

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

## RELATÓRIO TÉCNICO

3º Semestre

Revisão 01  
Outubro 2024

Agente Financiador:



*Por:*



CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL  
**OCEANUS**

Para maiores informações, favor contatar:

**Serviço de Atendimento ao Cliente**

**T. +55 21 3293-7000**

[projetos@oceanus.bio.br](mailto:projetos@oceanus.bio.br)



## Índice Geral

I. INTRODUÇÃO .....	24
II. OBJETIVOS .....	25
III. ÁREA DE ESTUDO .....	26
IV. MALHA AMOSTRAL .....	28
IV.1 Rio Piabanha .....	32
IV.2 Afluentes do Rio Piabanha .....	34
IV.3 Rio Quitandinha e Palatino .....	36
IV.4 Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas .....	38
IV.5 Rio Fagundes e Rio Preto .....	40
IV.6 Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul .....	42
IV.7 Pontos móveis .....	44
V. METODOLOGIA .....	46
V.1 Qualidade da Água .....	46
V.1.1 Amostragem .....	46
V.1.2 Análise estatística .....	48
V.1.3 Carga diária .....	50
V.2 Medição de Vazão .....	50
VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
VI.1.1.1 Temperatura .....	53
VI.1.1.2 pH .....	64
VI.1.1.3 Oxigênio Dissolvido .....	76
VI.1.1.4 Condutividade .....	89
VI.1.1.5 Coliformes Termotolerantes .....	100
VI.1.1.6 Alcalinidade .....	115
VI.1.1.7 DBO .....	127
VI.1.1.8 DQO .....	141
VI.1.1.9 Sólidos Suspensos Totais .....	153
VI.1.1.10 Sólidos Dissolvidos Totais .....	164
VI.1.1.11 Turbidez .....	176
VI.1.1.12 Nitrato .....	189
VI.1.1.13 Nitrogênio Total .....	202
VI.1.1.14 Nitrogênio Amoniacal .....	214
VI.1.1.15 Ortofosfato .....	228
VI.1.1.16 Fósforo Total .....	240
VI.1.2 Medição de Vazão e Batimetria .....	255
VI.1.2.1 Sub-região do Rio Piabanha .....	255
VI.1.2.2 Sub-região Afluentes do Rio Piabanha .....	257
VI.1.2.3 Sub-região Rio Quitandinha e Rio Palatino .....	258
VI.1.2.4 Sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas .....	259
VI.1.2.5 Sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto .....	260
VI.1.2.6 Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul .....	261
VI.1.2.7 Pontos móveis .....	263
VI.1.3 Carga Diária .....	269
VII. CONCLUSÃO .....	276
VIII. EQUIPE TÉCNICA .....	281

---

IX. REFERÊNCIAS .....	282
X. ANEXOS .....	285



## Índice de Figuras

FIGURA III.1. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA PIABANHA (RH-IV), JUNTAMENTE COM OS MUNICÍPIOS E PRINCIPAIS RIOS PERTENCENTES A REGIÃO.....	27
FIGURA IV.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). OS PONTOS FIXOS ESTÃO EM VERMELHO E OS PONTOS MÓVEIS, REFERENTES AO 3º SEMESTRE, ESTÃO EM AMARELO.....	31
FIGURA IV.2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.....	33
FIGURA IV.3. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.....	35
FIGURA IV.4. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.....	37
FIGURA IV.5. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.....	39
FIGURA IV.6. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.....	41
FIGURA IV.7. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS FIXOS DE MONITORAMENTO DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.....	43
FIGURA IV.8. LOCALIZAÇÃO E NUMERAÇÃO DOS PONTOS MÓVEIS DE MONITORAMENTO.....	45
FIGURA V.1. UTILIZAÇÃO DO BALDE COLETOR (A) E SONDA MULTIPARÂMETROS (B).....	47
FIGURA V.2. MEDIÇÃO DA VAZÃO COM O USO DE MOLINETE (A) E FLUTUADOR (B).....	51
FIGURA VI.1. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	54
FIGURA VI.2. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	55
FIGURA VI.3. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	56
FIGURA VI.4. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	57
FIGURA VI.5. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	58
FIGURA VI.6. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	59
FIGURA VI.7. DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA REGISTRADA NO 3º SEMESTRE (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	59
FIGURA VI.8. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.....	60

FIGURA VI.9. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.....	61
FIGURA VI.10. BOXPLOTS DA TEMPERATURA, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA.....	62
FIGURA VI.11. BOXPLOTS DA TEMPERATURA, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA.....	63
FIGURA VI.12. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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). .....	65
FIGURA VI.13. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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). .....	66
FIGURA VI.14. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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).....	67
FIGURA VI.15. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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).....	68
FIGURA VI.16. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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). .....	69
FIGURA VI.17. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 1º, 2º E 3º 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).....	70
FIGURA VI.18. DISTRIBUIÇÃO DE PH REGISTRADO NO 3º SEMESTRE (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). .....	71
FIGURA VI.19. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PH REGISTRADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.....	72
FIGURA VI.20. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PH REGISTRADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.....	73
FIGURA VI.21. BOXPLOTS DE PH, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI. .... 74

FIGURA VI.22. BOXPLOTS DE PH, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 75

FIGURA VI.23. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 77

FIGURA VI.24. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 78

FIGURA VI.25. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 80

FIGURA VI.26. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 81

FIGURA VI.27. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 82

FIGURA VI.28. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 83

FIGURA VI.29. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). .... 84

FIGURA VI.30. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. .... 85

FIGURA VI.31. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. .... 86

FIGURA VI.32. BOXPLOTS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, POR CAMPANHA, DURANTE AS CAMPANHAS, REGISTRADAS DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA),

SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI..... 87

FIGURA VI.33. *BOXPLOTS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI. ....* 88

FIGURA VI.34. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 90

FIGURA VI.35. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 91

FIGURA VI.36. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 92

FIGURA VI.37. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 93

FIGURA VI.38. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 94

FIGURA VI.39. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 95

FIGURA VI.40. DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). ... 95

FIGURA VI.41. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. .... 96

FIGURA VI.42. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. .... 97

FIGURA VI.43. *BOXPLOTS DA CONDUTIVIDADE, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI. ....* 98

FIGURA VI.44. *BOXPLOTS DA CONDUTIVIDADE, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO E AS LETRAS OS PONTOS QUE NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA ENTRE SI. .... 99

FIGURA VI.45. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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)..... 101

FIGURA VI.46. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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)..... 103

FIGURA VI.47. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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)..... 104

FIGURA VI.48. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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)..... 106

FIGURA VI.49. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 107

FIGURA VI.50. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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)..... 109

FIGURA VI.51. DISTRIBUIÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). .... 110

FIGURA VI.52. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA..... 111

FIGURA VI.53. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA..... 112

FIGURA VI.54. BOXPLOTS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 113

FIGURA VI.55. BOXPLOTS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS

RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 114

FIGURA VI.56. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 116

FIGURA VI.57. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 117

FIGURA VI.58. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 118

FIGURA VI.59. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 119

FIGURA VI.60. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 120

FIGURA VI.61. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 121

FIGURA VI.62. DISTRIBUIÇÃO DA ALCALINIDADE REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). .... 122

FIGURA VI.63. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ALCALINIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. .... 123

FIGURA VI.64. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ALCALINIDADE REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. .... 124

FIGURA VI.65. BOXPLOTS DA ALCALINIDADE, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 125

FIGURA VI.66. BOXPLOTS DA ALCALINIDADE, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 126

FIGURA VI.67. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 128

FIGURA VI.68. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	129
FIGURA VI.69. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	131
FIGURA VI.70. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	132
FIGURA VI.71. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	133
FIGURA VI.72. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	135
FIGURA VI.73. DISTRIBUIÇÃO DA DBO REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	136
FIGURA VI.74. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DBO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.	137
FIGURA VI.75. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DBO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.	138
FIGURA VI.76. BOXPLOTS DA DBO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	139
FIGURA VI.77. BOXPLOTS DA DBO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	140
FIGURA VI.78. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	142
FIGURA VI.79. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	143
FIGURA VI.80. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	144
FIGURA VI.81. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	145
FIGURA VI.82. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	146
FIGURA VI.83. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	147
FIGURA VI.84. DISTRIBUIÇÃO DA DQO REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/2024 A 31/05/2024) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).148	
FIGURA VI.85. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DQO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.....	149
FIGURA VI.86. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DQO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.....	150
FIGURA VI.87. BOXPLOTS DA DQO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	151
FIGURA VI.88. BOXPLOTS DA DQO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	152
FIGURA VI.89. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	154
FIGURA VI.90. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	155
FIGURA VI.91. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	156
FIGURA VI.92. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	157

FIGURA VI.93. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	158
FIGURA VI.94. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	159
FIGURA VI.95. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST) REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).	159
FIGURA VI.96. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.	160
FIGURA VI.97. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.	161
FIGURA VI.98. BOXPLOTS DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST), POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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). DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	162
FIGURA VI.99. BOXPLOTS DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST), POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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). DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO.	163
FIGURA VI.100. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	165
FIGURA VI.101. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	166
FIGURA VI.102. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	167
FIGURA VI.103. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	168
FIGURA VI.104. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).	169

FIGURA VI.105. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	170
FIGURA VI.106. DISTRIBUIÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV).....	171
FIGURA VI.107. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA.....	172
FIGURA VI.108. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA.....	173
FIGURA VI.109. BOXPLOTS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT), POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .	174
FIGURA VI.110. BOXPLOTS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT), POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (1ª CAMP. DE 17/04/23 A 12/07/23; 2ª CAMP. DE 22/07/23 A 15/08/23; 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	175
FIGURA VI.111. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	177
FIGURA VI.112. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	178
FIGURA VI.113. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	179
FIGURA VI.114. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	181
FIGURA VI.115. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	182
FIGURA VI.116. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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).....	183

FIGURA VI.117. DISTRIBUIÇÃO DA TURBIDEZ REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). .....	184
FIGURA VI.118. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TURBIDEZ REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. ....	185
FIGURA VI.119. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TURBIDEZ REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. ....	186
FIGURA VI.120. BOXPLOTS DE TURBIDEZ, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	187
FIGURA VI.121. BOXPLOTS DE TURBIDEZ, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	188
FIGURA VI.122. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	190
FIGURA VI.123. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	191
FIGURA VI.124. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	192
FIGURA VI.125. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	194
FIGURA VI.126. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	195
FIGURA VI.127. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	196
FIGURA VI.128. DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). ....	197
FIGURA VI.129. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITRATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. ....	198

FIGURA VI.130. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITRATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. ....	199
FIGURA VI.131. BOXPLOTS DE NITRATO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	200
FIGURA VI.132. BOXPLOTS DE NITRATO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	201
FIGURA VI.133. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	203
FIGURA VI.134. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	204
FIGURA VI.135. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	205
FIGURA VI.136. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	206
FIGURA VI.137. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	207
FIGURA VI.138. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	208
FIGURA VI.139. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). ....	209
FIGURA VI.140. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. ....	210
FIGURA VI.141. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. ....	211
FIGURA VI.142. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO TOTAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO	

(T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 212

FIGURA VI.143. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO TOTAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 213

FIGURA VI.144. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 215

FIGURA VI.145. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 217

FIGURA VI.146. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 218

FIGURA VI.147. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 219

FIGURA VI.148. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 220

FIGURA VI.149. DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). .... 222

FIGURA VI.150. DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24). .... 223

FIGURA VI.151. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. .... 224

FIGURA VI.152. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE NITROGÊNIO AMONIACAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. .... 225

FIGURA VI.153. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO AMONIACAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. .... 226

FIGURA VI.154. BOXPLOTS DE NITROGÊNIO AMONICAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	227
FIGURA VI.155. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	229
FIGURA VI.156. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	230
FIGURA VI.157. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	231
FIGURA VI.158. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	232
FIGURA VI.159. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	233
FIGURA VI.160. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	234
FIGURA VI.161. DISTRIBUIÇÃO DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). ....	235
FIGURA VI.162. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. ....	236
FIGURA VI.163. MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ORTOFOSFATO REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. ....	237
FIGURA VI.164. BOXPLOTS DE ORTOFOSFATO, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	238
FIGURA VI.165. BOXPLOTS DE ORTOFOSFATO, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS	

	RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	239
FIGURA VI.166.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	241
FIGURA VI.167.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º E 2º 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). ....	243
FIGURA VI.168.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	244
FIGURA VI.169.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	246
FIGURA VI.170.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	247
FIGURA VI.171.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 1º, 2º E 3º 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). ....	249
FIGURA VI.172.	DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NO 3º SEMESTRE DE MONITORAMENTO (5ª CAMP. DE 15/04/24 A 31/05/24) DOS PONTOS MÓVEIS LOCALIZADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). ....	250
FIGURA VI.173.	MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 5ª CAMPANHA. ....	251
FIGURA VI.174.	MAPA REPRESENTATIVO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE A 6ª CAMPANHA. ....	252
FIGURA VI.175.	BOXPLOTS DE FÓSFORO TOTAL, POR CAMPANHA, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	253
FIGURA VI.176.	BOXPLOTS DE FÓSFORO TOTAL, POR SUB-REGIÃO, DURANTE O 1º, 2º E 3º 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) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV). CADA BOXPLOT APRESENTA VALOR MÁXIMO (T), VALOR MÍNIMO (L), PRIMEIRO QUARTIL (BASE DA CAIXA), SEGUNDO QUARTIL OU MEDIANA (LIMITE ENTRE OS RETÂNGULOS CINZA CLARO E ESCURO) E TERCEIRO QUARTIL (TOPO DA CAIXA). OS CÍRCULOS PRETOS REPRESENTAM OS VALORES OBTIDOS EM CADA PONTO AMOSTRAL DURANTE O MONITORAMENTO. ....	254
FIGURA VI.177.	DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM85 – EXUTÓRIO DO RIO APARECIDA NA 5ª CAMPANHA. ....	265
FIGURA VI.178.	DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM86 - MONTANTE DO RIO APARECIDA 5ª CAMPANHA. ....	265

FIGURA VI.179. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM89 - MONTANTE ETE PIABANHA NA 5ª CAMPANHA.....	266
FIGURA VI.180. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM90 - MONTANTE BEMPOSTA (APA BEMPOSTA, RIO BEMPOSTA) 5ª CAMPANHA.....	266
FIGURA VI.181. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM91- JUSANTE BEMPOSTA (APA BEMPOSTA, RIO BEMPOSTA) 5ª CAMPANHA. ....	267
FIGURA VI.182. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM92 - MONTANTE CALÇADO (APA BEMPOSTA, RIO CALÇADO) 5ª CAMPANHA. ....	267
FIGURA VI.183. DESENHO ESQUEMÁTICO DA BATIMETRIA DO PONTO PM93 - JUSANTE CALÇADO (APA BEMPOSTA, RIO CALÇADO) 5ª CAMPANHA. ....	268
FIGURA VI.184. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITRATO (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.....	270
FIGURA VI.185. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITROGÊNIO AMONICAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA. ....	270
FIGURA VI.186. PROGRESSÃO DA CARGA DE NITROGÊNIO TOTAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.....	271
FIGURA VI.187. PROGRESSÃO DA CARGA DE ORTOFOSFATO SOLÚVEL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA. ....	272
FIGURA VI.188. PROGRESSÃO DA CARGA DE FÓSFORO TOTAL (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.....	272
FIGURA VI.189. PROGRESSÃO DA CARGA DE SST (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA. ....	273
FIGURA VI.190. PROGRESSÃO DA CARGA DE SDT (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA.....	274
FIGURA VI.191. PROGRESSÃO DA CARGA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (KG/DIA) POR SUB-BACIA MONITORADA. ....	275



## Índice de Quadros

QUADRO IV-1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS FIXOS SEGUNDO SUAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS E REFERÊNCIAS.	28
QUADRO IV-2. LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS DA 5ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO.	31
QUADRO IV-3. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	32
QUADRO IV-4. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PIABANHA.	32
QUADRO IV-5. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	34
QUADRO IV-6. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DOS AFLUENTES DO RIO PIABANHA.	34
QUADRO IV-7. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E PALATINO.	36
QUADRO IV-8. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO QUITANDINHA E RIO PALATINO.	36
QUADRO IV-9. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	38
QUADRO IV-10. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (TERESÓPOLIS) E RIO DAS BENGALAS.	38
QUADRO IV-11. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	40
QUADRO IV-12. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS DA SUB-REGIÃO DO RIO FAGUNDES E RIO PRETO.	40
QUADRO IV-13. CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS DA SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	42
QUADRO IV-14. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS FIXOS SUB-REGIÃO DO RIO PAQUEQUER (SUMIDOURO) E RIO PARAÍBA DO SUL.	42
QUADRO IV-15. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS MÓVEIS COLETADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PIABANHA (RH-IV).	44
QUADRO V-1. PARÂMETROS E MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AMOSTRAS DA QUALIDADE DA ÁGUA.	48
QUADRO V-2. NÚMERO DE PONTOS DE AMOSTRAGENS CONFORME PROFUNDIDADE DO TRECHO.	52
QUADRO VIII-1. EQUIPE TÉCNICA.	281

## Índice de Tabelas

*TABELA VI.1 – DADOS DE CAMPO E VAZÃO OBTIDOS NOS PONTOS MÓVEIS MONITORADOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA (RH-IV) DURANTE O 5º SEMESTRE DE MONITORAMENTO. ....264*



## Lista de siglas

Alc. - Alcalinidade  
ARP - Sub-região Afluentes do Rio Piabanha  
Camp. - Campanha de monitoramento  
CERHI/RJ - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro  
Colif. Termo - Coliformes Termotolerantes  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
LD - Limite de detecção  
LQ - Limite de quantificação  
mg/L - miligrama por litro  
N.A. - Não Aplicável  
NH<sub>4</sub> - Nitrogênio amoniacal  
NT - Nitrogênio total  
NO<sub>3</sub> - Nitrato  
OD - Oxigênio dissolvido  
RFRP - Sub-região Afluentes do Rio Fagundes e Rio Preto  
RH-IV - Região Hidrográfica do Rio Piabanha  
PM - Ponto móvel  
RP - Rio Piabanha  
RPRB - Sub-região do Rio Paquequer e Rio das Bengalas  
RPRPS - Sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul  
RQRP - Sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino  
PO<sub>4</sub> - 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 3º semestre de monitoramento, realizado entre abril/24 e julho/24, 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

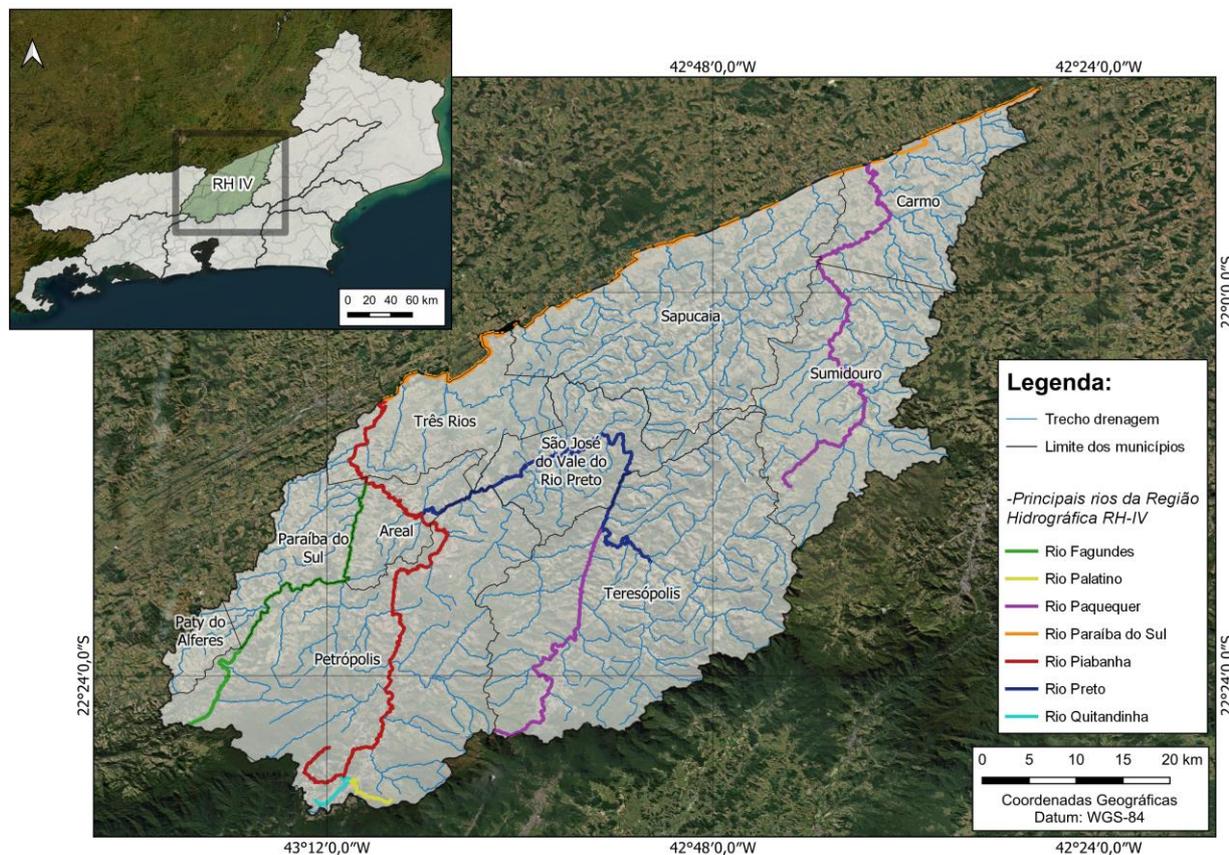
A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com mais de 60.000 Km<sup>2</sup> de área, tendo a Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) como uma de suas bacias afluentes (Figura III.1).

O Comitê Piabanha, responsável pela gestão da Região Hidrográfica do Piabanha (RH-IV), atua em uma área de 3.460 km<sup>2</sup> 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). Seis 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.

**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	-43,177401	-22,488937
	P04	Rio Piabanha	Após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
	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	-43,140300	-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
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	-43,195781	-22,506039
	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

Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referência	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
Afluentes do Rio Piabanha	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 das Araras	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

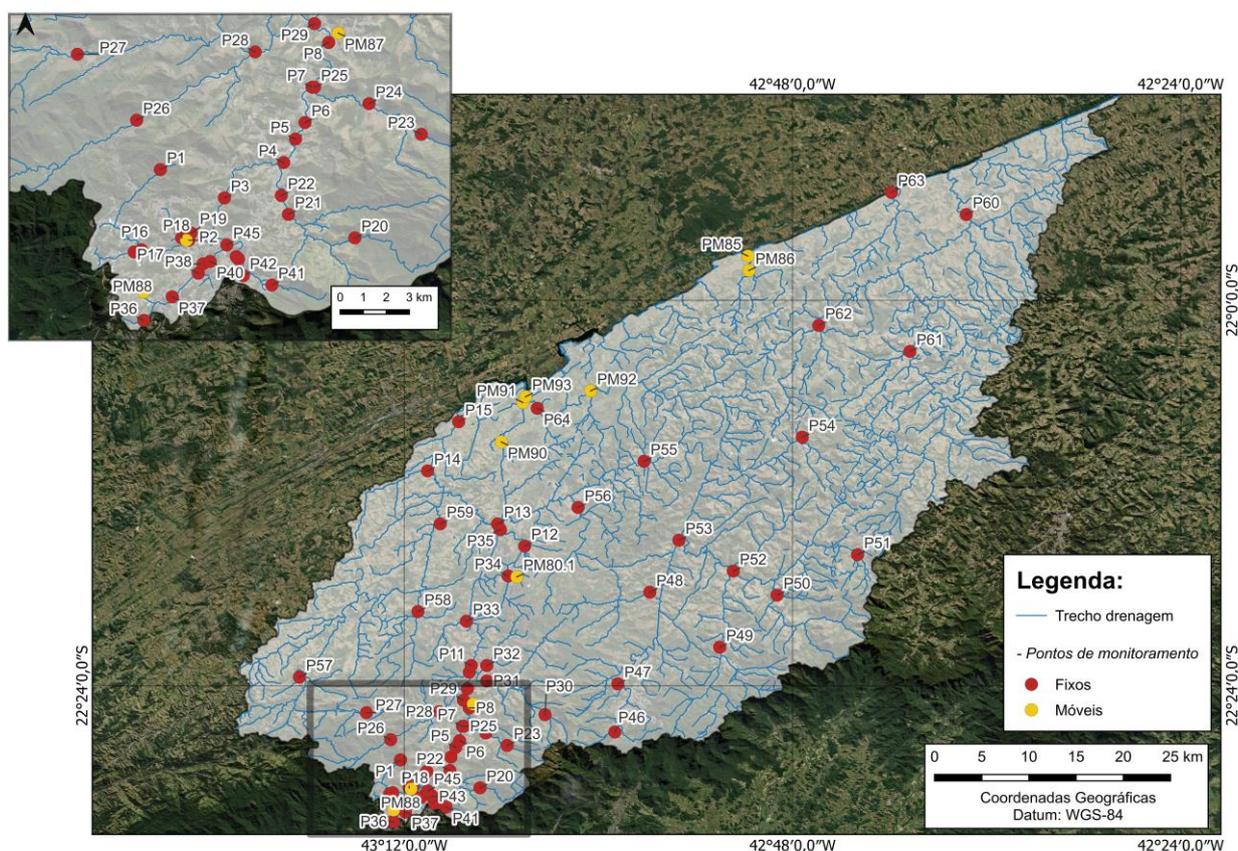
Sub-região	Pontos	Corpo Hídrico	Referências	Coordenadas Geográficas	
				X	Y
Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas	P46	Rio Paquequer	Ponte próxima à entrada do PARNASO - Teresópolis	-42,983436	-22,448156
	P47	Rio Paquequer	Ponte à montante do Golf Club e da foz do Rio do Imbuí (Teresópolis)	-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
	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 5ª campanha de monitoramento.**

Pontos	Referência	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
PM80.1	MONA Pedra do Elefante	-43,008326	-22,192819
PM85	Exutório do Rio Aparecida	-42.846438	-21.954060
PM86	Montante do Rio Aparecida	-42.844546	-21.966685
PM87	Lago de Nogueira	-43.129481	-22.419944
PM88	Lago Quitandinha	-43.211865	-22.529946
PM89	Montante ETE Piabanha	-43.193494	-22.507001
PM90	Montante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	-43.100877	-22.147142
PM91	Jusante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	-43.078634	-22.106337
PM92	Montante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	-43.008661	-22.094847
PM93	Jusante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	-43.075203	-22.100108

**Figura IV.1. Localização dos pontos de monitoramento na Região Hidrográfica do rio Piabanha (RH-IV). Os pontos fixos estão em vermelho e os pontos móveis, referentes ao 3º semestre, estão em amarelo.**



## IV.1 Rio Piabanha

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

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

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

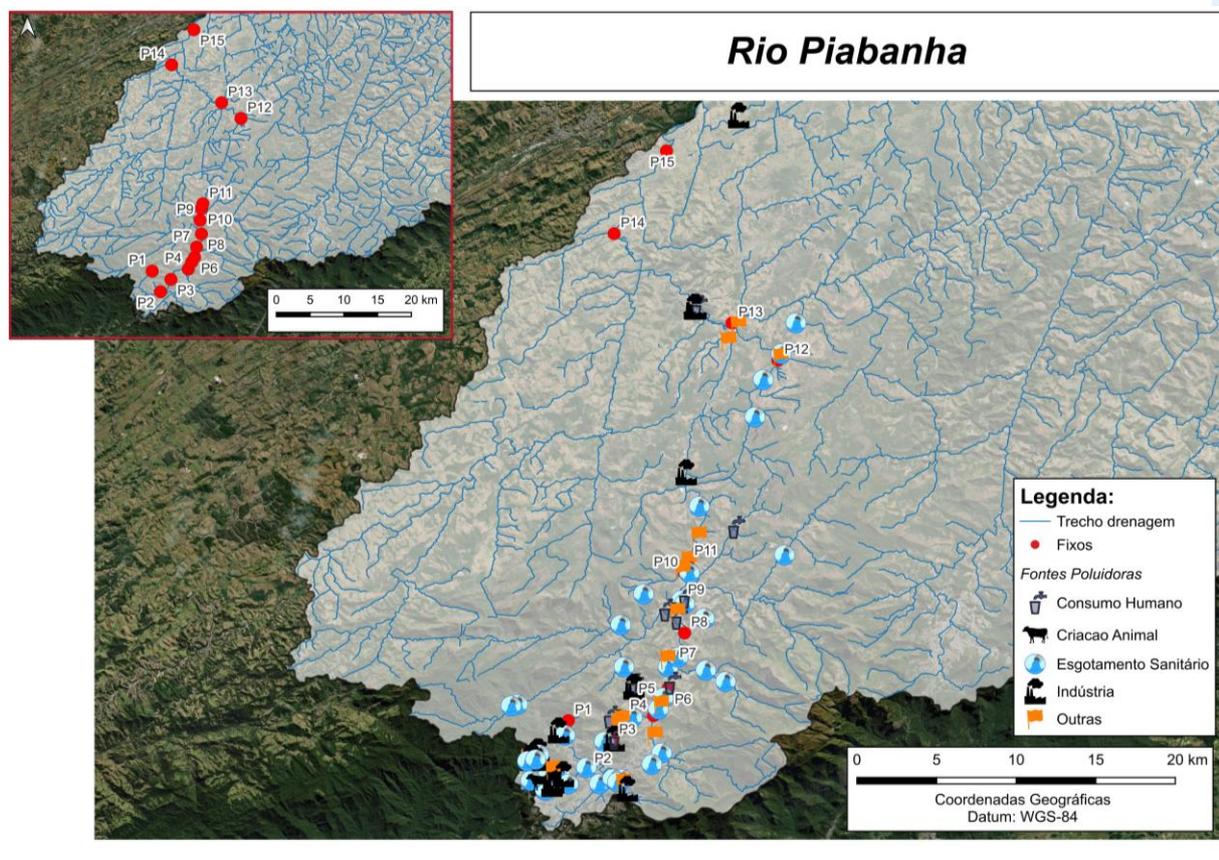
Sub-bacia	Área de contribuição (km <sup>2</sup> )	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Alto Rio Piabanha	49,98	62,20	10,00	31	66	19
Médio Rio Piabanha	102,00	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	-43,177401	-22,488937
P04	Rio Piabanha	Após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
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	-43,140300	-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.**



