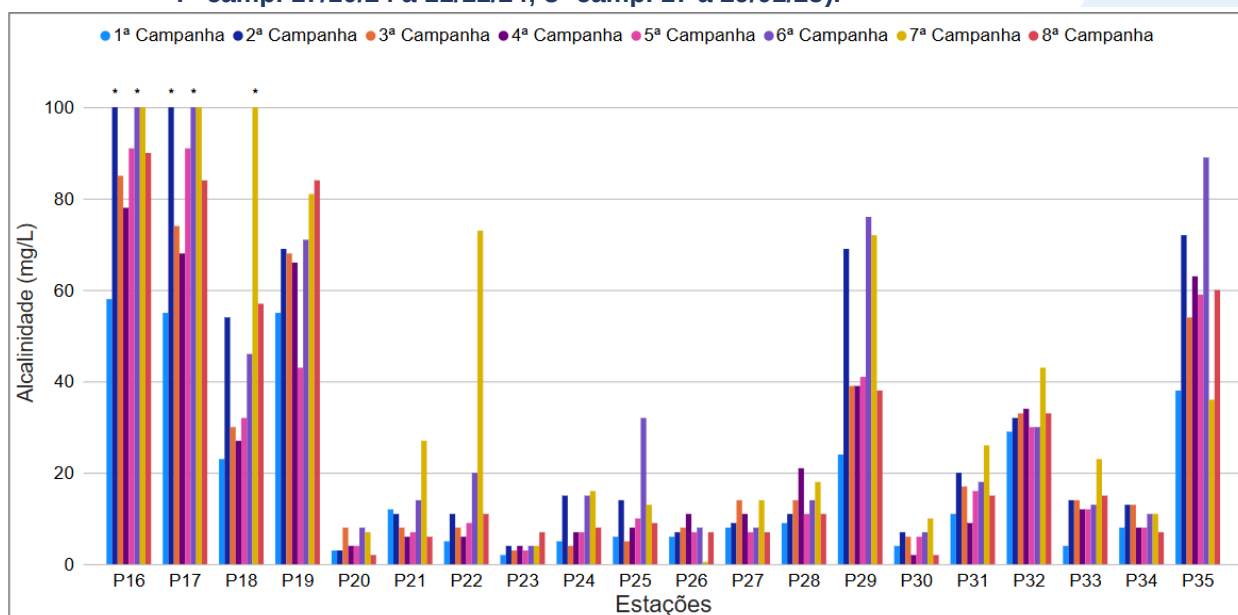
Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.57), durante a 7ª campanha apresentaram média de alcalinidade de 43 mg/L, com valores abaixo do limite de quantificação, <1 mg/L (P26) e 178 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 28 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P20) e máxima de 90 mg/L (P16).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (43 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (18 mg/L).

De modo geral, em todas as campanhas os pontos P16, P17, P18, P19, P29, P32 e P35 apresentaram maiores valores em relação aos demais pontos, assim como menor concentração de oxigênio dissolvido e maiores concentrações de condutividade, coliformes termotolerantes, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo total. Vale ressaltar que além destes pontos, em P25 durante a 6ª campanha foi registrado aumento abrupto de alcalinidade, assim como observado para DBO, DQO, coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total e ortofosfato. O ponto amostral de P22, durante a 7ª campanha, também apresentou aumento acentuado da alcalinidade, assim como dos parâmetros condutividade, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo total, além de menor concentração de oxigênio dissolvido.

Cabe salientar que esses aumentos pontuais, registrados em P25 e P22, não foi associada a variação da vazão e da pluviosidade. Entretanto, próximo a esses pontos há registros de fontes de esgotamento sanitário que podem estar contribuindo para o aumento destas concentrações.

Figura VI.57. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 (mg/L)

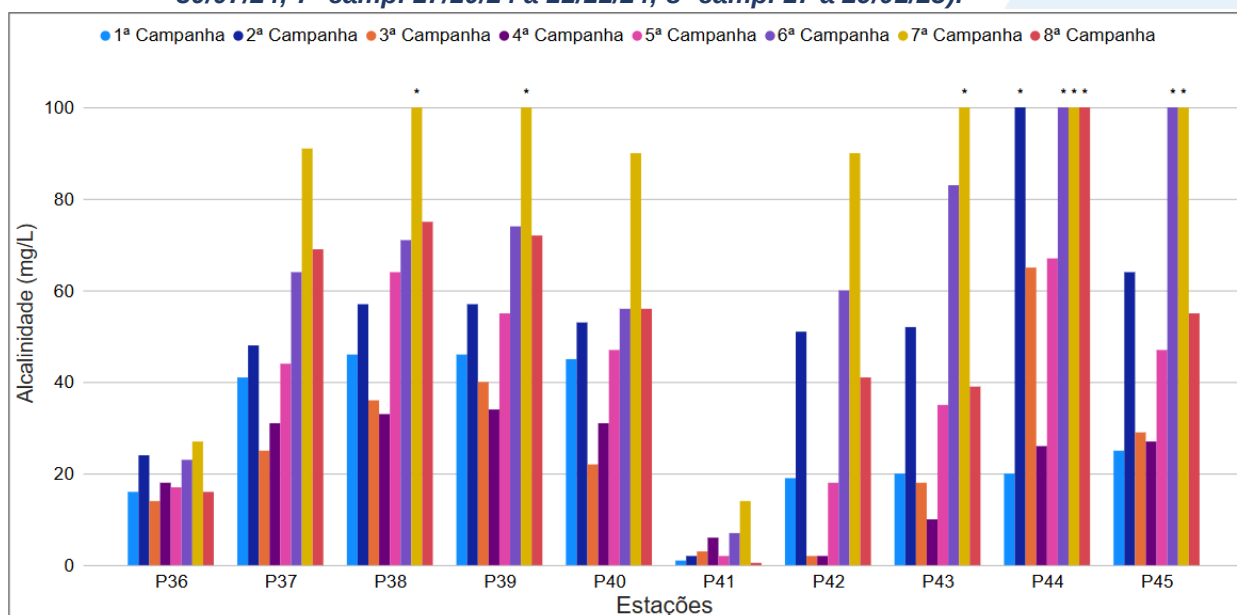
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.58) apresentou média de alcalinidade de 108 mg/L, com mínima de 14 mg/L (P41) e máxima de 216 mg/L (P44) durante a 7ª campanha. Já a 8ª campanha de monitoramento apresentou média de 53 mg/L, com valores abaixo do limite de detecção, 1 mg/L (P41) e 102 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados ao longo do período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a 7ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (108 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (22 mg/L).

De modo geral, P41 apresentou menores valores de alcalinidade, assim como dos demais parâmetros monitorados ao longo do período de monitoramento. Já os demais pontos da sub-região apresentaram variação da alcalinidade ao longo do período monitorado, independentemente do índice pluviométrico registrado, sendo as maiores

concentrações registradas principalmente na 7ª campanha, com exceção de P44 e P45 que já apresentavam maiores valores de alcalinidade. A variação registrada para alcalinidade nesta campanha foi similar à encontrada em alguns pontos amostrais para os parâmetros condutividade, nitrogênio total e amoniacal, corroborando que a alcalinidade está associada ao aumento do aporte de íons nos corpos hídricos. Vale ressaltar que, nesta sub-região, o aumento do aporte pode estar relacionado com as fontes de esgotamento sanitário e industrial cadastradas na região.

Figura VI.58. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 (mg/L)

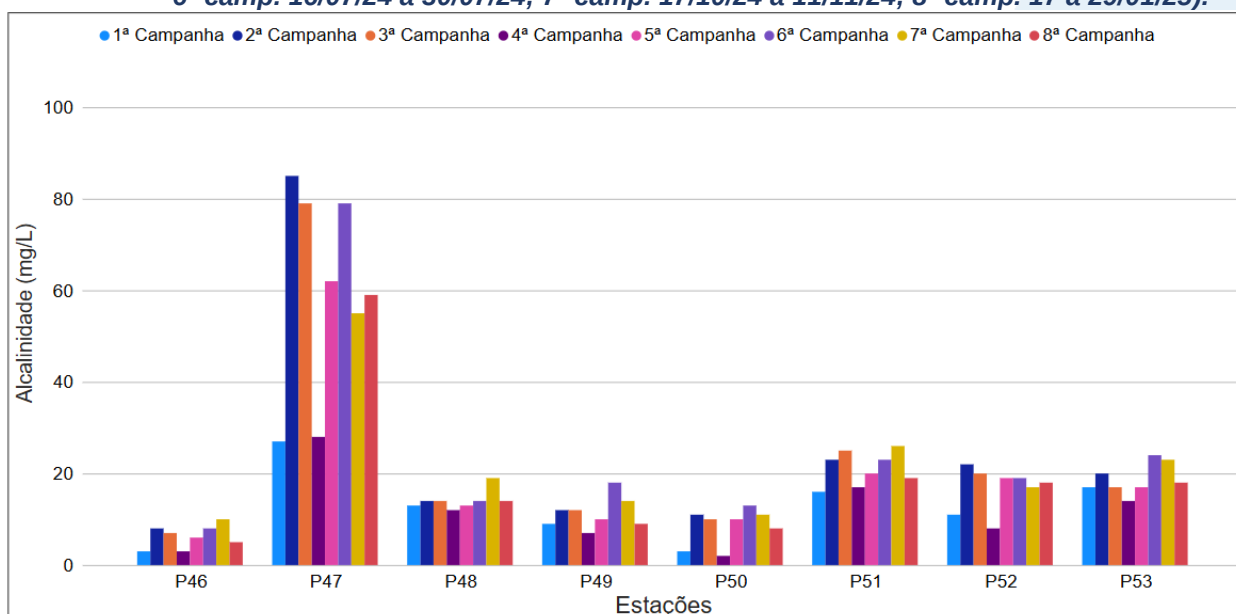
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.59), a média de alcalinidade foi de 22 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 10 mg/L (P46) e máxima de 55 mg/L (P47). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 19 mg/L, com mínima de 5 mg/L (P46) e máxima de 59 mg/L (P47).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (25 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (11 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer e Rio Bengalas apresentaram variações sutis da alcalinidade ao longo do período de

monitoramento, com exceção de P47. Este ponto apresentou maiores concentrações durante a, 2ª, 3ª, 5ª e 6ª campanhas. Valer ressaltar que este ponto de monitoramento fica situado em uma área de adensamento urbano, com registros de ocorrência de fontes de contaminação oriundas do esgotamento industrial e sanitário. Além disso, nas campanhas citadas, P47 também apresentou maiores concentrações de fósforo total, nitrogênio total e SDT.

Figura VI.59. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



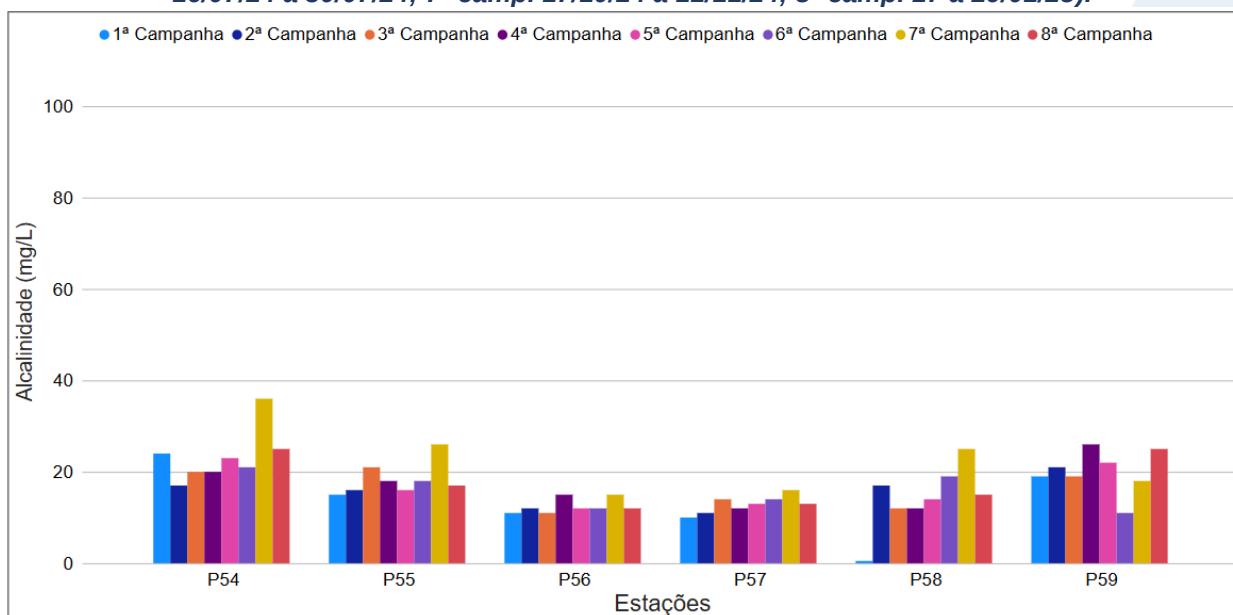
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.60), a média de alcalinidade foi de 23 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 15 mg/L (P56) e máxima de 36 mg/L (P54). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 18 mg/L, com mínima 12 mg/L (P56) e máxima de 25 mg/L (P54).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (23 mg/L) e a 1ª campanha a menor (13 mg/L).

Ao considerar os resultados obtidos durante o período de monitoramento, os pontos da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto apresentaram variações sutis da alcalinidade entre as campanhas. Sendo assim, não foi observada uma variação da

alcalinidade em relação aos índices pluviométricos, aos parâmetros monitorados e as fontes antrópicas registradas nessa sub-região.

Figura VI.60. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

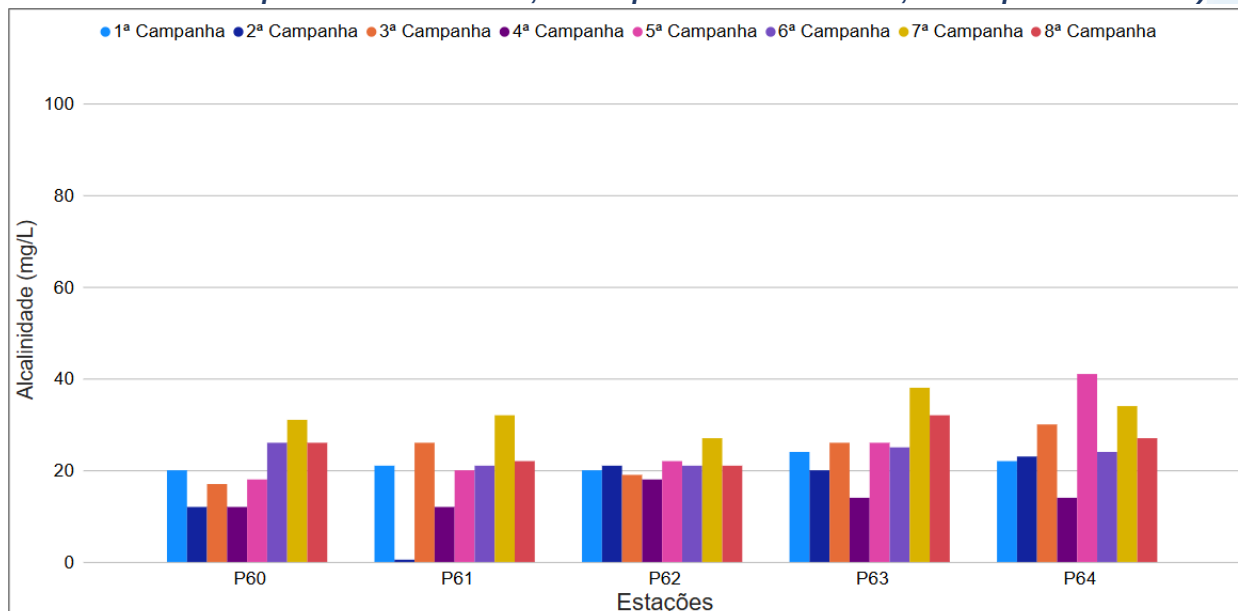


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.61), a média de alcalinidade foi de 32 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 27 mg/L (P62) e máxima de 38 mg/L (P63). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 26 mg/L, com mínima de 21 mg/L (P62) e máxima de 32 mg/L (P63).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (32 mg/L) e a 4ª campanha a menor (14 mg/L).

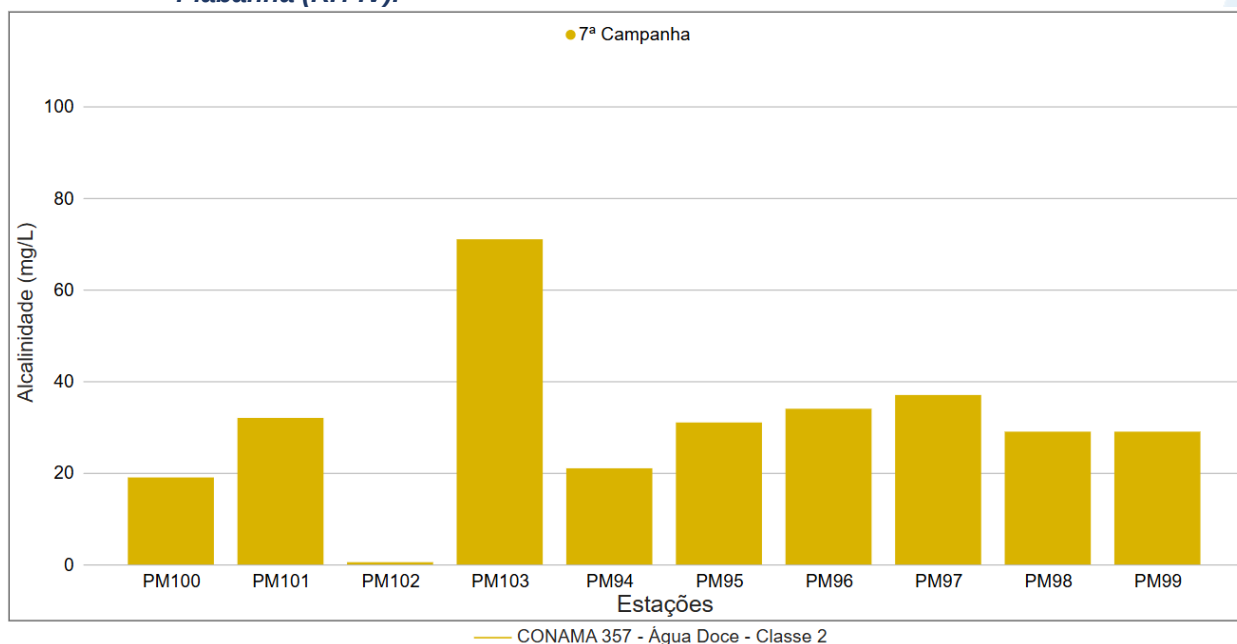
Todos os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer e Paraíba do Sul apresentaram valores de alcalinidade semelhantes ao longo do período monitorado, com exceção de P61 que apresentou um declínio na 2ª campanha. Este fator pode estar relacionado com a diminuição de outros íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos no ambiente, entretanto, vale lembrar que estes parâmetros não são avaliados neste monitoramento. Além disso, vale ressaltar que essa variação ocorreu independente dos demais parâmetros monitorados, da pluviosidade, da vazão obtida nas campanhas ímpares e das fontes antrópicas registradas nessa sub-região.

Figura VI.61. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.62) apresentaram média de alcalinidade de 30 mg/L, com variação entre valor menor que o limite de detecção, 1 mg/L (PM102) e 71 mg/L (PM103). De modo geral, as concentrações de registradas de alcalinidade junto aos demais parâmetros não apresentaram indicação de contaminação. Além disso, não houve variação em relação a pluviosidade, vazão e/ou aos registros de fontes antrópicas. A maior concentração registrada em PM103 pode estar associada a atividade biológica natural, como a presença de macrófitas aquáticas registradas no relatório fotográfico.

Figura VI.62. Distribuição da Alcalinidade registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de alcalinidade de 39,3 mg/L no 4º semestre, sendo essa superior às médias registradas nos demais semestres de monitoramento. Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 49 mg/L, com resultados menor que o limite de detecção, 1 mg/L (P26) e 216 mg/L (P44). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 30 mg/L, com resultados menor que o limite de detecção, 1 mg/L (P41) e 102 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 7ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (49 mg/L), enquanto a 1ª e 4ª campanha apresentaram a menor (19 mg/L). A distribuição espacial da alcalinidade encontrada no 4º semestre 7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.63 e Figura VI.64.

Figura VI.63. Mapa representativo da distribuição espacial da Alcalinidade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

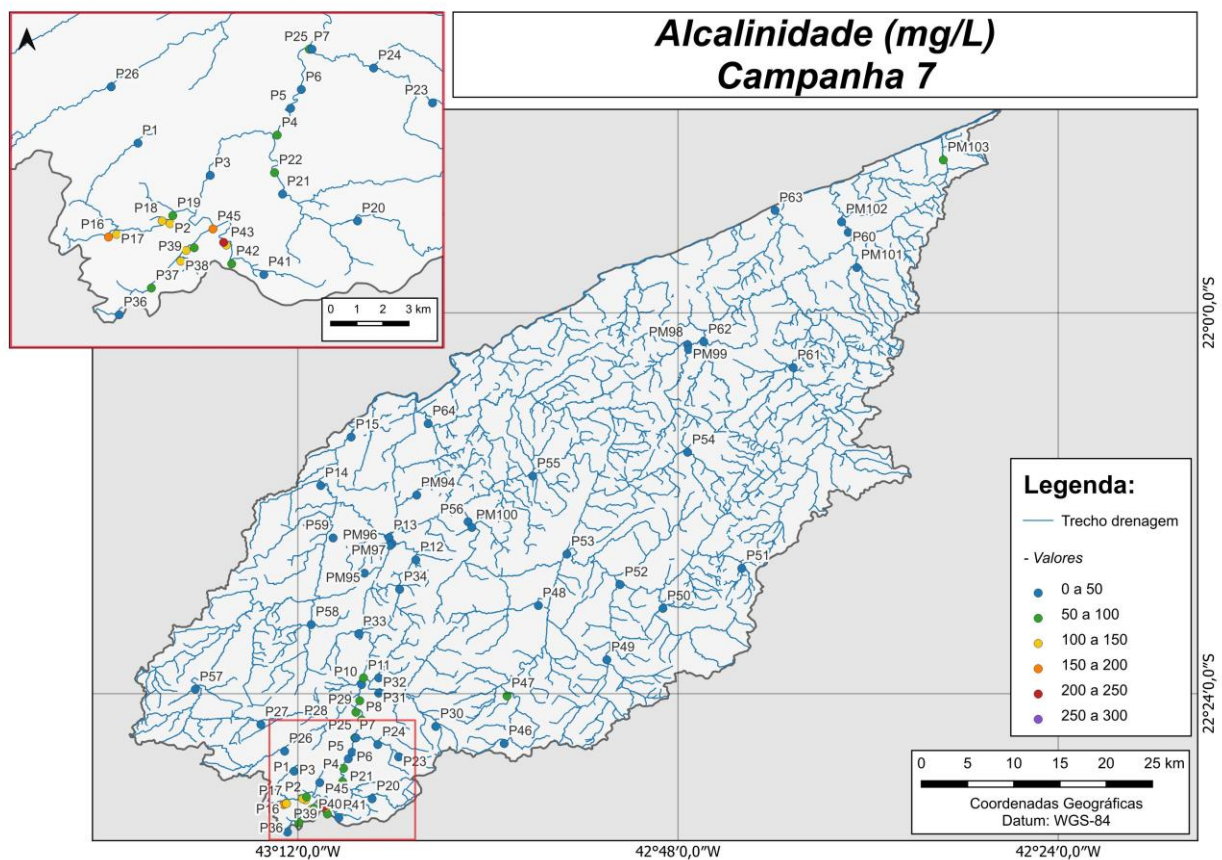
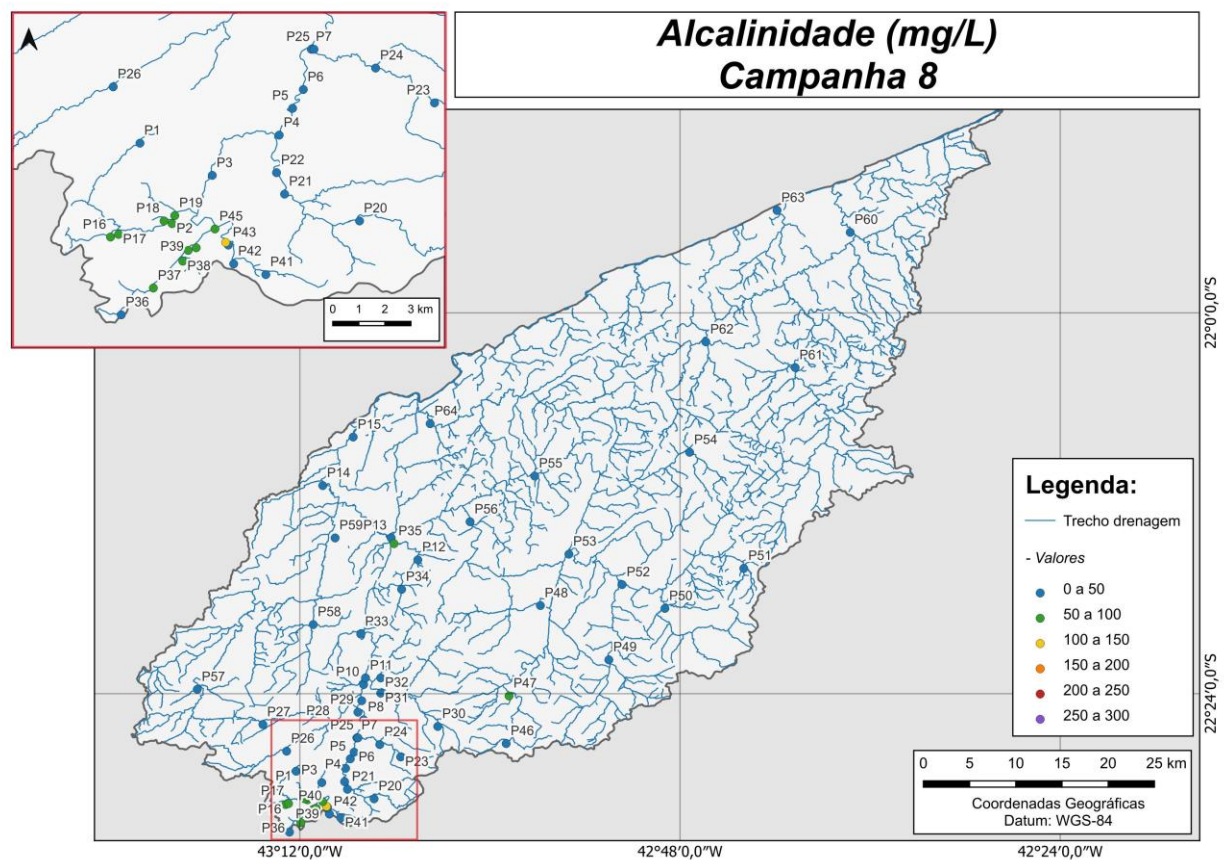


Figura VI.64. Mapa representativo da distribuição espacial da Alcalinidade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores concentrações médias semestrais de alcalinidade, com exceção do 2º semestre onde a máxima foi registrada na sub-região ARP. Já as menores concentrações médias semestrais foram registradas na sub-região do RFRP ao longo do monitoramento.

Para o parâmetro alcalinidade, a 1ª e 4ª campanha apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à 6ª e 7ª campanha, além da 7ª campanha que também se diferiu da 1ª, 3ª, 4ª e 5ª campanha. Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre RP e RQRP e as demais sub-regiões, com exceção de RPRPS (Figura VI.65 e Figura VI.66).

Figura VI.65. Boxplots da Alcalinidade, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

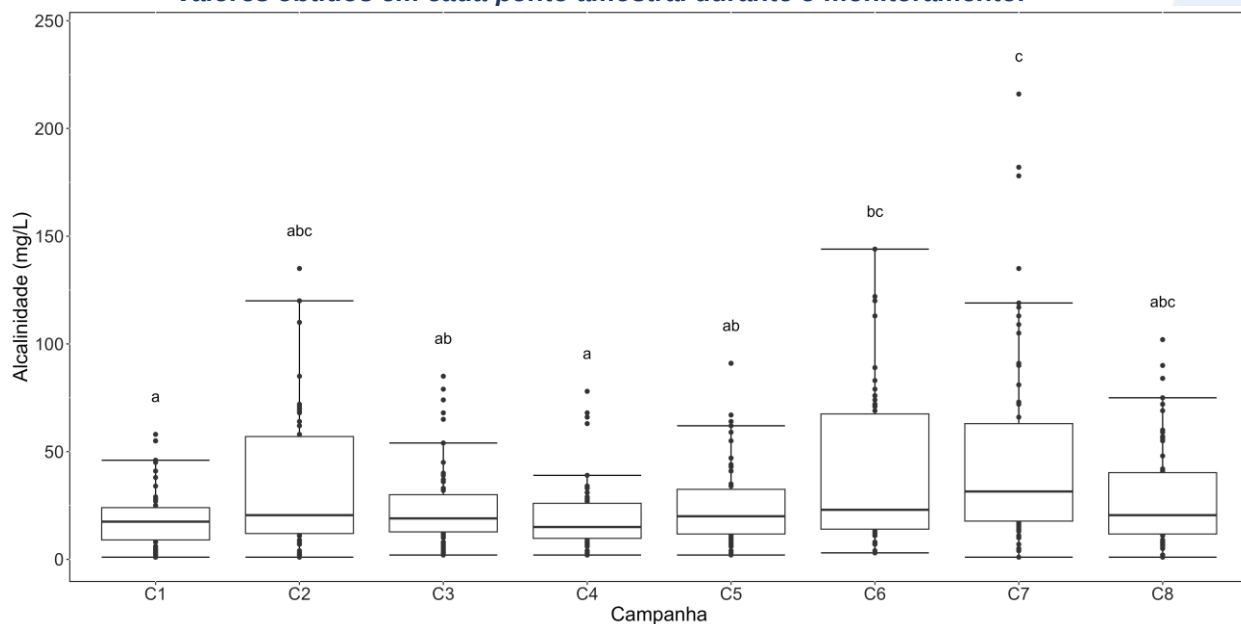
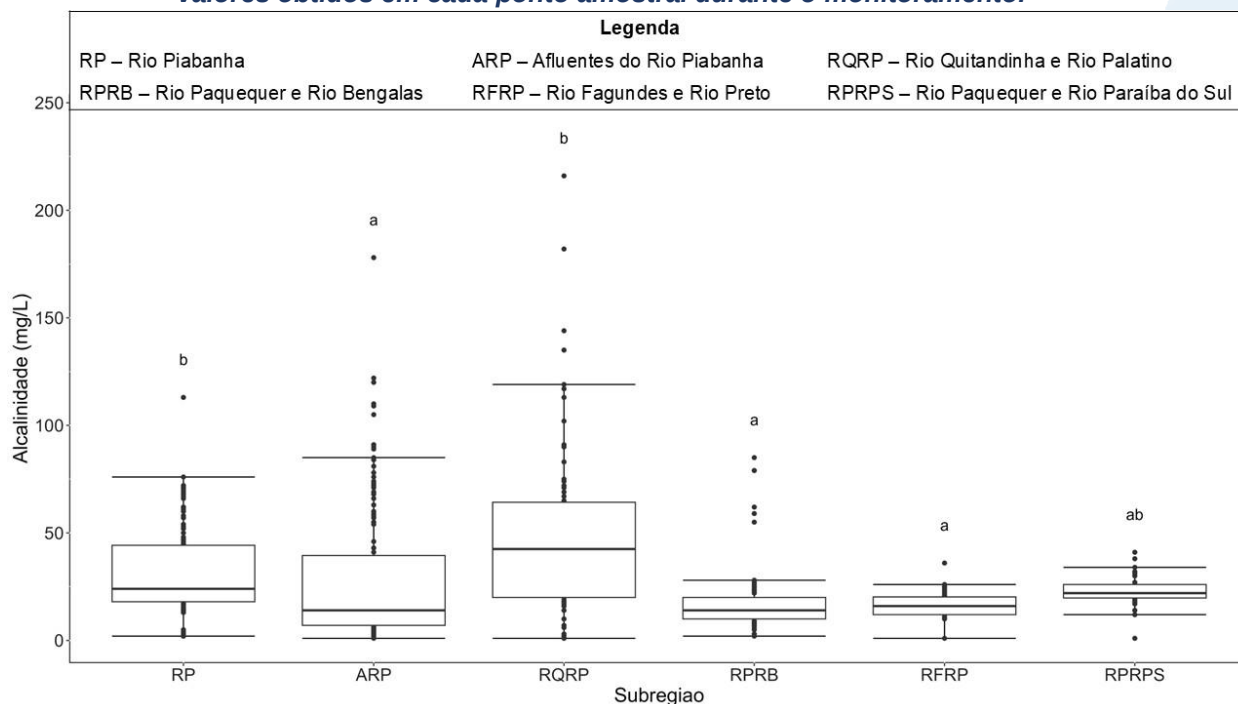


Figura VI.66. Boxplots da Alcalinidade, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.7 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 zooplancônicos e macroinvertebrados (CETESB, 2014). A Resolução CONAMA nº 357/05 determina para Água Doces, Classe 2, valor máximo de DBO de 5,0 mg/L.

Os valores de DBO registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

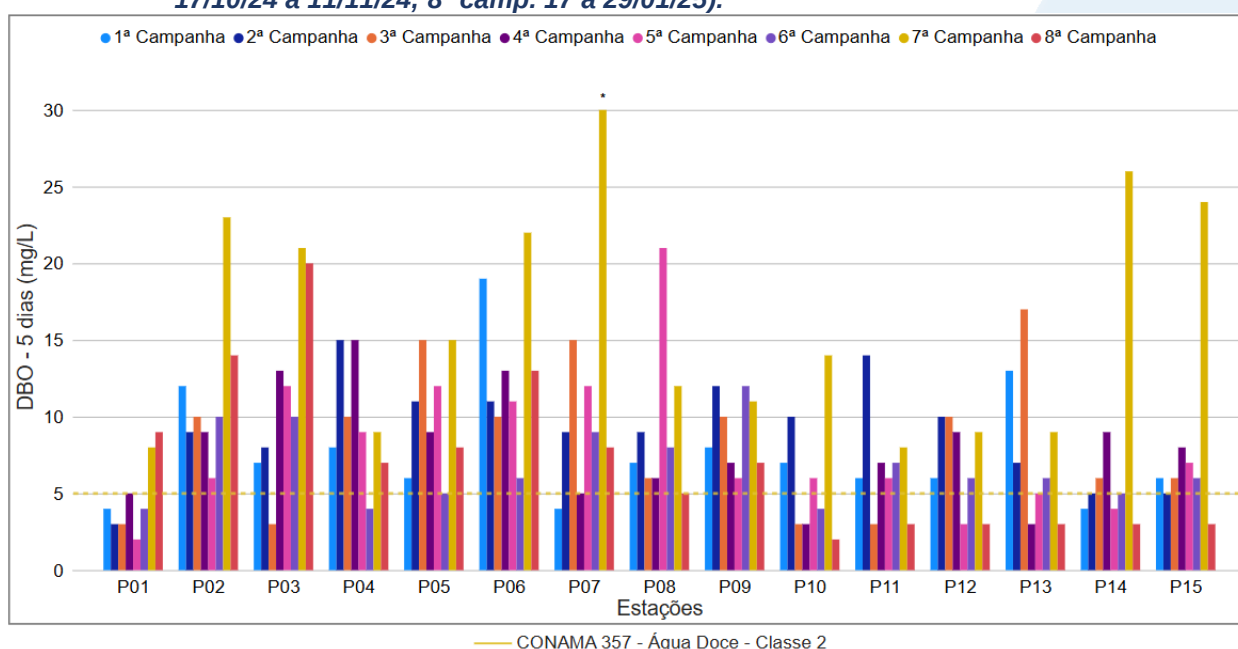
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.67), a média de DBO durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 17 mg/L, com mínima de 8 mg/L (P01) e máxima de 40 mg/L (P07). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 7 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P10) e máxima de 20 mg/L (P03). Durante a 7ª campanha todos os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram valores de DBO acima do estabelecido na Resolução CONAMA 35/05. Já na 8ª campanha os pontos P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07 e P09 também apresentaram valores acima do preconizado na legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25) foi observada uma variação sutil nas médias de DBO, que ficaram entre 7 mg/L e 9 mg/L, com exceção da 7ª campanha que apresentou um aumento isolado (17 mg/L).

Ao observar os resultados de DBO durante todo o período de monitoramento, foi possível observar uma variação distinta entre os pontos monitorados, independentemente do período, do índice pluviométrico ou da vazão registrada. As maiores variações foram observadas em P11 (2ª campanha), P13 (3ª campanha), P8 (5ª campanha), P9 (2ª e 6ª campanha), P01, P02, P03, P06, P07, P10, P14 e P15 (7ª campanha). De modo geral, essas variações acentuadas não ocorreram de acordo com a variação dos demais parâmetros monitorados, com exceção de P09 que apresentou maiores concentrações de ortofosfato, DQO, condutividade e alcalinidade na 2ª e 6ª

campanha. Sendo assim, essa variação de DBO mais acentuada pode estar relacionada com a presença de fontes antrópicas ricas em material orgânico, como esgoto doméstico e material vegetal. Vale destacar que a maioria destes pontos apresentam uma faixa de vegetação marginal, além de ser uma região com registros de fontes antrópicas, como aporte de esgoto sanitário e industrial, entre outros.

Figura VI.67. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



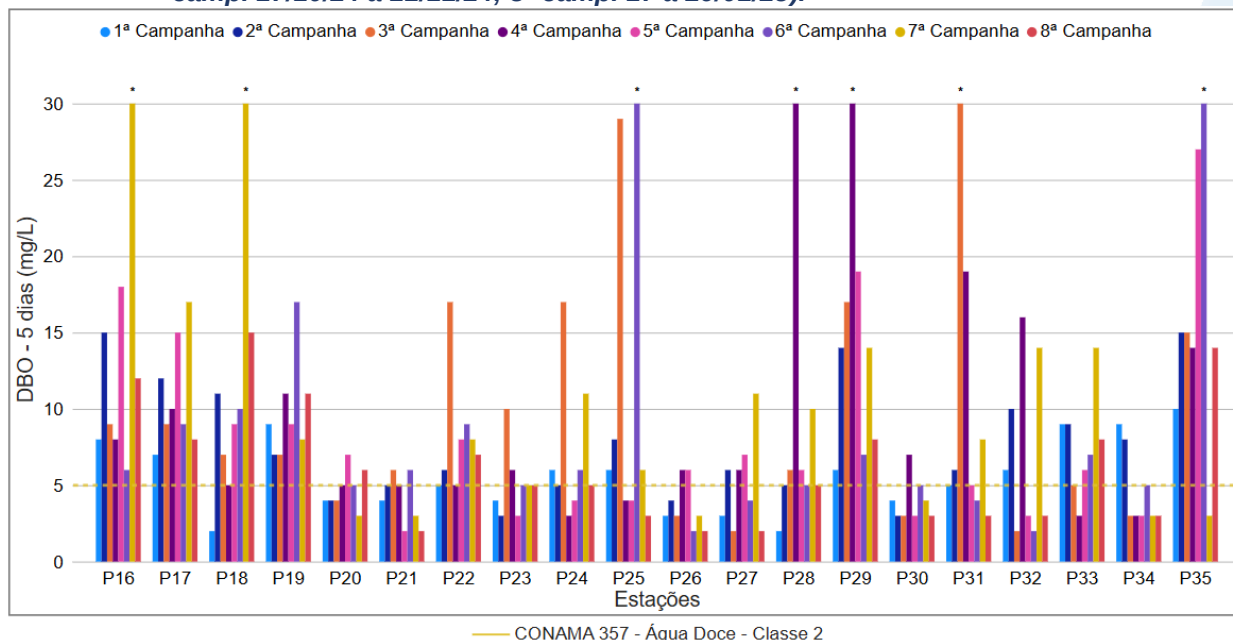
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.68), a média de DBO durante a 7ª campanha foi de 12 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P20) e 56 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 6 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P21) e 15 mg/L (P18). Os pontos amostrais P20, P21, P23, P26, P30, P34 e P35 durante a 7ª campanha e os pontos de monitoramento P21, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P30, P31, P32, e P34 na 8ª campanha apresentaram valores de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de DBO (12 mg/L) e a 1ª e 8ª campanha, a menor (6 mg/L). De modo geral, os semestres de monitoramento apresentaram quantidade de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº

357/05 semelhantes, sendo registrado 25 amostras em descordo no 2º semestre, e 23 amostras durante o 1º e 3º semestre, 22 amostras no 4º semestre.

Ao longo do período de monitoramento foram registradas variações das concentrações de DBO na maioria dos pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha, onde as variações mais acentuadas ocorreram independentemente da campanha, índice pluviométrico e vazão. Essas variações mais acentuadas ocorreram na 2ª campanha em P18, na 3ª campanha em P22, P23, P24, P25 e P31, na 4ª campanha em P28 e P29, na 5ª campanha em P16 e P17 e em P35 na 6ª campanha de monitoramento. Além disso, durante as campanhas supracitadas, estes pontos também registraram maiores concentrações de SST e turbidez. Já durante a 7ª campanha foi registrado aumento acentuado de DBO em P16 e P18, assim como aumento da concentração de DQO, entretanto não houve variação similar dos demais parâmetros monitorados ou variação da pluviosidade e vazão que pudesse ser relacionado a este aumento. Vale ressaltar que, com exceção de P23, estes pontos ficam localizados em áreas com adensamento urbano e registro de fontes potencialmente poluidoras, como esgotamento sanitário e industrial, podendo estes fatores influenciarem no maior aporte de partículas orgânicas alóctones de difícil degradação.

Figura VI.68. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 30 mg/L

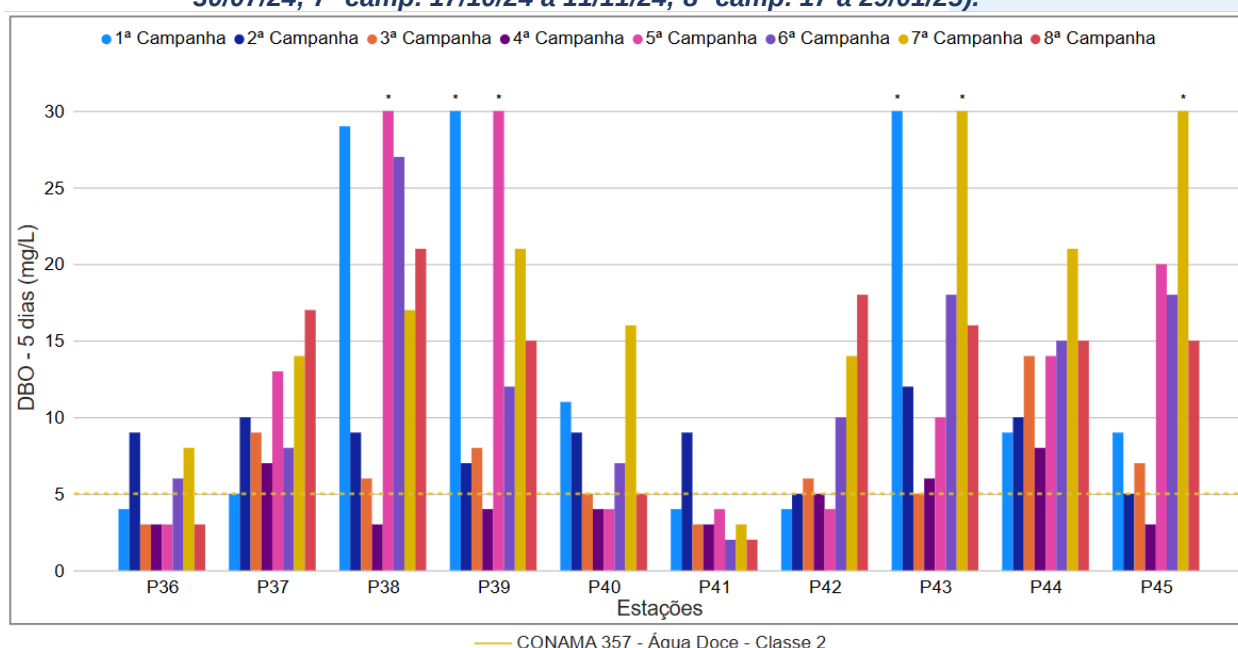
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.69) apresentou média de DBO de 22 mg/L na 7ª campanha, com mínima de 3 mg/L (P41) e máxima de 64 mg/L (P43). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 13 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P41) e máxima de 21 mg/L (P38). Vale ressaltar que durante o 4º semestre apenas P36, P40 (8ª campanha) e P41 (7ª e 8ª campanha) apresentaram valores de DBO de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de DBO (22 mg/L) e a 4ª campanha a menor média (5 mg/L). O 2º semestre apresentou o menor número de pontos (nove amostras) com valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para DBO.

De modo geral, as concentrações de DBO ao longo do monitoramento apresentaram maiores variações de formas distintas entre os pontos monitorados e independentemente dos índices pluviométricos registrados. Vale ressaltar que nesta sub-região há registros de fontes de esgotamento de esgoto sanitário e industrial, que podem fornecer cargas distintas de material orgânico ao longo do monitoramento.

Dentre as variações registradas, se destaca as maiores concentrações registradas em P43 na 1ª e 7ª campanha, P36 e P41 na 2ª campanha, P38, P39 e P45 na 5ª campanha, P40, P43, P44 e P45 na 7ª campanha, além de P42 na 8ª campanha. Vale ressaltar que esses pontos, nas campanhas supracitadas, apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, além de concentrações levemente mais acentuadas de condutividade, DQO e nitrogênio amoniacal, podendo indicar uma maior contribuição de efluente sanitário nestes pontos, durante essas campanhas de monitoramento.

Figura VI.69. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 30 mg/L

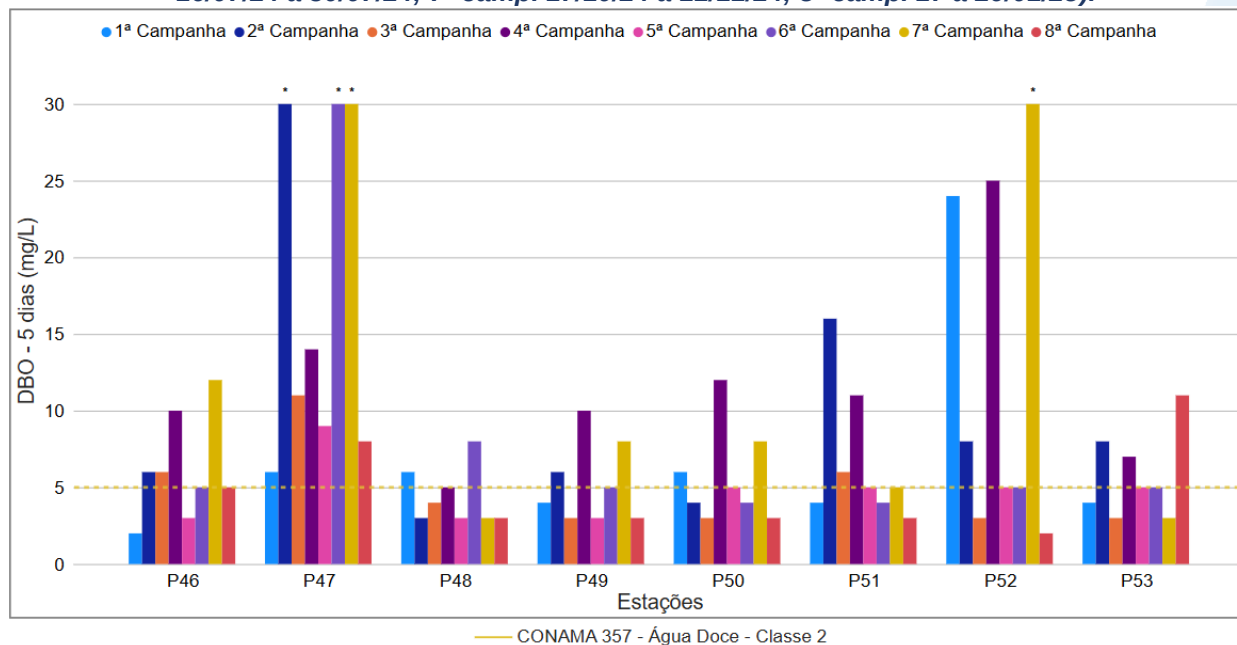
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.70), a média de DBO na 7ª campanha foi de 14 mg/L, com mínima de 3 mg/L (P48) e máxima de 39 mg/L (P47). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 5 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P52) e máxima de 11 mg/L (P53). Além disso, na 7ª campanha os pontos amostrais P46, P47, P49, P50 e P52 apresentaram valores em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 8ª campanha, os pontos P47 e P53 apresentaram valores em desacordo com a legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior média de DBO (15 mg/L), enquanto 3ª, 5ª e 8ª campanhas apresentaram a menor (5 mg/L). De modo geral, o 3º semestre apresentou o menor número de amostras em desacordo com a legislação de referência (três amostras).

Ao longo do monitoramento, os pontos amostrais apresentaram variações distintas de DBO, sendo P47 o único ponto que registrou todas as amostras com valores superiores aos limites estabelecidos pela normativa. Vale ressaltar que esses valores foram registrados independente da variação da pluviosidade e vazão neste ponto. Além disso, em P47, ao longo do monitoramento, também foram registradas maiores concentrações de alcalinidade, condutividade, coliformes termotolerantes, DQO, fósforo total, ortofosfato, SDT, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total e menores concentrações de OD. Esses fatores indicam que este ponto apresenta um estado mais crítico dentro dessa sub-região, possivelmente decorrente de um maior aporte de resíduos externos que afetam diretamente a qualidade da água.

Dentre os demais pontos, P47 e P51 na 2ª campanha, P49 e P50 na 4ª campanha, P47 e P48 na 6ª campanha, P46 e P52 na 7ª campanha, e P53 na 8ª campanha registraram as os maiores aumentos das concentrações de DBO em relação a campanha anterior. Entretanto, estas variações não ocorreram de acordo com o observado para os demais parâmetros avaliados, bem como com a vazão e pluviosidade registradas nos pontos de monitoramento. Sendo assim, esses aumentos podem estar relacionados ao aporte pontual de material orgânico de diferentes fontes antrópicas, como o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais.

Figura VI.70. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 30 mg/L

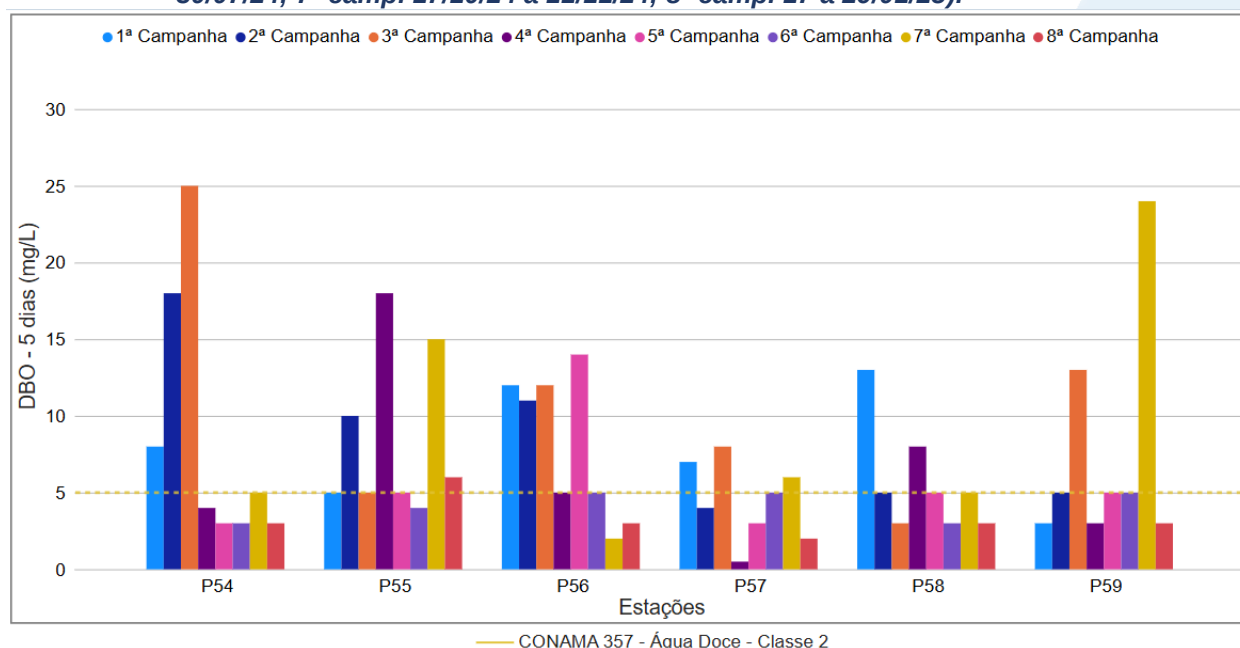
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.71) foi registrada média de DBO de 10 mg/L durante a 7ª campanha, com variação entre 2 mg/L (P56) e 24 mg/L (P59). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 3 mg/L, com resultados variando entre 2 mg/L (P57) e 6 mg/L (P55). No 4º semestre P55 (7ª e 8ª campanha), P57 e P59 (7ª campanha) apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior média de DBO (11 mg/L) e a 8ª campanha a menor (3 mg/L). De modo geral, as campanhas de monitoramento apresentaram uma variação da quantidade de amostras em desacordo com a legislação de referência, sendo registrada no 3º semestre a menor quantidade de amostras em desacordo (uma amostra, P56).

De modo geral os pontos monitorados apresentaram variações distintas de DBO entre as campanhas de monitoramento, sendo estas independentes do índice pluviométrico e vazão registrada. A variação observada para DBO foi similar para DQO em todos os pontos e campanhas de monitoramento, indicando uma variação no aporte de partículas orgânicas e inorgânicas para o corpo hídrico. Vale ressaltar que esta sub-

região possui registro de fontes poluidoras, como criação animal, esgotamento sanitário e industrial, além de outras fontes variadas, sendo assim essa variação observada para DBO e DQO pode estar relacionada à qualidade e/ou quantidade desse material drenado para o corpo hídrico.

Figura VI.71. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

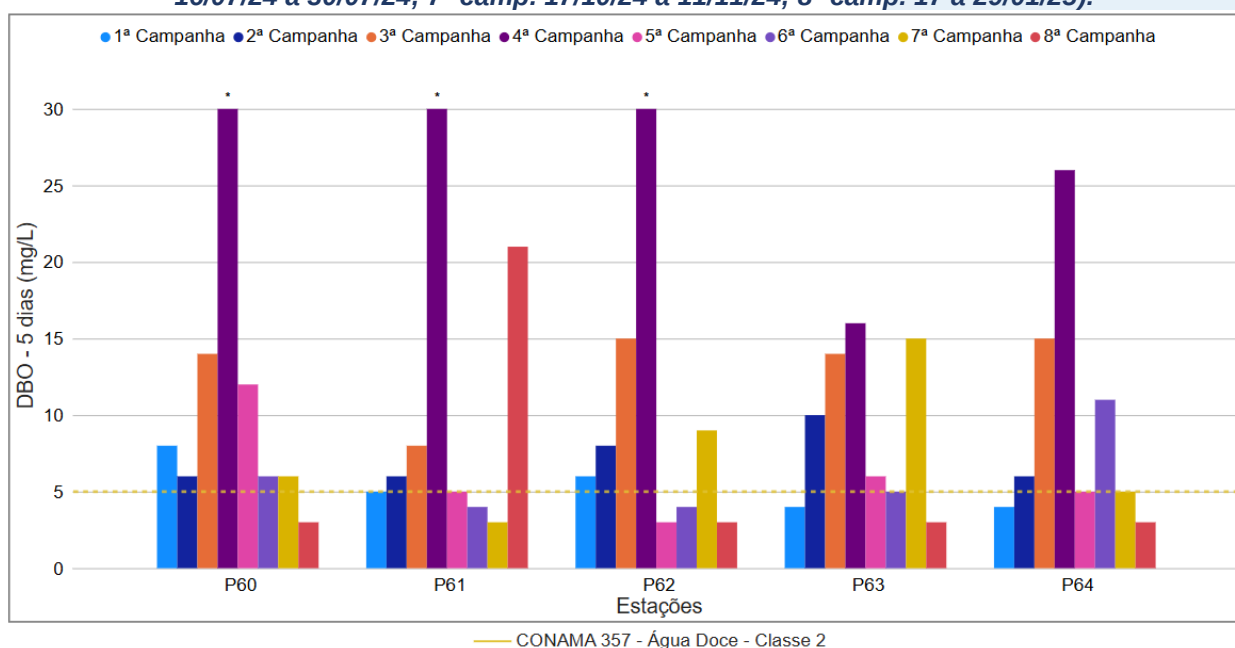


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.72), a média de DBO durante a 7ª campanha foi de 8 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P61) e 15 mg/L (P63). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 7 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P60) e 21 mg/L (P61). Vale ressaltar que durante a 7ª campanha de monitoramento P60, P62 e P63 apresentaram valores em desacordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05, já na 8ª campanha foi registrada concentração em desacordo em P61.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de DBO (34 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (5 mg/L). O 3º e 4º semestre de monitoramento apresentaram o menor número de amostras em desacordo, sendo observado um declínio na quantidade de amostras em desacordo com o limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, foi observada uma variação das concentrações de DBO ao longo do período de monitoramento, sendo as maiores concentrações registradas durante a 4ª campanha em todos os pontos de monitoramento. Vale ressaltar que os parâmetros DQO e SST também apresentaram maiores concentrações durante a 4ª campanha, podendo indicar um aporte de material orgânico e inorgânico para o corpo hídrico. Entretanto, esse aumento não ocorreu conforme os índices pluviométricos e as fontes poluidoras registradas na sub-região, pois mesmo os pontos amostrais que não possuem o registro de fontes houve o aumento de DBO. Além disso, as concentrações de DBO registradas nas campanhas ímpares, também não apresentaram relação com a variação da vazão.

Figura VI.72. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. de 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



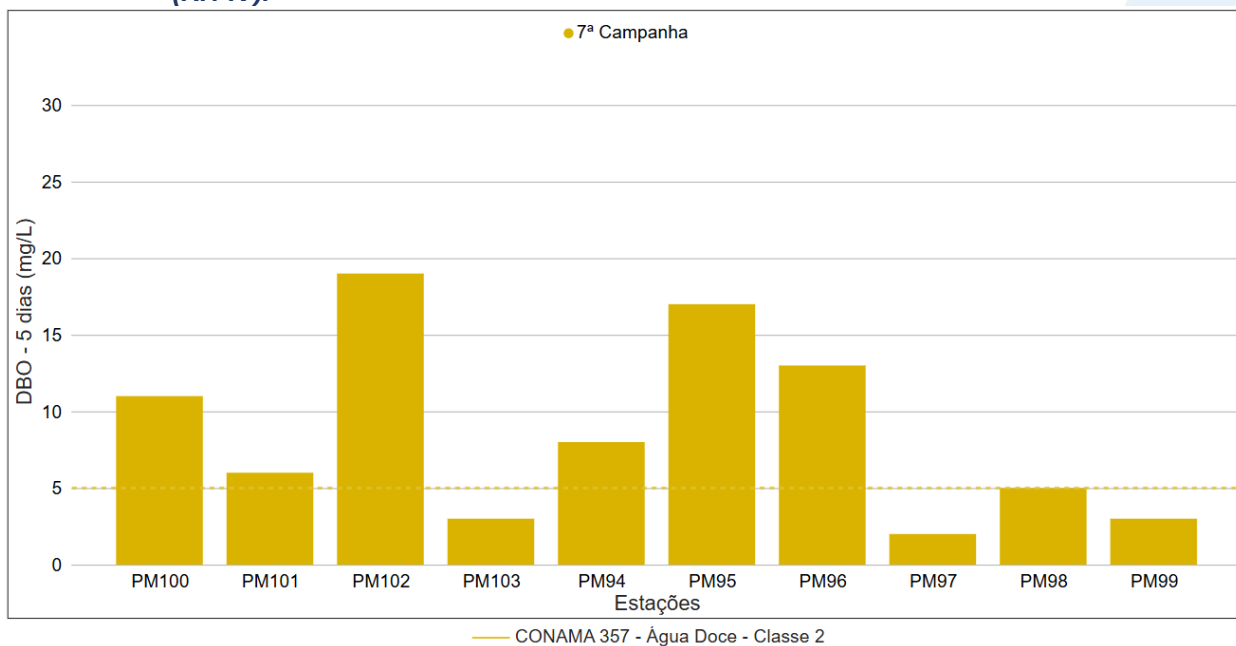
Legenda: * Valor superior a 30 mg/L

Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.73) apresentaram média de DBO de 9 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 2 mg/L (PM97) e máxima de 19 mg/L (PM102).

Os pontos móveis monitorados PM94, PM95, PM96, PM100, PM101 e PM102 apresentaram valores de DBO acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Apenas o parâmetro DQO apresentou variação similar ao DBO para os pontos

móveis, podendo indicar a presença de efluentes ricos em compostos orgânicos de difícil composição, visto que estes pontos ficam situados em regiões com registro de fontes poluidoras e/ou adensamento populacional. Vale ressaltar que não foi possível observar uma contribuição da pluviosidade para a variação de DBO registrada nos pontos móveis.

Figura VI.73. Distribuição da DBO registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de DBO de 11 mg/L no 4º semestre. Na 7ª campanha foi encontrada média geral de 14 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P56) e 64 mg/L (P43). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 7 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P10, P21, P26, P27, P41, P52 e P57) e 21 mg/L (P38). Dentre as campanhas de monitoramento, a 7ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (14 mg/L), enquanto a 8ª campanha apresentou a menor (7 mg/L). A distribuição espacial da DBO encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.74 e Figura VI.75.

Figura VI.74. Mapa representativo da distribuição espacial da DBO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

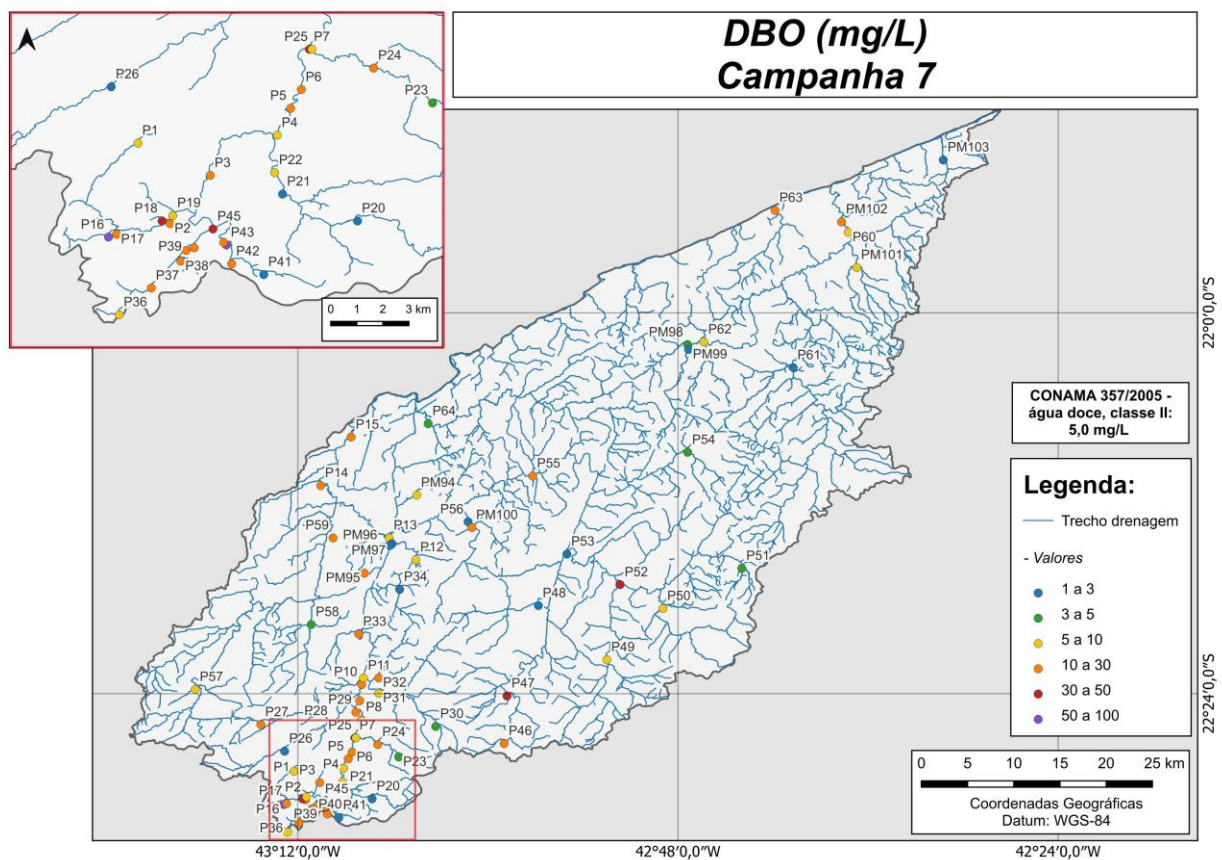
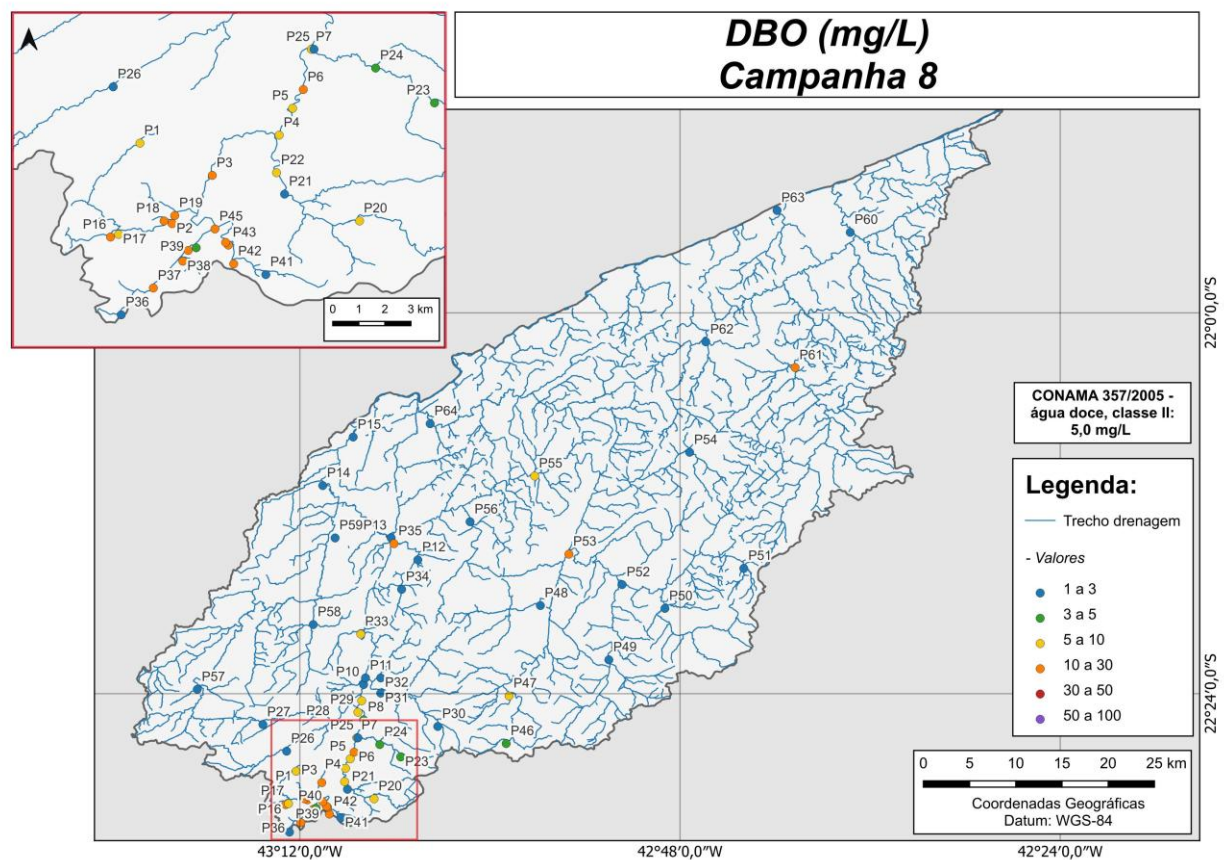


Figura VI.75. Mapa representativo da distribuição espacial da DBO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região RQRP apresentou as maiores médias semestrais de DBO, com exceção do 2º semestre onde a média máxima foi registrada na sub-região do RPRPS. Já as menores médias semestrais foram registradas na sub-região do RPRPS no 1º semestre, RQRP no 2º semestre e na sub-região do RFRP no 3º e 4º semestre.

Para o parâmetro DBO, a 7ª campanha apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à 1ª, 5ª, 6ª e 8ª campanha, enquanto a 8ª campanha também se diferenciou da 2ª campanha. Em relação às sub-regiões houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre RQRP e as sub-regiões RPRB, e RFRP, além da sub-região RFRB que se diferenciou de RP (Figura VI.76 e Figura VI.77).

Figura VI.76. Boxplots da DBO, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

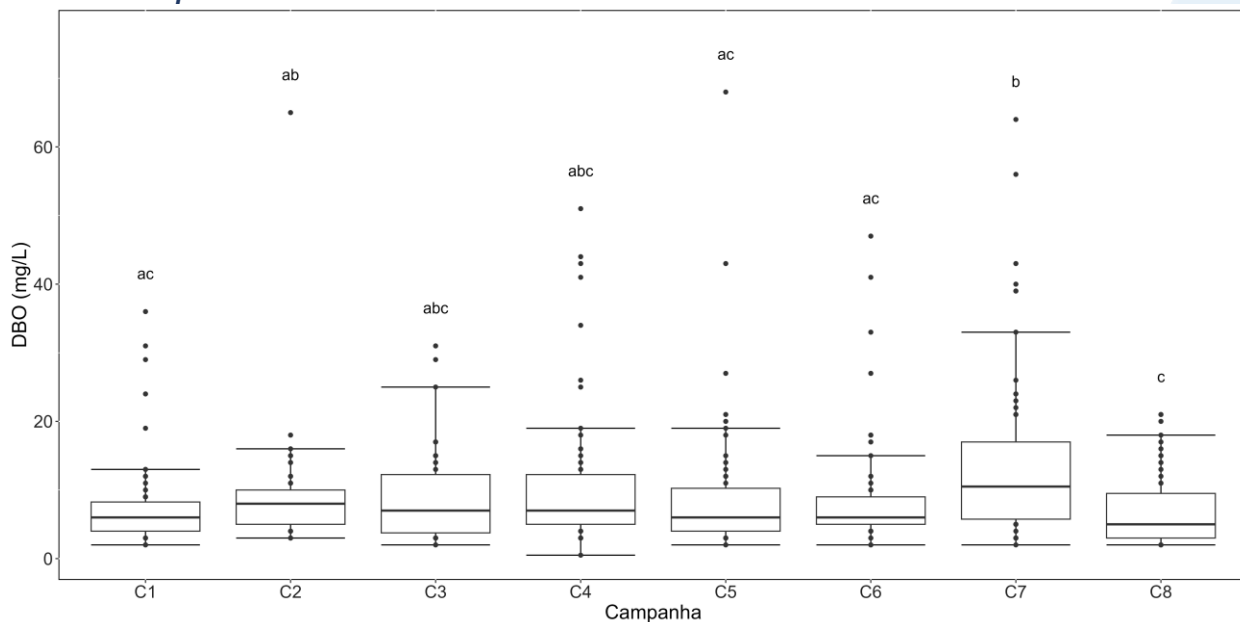
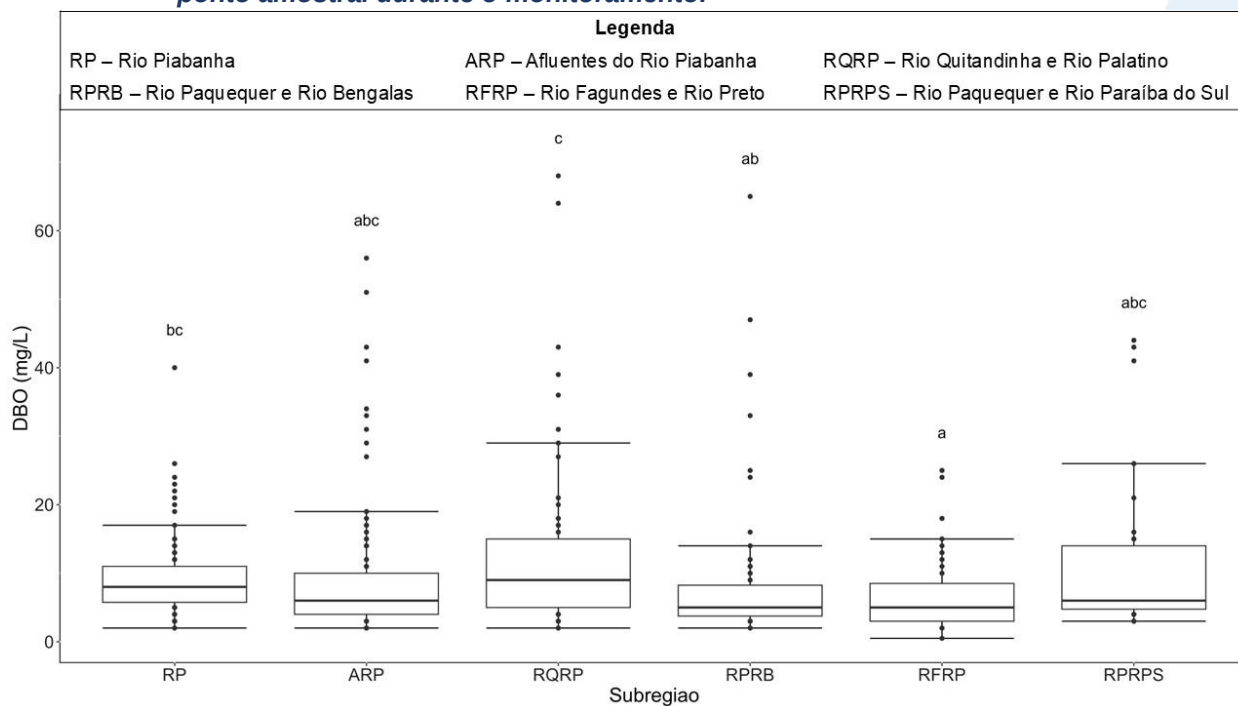


Figura VI.77. Boxplots da DBO, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.8 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).

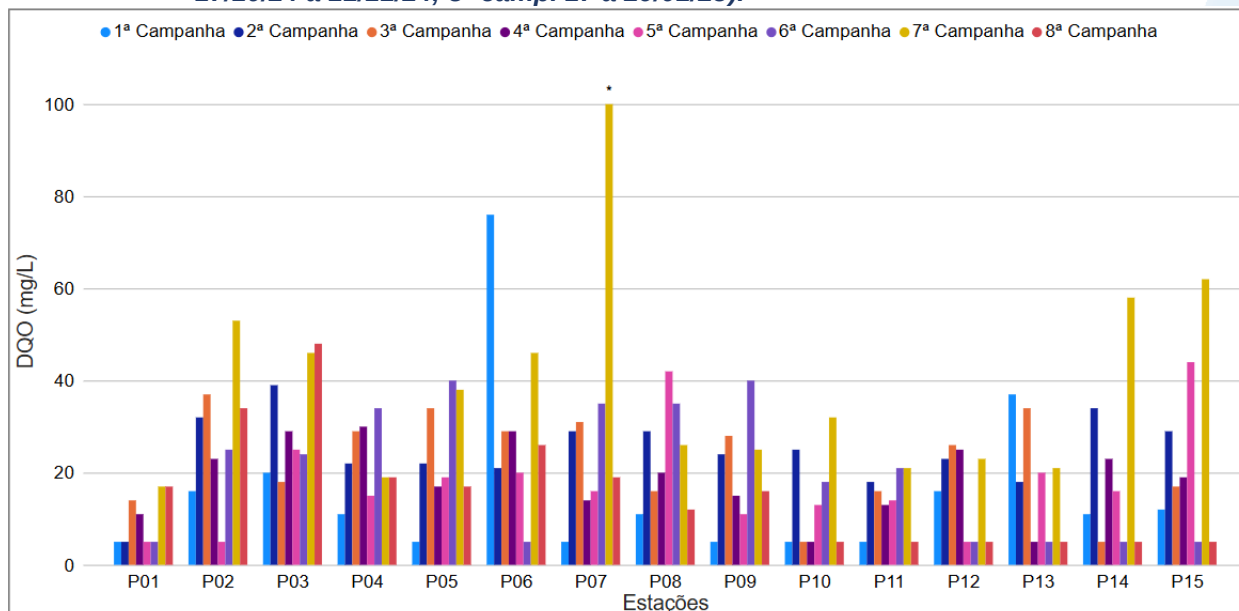
Os valores de DQO registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.78), a concentração média de DQO durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 43 mg/L, com resultados variando entre 17 mg/L (P01) e 152 mg/L (P07). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 16 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P10 a P15), e máximo de 48 mg/L (P03).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de DQO (43 mg/L) e a 1ª e 8ª campanha a menor (16 mg/L).

As concentrações de DQO registradas durante o período de monitoramento apresentaram variações entre as campanhas independentemente do ponto amostral, período, índice pluviométrico e vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, a variação observada para DQO ocorreu de forma similar à variação das concentrações de DBO, não sendo registrado comportamento similar para os demais parâmetros monitorados e relação com a ocorrência de registro de fontes poluidoras.

Figura VI.78. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.79), durante a 7ª campanha, apresentaram média de DQO de 29 mg/L, com resultados menor que o limite de quantificação, 10 mg/L (P20, P21, P26, P34 e P35), e 122 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 15 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação, 10 mg/L (P21, P25, P26, P27, P30, P31, P32 e P34) e 39 mg/L (P35).

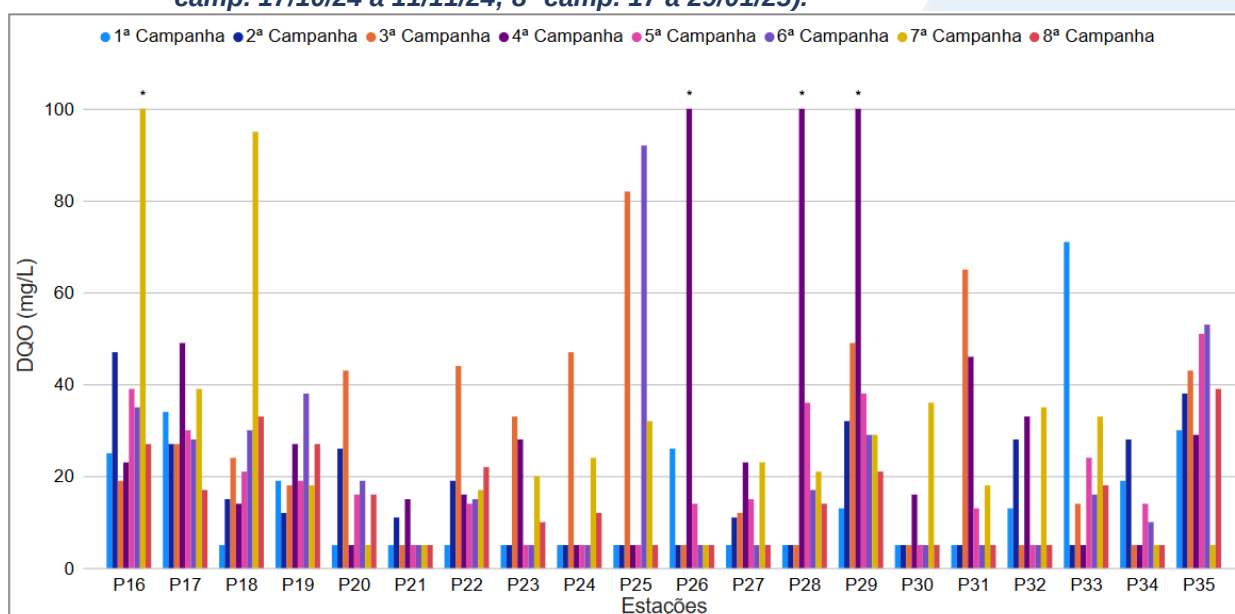
Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de DQO (52 mg/L), enquanto a 1ª e 8ª campanhas apresentaram a menor média (15 mg/L).

Dentre os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha, P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram maiores concentrações de DQO ao longo do monitoramento, assim como maiores concentrações de condutividade, alcalinidade, coliformes termotolerantes, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo total. Cabe salientar que embora estes pontos apresentem as maiores concentrações de DQO, durante a 7ª campanha houve um aumento acentuado em P16 e P18, sendo observado uma variação similar apenas para o parâmetro de DBO. Vale ressaltar que as maiores concentrações e variações ocorreram independentemente do índice pluviométrico e da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, estes pontos

estão situados em áreas urbanas com registros de fontes antrópicas, como o uso da água para consumo, criação animal, esgotamento sanitário e industrial, dentre outros.

Vale ressaltar que P25 (3ª e 6ª campanha), P26, P28 e P29 (4ª campanha) apresentaram variação acentuada das concentrações de DQO, assim como maiores concentrações de DBO, fósforo total, SST e turbidez. Estes pontos estão localizados em áreas com adensamento urbano e registros de fontes antrópicas, como esgotamento sanitário e atividades diversas, sendo assim, o uso e ocupação do solo podem ter contribuído para o maior aporte de material orgânico e inorgânico nos corpos hídricos monitorados.

Figura VI.79. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

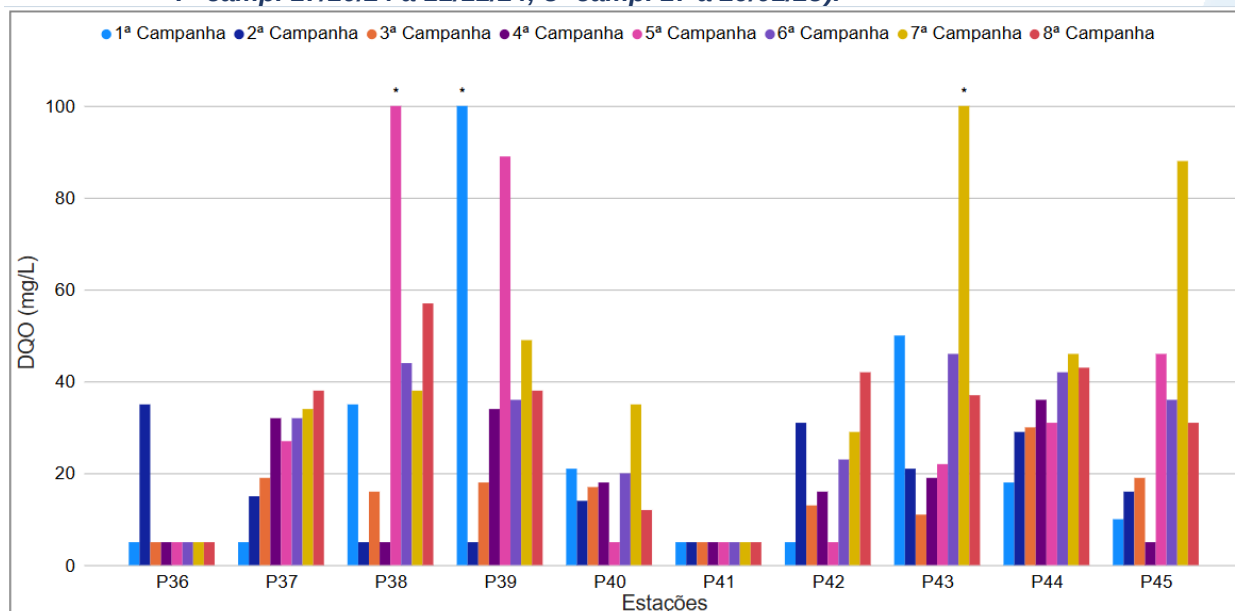
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.80), a média para o parâmetro DQO durante a 7ª campanha foi de 46 mg/L, com registros de valor menor que o limite de quantificação, <10 mg/L (P36 e P41) e 129 mg/L (P43). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 31 mg/L, sendo registrado resultado menor que o limite de quantificação, <10 mg/L (P36 e P41), e 57 mg/L (P38).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de DQO (46 mg/L) e a 3ª campanha, a menor (15 mg/L).

De modo geral, todos os pontos monitorados apresentaram variação da DQO entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P41 que apresentou os menores valores de DQO ao longo de todo período monitorado, independentemente da pluviosidade ou da vazão obtida nas campanhas ímpares. Vale ressaltar que esse ponto apresentou baixas concentrações dos nutrientes analisados, podendo assim estar relacionado ao menor aporte de matéria orgânica. Apesar de haver registro de fonte de esgotamento sanitário nesta região, P41 fica situado mais a montante e, dentre os pontos monitorados nessa sub-região, está localizado em uma área de menor adensamento populacional.

Os pontos P38 (5ª campanha), P39 (1ª campanha) e P43 (7ª campanha) apresentaram as maiores variações de DQO nessa sub-região, registrando valores superiores a 100 mg/L. Além desses pontos, P45 na 7ª campanha apresentou um aumento acentuado de DQO. Esses aumentos indicam um maior aporte de material orgânico e inorgânico nestas campanhas, nas quais também foram registradas mais concentrações DBO e coliformes termotolerantes. Vale ressaltar que essas variações foram registradas independente dos valores de pluviosidade e vazão registrados.

Figura VI.80. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

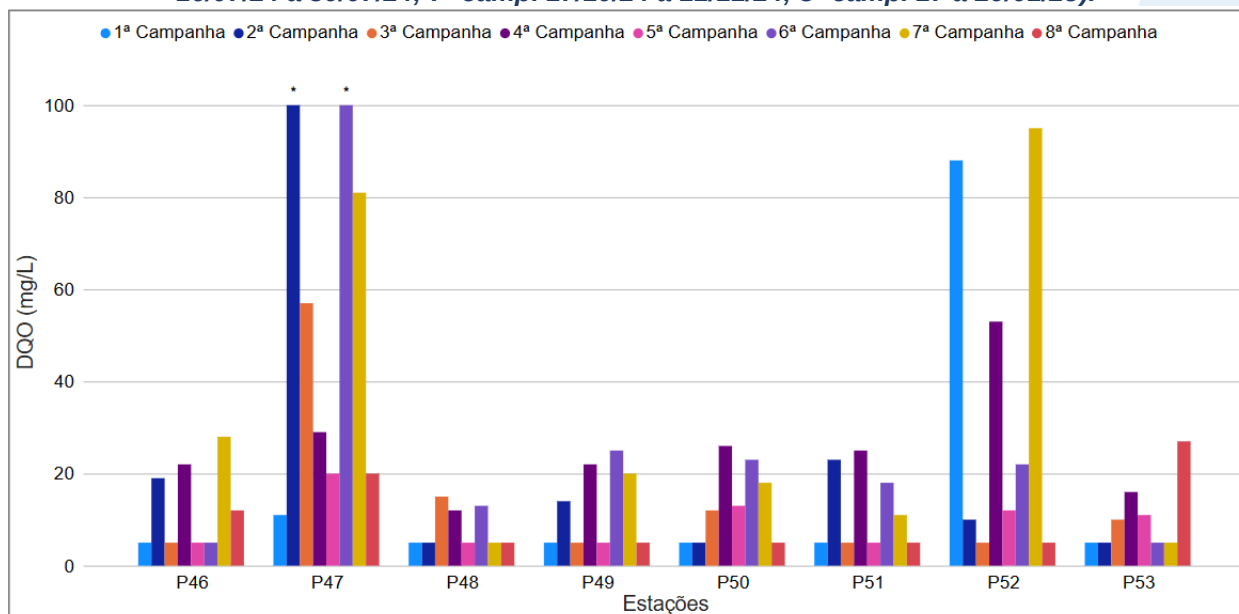
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.81), a média de DQO na 7ª campanha foi de 33 mg/L, com variação entre valor menor que o limite de quantificação, <10 mg/L (P48 e P53) e 95 mg/L (P52). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 11 mg/L, sendo registrado valor acima do limite de quantificação (10 mg/L) apenas em P47 (20 mg/L) e P53 (27 mg/L).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de DQO (33 mg/L) e a 5ª campanha a menor (10 mg/L).

Ao longo do monitoramento foi observada uma pequena variação de DQO na maioria dos pontos monitorados, com exceção de P47 e P52. Essas variações não apresentaram padrões semelhantes ao registrado para os demais parâmetros, além de ter ocorrido de forma independente aos valores registrados para vazão e pluviosidade. Vale ressaltar que, em P47 (2ª, 6ª e 7ª campanhas) e P52 (1ª, 4ª e 7ª campanhas), foram registradas maiores variações de DQO, assim como para os demais parâmetros monitorados, sendo essas variações independentemente das oscilações no índice de pluviosidade e da vazão. Importante destacar que P47 está situado em uma área de maior adensamento urbano, enquanto P52, embora em uma área de menor densidade,

conforme imagens aéreas, apresenta atividades industriais, agrícolas e criação animal no entorno, fatores que podem ter contribuído para as variações observadas.

Figura VI.81. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

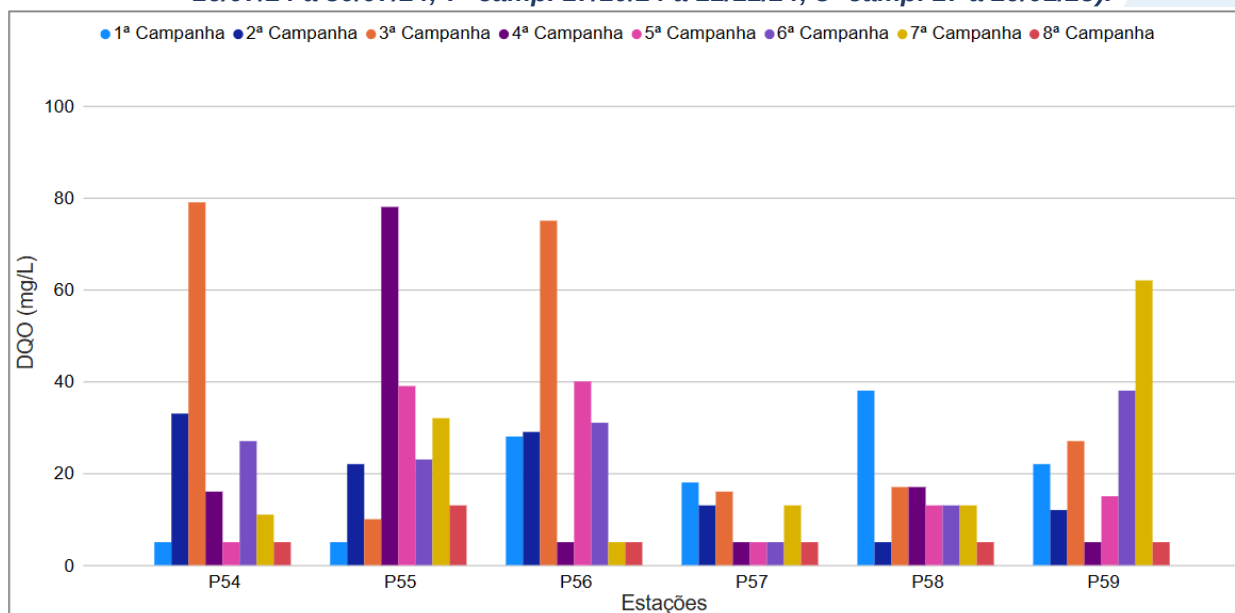
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.82), a média de DQO durante a 7ª campanha foi de 23 mg/L, com variação entre valor menor que o limite de quantificação, <10 mg/L (P56) e 62 mg/L (P59). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 6 mg/L, sendo registrado valor acima do limite de quantificação (10 mg/L) apenas em P55 (13 mg/L).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior média de DQO (37 mg/L) e a 8ª campanha a menor média (6 mg/L).

De modo geral, essa sub-região apresentou um padrão de variação de DQO semelhante ao registrado para DBO, com diferenças nas variações observadas entre os pontos e as campanhas de monitoramento. Além disso, essa variação não apresentou relação com o índice pluviométrico ou com a vazão registrada nas campanhas ímpares. Entretanto, no entorno dos pontos de monitoramento P54, P55 e P56, que apresentaram um aumento acentuado de DQO, há registros de fontes antrópicas como atividades

industriais e diversas. Assim, esse aumento pode estar relacionado à qualidade do efluente lançado nesses trechos do corpo hídrico.

Figura VI.82. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



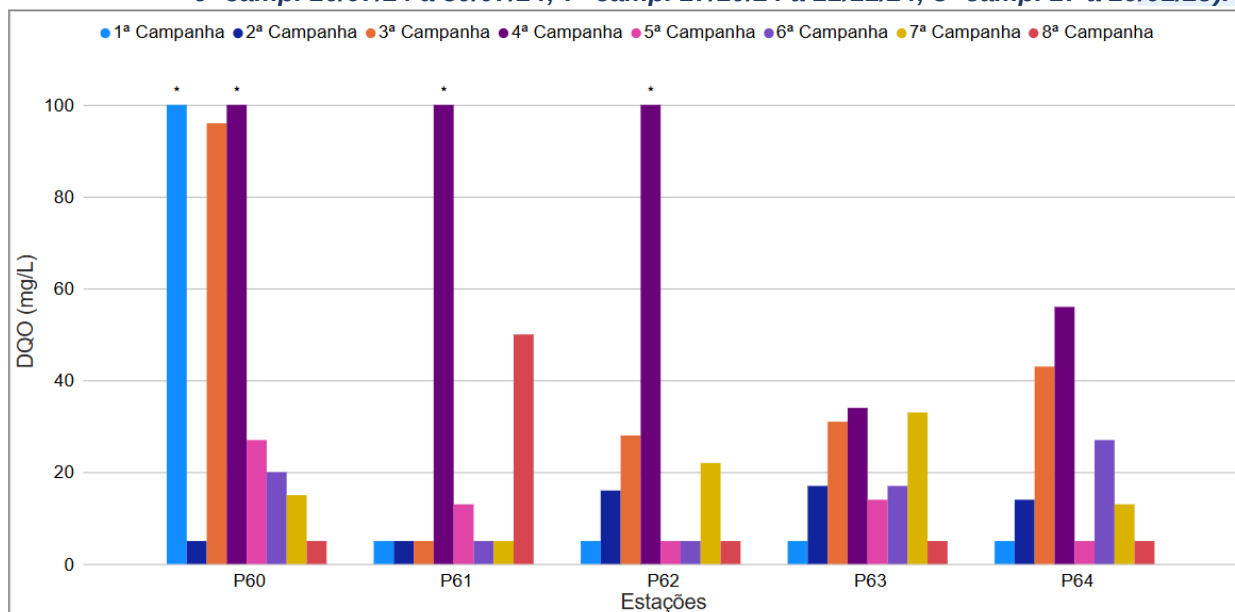
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.83), a média de DQO durante a 7ª campanha foi de 18 mg/L, sendo registrado valor menor que o limite de quantificação, 10 mg/L (P61) e 33 mg/L (P63). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 14 mg/L, sendo registrado valor acima do limite de quantificação (10 mg/L) apenas em P61 (50 mg/L).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de DQO (100 mg/L) e 2ª campanha, a menor média (11 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados nesta sub-região apresentaram variações distintas de DQO, assim como para DBO e SDT, sendo as maiores concentrações registradas durante a 4ª campanha. Essas variações ocorreram independente do índice pluviométrico ou da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, vale ressaltar que no entorno dos pontos de monitoramento P60, P61 e P62, há registros de fontes antrópicas, como esgotamento sanitário, atividade industrial e diversas. Sendo assim, as

maiores concentrações registradas nesses pontos podem estar relacionadas à qualidade do efluente proveniente dessas atividades.

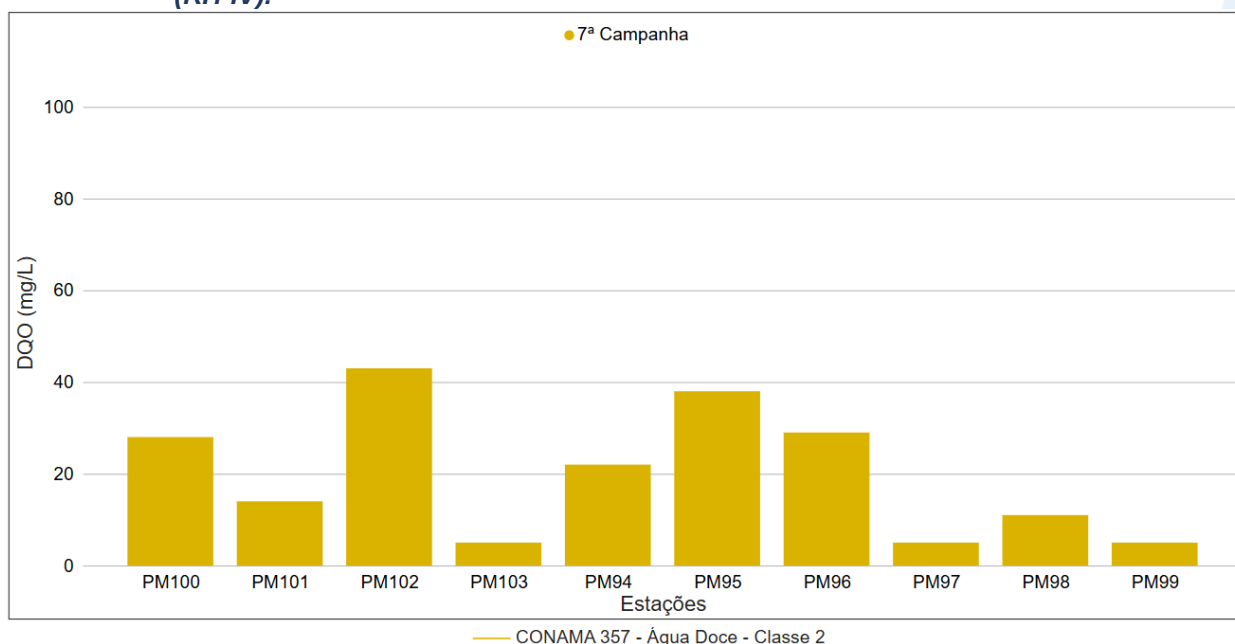
Figura VI.83. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.84) apresentaram média de DQO de 20 mg/L, sendo registrado resultado menor que o limite de quantificação, <10 mg/L (PM97, PM99 e PM103) e 43 mg/L (PM102). Essa variação nas concentrações de DQO foi semelhante à observada para DBO, com maiores concentrações ocorrendo de forma independente da pluviosidade e vazão registradas. Além disso, esses pontos estão localizados em áreas com maior adensamento urbano e/ou com presença de fontes potencialmente poluidoras. Assim, as maiores concentrações podem estar associadas ao aporte de efluentes industriais e sanitários.

Figura VI.84. Distribuição da DQO registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de DQO de 25 mg/L no 4º semestre, sendo registrada no 1º semestre a maior média geral (20 mg/L). Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 34 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação, 10 mg/L (P20, P21, P26, P34, P35, P36, P41, P48, P53, P56 e P61) e 152 mg/L (P07). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 16 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação (P10, P11, P12, P13, P14, P15, P21, P25, P26, P27, P30, P31, P32, P34, P36, P41, P48, P49, P50, P51, P52, P54, P56, P57, P58, P59, P60, P62, P63 e P64) e 57 mg/L (P38). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha apresentou a maior média do período (36 mg/L), enquanto a 8ª campanha apresentou a menor (16 mg/L). A distribuição espacial de DQO encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.85 e Figura VI.86.

Figura VI.85. Mapa representativo da distribuição espacial da DQO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

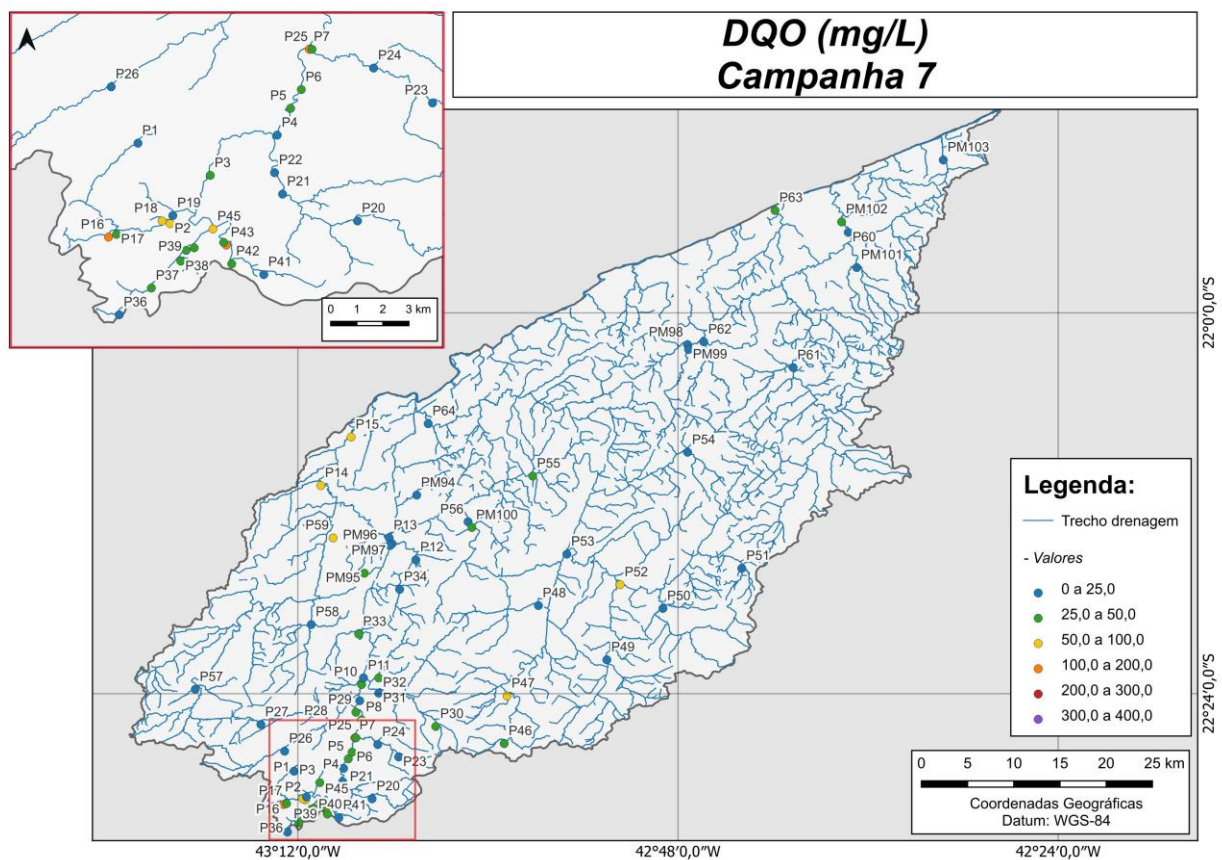
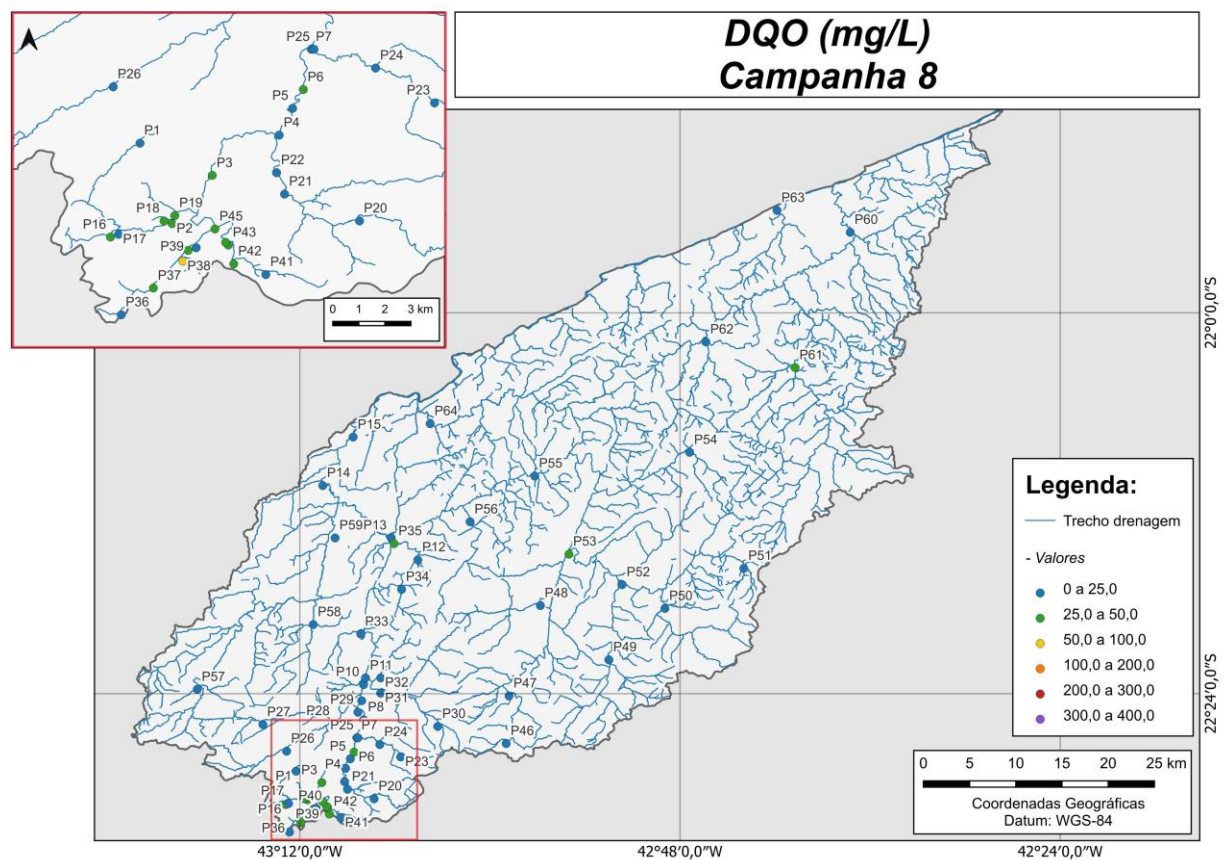


Figura VI.86. Mapa representativo da distribuição espacial da DQO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RPRPS apresentou as maiores médias semestrais durante o 1º e 2º semestre, enquanto a sub-região RQRP apresentou os maiores valores no 3º e 4º semestre. Já as menores médias semestrais de DQO ocorreram de forma distinta, sendo a menor média no 1º semestre registra na sub-região do ARP, no 2º semestre no RQRP, no 3º semestre no RPRPS e no 4º semestre no RFRP.

Para o parâmetro DQO, foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre a 7ª campanha e a 1ª, 5ª, e 8ª campanha de monitoramento, enquanto a 8ª campanha também apresentou diferença significativa em relação a 7ª campanha. Em relação as sub-regiões houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas entre RQRP e RPRB (Figura VI.87 e Figura VI.88).

Figura VI.87. Boxplots da DQO, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

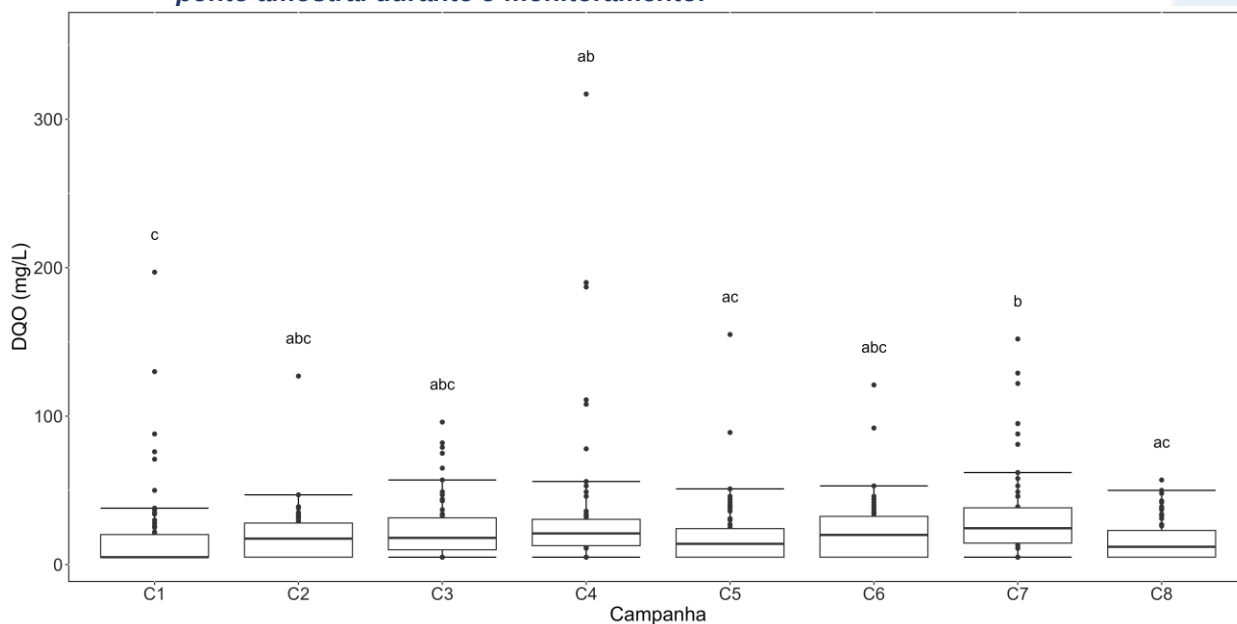
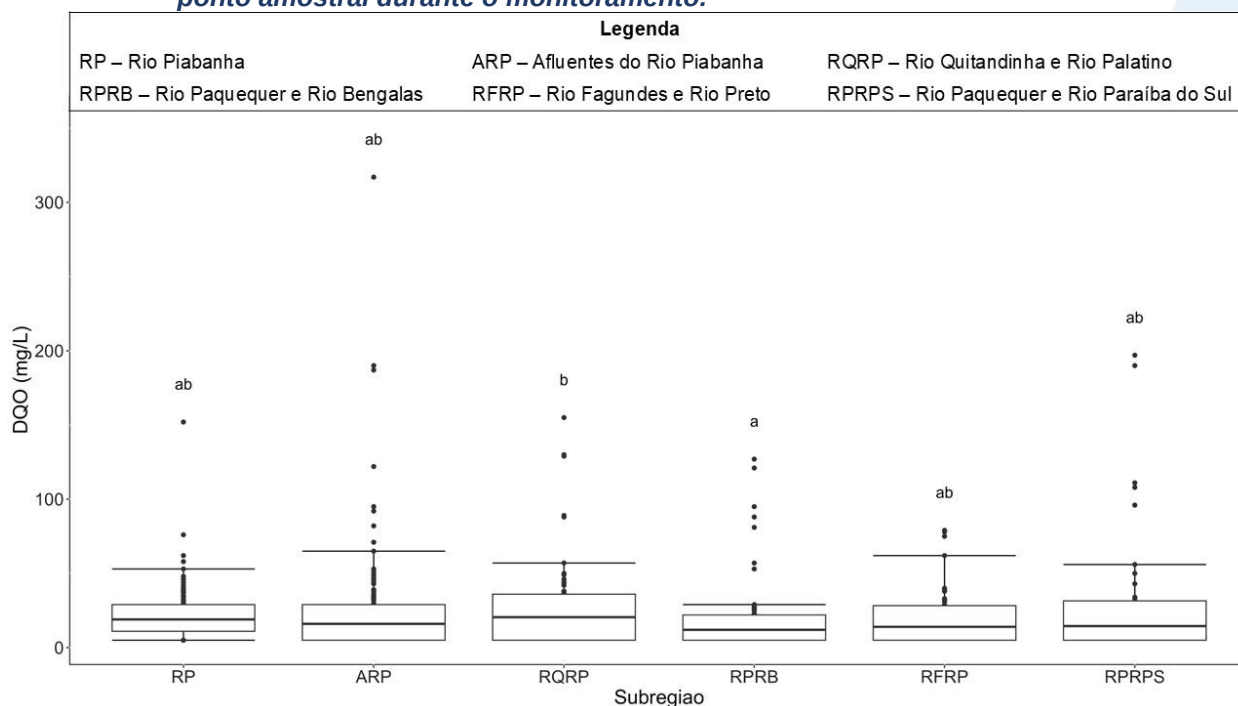


Figura VI.88. Boxplots da DQO, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.9 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 a 2 μm .

Os sólidos no ambiente aquático podem causar diversos danos à biota local, por sedimentarem no leito dos rios e 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 o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.89), a concentração média de SST foi de 29,6 mg/L na 7ª campanha, sendo registrados resultados entre 1,5 mg/L (P06) e 131,9 mg/L (P14). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 10,6 mg/L, com mínimo de 8,0 mg/L (P02) e máximo de 16,0 mg/L (P09).

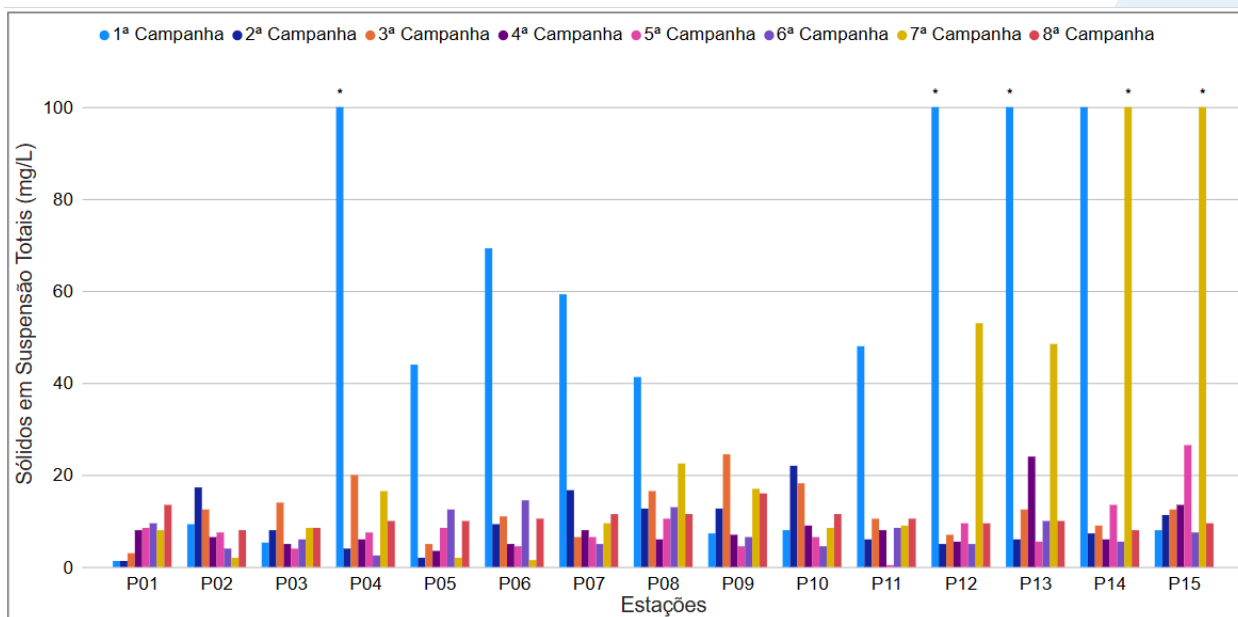
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de sólidos suspensos totais (65,0 mg/L) e a 6ª campanha, a menor concentração média (7,6 mg/L).

Durante a 1ª campanha, essa sub-região apresentou as maiores concentrações de SST nos pontos P04, P05, P06, P07, P08, P11, P12, P13 e P14. Entretanto, a partir da 2ª campanha de monitoramento, todos os pontos apresentaram baixas concentrações de SST, exceto pelos pontos P12, P13, P14 e P15 na 7ª campanha.

As maiores concentrações de SST registradas podem ter sido ocasionadas pelo aumento do aporte de partículas sólidas nesses corpos hídricos, principalmente na 1ª campanha onde foram registrados elevados índices pluviométricos e maiores valores de vazão. Além disso, os pontos com maiores concentrações de SST nas 1ª e 7ª

campanhas também apresentaram maiores valores de turbidez, e os registros fotográficos indicam água com característica barrenta (Anexo B).

Figura VI.89. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

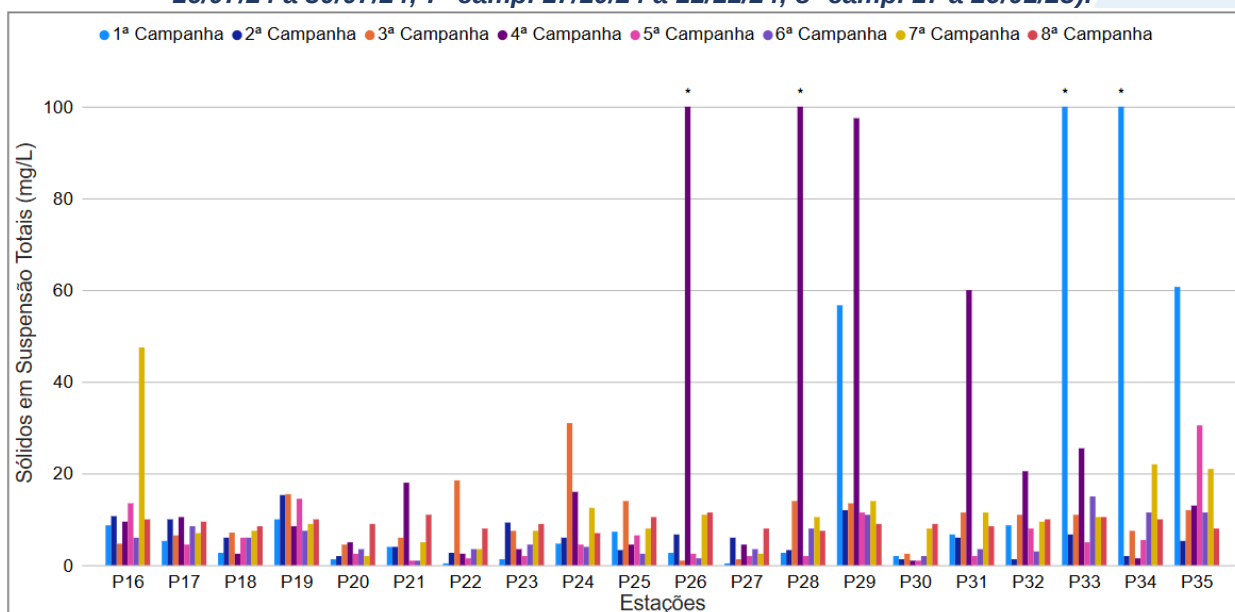
Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.90), durante a 7ª campanha, apresentaram valor médio de SST de 11,5 mg/L, com variação entre 2,0 mg/L (P20) e 47,5 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 9,2 mg/L, com mínima de 7,0 mg/L (P24) e máxima de 11,5 mg/L (P26).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de SST (31,3 mg/L) e a 6ª campanha, a menor concentração média (5,9 mg/L).

De modo geral, os valores de SST desta sub-região não apresentaram grandes variações entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P29, P33, P34 e P35 durante a 1ª campanha e P26, P28, P29 e P31 na 4ª campanha. Vale ressaltar que estes pontos, nas campanhas supracitadas, também apresentaram maiores concentrações de turbidez. Entretanto, essas variações não ocorreram de acordo com os índices pluviométricos registrados. Já na 7ª campanha foi registrado um aumento de SST em

P16, porém dentre os parâmetros monitorados não foi observada variação que pudesse justificar este aumento. Entretanto, próximo ao dia da amostragem houve registro de precipitação que pode ter contribuído para o aporte de sólidos suspensos.

Figura VI.90. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

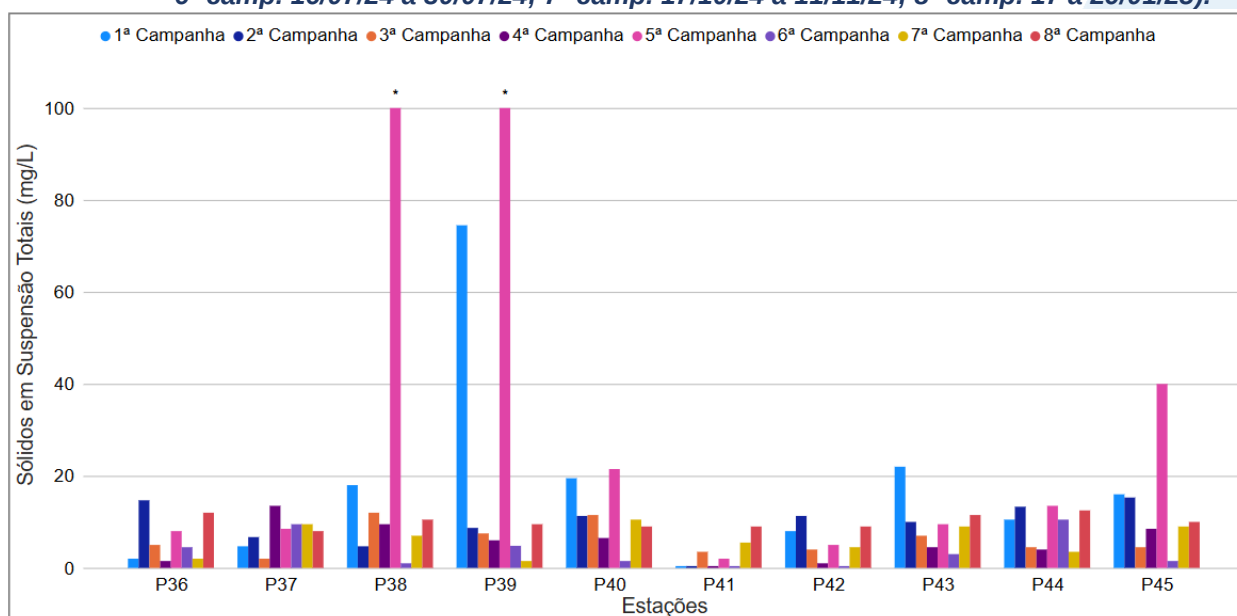
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.91), apresentou concentração média de SST durante a 7ª campanha de 6,2 mg/L, com variação entre 1,5 mg/L (P39) e 10,5 mg/L (P40). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 10,1 mg/L, com variação entre 8,0 mg/L (P37) e 12,5 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 5ª campanha apresentou a maior concentração média de SST (92,6 mg/L) e a 4ª campanha, a menor concentração média (5,5 mg/L).

De modo geral, foi verificada pouca variação da concentração de SST entre as campanhas, com exceção de P39 na 1ª campanha e P38 e P39 na 5ª campanha, que apresentaram aumento abrupto de SST, o que contribuiu, inclusive, para um aumento considerável na média desta campanha. Vale ressaltar que este aumento foi observado somente para a turbidez e que, em campo, foi possível observar que estes pontos

receberam um aporte de sedimento de origem desconhecida, isto devido à coloração da água (barrenta) e à presença de partículas de sedimentos. Além disso, não foi registrado um aumento do índice pluviométrico e da vazão durante a 5ª campanha que pudesse contribuir com esse resultado.

Figura VI.91. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

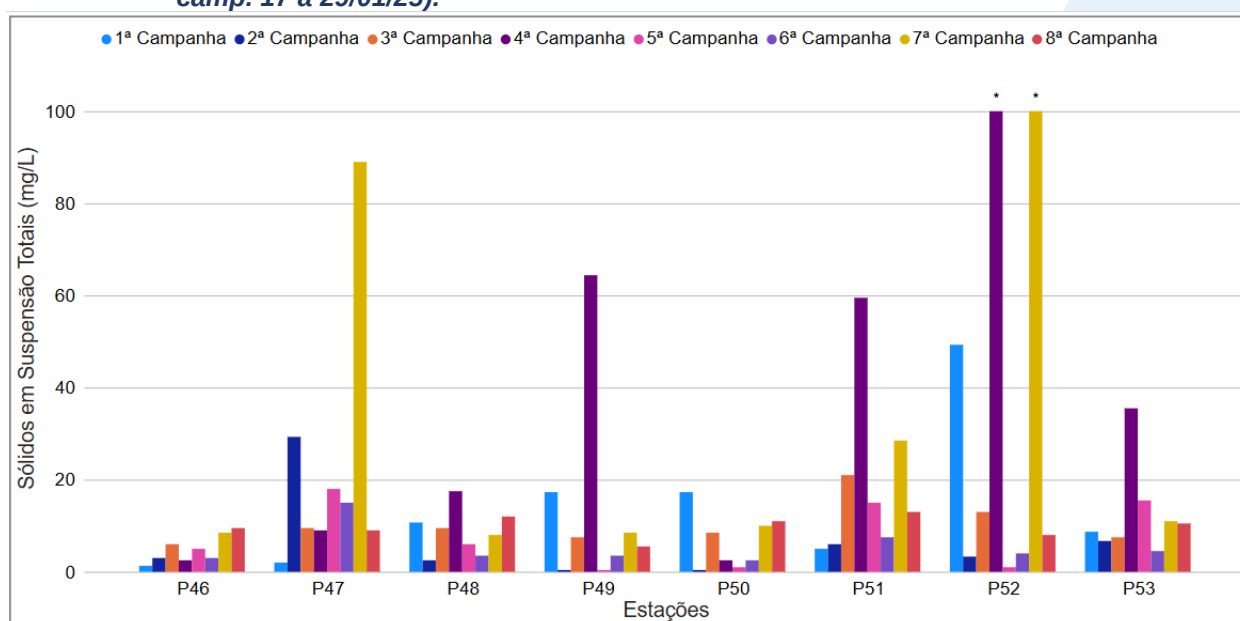
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.92), a concentração média de SST na 7ª campanha foi de 34,8 mg/L, com variação entre 8,0 mg/L (P48) e 115,0 mg/L (P52). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 9,8 mg/L, com mínima de 5,5 mg/L (P49) e máxima de 13,0 mg/L (P51).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de SST (37,6 mg/L) e a 6ª campanha, a menor concentração média (5,4 mg/L).