## IV.2 Afluentes do Rio Piabanha

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

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

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

Sub-bacia	Área de contribuição (km <sup>2</sup> )	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

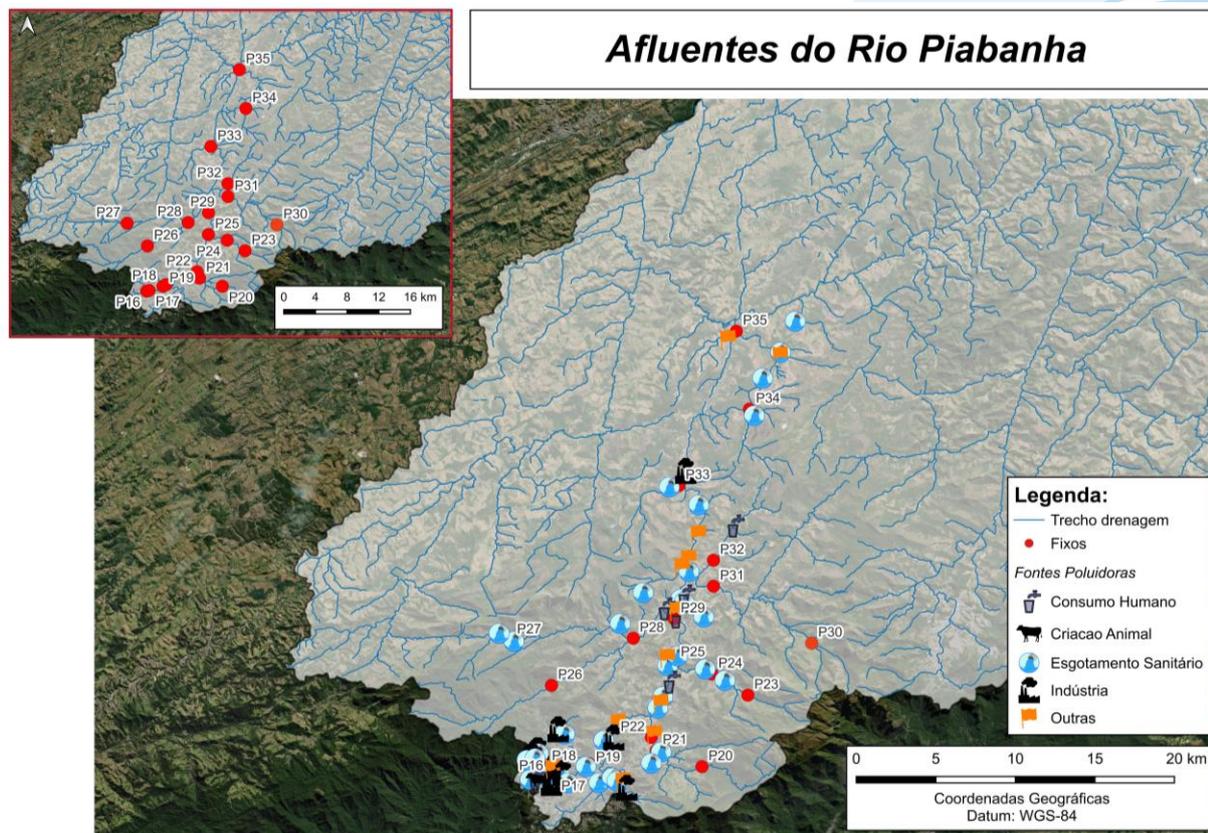
Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

**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	-43,195781	-22,506039
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 das Araras	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.**



### IV.3 Rio Quitandinha e Palatino

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

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

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

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

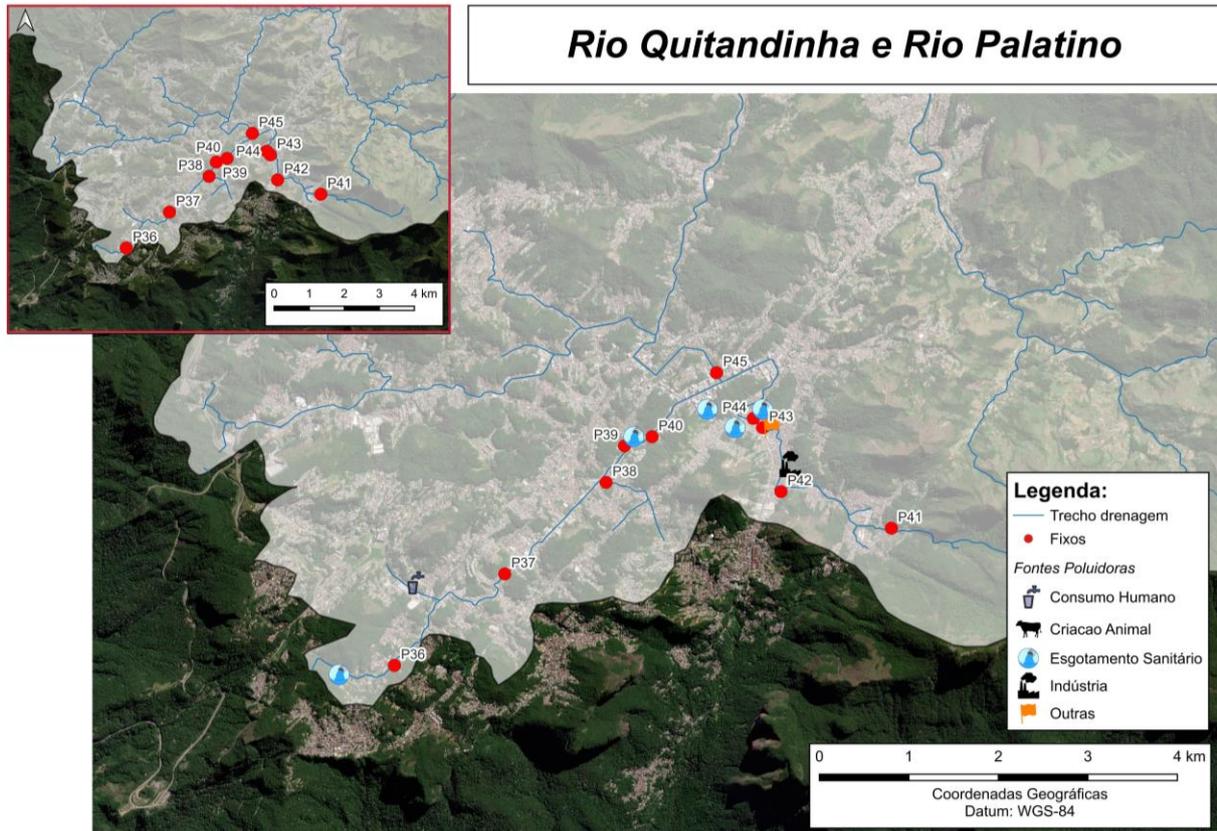
Sub-bacia	Área de contribuição (km <sup>2</sup> )	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Quitandinha e Palatino	21,81	58,43	9	6	72	5

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.**



#### 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 <sup>2</sup> )	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

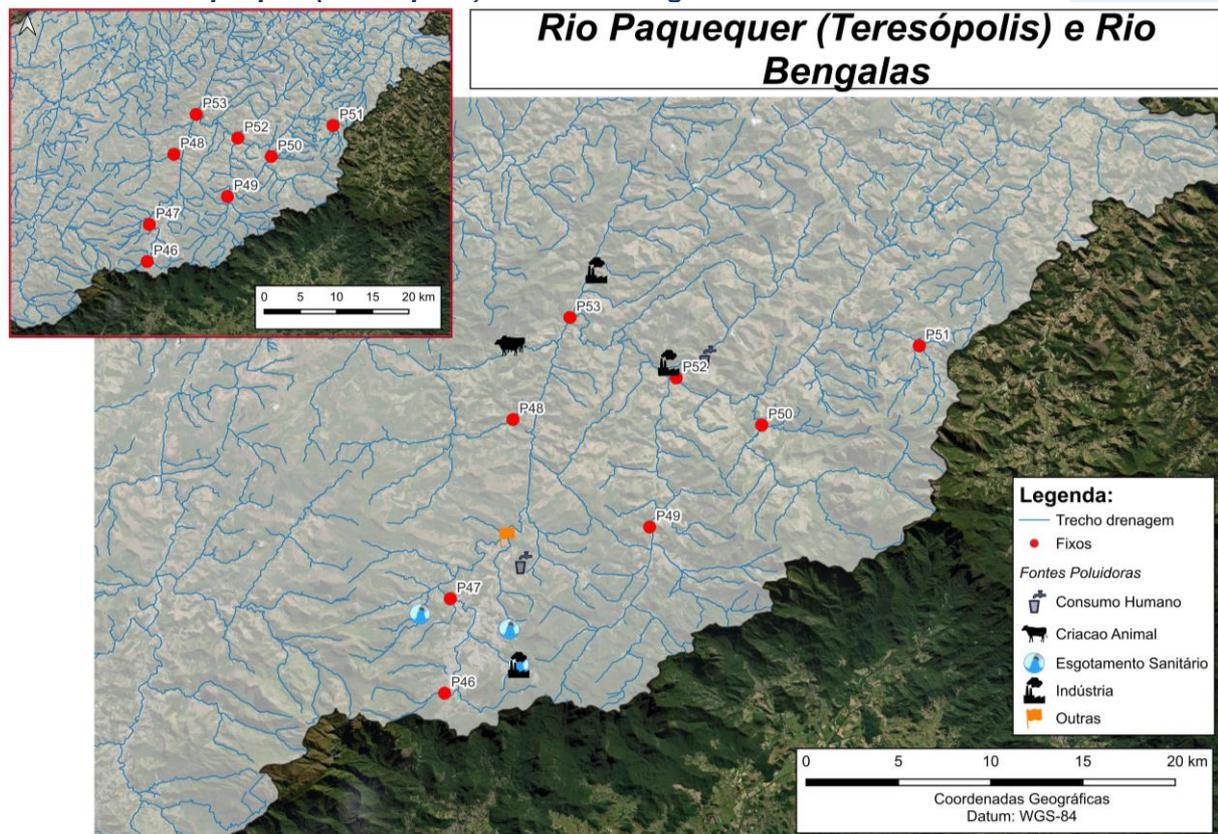
Fonte: Atlas da RH-IV, CBH-Piabanha, 2019.

**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.**



## 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.**

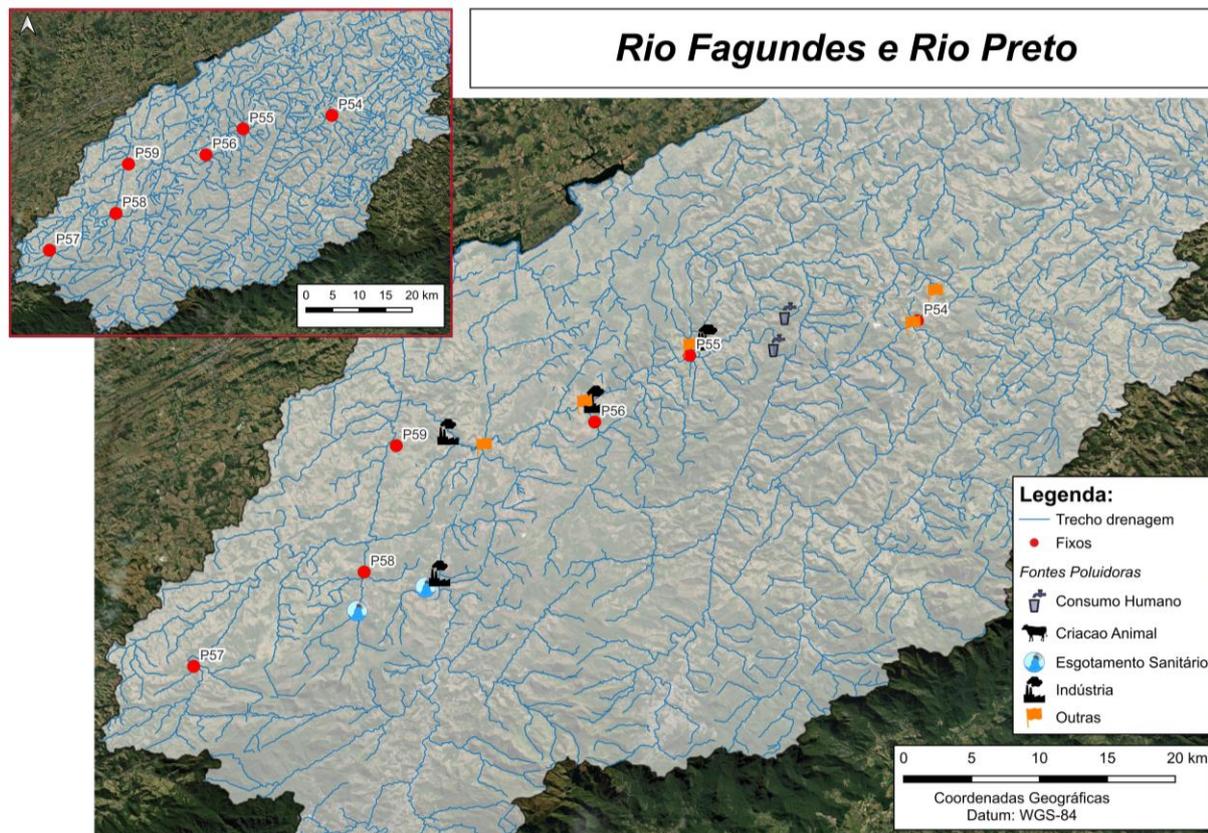
Sub-bacia	Área de contribuição (km <sup>2</sup> )	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Rio do Capim ou Pião	85,49	47,17	10,00	9	49	3
Baixo Rio Preto	81,43	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.**



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

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

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

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

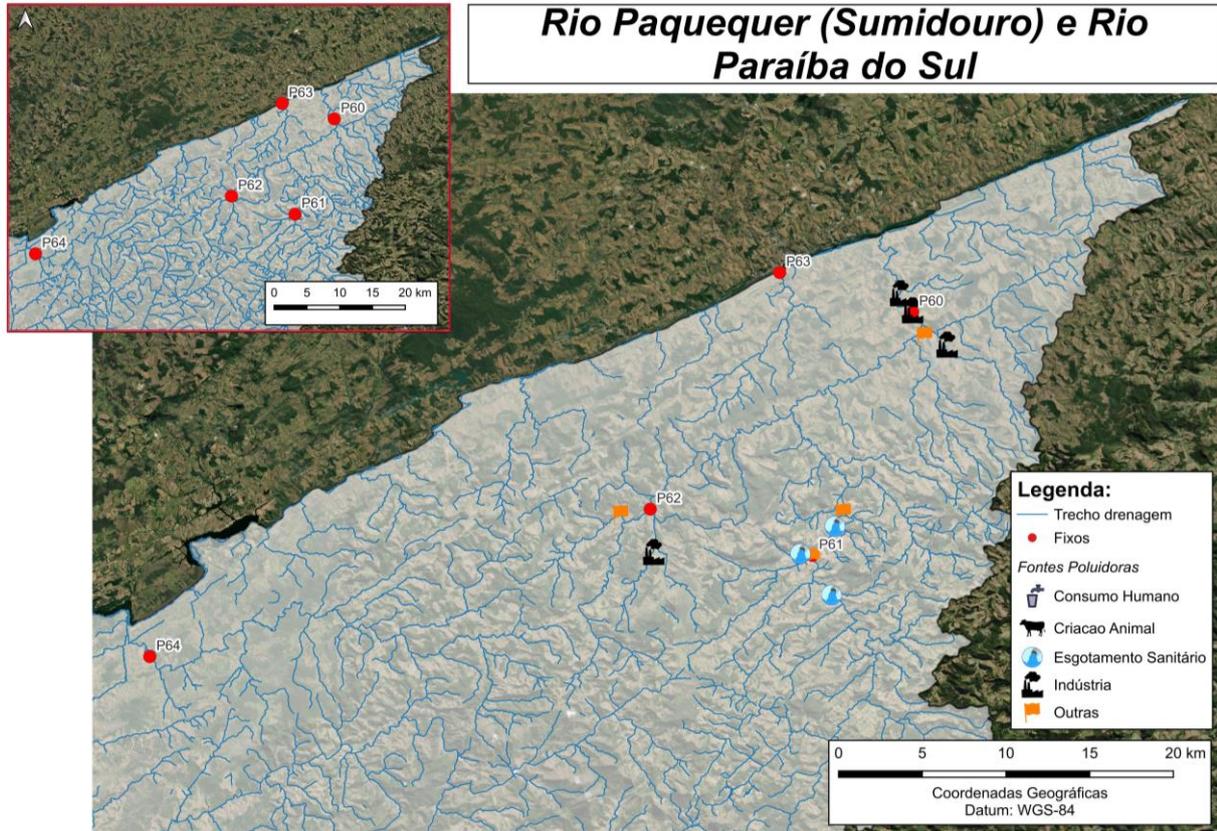
Sub-bacia	Área de contribuição (km <sup>2</sup> )	Área naturalmente florestada (%)	Área de preservação permanente – APP (%)	Pontos de interferências		
				Captação de água superficial	Captação de água subterrânea	Lançamento de efluente
Baixo Rio Fagundes	106,16	28,82	1,00	1	6	1
Córrego Recreio	76,50	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 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

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



## IV.7 Pontos móveis

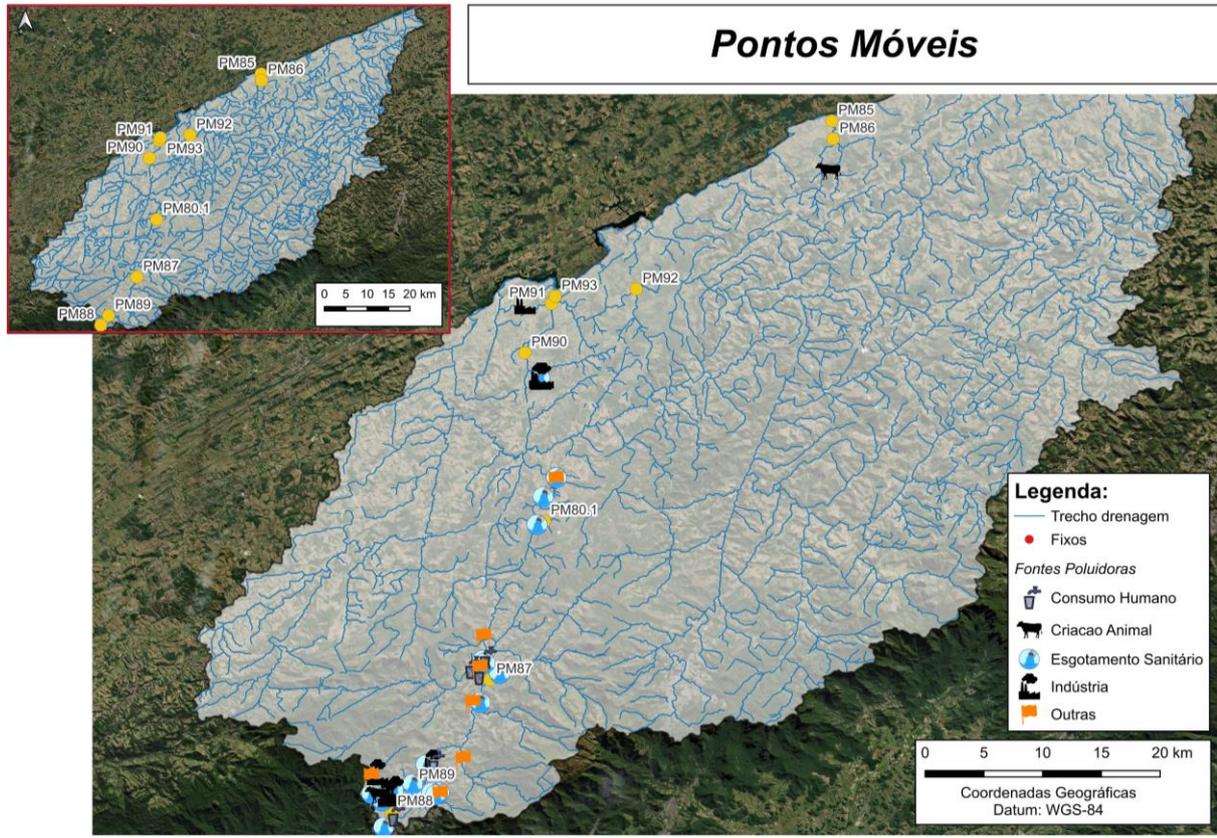
Os pontos móveis são monitorados semestralmente em diferentes áreas da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV), no segundo semestre os pontos monitorados estavam localizados nas sub-bacias do Rio Paquequer (Alto e Baixo) e Rio Preto (Baixo, Médio e Alto).

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
PM80.1	MONA Pedra do Elefante	-43,008326	-22,192819
PM85	Exutório do Rio Aparecida	-42.846438	-21.954060
PM86	Montante do Rio Aparecida	-42.844546	-21.966685
PM87	Lago de Nogueira	-43.129481	-22.419944
PM88	Lago Quitandinha	-43.211865	-22.529946
PM89	Montante ETE Piabanha	-43.193494	-22.507001
PM90	Montante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	-43.100877	-22.147142
PM91	Jusante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	-43.078634	-22.106337
PM92	Montante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	-43.008661	-22.094847
PM93	Jusante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	-43.075203	-22.100108

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



## V. METODOLOGIA

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

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

### V.1 Qualidade da Água

#### V.1.1 Amostragem

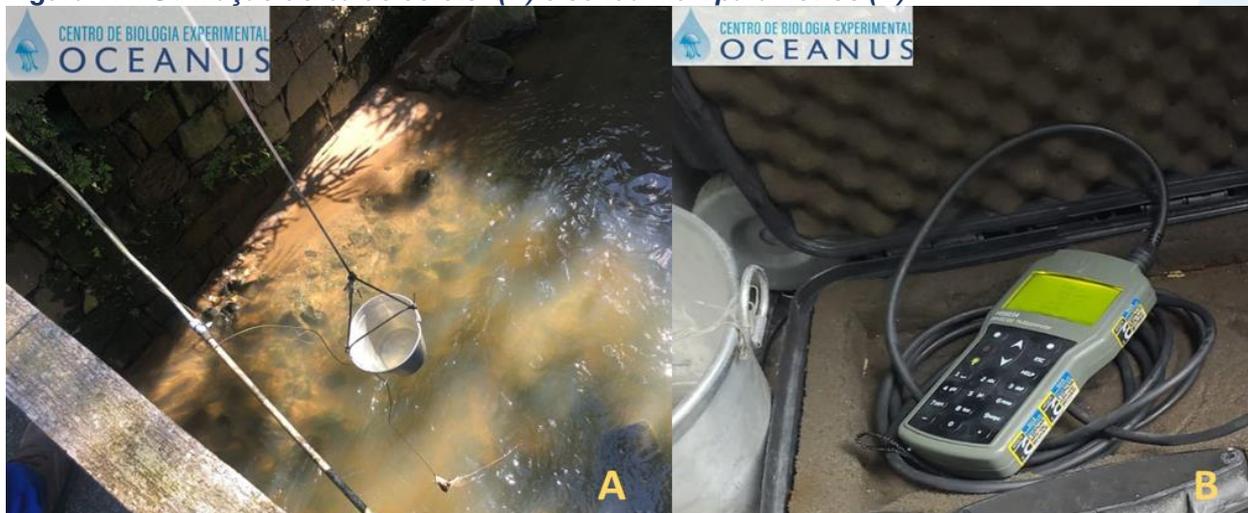
As coletas das amostras de água foram realizadas com balde coletor e os resultados dos parâmetros físico-químicos da água (condutividade, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, temperatura da água e do ar) foram obtidos, *in situ*, com auxílio de uma sonda multiparâmetros HANNA modelo HI98194, previamente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

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

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

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

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



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

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

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

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

Parâmetro	Unidade	LD	LQ	Metodologia de Referência
Condutividade Elétrica	µS/cm	0,03	0,1	SMWW 2510 B
Temperatura da Água	°C	N.A.	1 – 70	SMWW 2550 B
Turbidez	UNT	0,03	0,1	SMWW 2130B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	N.A.	0,1	SMWW 4500-O G
pH	N.A.	N.A.	1 - 13	SMWW 4500-H B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,3	1	SMWW 2540 C
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	0,8	0,8	SMWW 2540 D
Alcalinidade Total	mg/L	1,0	1,0	SMWW 2320 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	1	1	SMWW 5210 B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	3	10	SMWW 5220 D
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	-	1,8	SMWW 9221 B e C
Ortofosfato Solúvel	mg/L	0,006	0,02	SMWW 4500-P E
Fósforo Total	mg/L	0,003	0,01	SMWW 4500-P E
Nitrato	mg/L	0,015	0,05	D09727_02_Insert_Environmental_TON Vanadium Vanadium Chloride reduction - Part Thermo Fisher Scientific
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,003	0,01	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> 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 das 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 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  $m^3/s$ , e determinada pelas variáveis profundidade, largura e velocidade do fluxo. De acordo com a literatura há diversas maneiras para realizar a medição de vazão sendo utilizadas metodologias indiretas (manuais), que possuem menor precisão, ou automáticas, que possuem maior precisão.

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

Entretanto, nem todos os cursos d'água apresentam condições que permitem a estabilização dos aparelhos automáticos e/ou segurança dos hidrometristas, nestes casos a literatura indica o uso de metodologias indiretas (manuais) como o método do flutuador (CARVALHO, 2008). Assim, como necessário para a determinação 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>3</sup>/s.

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

A: é a área da seção, em m<sup>2</sup>, 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 <sub>m</sub> ) na Vertical	Profundidade (m)
1	0,6 p	v <sub>m</sub> = v <sub>0,6</sub>	0,15 - 0,60
2	0,2 e 0,8 p	v <sub>m</sub> = (v <sub>0,2</sub> + v <sub>0,8</sub> )/2	0,60 - 1,20
3	0,2; 0,6 e 0,8 p	v <sub>m</sub> = (v <sub>0,2</sub> + 2v <sub>0,6</sub> + v <sub>0,8</sub> )/4	1,20 - 2,00
4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	v <sub>m</sub> = (v <sub>0,2</sub> + 2v <sub>0,4</sub> + 2v <sub>0,6</sub> + v <sub>0,8</sub> )/6	2,00 - 4,00
6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 p e F	v <sub>m</sub> = [v <sub>s</sub> + 2(v <sub>0,2</sub> + v <sub>0,4</sub> + v <sub>0,6</sub> + v <sub>0,8</sub> ) + v <sub>f</sub> ]/10	> 4,00

vs - velocidade medida na superfície e vf - velocidade medida no fundo do rio

Fonte: ANA (2012).

## VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O relatório atual é referente ao terceiro semestre de monitoramento (5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> campanha), porém são apresentados e discutidos os resultados dos parâmetros analisados em todas as campanhas realizadas até o momento.

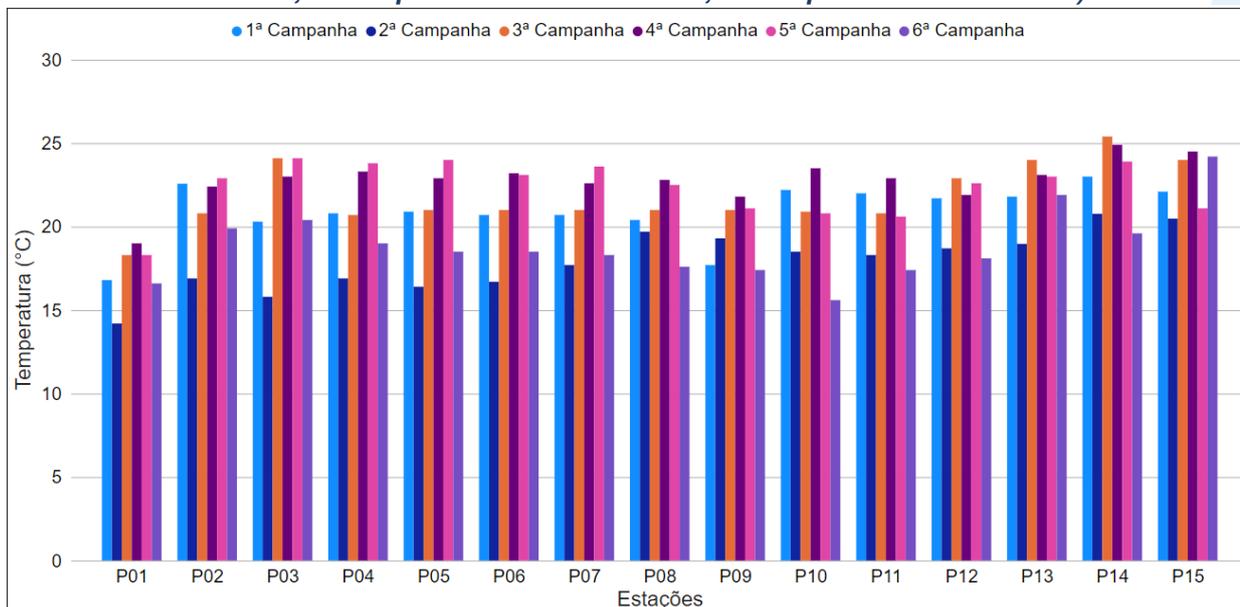
### *VI.1.1.1 Temperatura*

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.