De modo geral, foram registradas baixas variações de SST ao longo do período de monitoramento, com exceção dos pontos P52 na 1ª campanha, P49, P51, P52 e P53 na 4ª campanha, onde também foram registradas maiores concentrações de turbidez, DQO e DBO. Além de P47 e P52 na 7ª campanha, sendo registrados também maiores valores de coliformes termotolerantes, DBO e DQO. Vale destacar que esses aumentos

pontuais ocorreram independente do índice de pluviosidade registrado. Desta forma, as maiores concentrações registradas podem estar relacionadas ao maior aporte de matéria orgânica nesses trechos monitorados, oriundos do esgotamento sanitário e atividades agrícolas desenvolvidas nessa sub-região.

Figura VI.92. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

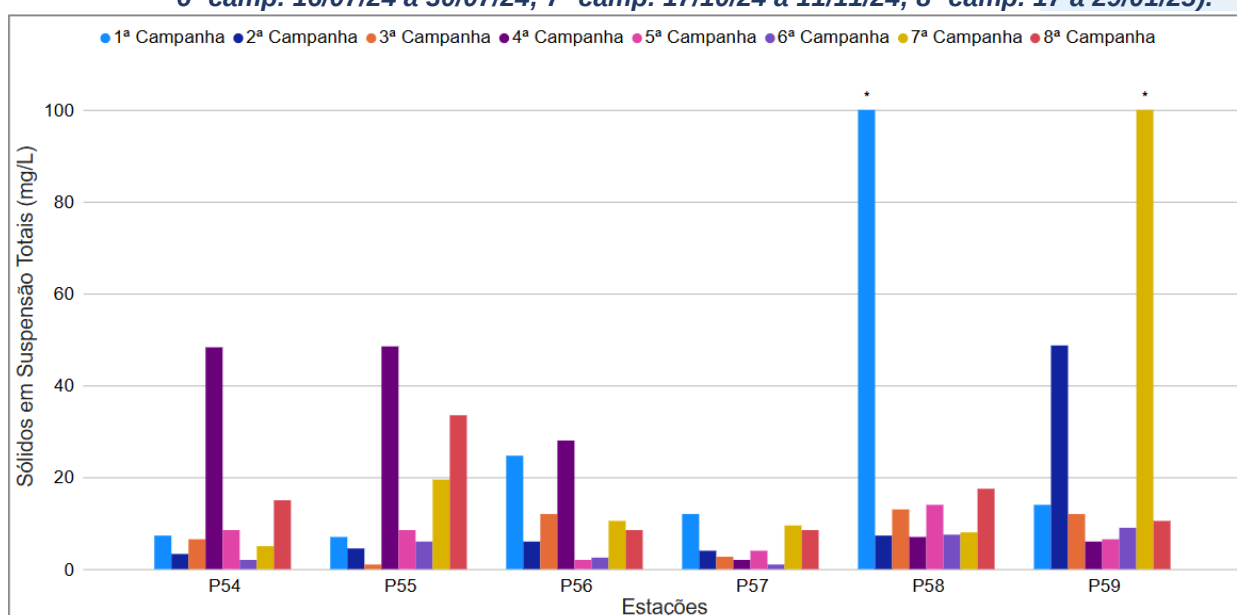
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.93), foi registrada na 7ª campanha concentração média de SST de 31,9 mg/L, com variação entre 5,0 mg/L (P54) e 139,0 mg/L (P59). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 15,6 mg/L, com variação entre 8,5 mg/L (P56) e 33,5 mg/L (P55).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de SST (44,4 mg/L) e a 6ª campanha, a menor concentração média (4,7 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram baixas concentrações de SST na maioria das campanhas de monitoramento. Entretanto, na 1ª campanha foi observada concentração acentuada de SST em P58, sendo registrado também maior índice pluviométrico. Já durante a 4ª campanha, P54, P55 e P56 apresentaram maiores concentrações de SST, assim como maior concentração de

nitrogênio total. Além disso, P59 apresentou maior concentração na 8ª campanha, assim como maiores concentrações de condutividade, DBO, DQO, turbidez, ortofosfato e fósforo total. Vale ressaltar que essa sub-região possui diferentes fontes poluidoras registradas, o que pode contribuir para uma variação destes parâmetros, de acordo com o volume e qualidade do material drenado para estes corpos hídricos.

Figura VI.93. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 100 mg/L

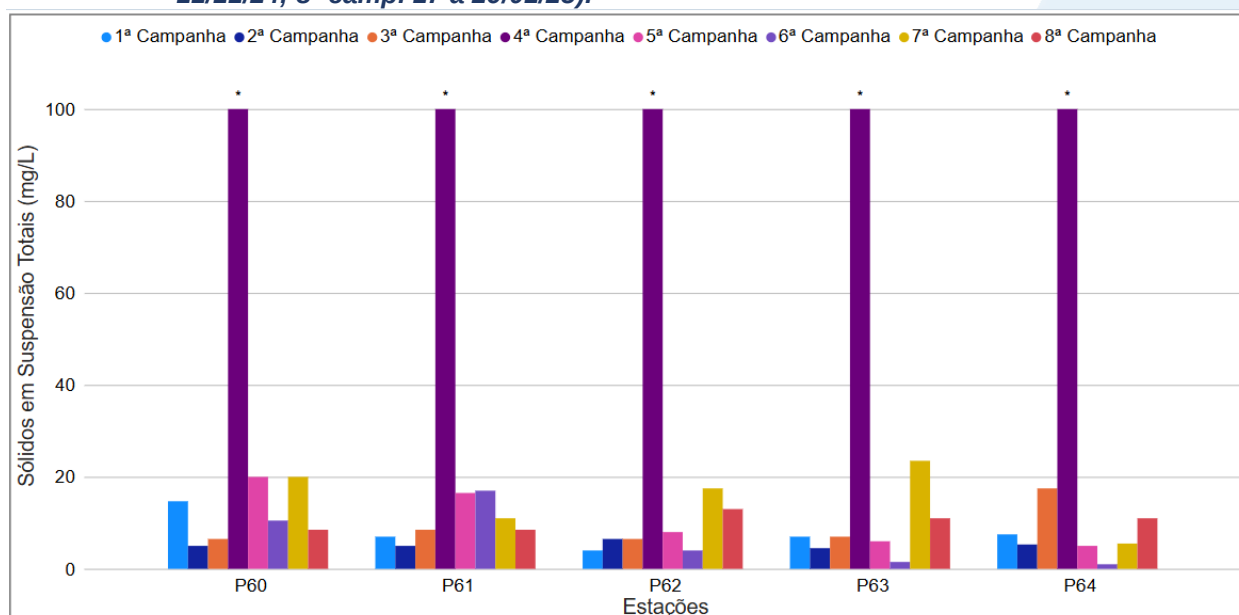
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.94), a média de SST durante a 7ª campanha foi de 15,5 mg/L, com variação entre 5,5 mg/L (P64) e 23,5 mg/L (P63). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 10,4 mg/L, com variação entre 8,5 mg/L (P60) e 13,0 mg/L (P62).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de SST (406,4 mg/L) e a 2ª campanha, a menor concentração média (5,3 mg/L).

De maneira geral, os pontos dessa sub-região apresentaram um aumento acentuado das concentrações de SST na 4ª campanha, assim como registrado para DBO, DQO e turbidez, além de terem sido registradas menores concentrações de oxigênio dissolvido. Vale ressaltar que, de acordo com o registro de campo destes pontos

(ANEXO B), a água nesta campanha estava barrenta, indicando o aporte e/ou suspensão de sedimento para a coluna d'água. Em P61 houve registro de elevada pluviosidade, o que pode ter contribuído para o maior carreamento de sedimento para o corpo hídrico. Entretanto nos demais pontos não houve registro de pluviosidade elevada e não foram identificados fatores que possam ter ocasionado este evento.

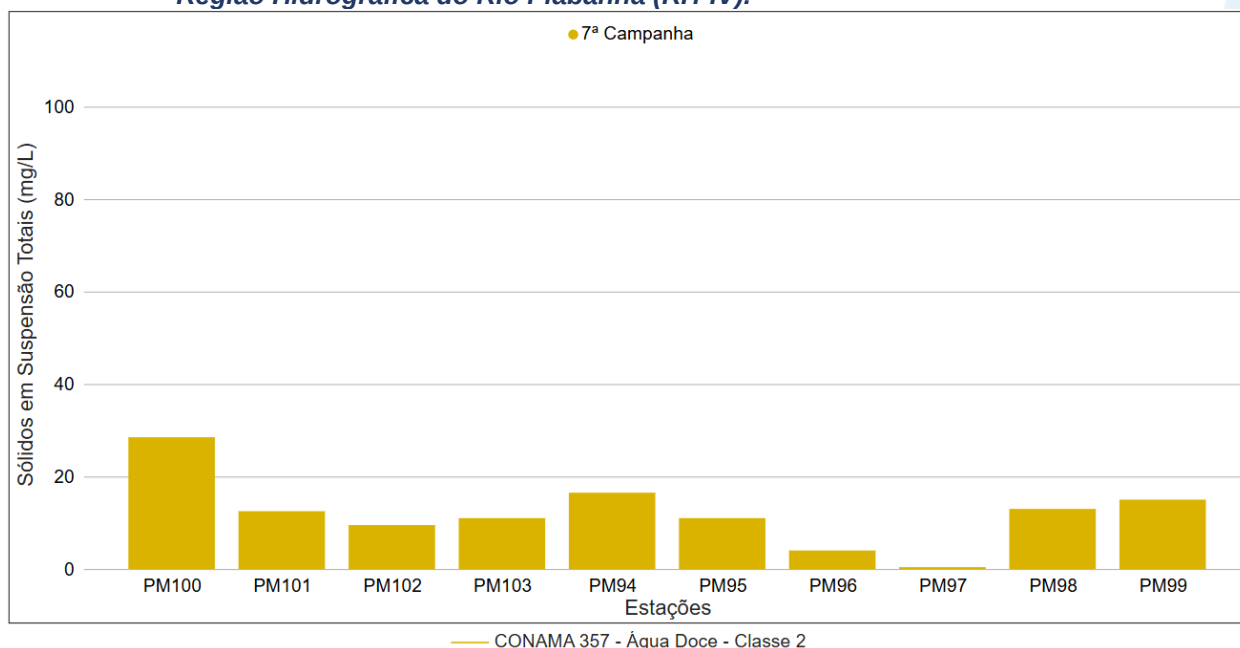
Figura VI.94. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor maior que 100 mg/L

Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.95) apresentaram média de SST de 12,1 mg/L, sendo registrados valores menores que o limite de quantificação, <0,8 mg/L (PM97), e 28,5 mg/L (PM100). De modo geral, os pontos móveis apresentaram baixas concentrações de sólidos suspenso totais, onde essas podem ter ocorrido de forma natural, pois a variação observada ocorreu independente da pluviosidade, vazão e proximidade com fontes potencialmente poluidoras.

Figura VI.95. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de SST de 15,2 mg/L no 4º semestre. Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 20,1 mg/L, com variação entre 1,5 mg/L (P06) e 139,0 mg/L (P59). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 10,4 mg/L, com variação entre 5,5 mg/L (P49) e 33,5 mg/L (P55). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha apresentou a maior média do período (51,0 mg/L), enquanto a 6ª campanha apresentou a menor (5,9 mg/L). A distribuição espacial de SST encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.96 e Figura VI.97.

Figura VI.96. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Suspensos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

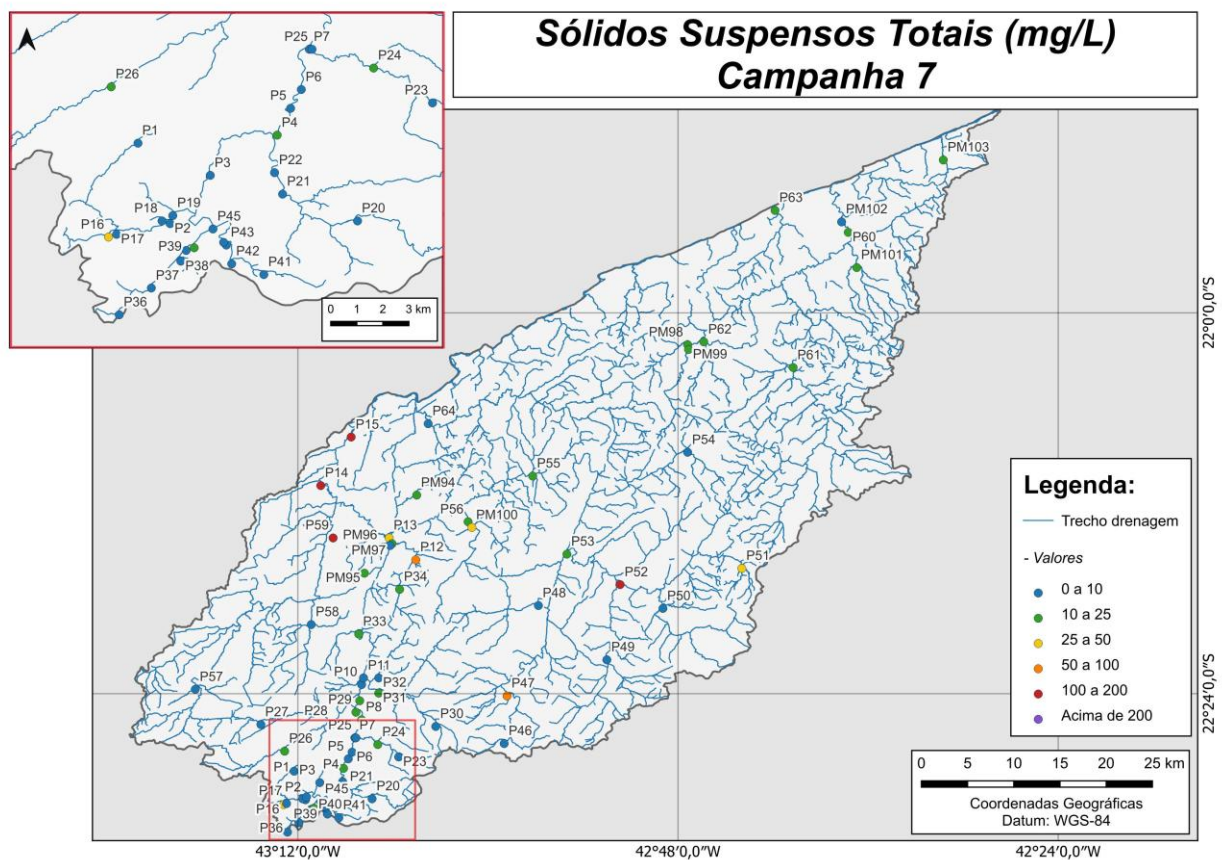
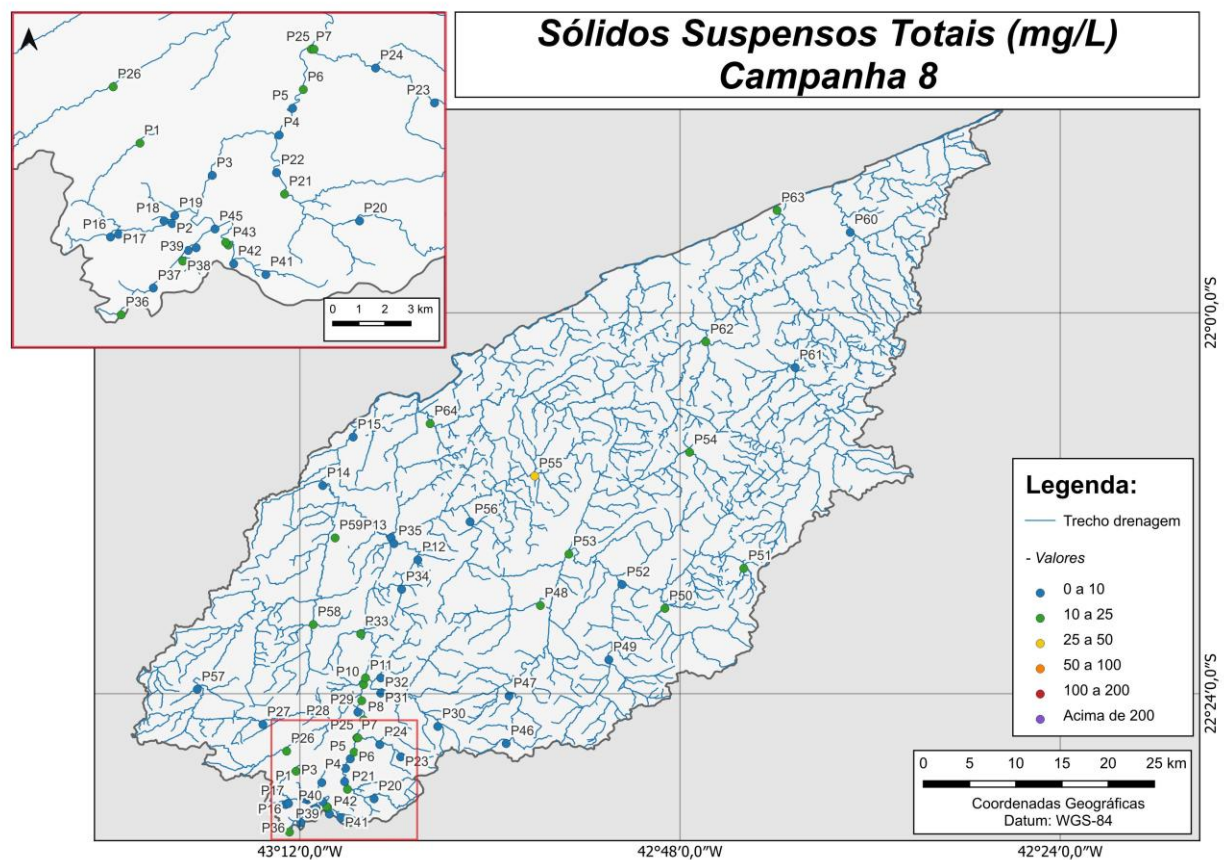


Figura VI.97. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Suspensos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RP, RPRPS, RQRP e RFRP apresentaram maiores médias semestrais de SST no 1º, 2º, 3º e 4º semestre, respectivamente. Já as menores médias semestrais foram registradas na sub-região do RPRPS no 1º semestre, RQRP no 2º e 4º semestre, e na sub-região do RFRP no 3º semestre.

Para o parâmetro SST, foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre a 6ª campanha e a 1ª, 3ª, 4ª, 7ª e 8ª campanha, além da 8ª campanha que se diferiu também da 2ª e 5ª campanha. Em relação as sub-regiões, foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre ARP e as sub-regiões RP (Figura VI.98 e Figura VI.99).

Figura VI.98. Boxplots de Sólidos Suspensos Totais (SST), por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25). 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

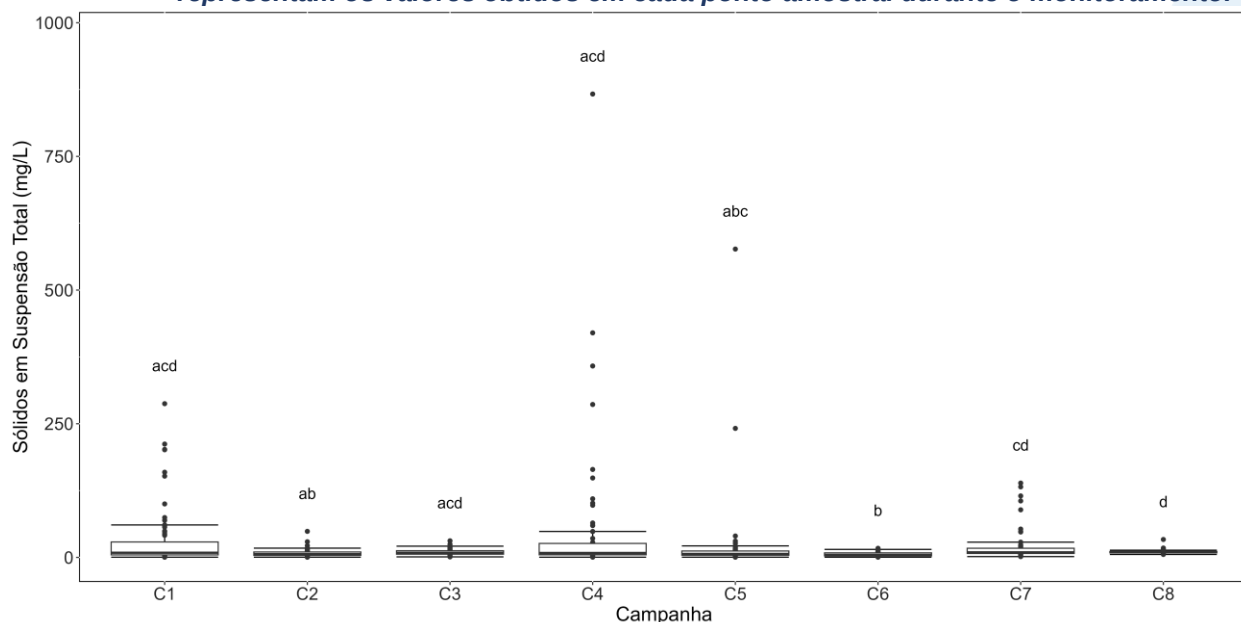
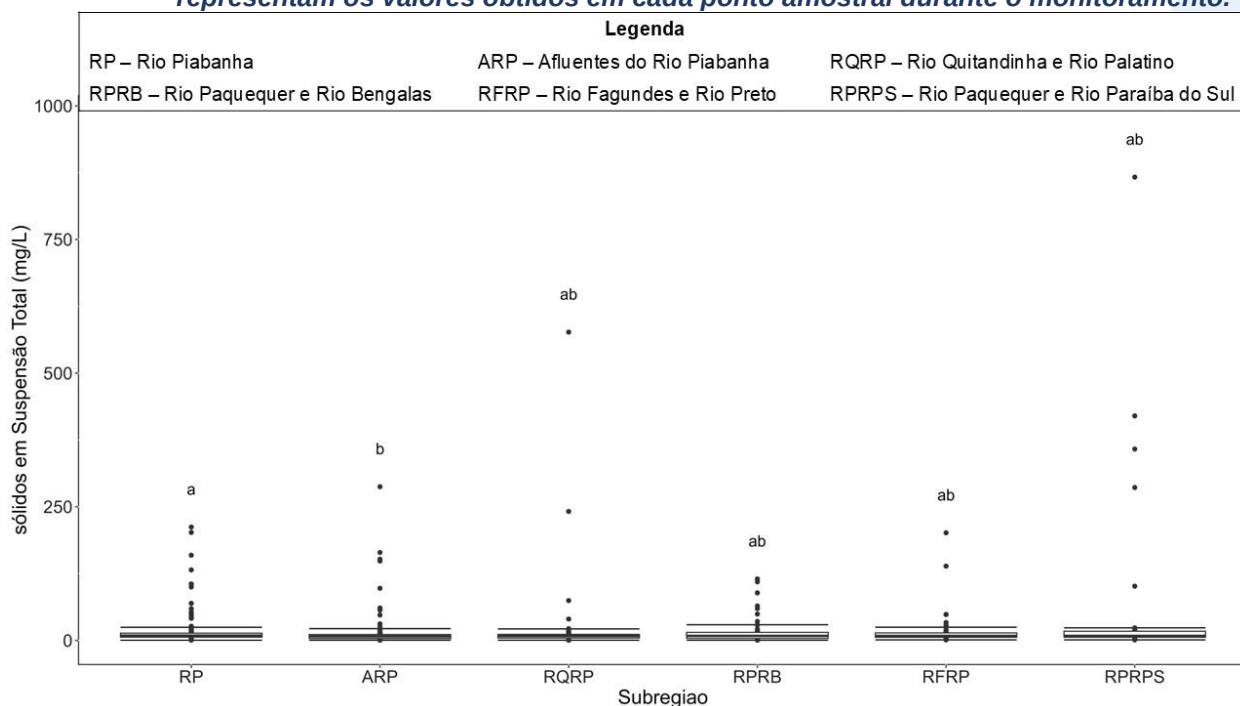


Figura VI.99. Boxplots de Sólidos Suspensos Totais (SST), por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25). 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.10 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 a 2 μm , principalmente íons. Essas partículas, assim como os sólidos suspensos totais, também podem causar danos à biota local (CETESB, 2021). A Resolução CONAMA nº 357/05 determina para Água Doces, Classe 2, valor máximo de sólidos dissolvidos totais (SDT) de 500 mg/L.

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados a seguir e divididos por sub-região.

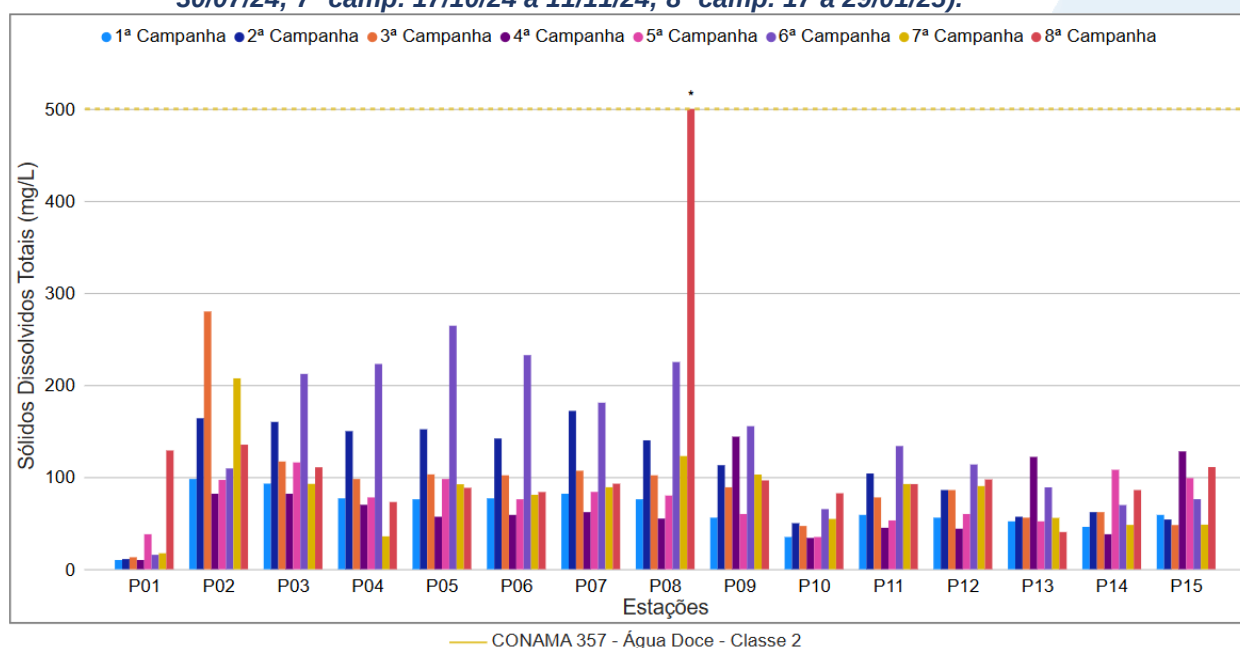
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.100), a média de SDT durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 82 mg/L, com concentração mínima de 17 mg/L (P01) e máxima de 207 mg/L (P02). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 151 mg/L, com mínima de 40 mg/L (P13) e máxima de 950 mg/L (P08). Cabe salientar que a média registrada na 8ª campanha foi influenciada principalmente pelo aumento acentuado registrado em P08.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de SDT (151 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (63 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Piabanha, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para o parâmetro SDT, com exceção de P08 na 8ª campanha.

De modo geral, a maioria dos pontos monitorados nessa sub-região apresentaram concentrações mais altas de SDT na 2ª e 6ª campanhas de monitoramento, assim como maiores valores de condutividade, alcalinidade, fósforo total, ortofosfato e nitrogênio amoniacal. Além disso, durante essas duas campanhas, foram registrados baixos índices pluviométricos, o que pode ter contribuído para o aumento da concentração desse parâmetro, devido ao menor escoamento hídrico. Já na 8ª campanha, houve aumento acentuado de SDT em P08, além de maiores valores de condutividade e nitrogênio amoniacal, sendo este valor o maior registrado na sub-região do RP ao longo do período de monitoramento. Vale ressaltar que, nestas campanhas, não houve

monitoramento da vazão. No entanto, na 1ª e 5ª campanha, essa medição foi realizada, sendo observada menor vazão de acordo com a diminuição da pluviosidade. Sendo assim, o aumento dessas concentrações pode estar relacionado ao ciclo hidrológico da região, já que em eventos de menor índice de chuva e vazão, ocorre um menor carreamento de partículas, contribuindo para a maior concentração desses parâmetros.

Figura VI.100. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.101) durante a 7ª campanha apresentaram valor médio de SDT de 72 mg/L, com variação entre 13 mg/L (P23) e 236 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 182 mg/L, com variação entre 7 mg/L (P20) e 682 mg/L (P25).

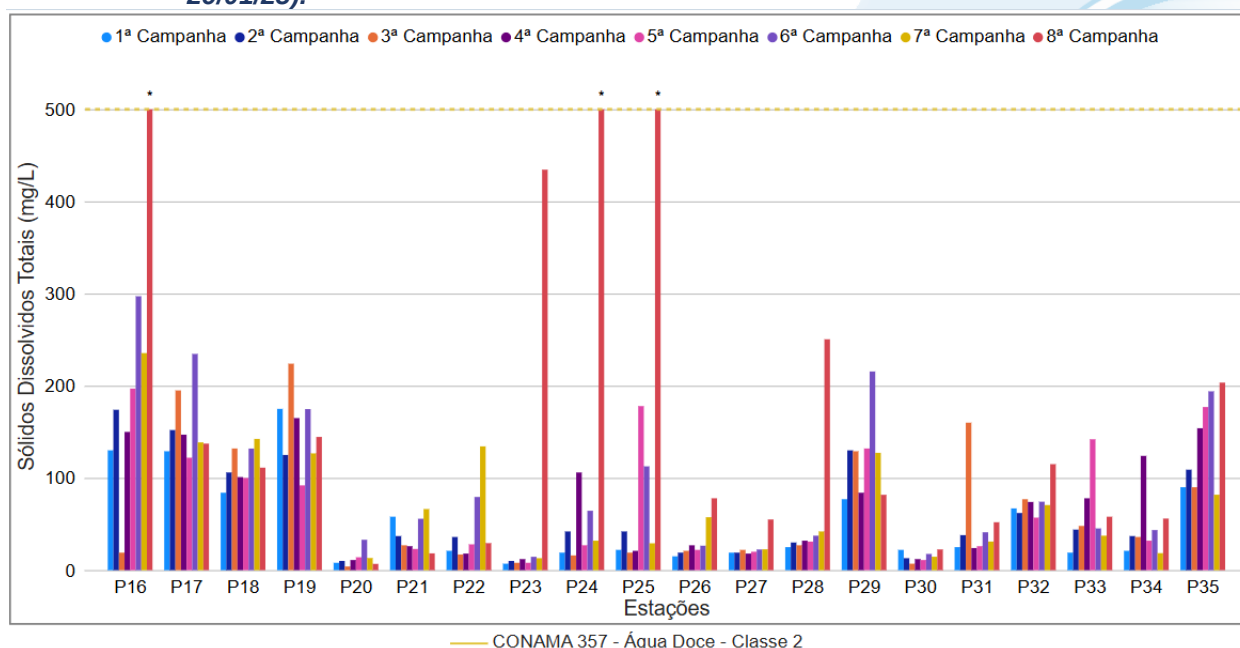
Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de SDT (182 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (52 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região Afluentes do Rio Piabanha, apenas os pontos de monitoramento P16, P24 e P25, na 8ª campanha, apresentaram valores em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para SDT.

De modo geral, os pontos monitorados P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram ao longo do monitoramento maiores concentrações de SDT. Além desses

pontos, P31 na 3ª campanha, P34 na 4ª campanha, P25 e P33 na 5ª campanha apresentaram maiores concentrações de sólidos dissolvidos totais. Essas variações não foram observadas nos demais parâmetros monitorados e não ocorreram em eventos de maior ou menor pluviosidade. Desta forma, ao considerar que os valores mais acentuados correspondem à metade do valor orientado na legislação de referência, esta variação pode estar sendo ocasionada de forma natural, devido ao carreamento de partículas do leito do rio.

Já durante a 8ª campanha de monitoramento foi registrado um aumento acentuado de SDT em P16, P23, P24, P25 e P28, sendo observado também um aumento da condutividade.

Figura VI.101. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

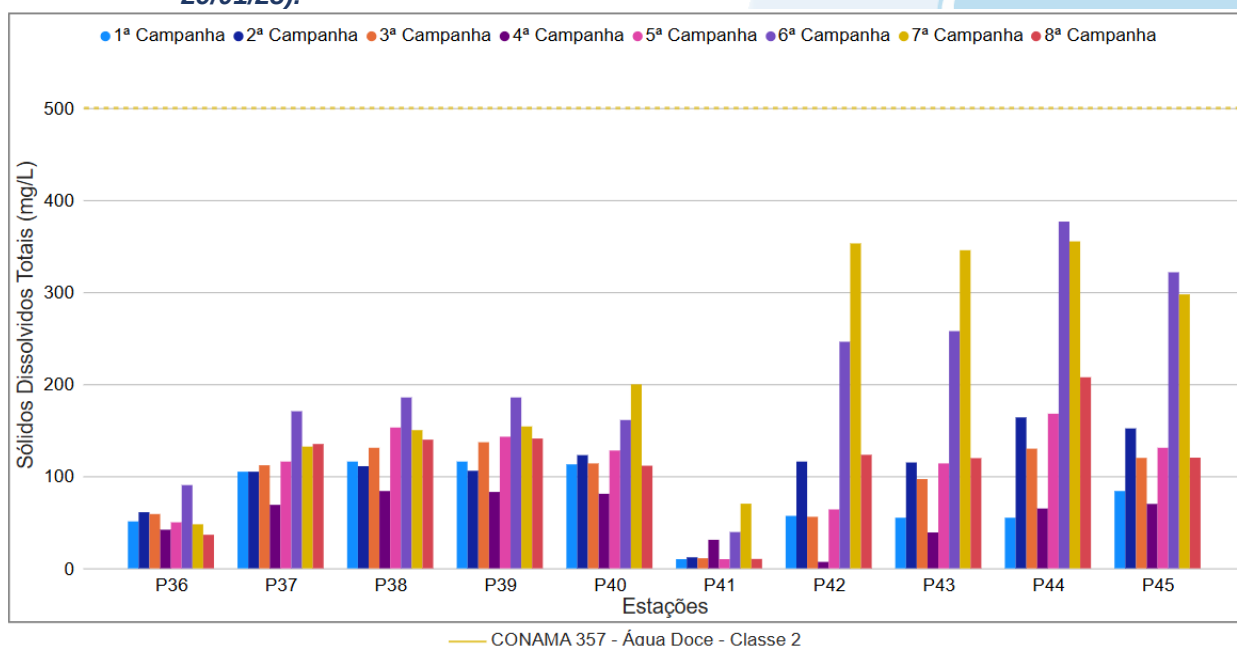


Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.102), a média para o parâmetro SDT durante a 7ª campanha foi de 211 mg/L, com valor mínimo de 48 mg/L (P36) e máximo de 355 mg/L (P44). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 115 mg/L, com mínima de 10 mg/L (P41) e máxima de 208 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de SDT (211 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (57 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para o parâmetro SDT.

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram variações sutis de SDT, com exceção dos pontos P42, P43, P44 e P45, que registraram aumentos superiores a 100 mg/L na 6ª campanha, onde esses valores mais elevados se mantiveram (ou aumentaram) durante a 7ª campanha. O aumento de SDT durante a 5ª e 7ª campanhas acompanhou as variações observadas para os parâmetros fósforo total, condutividade e alcalinidade, indicando um aumento de íons dissolvidos nesses pontos de monitoramento. Esse aumento pode estar associado às atividades de esgotamento sanitário e industrial na região. No entanto, não foi possível identificar variações em relação a pluviosidade e vazão registradas durante o monitoramento.

Figura VI.102. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

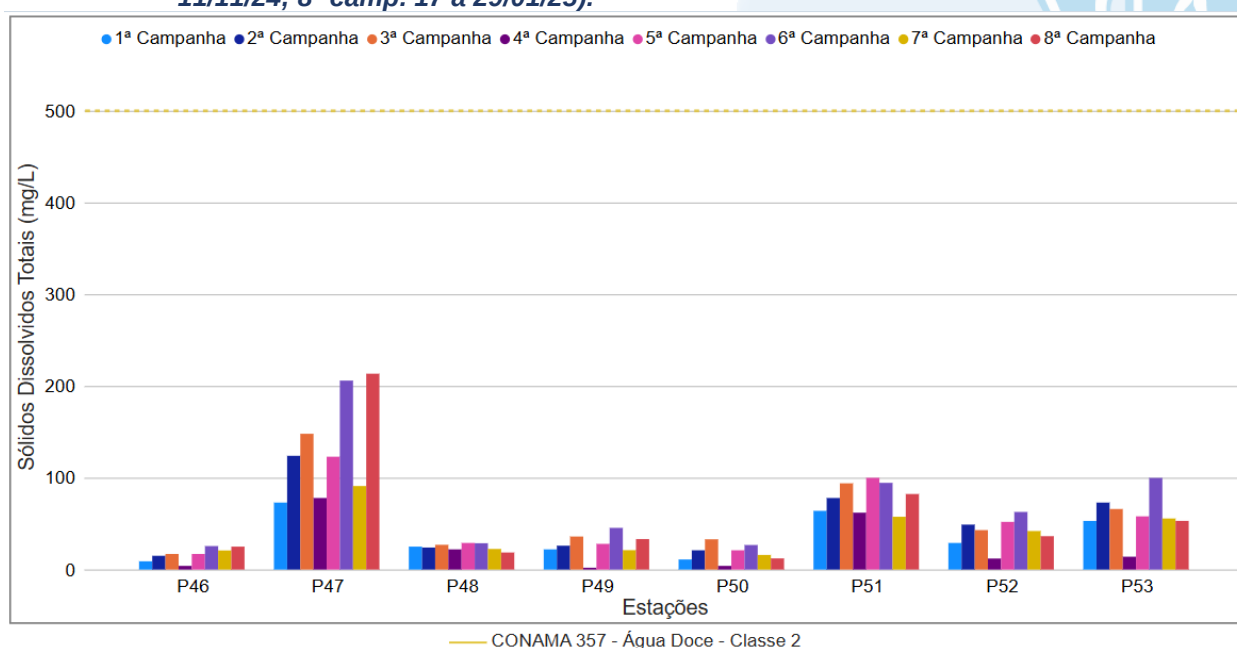


Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.103), a média de SDT na 7ª campanha foi de 41 mg/L, com mínima de 16 mg/L (P50) e máxima de 91 mg/L (P47). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 59 mg/L, com mínima de 12 mg/L (P50) e máxima de 214 mg/L (P47).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de SDT (74 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (25 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para o parâmetro SDT.

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer e Rio Bengalas apresentaram variações sutis de SDT entre as campanhas, sendo as concentrações máximas registradas em P47 ao longo do monitoramento. Vale ressaltar que a variação registrada neste ponto, ocorreu de acordo com os demais parâmetros monitorados (alcalinidade, fósforo total e nitrogênio total), não sendo observada uma relação com os índices de pluviosidade e vazão registrados.

Figura VI.103. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

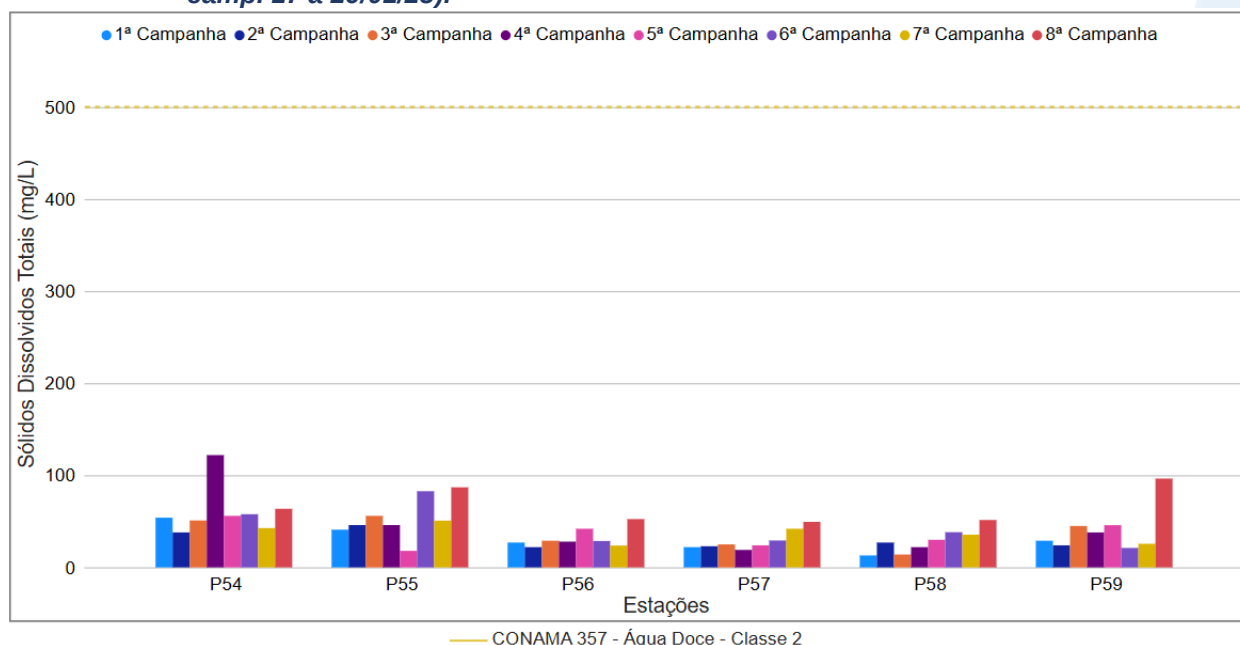


Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.104), a média de SDT durante a 7ª campanha foi de 37 mg/L, com variação entre 24 mg/L (P56) e 51 mg/L (P55). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 67 mg/L, com variação entre 50 mg/L (P57) e 97 mg/L (P59).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de SDT (67 mg/L) e a 2ª campanha, a menor média (30 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para o parâmetro SDT.

De modo geral, na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto foram registradas baixas concentrações de SDT, não sendo observadas variações acentuadas na maioria dos pontos monitorados. Entretanto, em P54 durante a 4ª campanha foi registrada a maior concentração e a mais acentuada durante todo o período de monitoramento, sendo registrado valor de SDT superior a 100 mg/L. Vale ressaltar que nesta campanha, P54 também registrou maiores concentrações de SST, nitrogênio total e condutividade. Além disso, na 4ª campanha foi registrado o maior índice pluviométrico neste ponto, o que pode ter contribuído para um maior aporte de partículas dissolvidas.

Figura VI.104. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

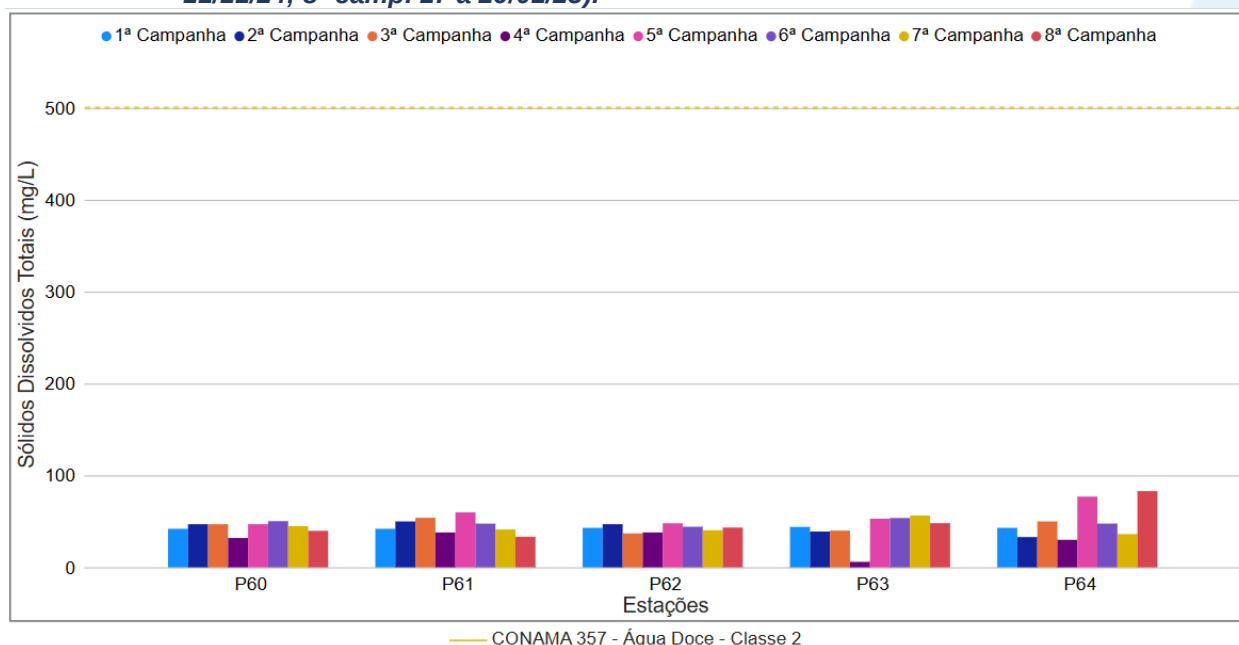


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.105), a média de SDT durante a 7ª campanha foi de 44 mg/L, com variação entre 36 mg/L (P64) e 56mg/L (P63). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 50 mg/L, com variação entre 33 mg/L (P61) e 83 mg/L (P64).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro), a 5ª campanha apresentou a maior média de SDT (57 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (29 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para o parâmetro SDT.

De maneira geral, todos os pontos desta sub-região apresentaram pequena variação da concentração de SDT entre as campanhas de monitoramento independentemente da variação dos demais parâmetros monitorados e da pluviosidade.

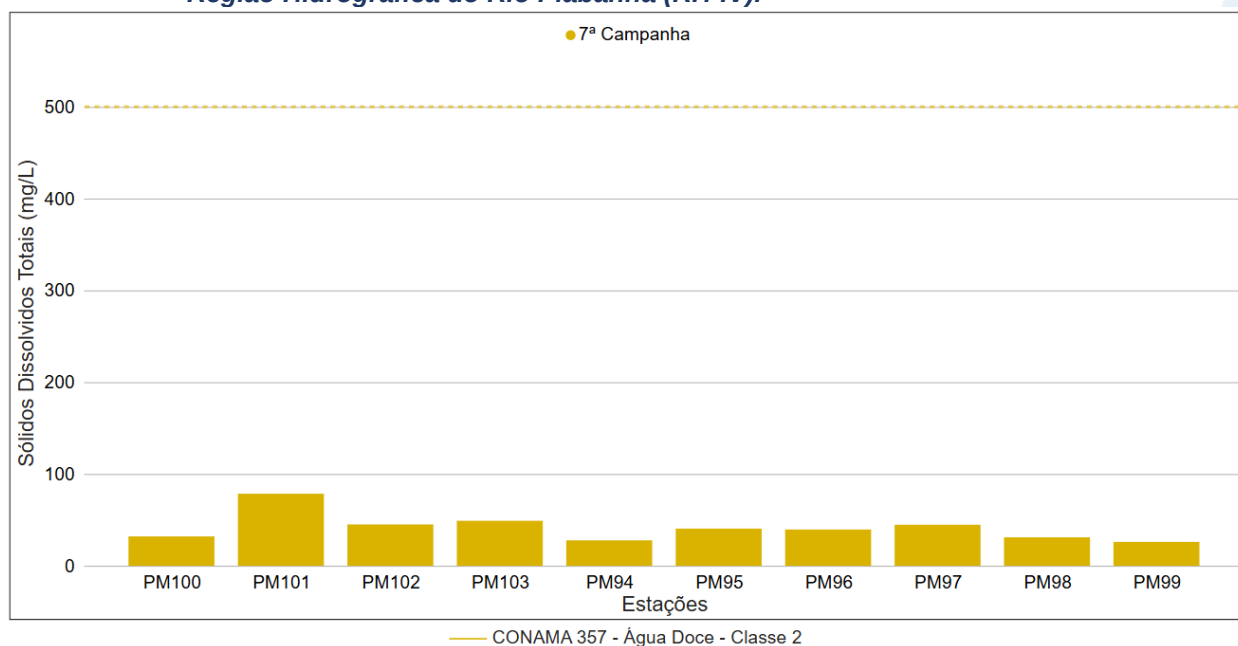
Figura VI.105. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.106) apresentaram média de SDT de 41,39 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 26 mg/L (PM99) e máxima de 78,5 mg/L (PM101).

Cabe salientar que todos os pontos móveis monitorados apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para SDT.

Figura VI.106. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de 107 mg/L no 4º semestre, sendo essa a maior média geral registrada ao longo do período de monitoramento. Na 7ª campanha foi encontrada média de 87 mg/L, com variação entre 13 mg/L (P23) e 355 mg/L (P44). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 128 mg/L, com variação entre 7 mg/L (P20) e 950 mg/L (P08). Dentre as campanhas de monitoramento, a 8ª campanha apresentou a maior média do período (128 mg/L), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (54 mg/L). A distribuição espacial de SDT encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.107 e Figura VI.108.

Figura VI.107. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Dissolvidos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

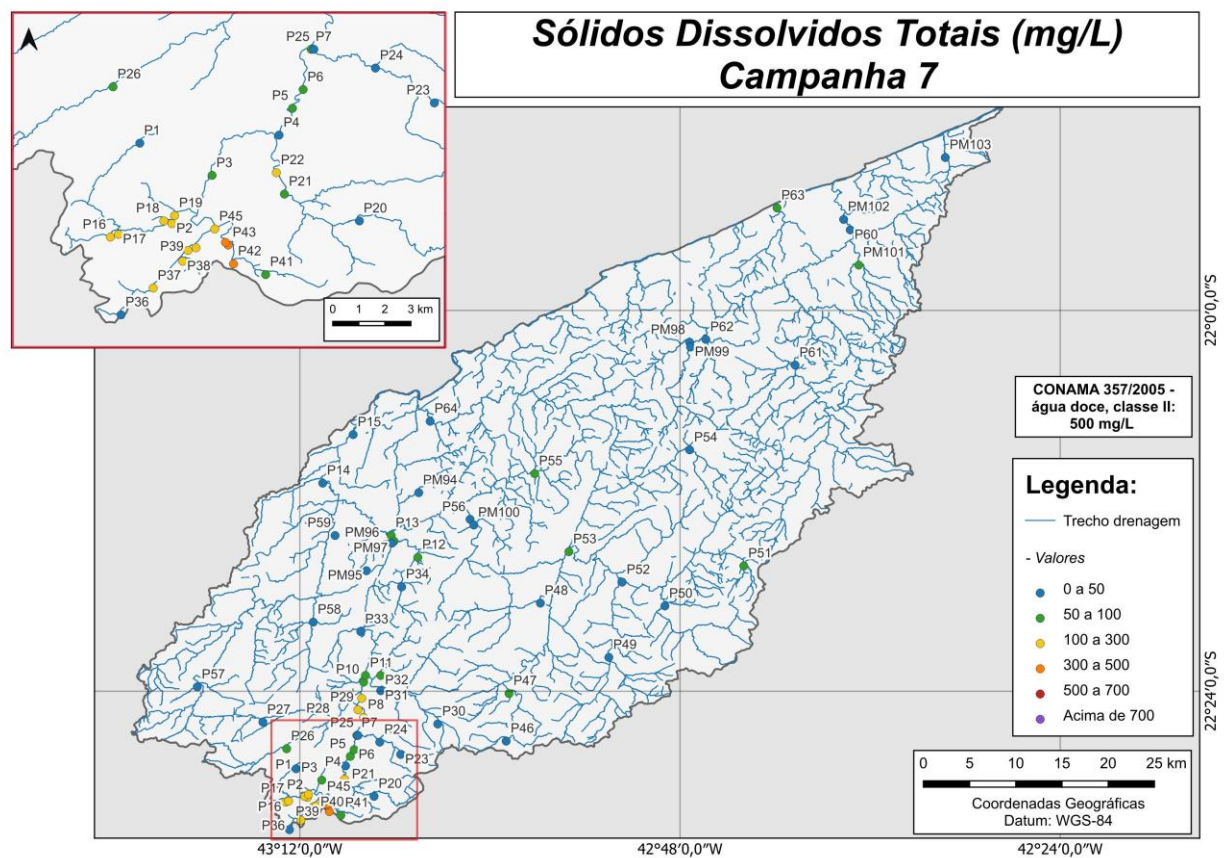
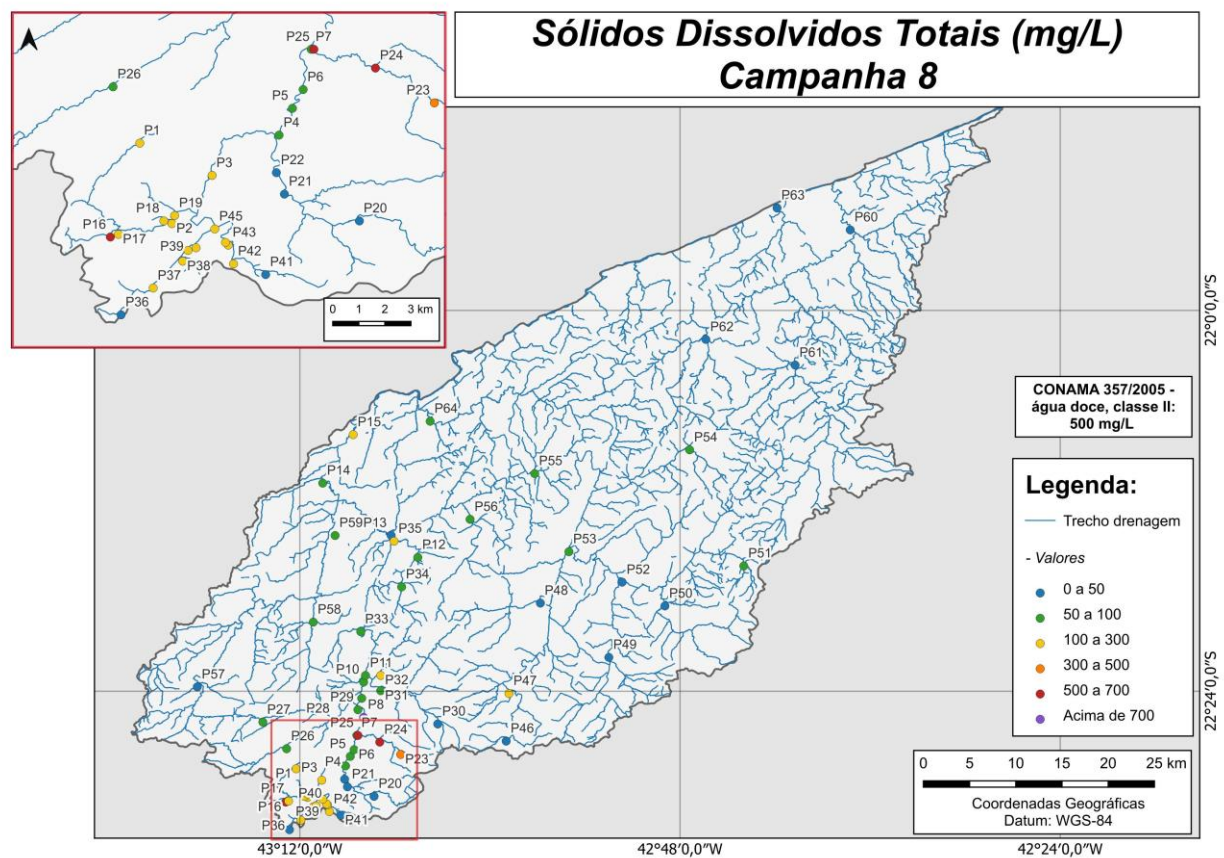


Figura VI.108. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Dissolvidos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores médias semestrais de SDT, com exceção do 2º semestre onde a maior média foi registrada na sub-região do RP. Já as menores médias semestrais foram registradas na sub-região do RFRP (1º e 3º semestre) e na sub-região do RPRPS (2º e 4º semestre).

Para o parâmetro SDT, foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) onde a 1ª e 4ª campanha se diferiram da 6ª e 8ª campanha de monitoramento. Em relação às sub-regiões, RP e RQRP apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para as demais sub-regiões (Figura VI.109 e Figura VI.110).

Figura VI.109. Boxplots de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

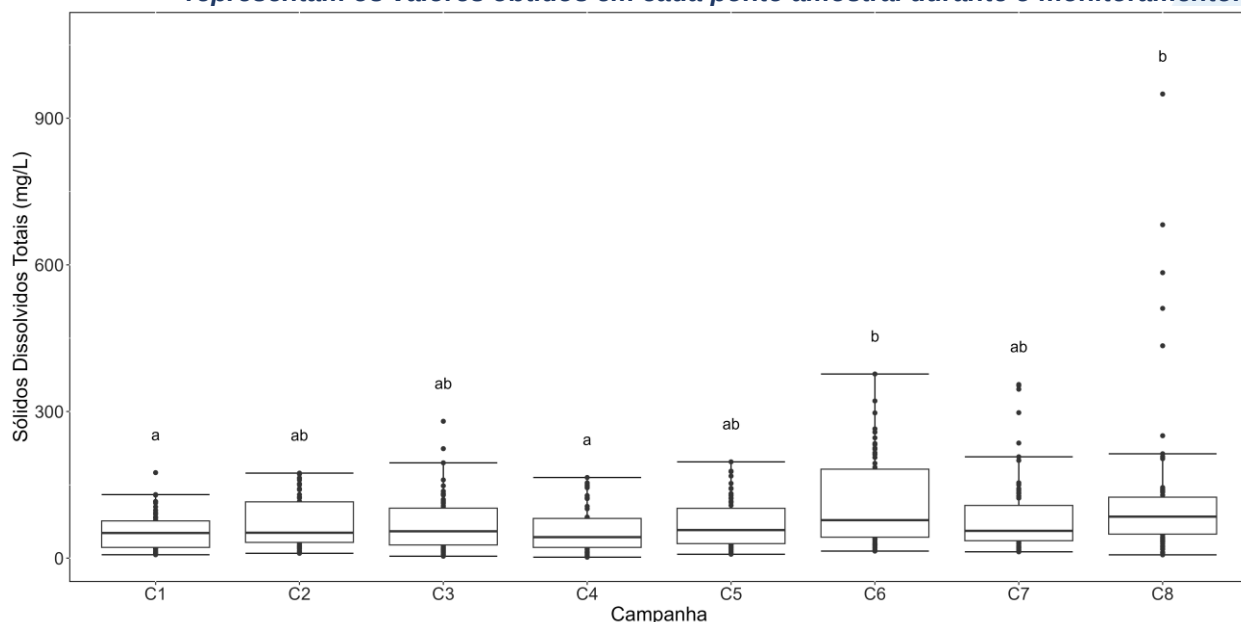
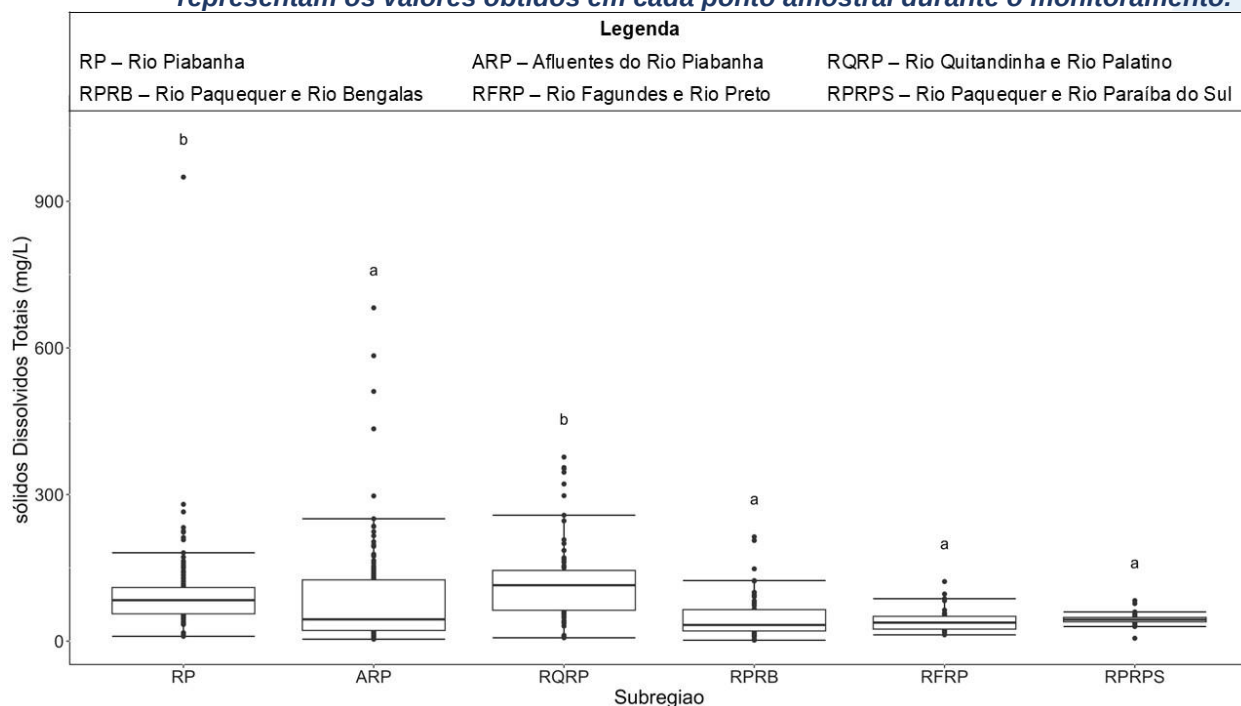


Figura VI.110. Boxplots de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.11 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). A Resolução CONAMA n° 357/05 determina para Água Doces, Classe 2, valor de turbidez menor ou igual a 100,0 mg/L.

Os valores de turbidez registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.111), a média de turbidez durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 39,0 UNT, com variação entre 0,3 UNT (P01) e 211,0 UNT (P14). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 13,0 UNT, com variação entre valor menor que o limite de quantificação, 0,1 UNT (P01), e 33,0 UNT (P14). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre, todos os pontos monitorados apresentaram valores de turbidez de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA n° 357/05, com exceção de P14 e P15 (7ª campanha).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior média de turbidez (45,8 UNT) e a 6ª campanha, a menor média (4,9 UNT). A 1ª e a 7ª campanha apresentaram o maior número de amostras (duas amostras em cada campanha) em desacordo com a Resolução CONAMA n° 357/05, enquanto a 2ª, 4ª, 5ª, 6ª e 8ª campanha apresentaram todos os valores abaixo do limite estabelecido.

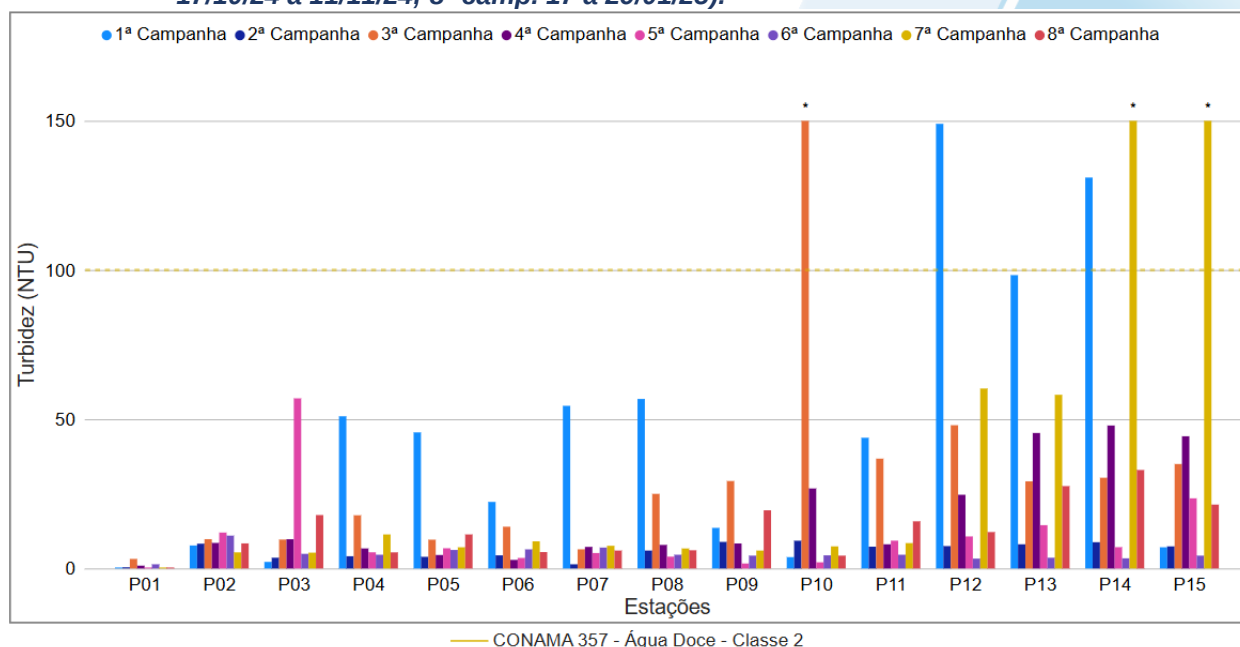
De modo geral, a maioria dos pontos monitorados nessa sub-região apresentaram maiores valores de turbidez na 1ª campanha de monitoramento, assim como maiores índices de pluviosidade e vazão. Entretanto P10 apresentou um aumento acentuado na

3ª campanha, sendo registrado valor de turbidez acima do estabelecido na legislação de referência. Vale ressaltar que os demais parâmetros monitorados não apresentaram variação similar neste ponto na 3ª campanha, sendo assim o aumento da turbidez pode ter sido influenciado pelo aporte de sólidos.

É importante destacar também que, durante a 6ª campanha de monitoramento, a maioria dos pontos apresentou aumento das concentrações dos parâmetros monitorados e menores índices pluviométricos. Sendo assim, a menor média de turbidez registrada nesta campanha pode estar relacionada aos eventos de chuva.

Já na 7ª campanha os pontos de monitoramento P14 e P15 apresentaram aumento acentuado de turbidez, assim como registrado para os parâmetros pH, coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO e SST. Vale ressaltar que na 7ª campanha também foram registrados valores intermediários de vazão e pluviosidade que podem ter contribuído para o aumento da turbidez nestes pontos monitorados.

Figura VI.111. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 150 NTU

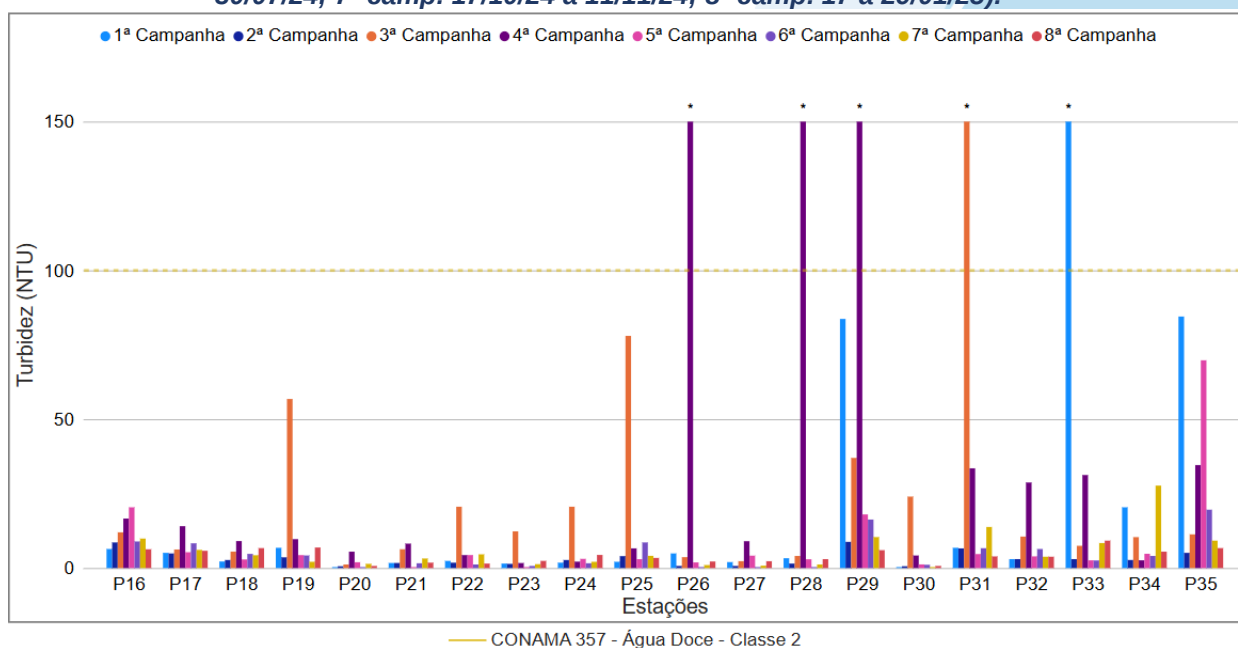
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.112), a média de turbidez durante a 7ª campanha foi de 5,8 UNT, com variação dos valores entre abaixo do limite de quantificação do método analítico (<0,1 UNT) (P30) e 27,7 UNT (P34). Na

8ª campanha, a média encontrada foi de 4,2 UNT, com variação dos valores entre 0,7 UNT (P20) e 9,2 UNT (P33). Durante o 4º semestre de monitoramento todas as amostras apresentaram valores de turbidez de acordo com o preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior média de turbidez (51,6 UNT) e a 2ª campanha a menor (3,2 UNT). Vale ressaltar que foi possível observar a redução do número de amostras em desacordo com a legislação supracitada desde o 3º semestre.

Durante o monitoramento, a maioria dos pontos dessa sub-região apresentaram pouca variação dos valores de turbidez entre as campanhas. Entretanto, P33 na 1ª campanha, P31 na 3ª campanha e P26, P28, e P29 na 4ª campanha apresentaram valores mais acentuados de turbidez. Vale ressaltar que esses pontos também tiveram maiores concentrações de SST, SDT e DBO. Além disso, em P33 houve maior pluviosidade e vazão na 1ª campanha, podendo este fator ter contribuído para o aumento da turbidez.

Figura VI.112. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



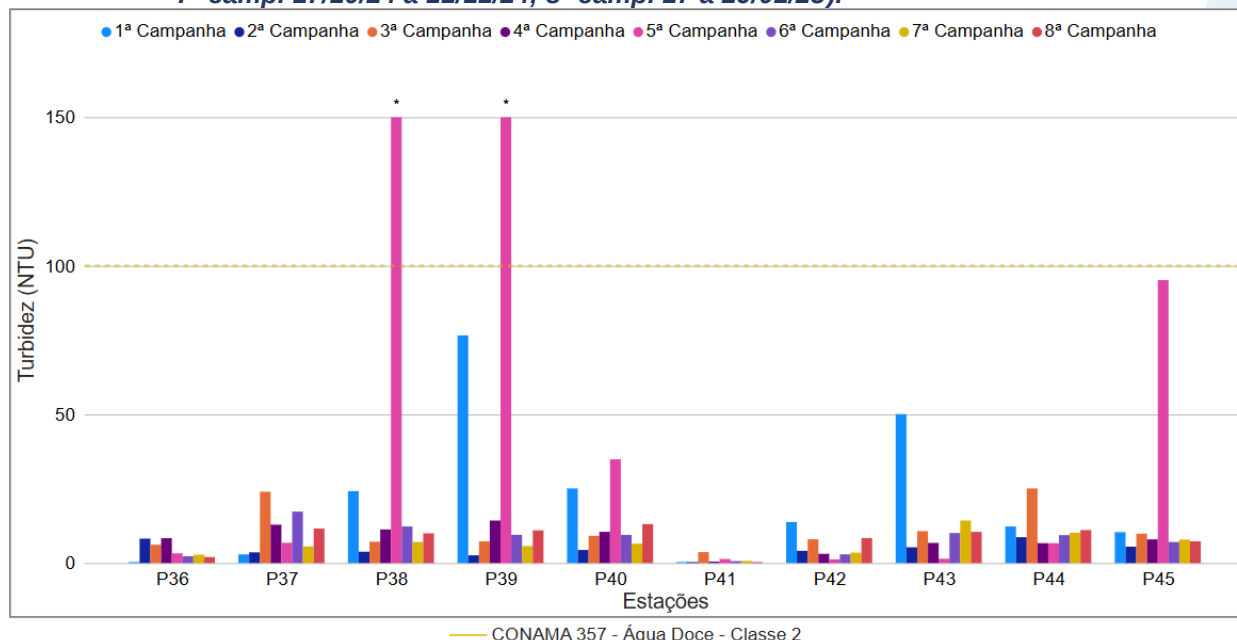
Legenda: * Valor superior a 150 NTU

Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.113), a média para o parâmetro turbidez durante a 7ª campanha foi de 6,4 UNT, com mínima de 0,7 UNT (P41) e máxima de 14,03 UNT (P43). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 8,5 UNT, resultado menor que o limite de quantificação, <0,1 UNT (P41) e 13,1 UNT (P40).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 5ª campanha apresentou a maior média de turbidez (90,6 UNT) e a 2ª campanha, a menor (4,7 UNT). Vale destacar que ao longo do monitoramento, apenas P38 e P39 na 5ª campanha apresentaram valores de turbidez em desacordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, essa sub-região apresentou pouca variação da turbidez durante o período monitorado, independentemente dos volumes de pluviosidade e variação dos demais parâmetros monitorados. Entretanto, durante a 5ª campanha houve um aumento abrupto em P38, P39 e P45. Todavia, conforme relatado para SST, este aumento pode ter sido ocasionado pelo aporte de sedimento para estes pontos. Entretanto, considerando o conjunto de variáveis monitoradas, não foi possível identificar a possível origem deste aporte.

Figura VI.113. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 150 NTU

Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.114

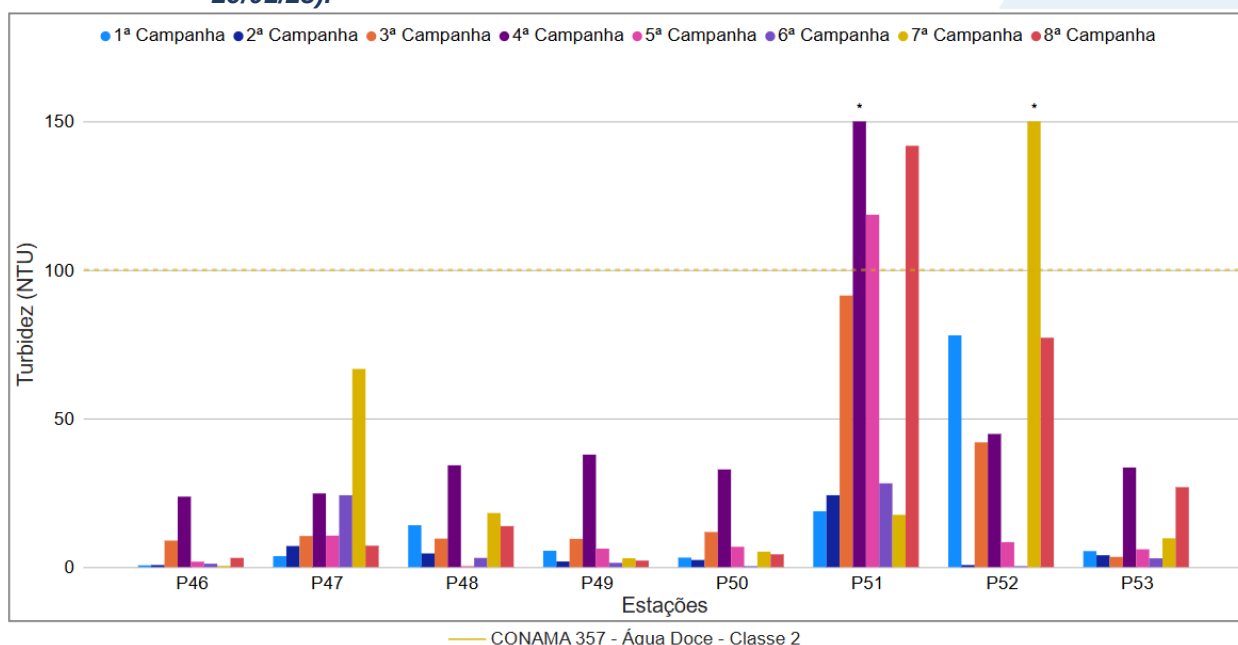
Figura VI.114), a média de turbidez na 7ª campanha foi de 35,2 UNT, com mínima de 0,4 UNT (P46) e máxima de 161,0 UNT (P52). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 34,6 UNT, com variação entre 2,2 UNT (P49) e 141,8 UNT (P51). Vale ressaltar que durante o 4º semestre, apenas P52 na 7ª campanha e P51 na 8ª campanha apresentaram valores de turbidez acima do estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de turbidez (55,6 UNT) e a 2ª campanha, a menor (5,7 UNT). Vale ressaltar que apenas P51 (4ª, 5ª e 8ª campanha) e P52 (7ª campanha) apresentaram valores em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, foram registradas baixas variações de turbidez ao longo do período de monitoramento na maioria dos pontos dessa sub-região. Entretanto, P51 na 4ª, 5ª e 8ª campanhas apresentou aumento acentuado de turbidez, assim como P52 na 7ª campanha. Vale ressaltar que essa variação ocorreu independentemente dos níveis

pluviométricos, vazão e das concentrações registradas para os demais parâmetros monitorados, principalmente na 4ª e 5ª campanhas. Entretanto, em P51 (8ª campanha) e P52 (7ª campanha) houve registro de pluviosidade que pode ter contribuído para o aumento da turbidez. Além disso, através dos registros de campo destes pontos, foi possível observar coloração barrenta da água durante essas campanhas, indicando o aporte de sedimento de fonte desconhecida para o corpo hídrico.

Figura VI.114. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 150 NTU

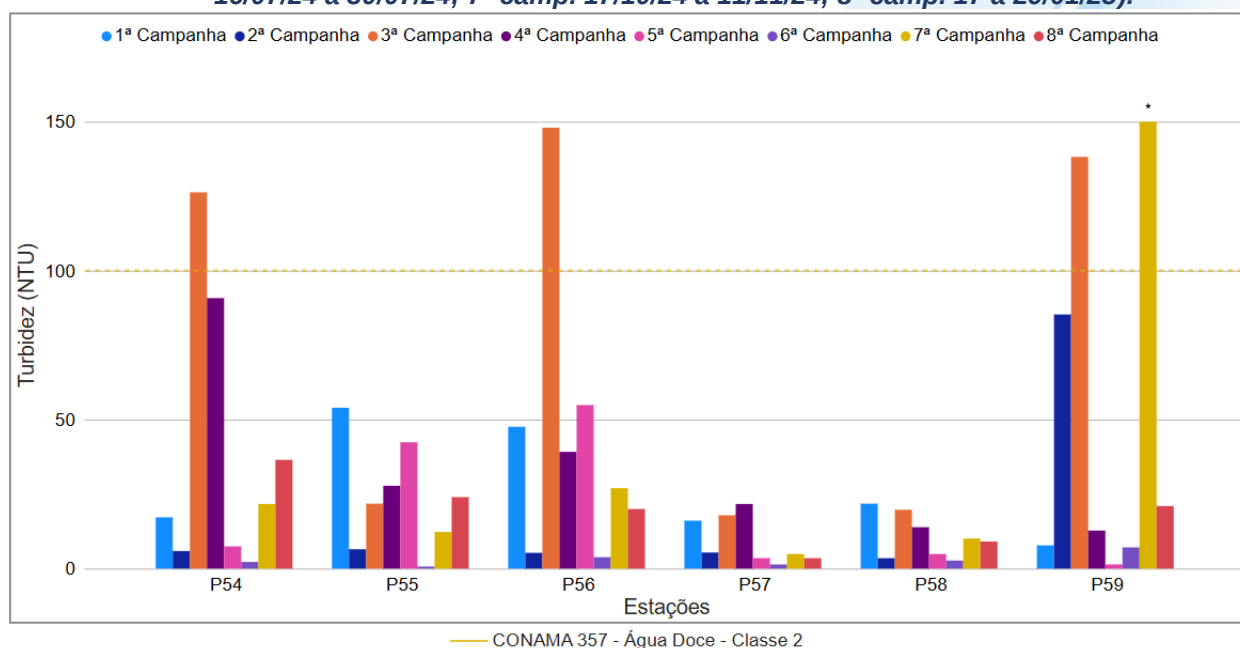
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.115), a média de turbidez durante a 7ª campanha foi de 59,3 UNT, com variação entre 4,9 UNT (P57) e 280,0 UNT (P59). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 19,0 UNT, com variação entre 3,5 UNT (P57) e 36,5 UNT (P54). Vale ressaltar que durante o 4º semestre de monitoramento não foram registrados valores de turbidez em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior média de turbidez (78,7 UNT) e a 6ª campanha, a menor (3,0 UNT). É importante destacar que, apenas a 3ª campanha de

monitoramento apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 (três amostras).

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram variações distintas de turbidez. Vale ressaltar que as maiores concentrações foram registradas em P54, P56 e P59 durante a 3ª campanha de monitoramento, assim como foram registradas nesses pontos maiores concentrações de DBO e DQO. Além de P59 que durante a 7ª campanha apresentou novamente aumento dos valores de turbidez, assim como apresentado para os parâmetros coliformes termotolerantes, DBO, DQO, SST, ortofosfato e fósforo total. Essas maiores concentrações podem estar relacionadas ao maior aporte de partículas orgânicas e inorgânicas para estes corpos hídricos através do deságue de efluentes industriais e sanitários, pois não há indícios de que estas concentrações estejam relacionadas ao maior aporte ocasionado por eventos de chuva.

Figura VI.115. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 150 NTU

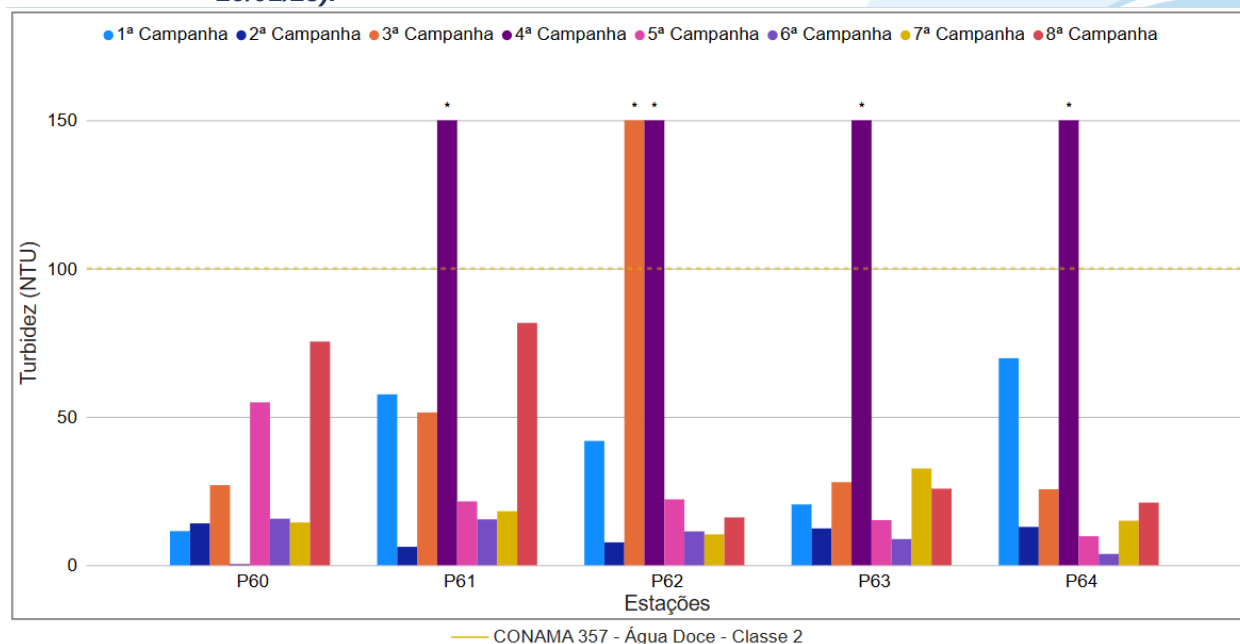
A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.116), apresentou média de turbidez de 18,1 UNT durante a 7ª campanha, com mínima de 10,4 UNT (P62) e máxima de 32,6 UNT (P63). Durante a 8ª campanha a média obtida foi de 44,0 UNT, com resultados variando entre 16,1 UNT (P62) e 81,7 UNT (P61).

Durante o 4º semestre de monitoramento todos os pontos monitorados apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de turbidez (514,0 UNT) e a 2ª campanha, a menor (10,7 UNT). Somente o 3º semestre de monitoramento apresentou resultados em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Vale ressaltar que na maioria dos pontos foi registrado um aumento acentuado de turbidez nessa sub-região durante o 2º semestre (3ª e 4ª campanhas), exceto no ponto P60. Esse aumento pode estar relacionado com os elevados valores de SST registrados nesta campanha, que indicam o aporte de sedimento para o corpo hídrico.

Figura VI.116. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



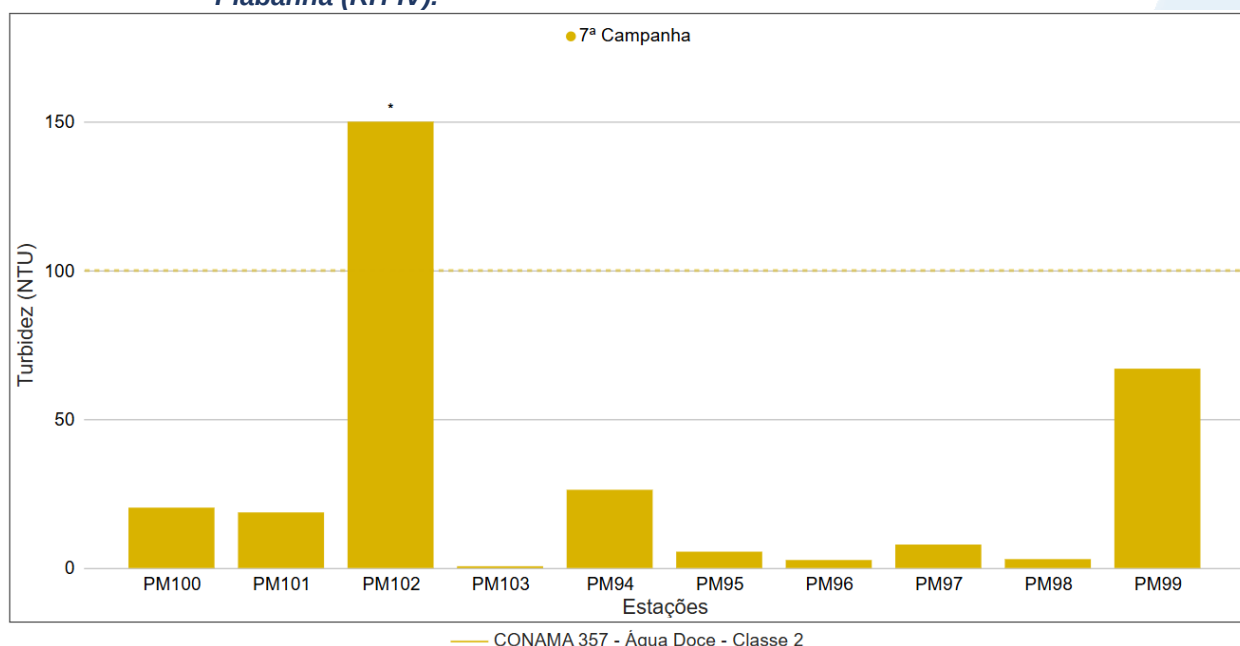
Legenda: * Valor superior a 150 NTU

Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.117) apresentaram média de turbidez de 35,6 UNT, sendo a concentração mínima registrada de 0,6 UNT (PM103) e máxima de 204,0 UNT (PM102).

Apenas a amostra referente ao ponto PM102 apresentou valor de turbidez acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. A turbidez registrada neste

ponto pode estar associada a maior vazão e a pluviosidade registrada nesse ponto de monitoramento.

Figura VI.117. Distribuição da Turbidez registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Legenda: * Valor superior a 150 NTU

Ao considerar os resultados obtidos no último semestre em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de turbidez de 19,3 UNT, sendo registrada no 4º semestre a maior média geral (53,9 UNT). Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 23,3 UNT, com variação entre valor abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P30) e 280,0 UNT (P59). Já na 8ª campanha a média encontrada foi de 15,2 UNT, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P01 e P41), e 141,8 UNT (P51). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (70,6 UNT), enquanto a 6ª campanha apresentou a menor (6,0 UNT). A distribuição espacial de turbidez encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.118 e Figura VI.119.

Figura VI.118. Mapa representativo da distribuição espacial da Turbidez registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

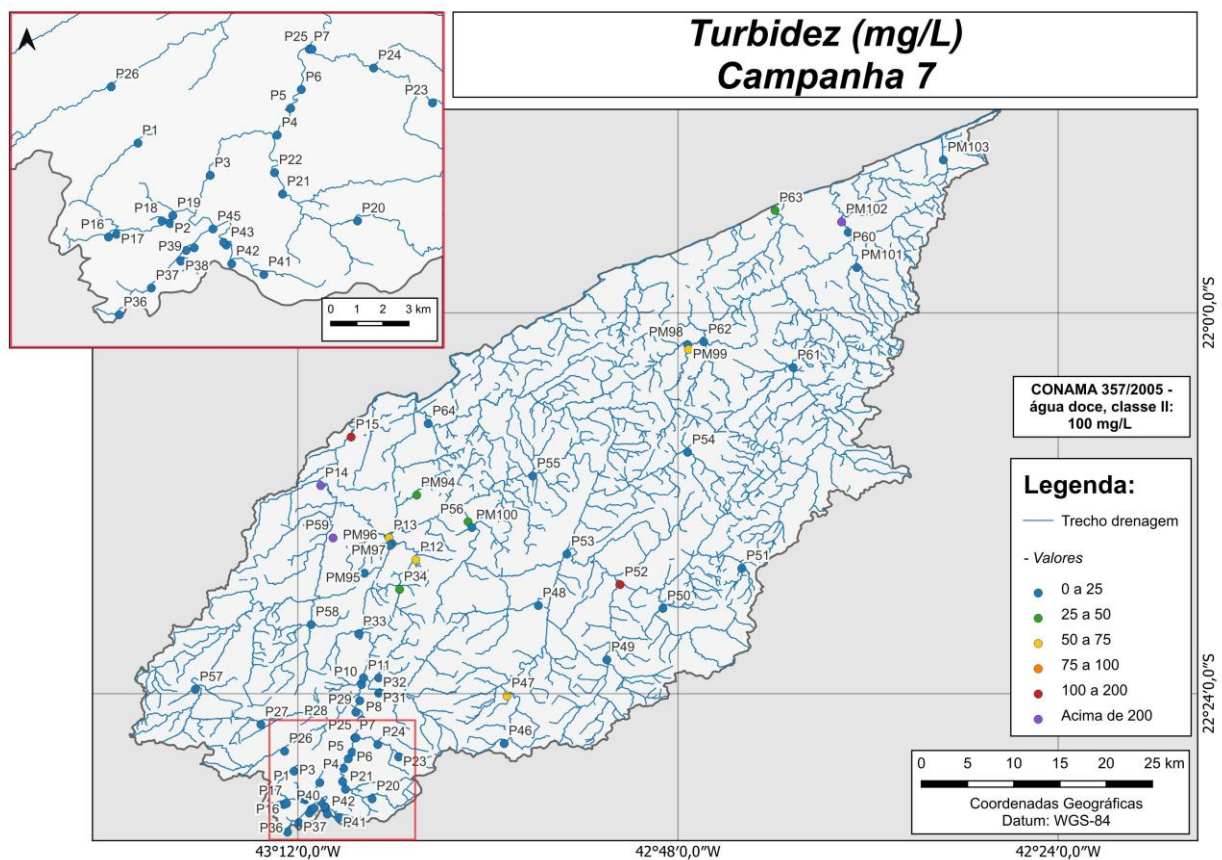
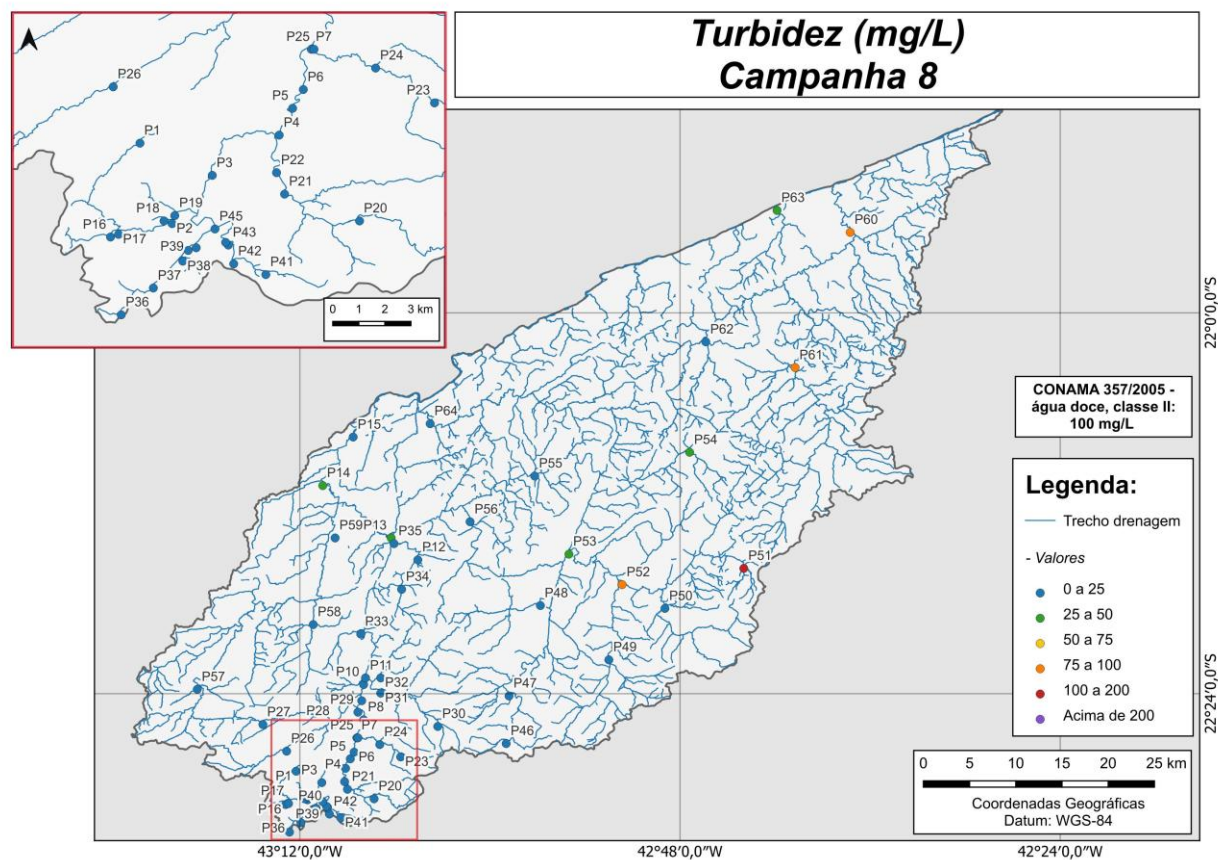


Figura VI.119. Mapa representativo da distribuição espacial das Turbidez registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Ao longo do período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RP, RPRPS, RQRP e RFRP apresentaram maiores médias semestrais de turbidez no 1º, 2º, 3º e 4º semestre, respectivamente. Já as menores médias semestrais foram registradas na sub-região do RPRB no 1º semestre, RQRP no 2º semestre, e na sub-região do ARP no 3º e 4º semestre.

Para o parâmetro turbidez, foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre a 2ª campanha e a 1ª, 3ª, 4ª e 8ª campanhas. Além da 3ª campanha que apresentou diferença em relação a 5ª, 6ª, 7ª e 8ª campanha, enquanto a 6ª campanha se diferenciou da 1ª e 4ª campanha de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região ARP e as demais sub-regiões, exceto RQRP. Além da sub-região RPRPS que se diferenciou das demais campanhas, com exceção de RFRP (Figura VI.120 e Figura VI.121).

Figura VI.120. Boxplots de Turbidez, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

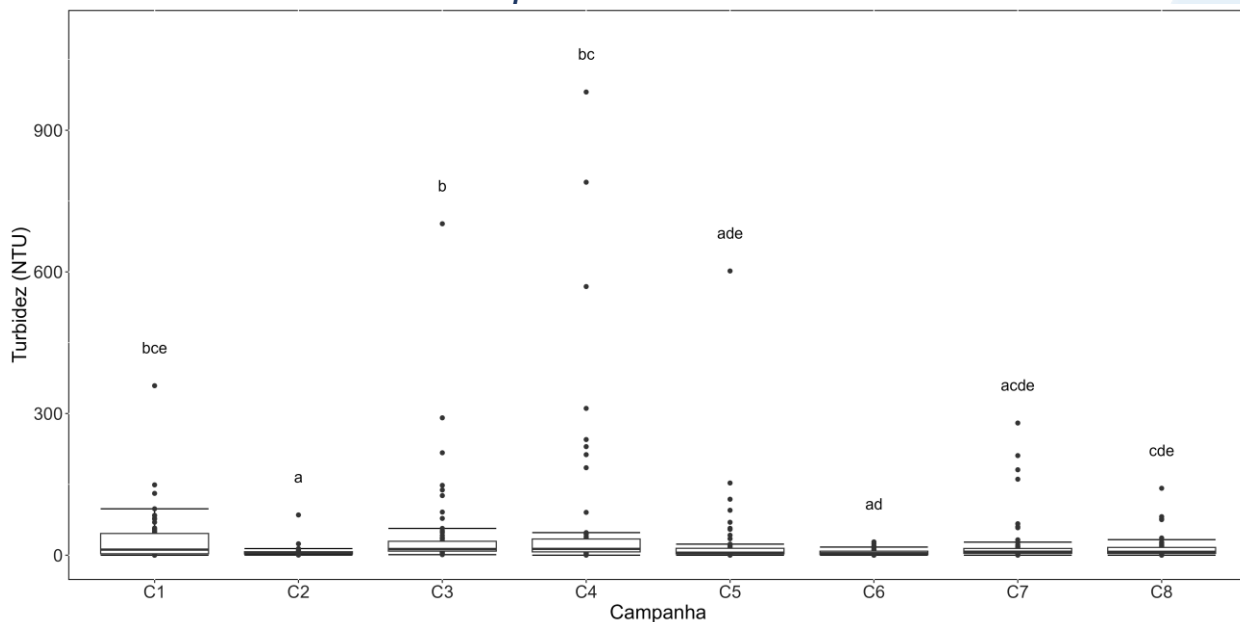
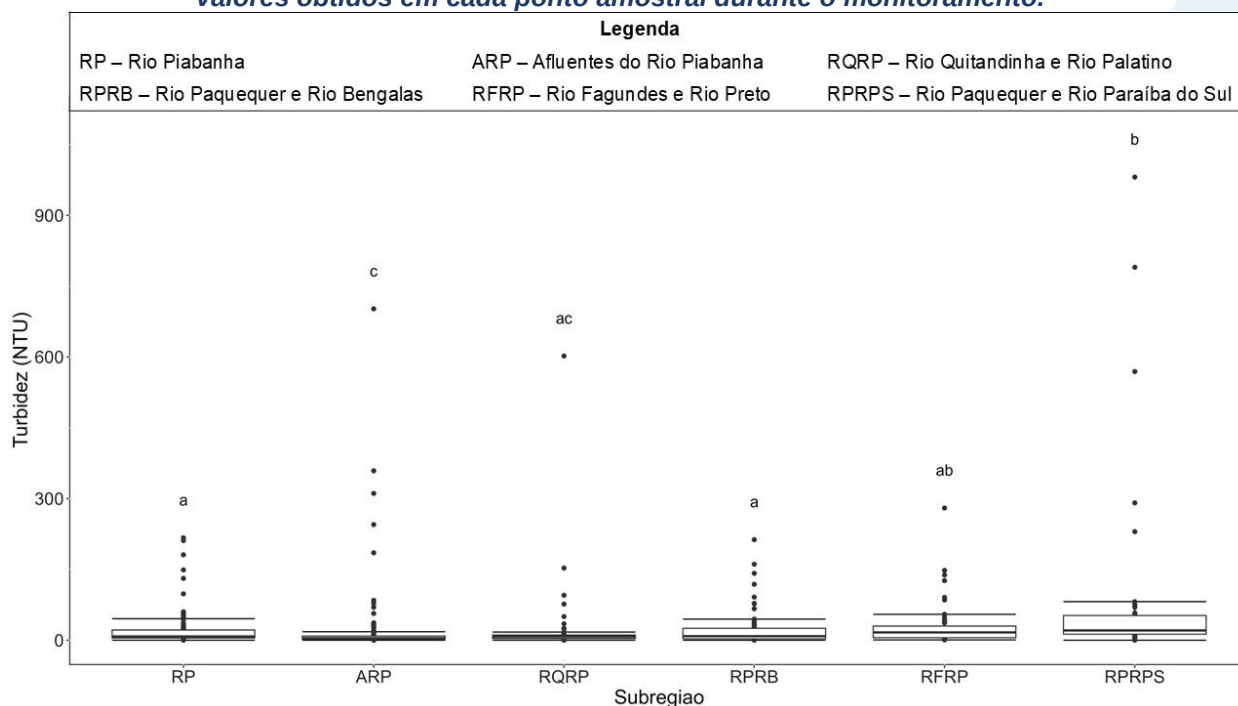


Figura VI.121. Boxplots de Turbidez, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.12 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). A Resolução CONAMA nº 357/05 também determina para Água Doces, Classe 2 concentração de nitrato abaixo ou igual a 10,00 mg/L.

Os valores de nitrato registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

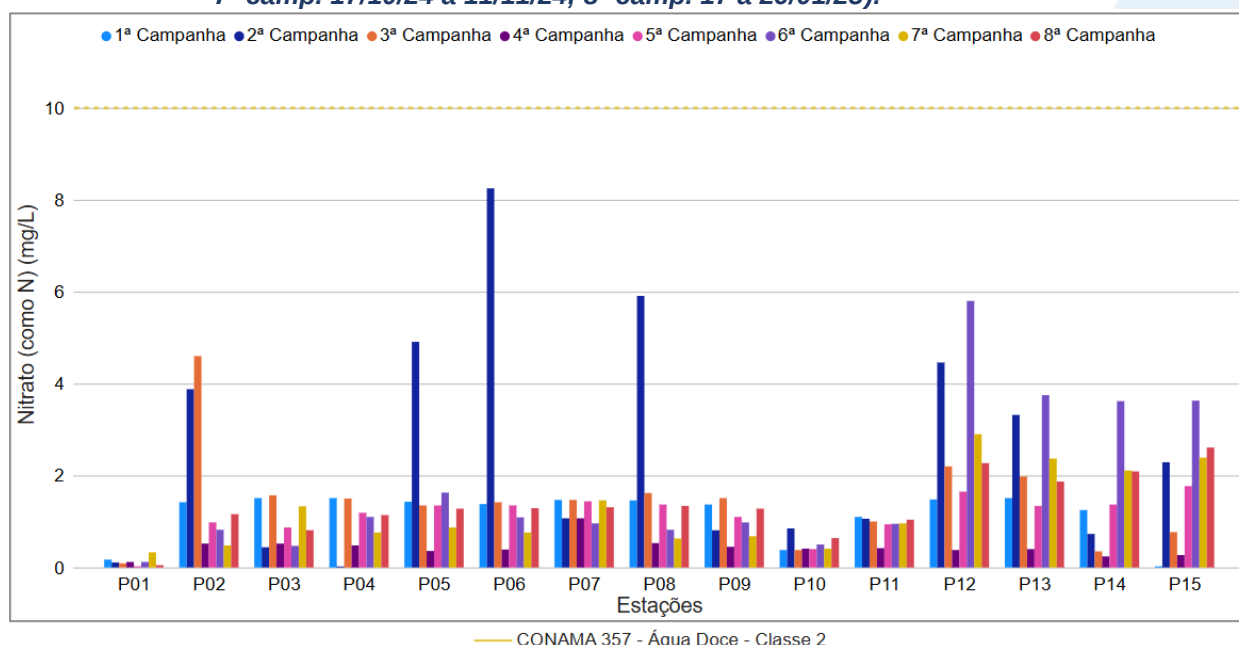
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.122), a média de nitrato durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 1,23 mg/L, sendo o valor mínimo de 0,33 mg/L (P01) e máximo de 2,90 mg/L (P12). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,35 mg/L com mínima de 0,05 mg/L (P01) e máxima de 2,61 mg/L (P15). Vale ressaltar que durante o 4º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média (2,54 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (0,44 mg/L). Ao longo do período de monitoramento, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, durante a 4ª campanha de monitoramento foram registradas as menores concentrações de nitrato em todos os pontos de monitoramento, assim como menores valores de SDT, ortofosfato, nitrogênio total e fósforo total na maioria dos pontos dessa sub-região. Vale ressaltar que nesta campanha também foram registradas maiores concentrações de oxigênio dissolvido e índice pluviométrico. Cabe salientar que durante a 2ª (P05, P06, P08, P12, P13 e P15) e 6ª (P12, P13, P14 e P15) campanhas foram registrados, para alguns pontos, maiores concentrações de nitrato, assim como de outros parâmetros monitorados, além de terem sido registrados menores índices pluviométricos. Desta forma, as variações de nitrato registradas durante estas

campanhas podem estar relacionadas com a pluviosidade, que pode contribuir para uma maior diluição e carreamento das partículas, pois mesmos os pontos P14 e P15, que estão mais distantes das fontes poluidoras registradas, apresentaram variações.

Figura VI.122. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

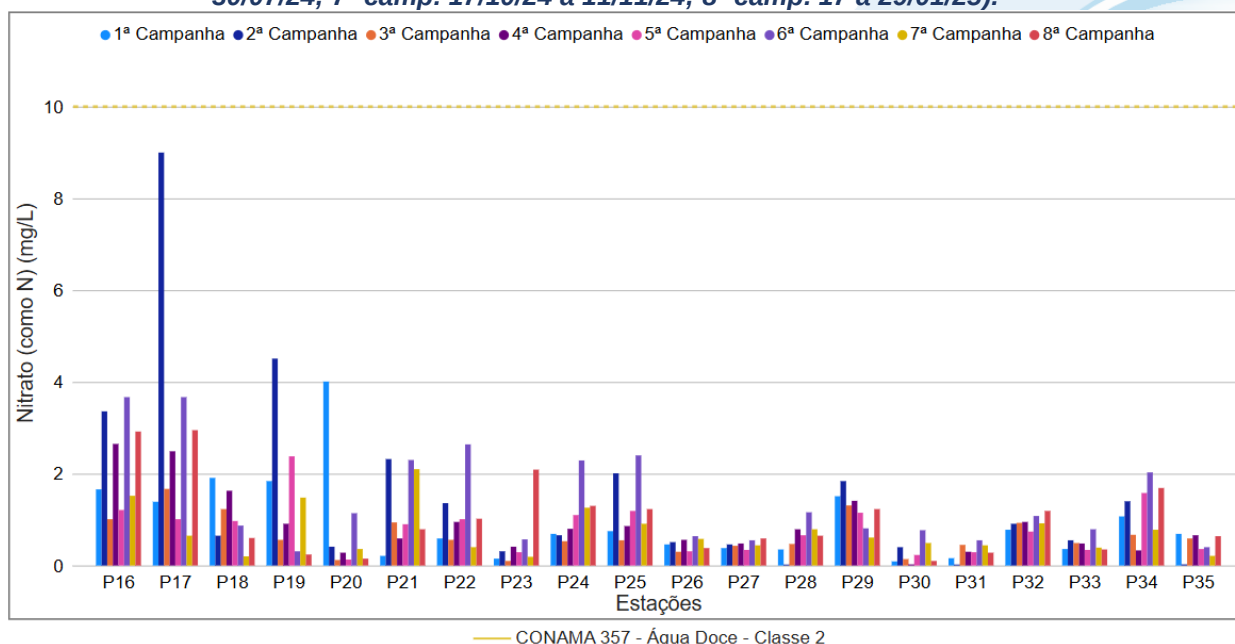


Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.123), durante a 7ª campanha apresentaram valor médio de nitrato de 0,74 mg/L, com variação entre 0,19 mg/L (P23) e 2,10 mg/L (P21). Já na 8ª campanha, a média registrada foi de 1,02 mg/L, com variação entre 0,10 mg/L (P30) e 2,95 mg/L (P17). Vale ressaltar que durante o 4º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média (1,54 mg/L) e a 3ª campanha, a menor concentração (0,65 mg/L). Ao longo do período de monitoramento, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, a sub-região Afluentes do Rio Piabanha apresentou variações sutis das concentrações de nitrato ao longo do período de monitoramento, sendo as concentrações registradas menores que a metade do valor orientado na legislação de referência, com exceção de P17 durante a 2ª campanha de monitoramento. Além disso, nesta campanha, P17 apresentou menor concentração de oxigênio dissolvido e maiores valores de fósforo total e condutividade. Vale ressaltar que, durante a 2ª campanha, a região onde está localizado P17 não apresentou índice pluviométrico distinto das demais campanhas. Sendo assim, essa variação pode estar relacionada ao fato deste ponto estar situado em uma área de grande adensamento urbano, além de possuir em suas redondezas o registro de fontes antrópicas de poluição, como criação animal, esgotamento sanitário e industrial.

Figura VI.123. Distribuição de nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



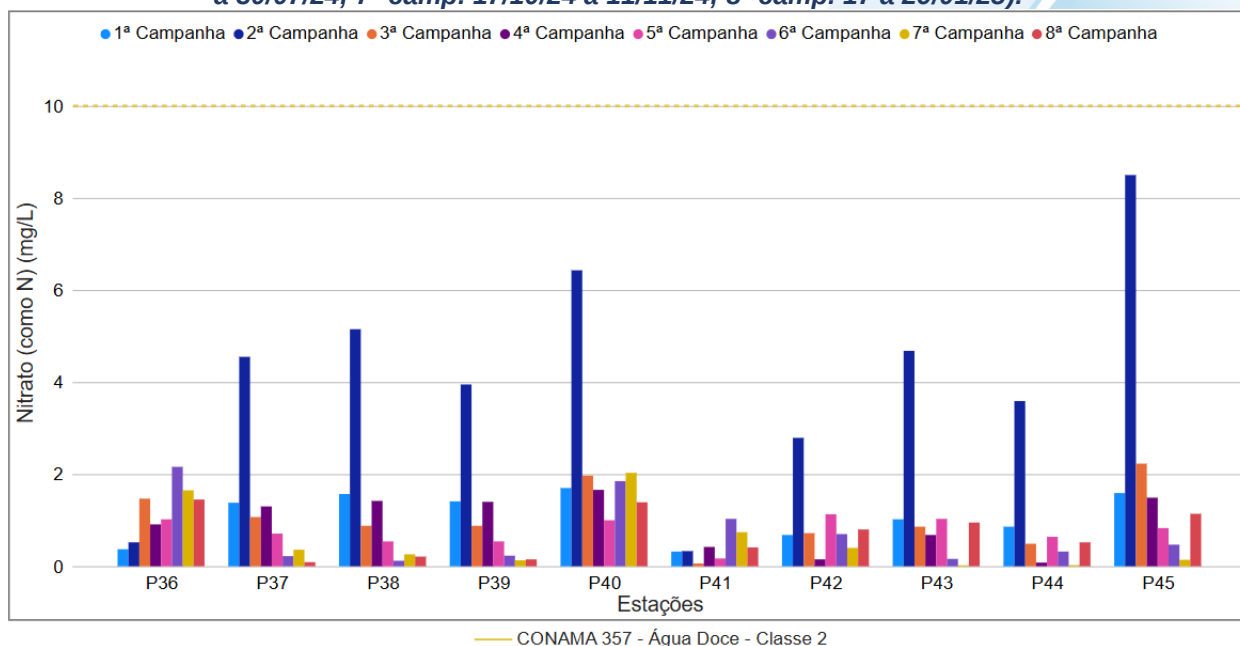
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.124), apresentou média de nitrato de 0,57 mg/L durante a 7ª campanha, com resultado menor que o limite de detecção, <0,015 mg/L (P43) e 2,03 mg/L (P40). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,71 mg/L, com variação entre 0,09 mg/L (P37) e 1,45 mg/L (P36). Vale ressaltar que durante o período de monitoramento todos os pontos dessa

sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrato (4,05 mg/L) e a 7ª campanha, a menor concentração (0,57 mg/L).

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentaram maiores concentrações de nitrato durante a 2ª campanha (exceto na P36 e P41), assim como redução das concentrações de OD, este aumento pode estar relacionado com o aporte de esgoto sanitário e/ou industrial. Vale ressaltar que durante a 2ª campanha foram registrados valores intermediários de pluviosidade, sendo assim não há evidências que este fator tenha ocasionado interferências nas concentrações registradas.

Figura VI.124. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



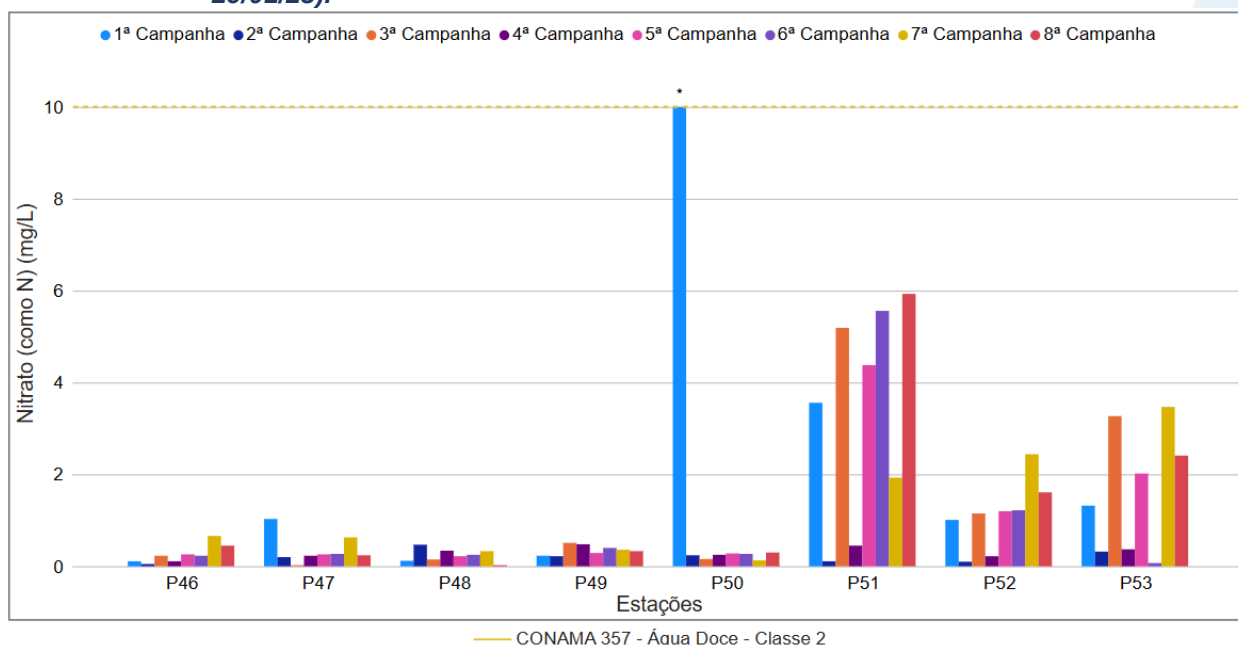
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.125), a concentração média de nitrato na 7ª campanha foi de 1,24 mg/L, com resultados variando entre 0,13 mg/L (P50) e 3,47 mg/L (P53). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,41 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação, <0,05

mg/L (P48), e 5,93 mg/L (P51). Vale ressaltar que durante o 4º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrato (2,64 mg/L) e a 2ª campanha, a menor (0,21 mg/L). Durante todo o período de monitoramento apenas na 1ª campanha (P50) foi registrada uma amostra em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05.

A maioria dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer e Rio Bengalas apresentaram concentrações de nitrato similares entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P50 e P51. Em P51, durante a 1ª campanha de monitoramento, também foram registradas maiores concentrações de nitrogênio total e SST, assim como redução de oxigênio dissolvido. Já em P51, durante a 1ª, 3ª, 5ª, 6ª e 8ª campanhas, foi registrada a mesma variação observada para nitrato para os parâmetros condutividade, coliformes termotolerantes e nitrogênio total. Apesar de não haver fontes poluidoras registradas próximas a estes pontos de monitoramento, pode ser que haja descarte irregular oriundo de atividades industriais e sanitárias, contribuindo para a maior variação destes parâmetros nas campanhas supracitadas.

Figura VI.125. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 10 mg/L

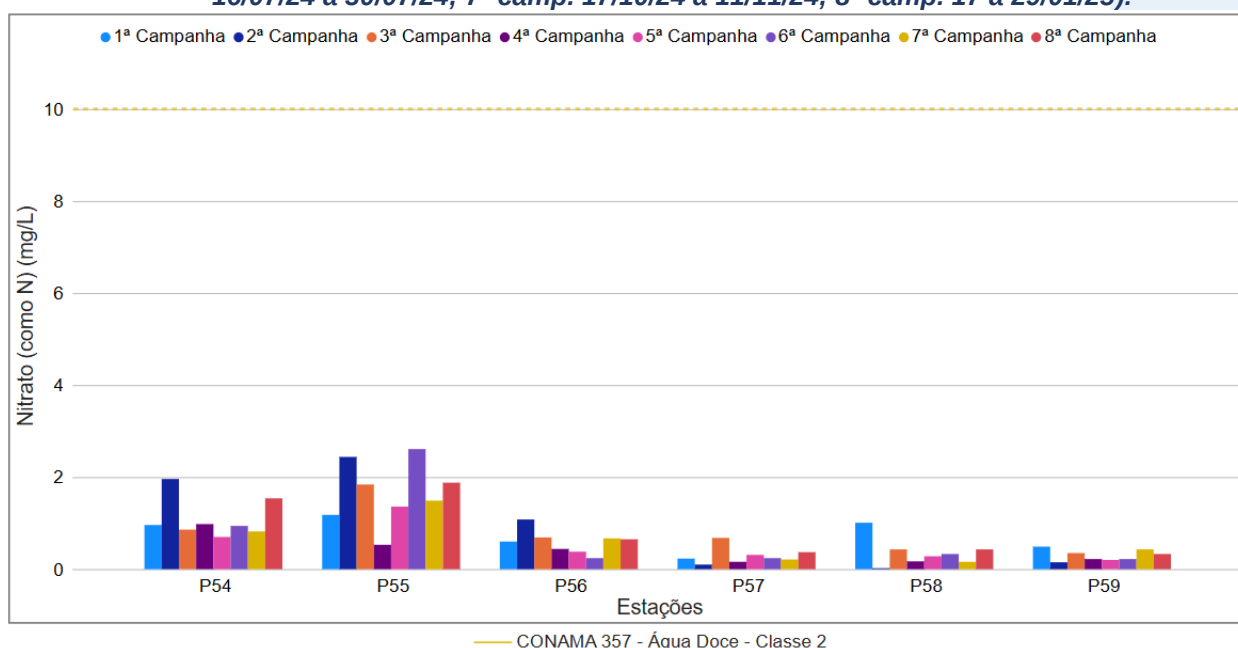
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.126) foi registrada, na 7ª campanha, concentração média de nitrato de 0,63 mg/L, com variação entre 0,16 mg/L (P58) e 1,49 mg/L (P55). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,87 mg/L, com variação entre 0,33 mg/L (P59) e 1,88 mg/L (P55). Vale ressaltar que durante o 4º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média (0,96 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (0,42 mg/L). Ao longo do período de monitoramento, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Preto e Rio Fagundes apresentaram variações sutis das concentrações de nitrato durante o período de monitoramento, independentemente da variação da pluviosidade e dos demais parâmetros monitorados. Vale ressaltar que nesta sub-região também foram observadas baixas concentrações e variações de nitrogênio amoniacal e ortofosfato

ao longo do monitoramento. Sendo assim, essa variação pode ser natural do ambiente e/ou pode estar relacionada à variação do aporte de esgotos sanitários nestes pontos.

Figura VI.126. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



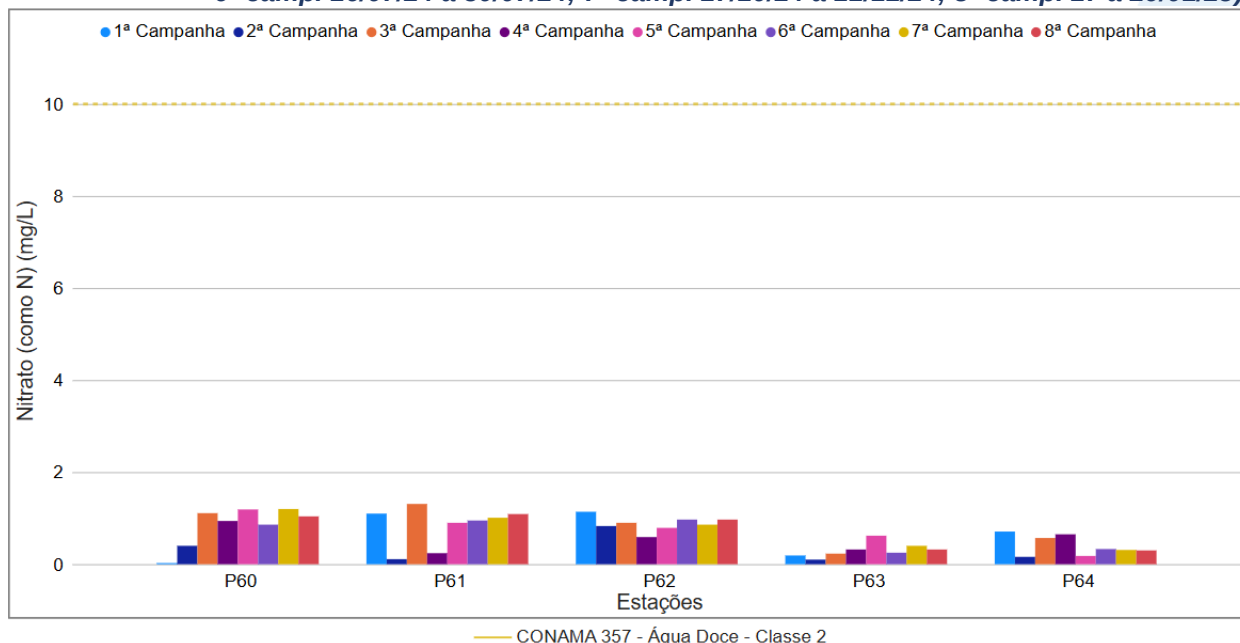
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.127), a média de nitrato durante a 7ª campanha foi de 0,76 mg/L, com variação entre 0,31 mg/L (P64) e 1,20 mg/L (P60). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,74 mg/L, com variação entre 0,30 mg/L (P64) e 1,09 mg/L (P61). Vale ressaltar que durante o 4º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de nitrato registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior concentração média (0,82 mg/L) e a 2ª campanha a menor (0,32 mg/L). Ao longo do período de monitoramento, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De maneira geral, os resultados obtidos para nitrato nesta sub-região apresentaram variações sutis entre as campanhas. Sendo assim, não foi observada uma

variação de nitrato em relação aos índices pluviométricos e demais parâmetros monitorados nessa sub-região.

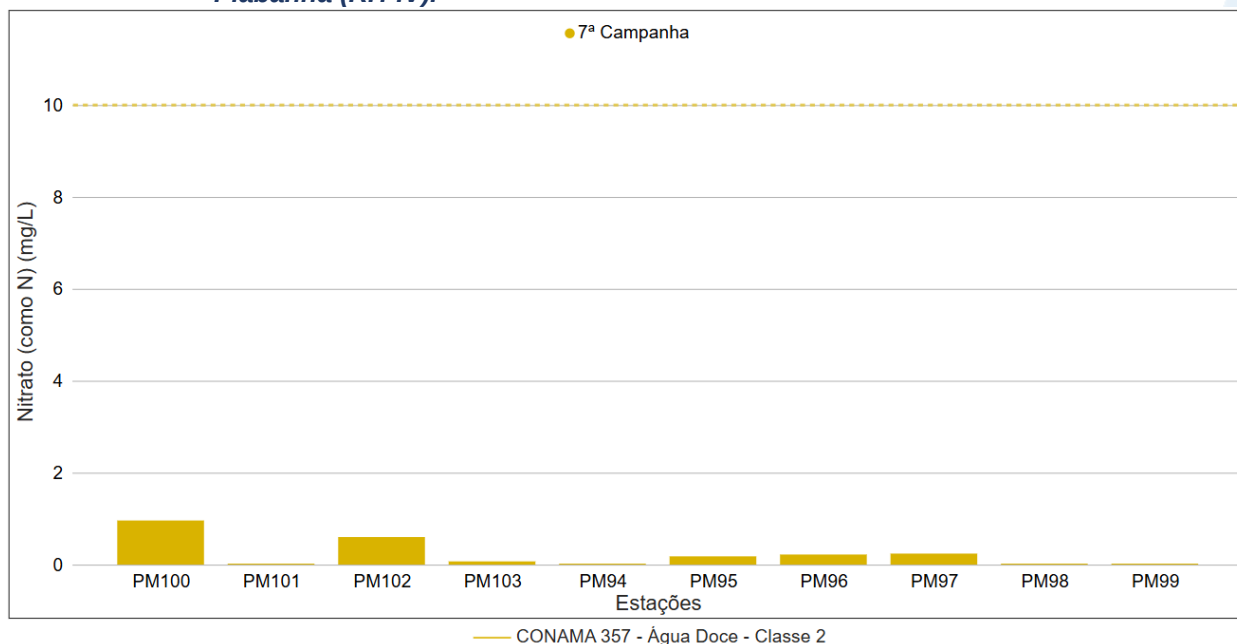
Figura VI.127. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.128) apresentaram média de nitrato de 0,23 mg/L, com variação entre valor menor que o limite de detecção, <0,015 (PM94, PM98, PM99 e PM101) e 0,96 mg/L (PM100).