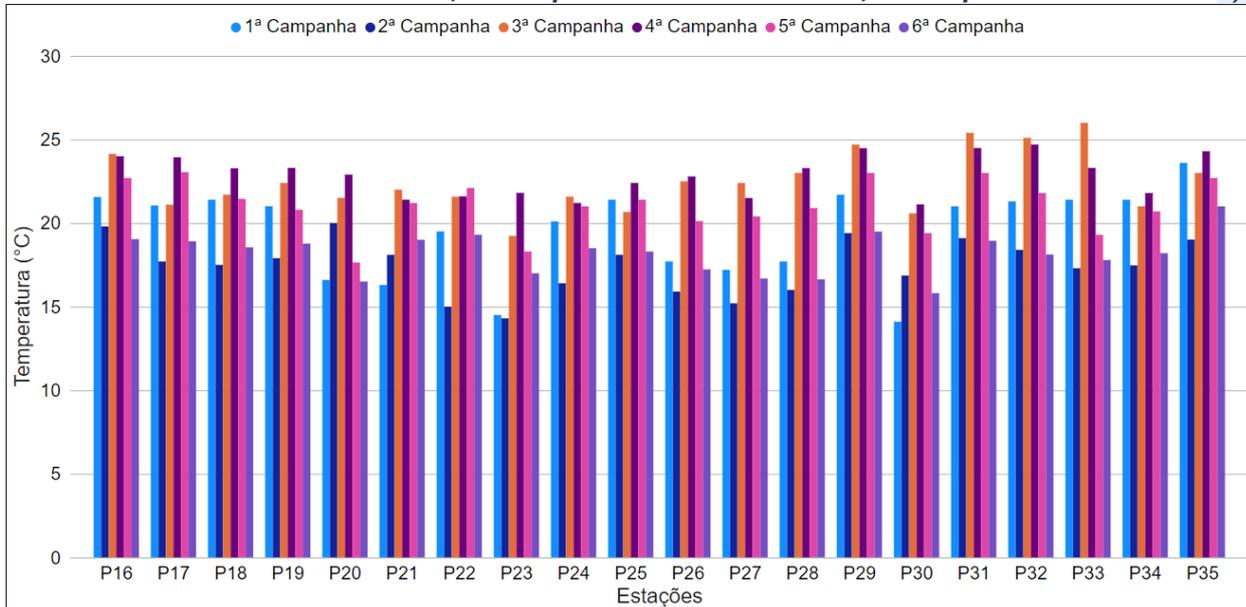
De forma geral, os pontos monitorados na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.1) apresentaram valor médio de temperatura de 22,4°C na 5<sup>a</sup> campanha, com mínima de 18,3°C (P01) e máxima de 24,1°C (P03). Na 6<sup>a</sup> campanha, a média registrada foi de 18,9°C, com mínima de 15,6°C (P10) e máxima de 24,2°C (P15). Ao considerar as médias durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4<sup>a</sup> campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (22,8°C) e a 2<sup>a</sup> campanha o menor (18,0°C).

**Figura VI.1. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



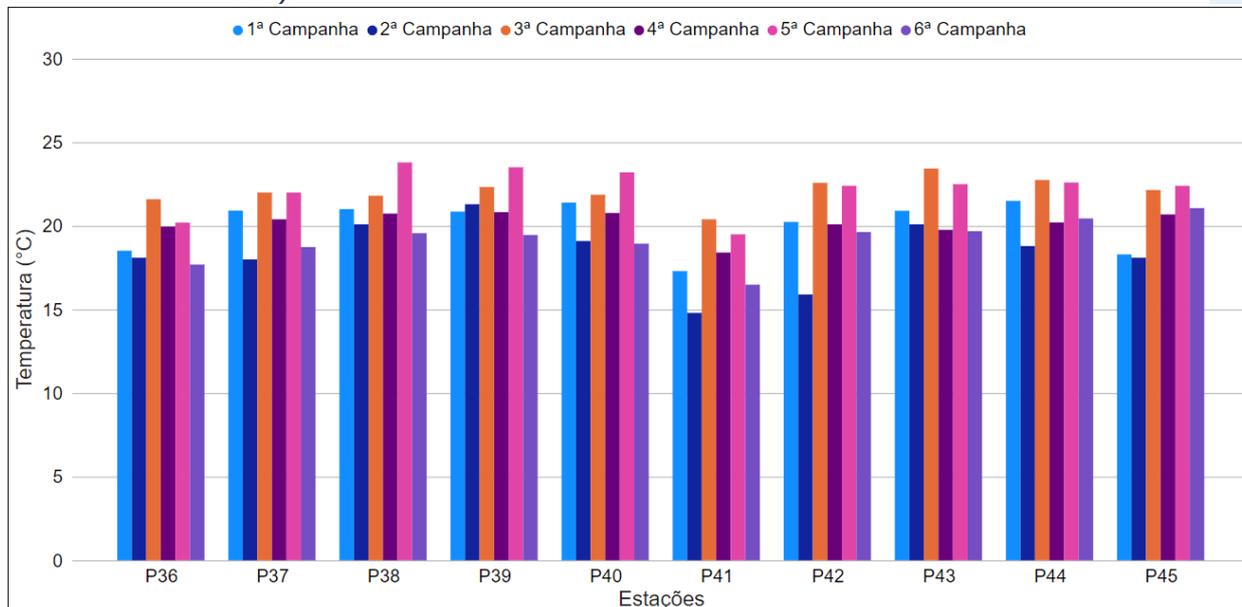
Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.2), a temperatura média durante a 5ª campanha foi de 21,1°C, com mínima de 17,6°C (P20) e máxima de 23,1°C (P17). A média registrada na 6ª campanha foi de 18,2°C, com mínima de 15,8°C (P30) e máxima de 21,0°C (P35). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou o maior valor médio (22,9°C) e a 2ª campanha o menor (17,5°C).

**Figura VI.2. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



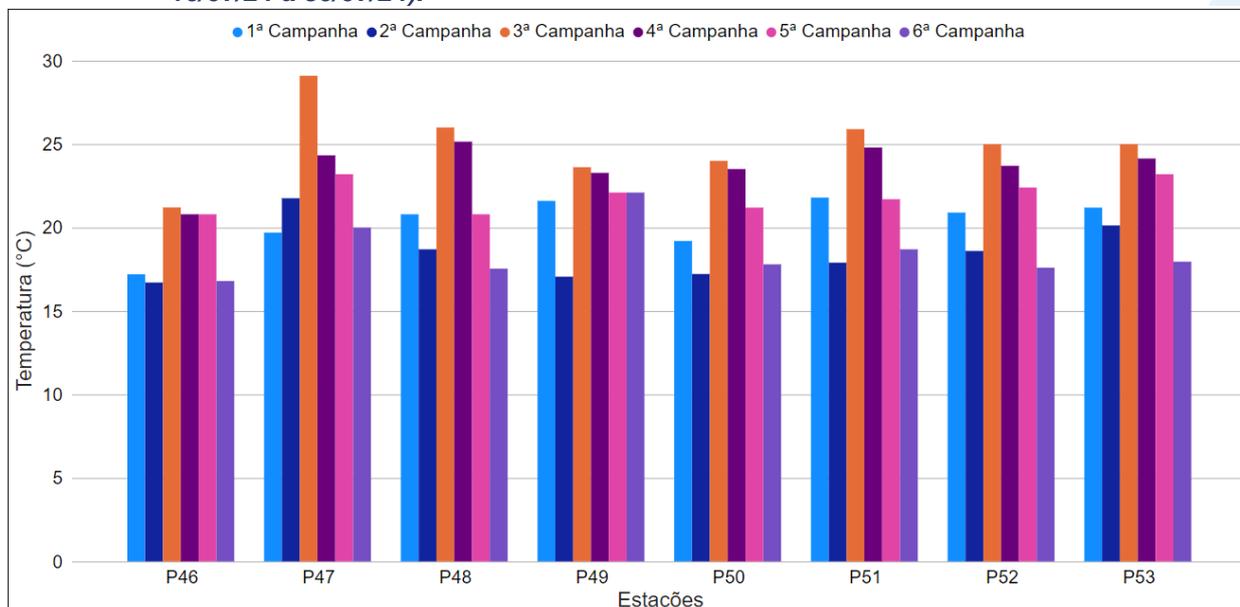
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.3), a temperatura média durante a 5ª campanha foi de 22,2°C, com mínima de 19,5°C (P41) e máxima de 23,8°C (P38). A média registrada na 6ª campanha foi de 19,2°C, com mínima de 16,5°C (P41) e máxima de 21,1°C (P45). Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (27,9°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,4°C).

**Figura VI.3. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



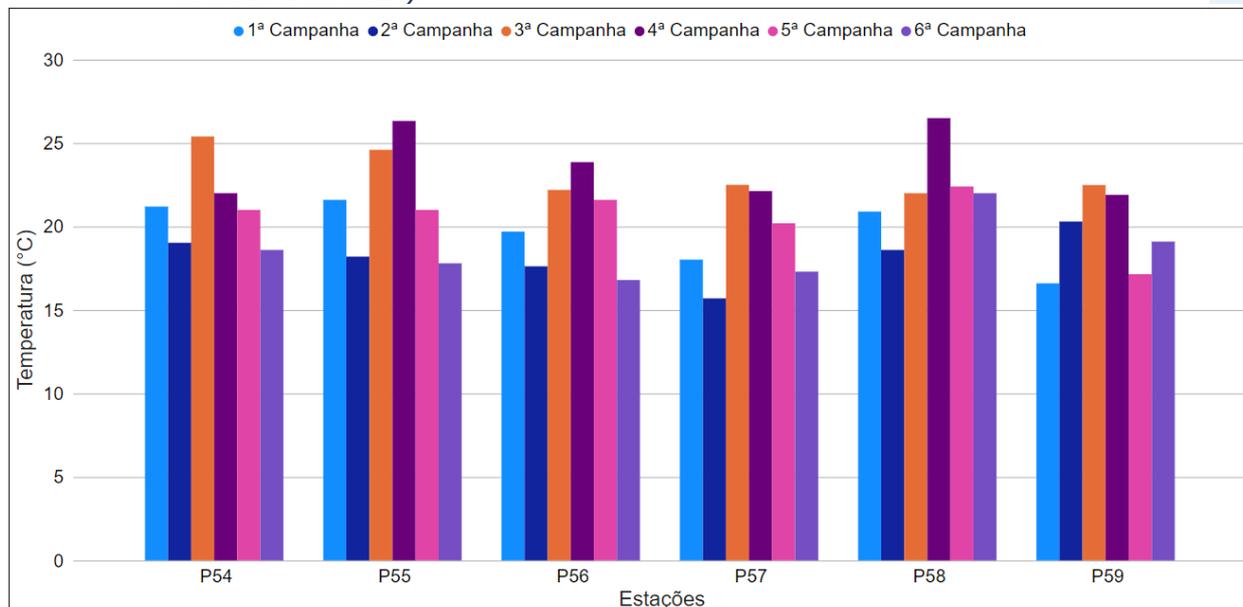
A sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.4) apresentou valor médio de temperatura de 21,9°C na 5ª campanha, com mínima de 20,8°C (P46 e P48) e máxima de 23,2°C (P47 e P53). Na 6ª campanha, a média foi de 18,0°C, com mínima de 16,8°C (P46) e máxima de 20,0°C (P47). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 3ª campanha apresentou o maior valor médio (25,0°C) e a 6ª campanha o menor valor (18,0°C).

**Figura VI.4. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**



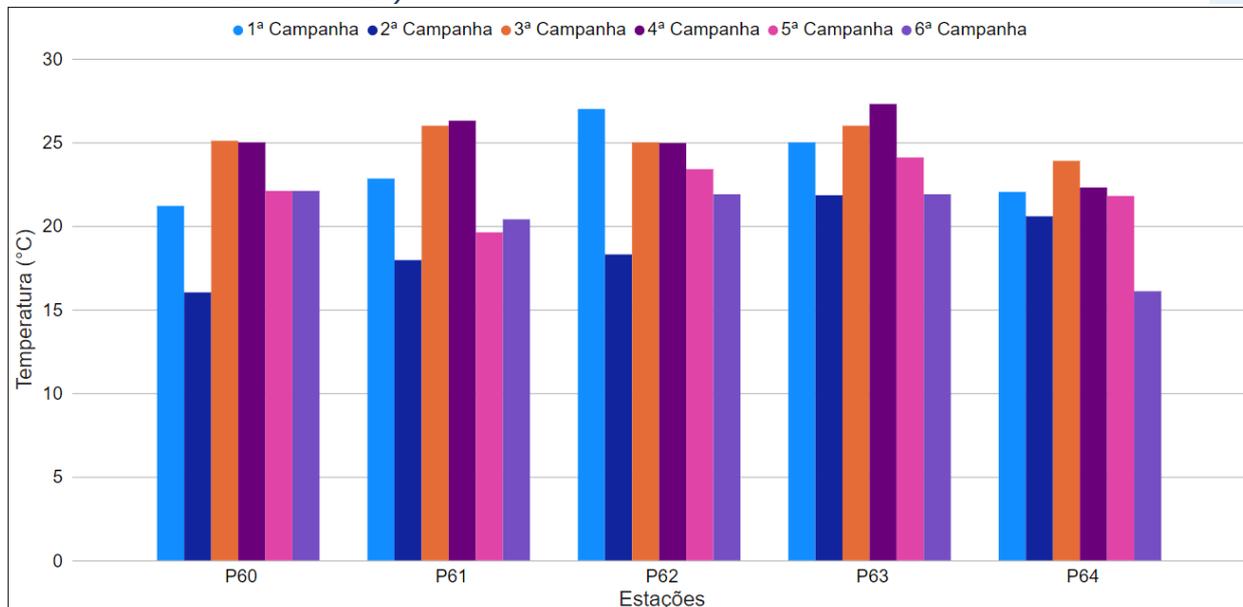
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura IV.5) a temperatura média durante a 5ª campanha foi de 20,6°C, com mínima de 17,2°C (P59) e máxima de 22,4°C (P58). A média registrada na 6ª campanha foi de 18,6°C, com mínima de 16,8°C (P56) e máxima de 22,0°C (P58). Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou o maior valor médio de temperatura (23,8°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,2°C).

**Figura VI.5. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



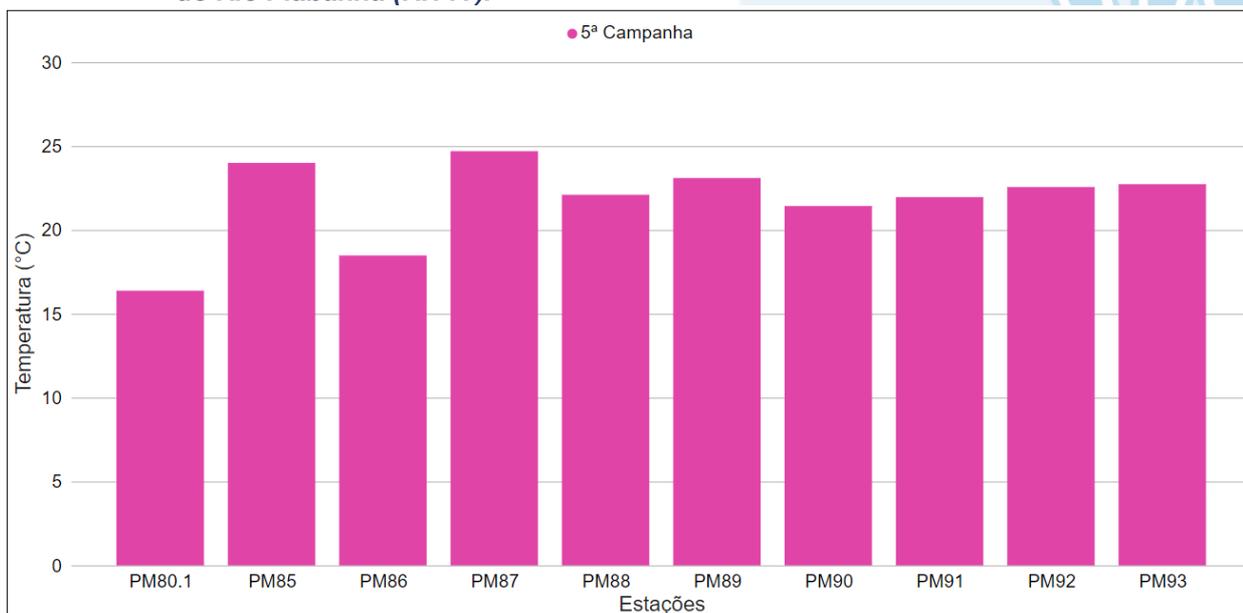
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura IV.6) a temperatura média durante a 5ª campanha foi de 22,2°C, com mínima de 19,6°C (P61) e máxima de 24,1°C (P63). A média registrada na 6ª campanha foi de 20,5°C, com mínima de 16,1°C (P64) e máxima de 22,1°C (P60). Considerando os valores de temperatura registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 3ª e 4ª campanha apresentaram o maior valor médio (25,2°C) e a 2ª campanha o menor valor (18,9°C).

**Figura VI.6. Distribuição da temperatura registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



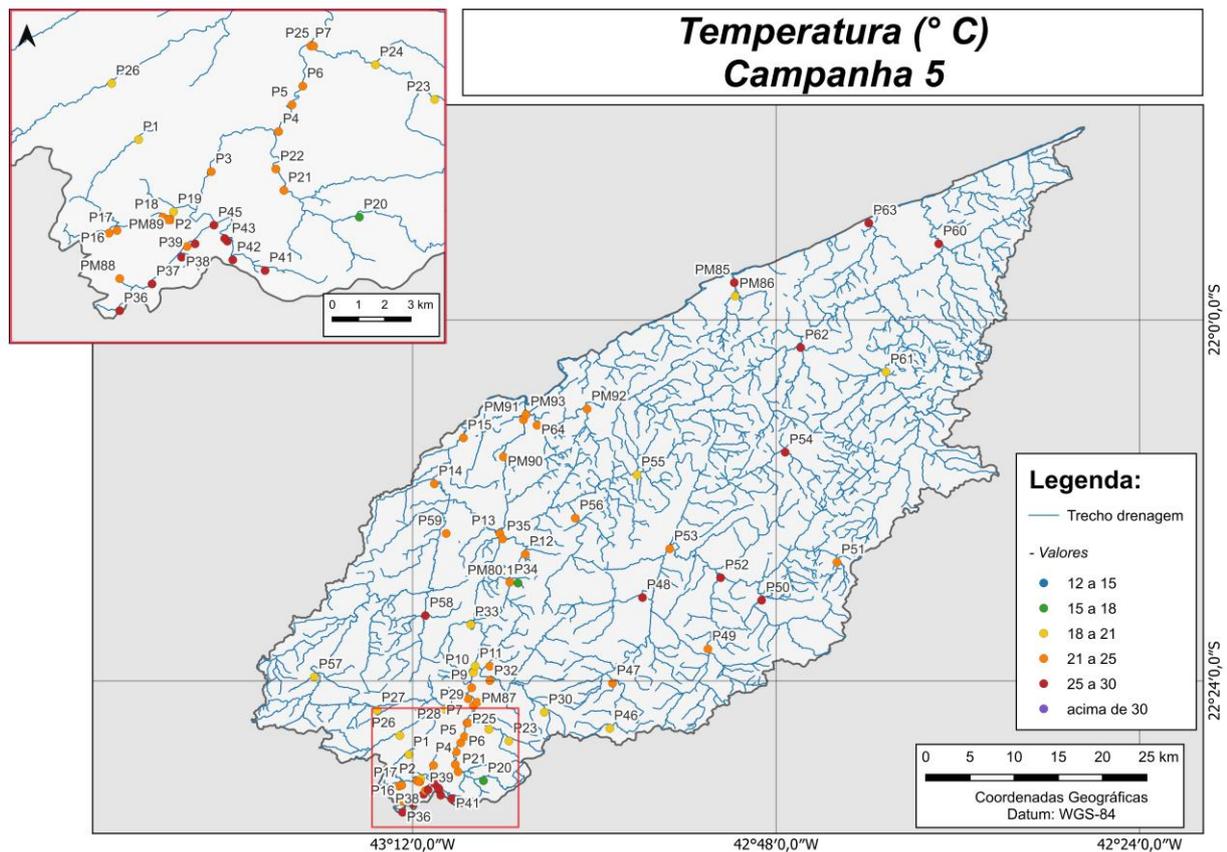
Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura IV.7) apresentaram temperatura média de 21,7°C, sendo o valor mínimo de 16,4°C (PM80.1) e máximo de 24,7°C (PM87).

**Figura VI.7. Distribuição da temperatura registrada no 3º semestre (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

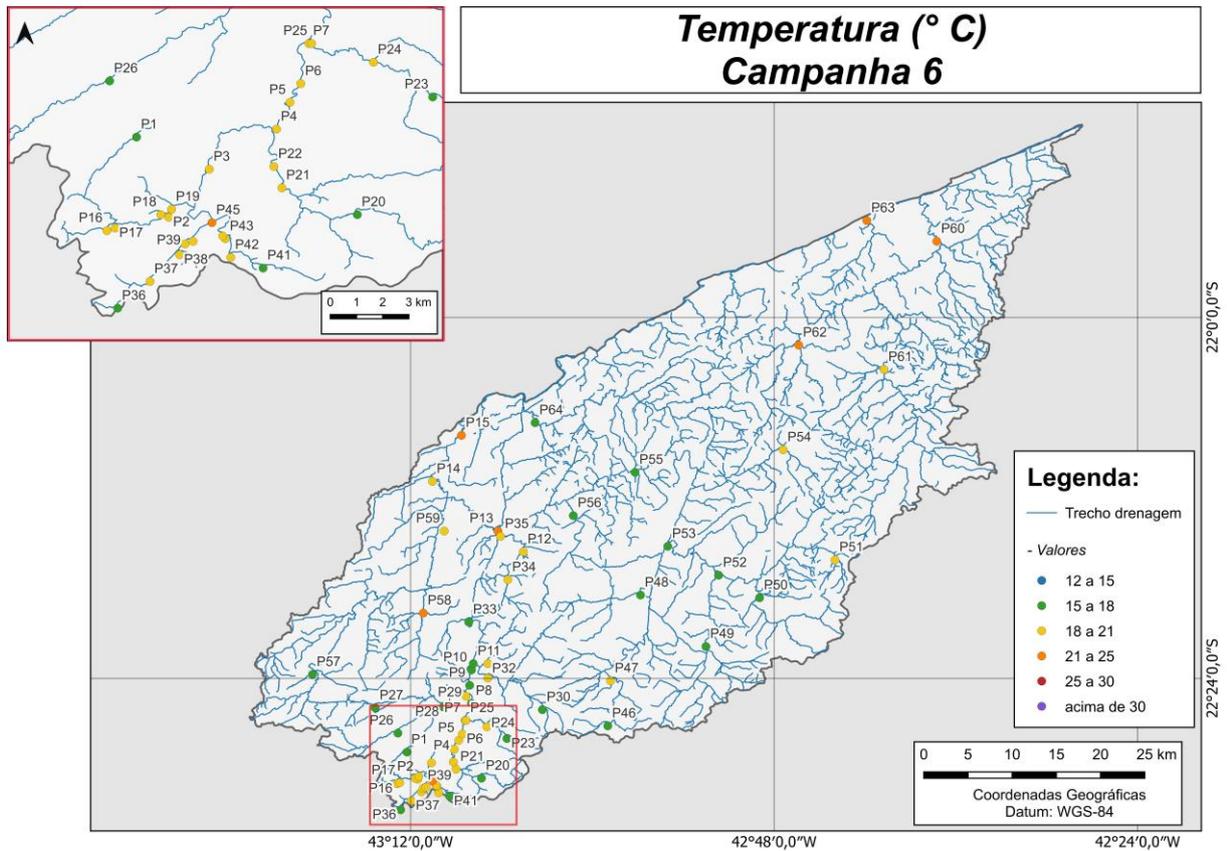


A média geral de temperatura para o 3º semestre de monitoramento foi de 20,3°C, sendo registrada uma diminuição em relação ao 2º semestre (22,8°C). Durante a 5ª campanha a média geral foi de 21,7°C, com variação entre 17,2°C (P59) e 24,1°C (P03 e P63). Já na 6ª campanha a média geral foi de 18,7°C, com mínima de 15,6°C (P10) e máxima 24,2°C (P15). Dentre as campanhas de monitoramento, foi possível observar a ocorrência de menores temperaturas na 2ª e 6ª campanhas e as maiores, na 3ª e 4ª campanhas, o que pode estar relacionado à sazonalidade. A distribuição espacial dos valores de temperatura registrados no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



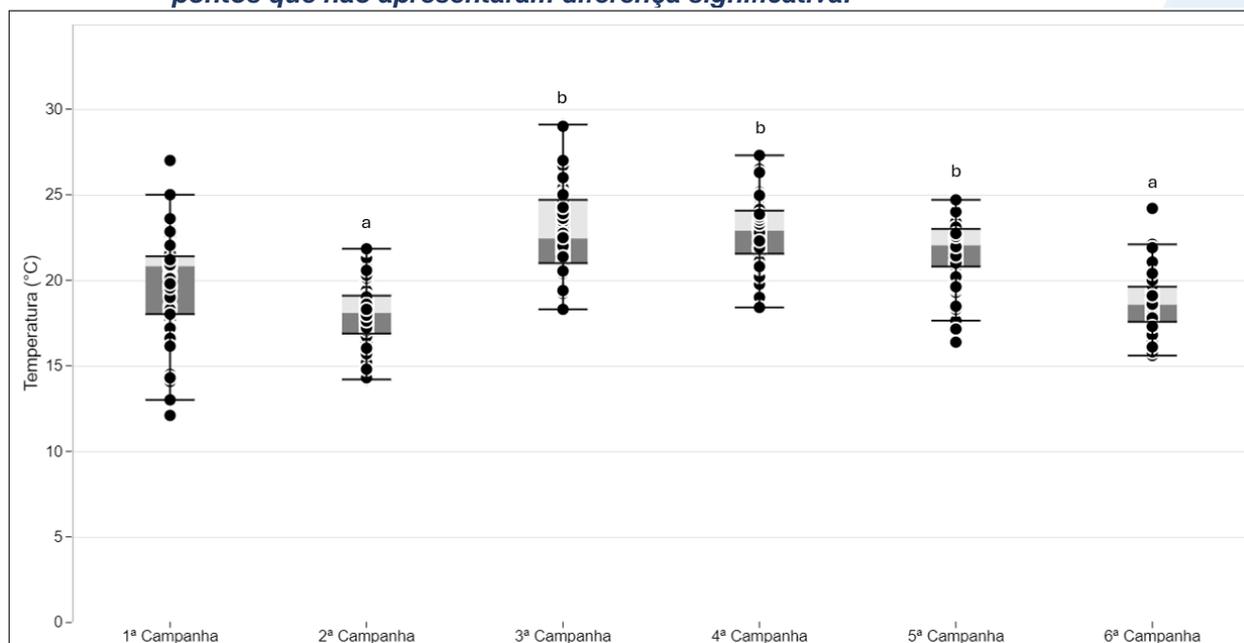
**Figura VI.9. Mapa representativo da distribuição espacial da temperatura registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



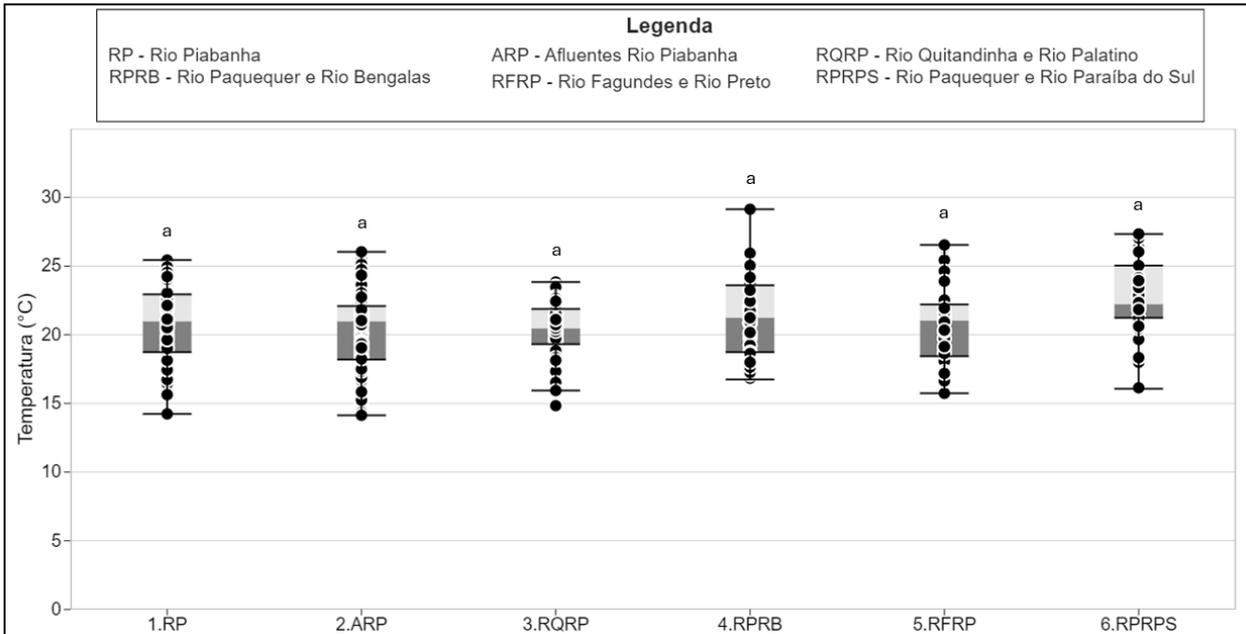
A sub-região que apresentou a maior média de temperatura ao longo do 3º semestre, foi a sub-região RPRPS (21,3°C) e a menor foi em RFRP (19,6°C). No 2º semestre foi a sub-região RPRPS (25,2°C) que apresentou a maior média e a RQRP (21,1°C) apresentou a menor. No 1º semestre a sub-região RPRPS também apresentou a maior temperatura média (21,3°C), enquanto ARP apresentou a menor (18,5°C). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.10 e Figura VI.11, respectivamente.

Para o parâmetro temperatura, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as campanhas de monitoramento, onde a 1ª campanha se diferiu significativamente das demais campanhas, já a 2ª e a 6ª campanhas de monitoramento apresentaram diferença significativa em relação às campanhas 3, 4 e 5. Em relação às sub-regiões, não foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre elas.

**Figura VI.10. Boxplots da temperatura, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença significativa.**



**Figura VI.11. Boxplots da temperatura, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento 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.

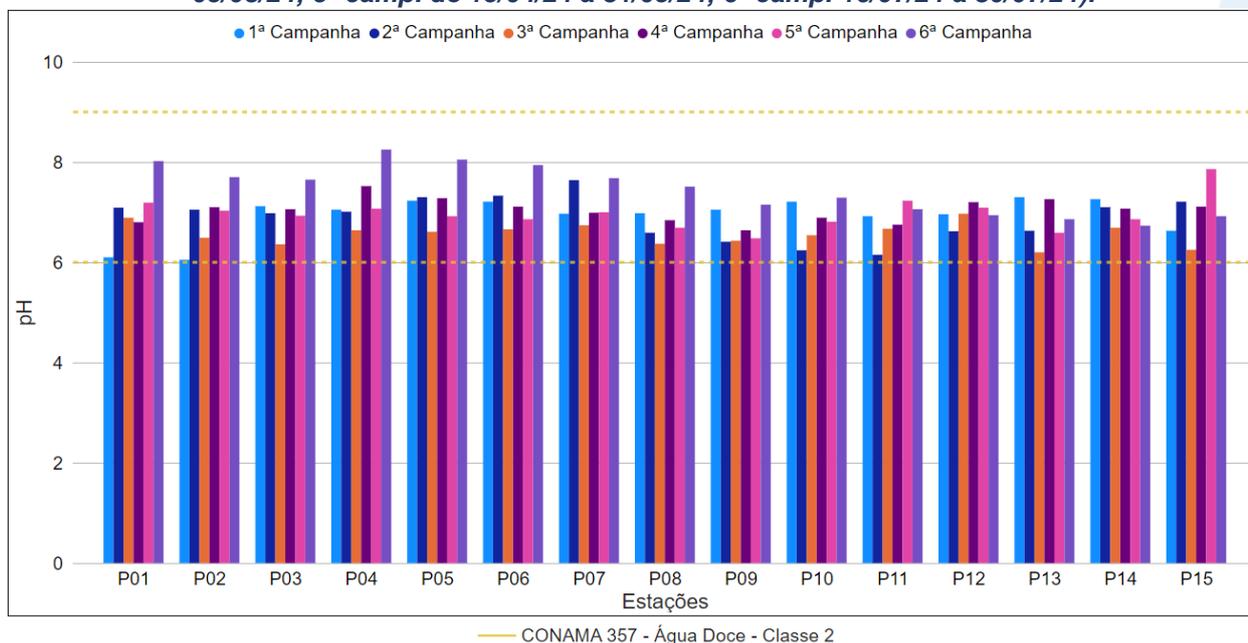
Os valores de pH registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

A sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.12) apresentou média de pH igual a 6,97 na 5ª campanha, com valor mínimo de 6,48 (P09) e máximo de 7,86 (P15). Na 6ª campanha a média foi de 7,45, com mínimo de 6,73 (P14) e máximo de 8,25 (P04). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24) foi observado que as médias de pH apresentaram variações sutis, sendo a maior média registrada na 6ª campanha (7,45) e a menor na 3ª campanha (6,57). 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 Piabanha.

**Figura VI.12. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º e 3º 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).**



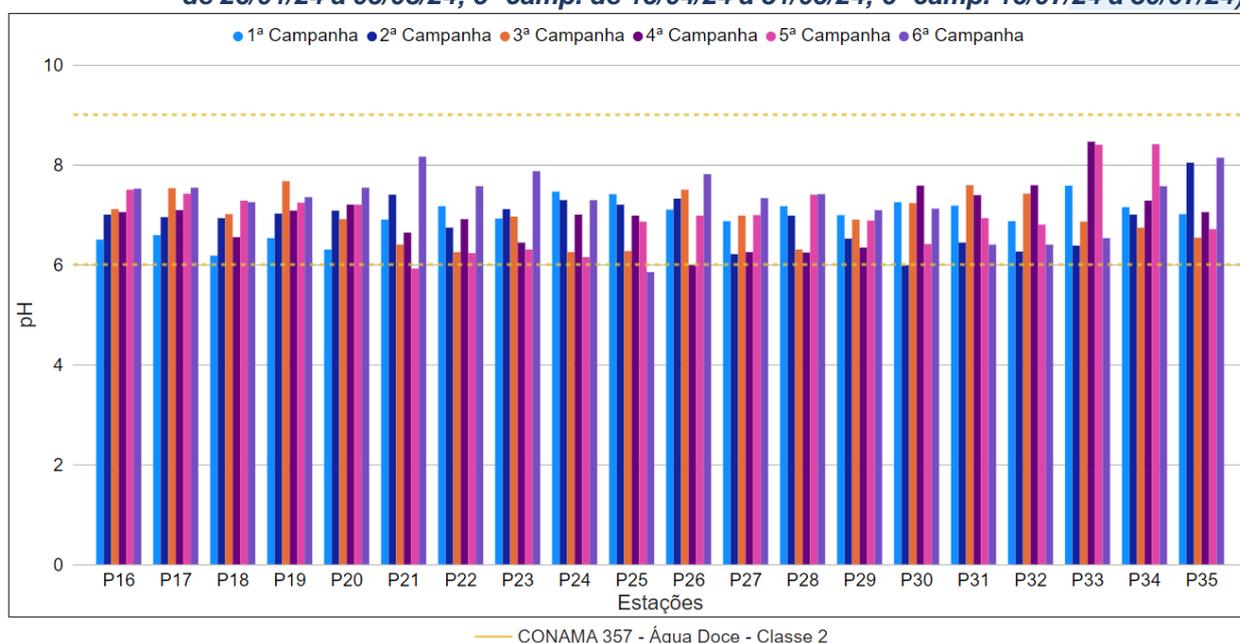
Na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.13) os pontos monitorados apresentaram na 5ª campanha valor médio de pH de 7,00, com variação entre 5,92 (P21) a 8,41 (P34). Na 6ª campanha, a média foi de 7,29, com mínimo de 5,85 (P25) e máximo de 8,16 (P21). Vale ressaltar que durante a 5ª e 6ª campanha de monitoramento os pontos amostrais P21 e P25 apresentaram, respectivamente, valores em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24) foi observado que as médias de pH apresentaram pouca variação entre as campanhas, sendo a maior média de pH registrada na 6ª campanha (7,29), 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 similar dos demais parâmetros monitorados. Entretanto 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 e 3º 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).**



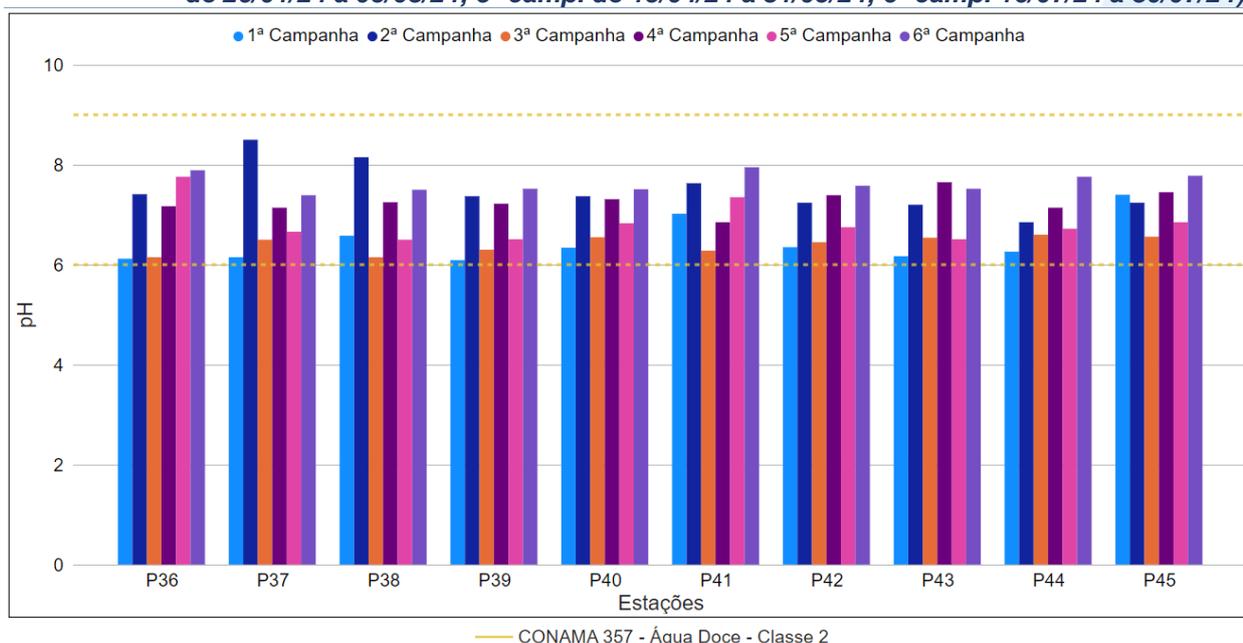
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP;

Figura VI.14) apresentou média de pH igual a 6,84 na 5ª campanha, com valor mínimo de 6,50 (P38) e máximo de 7,76 (P36). Na 6ª campanha a média foi de 7,64, com mínimo de 7,39 (P37) e máximo de 7,95 (P41). Vale ressaltar que, durante o 3º 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 julho/24) foi observado que as médias de pH apresentaram variações sutis, sendo a maior média de pH registrada na 6ª campanha (7,64) 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 e 3º 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).**

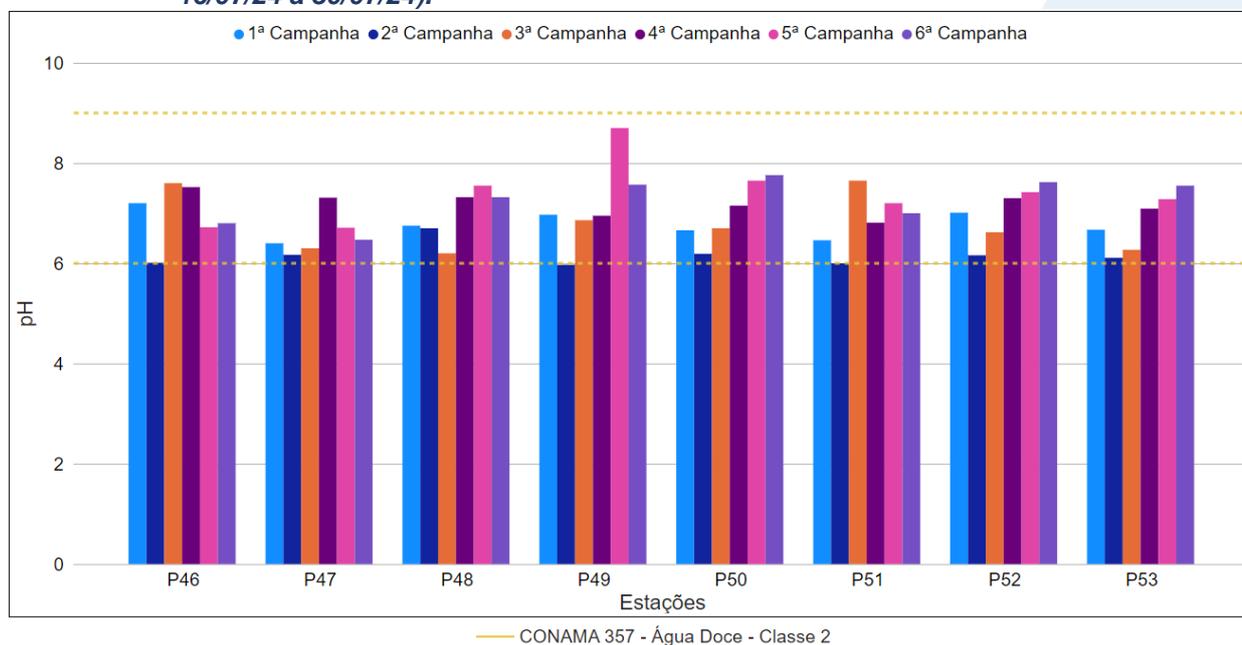


A sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.15) apresentou valor médio de pH igual a 7,40 na 5ª campanha, com valor mínimo de 6,71 (P47) e máximo de 8,70 (P49). Na 6ª campanha, a média foi de 7,26, com mínimo de 6,47 (P47) e máximo de 7,76 (P50). Vale ressaltar que, durante o 3º 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 julho/24), 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 e 3º 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).**



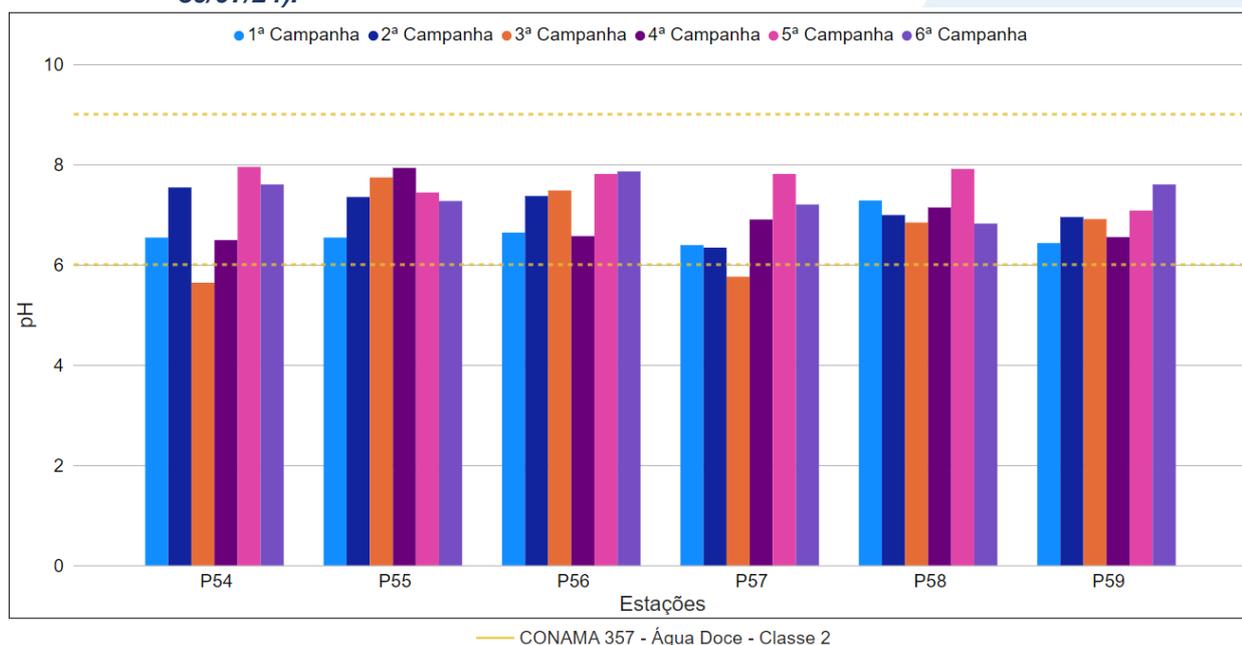
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.16) foi registrada, na 5ª campanha valor médio de pH de 7,67, com mínima de 7,08 (P59) e máxima de 7,95 (P54). Já durante a 6ª campanha foi registrada média de 7,39, com mínima de 6,82 (P58) e máxima de 7,86 (P56). Vale ressaltar que, durante o 3º 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 julho/24), 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 estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Logo, foi possível observar um aumento do número de amostras fora dos limites de referência no 2º

semestre de monitoramento (P54 e P57 – 3ª campanha), já que nos demais semestres não foram encontradas amostras em desacordo.

Vale ressaltar que, durante a 3ª campanha, P54 apresentou aumento de DBO, enquanto P57 apresentou maiores concentrações de nitrato e nitrogênio amoniacal. Além disso, em P57 não há registros de fontes antrópicas, já em P54 há registro de atividades diversas. Sendo assim, essa alteração no comportamento do corpo hídrico pode estar relacionada a essas atividades diversas e atividades não registradas, visto que não houve variação de acordo com o índice pluviométrico e com a vazão registrada nas campanhas ímpares.

**Figura VI.16. Distribuição de pH registrado no 1º, 2º e 3º 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).**

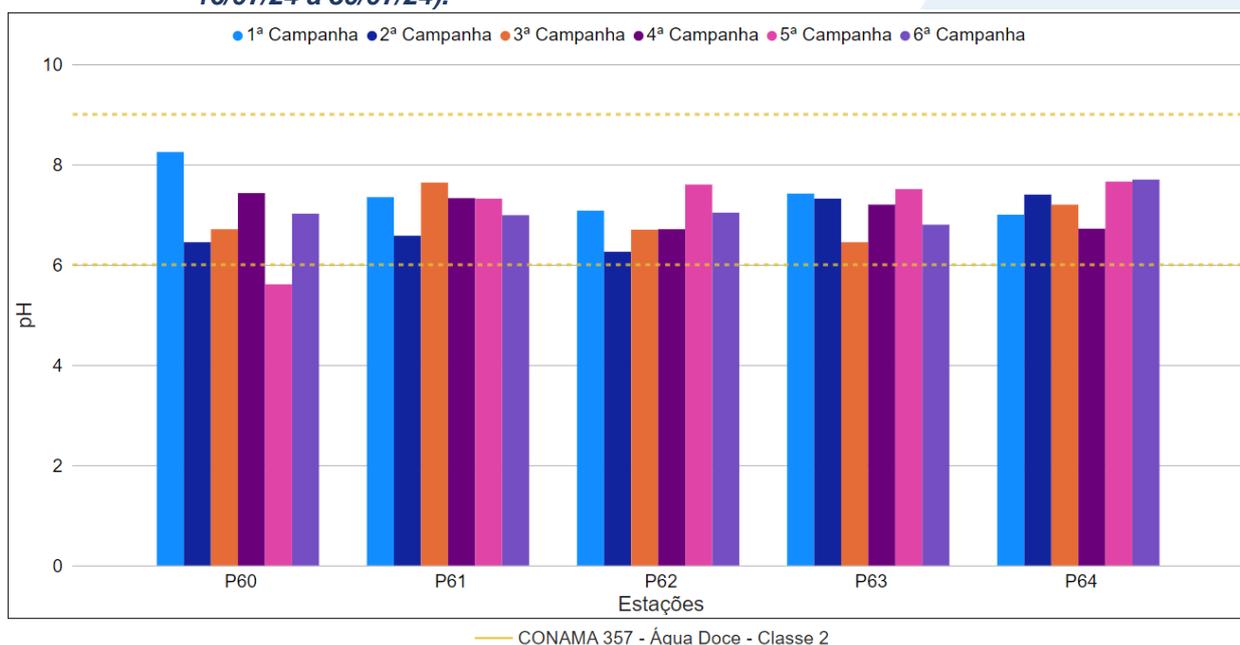


A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.17) apresentou valor médio de pH de 7,14 na 5ª campanha de monitoramento, com mínima de 5,61 (P60) e máxima de 7,66 (P64). Na 6ª campanha de monitoramento a média foi de 7,11, com mínimo de 6,80 (P63) e máximo de 7,70 (P64). Vale ressaltar que, durante o 3º 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 julho/24), a 1ª campanha apresentou a maior concentração média de pH (7,42), 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 e 3º 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).**

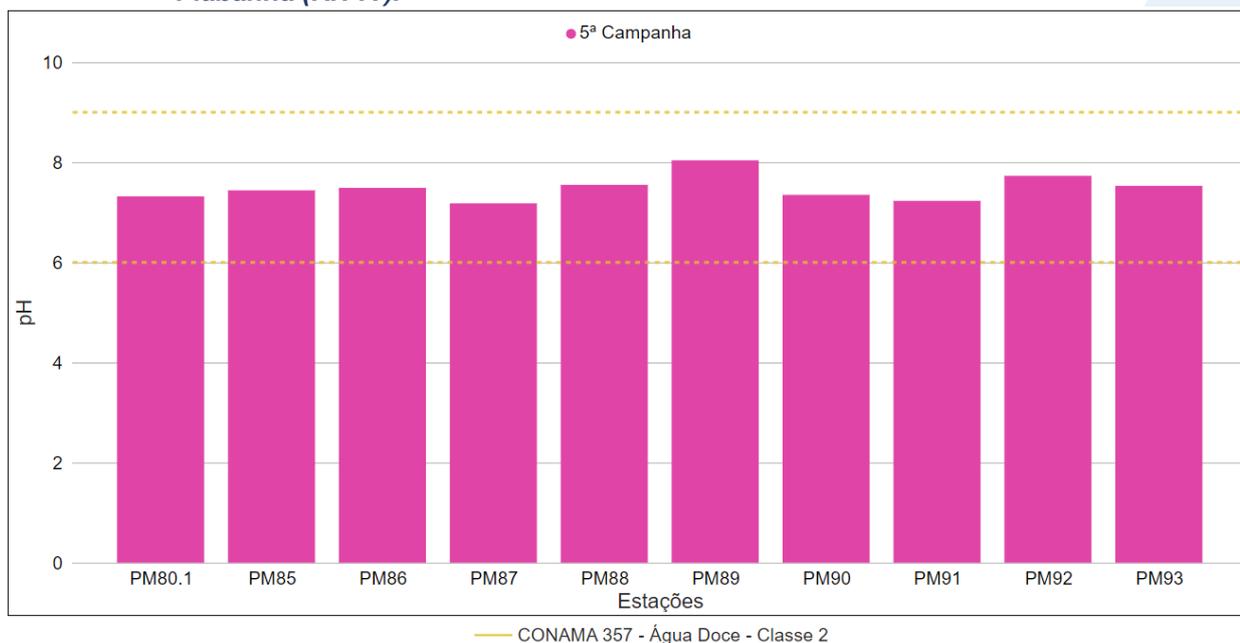


Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha apresentaram valor médio de pH de 7,49, sendo o mínimo registrado de 7,18 (PM87) e máximo de 8,04 (PM89) (Figura VI.18).

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. Entretanto, dentre os pontos móveis monitorados no 2º semestre, houve registro de uma amostra em desacordo com a legislação de referência.

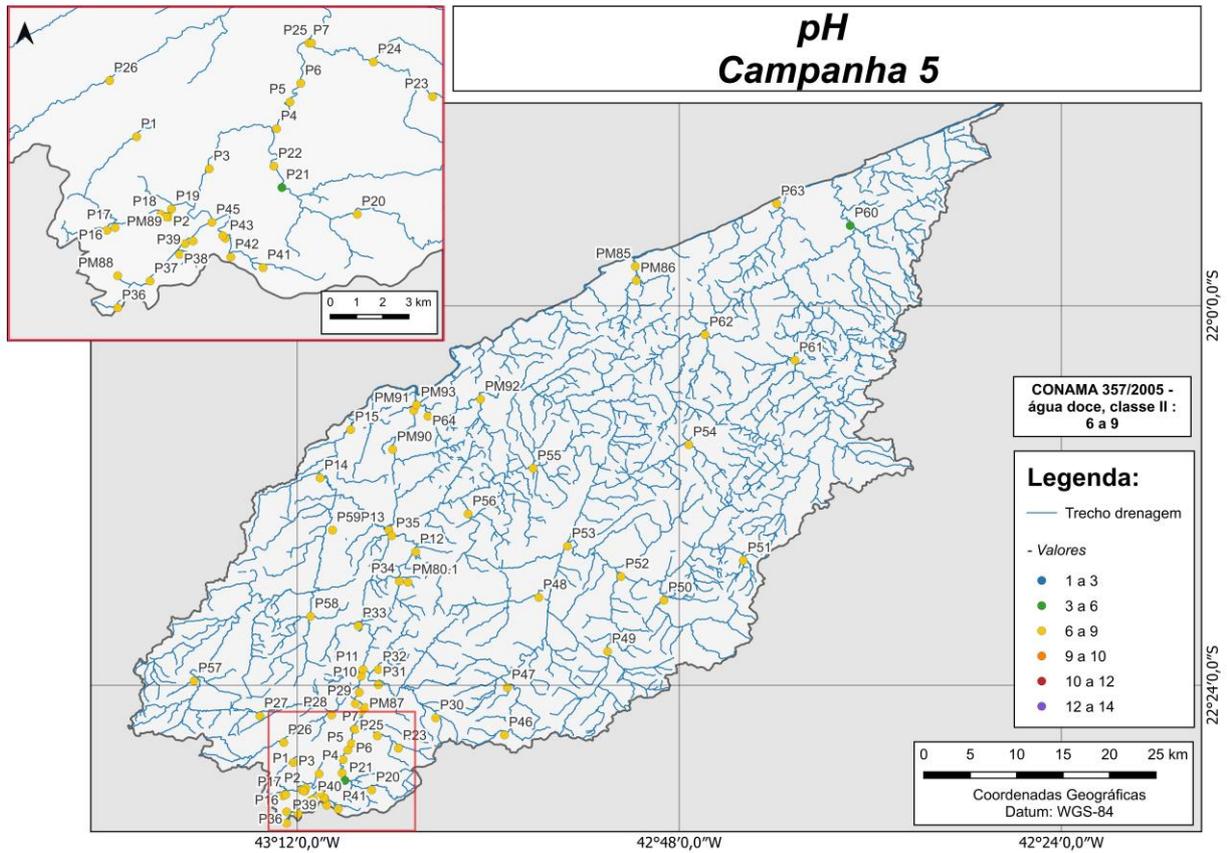
De modo geral, durante a 2ª e 3ª campanha foi registrado o maior número de amostras com valores fora dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05 para pH.