Vale ressaltar que todos os pontos móveis apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Figura VI.128. Distribuição de Nitrato registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de nitrato de 0,97 mg/L no 4º semestre, sendo esta semelhante às médias registradas nos demais semestres de monitoramento. Na 7ª campanha foi encontrada média geral de 0,88 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção, <0,015 mg/L (P43), e 3,47 mg/L (P53). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,06 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação, <0,03 mg/L (P48) e 5,93 mg/L (P51). Dentre as campanhas de monitoramento, a 2ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (1,85 mg/L), enquanto a 4ª campanha apresentou a menor (0,65 mg/L). A distribuição espacial de nitrato encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.129 e Figura VI.130.

Figura VI.129. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

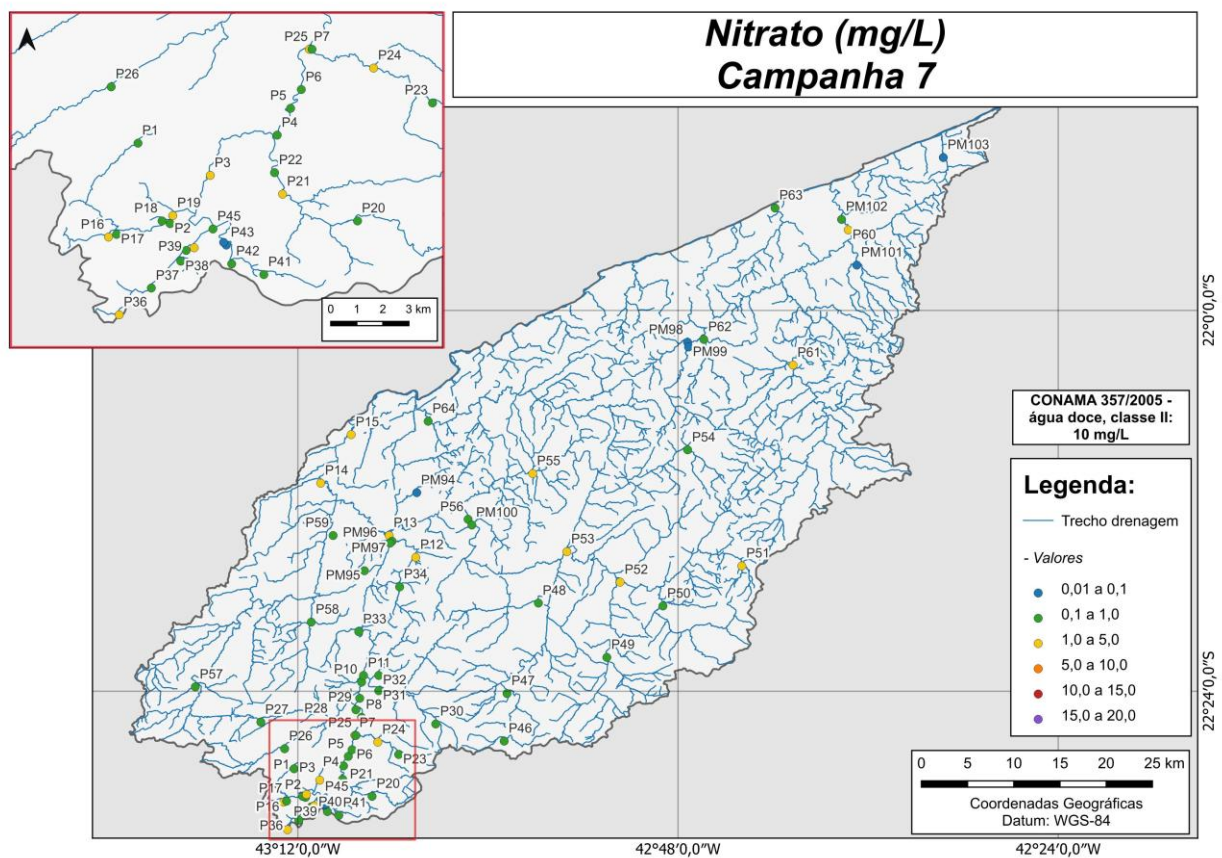
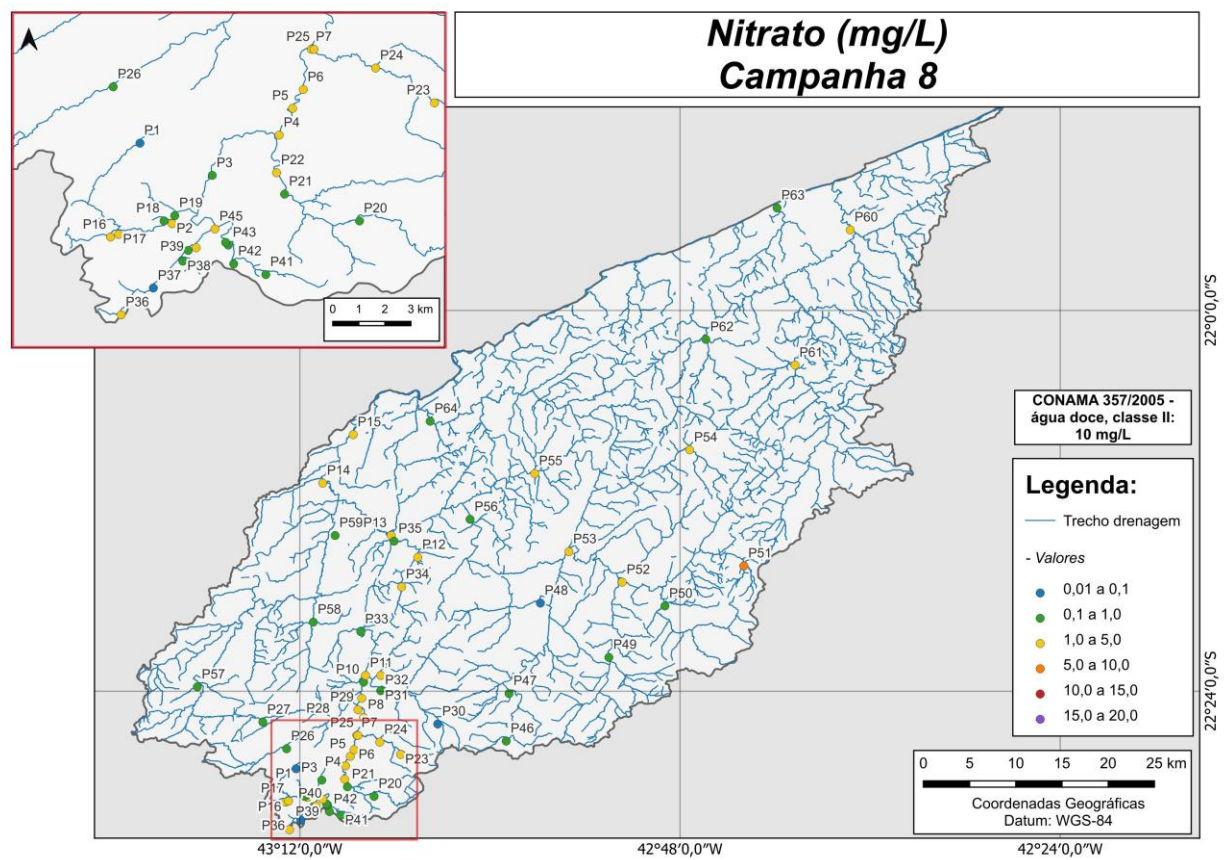


Figura VI.130. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores médias de nitrato durante o 1º e 2º semestre, enquanto a sub-região RP apresentou maior média no 3º semestre e RPRB no 4º semestre. Já as menores médias foram registradas em RPRPS no 1º semestre, RFRP no 2º e 3º semestre, e em RQRP no 4º semestre.

Para o parâmetro nitrato, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RP e as demais sub-regiões, exceto RQRP. Já a sub-região RPRB se diferenciou de RP e RQRP (Figura VI.131 e Figura VI.132).

Figura VI.131. Boxplots de Nitrato, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

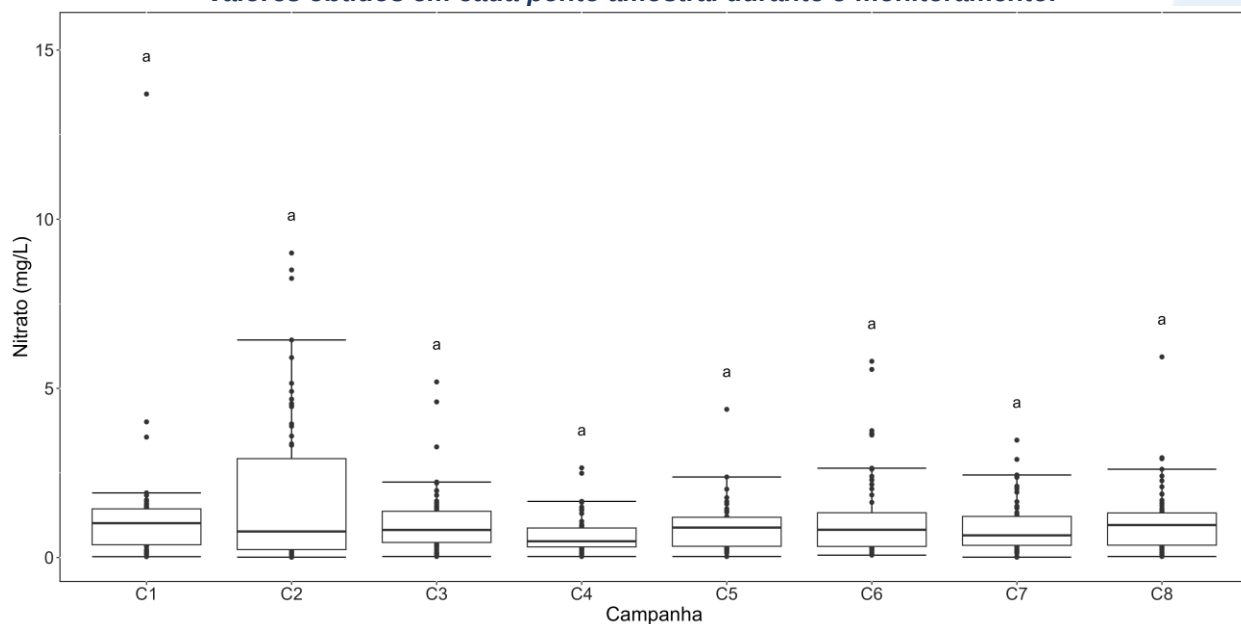
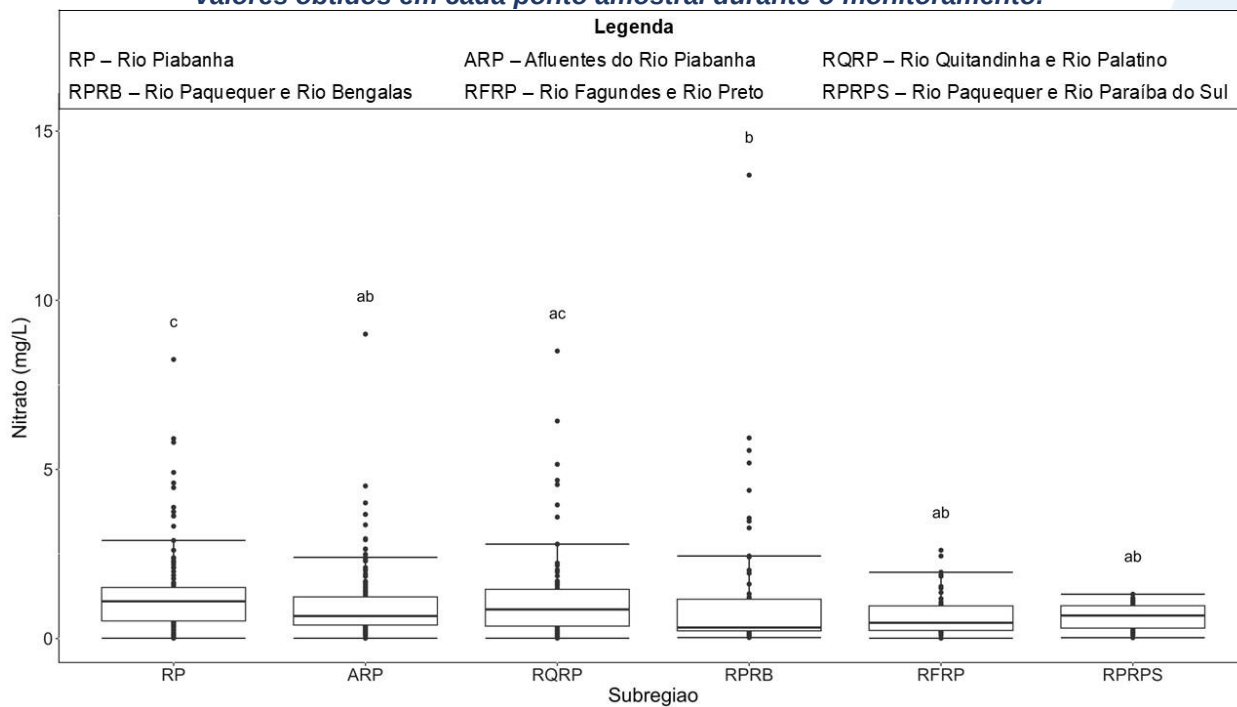


Figura VI.132. Boxplots de Nitrato, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.13 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 o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.133), a média de nitrogênio total durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 6,9 mg/L, com mínima de 0,9 mg/L (P01) e máxima de 21,1 mg/L (P02). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 5,2 mg/L, com mínima de 1,4 mg/L (P10) e máxima de 10,5 mg/L (P07).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio total (9,4 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (1,97 mg/L).

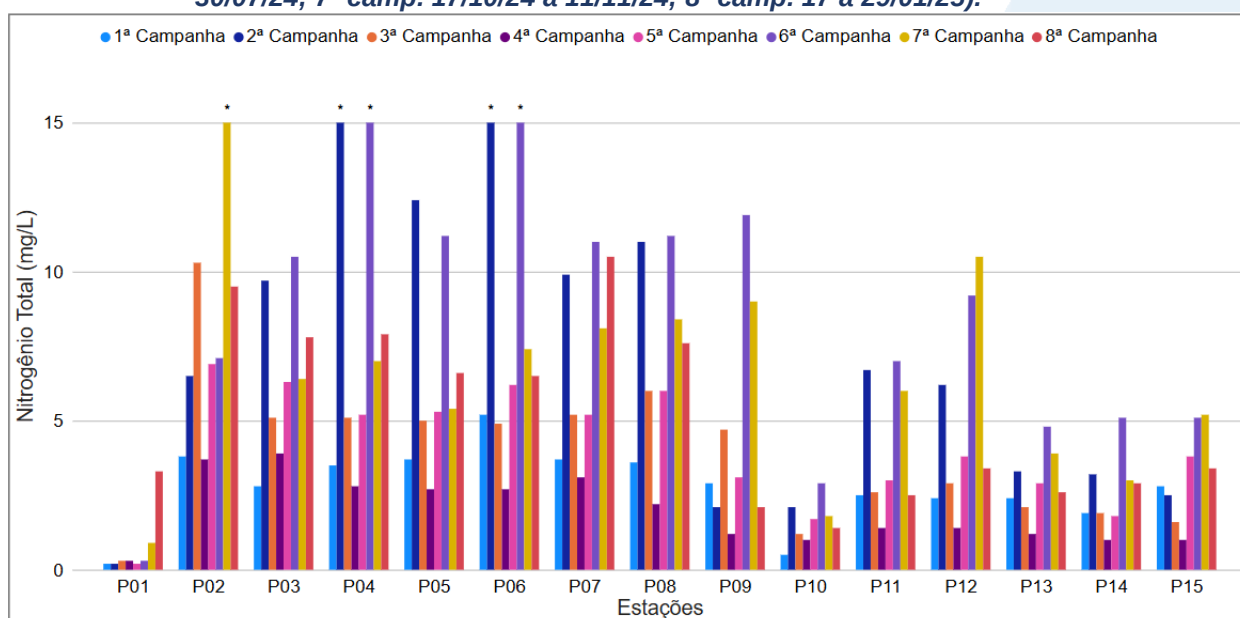
De modo geral, durante a 4ª campanha de monitoramento, foram registradas as menores concentrações de nitrogênio total, assim como menores valores de nitrato, SDT, ortofosfato, fósforo total, alcalinidade e condutividade. Vale ressaltar que, nesta campanha foram registrados maiores valores de oxigênio dissolvido e pluviosidade.

Além disso, durante a 2ª e 6ª campanha, a maioria dos pontos monitorados apresentaram concentrações mais elevadas de nitrogênio total e dos parâmetros citados anteriormente. Essas concentrações acentuadas, podem estar associadas ao aporte de esgoto sanitário e industrial, bem como ao índice pluviométrico, pois a diminuição do volume de chuva, registrado principalmente na 6ª campanha, pode contribuir para uma menor diluição e carreamento das partículas.

No 4º semestre, P01 apresentou um aumento de nitrogênio total, principalmente na 8ª campanha, na qual também foram registrados maiores valores de condutividade,

pH e SDT e nitrogênio amoniacal. Esse aumento pode ter sido causado por fatores não monitorados e/ou registrados, uma vez que não houve variação significativa da pluviosidade, vazão ou na proximidade de novas fontes poluidoras. Além disso, P02, na 7ª campanha, também apresentou um aumento acentuado de nitrogênio total, assim como de condutividade, SDT, DBO, DQO, pH, nitrogênio amoniacal e alcalinidade, o que pode ter sido influenciado pelo aporte de esgoto sanitário na região.

Figura VI.133. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.134), a média para o parâmetro nitrogênio total durante a 7ª campanha foi de 5,0 mg/L, com mínima de 0,6 mg/L (P23) e máxima de 19,2 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 4,9 mg/L, com mínima de 0,4 mg/L (P20) e máxima de 18,5 mg/L (P19).

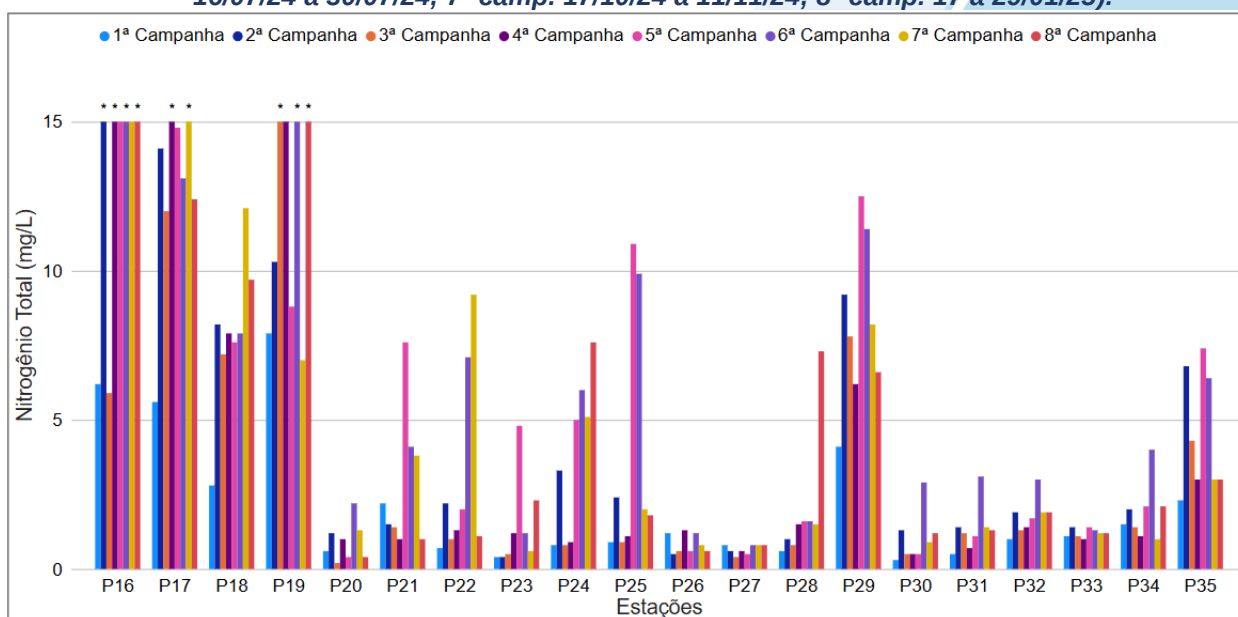
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio total (6,4 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (2,1 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram ao longo do monitoramento maiores concentrações de nitrogênio total em

relação aos demais pontos monitorados, assim como maiores concentrações de condutividade, alcalinidade, coliformes termotolerantes, SDT, nitrogênio amoniacal e fósforo total. Vale ressaltar que estes resultados ocorreram independentemente do índice pluviométrico ou da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, estes pontos estão situados em áreas urbanas com registros de fontes antrópicas, como o uso da água para consumo, criação animal, esgotamento sanitário e industrial, dentre outros.

Além disso, durante o 3º semestre de monitoramento, os pontos P21, P22, P23, P24 e P25 apresentaram aumento abrupto das concentrações de nitrogênio total, com P22 (7ª campanha) e P24 (8ª campanha) registrando concentrações ainda mais altas. Além disso, na 8ª campanha, foi observado um aumento acentuado na concentração de nitrogênio total em P28. Vale ressaltar que os parâmetros condutividade, coliformes termotolerantes, nitrato e nitrogênio amoniacal também apresentaram maiores concentrações nestes pontos nas campanhas mencionadas, sendo esse comportamento independente da pluviosidade e vazão registradas. Tal variação pode estar relacionada ao maior aporte de esgoto sanitário e industrial para estes pontos monitorados.

Figura VI.134. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



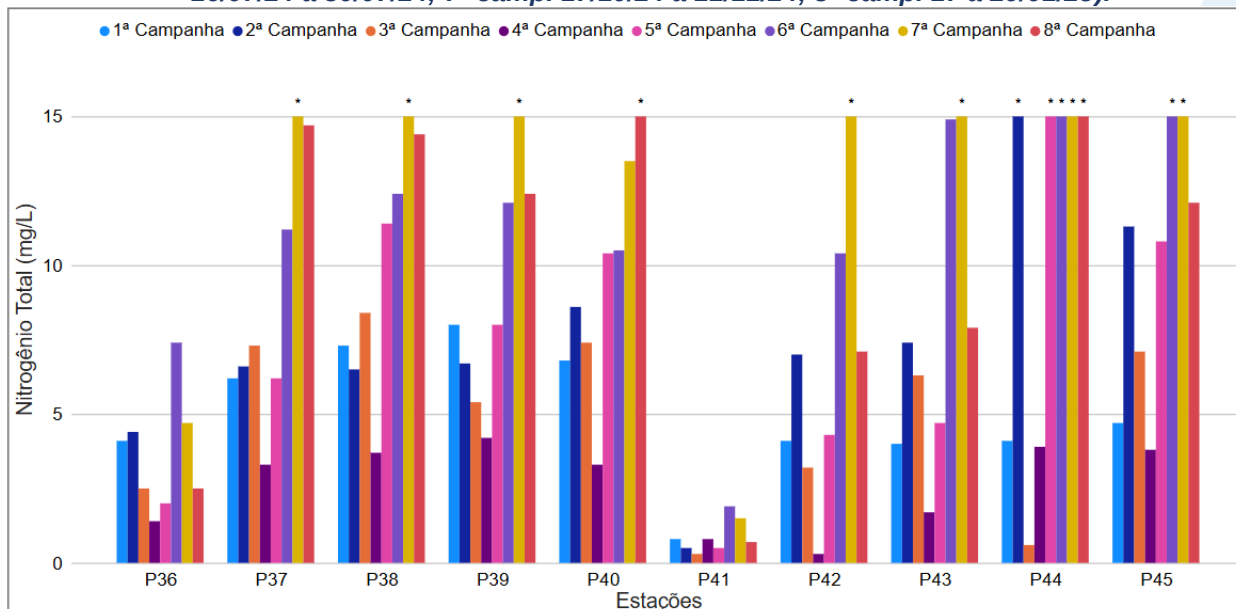
Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.135), a média de nitrogênio total durante a 7ª campanha foi de 21,7 mg/L, com variação entre 1,5 mg/L (P41) e 46,5 mg/L (P45). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 10,9 mg/L, com variação entre 0,7 mg/L (P41) e 20,9 mg/L (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (21,7 mg/L) e a 4ª campanha, a menor concentração média (2,6 mg/L).

De modo geral, P41 apresentou menores valores de nitrogênio total, assim como os demais parâmetros monitorados, ao longo do período de monitoramento. Por outro lado, os demais pontos da sub-região mostraram variação ao longo do período, independentemente do índice pluviométrico e da vazão registrada. Entre as variações observadas, foi registrado um aumento de nitrogênio total a partir da 6ª campanha. No entanto, em P36 e P41, houve uma redução a partir da 7ª campanha, enquanto os demais pontos mantiveram concentrações mais elevadas, especialmente na 7ª campanha. Esse aumento de nitrogênio total foi acompanhado, principalmente, por variações dos parâmetros de alcalinidade, condutividade, SDT, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio amoniacal, os quais podem estar sendo influenciados ao maior aporte das fontes de esgotamento sanitário e industrial cadastradas na região. Vale ressaltar que essas variações não foram relacionadas com as variações registradas para pluviosidade e vazão nestes pontos.

Figura VI.135. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

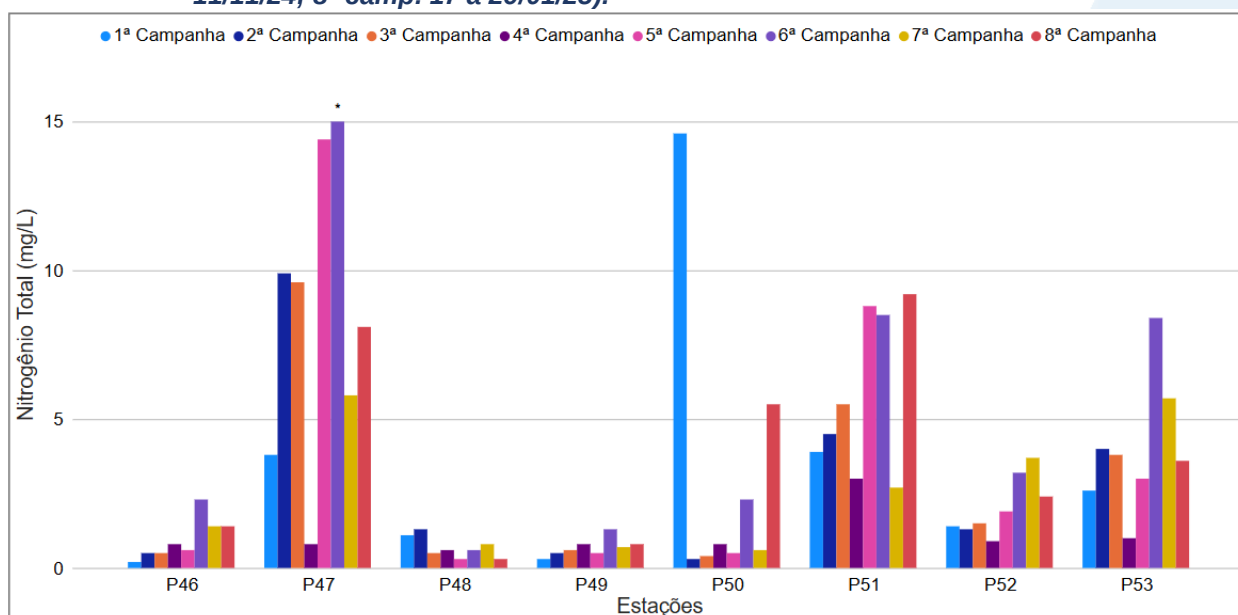
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.136), a concentração média de nitrogênio total na 7ª campanha foi de 2,7 mg/L, com mínima de 0,6 mg/L (P50) e máxima de 5,8 mg/L (P47). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 3,9 mg/L, com mínima de 0,3 mg/L (P48) e máxima de 9,2 mg/L (P51).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (6,2 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (1,1 mg/L).

Ao longo do período monitorado P46, P48, P49 e P52 apresentaram variações sutis de nitrogênio total entre as campanhas. Já em P47 foi registrado o maior valor nitrogênio total nessa sub-região, além de maior variação entre as campanhas, assim como registrado para alcalinidade, fósforo total, SDT e oxigênio dissolvido. Em P50 assim como registrado para nitrato, SST e oxigênio dissolvido, foi registrada maior concentração de nitrogênio total na 1ª campanha. Em P51 foi registrado um aumento das concentrações durante o 3º semestre e a 8ª campanha, assim como maiores concentrações de coliformes termotolerantes e nitrato. E em P53 houve um aumento acentuado de nitrogênio total durante a 6ª campanha, assim como alcalinidade, condutividade, ortofosfato e SDT. Vale ressaltar que essas variações ocorreram

independentemente do nível de pluviosidade ou da vazão registrada nas campanhas ímpares, indicando uma variação relacionada à qualidade e/ou volume dos efluentes sanitários e industriais destinados para estes corpos hídricos.

Figura VI.136. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

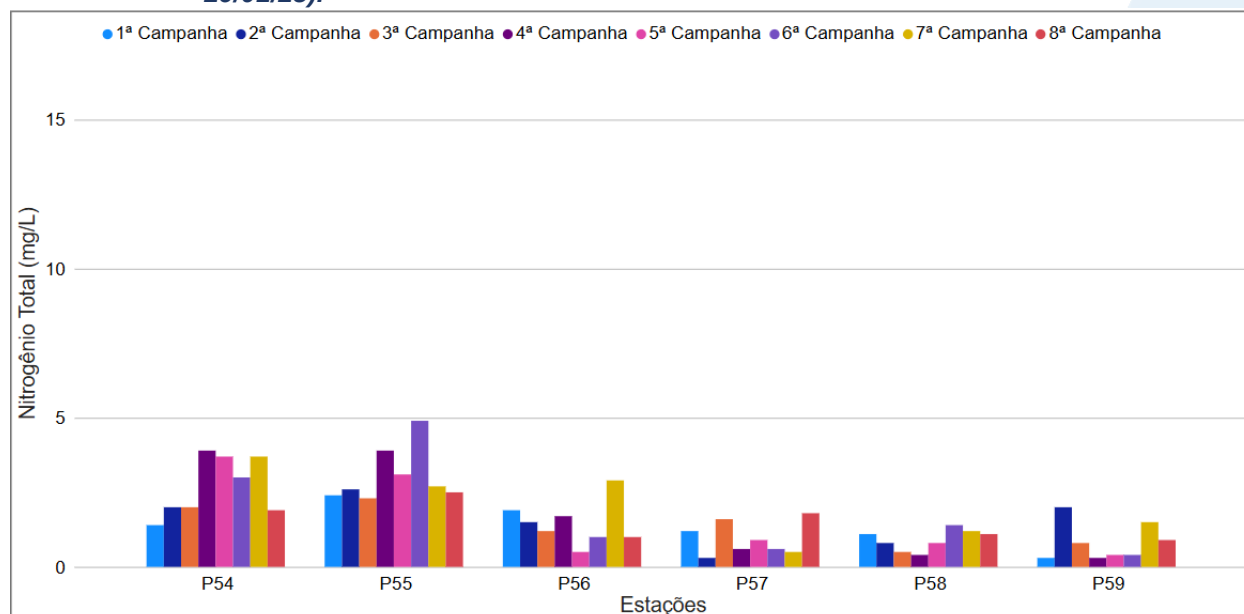
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.137), a média de nitrogênio total durante a 7ª campanha foi de 2,1 mg/L, com variação entre 0,5 mg/L (P57) e 3,7 mg/L (P54). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,5 mg/L, com variação entre 0,9 mg/L (P59) e 2,5 mg/L (P55).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (2,1 mg/L) e a 1ª e 3ª campanha, a menor (1,4 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto não apresentaram variações acentuadas de nitrogênio total entre as campanhas de monitoramento, independentemente da variação da pluviosidade, dos demais parâmetros monitorados e da vazão registrada nas campanhas ímpares. Vale ressaltar que nesta sub-região também foram observadas baixas concentrações e variações de nitrogênio amoniacal e ortofosfato ao longo do monitoramento. Sendo assim, essa

variação pode ser natural do ambiente e/ou pode estar relacionada à variação do aporte de esgotos sanitários nestes pontos.

Figura VI.137. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

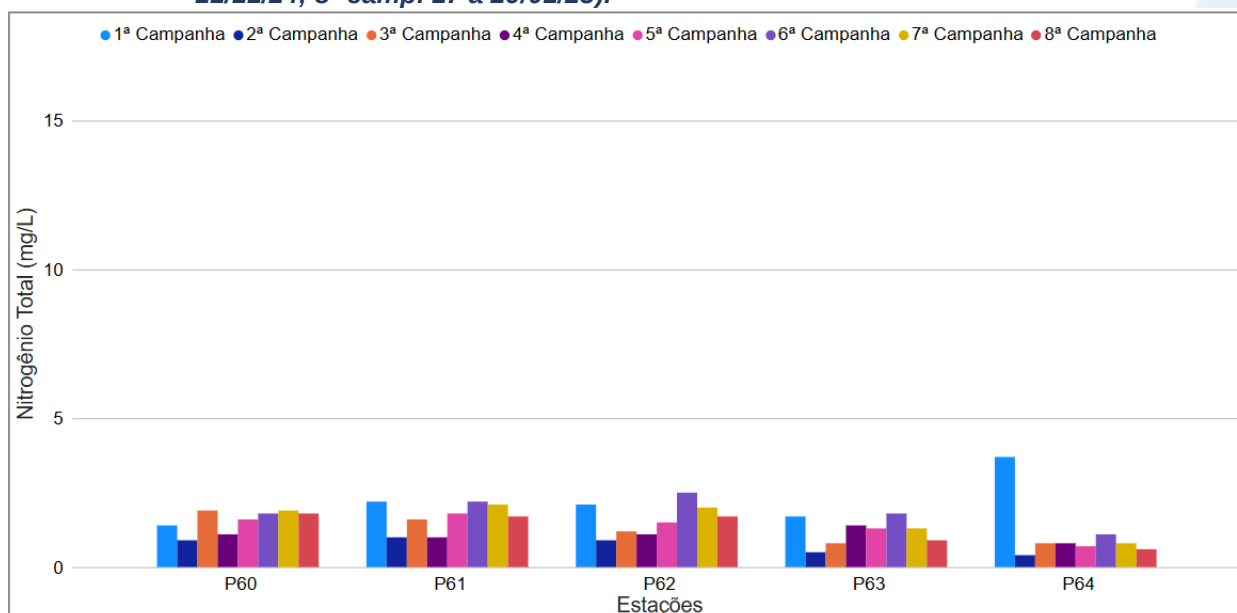


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.138), a média de nitrogênio total durante a 7ª campanha foi de 1,6 mg/L, com variação entre 0,8 mg/L (P64) e 2,1 mg/L (P61). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,3 mg/L, com variação entre 0,6 mg/L (P64) e 1,8 mg/L (P60).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (2,2 mg/L) e a 2ª campanha, a menor (0,7 mg/L).

De modo geral, ao considerar os resultados obtidos para nitrogênio total, os pontos da sub-região do Rio Paquequer e Rio Paraíba do Sul não apresentaram variações acentuadas de nitrogênio total entre as campanhas de monitoramento. Sendo assim, não foi observada uma variação de nitrogênio total em relação aos índices pluviométricos e demais parâmetros monitorados nessa sub-região.

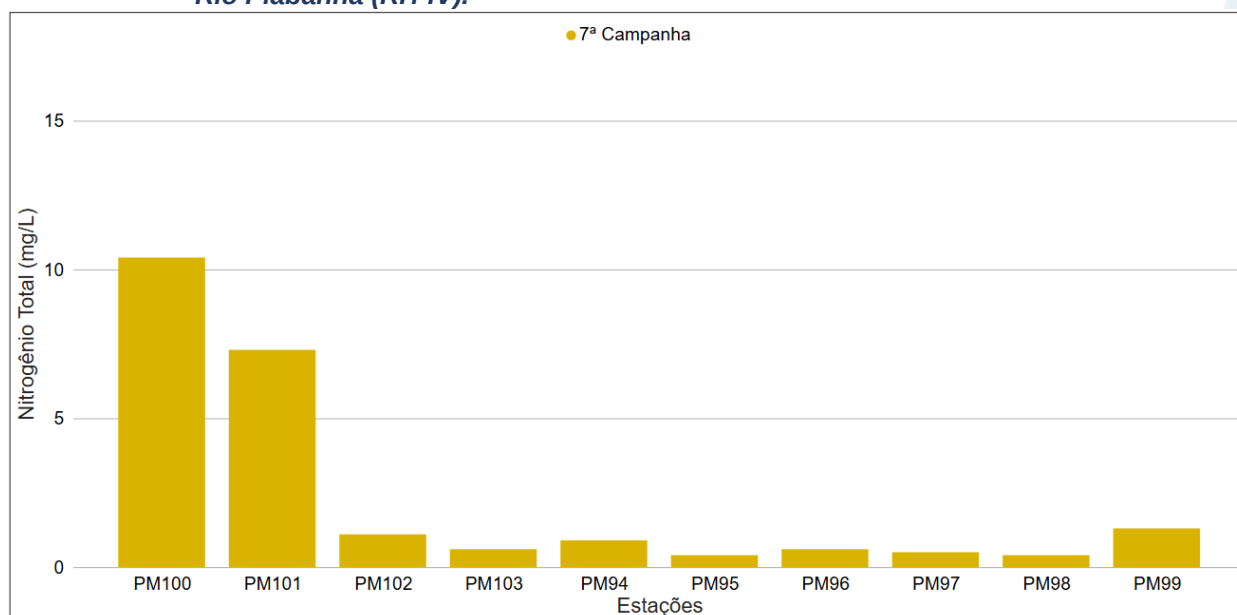
Figura VI.138. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis durante a 4ª campanha (Figura VI.139) apresentaram média de nitrogênio total de 2,4 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 0,4 mg/L (PM95) e máxima de 10,4 mg/L (PM100).

De modo geral, os pontos móveis apresentaram baixas concentrações de nitrogênio total, com exceção de PM100 e PM101, que apresentaram concentrações maiores que 5,0 mg/L. Vale ressaltar que PM100 também apresentou maiores concentrações de DBO, DQO, SST, SDT e nitrogênio amoniacal, sendo esse ponto localizado em uma área de maior adensamento populacional. Assim, essas maiores concentrações podem estar atreladas ao aporte de efluente sanitário. Por outro lado, PM101, amostrado em um tanque represado, registrou menores concentrações de oxigênio dissolvido, conforme esperado, além de maiores valores de coliformes termotolerantes, fósforo total, SST e turbidez.

Figura VI.139. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de nitrogênio total de 6,2 mg/L no 4º semestre, sendo está a maior média semestral registrada ao longo do período de monitoramento. Na 7ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 7,2 mg/L, com variação entre 0,5 mg/L (P57) e 46,5 mg/L (P45). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 5,2 mg/L com variação entre 0,3 mg/L (P48) e 20,9 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (7,4 mg/L), enquanto a 4ª campanha apresentou a menor (2,7 mg/L). A distribuição espacial de nitrogênio total encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.140 e Figura VI.141.

Figura VI.140. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

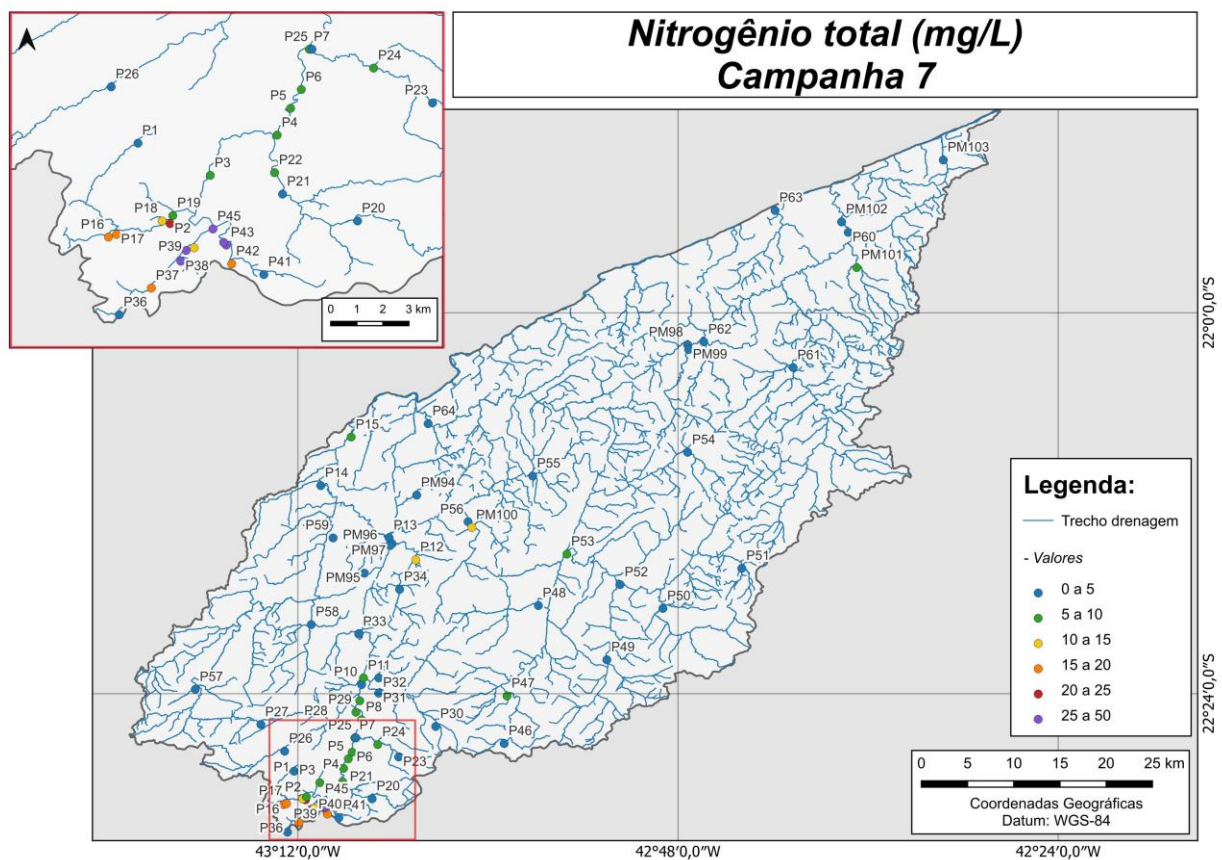
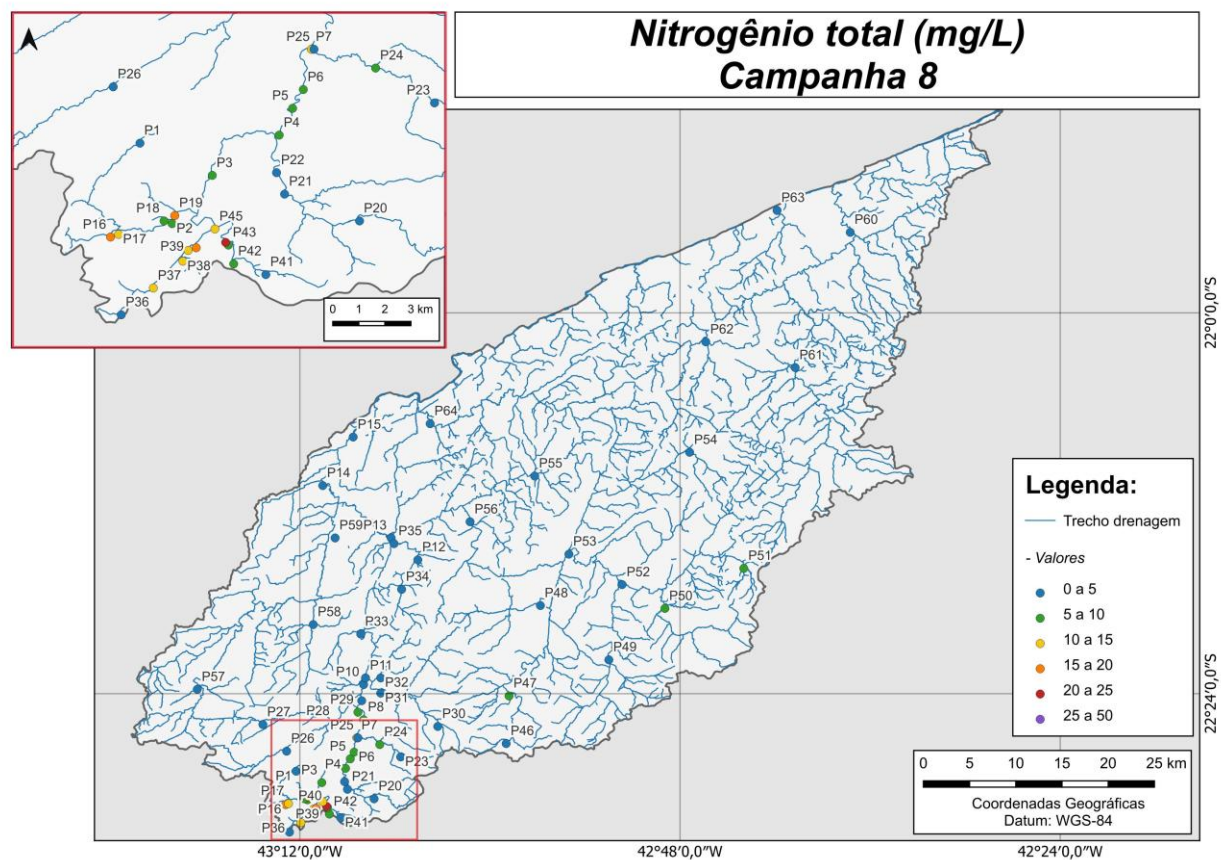


Figura VI.141. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou os maiores valores médios de nitrogênio total durante os semestres de monitoramento, com exceção do 2º semestre onde a maior média foi registrada na sub-região do ARP. Já em relação as menores médias registradas, essas ocorreram na sub-região do RPRPS, com exceção do 1º semestre que a menor média foi registrada no RFRP.

Para o parâmetro nitrogênio total, a 4ª campanha de monitoramento apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) para a 6ª, 7ª e 8ª campanhas. Além disso, a 6ª campanha apresentou diferença significativa para a 1ª e 3ª campanhas. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) para RP e RQRP que se diferiram das demais sub-regiões de monitoramento. Já ARP se diferenciou das demais sub-regiões, com exceção de RPRB (Figura VI.142 e Figura VI.143).

Figura VI.142. Boxplots de Nitrogênio Total, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

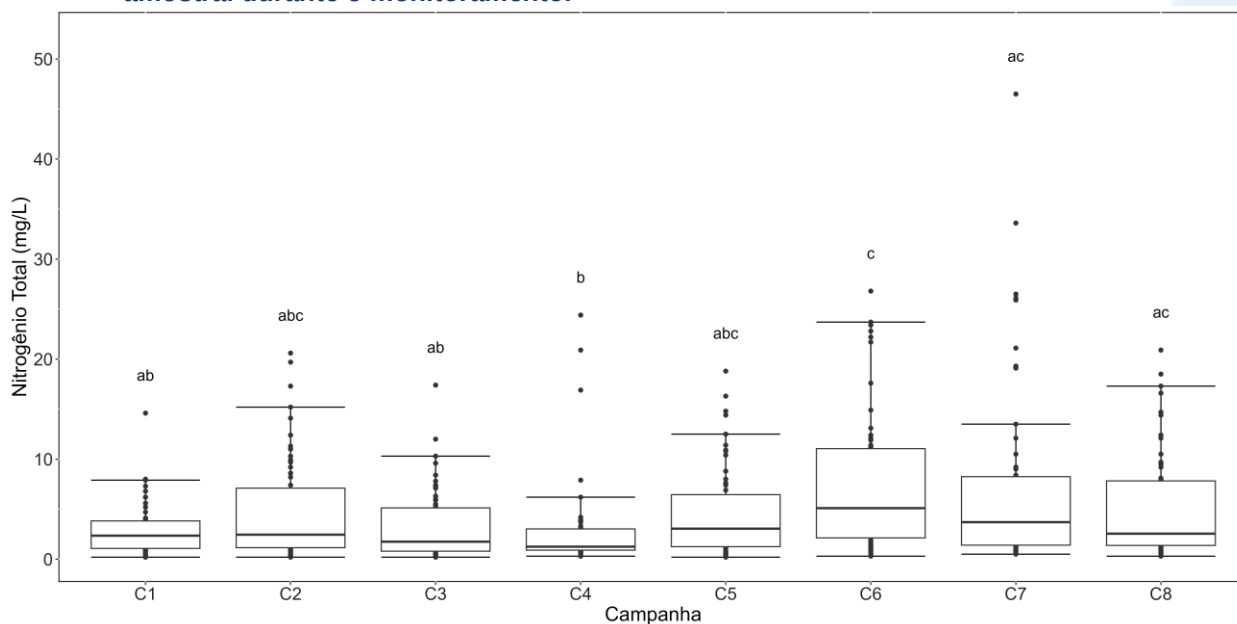
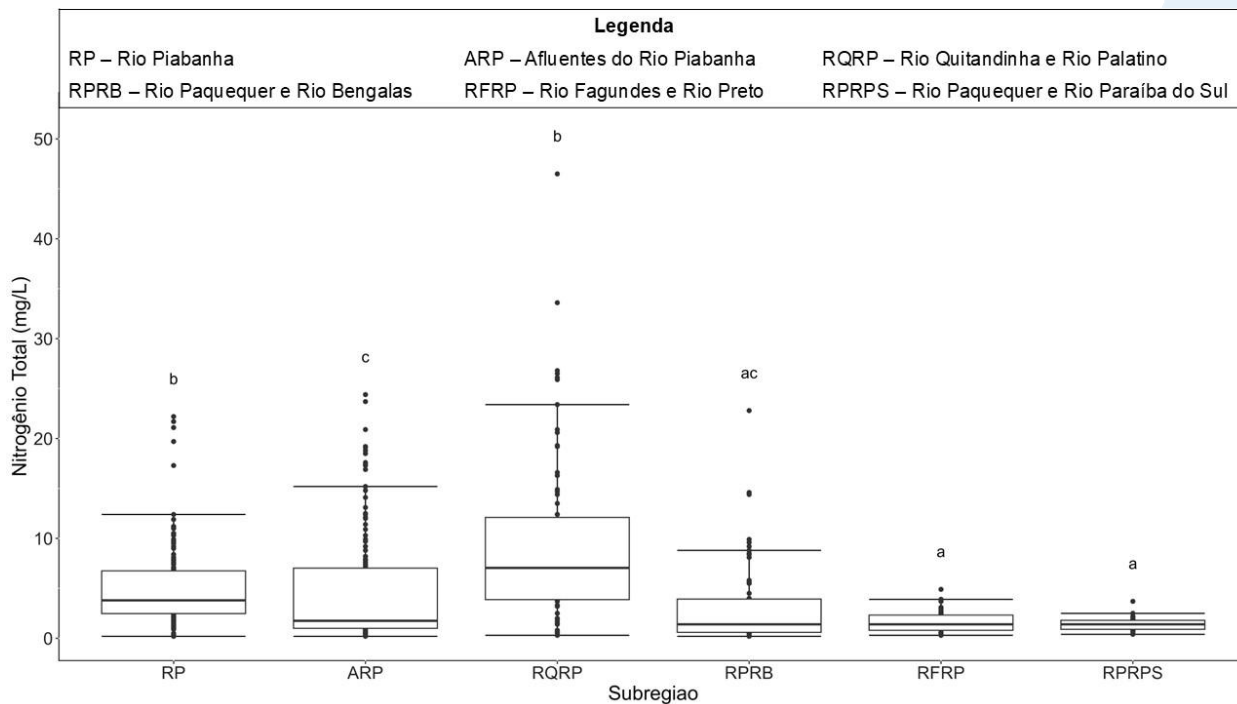


Figura VI.143. Boxplots de Nitrogênio Total, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.14 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 pode ser tóxica a algumas espécies de peixes em concentrações acima de 5 mg/L (CETESB, 2021).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para Água Doces, Classe 2, concentração de nitrogênio amoniacal até 3,7 mg/L para pH<7,5, de 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e 8,0, de 1,0 mg/L para pH entre 8,0 e 8,5 e 0,5 mg/L para pH>8,5. Os valores médios de pH, bem como os valores mínimos e máximos registrados no período de abr/23 a jan/24, estão apresentados na Tabela VI-1

Tabela VI-1. Valor médio, desvio padrão, máximo e mínimo registrado para pH ao longo do período de monitoramento.

	RP	ARP	RQRP	RPRB	RFRP	RPRPS
Valor médio	7,03	7,09	7,07	6,99	7,18	7,21
Desvio padrão	0,51	0,54	0,58	0,53	0,78	0,55
Valor máximo	8,61	8,46	8,50	8,70	10,50	8,77
	P02	P33	P37	P49	P56	P64
Valor mínimo	5,96	5,85	6,09	5,97	5,64	5,61
	P03	P25	P39	P48	P54	P60

Os valores de nitrogênio amoniacal registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.144), a média de nitrogênio amoniacal durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 0,70 mg/L, sendo o valor mínimo de 0,07 mg/L (P01) e máximo de 2,36 mg/L (P02). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 3,04 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P09) e 8,27 mg/L (P07).

Vale ressaltar que durante a 7ª campanha P02 apresentou resultado em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 8ª

campanha os pontos P02, P03, P04, P06, P07 e P08 apresentaram resultados em desacordo com a normativa.

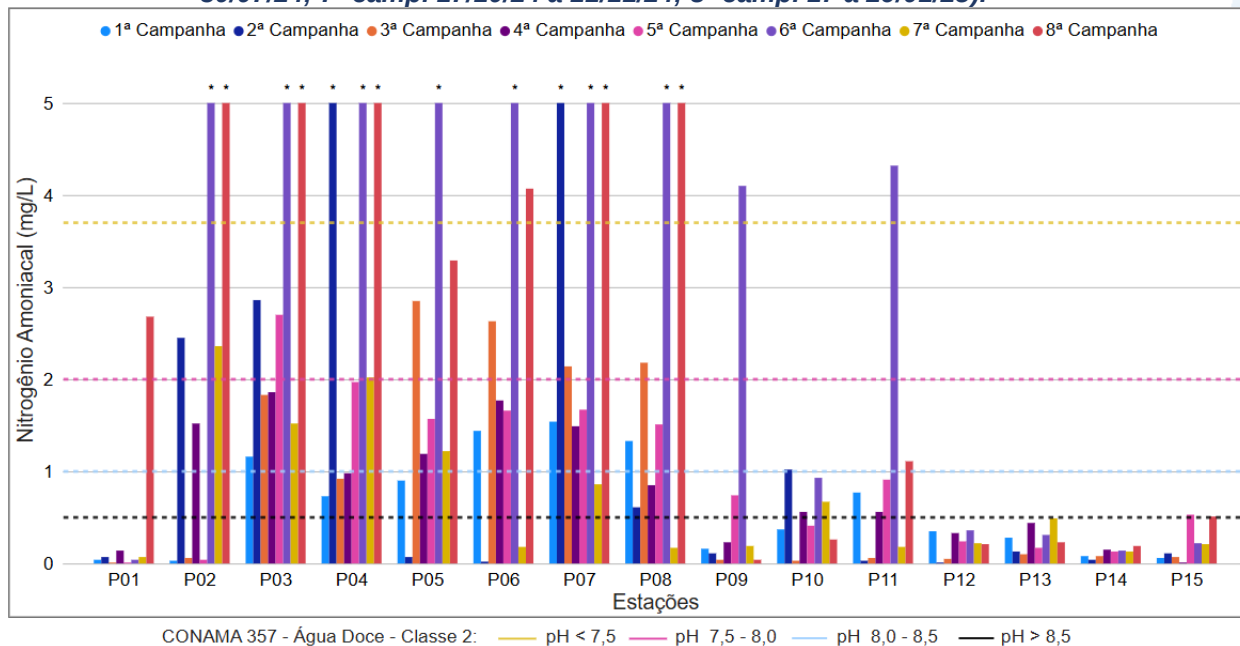
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal (4,61 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,62 mg/L). A 6ª campanha apresentou a maior quantidade de amostras (09 amostras) em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, com duas e nove amostras, respectivamente.

Vale ressaltar que durante o período monitorado, os pontos P12, P13, P14 e P15 apresentaram as menores concentrações de nitrogênio amoniacal, sendo estes pontos localizados mais a montante da sub-região do Rio Piabanha. Por outro lado, P01, até a 7ª campanha, apresentou concentrações inferiores e com pouca variação. No entanto, na 8ª campanha houve um aumento acentuado de nitrogênio amoniacal, assim como dos parâmetros nitrogênio total, condutividade e SDT. Esse aumento pode estar relacionado a fatores não monitorados ou registrados, pois não foi registrado aumento da vazão, pluviosidade ou novas fontes poluidoras próximas a este ponto.

Nos demais pontos monitorados na sub-região foram registrados maiores valores de nitrogênio amoniacal principalmente na 6ª e 8ª campanha, independente da pluviosidade e vazão registradas. Além disso, parâmetros como alcalinidade, condutividade, coliformes termotolerantes, fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total e sólidos dissolvidos totais também apresentaram concentrações mais elevadas na maioria destes pontos. Esses aumentos podem estar sendo influenciados pelas inúmeras fontes antrópicas de esgotamento sanitário e industrial instalados nesta sub-região.

Figura VI.144. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23;

4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.145), apresentaram concentração média de 1,95 mg/L para nitrogênio amoniacal durante a 7ª campanha, com variação entre 0,04 mg/L (P20) e 10,34 mg/L (P18). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 2,01 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção, <0,003 mg/L (P22 e P30), e 9,41 (P16). Vale ressaltar que, durante a 7ª campanha, os pontos P16, P17, P18 e P19 apresentaram concentrações em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 8ª campanha foram registrados valores em desacordo com a legislação de referência em P16, P18, P19, P24 e P28.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal (2,85 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (0,41 mg/L). De modo geral, houve um aumento das amostras que apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para nitrogênio amoniacal a partir da 2ª campanha (três amostras), sendo o maior número de amostras em desacordo registrado na 6ª campanha (seis amostras).

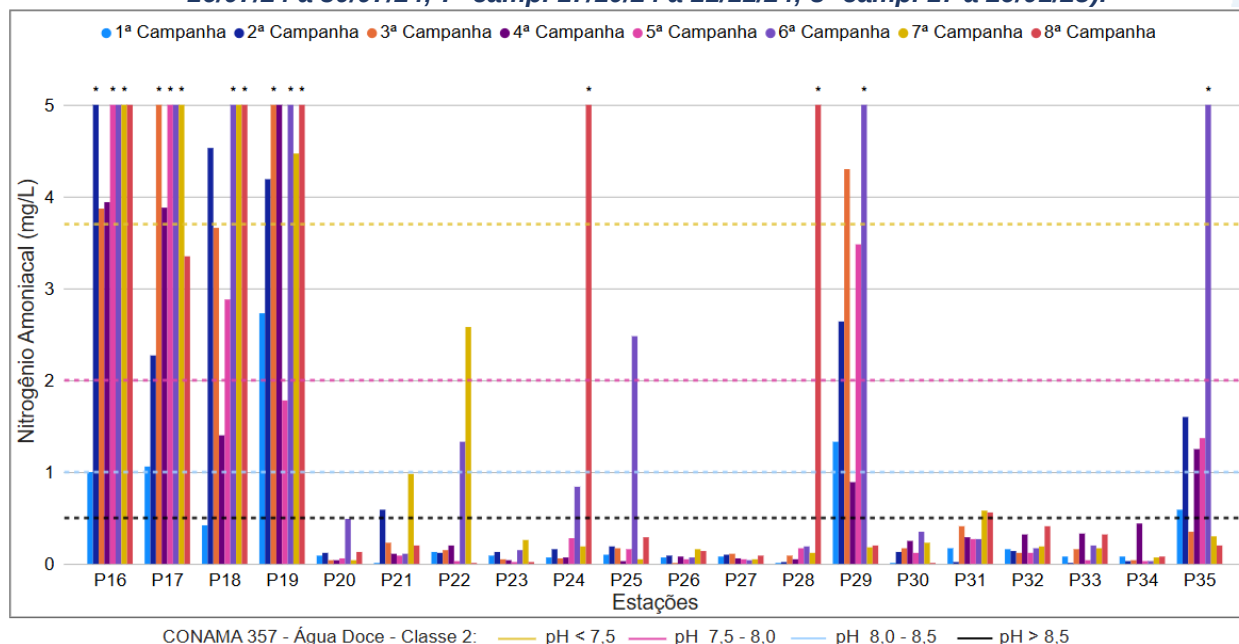
Assim como registrado para nitrogênio total, os pontos monitorados P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram maiores concentrações de nitrogênio amoniacal ao longo do período de monitoramento. Vale ressaltar que estes resultados ocorreram

independentemente do índice pluviométrico ou da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, estes pontos estão situados em áreas urbanas com registros de fontes antrópicas, como o uso da água para consumo, criação animal, esgotamento sanitário e industrial, dentre outros. Cabe salientar que os pontos amostrais P29 e P35 apresentaram durante o 4º semestre as menores concentrações de nitrogênio amoniacal.

Já o ponto P25 apresentou um aumento acentuado durante a 6ª campanha, entretanto, estes valores não ultrapassaram o orientado na legislação de referência. Os parâmetros alcalinidade, condutividade, coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrato, nitrogênio total e ortofosfato também apresentaram maiores concentrações durante a 6ª campanha, sendo registrada também uma redução das concentrações de oxigênio dissolvido. Já o ponto amostral P22 na 7ª campanha, e os pontos P24 e P28 na 8ª campanha apresentaram aumento acentuado de nitrogênio amoniacal, assim como maiores concentrações de condutividade, SDT, nitrogênio total e menor concentração de oxigênio dissolvido. Cabe salientar que estes aumentos não ocorreram conforme as variações de pluviosidade e vazão registradas. Entretanto, estes pontos estão localizados em regiões com adensamento urbano e registros de fontes de esgoto sanitário, sendo assim este fator pode ter influenciado nestes aumentos pontuais registrados.

Figura VI.145. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a

27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 5 mg/L

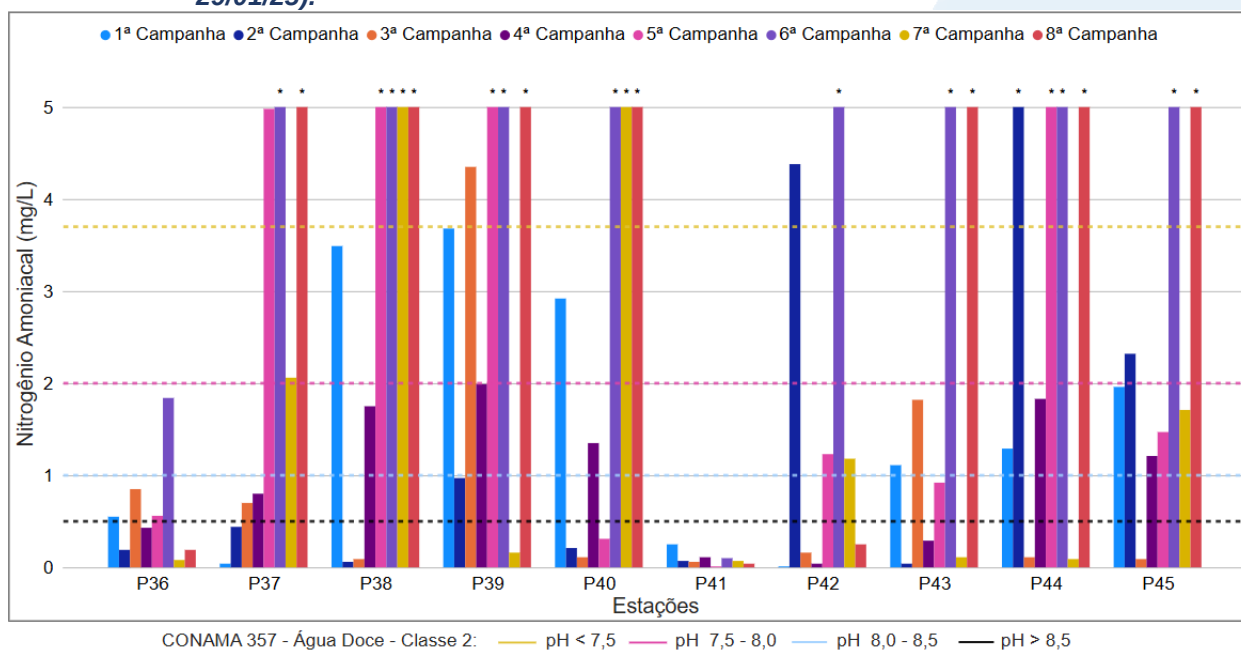
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.146), a média de nitrogênio amoniacal durante a 7ª campanha foi de 2,57 mg/L, com variação entre 0,07 mg/L (P41) e 11,74 mg/L (P38). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 7,06 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P41) e 12,47 mg/L (P40). Durante o 4º semestre de monitoramento, P37, P38 e P40 na 7ª e 8ª campanhas, além de P39, P43, P44 e P45 na 8ª campanha apresentaram concentração de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (8,67 mg/L) e a 3ª campanha, a menor concentração média (0,83 mg/L). De modo geral, houve um aumento do número de amostras que apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para nitrogênio amoniacal a partir do 3º semestre de monitoramento.

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentaram variações de nitrogênio amoniacal ao longo das campanhas de monitoramento, com exceção de P41, independentemente do índice pluviométrico registrado ou da vazão registrada nas campanhas ímpares. As maiores variações desse parâmetro começaram a ocorrer a partir da 5ª campanha, com concentrações mais baixas registradas novamente durante a 7ª e 8ª campanha em P36 e P42. Já nos pontos

P37, P39, P43, P44 e P45 houve uma redução acentuada na 7ª campanha, seguida de um aumento abrupto na 8ª campanha. Vale ressaltar que, durante a 6ª campanha, também foi registrado um aumento para alcalinidade, condutividade, SDT, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio total. Contudo, nas demais campanhas, não foi possível identificar um padrão de variação em relação aos demais parâmetros, vazão e pluviosidade. Sendo assim, as maiores concentrações registradas nestas campanhas podem estar relacionadas a qualidade do efluente sanitário e industrial destinados a estes pontos.

Figura VI.146. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 5 mg/L

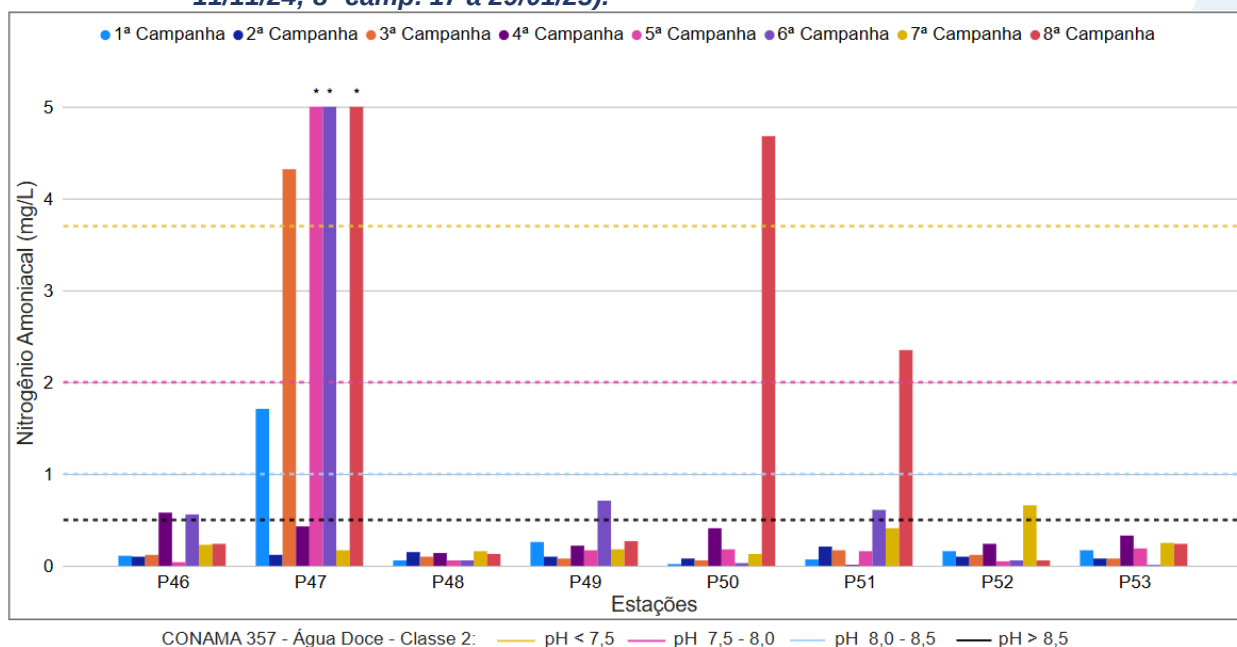
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.147), a concentração média de nitrogênio amoniacal na 7ª campanha foi de 0,27 mg/L, com mínima de 0,13 mg/L (P50) e máxima de 0,66 mg/L (P52). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 1,91 mg/L, com resultados variando entre 0,06 mg/L (P52) e 7,32 mg/L (P47). Vale ressaltar que durante o 3º semestre de monitoramento apenas P47 e P50, na 8ª campanha, apresentaram valores acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 para nitrogênio amoniacal.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (1,91 mg/L) e a 2ª campanha, a menor concentração média (0,12 mg/L). Cabe salientar que a quantidade de amostras em desacordo com a legislação se manteve desde o 3º semestre (duas amostras).

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram pouca variação das concentrações de nitrogênio amoniacal entre as campanhas de monitoramento, sendo as maiores concentrações registradas em P47, onde foram registrados os valores em desacordo com a legislação de referência, além de maiores concentrações de fósforo total, nitrogênio total, alcalinidade e SDT. Vale ressaltar que este ponto fica situado em uma área de adensamento urbano, com registros de ocorrência de fontes de contaminação oriundas do esgotamento industrial e sanitário. Além disso, essa variação observada em P47 não ocorreu de acordo com as variações do índice de pluviosidade e da vazão registrada nas campanhas ímpares.

Vale ressaltar que, durante a 8ª campanha de monitoramento, houve um aumento acentuado nas concentrações de nitrogênio amoniacal nos pontos P50 e P51, independentemente da pluviosidade, acompanhado por um aumento nas concentrações de coliformes termotolerantes. Esses resultados indicam o possível aporte de esgoto sanitário para esses pontos monitorados.

Figura VI.147. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 15 mg/L

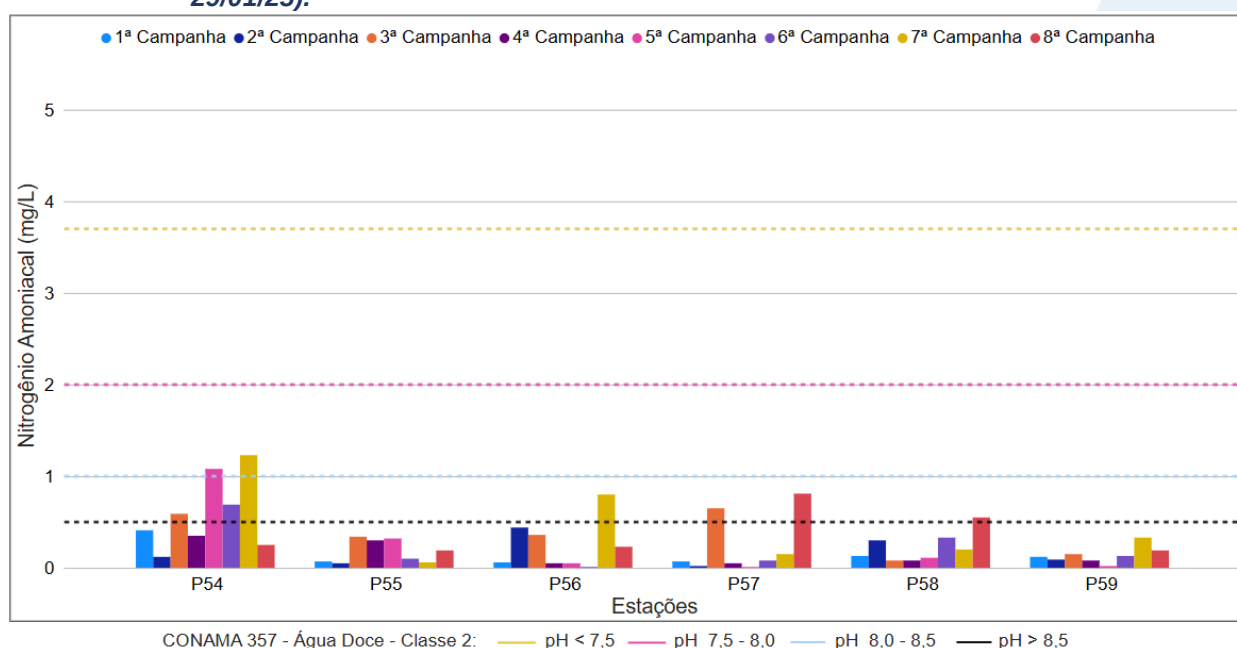
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.148), a média de nitrogênio amoniacal durante a 7ª campanha foi de 0,46 mg/L, com variação entre 0,06 mg/L (P55) e 1,23 mg/L (P54). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,37 mg/L, com variação entre 0,19 mg/L (P55) e 0,81 mg/L (P57). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre, todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrogênio amoniacal abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (0,46 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,14 mg/L). Ao longo do período de monitoramento todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrogênio amoniacal abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto não apresentaram variações acentuadas de nitrogênio amoniacal entre as campanhas de monitoramento, independentemente da variação da pluviosidade, dos demais parâmetros monitorados ou da vazão registrada nas campanhas ímpares. Vale ressaltar que nesta sub-região também foram observadas baixas concentrações e variações de

nitrogênio total e ortofosfato ao longo do monitoramento. Sendo assim, essa variação pode ser natural do ambiente e/ou pode estar relacionada com a variação do aporte de esgotos sanitários nestes pontos.

Figura VI.148. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

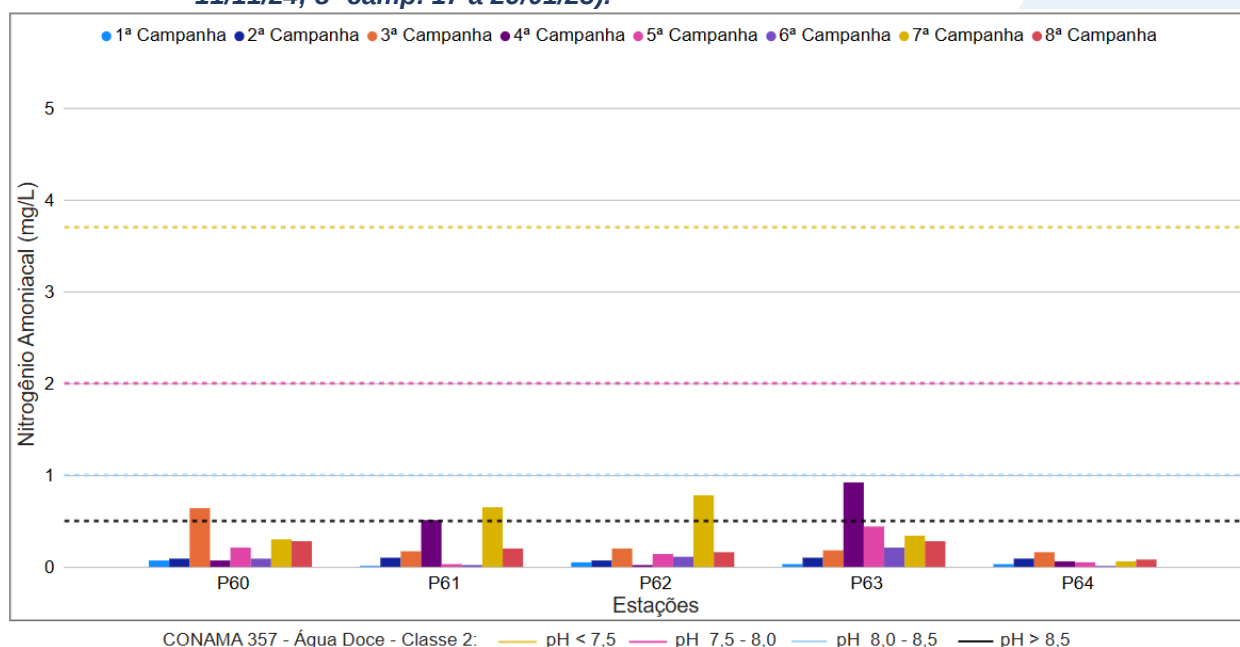


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.149), a média de nitrogênio amoniacal durante a 7ª campanha foi de 0,43 mg/L, com variação entre 0,06 mg/L (P64) e 0,78 mg/L (P62). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,20 mg/L, com variação entre 0,08 mg/L (P64) e 0,28 mg/L (P60). Vale ressaltar que durante o 3º semestre todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrogênio amoniacal dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (0,43 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,04 mg/L). Ao longo do período de monitoramento todos os pontos dessa sub-região apresentaram valores de nitrogênio amoniacal abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De modo geral, ao considerar os resultados obtidos na sub-região do Rio Paquequer e Rio Paraíba do Sul não foram obtidas variações acentuadas de nitrogênio amoniacal entre as campanhas de monitoramento, independentemente da variação da pluviosidade, das fontes de contaminação antrópicas, dos demais parâmetros monitorados e da vazão registrada nas campanhas ímpares.

Figura VI.149. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

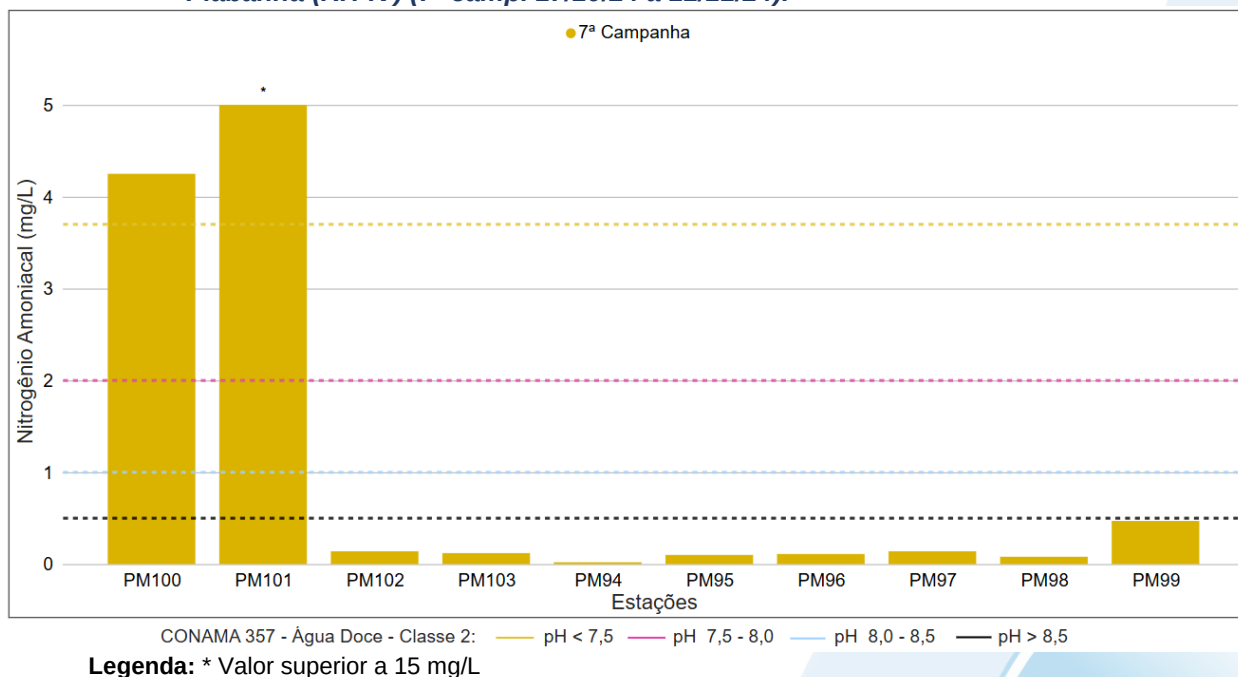


Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (Figura VI.150) apresentaram média de nitrogênio amoniacal de 1,09 mg/L com variação entre 0,02 mg/L (PM94) e 5,49 mg/L (PM101).

Vale ressaltar que dentre os pontos móveis monitorados, PM100 e PM101 apresentaram concentrações de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05. Os maiores resultados registrados nesses pontos ocorreram independente do índice pluviométrico. O ponto móvel PM100 também apresentou maiores concentrações de DBO, DQO, SST, SDT e nitrogênio total, além de estar situado em uma área de maior adensamento populacional. Já PM101 que foi amostrado em um tanque represado, apresentou menores concentrações de oxigênio

dissolvido, conforme esperado, além de maiores valores de coliformes termotolerantes, fósforo total, SST e turbidez.

Figura VI.150. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 4º semestre de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de 2,01 mg/L para nitrogênio amoniacal durante o 4º semestre. Na 7ª campanha foi encontrada média geral de 1,28 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P20) e 11,74 mg/L (P38). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 2,73 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P22) e 12,47 mg/L (P40). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (3,53 mg/L), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (0,57 mg/L). A distribuição espacial de nitrogênio amoniacal encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.151 e Figura VI.152.

Figura VI.151. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Amoniacal registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

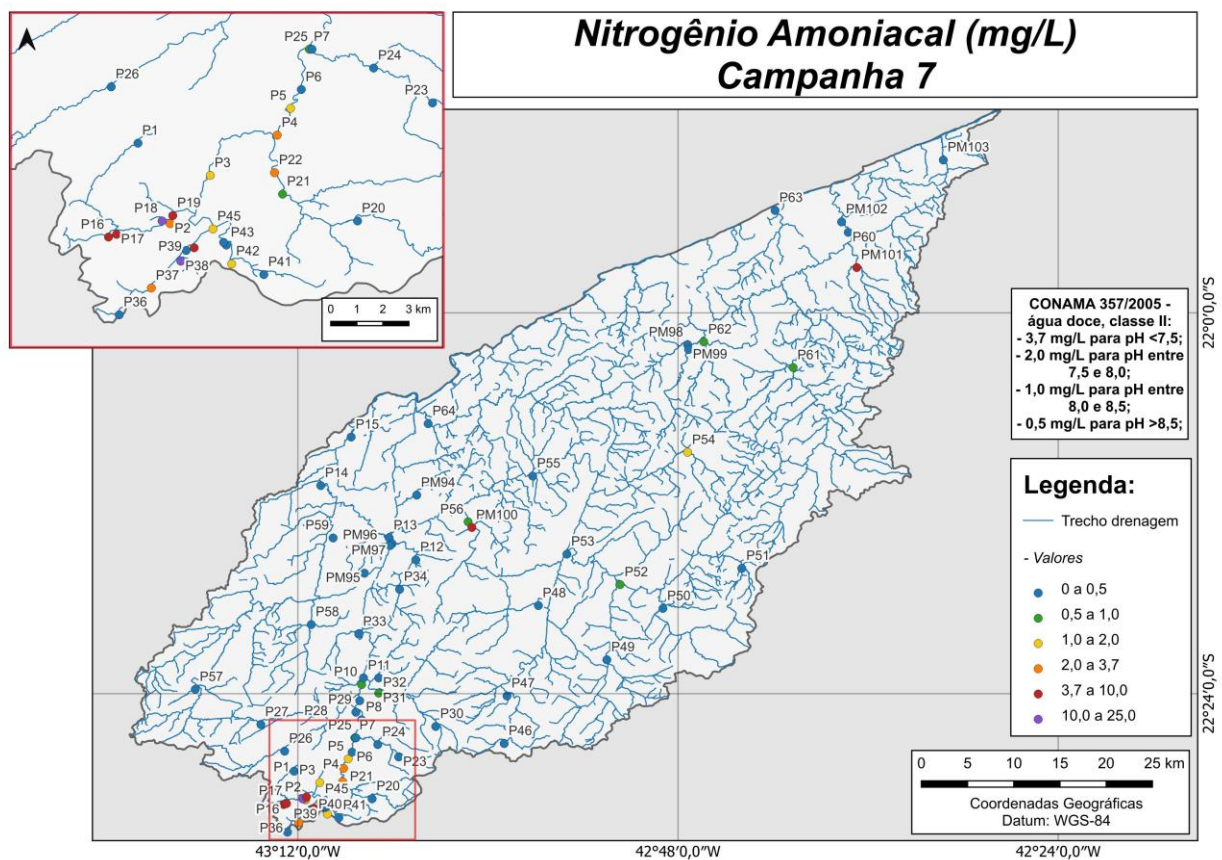
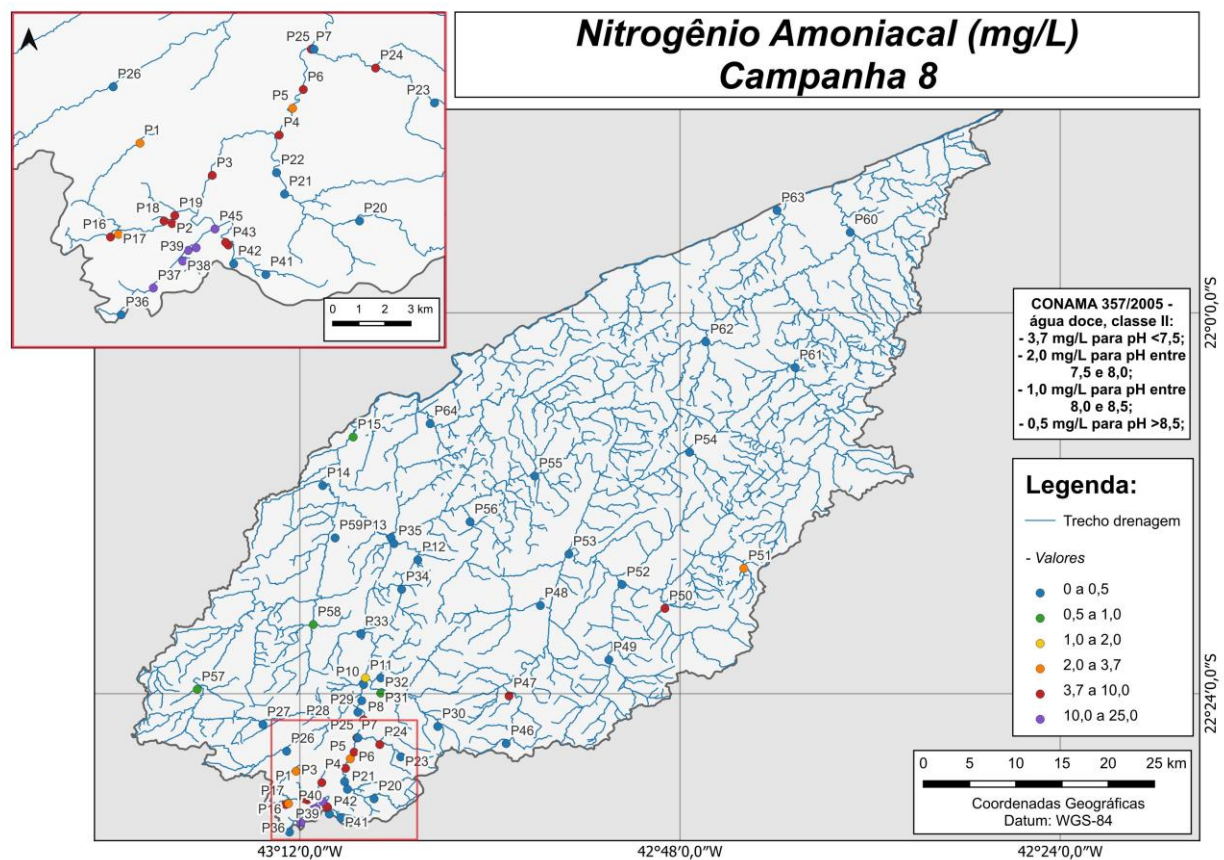


Figura VI.152. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Amoniacal registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou os maiores valores médios de nitrogênio amoniacal durante os semestres de monitoramento, com exceção do 2º semestre onde a maior média foi registrada na sub-região do ARP. Já em relação as menores médias registradas, essas ocorreram na sub-região do RPRPS, com exceção do 2º semestre que a menor média foi registrada no RFRP.

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal, a 6ª e a 8ª campanha apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre a sub-região RQRP e as demais sub-regiões monitoradas exceto RP. A sub-região RP também se diferiu das sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS (Figura VI.153 e Figura VI.154).

Figura VI.153. Boxplots de Nitrogênio Amoniacal, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

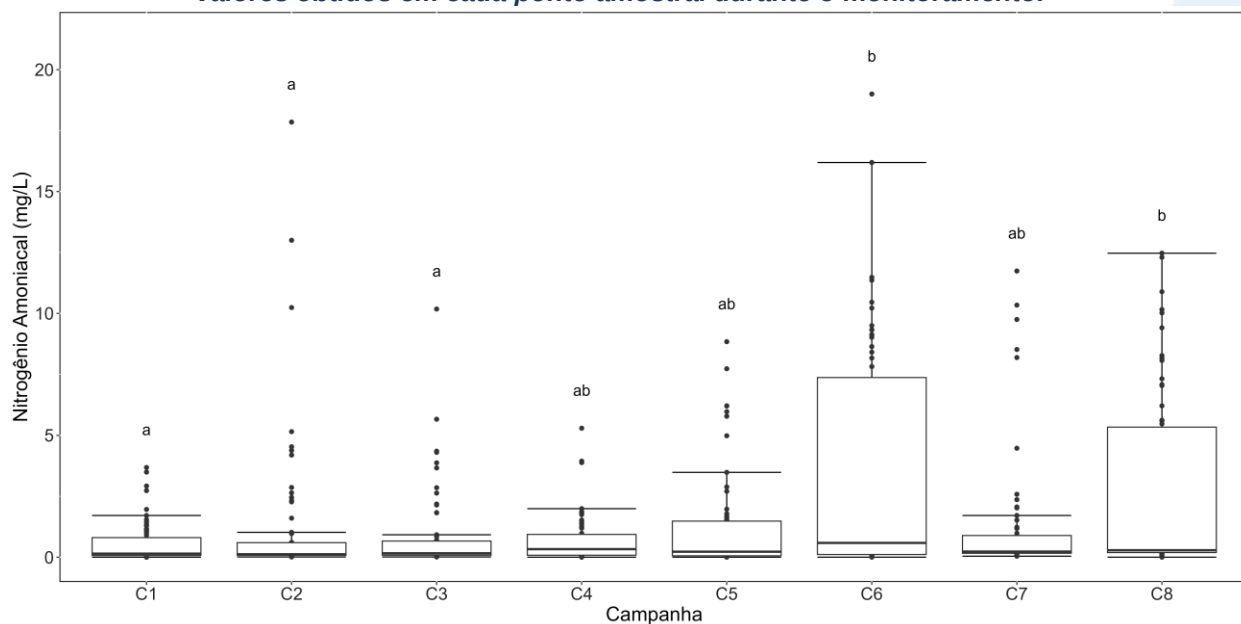
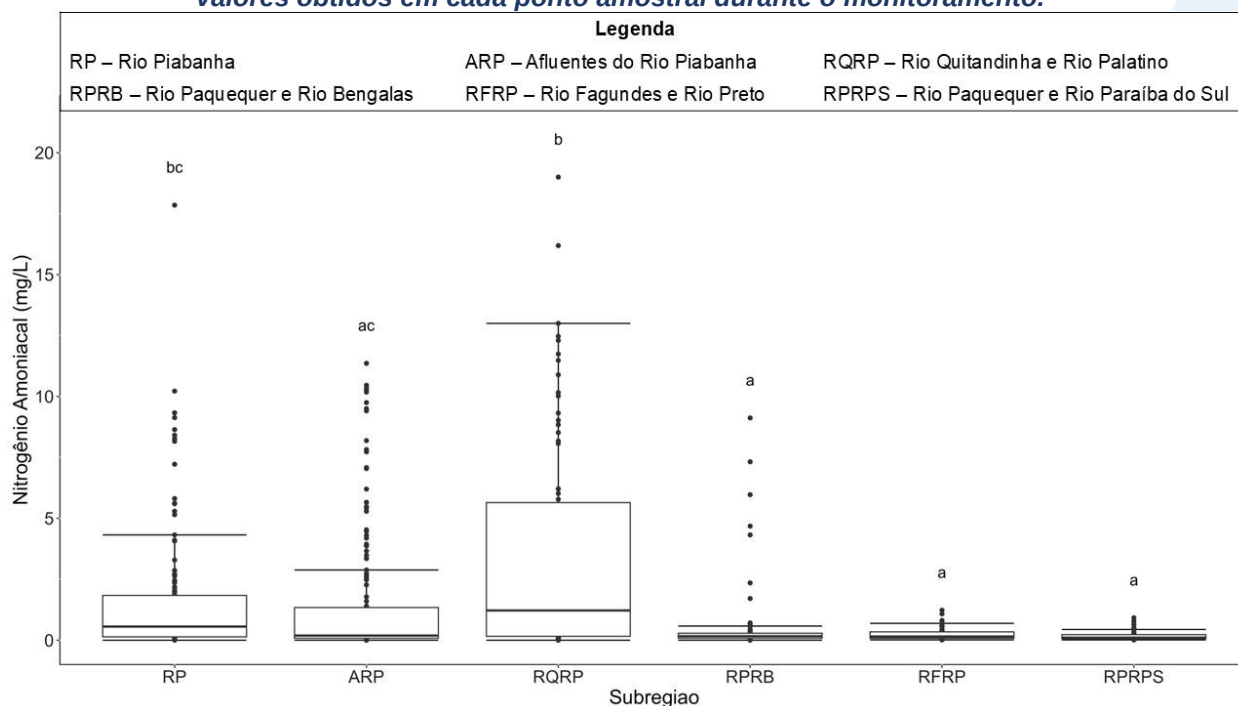


Figura VI.154. Boxplots de Nitrogênio Amoniacal, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.15 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 (ESTEVES, 2011).

Os valores de ortofosfato solúvel registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

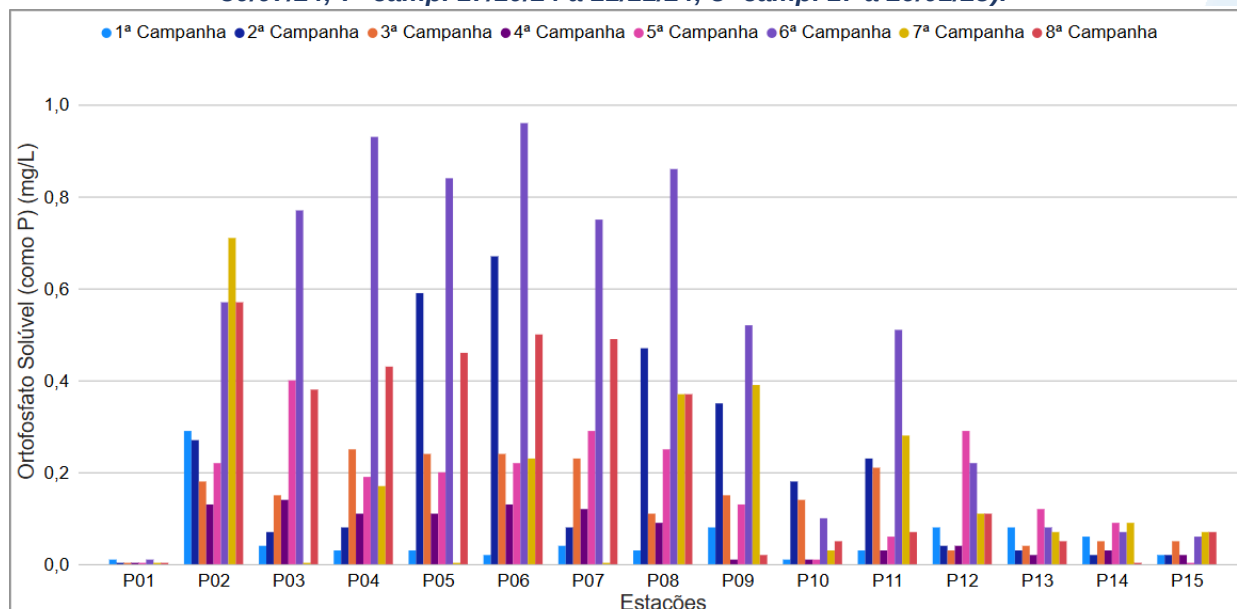
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.155), a média de ortofosfato durante a 7ª campanha de monitoramento foi de 0,17 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P01, P03, P05 e P07), e 0,71 mg/L (P02). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,24 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção (P01 e P14) e 0,57 mg/L (P02).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,48 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,06 mg/L).

De modo geral, as maiores concentrações de ortofosfato foram registradas no 3º semestre, especialmente durante a 6ª campanha. Durante este período, também foram observadas maiores concentrações nos parâmetros de condutividade, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total. Além disso, o 3º semestre apresentou baixos índices pluviométricos, e, na 5ª campanha, as vazões registradas nesta sub-região foram inferiores às dos demais pontos monitorados.

Na 7ª campanha, com exceção de P02, os pontos que apresentaram maiores variações de ortofosfato, durante o período de monitoramento, registraram uma queda. Vale destacar que, nesta campanha, houve um aumento do índice pluviométrico. Assim, as variações desse parâmetro podem estar associadas às fontes poluidoras da sub-região, como o descarte de efluentes sanitários e industriais, além das variações pluviométricas.

Figura VI.155. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



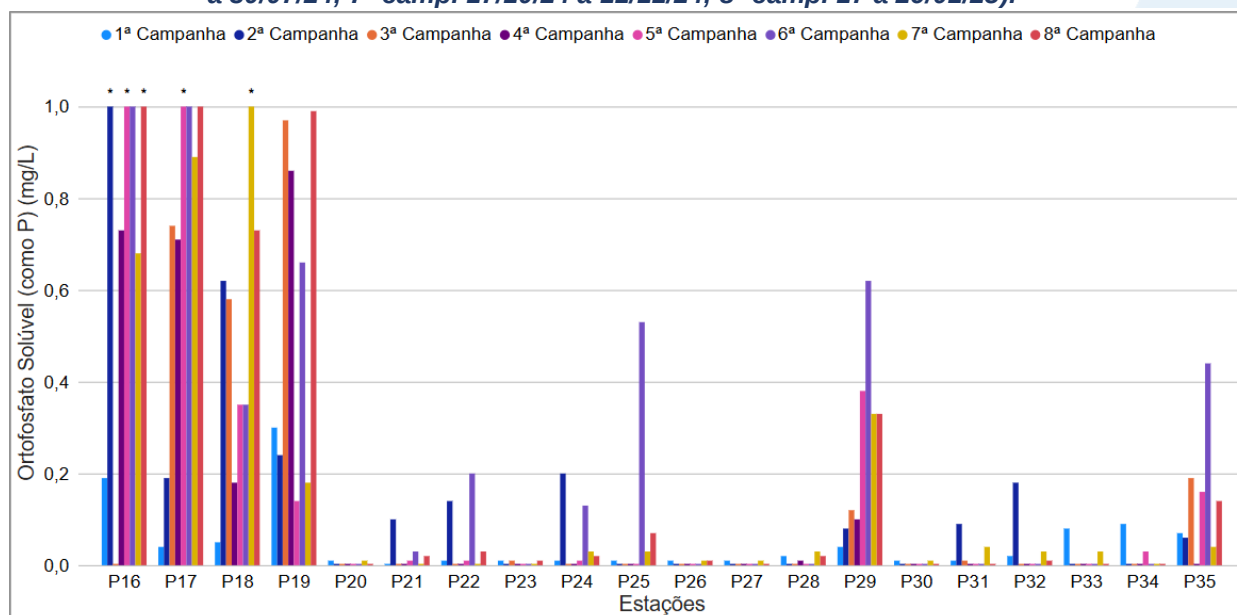
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.156), a média para o parâmetro ortofosfato durante a 7ª campanha foi de 0,19 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção, 0,006 mg/L (P21, P22, P23 e P34), e 1,40 mg/L (P18). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 0,23 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção (P20, P27, P30, P31, P33 e P34) e 1,11 mg/L (P16).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 8ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,23 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (0,05 mg/L).

De modo geral, foram registradas baixas concentrações de ortofosfato na sub-região Afluente do Rio Piabanha, sendo as maiores concentrações registradas em P16, P17, P18, P19, P29 e P35, assim como foram registradas maiores concentrações dos demais parâmetros monitorados nestes pontos. Além disso, vale ressaltar que durante a 6ª campanha também foi observado um aumento de ortofosfato em P22, P24 e P25, assim como para alcalinidade, condutividade, coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrato, nitrogênio total e amoniacal, além da redução registrada para oxigênio dissolvido. Esse aumento ocorreu independentemente da variação de pluviosidade, estando estes pontos localizados em regiões com adensamento urbano e registros de fontes de esgoto

sanitário. Sendo assim, este último fator pode ter influenciado neste aumento pontual registrado na 6ª campanha.

Figura VI.156. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

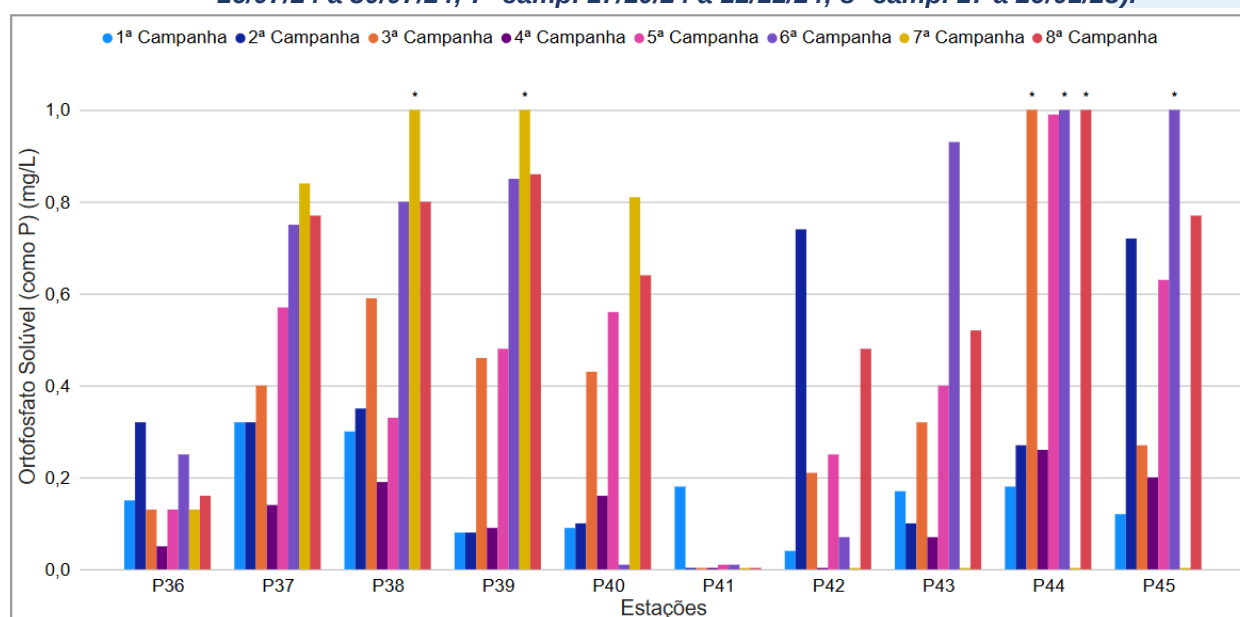
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.157), a média de ortofosfato durante a 7ª campanha foi de 0,46 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção, <0,006 mg/L (P41, P42, P43, P44 e P45), e 1,44 mg/L (P38). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,63 mg/L, com resultado menor que o limite de quantificação (P41) e 1,32 mg/L (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,67 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (0,12 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados nesta sub-região vêm apresentando variações para ortofosfato, sendo as variações registradas até a 4ª campanha similares às registradas para condutividade, DBO, DQO e nitrogênio total. Já a partir da 5ª campanha foram registradas maiores concentrações de ortofosfato nesta sub-região, assim como maiores concentrações de alcalinidade, condutividade, DBO, SDT, fósforo total, nitrogênio amoniacal e total. Essas variações ocorreram independente da

pluviosidade e da vazão obtida nas campanhas ímpares. Sendo assim, essas variações podem estar sendo ocasionadas pela variação da qualidade ou do volume de efluentes industriais e sanitários.

Figura VI.157. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

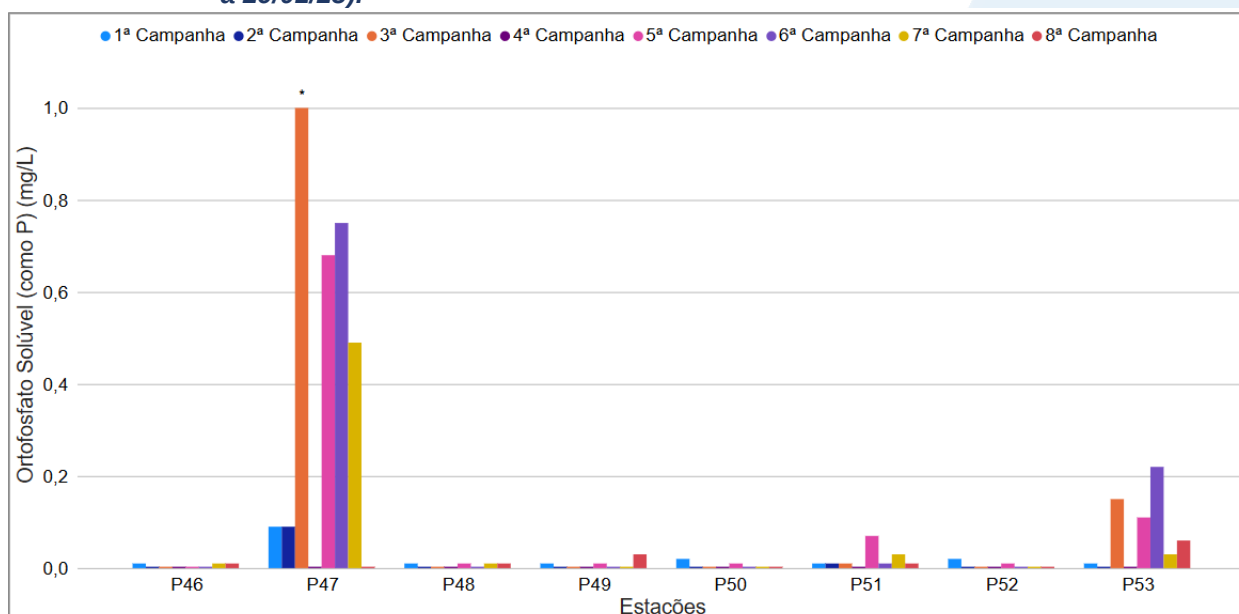
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.158), a concentração média de ortofosfato na 7ª campanha foi de 0,07 mg/L, com resultados variando entre valores menores que o limite de detecção, <0,006 mg/L (P46, P48, P49, P50 e P52), e 0,49 mg/L (P47). Na 8ª campanha a concentração média de ortofosfato foi de 0,02 mg/L, com resultado menor que o limite de detecção (P47, P50 e P52), e 0,06 mg/L (P53).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,16 mg/L) e a 4ª campanha, a menor, já que todos os resultados encontrados foram abaixo do limite de detecção do método analítico (<0,006 mg/L).

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região não apresentaram variações acentuadas das concentrações de ortofosfato, com exceção de P47, que registrou concentrações acentuadas durante a 3ª, 5ª, 6ª e 7ª campanhas, assim como

maiores concentrações de fósforo total, SDT, alcalinidade, nitrogênio total e amoniacal. Essas concentrações acentuadas podem estar relacionadas às fontes de contaminação oriundas do esgotamento industrial e sanitário. Vale ressaltar que durante a 8ª campanha de monitoramento este ponto amostral apresentou uma diminuição acentuada das concentrações ortofosfato, assim como registrado para DBO, DBO, fósforo total, SST e turbidez, além de aumento da concentração de oxigênio dissolvido. O que pode indicar um menor aporte de material orgânico para este ponto durante a última campanha.

Figura VI.158. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



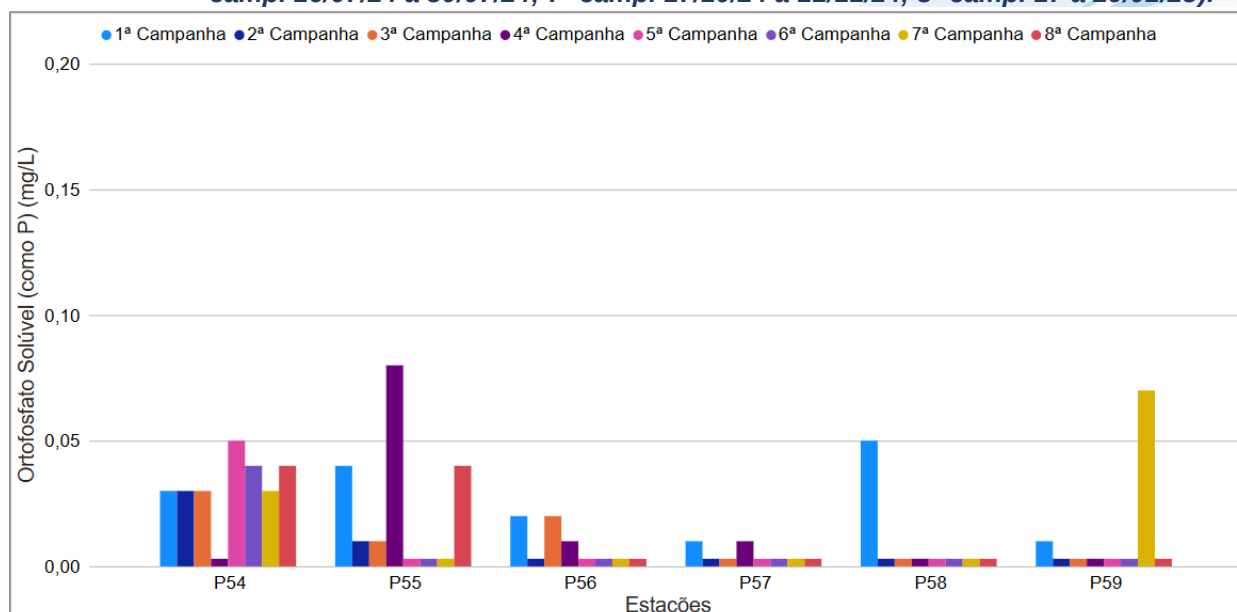
Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.159), a média de ortofosfato durante a 7ª e 8ª campanhas foi de 0,02 mg/L, sendo registrados resultados quantificáveis apenas em P54 (0,03 mg/L na 7ª campanha e 0,04 mg/L na 8ª campanha), P55 (0,04 mg/L na 8ª campanha) e P59 (0,07 mg/L na 7ª campanha). Os demais pontos monitorados apresentaram resultados menor que o limite de detecção do método analítico, <0,006 mg, ao longo do 3º semestre.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de ortofosfato (0,03 mg/L), já a 2ª, 3ª, 5ª e 6ª campanhas apresentaram a menor (0,01 mg/L).

De modo geral, P54 registrou os maiores valores de ortofosfato a maioria das campanhas de monitoramento. Já os demais pontos apresentam baixas concentrações, com exceção de P55 (1ª, 4ª e 8ª campanha), P58 (1ª campanha) e P59 (7ª campanha). Entretanto, as variações registradas para ortofosfato não ocorrem de acordo com a observada para os demais parâmetros, com exceção de fósforo total. Esses aumentos pontuais também não foram relacionados com os valores de pluviosidade e vazão registrados. Sendo assim, essa variação pode ser natural do ambiente e/ou pode estar relacionada à variação do aporte de esgotos sanitários nestes pontos.

Figura VI.159. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).

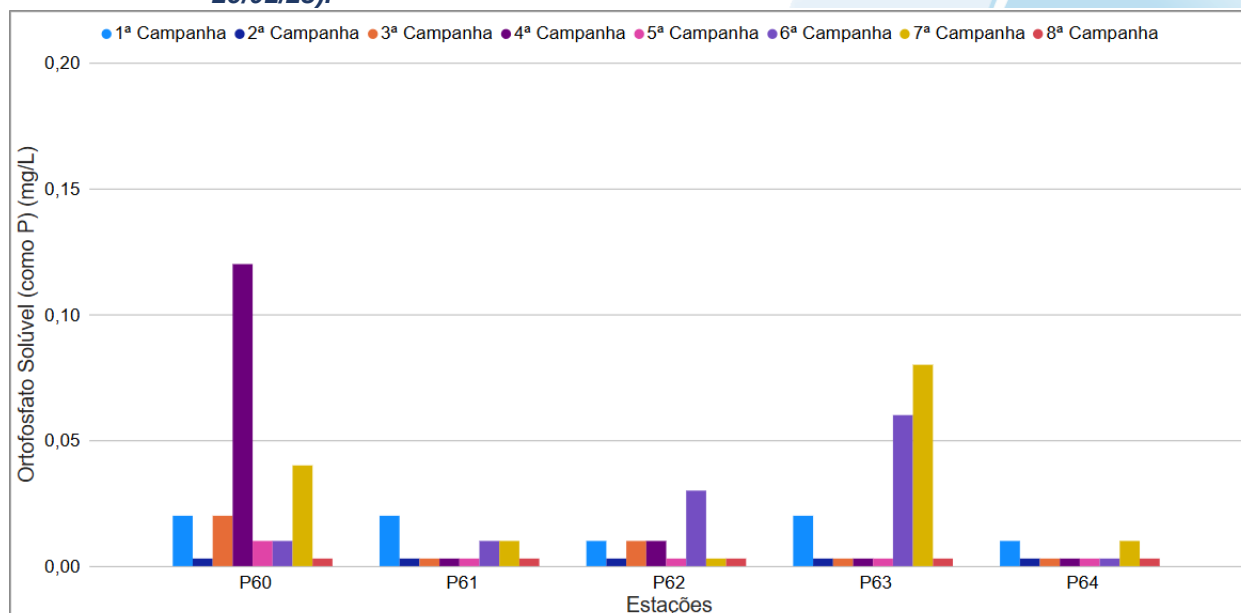


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.160), durante a 7ª campanha a média registrada foi de 0,03 mg/L, sendo registrados resultados quantificáveis apenas em P60 (0,04 mg/L) e P63 (0,08 mg/L). Já na 8ª campanha todos os pontos monitorados apresentaram resultado menor que o limite de detecção, <0,006 mg/L.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,03 mg/L), enquanto a 2ª, 5ª e 8ª campanhas apresentaram todos os resultados menor que o limite de detecção.

De modo geral, os pontos da sub-região Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul apresentaram variações sutis da ortofosfato entre as campanhas, com exceção de P60 (4ª campanha) e P63 (6ª e 7ª campanha). Entretanto, as variações registradas para ortofosfato não ocorrem de acordo com a observada para os demais parâmetros, com exceção de fósforo total. Esses aumentos pontuais também não foram relacionados com os valores de pluviosidade e vazão registrados. Vale ressaltar que nas proximidades de P63 não há registros de fontes antrópicas, entretanto próximo a P60 há registros de atividades industriais e atividades não definidas, onde estas podem contribuir para a variação destes parâmetros no corpo hídrico.

Figura VI.160. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Os pontos móveis monitorados durante a 7ª campanha (PM94 a PM103) não apresentaram resultados quantificáveis para ortofosfato, sendo assim estes não foram representados graficamente.

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de ortofosfato de 0,21 mg/L no 4º semestre. Na 7ª campanha foi encontrada média de 0,18 mg/L, com variação entre resultados menor que o limite de detecção, <0,006 mg/L (P01, P03, P05, P07, P21, P22, P23, P34, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P48, P49, P50, P52, P55, P56, P57, P58 e P62), e 1,44 mg/L (P38). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,23 mg/L com variação entre abaixo do limite de detecção (P01, P14, P20, P27, P30, P31, P33, P34, P41, P47, P50, P52, P56 a P64) e 1,32 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (0,32 mg/L), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (0,06 mg/L). A distribuição espacial de ortofosfato encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.161 e Figura VI.162.

Figura VI.161. Mapa representativo da distribuição espacial de Ortofosfato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

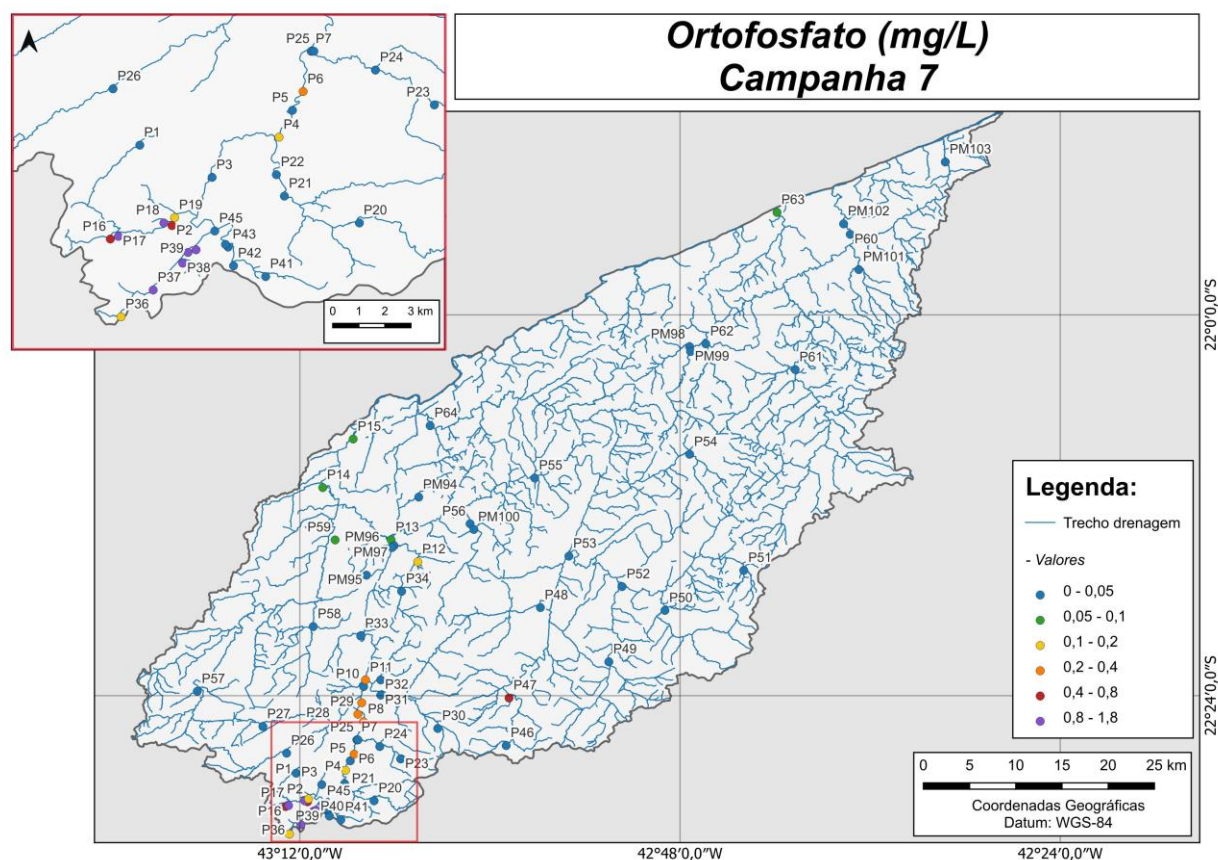
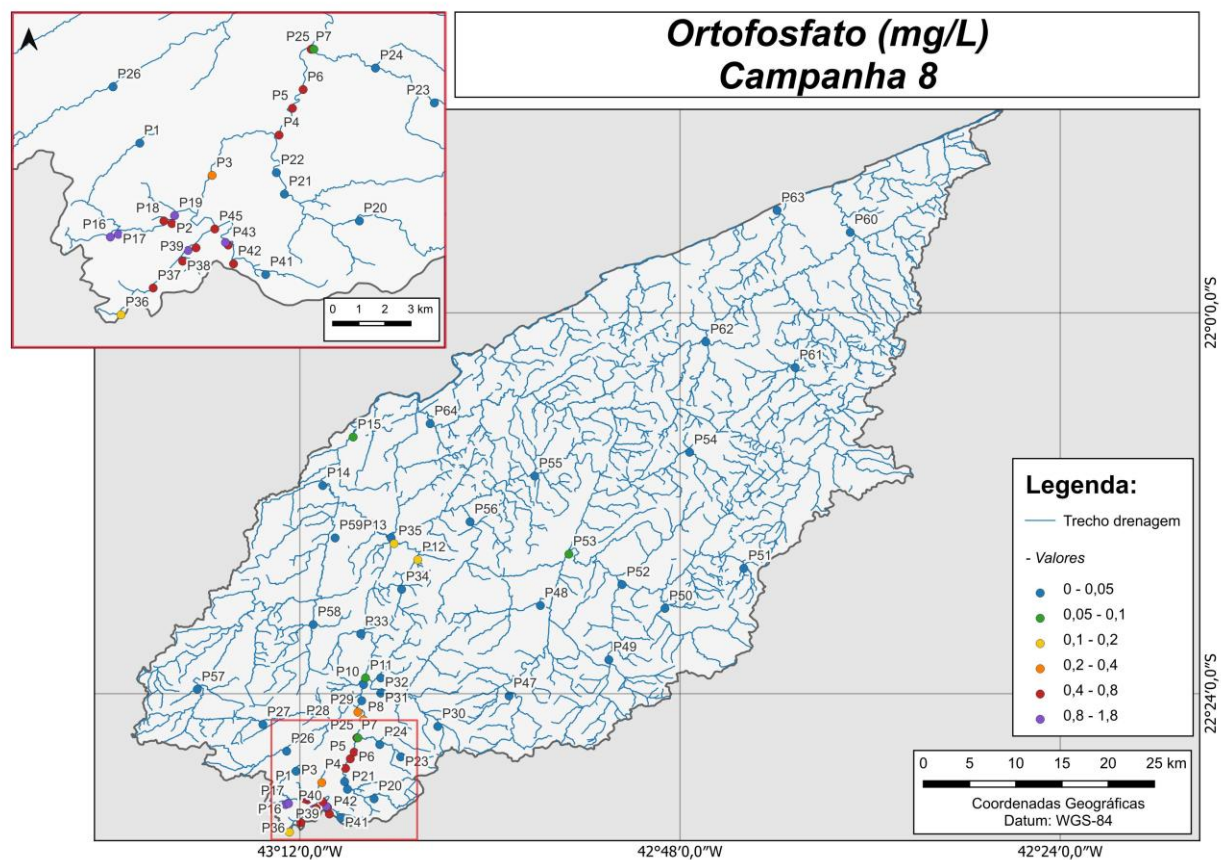


Figura VI.162. Mapa representativo da distribuição espacial de Ortofosfato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores médias nos quatro semestres de monitoramento. Já a sub-região do RFRP apresentou as menores médias semestrais, com exceção do 4º semestre onde a menor média foi registrada na sub-região do RPRPS.

Para o parâmetro ortofosfato, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) onde RP e RQRP se diferiram das demais sub-regiões. Além disso, ARP também se diferiu das demais sub-regiões, com exceção de RPRB (Figura VI.163 e Figura VI.164).

Figura VI.163. Boxplots de Ortofosfato, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

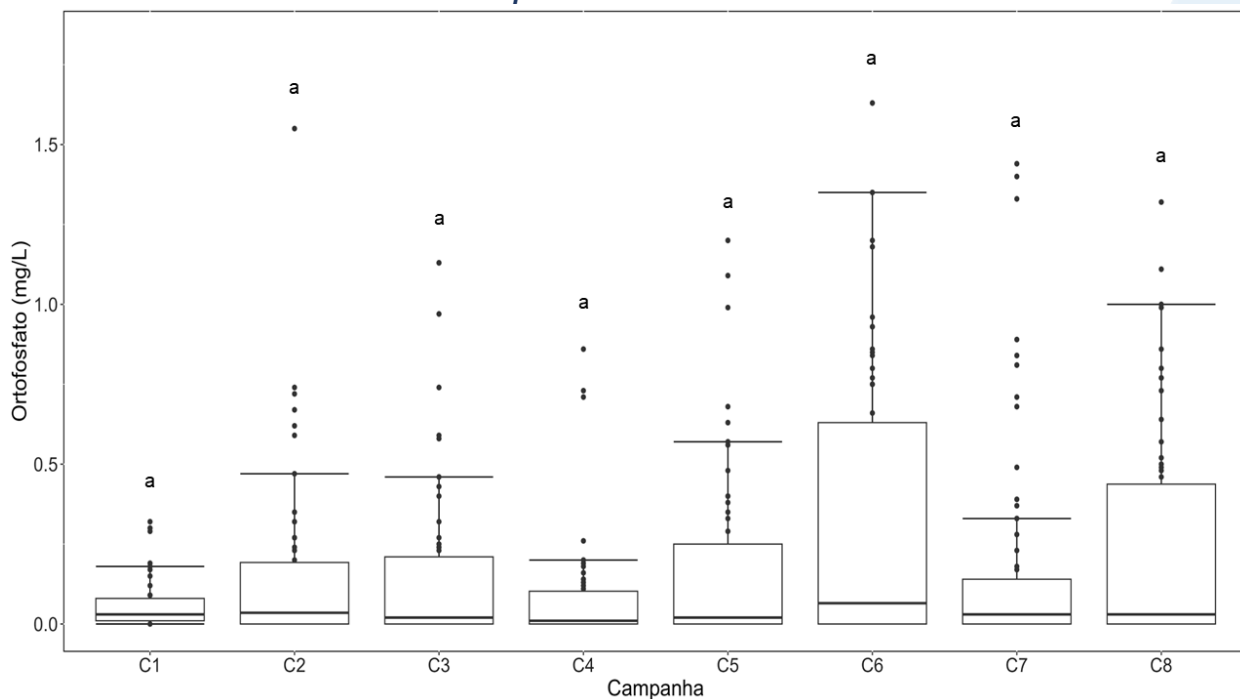
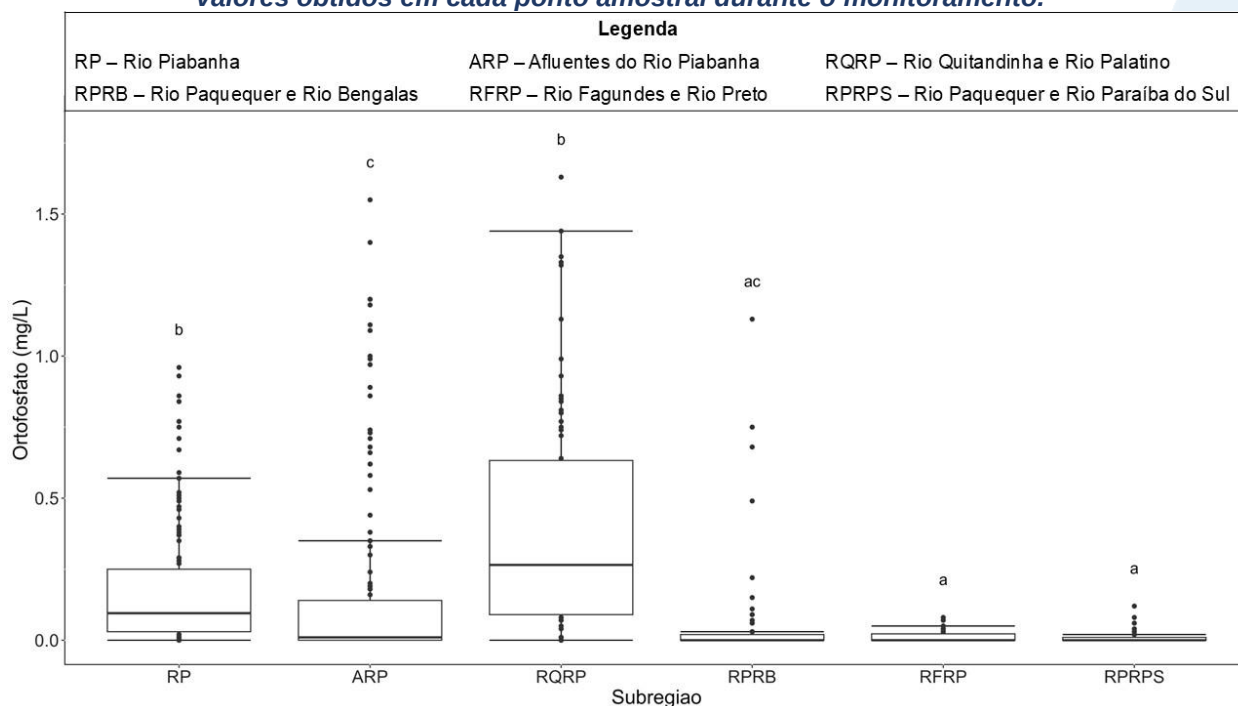


Figura VI.164. Boxplots de Ortofosfato, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.1.16 Fósforo Total

As principais fontes de fósforo no ambiente aquático são oriundas 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). A Resolução CONAMA n° 357/05 determina para Água Doces, Classe 2, concentração de fósforo total abaixo ou igual a 0,1 mg/L.