**Figura VI.18. Distribuição de pH registrado no 3º semestre (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

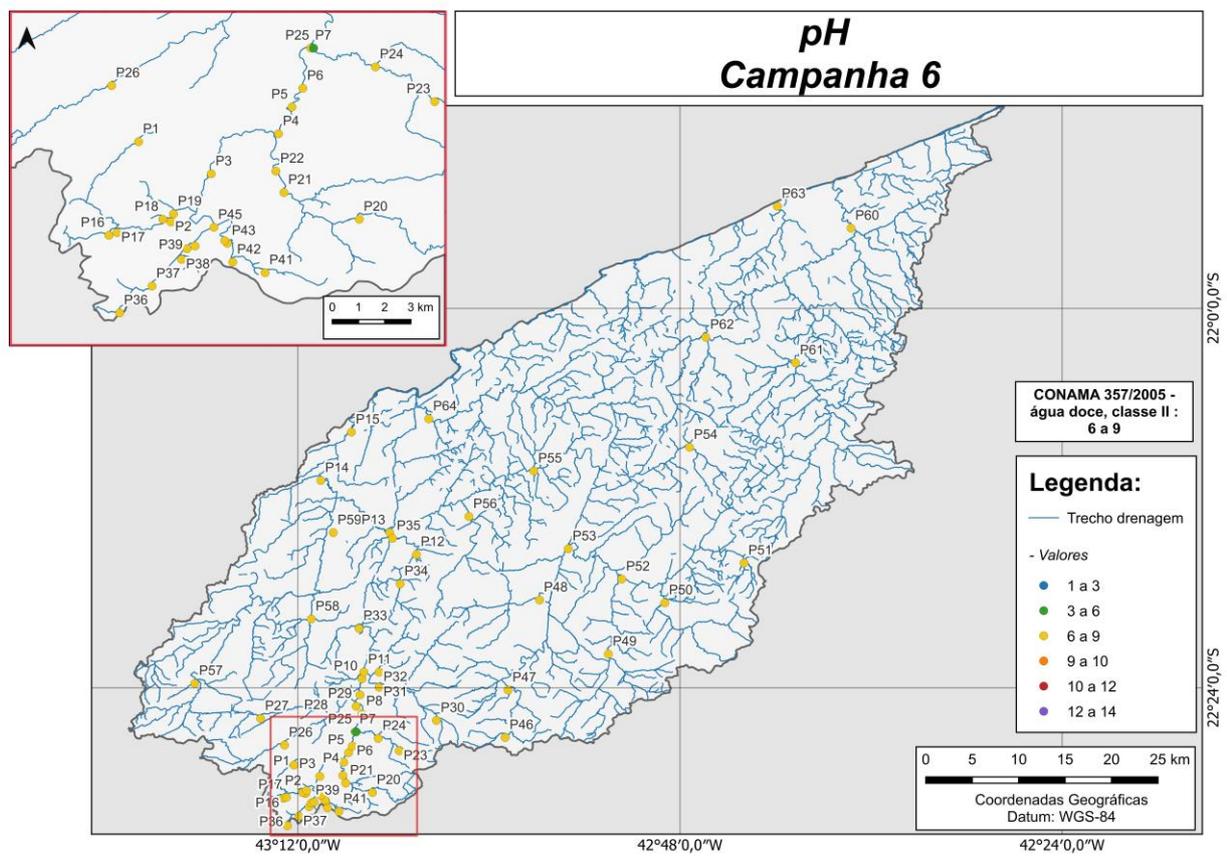


A média geral do parâmetro pH para o 3º semestre de monitoramento foi de 7,25, sendo observado um sutil aumento em relação aos demais semestres de monitoramento. Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 7,09, com variação entre 5,61 (P60) e 8,70 (P49). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 7,37 com variação entre 5,85 (P25) e 8,25 (P04). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (7,37), enquanto a 3ª campanha apresentou a menor (6,72). A distribuição espacial dos valores de pH encontrados no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



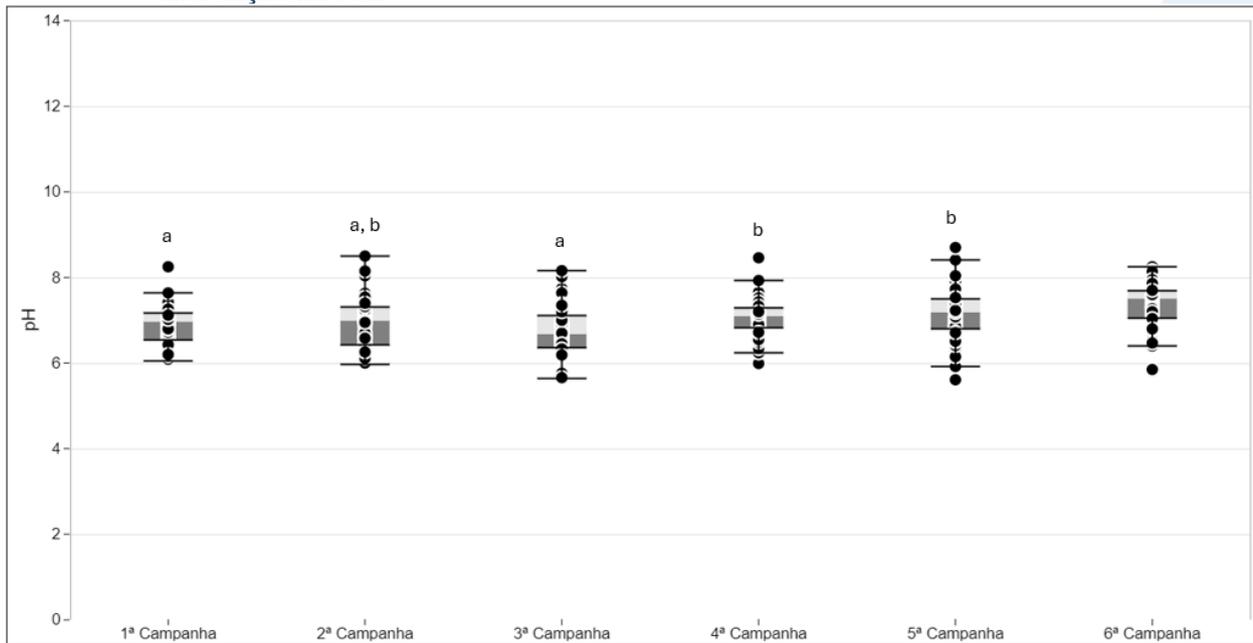
**Figura VI.20. Mapa representativo da distribuição espacial do pH registrado na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



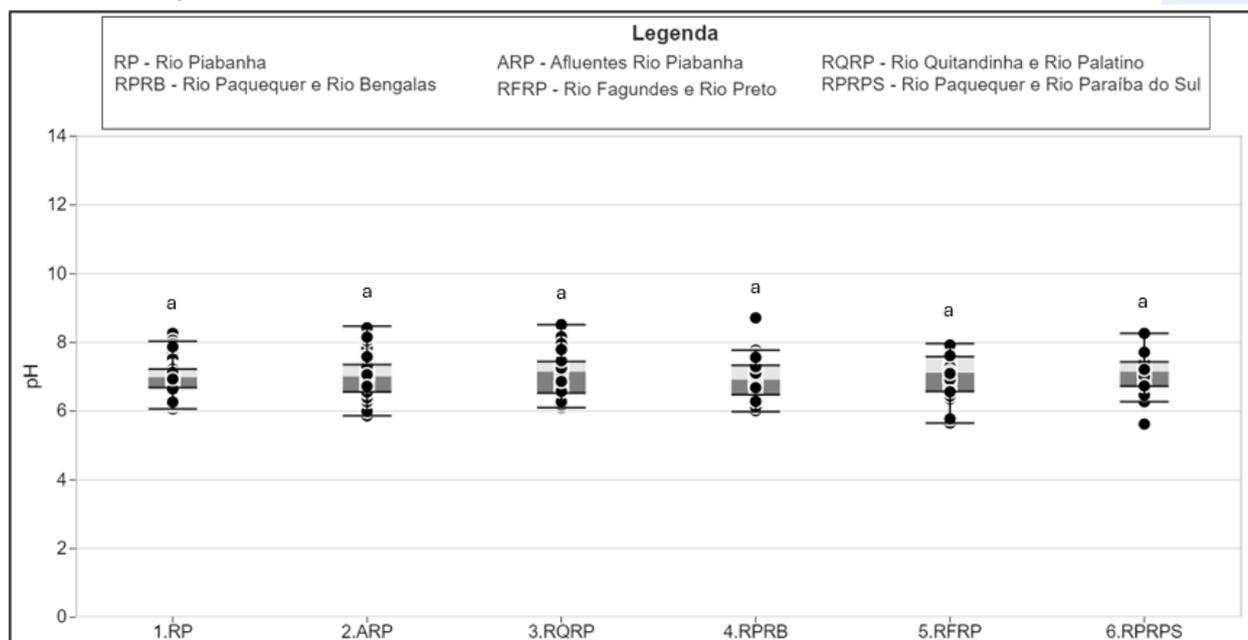
A sub-região que apresentou a maior média de pH ao longo do 3º semestre foi RFRP (7,53) e a que apresentou a menor foi RPRPS (7,13). No 2º semestre a sub-região RPRPS apresentou o maior valor médio (7,01) e a sub-região RP a menor (6,80). Já no 1º semestre a sub-região RPRPS apresentou a maior (7,11) e RPRB a menor (6,46). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento é apresentada na Figura VI.23 e Figura VI.22, respectivamente.

Para o parâmetro pH, foi encontrada diferença significativa entre as campanhas ( $p > 0,05$ ), com a 4ª e 5ª campanha se diferenciando da 1ª e 3ª campanha, enquanto a 6ª campanha diferiu das demais campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, não foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre elas.

**Figura VI.21. Boxplots de pH, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.**



**Figura VI.22. Boxplots de pH, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



### VI.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 n° 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.

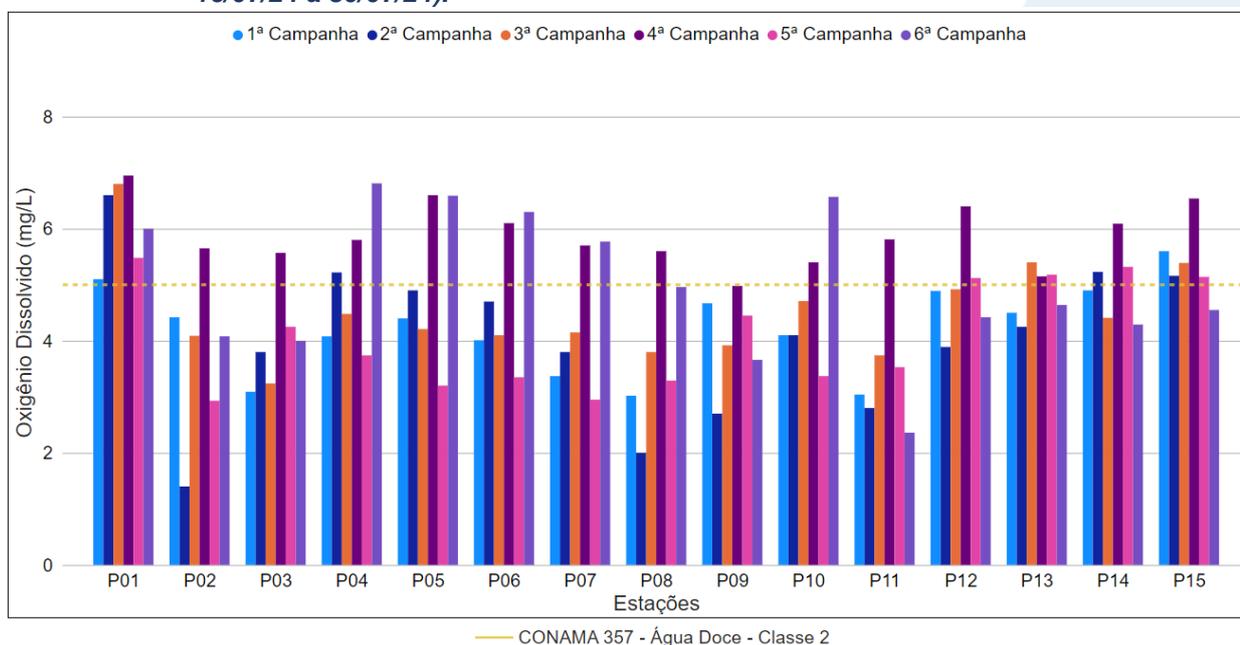
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.23), a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,09 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 2,93 mg/L (P02) e máxima de 5,48 mg/L (P01). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 5,00 mg/L, com mínima de 2,36 mg/L (P11) e máxima de 6,81 mg/L (P04). Vale ressaltar que durante a 5ª campanha de monitoramento apenas os pontos amostrais P01, P12, P13, P14 e P15 atenderam ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05. Já durante a 6ª campanha apenas os pontos P01, P04, P05, P06, P07 e P10 apresentaram resultados de acordo com o limite estabelecido pela legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (5,89 mg/L), já a 2ª e 5ª campanhas 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 n° 357/05 para oxigênio dissolvido. Já as demais campanhas apresentaram quantidade de amostras em desacordo semelhante, variando entre 09 amostras na 6ª 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, 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, pois estes parâmetros apresentaram variações similares às observadas para oxigênio dissolvido. Além disso, durante a 2ª, 5ª e 6ª campanhas foram registrados os menores índices pluviométricos, podendo contribuir para uma maior concentração dos efluentes destinados para estes corpos hídricos. Além disso, não foi observada uma variação das concentrações de oxigênio dissolvido em relação a vazão monitorada nas campanhas ímpares.

**Figura VI.23. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



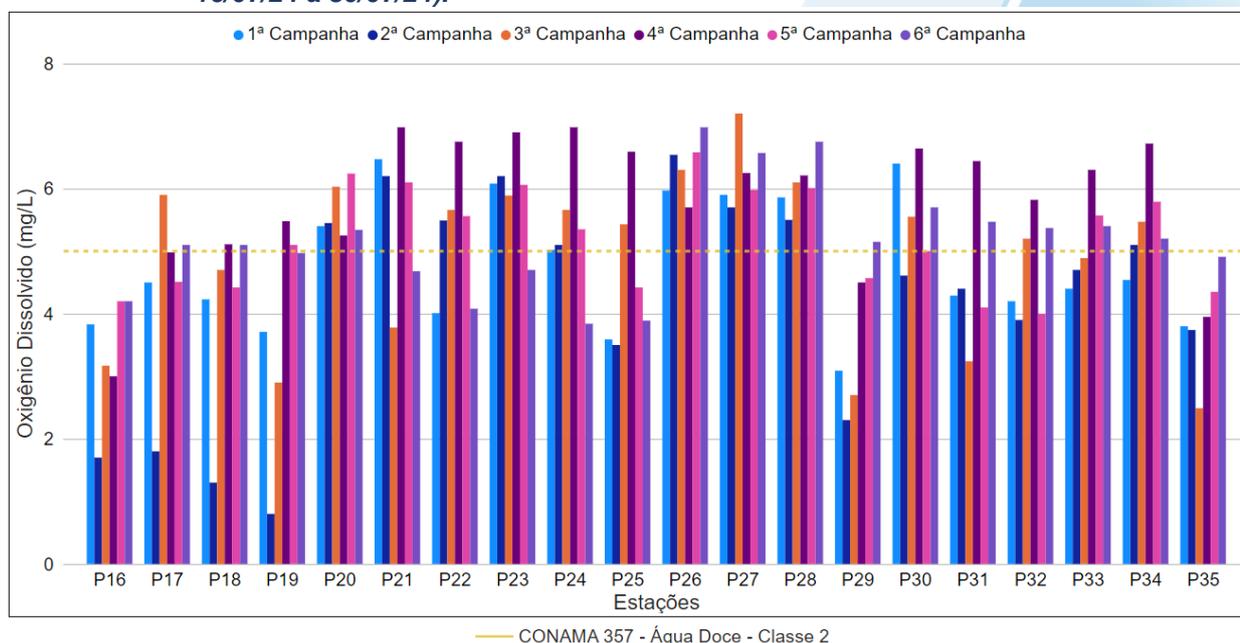
Os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.24), durante a 5ª campanha apresentaram valor médio de oxigênio dissolvido de 5,20 mg/L, com variação entre 4,00 mg/L (P32) e 6,58 mg/L (P26). A média registrada na 6ª campanha foi de 5,17 mg/L, com mínima de 3,84 mg/L (P24) e máxima de 6,98 mg/L (P26). Os pontos amostrais P16, P17, P18, P25, P29, P31, P32 e P35 na 5ª campanha e os pontos amostrais P16, P19, P21, P22, P23, P24, P25 e P35 apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de oxigênio dissolvido (5,83 mg/L) e a 2ª campanha, a menor (4,20 mg/L). De modo geral, foi observado um

aumento das amostras que apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 para oxigênio dissolvido em relação à 4ª campanha, na qual foi registrado um total de quatro amostras em desacordo. Sendo assim, é possível observar um aumento do número de amostras em desacordo com a legislação de referência no 3º semestre (19 amostras).

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. Vale ressaltar que estes pontos apresentaram maiores 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 e 3º 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).**



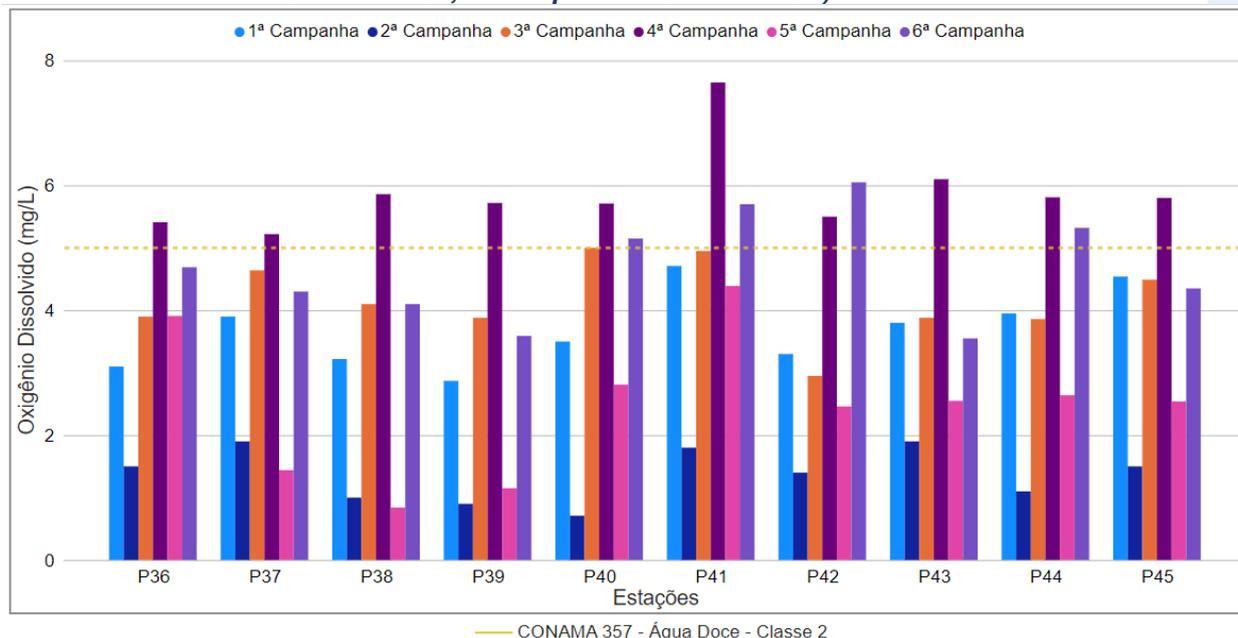
A sub-região do Rio Quitandinha e Palatino (RQRP; Figura VI.25) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 2,47 mg/L, com mínima de 0,84 mg/L (P38) e máxima de 4,39 mg/L (P41) durante a 5ª campanha. Já na 6ª campanha de

monitoramento, apresentou média de 4,68 mg/L, com variação entre 3,55 mg/L (P43) e 6,05 mg/L (P42). Todas as amostras da 5ª campanha apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Entretanto, na 6ª campanha de monitoramento, houve um aumento das concentrações, na qual P40, P41, P42 e P44 apresentaram valores acima do limite preconizado pela legislação.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 e 3º 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).**



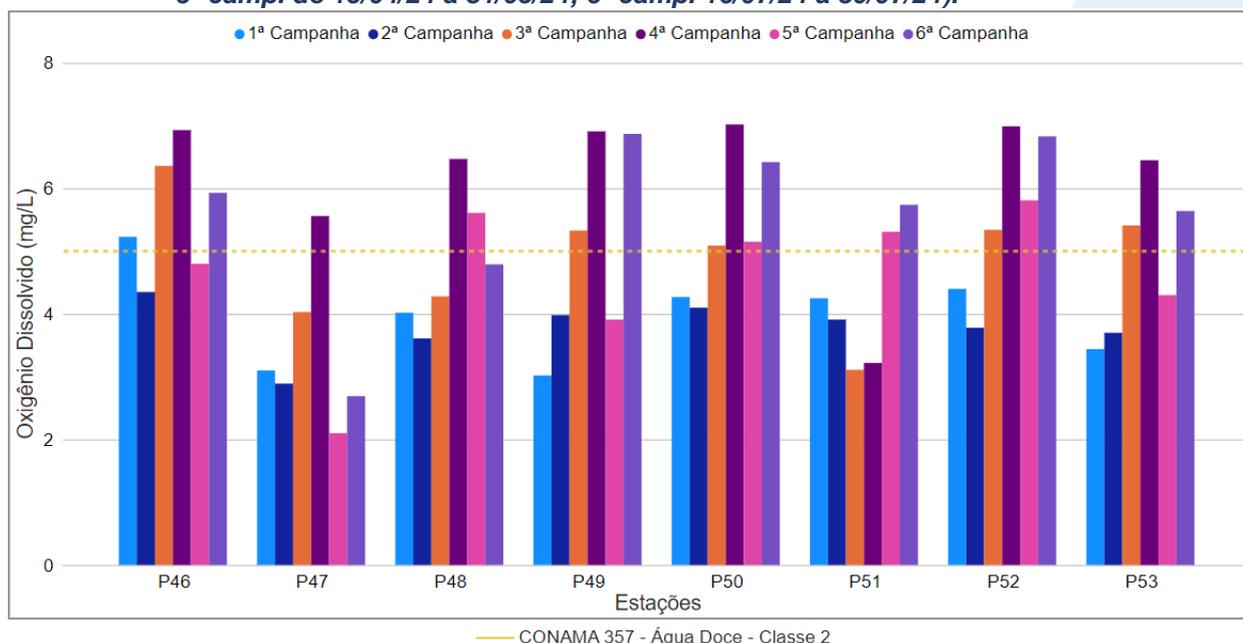
Na sub-região do Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.26), a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,62 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 2,10 mg/L (P47) e máxima de 5,81 mg/L (P52). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 5,61 mg/L, com mínima de 2,69 mg/L (P47) e máxima de 6,87 mg/L (P49). Além disso, nos pontos monitorados P46, P47, P49 e P53 as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 na 5ª campanha. Já na 6ª campanha P47 e P48 apresentaram concentrações em desacordo com a legislação.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 e 3º 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).**



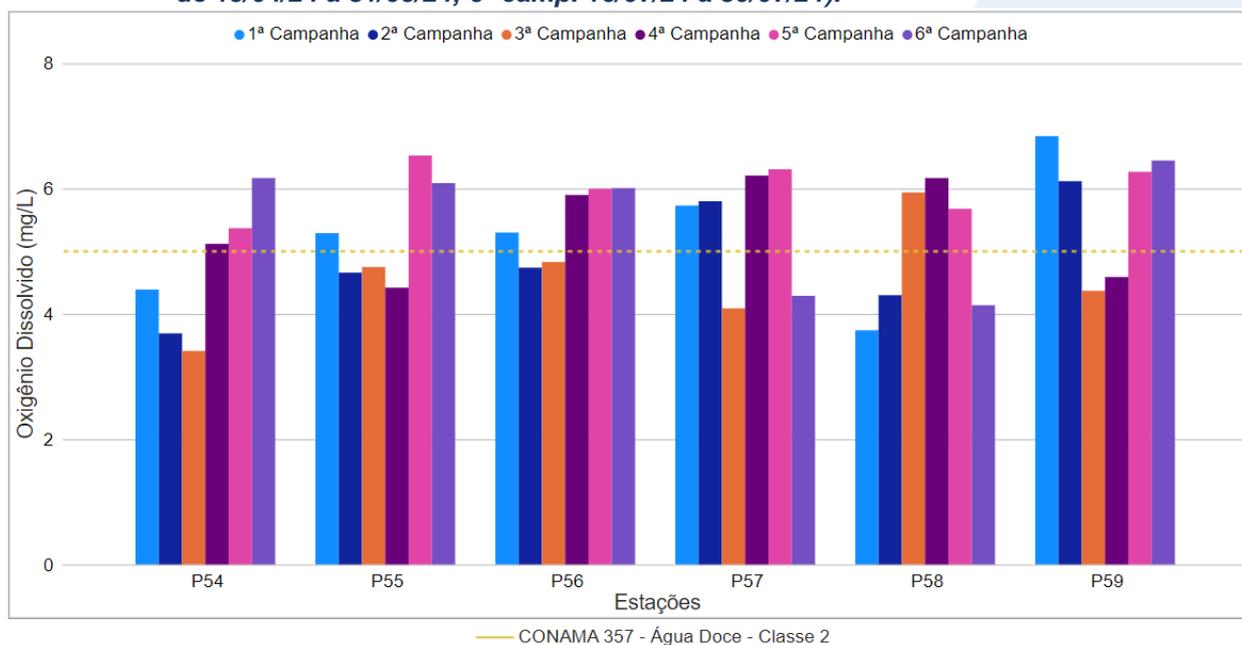
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.27) foi registrada, na 5ª campanha, concentração média de oxigênio dissolvido de 6,03 mg/L, com mínima de 5,37 mg/L (P54) e máxima de 6,53 mg/L (P55). Já durante a 6ª campanha foi registrada média de 5,53 mg/L, mínima de 4,14 mg/L (P58) e máxima de 6,45 mg/L (P59). Os pontos P57 e P58 apresentaram concentrações em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 durante a 6ª campanha.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, durante o 3º semestre houve uma redução do número de amostras que apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para oxigênio dissolvido, não sendo

registrada nenhuma amostra em desacordo durante a 5ª campanha e apenas duas durante a 6ª campanha.

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 e 3º 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).**



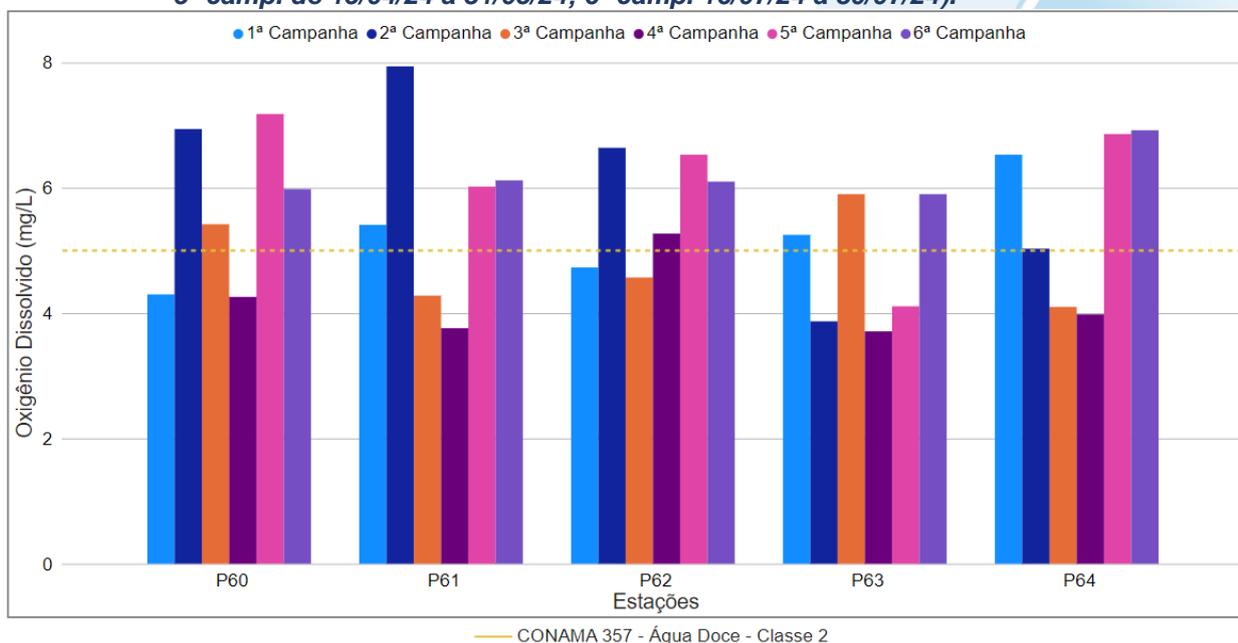
A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.28) apresentou concentração média de oxigênio dissolvido de 6,14 mg/L durante a 5ª campanha, com variação entre 4,11 mg/L (P63) e 7,18 mg/L (P60). Durante a 6ª campanha, a concentração média obtida foi de 6,20 mg/L, com mínima de 5,90 mg/L (P63) e máxima de 6,92 mg/L (P64). Durante o 3º semestre de monitoramento, apenas P63 na 5ª campanha apresentou concentração de oxigênio dissolvido em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 n° 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 (3ª 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 e 3º 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).**

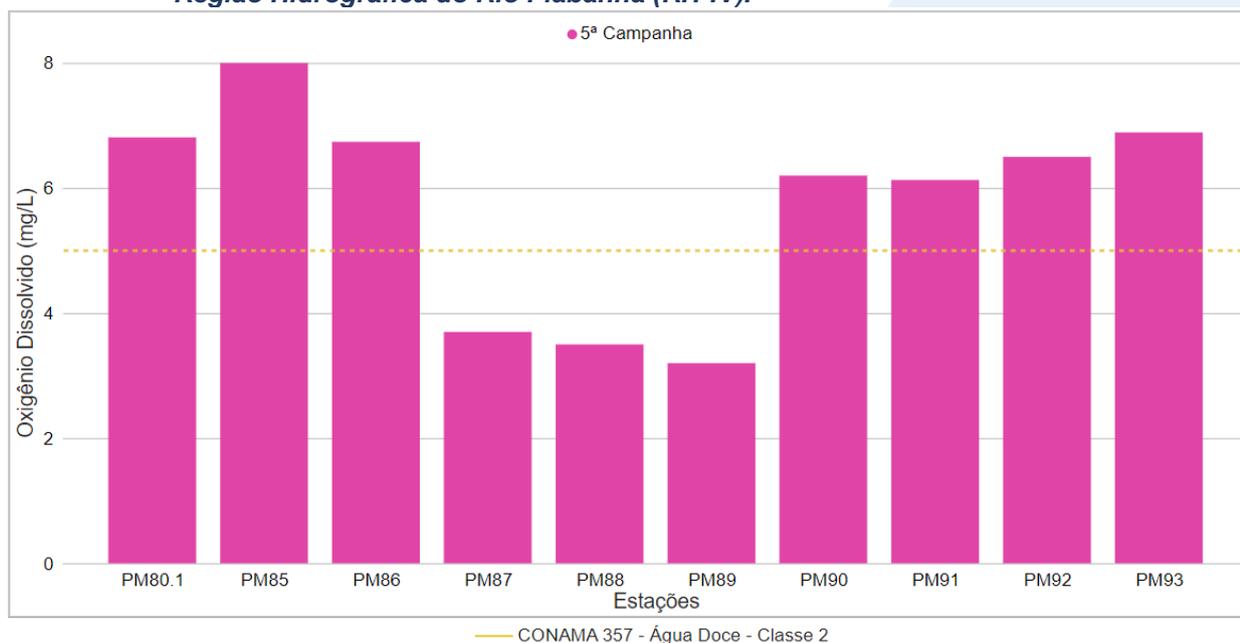


Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha apresentaram concentração média de oxigênio dissolvido de 5,47 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 3,20 mg/L (PM89) e máxima de 6,89 mg/L (PM93) (Figura VI.29).

Vale ressaltar que na presente campanha os pontos móveis PM87, PM88 e PM89 apresentaram valores de oxigênio dissolvido em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Os pontos móveis PM87, PM88 e PM89 também apresentaram as maiores concentrações de coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal, SST e turbidez. Além disso, cabe salientar que estes pontos estão inseridos em uma área com adensamento populacional e registro de diversas atividades com potencial de poluição, como aporte de efluente sanitário e industrial para os corpos hídricos. Sendo assim, a menor concentração de oxigênio dissolvido e o aumento da concentração dos parâmetros citados acima, podem estar relacionados com o aporte de efluentes nessa sub-região.

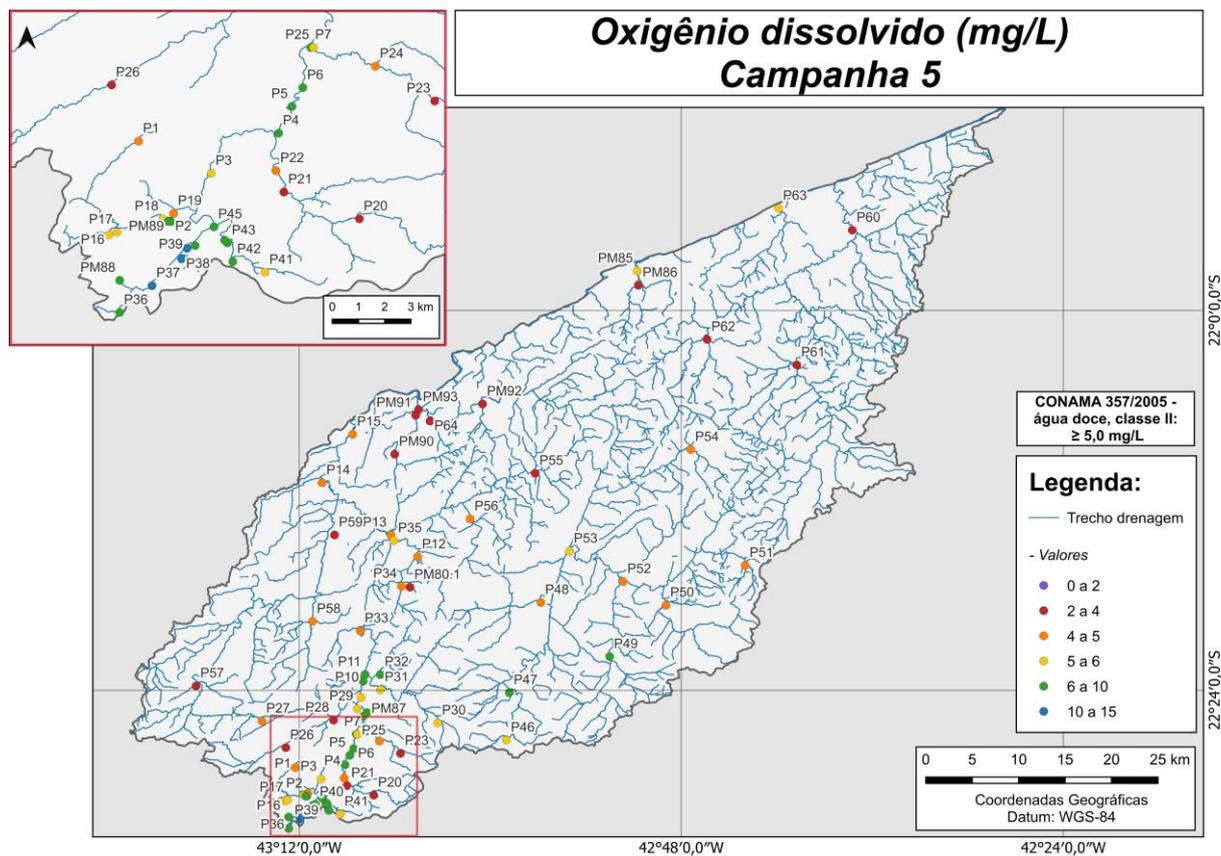
**Figura VI.29. Distribuição da concentração de oxigênio dissolvido registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**



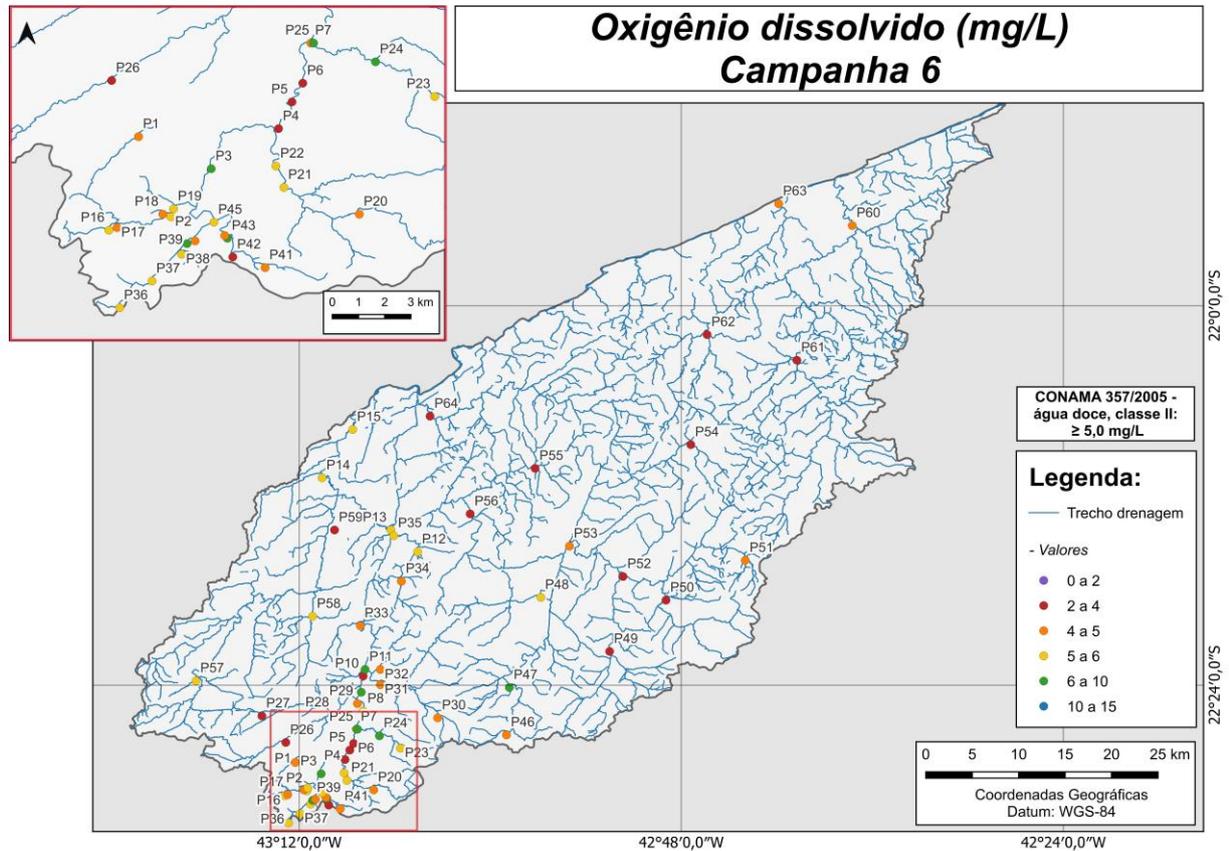
Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de oxigênio dissolvido de 4,95 mg/L no 3º semestre, sendo registrada no 2º semestre a maior média geral (5,23 mg/L). Na 5ª campanha, a média geral foi de 4,59 mg/L, com variação entre 0,84 mg/L (P38) e 7,18 mg/L (P60). Já na 5ª campanha, a média foi de 5,22 mg/L com variação entre 2,36 mg/L (P11) e 6,98 mg/L (P26). 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



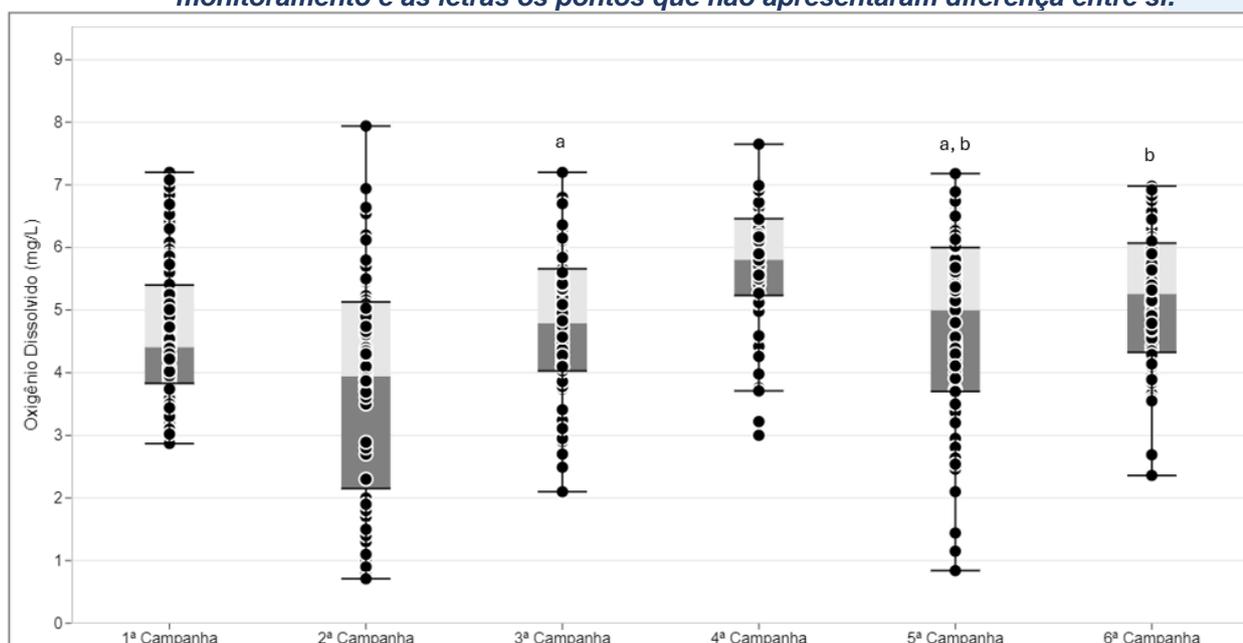
**Figura VI.31. Mapa representativo da distribuição espacial das concentrações de oxigênio dissolvido registradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



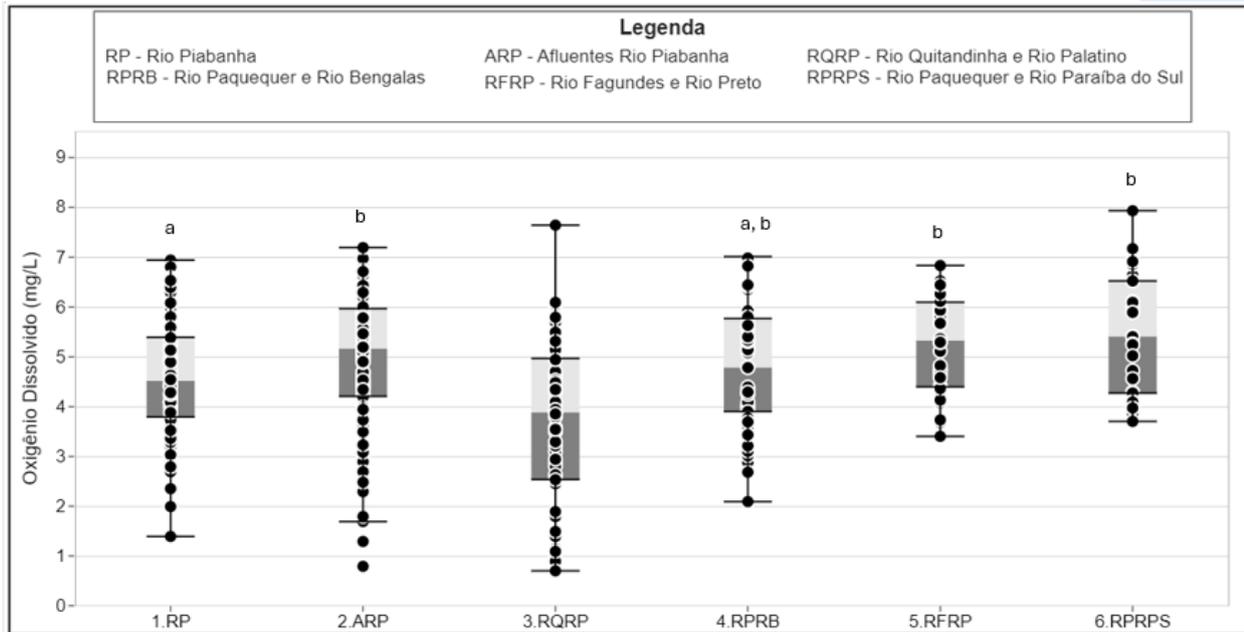
A sub-região que apresentou a maior média de oxigênio dissolvido ao longo do 1º semestre foi a sub-região RPRPS (5,66 mg/L) e RQRP, a menor (2,53 mg/L), enquanto no 2º semestre RPRB (5,53 mg/L) apresentou a maior média e a RPRPS, a menor (4,53 mg/L). Já no presente semestre, RPRPS apresentou a maior média de oxigênio dissolvido (6,20 mg/L) e RQRP, a menor (2,47 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.32 e Figura VI.33, respectivamente.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, todas as campanhas de monitoramento apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ), com exceção da 5ª campanha que não apresentou diferença significativa para a 3ª e 6ª campanha. Em relação às sub-regiões, foi identificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre RQRP e as demais campanhas, e entre RP e as demais campanhas, com exceção de RPRB.

**Figura VI.32. Boxplots de oxigênio dissolvido, por campanha, durante as campanhas, registradas durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento 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 e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.**



#### VI.1.1.4 Condutividade

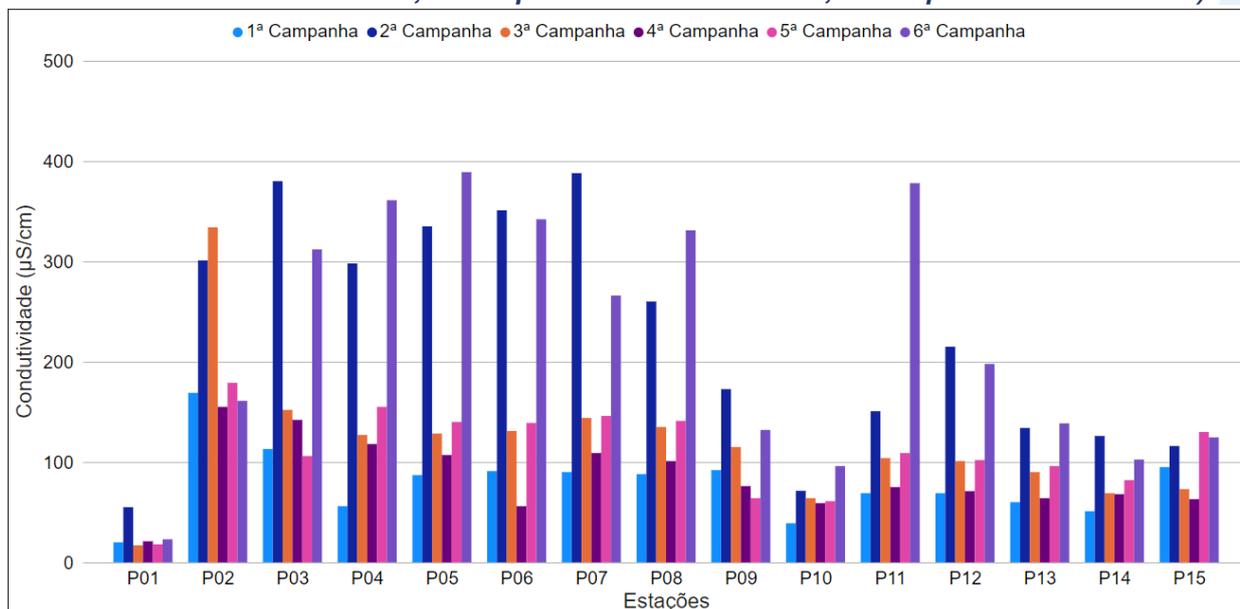
A condutividade representa o potencial que a água possui de conduzir a corrente elétrica. A concentração de íons juntamente com a temperatura indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, sendo assim uma medida indireta da mensuração de poluentes no ambiente. Um aumento nesse parâmetro representa 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 111,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na 5ª campanha, com variação entre 18,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (P01) e 179,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (P02). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 223,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com mínima de 23,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (P01) e máxima de 389,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (P05).

Ao considerar os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a julho/24), a 2ª e a 6ª campanhas apresentaram a maior média de condutividade (223,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e a 1ª campanha, a menor média (79,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Estes valores contribuíram para que o 1º e 3º semestres apresentassem maiores valores de condutividade, indicando um possível aumento dos íons dissolvidos, que podem estar relacionados ao aumento da alcalinidade, SDT e do índice pluviométrico nesta sub-região. 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.

**Figura VI.34. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



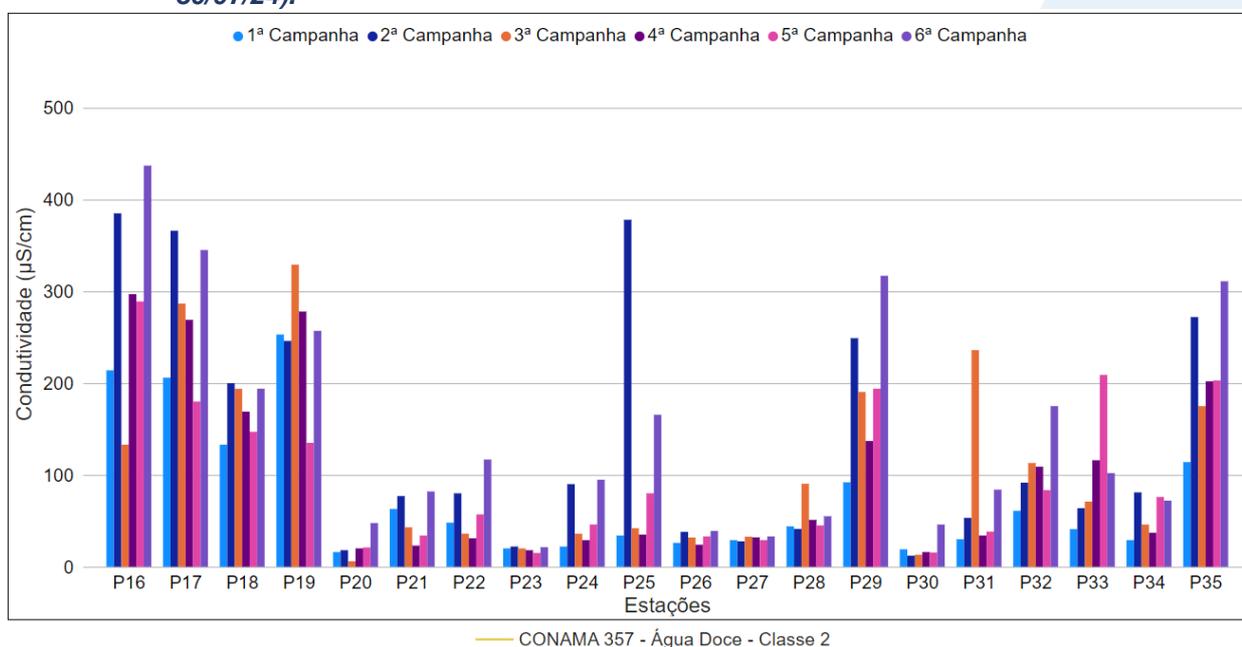
A sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.35) apresentou durante a 5ª campanha valor médio de condutividade de 96,5  $\mu\text{S/cm}$ , com mínima de 15,0  $\mu\text{S/cm}$  (P23) e máxima de 289,0  $\mu\text{S/cm}$  (P16). A 6ª campanha apresentou valor médio de 149,8  $\mu\text{S/cm}$ , com mínima de 21,3  $\mu\text{S/cm}$  (P23) e máxima de 437,0  $\mu\text{S/cm}$  (P16).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou maior média de condutividade (149,8  $\mu\text{S/cm}$ ) e a 1ª campanha a menor (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.

**Figura VI.35. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



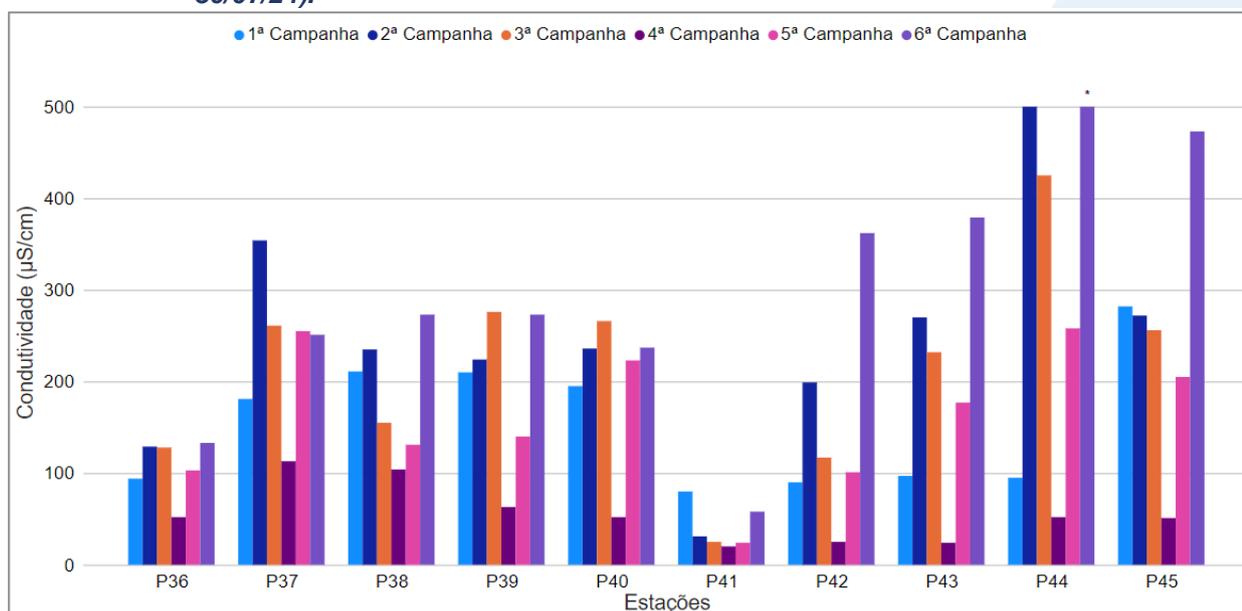
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.36) apresentou valor médio de condutividade de 161,7  $\mu\text{S/cm}$ , com mínimo de 24,0  $\mu\text{S/cm}$  (P41) e máximo de 258,0  $\mu\text{S/cm}$  (P44) durante a 5ª campanha. Na 6ª campanha foi registrado valor médio de 299,3  $\mu\text{S/cm}$ , com variação entre 58,0  $\mu\text{S/cm}$  (P41) e 554,0  $\mu\text{S/cm}$  (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de condutividade (299,3  $\mu\text{S/cm}$ ) 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 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. 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 e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 500 µS/cm

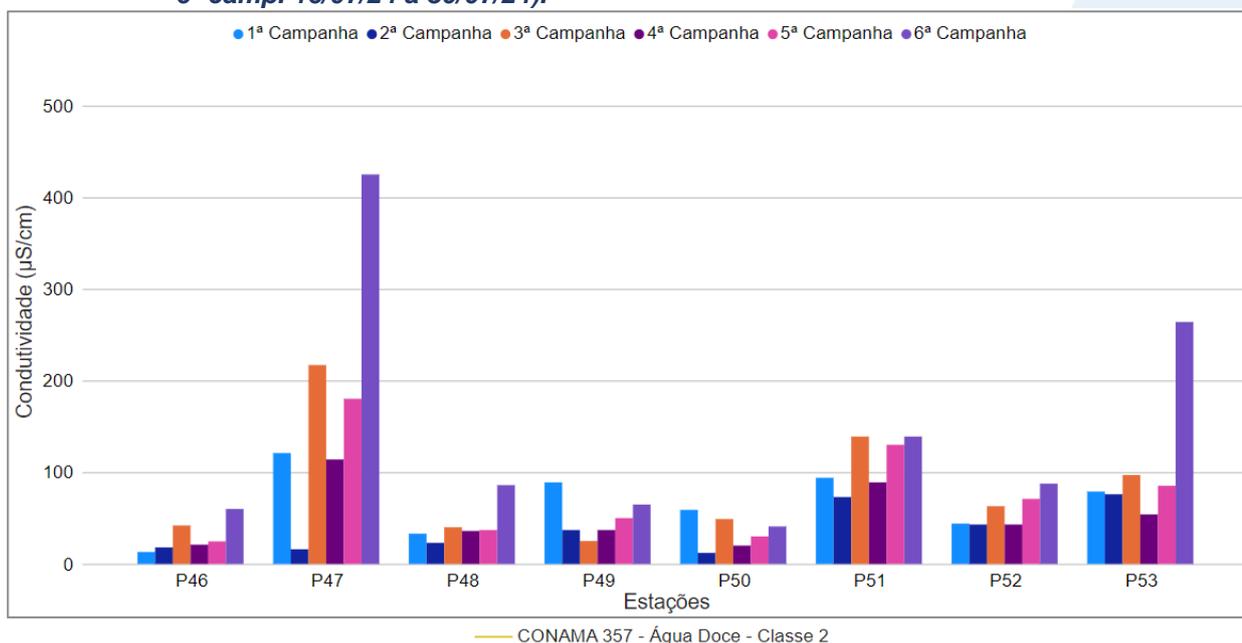
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio Bengalas (RPRB; Figura VI.37), a média de condutividade na 5ª campanha foi de 76,0 µS/cm, com mínima de 24,6 µS/cm (P46) e máxima de 180,2 µS/cm (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 145,9 µS/cm, com mínima de 40,9 µS/cm (P50) e máxima de 425,0 µS/cm (P47).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 e P53, que apresentaram maior variação e concentração na 6ª campanha de monitoramento. Esse aumento acentuado registrado nestes pontos pode

estar relacionado 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 e 3º 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).**



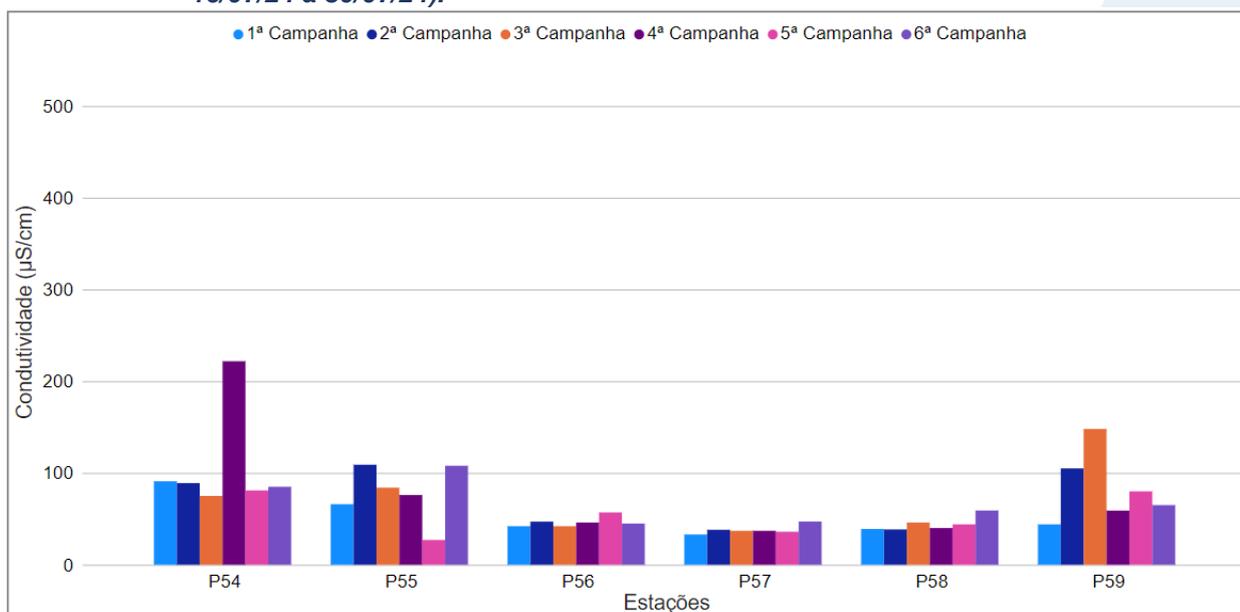
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.41) foi registrada, na 5ª campanha, média de condutividade de 54,2 µS/cm, com mínima de 27,0 µS/cm (P55) e máxima de 81,0 µS/cm (P54). Já durante a 6ª campanha, foi registrada média de 68,2 µS/cm, mínima de 44,9 µS/cm (P56) e máxima de 107,9 µS/cm (P55).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de condutividade (80,0 µS/cm) e a 1ª campanha, a menor (52,5 µS/cm).