Os valores de fósforo total registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

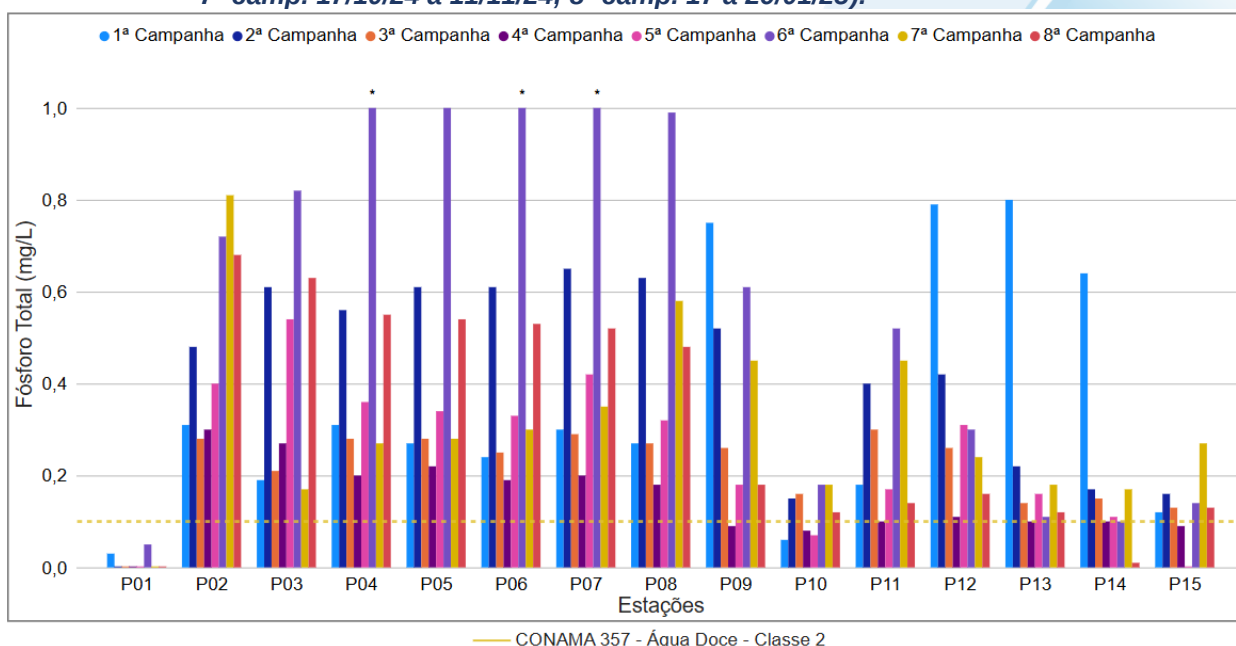
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.165), a média de fósforo durante a 7ª campanha foi de 0,31 mg/L e na 8ª campanha de 0,32 mg/L, sendo registrado em ambas as campanhas resultados abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P01). Os valores máximos registrados nessas campanhas ocorreram em P02, sendo de 0,81 mg/L na 7ª campanha e 0,68 mg/L na 8ª campanha. Vale ressaltar que apenas P01 (7ª e 8ª campanha) e P14 (8ª campanha) apresentaram resultados de acordo com o limite estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/2005.

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 (7ª e 8ª campanha) classificada como ultraoligotrófica e P14 (8ª campanha) classificada como eutrófica.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 6ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,58 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (0,15 mg/L). De modo geral, as amostras da sub-região do Rio Piabanha vêm apresentando em sua maioria amostras em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para fósforo total, com exceção de P01 durante todo o período de monitoramento.

De modo geral, P01 apresentou menores concentrações de fósforo total ao longo do período de monitoramento, independente da variação dos demais parâmetros, da pluviosidade e vazão. Já os pontos P12, P13 e P14 apresentaram concentrações acentuadas na 1ª campanha, assim como registrado para os parâmetros coliformes termotolerantes, SST e turbidez. Vale ressaltar que nesta campanha essa região apresentou maiores índices pluviométricos e maior vazão, podendo ter recebido um maior aporte de nutrientes. Os demais pontos monitorados nessa sub-região apresentaram maiores concentrações durante a 6ª campanha, assim como registrado para condutividade, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e ortofosfato. É importante destacar que esse aumento foi ocasionado independente da vazão e pluviosidade registrada, podendo estar relacionado a fontes antrópicas como o aporte de efluente industrial e sanitário registrados nessa região.

Figura VI.165. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.166), a média para o parâmetro fósforo total durante a 7ª campanha foi de 0,37 mg/L, com resultados menor que o limite de detecção, <0,003 mg/L (P23), e 2,32 mg/L (P16). Na 8ª campanha, a média registrada foi de 0,26 mg/L, com resultados menor que o limite de detecção (P20,

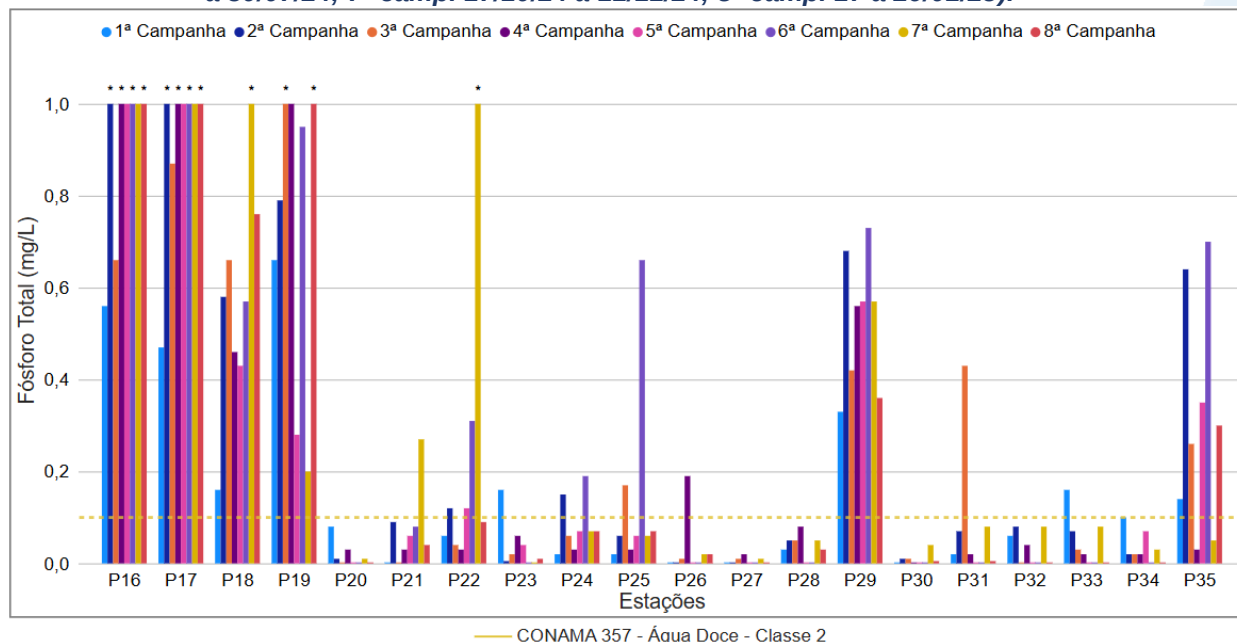
P27, P32, P33 e P34) e 1,20 mg/L (P16). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre de monitoramento, os pontos P16, P17, P18, e P29 em ambas as campanhas, P21 e P22 na 7ª campanha, e P35 na 8ª campanha apresentaram concentrações de fósforo total acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores de fósforo total registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média (0,37 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,15 mg/L). As 4ª e 8ª campanhas apresentaram o menor número de amostras (seis amostras) com valores superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para fósforo total ao longo do monitoramento.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), os pontos amostrais que apresentaram resultados menor que o limite de detecção foram classificados como ultraoligotróficos (seis amostras), já os pontos P20 e P27 na 7ª campanha, e P23, P30 e P31 foram classificados como oligotróficos. Os demais pontos amostrais apresentaram resultados classificados como mesotróficos (quatro amostras), eutróficos (doze amostras) e hipereutrófico (treze amostras), sendo hiperoutrófico aqueles acima do preconizado na Resolução CONAMA 357/05.

De modo geral, os pontos monitorados P16, P17, P18, P19, P29 e P35 apresentaram maiores concentrações de fósforo total, assim como foram registradas maiores concentrações dos demais parâmetros monitorados nestes pontos. Além disso, os pontos P23 e P33 (1ª campanha), P22 e P24 (2ª campanha), P25 e P31 (3ª campanha), P26 (4ª campanha), P22 (5ª, 6ª e 7ª campanha), P24 e P25 (6ª campanha) e P21 (7ª campanha) apresentaram aumento das concentrações, sendo registrados valores acima da legislação de referência. Vale ressaltar que estes pontos também apresentaram aumento das concentrações como de nitrato, nitrogênio amoniacal, alcalinidade, ortofosfato, DBO, DQO e coliformes termotolerantes, por exemplo, sendo essas variações independentes do volume de pluviosidade e da vazão obtida nas campanhas ímpares. Sendo assim, como estes pontos estão situados em regiões com adensamento urbano e registros de fontes de esgoto sanitário, estes aumentos podem estar relacionados a um aumento do aporte de efluente, assim como a uma diminuição da qualidade do efluente destinado a estes corpos hídricos.

Figura VI.166. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

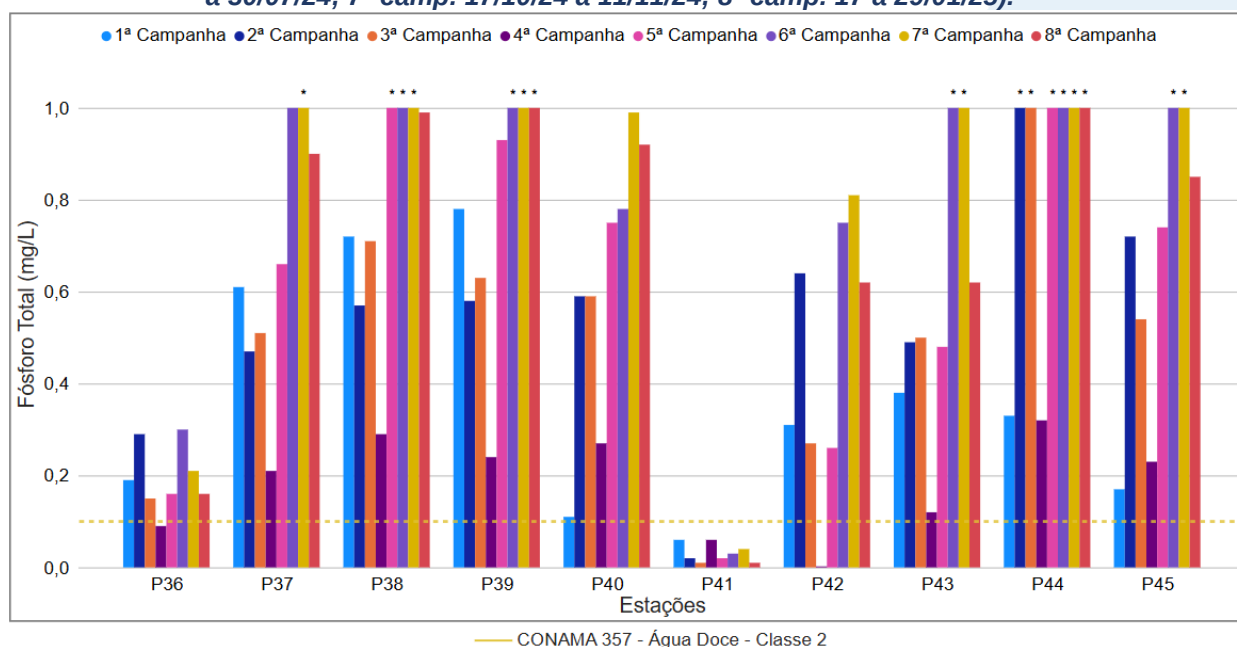
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.167), a média de fósforo total durante a 7ª campanha foi de 1,26 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P41) e 2,83 mg/L (P44). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,76 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P41) e 1,53 mg/L (P44). Vale ressaltar que, durante o 4º semestre de monitoramento, apenas P41 (7ª e 8ª campanhas) apresentou valores dentro do limite preconizado na Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 7ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (1,26 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (0,18 mg/L). A 4ª campanha apresentou o menor número de amostras (sete amostras) com valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para fósforo total, já as demais campanhas apresentaram a mesma quantidade de amostras em desacordo (nove amostras).

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foram classificadas como hipereutrófica, com exceção de P41, que foi classificada como eutrófica na 7ª campanha e oligotrófica na 8ª campanha.

Vale ressaltar que para os resultados obtidos para fósforo total não foi identificada variação de pluviosidade e da vazão obtida nas campanhas ímpares que pudesse contribuir para essa variação. Entretanto, o aporte de efluente sanitário e industrial das fontes poluidoras cadastradas nessa sub-região podem estar contribuindo para essas alterações, já que outros parâmetros monitorados nestes pontos também apresentaram essa tendência de variação, onde houve um aumento das concentrações principalmente a partir da 5ª campanha.

Figura VI.167. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

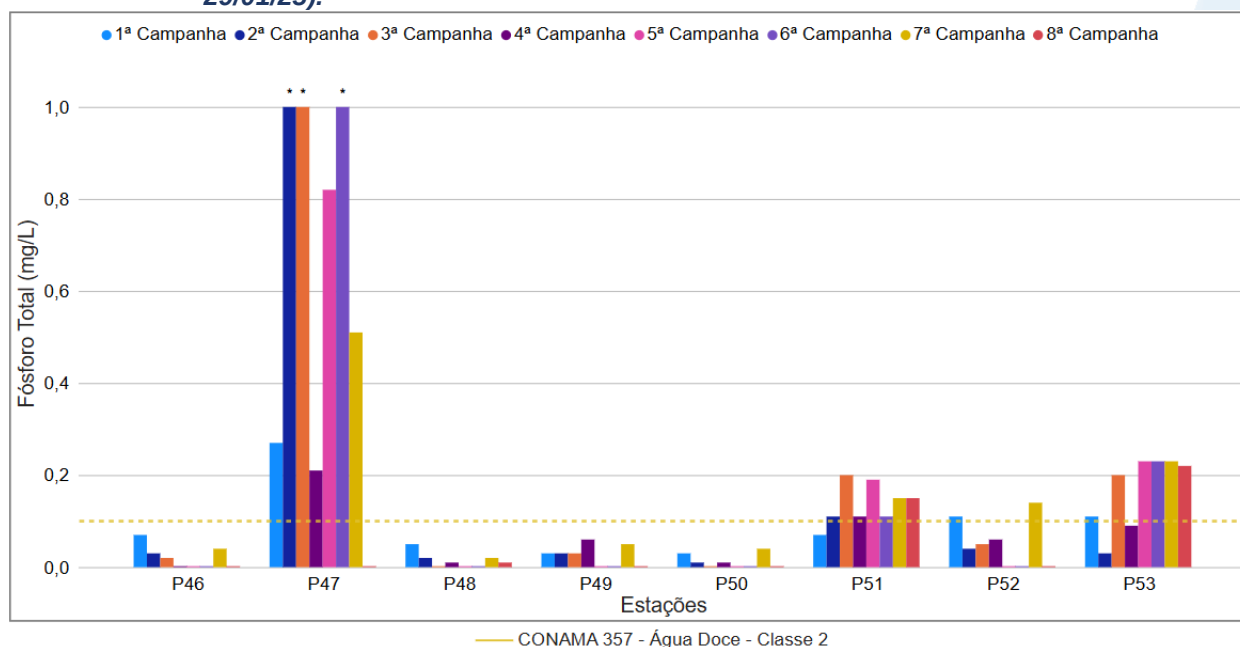
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.168), a média de fósforo total na 7ª campanha foi de 0,15 mg/L, com resultados entre 0,02 mg/L (P48) e 0,51 mg/L (P47). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,05 mg/L, com resultados variando entre menor que o limite de detecção (P46, P47, P49, P50 e P52) e 0,22 mg/L (P53). Durante o 4º semestre de monitoramento, os pontos P51 e P53 em ambas as campanhas, e P47 e P52 na 7ª campanha apresentaram concentrações de fósforo total em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 em ambas as campanhas.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 3ª campanha apresentou a maior concentração média de fósforo total (0,22 mg/L) e a 8ª campanha, a menor concentração média (0,05 mg/L). A 2ª, 4ª e 8ª campanhas apresentaram o menor número de amostras (duas amostras cada uma) em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para fósforo total durante o monitoramento.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), os pontos amostrais que apresentaram resultados menor que o limite de detecção foram classificados como ultraoligotróficos (cinco amostras), enquanto P48 (7ª campanha) foi classificado como mesotrófico. Os pontos P46, P49 e P50 na 7ª campanha e P48 na 8ª campanha foram classificados como eutróficos e os demais pontos que apresentaram resultados acima do preconizado na Resolução CONAMA 357/05, foram classificadas como hipereutróficos.

De modo geral, os pontos monitorados nessa sub-região apresentaram pouca variação das concentrações de fósforo total entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P47, P51, P52 e P53. Vale ressaltar que em P47 a variação foi similar a registrada para ortofosfato, SDT, alcalinidade, condutividade e DBO. Além disso foi possível observar que durante a 1ª e a 4ª campanha foi registrado maiores índices de pluviosidade nesse ponto, sendo assim pode ter ocorrido uma maior diluição e carreamento de partículas. Já em P51 (3ª e 5ª campanha) e P53 (3ª, 5ª e 6ª campanha) houve um aumento das concentrações de fósforo total, assim como para nitrogênio total, ortofosfato e sólidos dissolvidos totais, além de nas campanhas ímpares (3ª e 5ª campanha) terem sido registrados menores valores de vazão que podem ter contribuído para um menor carreamento de partículas. Vale ressaltar que P47, P51 e P53 não possuem fontes poluidoras localizadas próximas aos locais de coleta, entretanto P47 fica localizado em uma área de maior adensamento urbano, onde apesar de não haver o registro de fontes antrópicas pode haver o descarte incorreto de efluentes.

Figura VI.168. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Legenda: * Valor superior a 1,0 mg/L

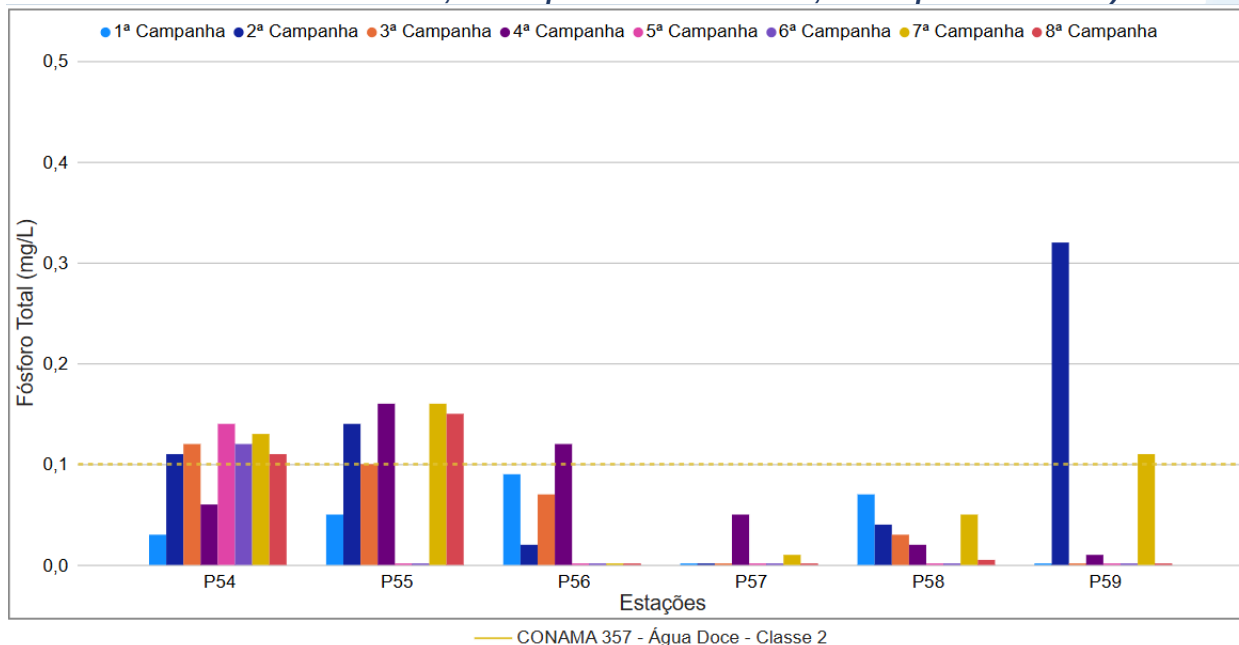
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.169), a média de fósforo total na 7ª campanha foi de 0,08 mg/L, com resultados variando entre menor que o limite de detecção, 0,003 mg/L (P56) e 0,16 mg/L (P55). Na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,04 mg/L, com resultados variando entre menor que o limite de detecção (P56, P57 e P59) e 0,15 mg/L (P55). Os pontos monitorados P54 e P55 em ambas a campanhas, e P59 na 7ª campanha apresentaram concentrações de fósforo total em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 em ambas as campanhas.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 2ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,11 mg/L) e a 5ª e 6ª campanhas, as menores médias (0,02 mg/L). Ao longo do período monitorado houve uma variação da quantidade de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 para fósforo total, onde apenas a 1ª campanha apresentou todas as amostras com valores dentro do limite estabelecido na legislação de referência, enquanto a 2ª e 7ª campanhas apresentaram o maior número de amostras em desacordo (três amostras).

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), os pontos amostrais que apresentaram resultados menor que o limite de detecção foram classificados como ultraoligotróficos (quatro amostras), enquanto P47 (7ª campanha) e P58 (8ª campanha) foram classificados como oligotróficos. Já o ponto P58 na 7ª campanha classificado como eutrófico e os demais pontos que apresentaram resultados acima do preconizado na Resolução CONAMA 357/05, foram classificadas como hipereutrófico.

De modo geral, P57 e P58 apresentaram as menores variações de fósforo total ao longo do período de monitoramento, já os demais pontos situados nessa sub-região apresentaram variações distintas independentemente no índice pluviométrico registrado e da vazão obtida nas campanhas ímpares. Nos pontos amostrais P54 (2ª, 3ª, 5ª e 6ª campanhas), P55 (2ª, 4ª, 7ª e 8ª campanhas), P56 (4ª campanha) e P59 (2ª e 7ª campanhas) foram registradas as maiores variações. Vale ressaltar que em P54 e P55 também foi registrado um aumento das concentrações de coliformes termotolerantes, já em P55 e P59 houve, nestas campanhas, maiores concentrações de nitrogênio total. Sendo assim, os pontos monitorados podem estar sofrendo influência do aporte de efluentes ricos nestes compostos, oriundos das fontes antrópicas registradas na região como esgotamento sanitário, industrial e atividades diversas, favorecendo um aumento dessas concentrações nos trechos monitorados. Vale ressaltar que P57 é o ponto dessa sub-região mais distantes de fontes antrópicas registradas.

Figura VI.169. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.170), a média durante a 7ª campanha foi de 0,06 mg/L, com variação entre 0,03 mg/L (P64) e 0,12 mg/L (P63). Já na 8ª campanha, todos os pontos de monitoramento apresentaram resultados menor que o limite de quantificação, <0,01 mg/L (P62), ou detecção, <0,003 mg/L (P60, P61, P63 e P64). Vale ressaltar que todas as amostras apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 ao longo do 4º semestre, exceto P63 na 7ª campanha.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a janeiro/25), a 4ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,18 mg/L), enquanto a 5ª e 8ª campanhas apresentaram a menor, devido a todos os pontos terem apresentado resultados menor que o limite do método analítico. De modo geral, apenas no 2º e 4º semestre de monitoramento (cinco e uma amostra, respectivamente) apresentaram concentrações de fósforo dissolvido maiores que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (cinco amostras).

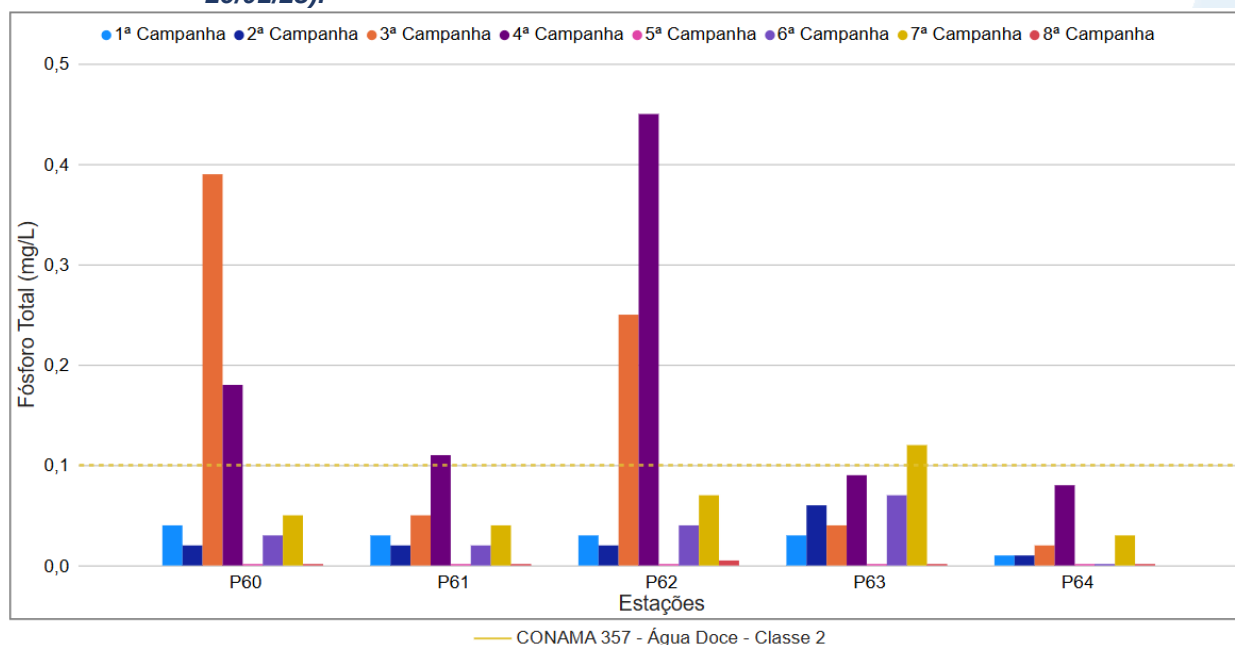
De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), os pontos amostrais que apresentaram resultados menor que o limite de detecção foram classificados como ultraoligotróficas (quatro amostras),

enquanto P62 (8ª campanha) foi classificado como oligotrófico. Já o ponto P64 na 7ª campanha classificado como mesotrófico e os pontos P60, P61 e P62 como eutróficos. Já os demais pontos que apresentaram resultados acima do preconizado na Resolução CONAMA 357/05, foram classificadas como hipereutróficos.

De modo geral, as concentrações de fósforo total registradas na sub-região do Rio Paquequer e Rio Paraíba do Sul apresentaram aumento no 2º semestre de monitoramento, sendo o mais acentuado registrado em P60 na 3ª campanha e P62 na 3ª e 4ª campanha. Vale ressaltar que esses pontos também apresentaram maiores concentrações de DBO e DQO nessas campanhas. Além disso, com exceção de P63 e P64, os demais pontos situados nessa sub-região, apresentam registros de fontes antrópicas como esgotamento sanitário, industrial e atividades diversas, o que podem estar contribuindo para o aumento acentuado de fósforo total, sendo que não houve uma relação com o índice de pluviosidade ou com a vazão registrada nas campanhas ímpares.



Figura VI.170. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º, 3º e 4º 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; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25).



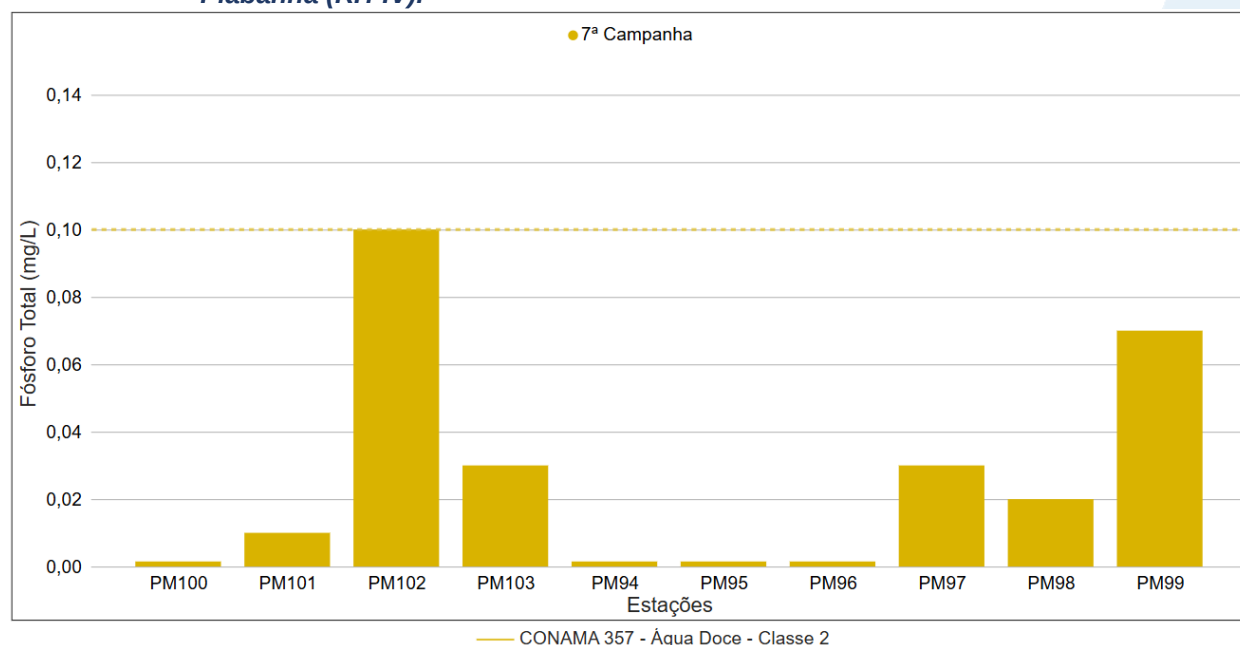
Os pontos móveis monitorados na 7ª campanha apresentaram valor médio de 0,03 mg/L, com resultados entre menor que o limite de detecção, <0,003 mg/L (PM94, PM95, PM96 e PM100), e 0,1 mg/L (PM102). Vale ressaltar que todos os pontos móveis apresentaram resultados de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Cabe salientar que, em PM102, além do maior valor registrado para fósforo total, também foram observados valores mais elevados para coliformes termotolerantes, alcalinidade, DBO, DQO e turbidez. Esses resultados podem ter sido ocasionados pelo maior aporte de efluentes provenientes das atividades antrópicas na região, como atividades industriais, além de outras de caráter não especificado. Vale ressaltar que, os eventos de chuva registrados próximo ao dia da amostragem pode ter contribuído também para um maior aporte de nutriente para esse ponto monitorado.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), os pontos amostrais que apresentaram resultados menor que o limite de detecção foram classificados como ultraoligotróficos (quatro amostras), enquanto PM101 foi classificado como oligotrófico. Já os pontos móveis PM94, PM98 e

PM103 foram classificados como mesotróficos, enquanto PM99 e PM102 como eutróficos.

Figura VI.171. Distribuição de Fósforo Total registrada no 4º semestre de monitoramento (7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).



Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de fósforo total de 0,35 mg/L no 4º semestre, sendo está a maior média geral registrada durante o período monitorado. Na 7ª campanha foi encontrada média geral de 0,42 mg/L, com variação entre resultado menor que o limite de detecção, 0,003 mg/L (P01, P23 e P56), e 2,83 mg/L (P44). Já na 8ª campanha, a média encontrada foi de 0,28 mg/L, com resultados menor que o limite de detecção (P01, P20, P27, P32, P33, P34, P46, P47, P49, P50, P52, P56, P57, P59, P60, P61, P63 e P64) e 1,53 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha apresentou a maior média do período (0,43 mg/L), enquanto a 4ª campanha apresentou a menor (0,18 mg/L). A distribuição espacial fósforo total encontrada no 4º semestre (7ª e 8ª campanhas) é apresentada na Figura VI.172 e Figura VI.173.

Figura VI.172. Mapa representativo da distribuição espacial de Fósforo Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 7ª campanha.

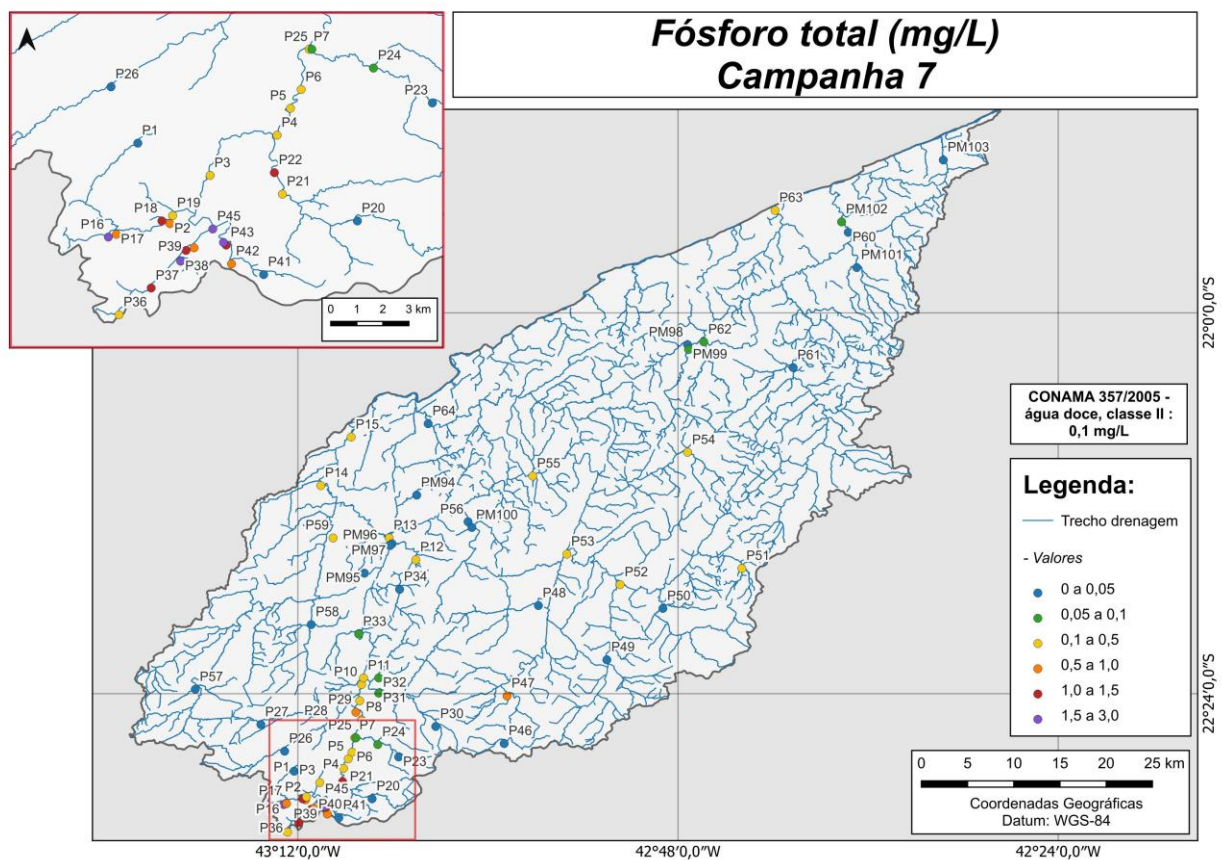
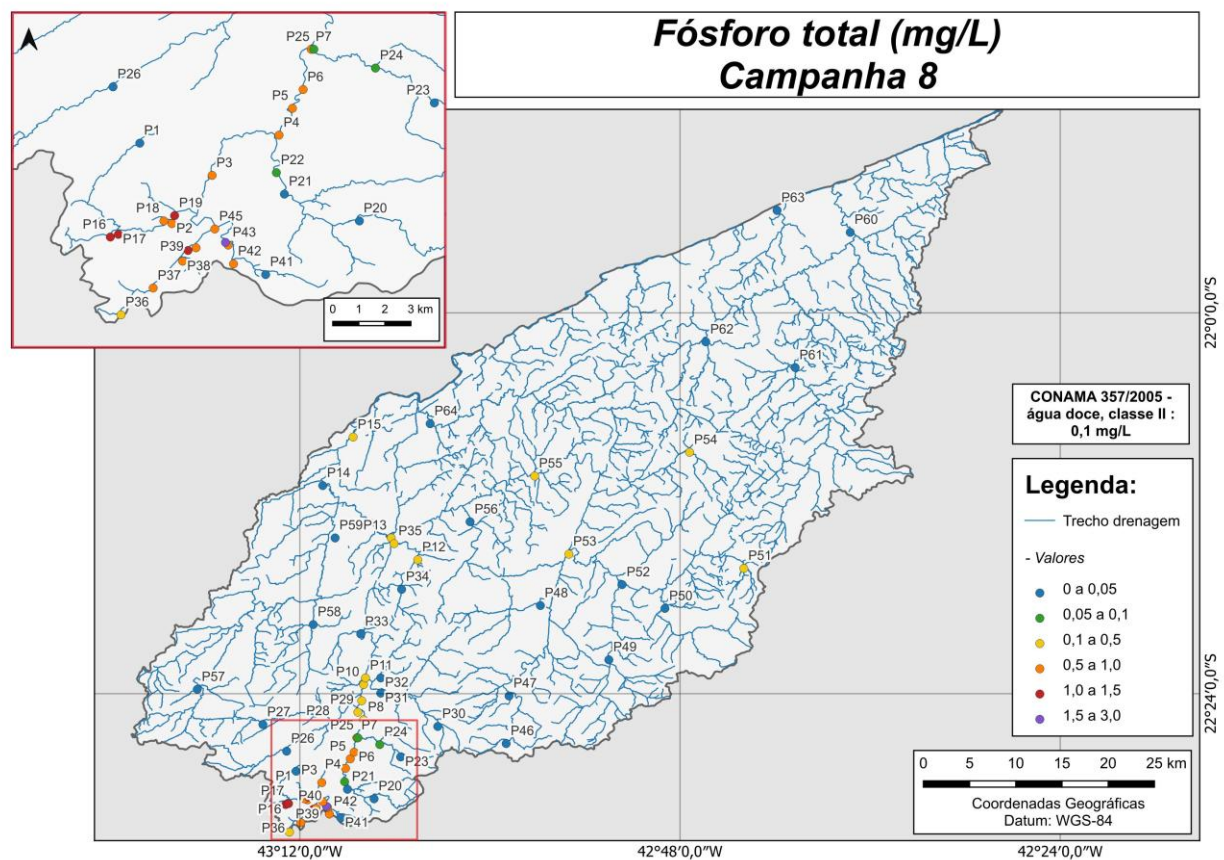


Figura VI.173. Mapa representativo da distribuição espacial de Fósforo Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 8ª campanha.



Durante o período de monitoramento (abril/23 a janeiro/25) a sub-região do RQRP apresentou as maiores médias semestrais de fósforo total. Já a sub-região do RPRPS apresentou as menores concentrações médias, com exceção do 2º semestre onde a menor média semestral foi registrada na sub-região do RFRP.

Para o parâmetro fósforo total, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, RP e RQRP apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para as demais sub-regiões. Além disso, a sub-região ARP também diferiu das demais, com exceção de RPRB (Figura VI.174 e Figura VI.175).

Figura VI.174. Boxplots de Fósforo Total, por campanha, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.

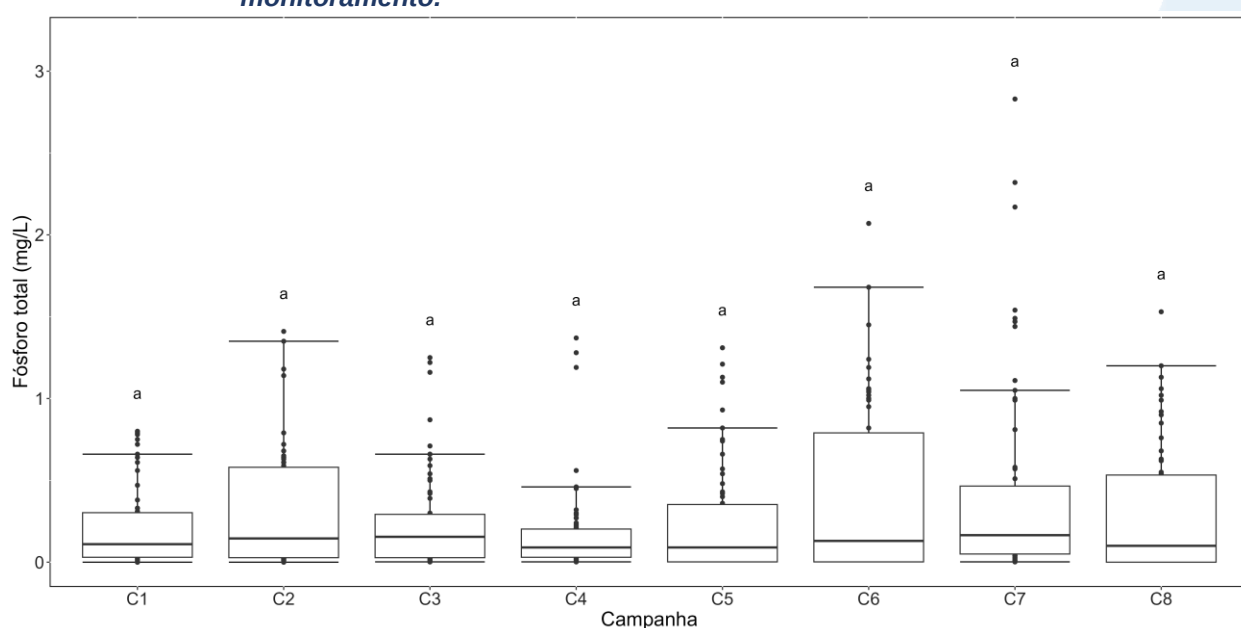
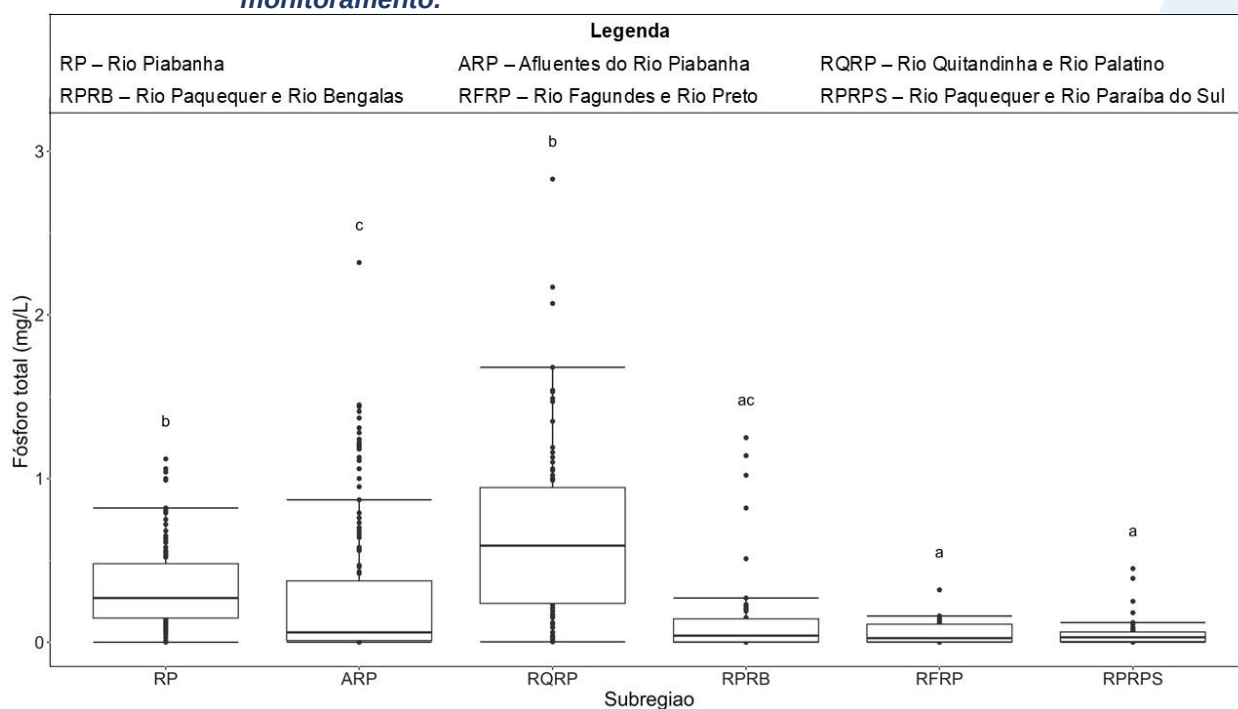


Figura VI.175. Boxplots de Fósforo Total, por sub-região, durante o 1º, 2º, 3º e 4º semestre de monitoramento (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24; 7ª camp. 17/10/24 a 11/11/24; 8ª camp. 17 a 29/01/25) 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 e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.



VI.1.2 Medição de Vazão e Batimetria

As medições da vazão e batimetria foram realizadas durante as 1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanhas de monitoramento (17/04/23 a 12/07/23; 16/10/23 a 27/12/23; 15/04/24 a 31/05/24; 17/10/24 a 11/11/24, respectivamente) nos 64 pontos fixos e nos 10 pontos móveis, sendo estes determinados pela contratante em cada campanha. Vale ressaltar que o ponto PM84, amostrado na 3^a campanha, não apresentou lâmina d'água que possibilitasse a realização da medição da vazão através dos métodos empregados (molinete ou flutuador), sendo assim não houve medição neste ponto monitorado.

O nome dos hidrometristas responsáveis pela aquisição de dados são apresentados nas cadeias de custódia (Anexo A), enquanto os dados brutos de batimetria e vazão são apresentados no Anexo G.

VI.1.2.1 Sub-região do Rio Piabanha

Na 1^a campanha de monitoramento, a sub-região do Rio Piabanha apresentou valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 23,9 m, 1,2 m, 0,341 m/s e 11,5 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,029 m³/s (P01) e 42,440 m³/s (P14).

Já na 3^a campanha, foram registrados valores médios de 22,3 m para largura do rio, 0,9 m para profundidade, 0,240 m/s para velocidade média e 6,3 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,045 m³/s (P01) e 34,455 m³/s (P15).

Durante a 5^a campanha de monitoramento, o valor médio registrado foi de 23,0 m para largura do rio, 0,8 m para profundidade, 0,212 m/s para velocidade e de 4,0 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,026 m³/s (P01) e 14,868 m³/s (P13).

Ao considerar os resultados da 7^a campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 22,1 m, 0,8 m, 0,199 m/s e 4,7 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre 0,010 m³/s (P01) e 31,184 m³/s (P15).

Vale ressaltar que dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanhas) da sub-região do Rio Piabanha, P01 apresentou menores dimensões do canal e consequentemente menores valores de velocidade e vazão. Em contrapartida, os pontos de monitoramento P12, P13, P14 e P15, localizados mais próximos à porção norte

da sub-região apresentaram maiores dimensões do canal, além de maiores valores de velocidade média e vazão.

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Piabanha, em sua maioria, apresentaram variações sutis em relação ao leito, sendo obtidos valores de largura e profundidade do rio semelhantes entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P03, P04, P06, P07, P08, P10 e P13, os quais apresentaram variação da largura do canal superior a 2 m.

O ponto amostral P03 apresentou uma diminuição da largura do canal, profundidade média e vazão durante a 7ª campanha, sendo observado em campo uma menor lâmina d'água e maior exposição da área marginal. Vale ressaltar que houve registro de pluviosidade nos 7 dias anteriores a amostragem, entretanto este não influenciou no volume d'água neste trecho. Em P04 foi observada uma variação da largura do canal entre as campanhas de monitoramento sem relação com o índice pluviométrico registrado, podendo essa variação estar relacionada à presença de vegetação e deposição de areia na área marginal do canal. Os pontos P06, P07 e P13 apresentaram maior largura do canal durante a 1ª campanha de monitoramento, assim como maior índice pluviométrico. Vale ressaltar que, estes pontos amostrais apresentam bancos de areia, pedras e vegetação marginal, fatores que influenciam na menor largura da área molhada do canal. Além disso, vale destacar que P07 apresentou na 7ª campanha largura do rio e pluviosidade similar a 1ª campanha, podendo indicar uma maior contribuição da pluviosidade na sua área molhada.

Já em P08, observa-se uma diminuição gradativa de sua largura desde a 1ª campanha de monitoramento, assim como é possível observar diminuição do índice pluviométrico, velocidade do rio e maior exposição da área marginal. Em P10 e P11 foi registrada uma maior largura do canal na 5ª campanha, que pode ter sido influenciada devido a maior exposição do leito do rio, ocasionada pela presença de vegetação marginal menos densa, possibilitando a melhor visualização da área molhada.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, são apresentados no Anexo G. Vale destacar que alguns pontos de monitoramento apresentaram estruturas antrópicas e/ou naturais que impossibilitaram a aferição da profundidade nas seções centrais, como presença de banco de areia em P07 na 1ª campanha e de pilastras de sustentação nas seções centrais dos canais de P11

e P13 em ambas as campanhas de monitoramento. Como resultado, a profundidade nessas seções foi considerada como zero.

Vale ressaltar que a presença de pilares e sapatas de sustentação das pontes pode interferir na aferição da profundidade da seção do rio onde se encontram, podendo alterar significativamente no cálculo da vazão, tendo em vista que esse cálculo leva em consideração a área calculada e a velocidade do fluxo. Sendo assim, a alternativa é a medição desse parâmetro nas seções mais próximas, reduzindo assim o referido erro.

VI.1.2.2 Sub-região Afluentes do Rio Piabanha

A sub-região Afluentes do Rio Piabanha apresentou na 1ª campanha de monitoramento valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 6,9 m, 0,6 m, 0,260 m/s e 0,933 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,060 m³/s (P18) e 3,860 m³/s (P29).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 6,3 m para largura do rio, 0,5 m para profundidade, 0,227 m/s para velocidade média e 0,706 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,053 m³/s (P16) e 2,928 m³/s (P22).

Durante a 5ª campanha, o valor médio registrado para largura do rio foi de 7,0 m, profundidade de 0,35 m, velocidade de 0,171 m/s e de 0,525 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,077 m³/s (P32) e 3,772 m³/s (P29).

Ao considerar os resultados da 7ª campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 6,26 m, 0,35 m, 0,158 m/s e 0,462 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre 0,013 m³/s (P21) e 2,886 m³/s (P29).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1ª, 3ª, 5ª e 7ª campanhas) da sub-região Afluentes do Rio Piabanha, P16 apresentou menor largura do canal na 1ª, 3ª e 7ª campanhas, já na 5ª campanha a menor largura foi registrada em P21. Vale ressaltar que o aumento da largura registrada em P16 na 5ª campanha, foi ocasionada devido a necessidade de realização da coleta a cerca de 120 m a montante (-43.215617, -22.512808) do local originalmente monitorado, devido à dificuldade de acesso. Já o ponto de monitoramento P29 apresentou maior largura do canal ao longo das campanhas, assim como maiores valores de vazão.

Os pontos de monitoramento P16, P19, P21, P22, P25, P26, P29, P30, P33 e P34 apresentaram variação da largura do canal maior que 2 m, entre as campanhas de batimetria (1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanhas). Vale ressaltar que, conforme descrito acima, a variação em P16 ocorreu devido à necessidade de realocação do ponto durante a 5^a campanha. Além disso, no dia da amostragem foi observada a ausência de lâmina d'água em P19, que pode ter sido ocasionada pelo menor índice pluviométrico registrado na 5^a campanha ou devido à presença de barreira antrópica no canal. Sendo assim, este ponto amostral foi realocado a cerca de 30 m do ponto original (-43.191361, -22.503408), região mais próxima onde havia lâmina d'água.

Além disso, vale ressaltar que a variação da largura do rio registrada em P21 está relacionada ao difícil acesso ao ponto, devido a sua declividade e presença de pedras nas margens, ocasionando uma imprecisão na leitura. O ponto amostral P22 apresentou um declínio da largura do canal na 7^a campanha que foi ocasionado pela necessidade de realização da amostragem a montante da ponte devido à presença de pedras e vegetação no leito do canal a jusante. Já a menor largura do canal registrada em P24, P25 e P34, na 5^a campanha, pode ter ocorrido devido ao menor índice pluviométrico e maior exposição da área marginal. Já os pontos P26 e P29 apresentaram maior largura do canal, na 5^a campanha, devido a menor densidade da vegetação marginal, que possibilitou uma melhor visualização da área molhada. Em P30, em razão das características morfológicas do canal, vem sendo observada uma variação da largura entre as campanhas, devido à formação de filetes d'água, que ocasionam maior variação da área inundada. Já em P33 e P34, a variação da largura do canal vem ocorrendo de acordo com o índice de pluviosidade, exposição da margem e do leito.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, estão apresentados no Anexo G. Durante a 1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanhas, a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 19, 18, 18 e 16 pontos, respectivamente, sendo as vazões de P24 na 1^a campanha, de P17 e P18 na 3^a campanha e de P30, P32 na 5^a campanha e P16, P18, P19, e P32 na 7^a campanha obtidas com auxílio de flutuador.

Vale ressaltar que a presença de pilares e sapatas de sustentação das pontes podem alterar a aferição da profundidade da seção do rio onde se encontram, podendo interferir significativamente no cálculo da vazão, tendo em vista que esse cálculo leva em

consideração a área calculada e a velocidade do fluxo. Sendo assim, a alternativa é a medição desse parâmetro nas seções mais próximas, reduzindo assim o referido erro.

VI.1.2.3 Sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino

Na 1ª campanha de monitoramento, a sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentou valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 6,3 m, 0,22 m, 0,298 m/s e 0,492 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,057 m³/s (P41) e 0,876 m³/s (P40).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 5,7 m para largura do rio, 0,22 m para profundidade, 0,153 m/s para velocidade média e 0,178 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,020 m³/s (P36) e 0,274 m³/s (P40).

Durante a 5ª campanha de monitoramento, o valor médio registrado foi de 6,3 m para largura do rio, 0,25 m para profundidade, 0,167 m/s para velocidade e de 0,253 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,017 m³/s (P41) e 0,888 m³/s (P45).

Ao considerar os resultados da 7ª campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 5,9 m, 0,26 m, 0,070 m/s e 0,150 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre <0,010 m³/s (P41) e 0,196 m³/s (P37 e P39).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1ª, 3ª, 5ª e 7ª campanhas), foi possível observar que P36 e P41 apresentam as menores larguras do canal, assim como menores valores de vazão. Em contrapartida, P45 apresenta as maiores larguras de canal, velocidade e vazão na 5ª campanha, enquanto P40 apresentou maiores valores de velocidade e vazão durante a 1ª e 3ª campanhas e P39 na 7ª campanha.

Na maioria dos casos, os pontos monitorados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentaram sutis variações do leito, com exceção de P42 e P43, que apresentaram variação da largura do canal superior a 2 m na 3ª campanha. Vale ressaltar que, de acordo com os registros de P42, é notória a presença de maior faixa marginal formada por pedras, o que pode ter sido ocasionado devido às condições naturais de drenagem do trecho monitorado ou pelo maior índice de chuva ter ocorrido nos dias anteriores à coleta. Em relação à variação observada em P43, esta pode ter sido

ocasionada em função dos blocos de pedras nas margens, o que pode causar imprecisão na leitura.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, estão apresentados no Anexo G. Durante a 1ª campanha a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 07 pontos e com auxílio de flutuador em P36, P40 e P42. Já na 2ª campanha de monitoramento, a vazão nos 10 pontos monitorados nessa sub-região foi obtida com auxílio do molinete. Na 5ª e 7ª campanhas a vazão em 02 pontos foram obtidas com flutuador (P42 e P44), os demais foram medidos com o auxílio de molinete.

VI.1.2.4 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 valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 11,5 m, 0,7 m, 0,298 m/s e 2,159 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,474 m³/s (P51) e 4,431 m³/s (P53).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 9,78 m para largura do rio, 0,4 m para profundidade, 0,227 m/s para velocidade média e 0,763 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,074 m³/s (P51) e 1,895 m³/s (P53).

Durante a 5ª campanha, o valor médio registrado para largura do rio foi de 9,53 m, profundidade de 0,6 m, velocidade de 0,212 m/s e de 0,805 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,062 m³/s (P46) e 1,623 m³/s (P50).

Ao considerar os resultados da 7ª campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 9,11 m, 0,5 m, 0,191 m/s e 0,935 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre 0,074 m³/s (P51) e 1,895 m³/s (P53).

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas apresentaram sutis variações do leito, com exceção de P46, P49 e P52, os quais apresentaram variação da largura do canal superior a 2 m.

Em P49 e P52 foi registrada menor largura do canal durante a 3ª campanha, esses pontos apresentam vegetação marginal que podem comprometer a leitura da área molhada do rio podendo causar variações entre as campanhas. Além disso, em P49 foi

observado que a largura do rio a jusante da ponte de amostragem é superior, causando essa variação da largura neste ponto de monitoramento. Já a variação da largura registrada em P46, pode estar relacionada à diminuição da pluviosidade durante a 5ª campanha, sendo observada em campo a formação de uma ilha, ocasionando a bifurcação do rio, formando um estreito canal a jusante, onde foi realizada a batimetria e leitura da vazão. Além disso, P51 apresentou uma diminuição da largura do canal durante a 7ª campanha, ocasionado pelo aumento da vegetação marginal.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, estão apresentados no Anexo G. Nessa sub-região a vazão foi obtida com auxílio de molinete nos 08 pontos monitorados durante a 1ª, 3ª e 7ª campanhas. Na 5ª campanha, a medição de vazão em P46 e P53 foram realizadas com flutuador devido à pequena extensão do canal em P46 e à baixa velocidade em P53, que não permitiu a leitura através do molinete.

VI.1.2.5 Sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto

Na 1ª campanha de monitoramento, a sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto apresentou valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 12,44 m, 0,6 m, 0,250 m/s e 2,666 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,027 m³/s (P59) e 8,844 m³/s (P55).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 11,4 m para largura do rio, 0,4 m para profundidade, 0,203 m/s para velocidade média e 1,295 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,099 m³/s (P59) e 5,580 m³/s (P55).

Durante a 5ª campanha, o valor médio registrado para largura do rio foi de 11,1 m, profundidade de 0,2 m, velocidade de 0,194 m/s e de 0,874 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,075 m³/s (P59) e 3,932 m³/s (P55).

Ao considerar os resultados da 7ª campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 8,88 m, 0,4 m, 0,282 m/s e 1,514 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre 0,056 m³/s (P59) e 7,098 m³/s (P55).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1ª, 3ª, 5ª e 7ª campanhas), foi possível observar que P59 apresentou os menores valores de largura, profundidade e

vazão. Enquanto P55 apresentou maiores valores de largura, profundidade média e vazão.

De forma geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto apresentaram sutis variações do leito, com exceção P58 que apresentou maior largura do canal durante a 1ª campanha. Vale ressaltar que, de acordo com os registros de campo, é possível observar um maior volume d'água de coloração barrenta e menor exposição da área e vegetação marginal, o que pode ter sido ocasionado pelas condições naturais de drenagem do trecho monitorado e/ou pela maior pluviosidade registrada nos dias anteriores à coleta. Além disso, P57 na 7ª campanha apresentou menor largura do canal, assim como maior vegetação marginal e presença de galhos no leito do rio.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, estão apresentados no Anexo G. Nessa sub-região a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 05 pontos monitorados e com flutuador em P59 nas quatro campanhas de monitoramento da vazão.

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 centrais. Desta forma, a profundidade nestas seções foi considerada como zero.

Vale ressaltar que a presença de pilares e sapatas de sustentação das pontes podem alterar a aferição da profundidade da seção do rio onde se encontram, podendo interferir significativamente no cálculo da vazão, tendo em vista que esse cálculo leva em consideração a área calculada e a velocidade do fluxo. Sendo assim, a alternativa é a medição desse parâmetro nas seções mais próximas, reduzindo assim o referido erro.

VI.1.2.6 Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul

Na 1ª campanha de monitoramento, a sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul apresentou valor médio de largura do rio, profundidade, velocidade e vazão igual a 14,8 m, 0,6 m, 0,249 m/s e 1,720 m³/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,446 m³/s (P63) e 3,173 m³/s (P60).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 13,4 m para largura do rio, 0,6 m para profundidade, 0,280 m/s para velocidade média e 2,603 m³/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,140 m³/s (P63) e 8,750 m³/s (P60).

Durante a 5ª campanha, o valor médio registrado para largura do rio foi de 11,2 m, profundidade de 0,5 m, velocidade de 0,213 m/s e de 1,696 m³/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,098 m³/s (P63) e 5,390 m³/s (P60).

Ao considerar os resultados da 7ª campanha os valores médios registrados para largura do rio, profundidade, velocidade e vazão foram de 11,82 m, 0,4 m, 0,222 m/s e 1,188 m³/s, respectivamente. A variação da vazão durante essa campanha foi entre 0,125 m³/s (P63) e 3,303 m³/s (P60).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de batimetria (1ª, 3ª, 5ª e 7ª campanhas), foi possível observar que P63 apresentou os menores valores de velocidade e vazão. Enquanto P60 apresentou maiores valores de vazão, largura e profundidade do rio.

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer e Rio Paraíba do Sul, em sua maioria apresentaram variações sutis em relação ao leito, sendo obtidos valores de largura e profundidade do rio semelhantes entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P62 e P63, os quais apresentaram variação da largura do canal superior a 2 m.

Dentre os pontos monitorados nessa sub-região, P62 e P63 apresentaram maiores diferenças da largura do rio monitorado entre as campanhas de monitoramento. Em P62 foi constatada presença de bancos de areia e vegetação em suas margens na 3ª campanha, já na 5ª campanha foi possível observar uma maior deposição de sedimento, ocasionando o assoreamento de uma das bifurcações que havia no entorno da ilha. Já P63 apresentou maior largura do canal durante a 1ª campanha, assim como maior índice pluviométrico e área marginal inundada, não sendo possível observar a presença de vegetação e pedras nas áreas marginais, como registrado na 3ª e 5ª campanhas.

Os esquemas batimétricos dos pontos de monitoramento, cuja vazão foi aferida com o auxílio de molinete, estão apresentados no Anexo G. Durante a 1ª e 7ª campanhas, a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 04 pontos, sendo a vazão de P62 obtida com auxílio de flutuador. Nas demais campanhas, a medição da vazão nos 05 pontos monitorados nesta sub-região ocorreram através do uso do molinete.

Vale ressaltar que em P62 na 3ª campanha havia a presença de banco de areia, o que impossibilitou a medição e aferição da profundidade nas seções centrais, sendo a profundidade destes locais consideradas como zero.

VI.1.2.7 Pontos móveis

Os pontos móveis monitorados durante o 1º semestre, 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).

No 2º semestre, devido à baixa profundidade do ponto de monitoramento PM84, não foi viável a realização da vazão neste ponto. Neste semestre, a vazão média foi de 0,808 m³/s, com variação entre abaixo de 0,010 m³/s (PM82 e PM83) e 3,4246 m³/s (PM75).

Os pontos móveis monitorados durante o 3º semestre, em sua maioria, apresentaram profundidade acima de 15 cm, sendo a vazão obtida através do método de molinete, com exceção de P80.1, P87 e P88. A média de vazão para os pontos móveis foi de 0,322 m³/s, com variação entre 0,021 m³/s (PM87) e 1,204 m³/s (PM93).

Já no 4º semestre, os pontos móveis PM94, PM95, PM96 e PM97 tiveram a vazão obtida através do método flutuador. A média da vazão registrada nos pontos moveis neste semestre foi de 0,787 m³/s, com variação entre valores menores que 0,005 m³/s e (PM101 e PM103) e 6,783 m³/s (PM102).

Os dados obtidos em campo para determinação da vazão durante o 4º semestre (7ª campanha) são apresentados na Tabela VI-2.

Tabela VI-2 – Dados de campo e vazão obtidos nos pontos móveis monitorados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante o 7º semestre 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)
Pontos Móveis	PM94	Afluente do Córrego Boa Esperança em São Pedro	Flutuador	-	-	1,15	0,60	-	0,039
	PM95	Afluente do Córrego das Cambotas - Córrego no MONA Pico do Cambote	Flutuador	-	-	0,60	0,30	-	0,013
	PM96	Afluente do Córrego das Cambotas - Ponte sobre o córrego da Delícia à montante da ETA São Sebastião	Flutuador	-	-	1,60	0,92	-	0,018
	PM97	Afluente do Córrego das Cambotas - Ponte sobre o córrego da Delícia à jusante da ETA São Sebastião	Flutuador	-	-	1,00	0,60	-	0,017
	PM98	Rio Santa Rita	Molinete	1,0	8	8,10	0,80	0,075	0,588
	PM99	Rio São Francisco	Molinete	0,5	9	4,60	0,15	0,300	0,197
	PM100	Rio Preto - Exutório do Brejal	Molinete	0,5	7	3,86	0,26	0,200	0,211
	PM101	Córrego das Flores - ETE Ponte das Batalhas, Estrada Municipal Bela Joana	Molinete	1,0	8	8,60	1,11	0,000	<0,010
	PM102	Rio Paquequer - Ponte de Zinco, Estrada Carmo - Além Paraíba	Molinete	1,0	8	8,30	1,10	0,500	6,783
	PM103	Rio Águas Claras - Sítio Três Irmãos, próximo à fazenda Passa Três	Molinete	0,5	6	3,10	0,73	0,000	<0,010

A seguir é possível observar o esquema batimétrico dos pontos móveis de monitoramento localizados ao longo da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), nos quais a vazão foi obtida com molinete (Figura VI.176 a Figura VI.181).

Figura VI.176. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM98 – Rio Santa Rita na 7ª campanha.

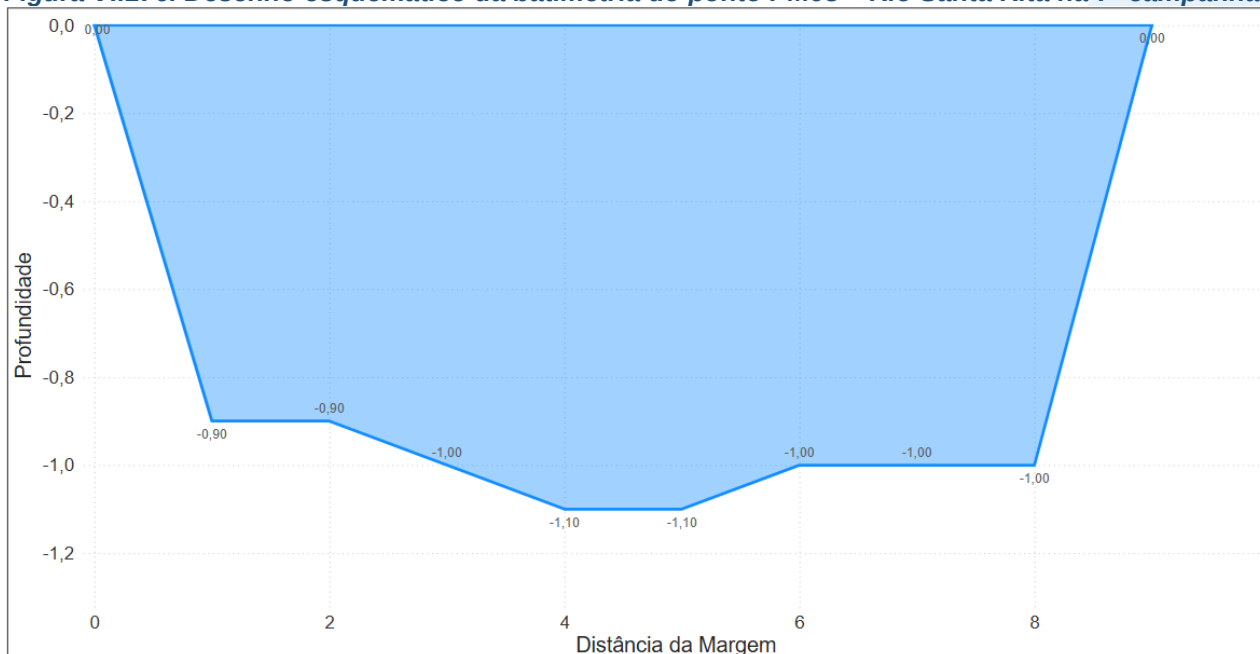


Figura VI.177. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM99 – Rio São Francisco Aparecida na 7ª campanha.

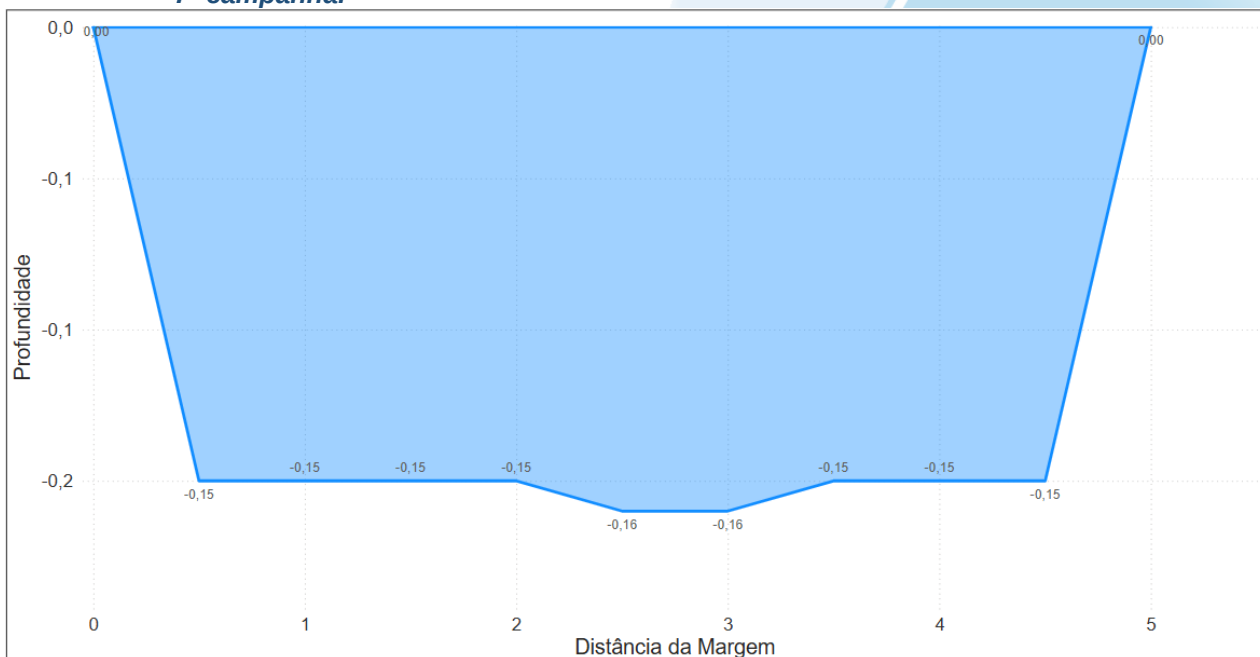


Figura VI.178. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM100 - Rio Preto - Exutório do Brejal na 7ª campanha.

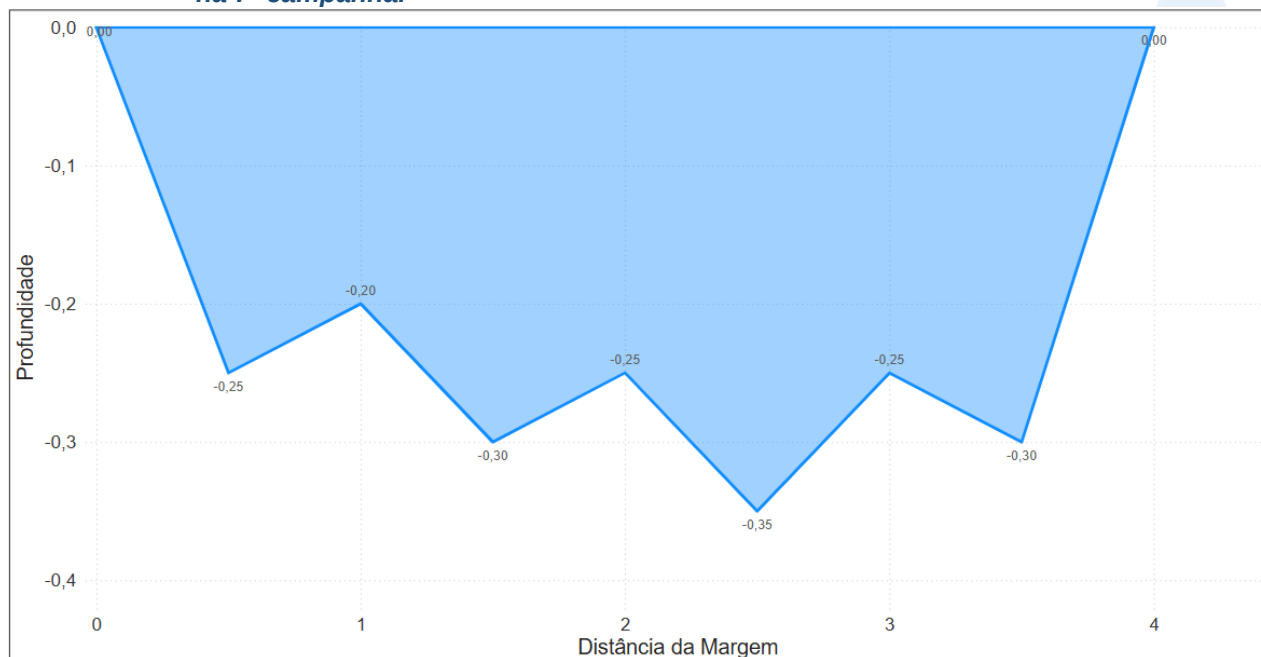


Figura VI.179. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM101 - Córrego das Flores - ETE Ponte das Batalhas, Estrada Municipal Bela Joana na 7ª campanha.

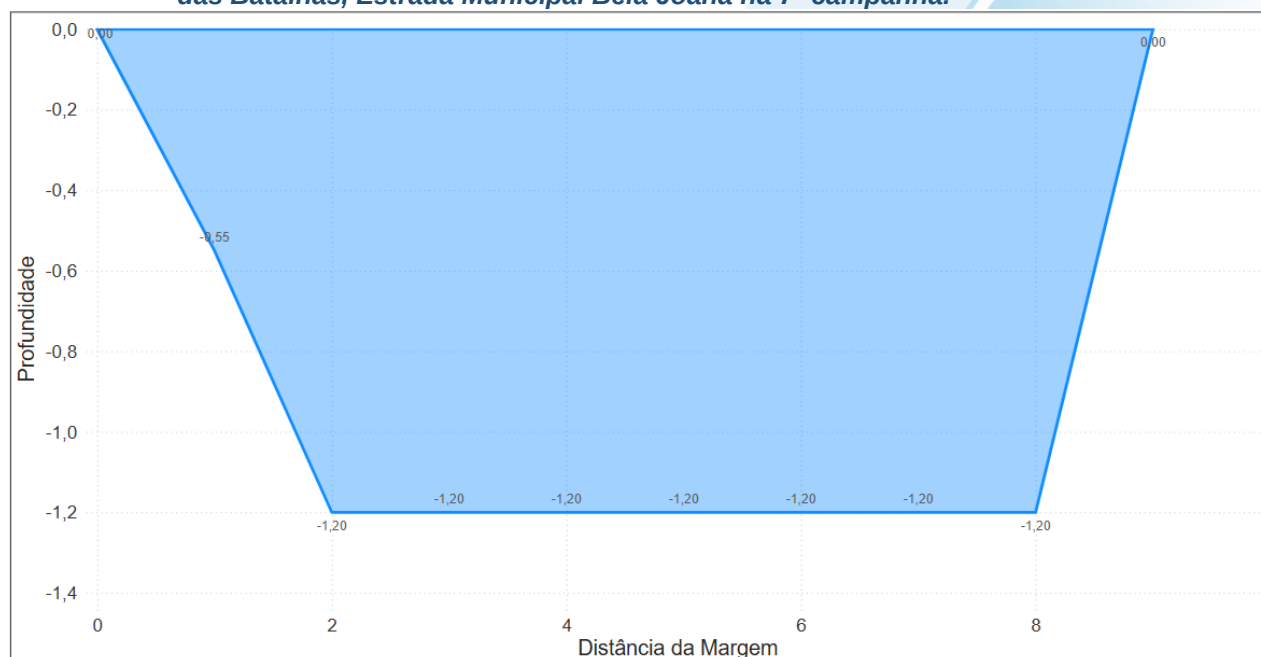


Figura VI.180. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM102 - Rio Paquequer - Ponte de Zinco, Estrada Carmo - Além Paraíba na 7ª campanha.

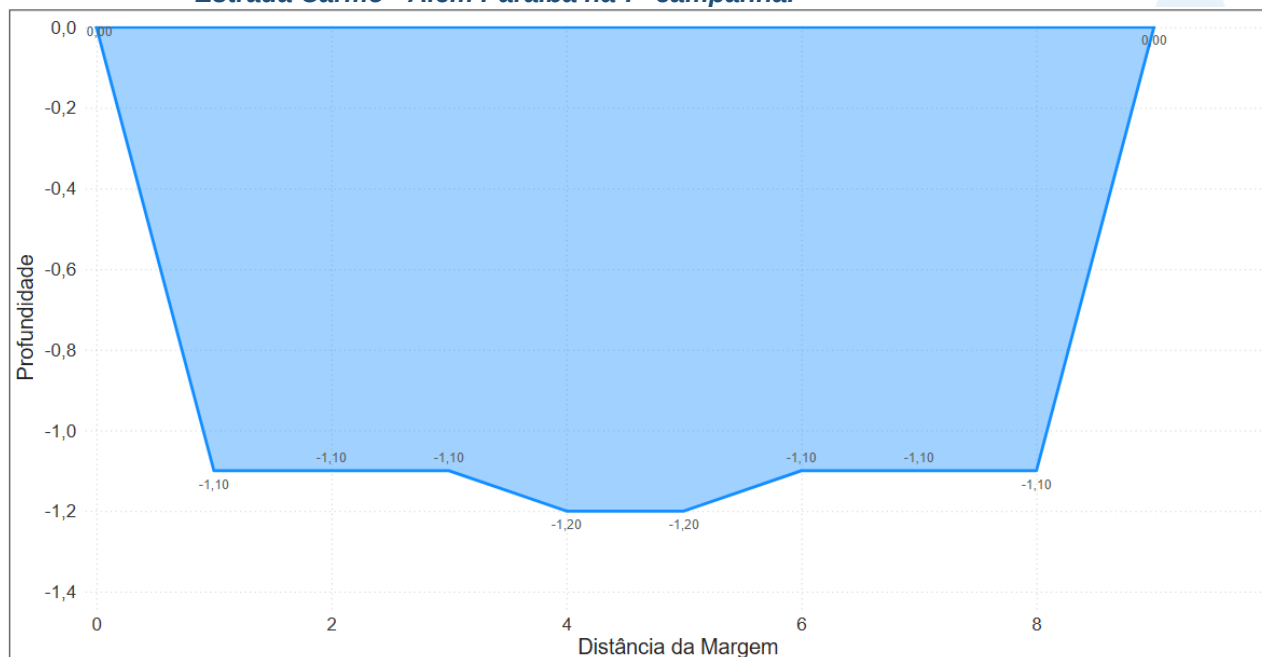
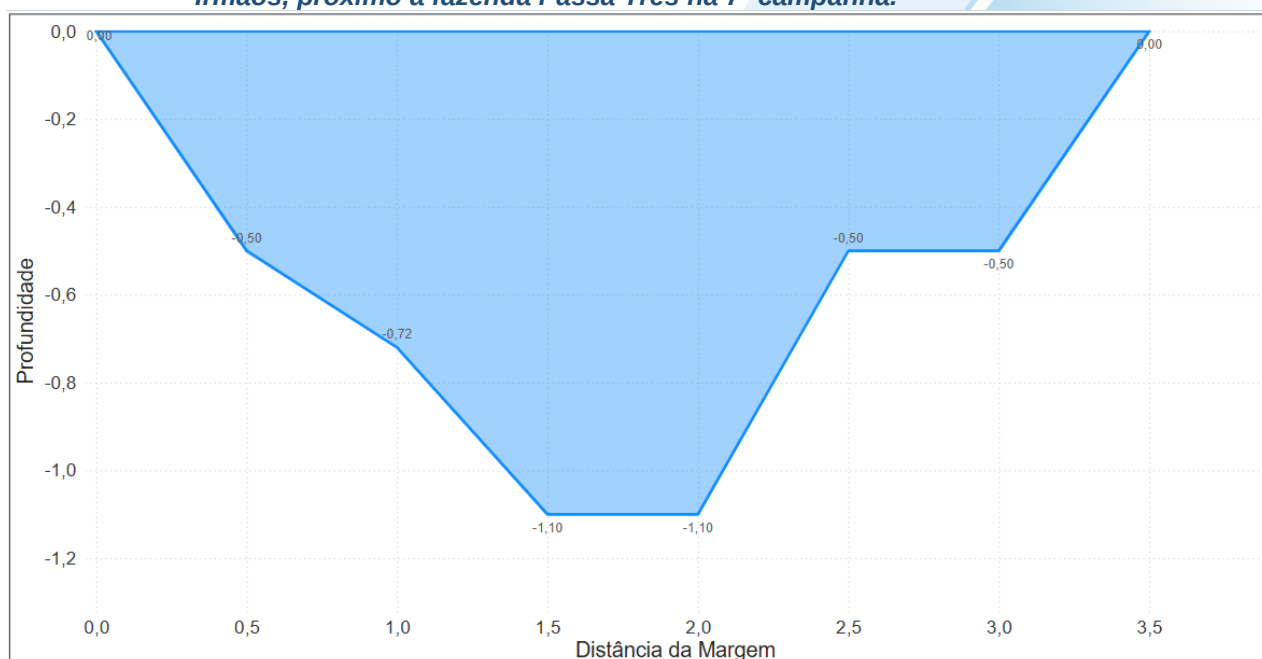


Figura VI.181. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM103 - Rio Águas Claras - Sítio Três Irmãos, próximo à fazenda Passa Três na 7ª campanha.



VI.1.3 Carga Diária

Com o intuito de obter a progressão da carga diária dos parâmetros monitorados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha, foi realizado o cálculo da carga com base nos dados de vazão e dos parâmetros monitorados durante a 1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanha de monitoramento (17/04/23 a 12/07/23; 16/10/23 a 27/12/23; 15/04/24 a 31/05/24 e 17/10/2024 a 11/11/2024, respectivamente). Abaixo são apresentados os resultados da progressão da carga de poluentes por sub-região.

Ao considerar os resultados obtidos para a série nitrogenada (nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total) as sub-regiões do RP e RPRB apresentaram maiores cargas durante a 1^a campanha. Por outro lado, a sub-região RPRPS registrou as maiores cargas desses parâmetros na 3^a campanha. Vale destacar que as maiores cargas coincidiram com os maiores valores de vazão registrados. Contudo, a vazão não apresentou variação em função da pluviosidade.

A sub-região ARP, por sua vez, apresentou a maior carga de nitrato na 1^a campanha, enquanto para nitrogênio total e amoniacal as maiores cargas foram registradas na 5^a campanha. Vale ressaltar que as maiores cargas registradas nessa sub-região ocorreram independentemente da vazão e da pluviosidade, sendo influenciadas principalmente pelo maior aporte desses nutrientes de fontes antrópicas. A sub-região do RQRP também não apresentou relação entre os valores de carga, vazão e pluviosidade. Nessa sub-região, a maior carga de nitrogênio total foi registrada na 7^a campanha, enquanto os maiores valores de nitrato e nitrogênio amoniacal ocorreram na 1^a campanha.

Na sub-região do RFRP, a variação da vazão ocorreu de acordo com o índice de pluviosidade, com maiores cargas de nitrato e nitrogênio total registradas na 1^a campanha, quando ocorreram maiores vazões e precipitação. Já a maior carga de nitrogênio amoniacal foi registrada na 3^a campanha, sendo possivelmente influenciada pelo aporte oriundo de fontes antrópicas.

Em relação às sub-regiões, durante as campanhas de monitoramento (1^a, 3^a, 5^a e 7^a campanhas) foi possível observar que a sub-região do RP apresenta maiores cargas para a série nitrogenada. Vale ressaltar que essa sub-região, além de apresentar maiores valores de vazão, também apresentam maior adensamento de fontes poluidoras, onde suas águas sofrem influência de processos, como captação de água para consumo, criação animal, esgotamento sanitário e industrial.

É importante destacar que, embora a sub-região do RP apresente maiores cargas da série nitrogenada, P01, localizado próximo à nascente do Rio Piabanha, apresenta baixas concentrações de carga destes parâmetros ao longo das campanhas de monitoramento realizada. Este ponto se encontra mais a montante, sendo de baixa ordem e sofrendo menor influência de impactos antrópicos.

A Figura VI.184, Figura VI.185 e Figura VI.186 apresentam a progressão das cargas de nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total, respectivamente.

Figura VI.182. Progressão da carga de nitrato (kg/dia) por sub-bacia monitorada.

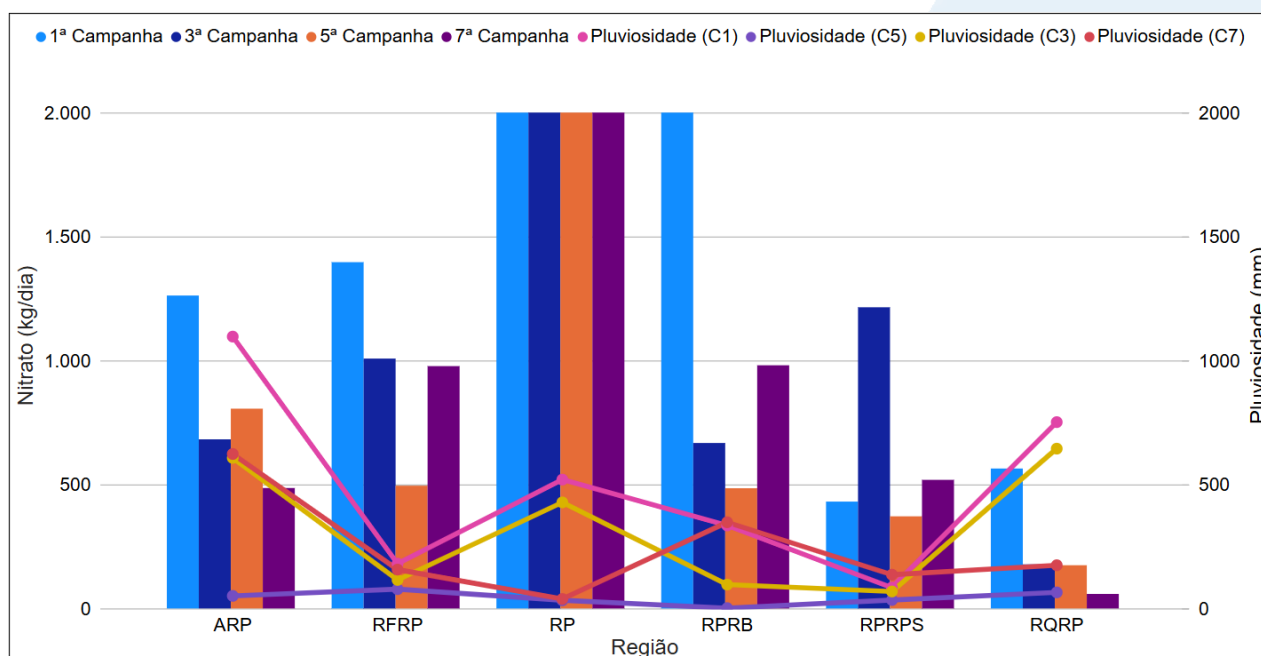


Figura VI.183. Progressão da carga de nitrogênio amoniacal (kg/dia) por sub-bacia monitorada.

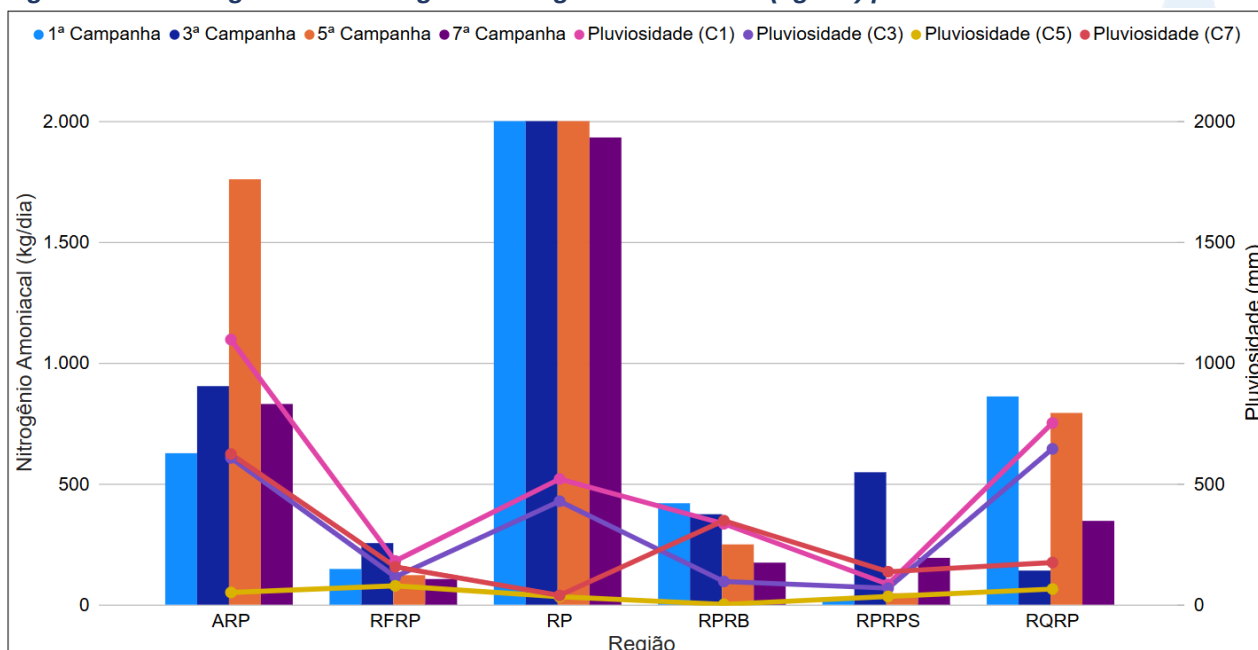
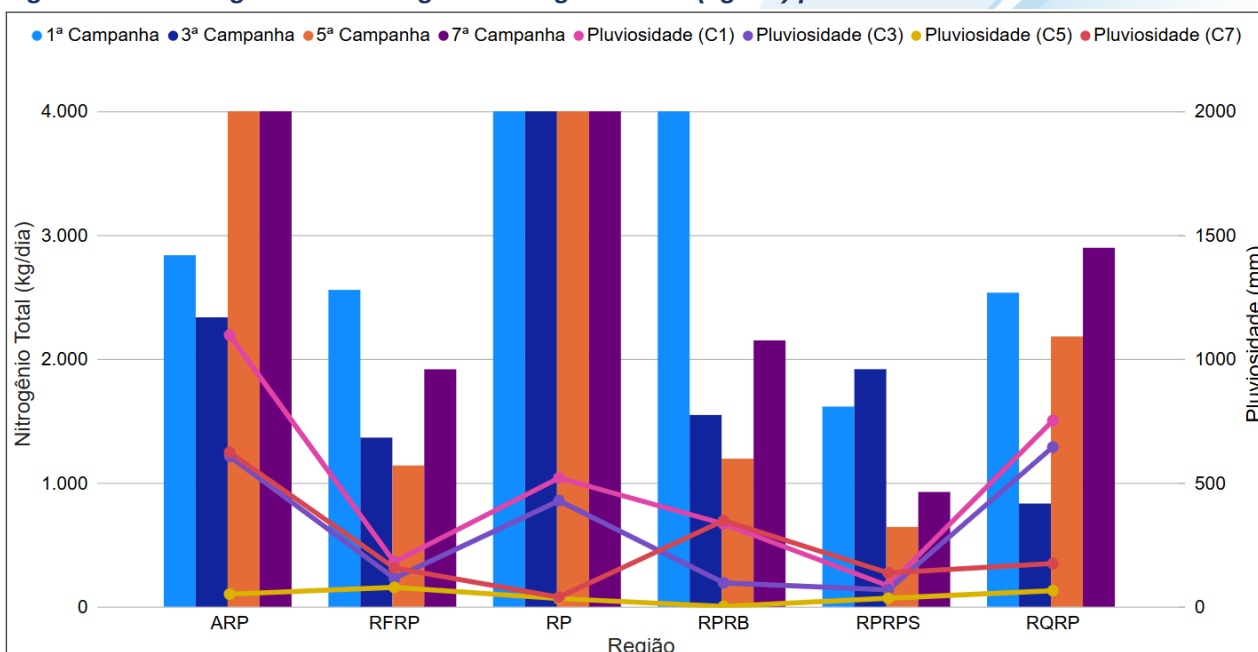


Figura VI.184. Progressão da carga de nitrogênio total (kg/dia) por sub-bacia monitorada.



Ao considerar os resultados obtidos para a série fosfatada (ortofosfato e fósforo total), a sub-região do RP apresentou maior carga durante a 1ª campanha. Enquanto, a sub-região RPRPS registrou as maiores cargas desses parâmetros na 3ª campanha. Vale destacar que as maiores cargas coincidiram com os maiores valores de vazão registrados

nessas sub-regiões. Contudo, a vazão não apresentou variação em função da pluviosidade.

Na sub-região ARP, a maior carga de ortofosfato foi registrada na 5ª campanha, enquanto a de fósforo total ocorreu na 7ª campanha. Vale ressaltar que as maiores cargas registradas nessa sub-região ocorreram independentemente da vazão e da pluviosidade, sendo influenciadas principalmente pelo maior aporte desses nutrientes provenientes de fontes antrópicas.

A sub-região do RQRP, por sua vez, apresentou maior carga de ortofosfato na 5ª campanha, independentemente dos maiores valores de vazão e pluviosidade registrados. Isso sugere que o aumento dessa carga pode ter sido ocasionado pelo maior aporte de ortofosfato de fontes antrópicas. Já a maior carga de fósforo total na 1ª campanha, ocorreu de acordo com o maior índice pluviométrico e a maior vazão registrada.

Na sub-região do RPRB, a maior carga de ortofosfato foi na 3ª campanha, sendo essa independente da vazão e pluviosidade. Para fósforo total a maior carga foi registrada na 1ª campanha, onde também houve o registro do maior valor de vazão. Por fim, a sub-região do RFRP apresentou maior carga de ortofosfato na 1ª campanha, acompanhada pela maior vazão e precipitação, enquanto para fósforo total a maior carga foi registrada independentemente desses fatores na 7ª campanha.

Em relação às sub-regiões, assim como registrado para a série nitrogenada, todas as campanhas apresentaram as maiores cargas da série fosfatada na sub-região do RP. No entanto, no ponto P01, monitorado nessa sub-região, foram registradas as menores cargas de ortofosfato e fósforo total.

A Figura VI.185 e a Figura VI.186 apresentam a progressão das cargas de ortofosfato e fósforo total, respectivamente.

Figura VI.185. Progressão da carga de ortofosfato solúvel (kg/dia) por sub-bacia monitorada.

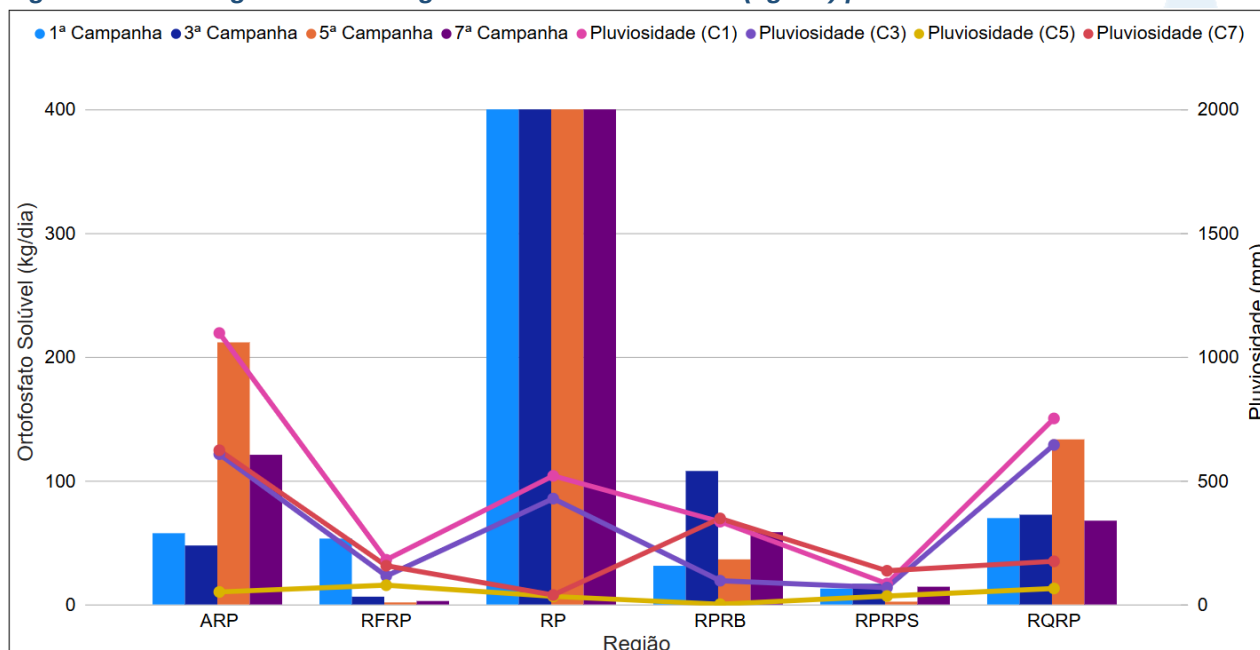
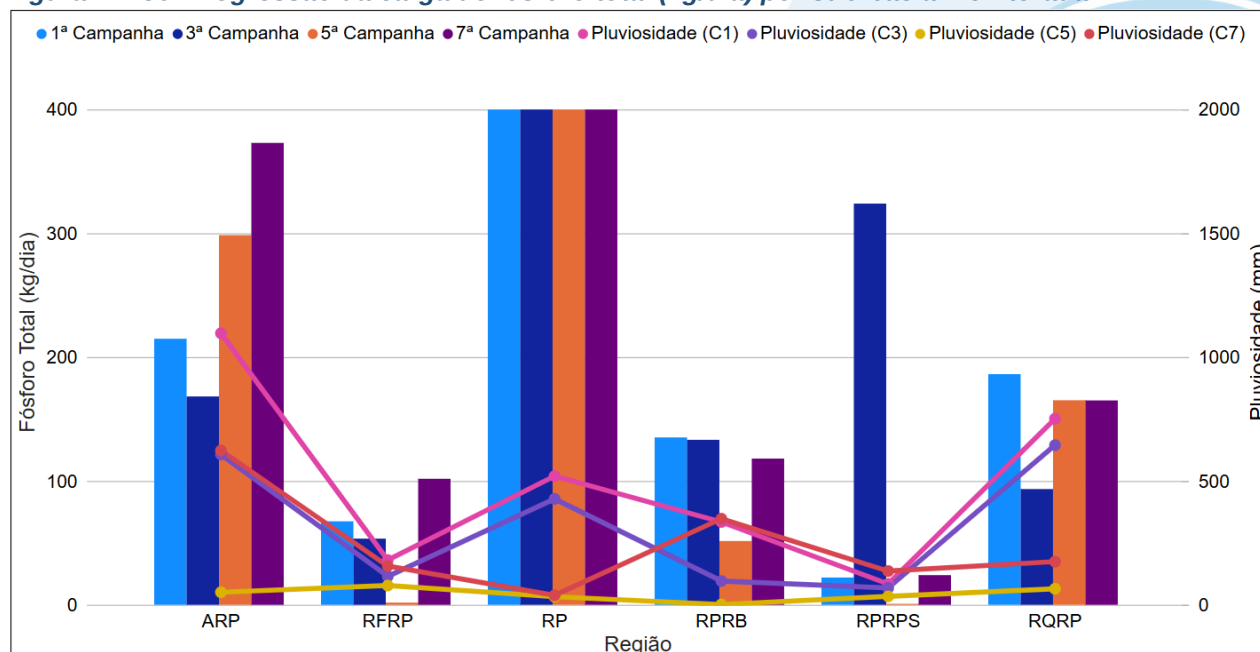


Figura VI.186. Progressão da carga de fósforo total (kg/dia) por sub-bacia monitorada.



Ao considerar os resultados obtidos para SST e SDT, a sub-região do RP e RFRP apresentaram as maiores cargas durante a 1ª campanha. Vale destacar que as maiores cargas coincidiram com os maiores valores de vazão registrados. No entanto, a vazão na sub-região do RP não apresentou variação em função da pluviosidade, diferente do observado no RFRP.

Na sub-região ARP, a maior carga de SST foi registrada na 1ª campanha, enquanto a de SDT ocorreu na 5ª campanha. Vale ressaltar que as maiores cargas registradas nessa sub-região ocorreram independentemente da vazão e da pluviosidade, sendo influenciadas principalmente pelo maior aporte desses nutrientes de fontes antrópicas.

A sub-região do RQRP, por sua vez, apresentou maior carga de SST na 5ª campanha, sem relação com os maiores valores de vazão e pluviosidade. Isso sugere que o aumento dessa carga pode ter sido ocasionado pelo maior aporte através de fontes antrópicas. Já a maior carga de SDT na 1ª campanha, de acordo com o maior índice pluviométrico e a maior vazão registrada.

Na sub-região RPRB, a maior carga de SST ocorreu na 7ª campanha, quando ocorreu menor precipitação, o que pode ter favorecido o maior acúmulo de partículas suspensas na coluna d'água. A maior carga de SDT, por sua vez, foi registrada na 1ª campanha, quando houve o maior registro de vazão, o que pode ter contribuído para um maior aporte de sólidos dissolvidos para os pontos monitorados.

Por fim, na sub-região do RPRPS, a 3ª campanha apresentou a maior carga de SST, e a maior para SDT, sendo esses resultados independentemente da vazão e pluviosidade registrada nessa sub-região. Sendo assim, a carga de sólidos nessa sub-região pode estar sendo influenciada pelas características de drenagem da bacia.

Ao considerar as cargas obtidas nas sub-regiões ao longo do período de monitoramento, foi possível observar maiores valores na sub-região do RP, independente da campanha de monitoramento. Vale ressaltar que a ocorrência das cargas mais elevadas na sub-região RP pode ter sido influenciada pela vazão, pois esta sub-região apresentou maiores valores em relação às demais, principalmente durante a 1ª campanha de monitoramento.

A Figura VI.187 e Figura VI.188 apresentam a progressão das cargas de sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, respectivamente.

Figura VI.187. Progressão da carga de SST (kg/dia) por sub-bacia monitorada.

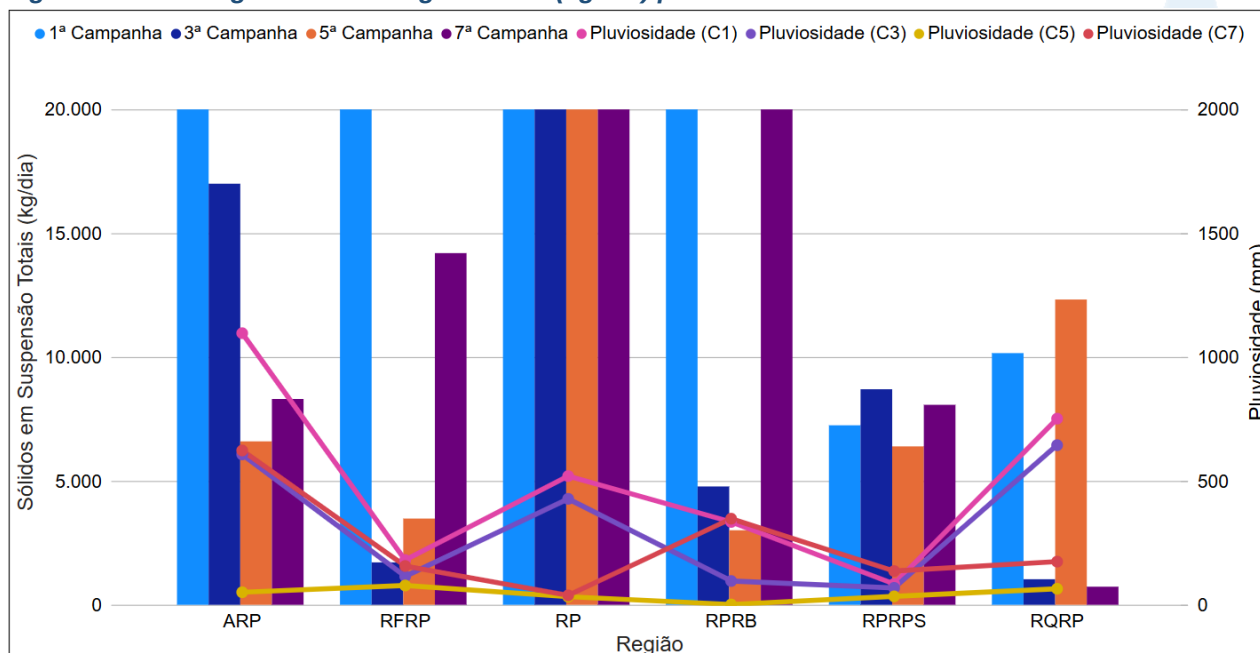
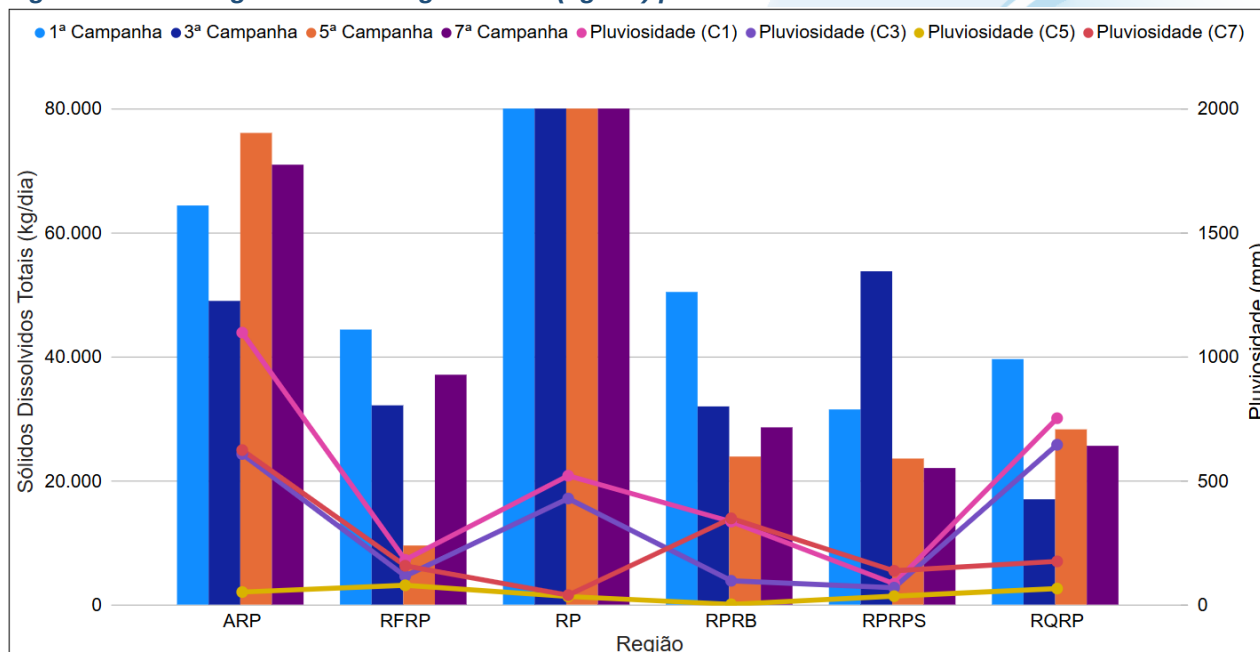


Figura VI.188. Progressão da carga de SDT (kg/dia) por sub-bacia monitorada.

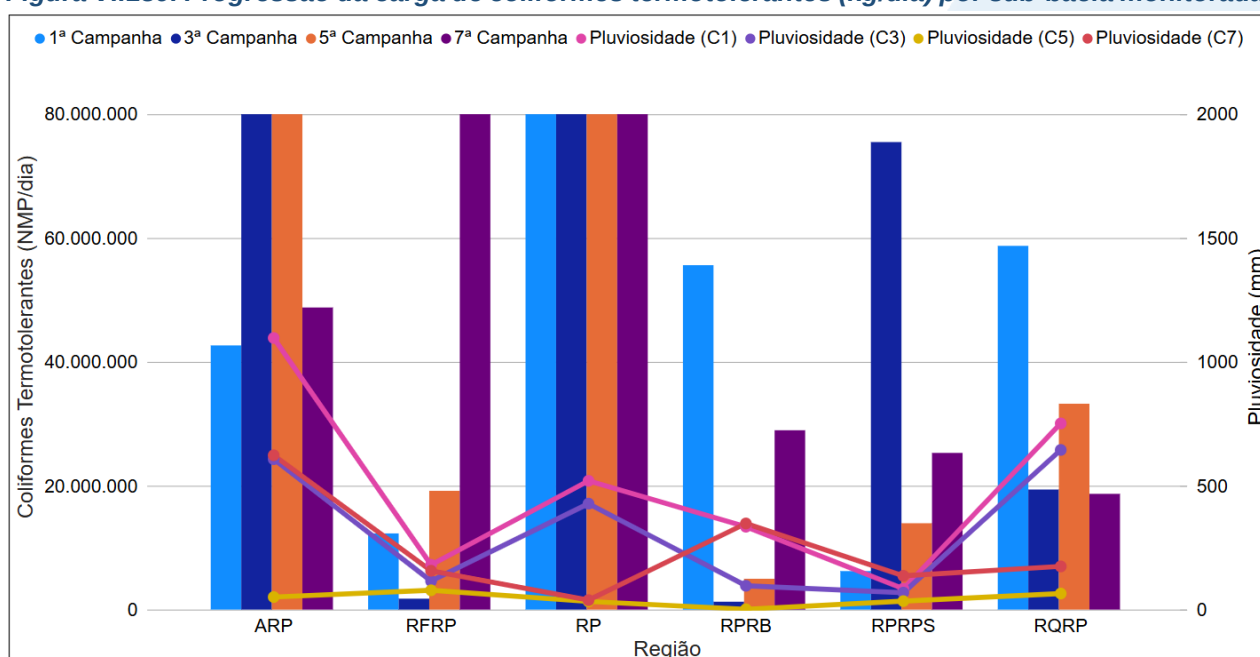


Ao considerar os resultados obtidos para coliformes termotolerantes, foi possível observar uma variação da carga independentemente da vazão ou no índice pluviométrico. As sub-regiões RP, RQRP e RPRB apresentaram maiores cargas durante a 1ª campanha, as sub-regiões ARP e RPRPS na 3ª campanha e RFRP na 7ª campanha.

Além disso, foi possível observar que, durante as campanhas de monitoramento, as maiores cargas de coliformes termotolerantes ocorreram na sub-região do RP. Vale destacar que essa sub-região está inserida em uma área com adensamento de fontes poluidoras, principalmente de esgoto sanitário e industrial. Entretanto, assim como para os demais parâmetros monitorados, o ponto P01 apresentou a menor carga de coliformes termotolerantes durante o período monitorado.

A Figura VI.189 apresenta a progressão das cargas de coliformes termotolerantes.

Figura VI.189. Progressão da carga de coliformes termotolerantes (kg/dia) por sub-bacia monitorada.



Os resultados da progressão da carga diária obtidos para cada ponto amostral durante a 1ª, 3ª e 5ª campanha são apresentados no Anexo G.

VII. CONCLUSÃO

O presente relatório contempla a apresentação dos resultados obtidos no monitoramento da Região Hidrográfica do Rio Piabanha, abrangendo o período de abril de 2023 a janeiro de 2025, com a realização de oito campanhas amostrais.

No 4º semestre de monitoramento (out/24 a jan/25), a temperatura média registrada foi de 24,5 °C, com as maiores temperaturas registradas durante a 8ª campanha (jan/25) em todas as sub-regiões. Vale ressaltar que foi observada uma variação da temperatura em relação a sazonalidade, onde o 2º e 4º semestre (out e jan) apresentaram maiores temperaturas.

Em relação à pluviosidade registrada nos setes dias anteriores a amostragem, no 4º semestre, foi obtida uma média geral de 19,09 mm de chuva, sendo a pluviosidade média da 7ª campanha de 31,4 mm e da 8ª campanha de 6,4 mm. Vale ressaltar que o 3º semestre apresentou os menores valores de pluviosidade em ambas as campanhas, enquanto as campanhas do 2º semestre apresentaram os maiores registros. De maneira geral, os maiores índices de pluviosidade foram observados de forma distinta entre as sub-regiões, com maiores valores registrados na 1ª, 2ª, 3ª e 6ª campanhas no RQRP, no RP na 4ª campanha, no RFRP durante a 5ª e 8ª campanhas, e, por fim no RPRB na 7ª campanha.

Ao considerar os valores de vazão registrados nas campanhas ímpares, no 3º semestre, foi registrado o menor valor médio (1,46 m³/s), enquanto no 1º semestre foi registrado o maior valor médio (3,71 m³/s). Além disso, foi possível observar que a sub-região do RP apresenta as maiores médias de vazão ao longo do monitoramento, enquanto a sub-região do RQRP vem apresentando as menores médias. Vale ressaltar que essas variações são observadas independente do índice de pluviosidade registrados.

Ao avaliar os resultados obtidos para os 16 parâmetros analisados, durante o 4º semestre, a sub-região do RQRP apresentou as maiores concentrações para 8 parâmetros em ambas as campanhas (condutividade, coliformes termotolerantes, alcalinidade, DBO, SDT, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total). De maneira geral, essa sub-região tem apresentado as maiores concentrações para a maioria dos parâmetros ao longo do monitoramento, com exceção da 4ª campanha (2º semestre), quando a sub-região ARP apresentou maiores concentrações para a maioria

dos parâmetros monitorados (condutividade, coliformes termotolerantes, alcalinidade, SDT, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total).

Dentre os parâmetros monitorados, nove (pH, OD, coliformes termotolerantes, DBO, SDT, turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal e fósforo total) possuem limites de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces, Classe 2. Ao analisar os pontos móveis, todos apresentaram valores fora do limite estabelecido para ao menos um dos parâmetros. Em relação ao oxigênio dissolvido, todos os pontos móveis, exceto o PM95, apresentaram valores em desacordo. Para coliformes termotolerantes, os pontos PM95, PM99, PM102 e PM103 apresentaram valores acima do limite estabelecido. No caso da turbidez, o ponto PM102 teve valores acima do limite. Para o nitrogênio amoniacal, os pontos PM100 e PM101 apresentaram resultados fora do limite. Quanto à DBO, os pontos PM94, PM95, PM96, PM100, PM101 e PM102 também apresentaram valores acima do estabelecido.

Em relação aos pontos fixos, em todas as sub-regiões foram registradas concentrações acima do limite estabelecido na legislação para todos os parâmetros na maioria dos pontos. Entretanto, os pontos amostrais e os parâmetros em desacordo apresentaram variação ao longo do monitoramento. Vale ressaltar que, na 6ª campanha de monitoramento, foi registrado o maior número de amostras em conformidade com a legislação, sendo um total de 11 pontos de monitoramento (P01-Rio Piabanha, P20-Rio Itamarati, P30-Rio do Jacó, P34-Córrego da Jacuba, P41-Rio Palatino, P49-Rio das Bengalas, P50-Rio dos Frades, P52-Rio dos Frades, P55-Rio Preto, P56-Rio Bonito, P59-Córrego do Quilombo Boa Esperança).

De acordo com o estabelecido na legislação de referência para OD, durante o período de monitoramento (abr/23 a jan/25), a sub-região RQRP apresentou a maioria dos pontos com valores em desacordo com o estabelecido (100% e 60%), com exceção da 4ª campanha, na qual todos os pontos apresentaram valores em conformidade, e a 8ª campanha, onde o maior percentual de amostras em desacordo foi registrado em RPRB (83%). Já a sub-região do RPRPS, ao longo do período monitorado, apresentou o menor número de pontos em desacordo (abaixo de 50%), com exceção da 4ª campanha, onde a sub-região RQRP não apresentou nenhuma amostra em desacordo.

Durante o período de monitoramento, ao considerar o valor de referência estabelecido pela legislação para coliformes termotolerantes, os maiores percentuais (100% e 90%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência foram registrados na sub-região RQRP, exceto na 4ª campanha, quando a sub-região RFRP apresentou maior número de pontos em desacordo (100% dos pontos relativos à 4ª campanha). Por outro lado, a sub-região RPRPS apresentou menores percentuais (abaixo de 50%) nas 1ª, 2ª, 3ª e 5ª campanhas. Na 4ª campanha, o menor percentual foi registrado na sub-região do RQRP, e nas 6ª, 7ª e 8ª campanhas, na sub-região do RFRP.

Durante o período de monitoramento (abr/23 a jan/25), foram observadas concentrações de nitrato acima do limite de referência estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 apenas na sub-região RPRB (13%) na 1ª campanha.

Para o fósforo total, ao considerar todo o período de monitoramento, as sub-regiões RP e RQRP apresentaram os maiores percentuais (superior a 70%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência. Já a sub-região RPRPS apresentou os menores percentuais de amostras em desconformidade, seguida da sub-região RFRP, ambas apresentando percentuais abaixo de 50% em todas as campanhas de monitoramento. Além disso, a sub-região RFRP na 1ª campanha e RPRPS na 1ª, 2ª, 5ª, 6ª e 8ª campanhas de monitoramento não apresentaram concentrações em desacordo para fósforo total.

De modo geral, durante o período de monitoramento, foi observada uma variação entre as sub-regiões em relação aos maiores e menores percentuais de amostras em desacordo com a legislação supracitada para DBO. Os maiores percentuais em desacordo com a legislação (acima de 70%) foram registrados na sub-região RP (1ª, 5ª e 7ª campanhas), RQRP (6ª e 8ª campanhas) e RPRPS (2ª, 3ª e 4ª campanhas). Já os menores percentuais (abaixo de 70%) foram registrados nas sub-regiões RQRP (4ª campanha), RPRB (3ª, 5ª e 7ª campanhas), RFRP (2ª, 6ª e 8ª campanhas) e RPRPS (1ª campanha). Vale ressaltar que, apenas na 6ª campanha, todas as amostras da sub-região RFRP apresentaram concentrações de acordo com a legislação para DBO.

Em relação ao parâmetro turbidez, durante todo o período de monitoramento, a maioria dos pontos amostrais apresentaram concentrações de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05, sendo todos os valores em conformidade registrados na 2ª e 6ª campanhas. Entretanto, na sub-região RPRPS foi registrado, na 4ª campanha, o maior percentual (80%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência.

De modo geral, o 2º semestre de monitoramento apresentou maior número de pontos em desacordo com a legislação supracitada.

Assim como registrado para turbidez, os resultados obtidos para pH, na maioria das amostras, estiveram em conformidade com o estabelecido na legislação supracitada. A sub-região RQRP apresentou, ao longo do monitoramento, todas as concentrações dentro dos limites permitidos. Já as sub-regiões RP (8ª campanha), ARP (2ª, 4ª, 5ª e 6ª campanhas), RPRB (2ª campanha), RFRP (3ª e 8ª campanhas) e RPRPS (5ª campanha) apresentaram concentrações em desacordo com o limite estabelecido na legislação.

Para nitrogênio amoniacal, foi registrado um aumento da quantidade de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 a partir do 3º semestre, sendo registrado um total de 31 amostras no 3º semestre e de 28 amostras no 4º semestre, sendo esses valores influenciados pelo aumento registrado na 6ª e 8ª campanhas. Vale ressaltar que a sub-região RQRP apresentou durante o monitoramento os maiores percentuais de amostras em desacordo, com exceção da 1ª campanha, onde não houve registro de amostras em desconformidade. Já as sub-regiões RFRP e RPRPS não apresentaram amostras em desacordo ao longo do período monitorado.

De modo geral, vale ressaltar que durante o período de monitoramento não foram registrados pontos amostrais com concentrações de sólidos dissolvidos totais em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, exceto na 8ª campanha onde foram detectados resultados em desacordo na sub-região do RP (01 amostra) e ARP (03 amostras).

Além disso, durante este período o ponto amostral P01 (Rio Piabanha) apresentou todos os resultados em conformidade com a legislação para todos os parâmetros discutidos acima, com exceção de DBO que registrou um aumento durante a 7ª e 8ª campanhas e oxigênio que apresentou uma diminuição na 7ª campanha.

Diante dos resultados obtidos ao longo do monitoramento, foi possível observar maiores valores médios para a maioria dos parâmetros monitorados na sub-região do RQRP, sendo os maiores valores de coliformes termotolerantes, alcalinidade, DBO, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total registrados nessa sub-região em todas as campanhas. Entretanto, durante a 4ª campanha de monitoramento, a sub-região do ARP apresentou as maiores médias para a maioria dos parâmetros (condutividade, coliformes termotolerantes, alcalinidade, SDT, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total. Já em relação as menores médias, essas foram registradas para a maioria dos parâmetros nas

sub-regiões do RPRPS (1ª, 2ª, 3ª, 7ª e 8ª campanhas), RQRP (4ª campanha) e RFRP (5ª e 6ª campanhas).

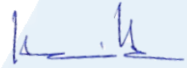
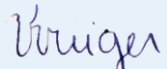
Todavia, ao considerar as cargas de nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, SST, SDT e coliformes termotolerantes obtidas nas 1ª, 3ª, 5ª e 7ª campanhas de monitoramento, a sub-região RP apresentou maiores valores para todos os parâmetros durante as campanhas de monitoramento. Entretanto, de acordo com os resultados obtidos para esses parâmetros, foi observado que as maiores cargas foram influenciadas principalmente pela vazão e pela concentração registrada para cada parâmetro, pois a sub-região RP apresentou maiores valores de vazão ao longo do monitoramento, independentemente da pluviosidade registrada.



VIII. EQUIPE TÉCNICA

No Quadro VIII-1 abaixo é apresentada a equipe técnica responsável pelas análises laboratoriais e 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	
Kayza de Freitas Pereira	MSc. Em Ciências Ambientais e Conservação. Graduada em Ciências Biológicas.	

IX. 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 líquidos.** 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.

MEDEIROS, P. R. P. **Determinação da carga de nutrientes do Rio São Francisco na região de sua foz.** Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco ANA/GEF/PNUMA/OEA, Universidade Federal de Alagoas Maceió/AL, P.59, 2003

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**, 2010.

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.

SANTOS, A, C. et al. Quantificação das cargas de nitrogênio e fósforo na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Bom Jardim (MG). **DAE**, v. 68, n.225, p. 15-33, set. 2020.

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.; HESPAHOL, 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.

X. 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

ANEXO F – Mapas de Distribuição Espacial

ANEXO G – Tabelas de dados e esquema batimétrico