De modo geral, os resultados obtidos para condutividade nesta sub-região apresentaram variação sutil entre as campanhas de monitoramento, com exceção de P54. Durante a 4ª campanha, P54 apresentou um aumento acentuado de condutividade, assim como registrado para DBO, SDT e turbidez. Vale ressaltar que, próximo a este ponto, há registro de fontes poluidoras, não sendo especificada a atividade desenvolvida,

além de ter sido registrada nesta campanha maior índice pluviométrico. De acordo com as observações realizadas, durante a 4ª campanha pode ter ocorrido um aumento do aporte de partículas orgânicas e dissolvidas para o corpo hídrico, através do processo de lixiviação ocasionado pelo evento de chuva.

**Figura VI.38. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º e 3º 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).**

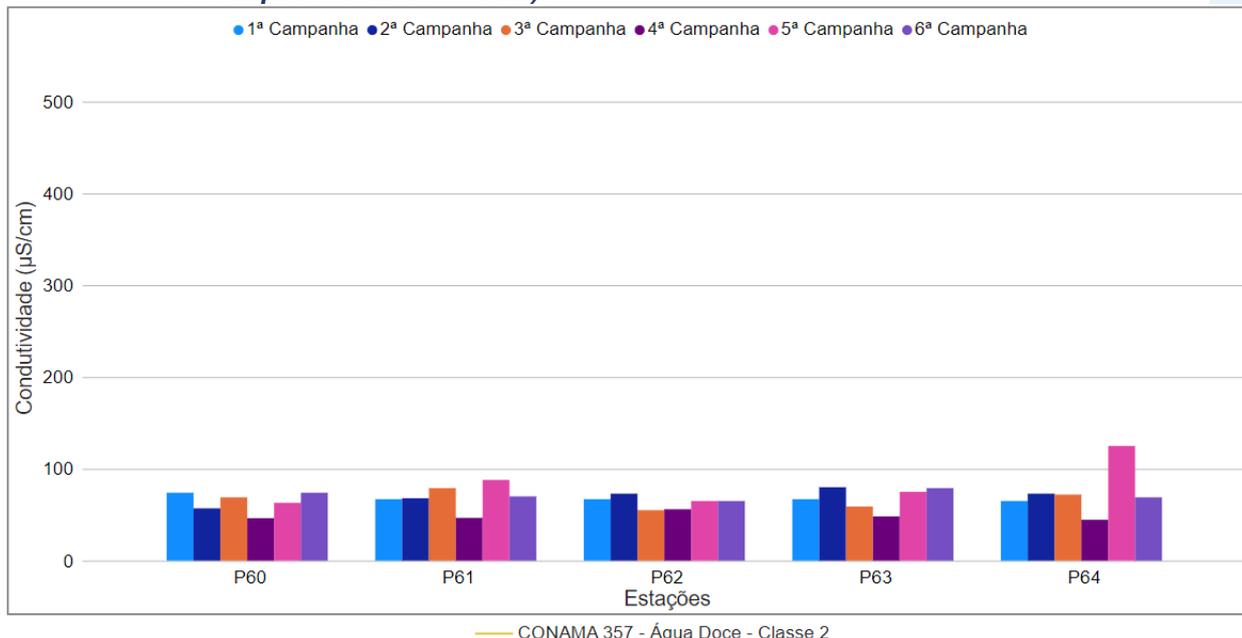


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.39), a média de condutividade durante a 5ª campanha foi de 83,2 µS/cm, com variação entre 63,0 µS/cm (P60) e 125,0 µS/cm (P64). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 71,4 µS/cm, com variação entre 65,0 µS/cm (P62) e 79,0 µS/cm (P63).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de condutividade (83,2 µS/cm) e a 4ª campanha, a menor (48,3 µS/cm).

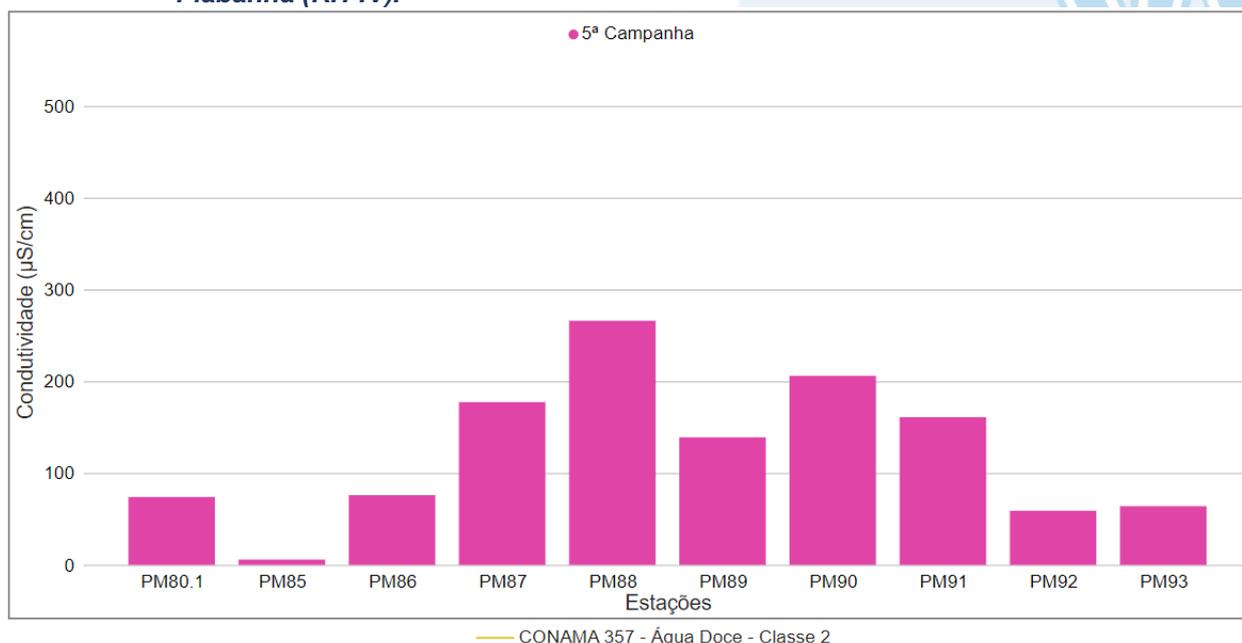
De modo geral, os resultados obtidos, ao longo do monitoramento, de condutividade apresentaram pouca variação entre as campanhas e pontos de monitoramento. Sendo assim, não foi observada variação acentuada da condutividade em relação aos índices pluviométricos e demais parâmetros monitorados nessa sub-região.

**Figura VI.39. Distribuição da condutividade registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



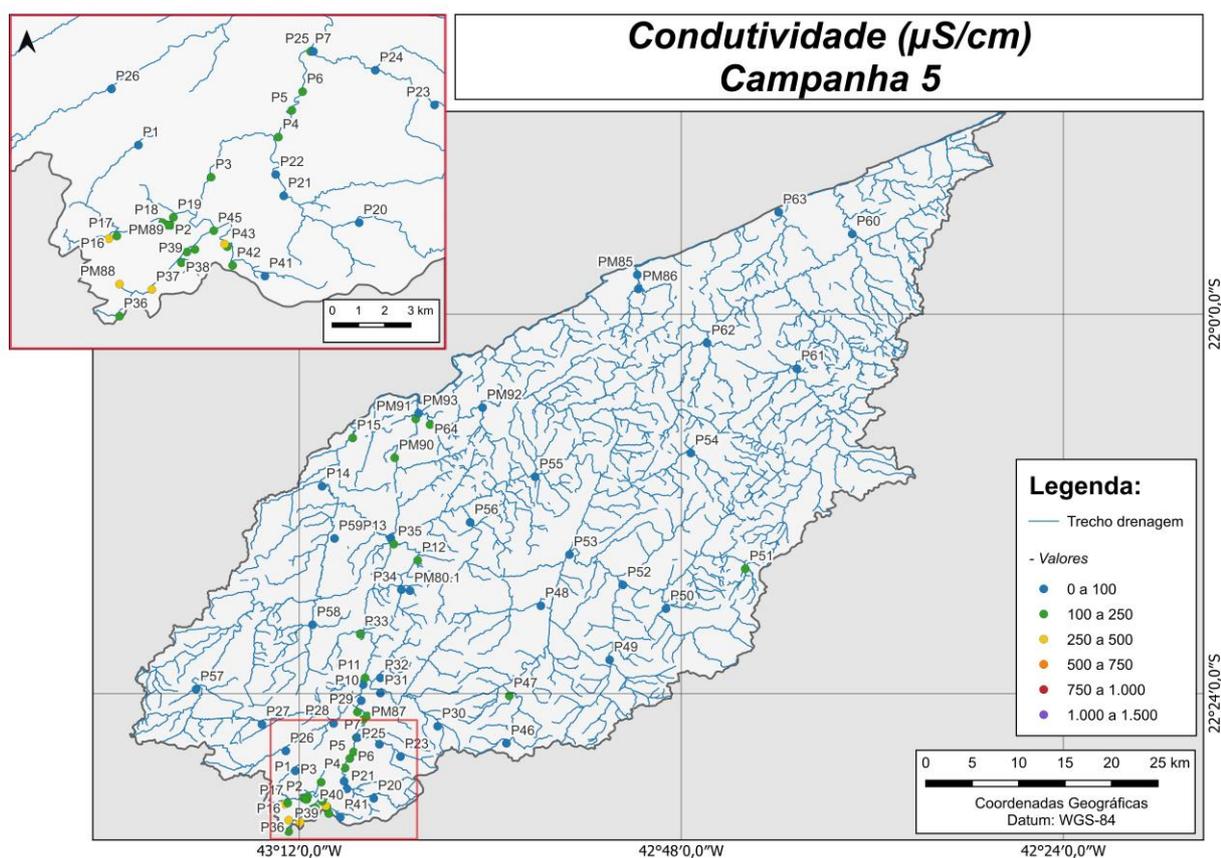
Os pontos móveis (Figura VI.40), monitorados durante a 5ª campanha apresentaram média de condutividade de 122,8 µS/cm, sendo a concentração mínima registrada de 5,8 µS/cm (PM85) e máxima de 266,0 µS/cm (PM88).

**Figura VI.40. Distribuição da condutividade registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

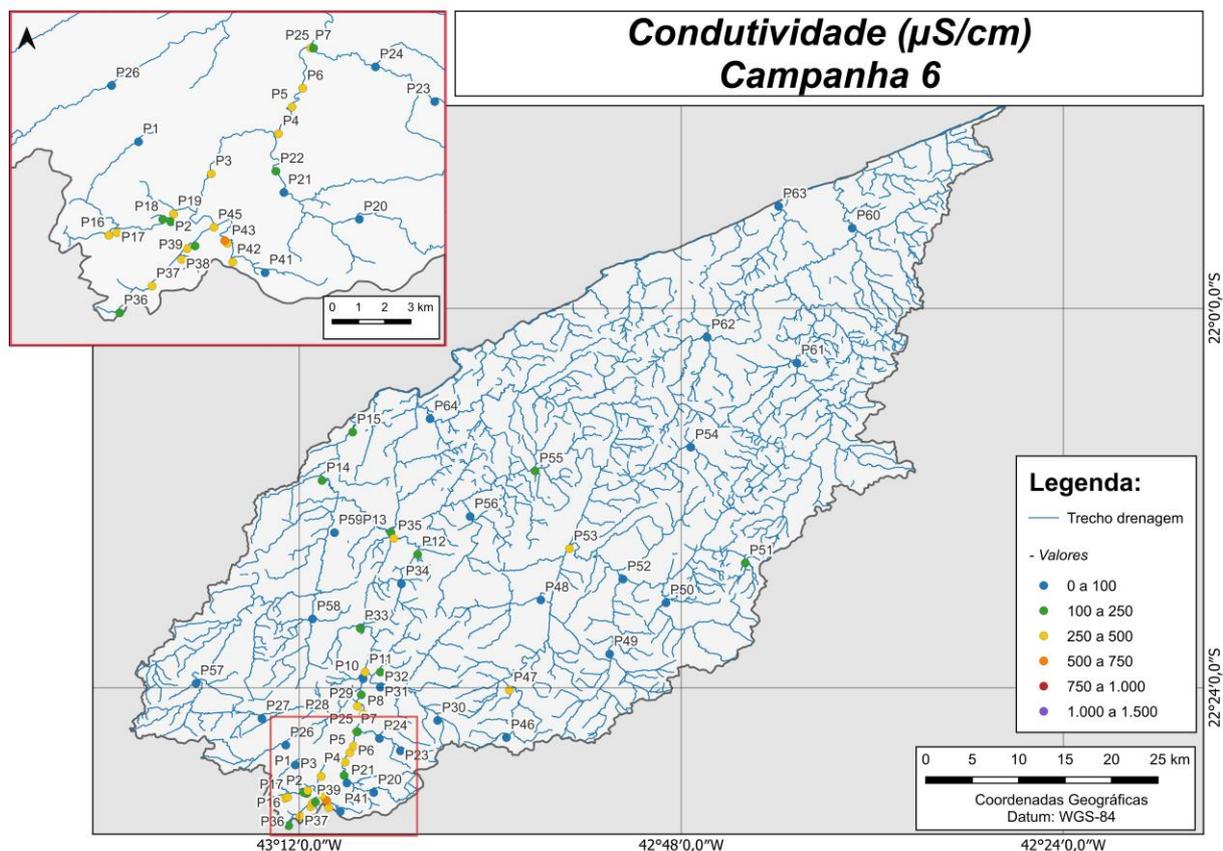


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral condutividade de 138,2  $\mu\text{S/cm}$  no 3º semestre, sendo observado um aumento da média em relação aos demais semestres (112,0  $\mu\text{S/cm}$  no 1º semestre e 94,9  $\mu\text{S/cm}$  no 2º semestre). Na 5ª campanha, a média geral foi de 102,6  $\mu\text{S/cm}$ , com variação entre 15,0  $\mu\text{S/cm}$  (P23) e 289,0  $\mu\text{S/cm}$  (P16). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 176,2  $\mu\text{S/cm}$  com variação entre 21,3  $\mu\text{S/cm}$  (P23) e 554,0  $\mu\text{S/cm}$  (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (176,2  $\mu\text{S/cm}$ ), enquanto a 4ª campanha apresentou a menor (76,6  $\mu\text{S/cm}$ ). A distribuição espacial da condutividade encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



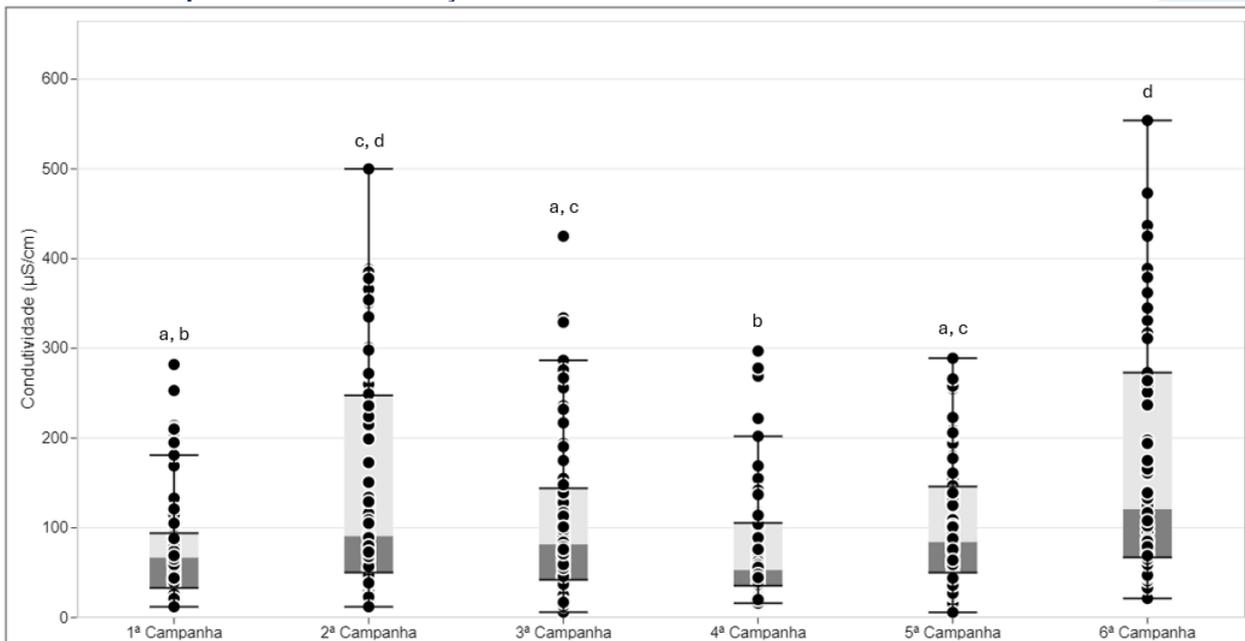
**Figura VI.42. Mapa representativo da distribuição espacial da condutividade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



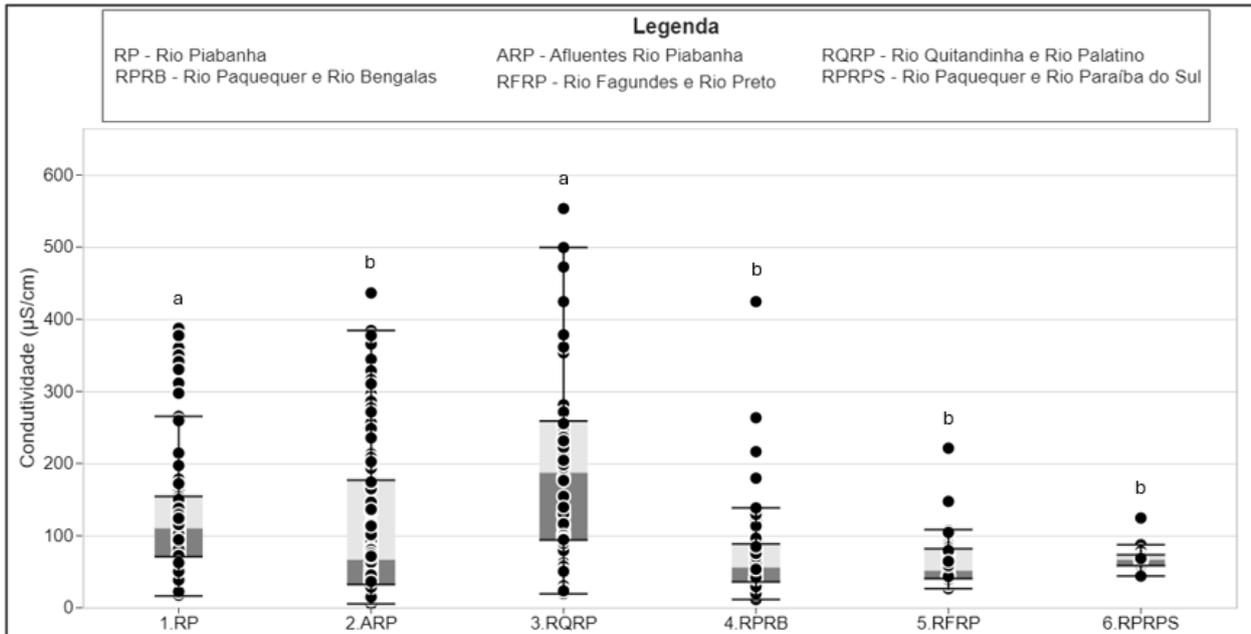
A sub-região que apresentou a maior média de condutividade, ao longo do 1º semestre, foi a RQRP (199,2  $\mu\text{S/cm}$ ) e RPRB (51,8  $\mu\text{S/cm}$ ) apresentou a menor, enquanto no 2º semestre a sub-região RQRP (134,8  $\mu\text{S/cm}$ ) apresentou maior média e a RPRPS (57,5  $\mu\text{S/cm}$ ), a menor. Já no presente semestre, RQRP apresentou maior média (299,3  $\mu\text{S/cm}$ ) e a sub-região RFRP, a menor (54,2  $\mu\text{S/cm}$ ). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.43 e Figura VI.48, respectivamente.

Para o parâmetro condutividade, foi encontrada diferença significativa entre as campanhas ( $p < 0,05$ ), onde a 2ª campanha se diferiu da 1ª campanha, já a 4ª campanha apresentou diferença para a 2ª, 3ª e 5ª campanha, e a 6ª campanha apresentou diferença significativa para as demais, com exceção da 2ª campanha. Em relação às sub-regiões monitoradas, RP e RQRP apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) das demais, entretanto não apresentaram diferença entre si.

**Figura VI.43. Boxplots da condutividade, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento e as letras os pontos que não apresentaram diferença entre si.**



**Figura VI.44. Boxplots da condutividade, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento 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 5ª campanha de monitoramento foi maior que 111.848,7 NMP/100 mL, com mínima de 230,0 NMP/100 mL (P01) e máxima maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10 e P15). Na 6ª campanha, a média encontrada foi maior que 67.794,2 NMP/100 mL, com mínima de 23,0 NMP/100 mL (P01) e máxima maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P04, P05, P06 e P07). Vale ressaltar que os pontos amostrais P01 (5ª e 6ª campanha) e P15 (6ª campanha) apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

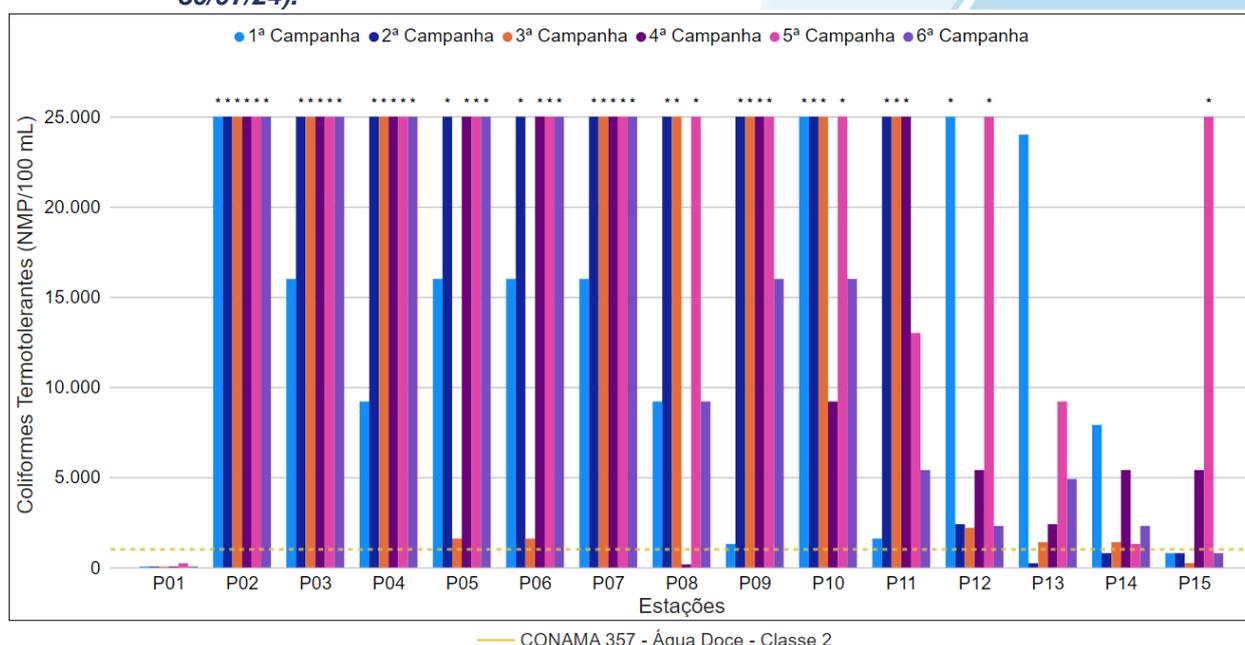
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (111.848,67 NMP/100 mL) e a 1ª campanha a menor (35.333,2 NMP/100 mL). Entretanto, durante a 2ª campanha foi registrado o menor número de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (11 amostras) para coliformes termotolerantes e na 5ª campanha, o maior número de amostras (14 amostras), sendo observado um aumento gradual do número de amostras em desacordo durante os semestres de monitoramento.

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 se destaca nessa sub-região P01, que apresentou 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 julho/24.

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 e 3º 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).**



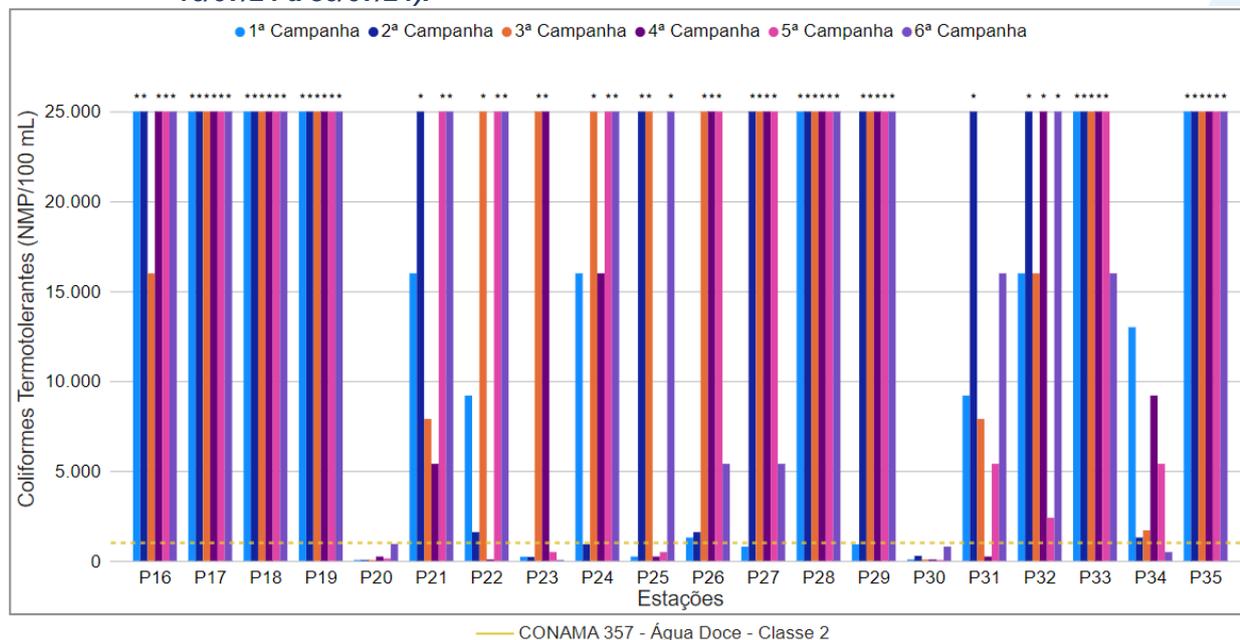
**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.46), a média de coliformes termotolerantes durante a 5ª campanha foi maior que 95.066,9 NMP/100 mL, com variação entre 27,0 NMP/100 mL (P30) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P16, P17, P18, P19, P22, P24, P26, P27, P28, P29, e P35). Na 6ª campanha, a média encontrada foi maior que 98.252,2 NMP/100 mL, com variação entre 23,0 NMP/100 mL (P23) e maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P16, P17, P18, P19, P21, P22, P24, P25, P28, P29, P32 e P35). Vale ressaltar que, durante a 5ª campanha, apenas os pontos amostrais P20, P23, P25 e P30 apresentaram resultados de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 6ª campanha P20, P23, P30 e P34 apresentaram valores abaixo do limite estabelecido na legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 houve uma diminuição (16 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 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.

**Figura VI.46. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**



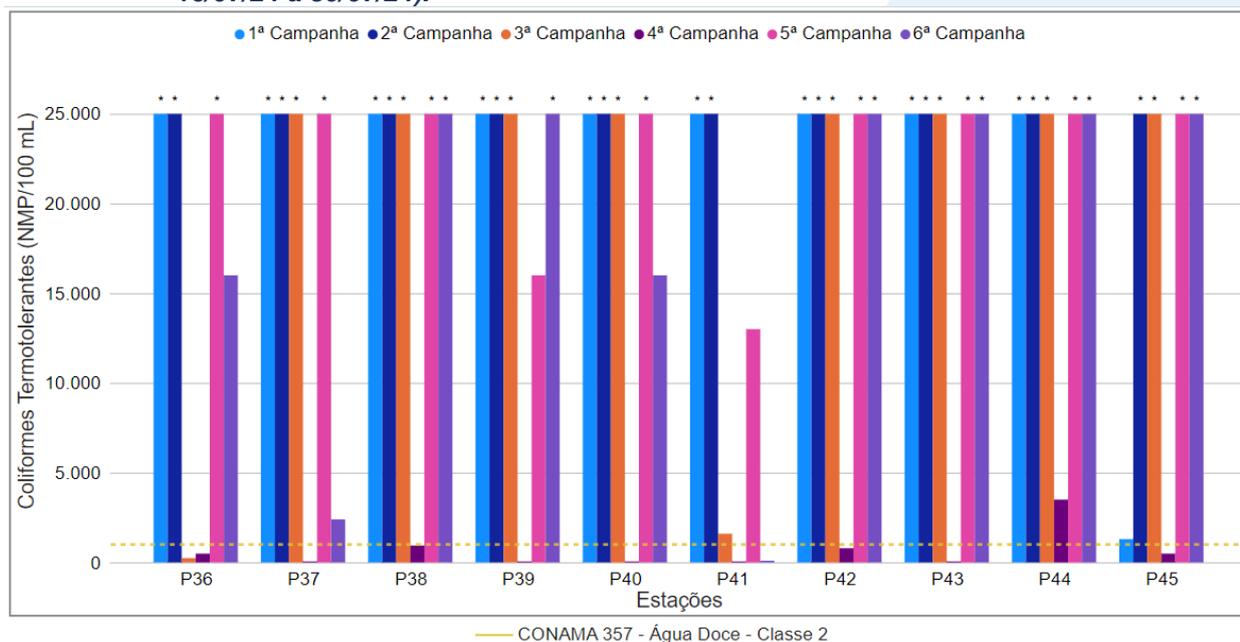
**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.47) apresentou média de coliformes termotolerantes maior que 130.900,0 NMP/100 mL durante a 5ª campanha, com variação entre 13.000,0 NMP/100 mL (P41) e valores acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P36, P37, P38, P40, P42, P43, P44 e P45). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 99.449,40 NMP/100 mL, com variação entre 94,0 NMP/100 mL (P41) e valores acima de 160.000,0 NMP/100 mL (P38, P39, P42, P43, P44 e P45). Durante o 3º semestre de monitoramento todos os pontos amostrais apresentaram resultados de coliformes termotolerantes acima do limite preconizado na Resolução CONAMA nº 357/05, com exceção de P41 na 6ª campanha.

Considerando os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou menor média (628,5 NMP/100 mL) e a 2ª 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 nº 357/05 para coliformes termotolerantes. Já o 1º e 3º semestre, apresentaram valores similares (20 e 19 amostras, respectivamente) de amostras em desacordo.

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 e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**



**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

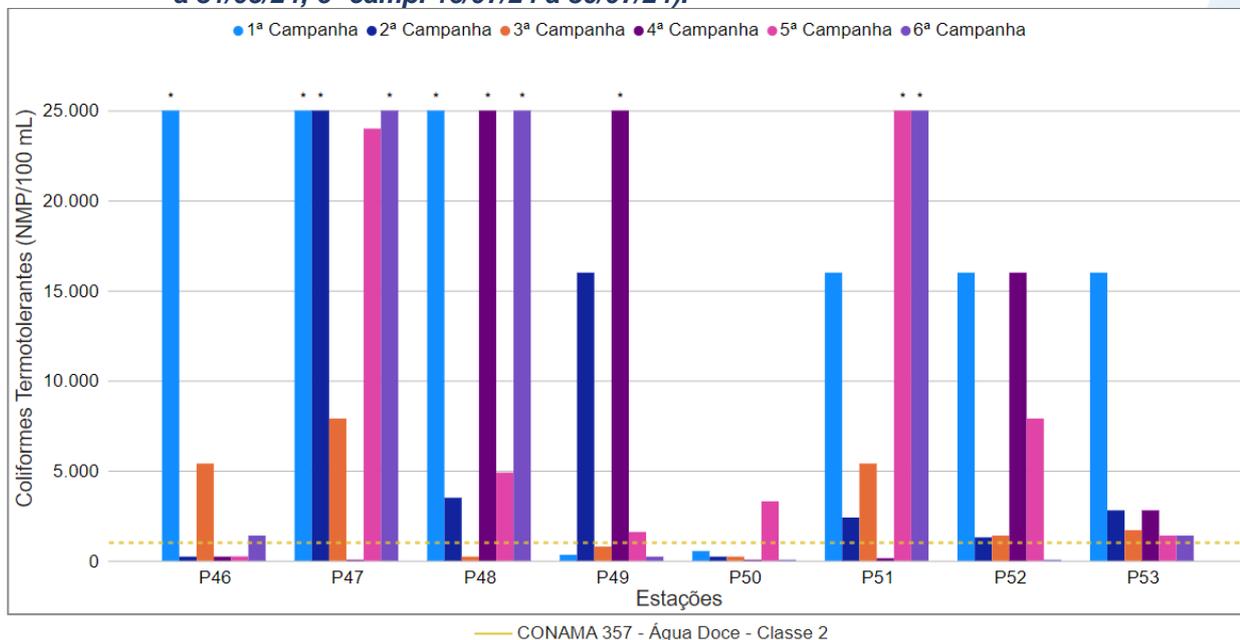
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.48), a média de coliformes termotolerantes na 5ª campanha foi de 25.417,5 NMP/100 mL, com mínima de 240,0 NMP/100 mL (P46) e máxima maior que 160,000,0 NMP/100 mL (P51). Na 6ª campanha, a média encontrada foi maior que 60.378,9 NMP/100 mL, com variação entre valores abaixo do limite de quantificação, <1,8

NMP/100 mL (P50 e P52) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P47, P48 e P51). Além disso, na 5ª campanha apenas P46 apresentou valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para coliformes termotolerantes, enquanto na 6ª campanha os pontos que registraram valores de acordo foram P49, P50 e P52.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha registrou a maior média de coliformes termotolerantes (60.378,9 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, sendo registradas 12 amostras no 1º e 3º semestres.

Nesta sub-região, os pontos monitorados apresentaram variações acentuadas de coliformes termotolerantes durante o período de monitoramento, sendo a menor variação registrada em P50. Vale ressaltar que a variação registrada em cada ponto específico não foi registrada na mesma magnitude para os demais parâmetros monitorados ou de acordo com a variação registrada de pluviosidade. Entretanto, foi possível observar que, assim como foram registradas maiores concentrações de coliformes na 6ª campanha, os parâmetros condutividade, alcalinidade, DQO, SDT, nitrogênio total e amoniacal também apresentaram maiores concentrações durante esta campanha. Vale ressaltar que, 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 destinados a estes corpos hídricos.

**Figura VI.48. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

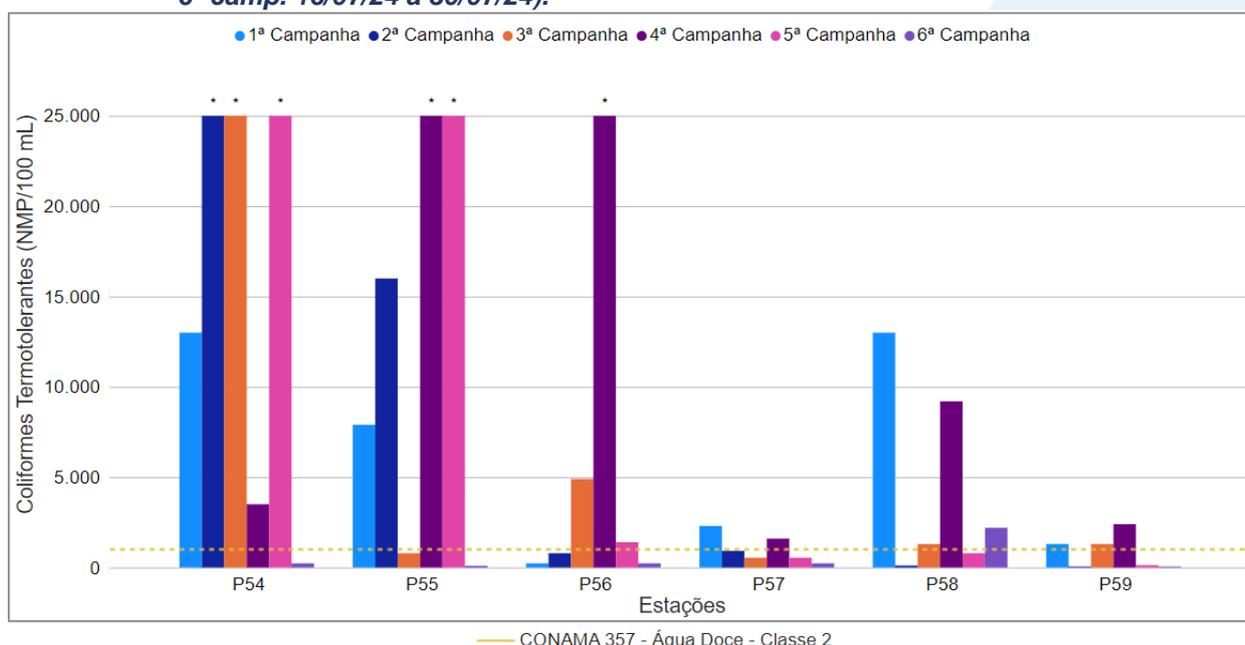
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.49), a média de coliformes termotolerantes durante a 5ª campanha foi de 24.810,0 NMP/100 mL, com variação entre 130,0 NMP/100 mL (P59) e 92.000,0 NMP/100 mL (P54). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 499,5 NMP/100 mL, com variação entre 13,0 NMP/100 mL (P59) e 2.200,0 NMP/100 mL (P58). Durante a 5ª campanha, P54, P55 e P56 apresentaram concentrações em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 6ª campanha, apenas P58 apresentou concentração em desacordo com a legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período de monitoramento (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (35.283,3 NMP/100 mL) e a 6ª campanha, a menor (499,5 NMP/100 mL). De modo geral, houve um declínio do número de amostras que apresentaram valores maiores que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para coliformes termotolerantes, sendo registrado um total de 4 amostras no 3º semestre.

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 e 5ª campanhas) e P56 (4ª

campanha) apresentaram as variações mais acentuadas. No entanto, o aumento acentuado registrado para coliformes termotolerantes não foi observado 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 e 3º 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).**



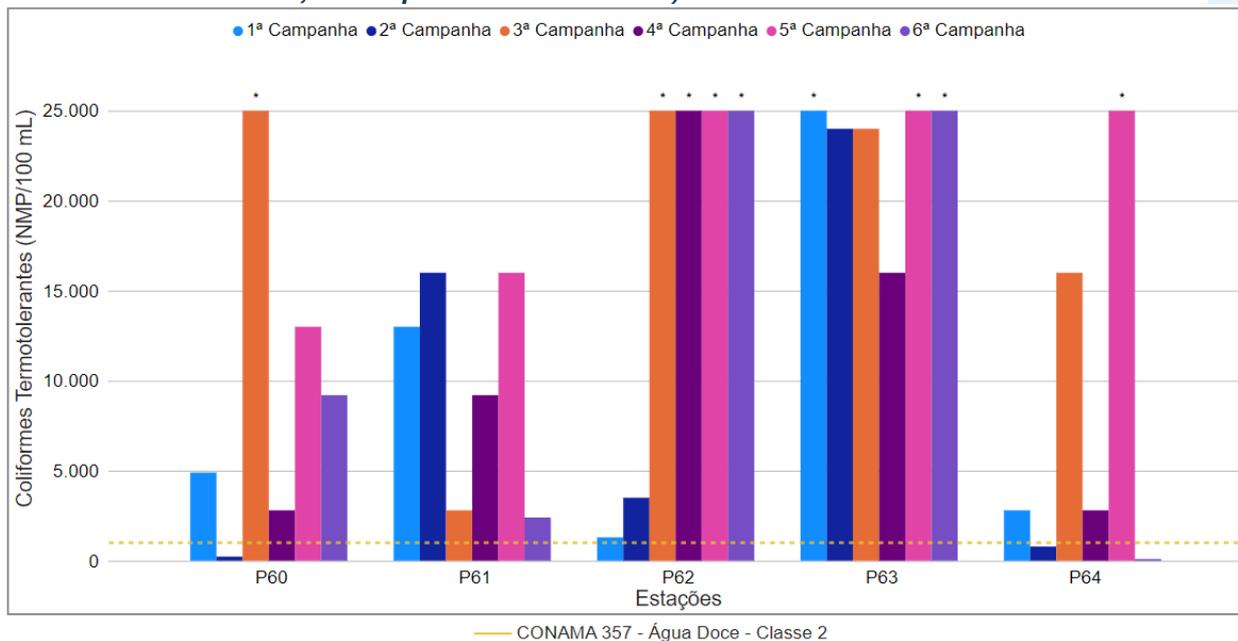
**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.50), a média de coliformes termotolerantes durante a 5ª campanha foi maior que 80.600,0 NMP/100 mL, com variação entre 13.000,0 NMP/100 mL (P60) e valor maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P63). Na 6ª campanha, a média encontrada foi maior que 66.338,0 NMP/100 mL, com variação entre 94,0 NMP/100 mL (P64) e valores maiores que 160.000,0 NMP/100 mL (P62 e P63) e vale ressaltar que durante o 3º semestre de monitoramento, apenas P64 na 6ª campanha apresentou valor de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/23), a 5ª campanha apresentou a maior média de coliformes termotolerantes (80.600,0 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, sendo oito amostras no 1º semestre, dez no 2º e nove no 3º semestre.

De modo geral, a concentração de coliformes termotolerantes apresentou variação distinta entre as campanhas e pontos de monitoramento, sendo registradas, apenas em P60 e P64 na 2ª campanha 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 e 3º 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).**

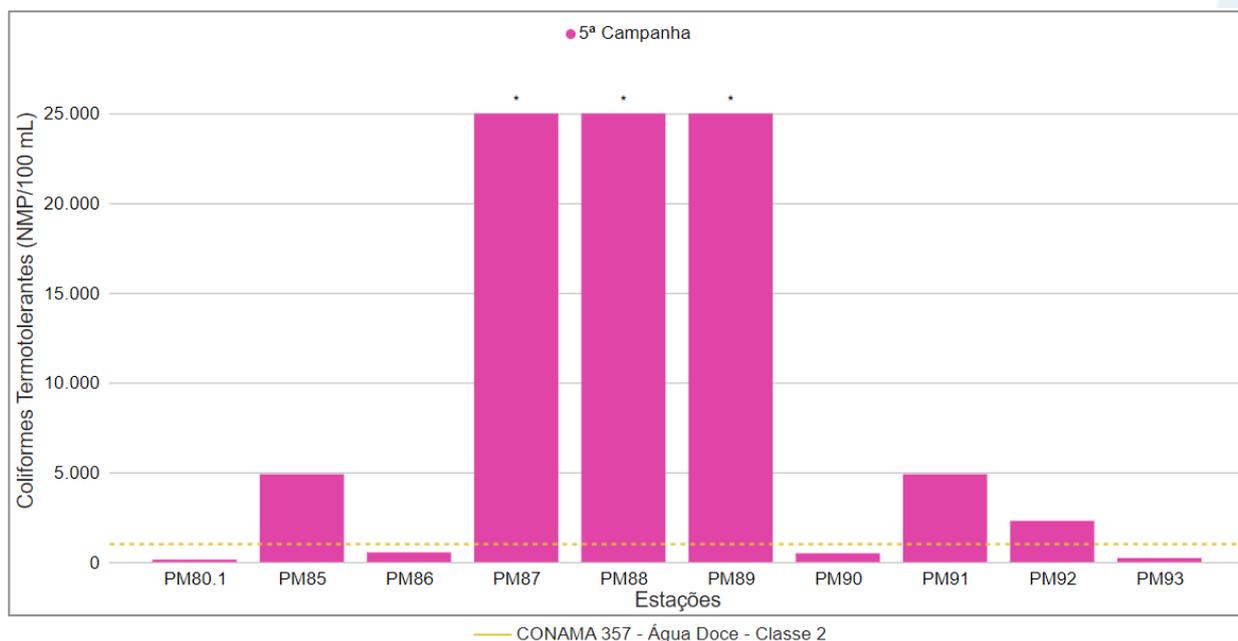


**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.51) apresentaram média de coliformes termotolerantes maior que 42.550,0 NMP/100 mL, sendo a concentração mínima registrada de 140,0 NMP/100 mL (PM80.1) e máxima maior que 160.000 NMP/100 mL (PM88 e PM89).

Dentre os pontos móveis monitorados, PM85, PM87, PM88, PM89, PM91 e PM92 apresentaram valores de coliformes termotolerantes acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Os valores registrados para este parâmetro indicam aporte de efluente sanitário nestes pontos de monitoramento, ocorrendo maior aporte na região onde estão localizados PM87, PM88 e PM89, que também apresentaram maiores concentrações de fósforo total, nitrogênio amoniacal, SST e turbidez.

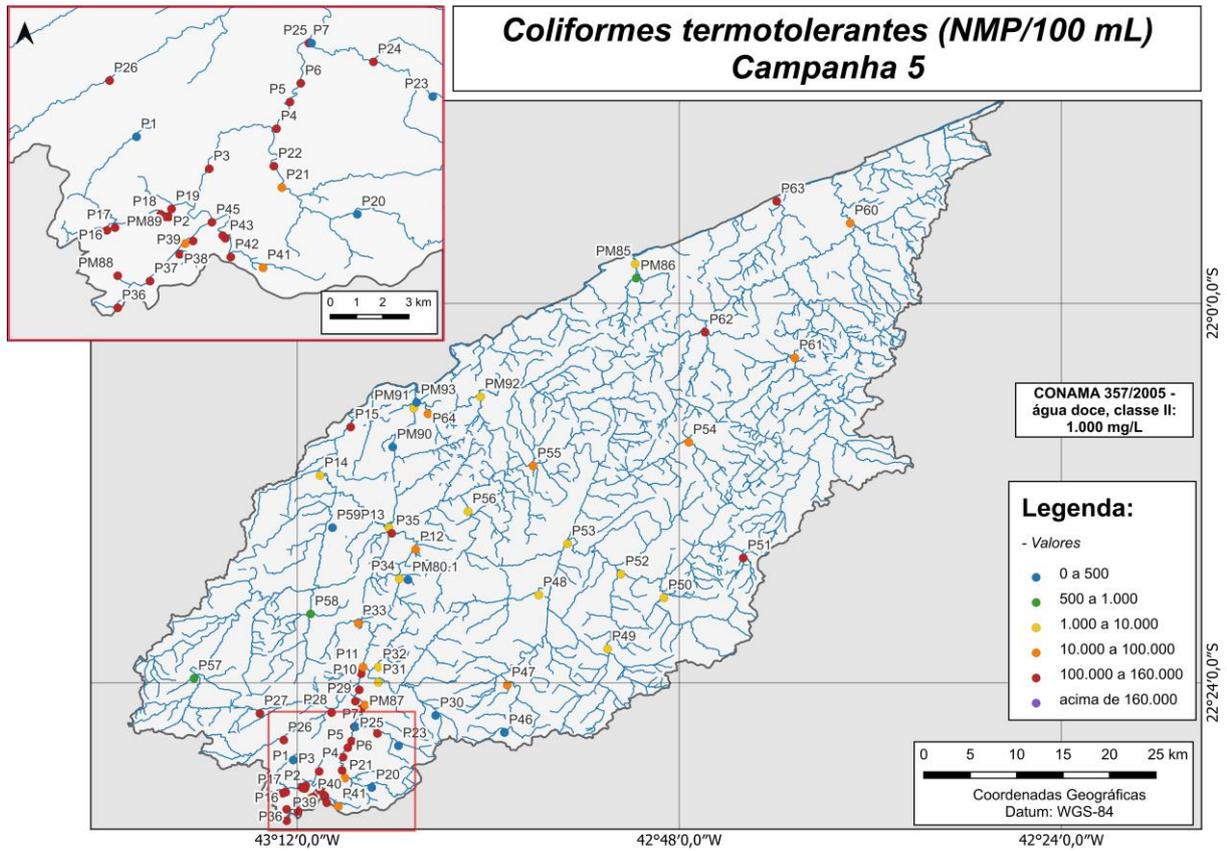
**Figura VI.51. Distribuição de Coliformes Termotolerantes registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**



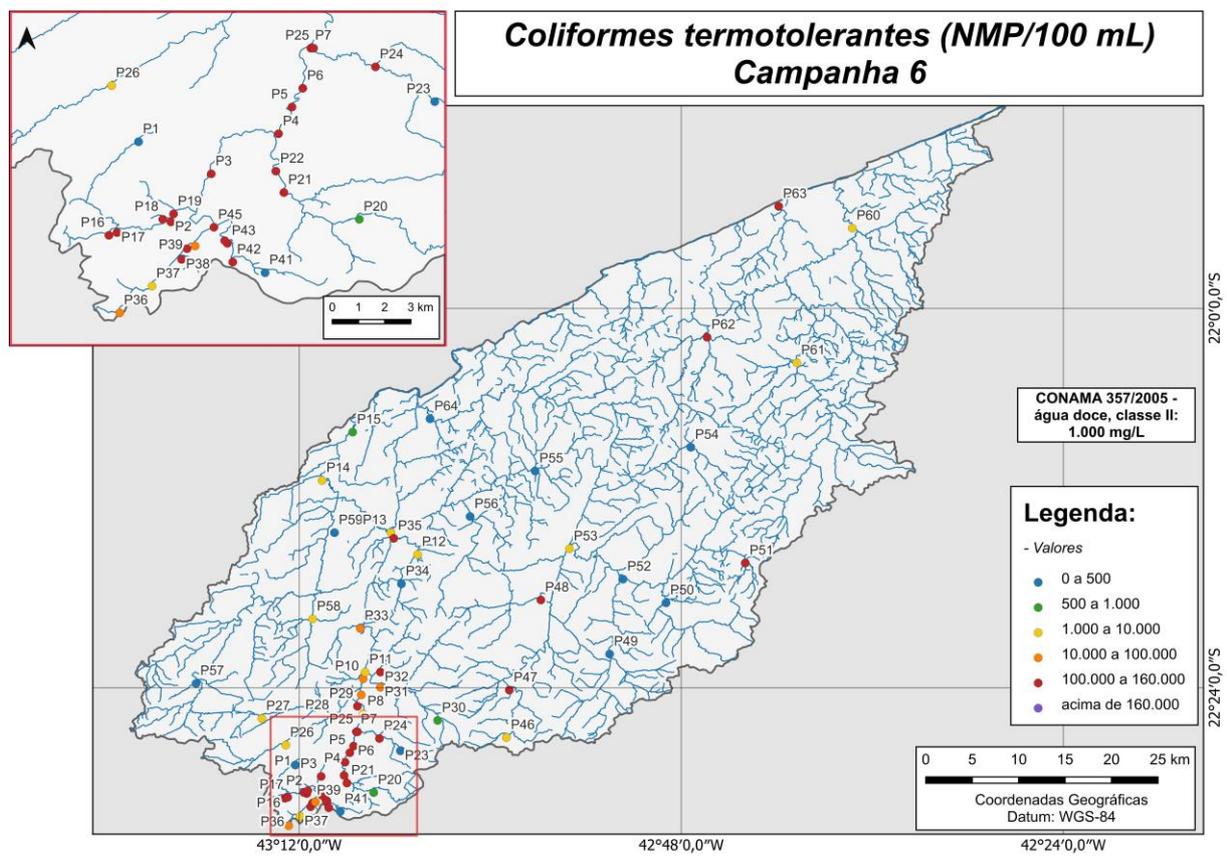
**Legenda:** \* Valor superior a 25.000 NMP/100 mL

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada maior média geral de 78.716,9 NMP/100 mL no 3º semestre, sendo a menor média geral registrada no 2º semestre (59.445,2 NMP/100 mL). Na 5ª campanha foi encontrada média maior que 88.176,0 NMP/100 mL, com variação entre 27,0 NMP/100 mL (P30) e maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10, P15, P16, P17, P18, P19, P22, P24, P26, P27, P28, P29, P35, P36, P37, P38, P40, P42, P43, P44, P45, P51 e P63). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi maior que 74.909,0 NMP/100 mL, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 1,8 NMP/100 mL (P50 e P52), e maior que 160.000,0 NMP/100 mL (P02, P03, P04, P05, P06, P07, P16, P17, P18, P19, P21, P22, P24, P25, P28, P29, P32, P35, P38, P39, P42, P43, P44, P45, P47, P48, P51, P62 e P63). Dentre as campanhas de monitoramento, a 5ª campanha apresentou a maior média do período (88.176,0 NMP/100 mL), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (53.029,4 NMP/100 mL). A distribuição espacial de coliformes termotolerantes encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



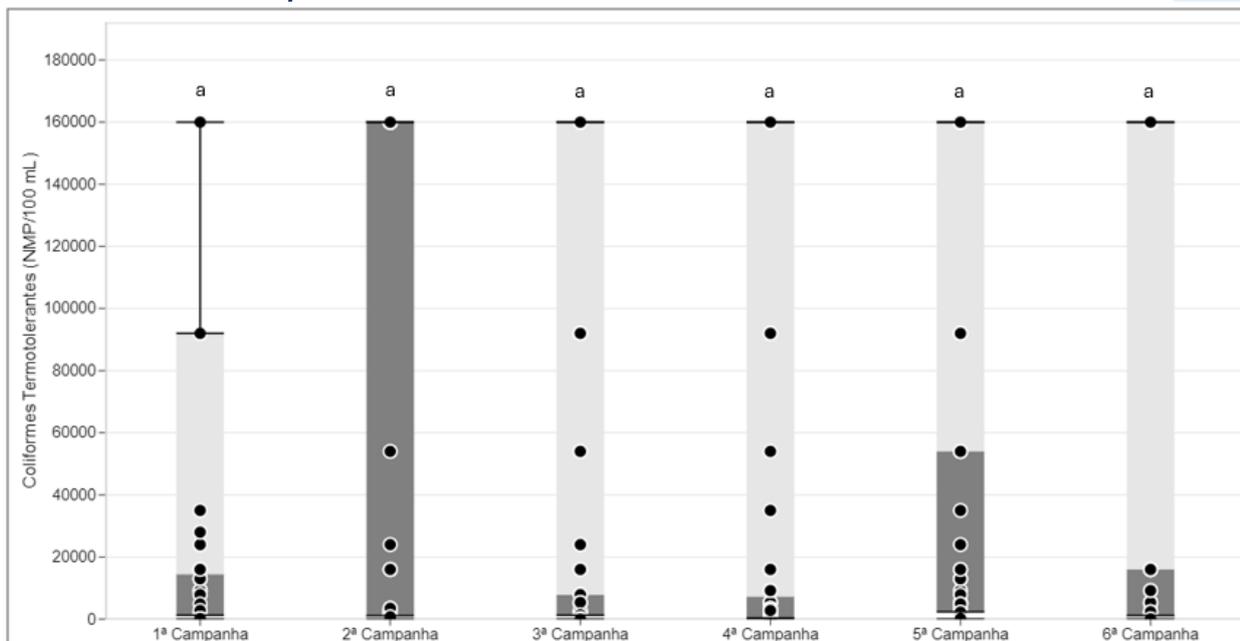
**Figura VI.53. Mapa representativo da distribuição espacial de Coliformes Termotolerantes registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



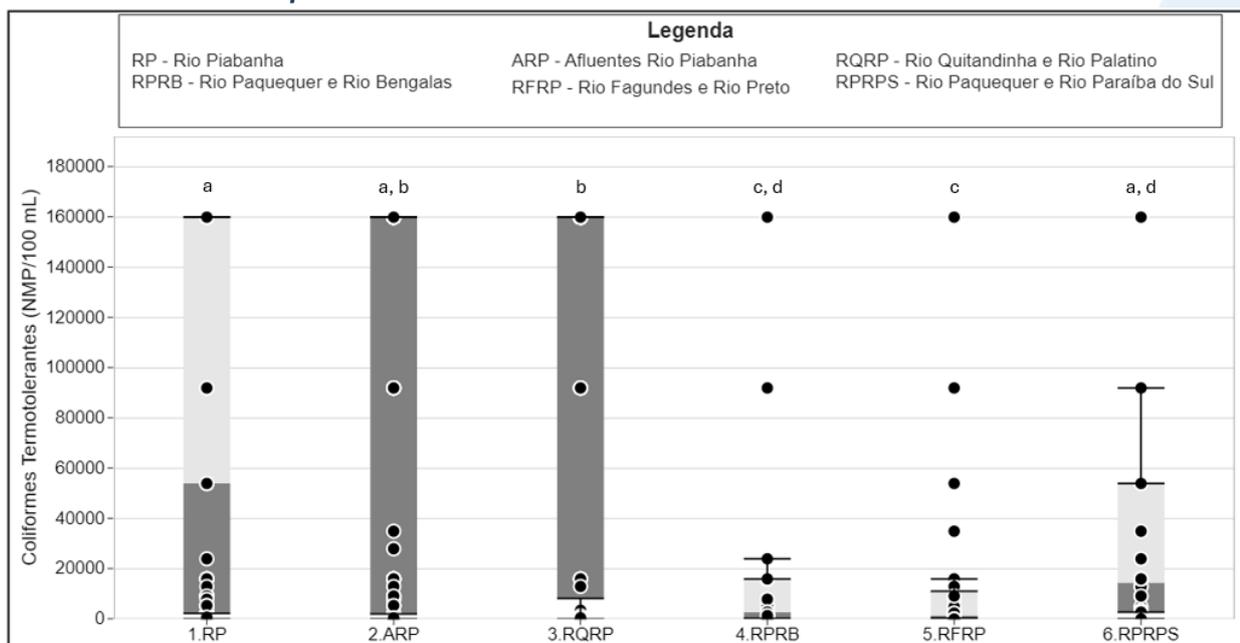
A sub-região que apresentou a maior média de coliformes termotolerantes no 1º semestre foi RQRP (137.330,0 NMP/100 mL) e a RFRP apresentou a menor (17.964,2 NMP/100 mL), enquanto no 2º semestre ARP apresentou a maior (98.627,6 NMP/100 mL) e a RPRB a menor (22.643,0 NMP/100 mL). Já no presente semestre, a maior média foi registrada na sub-região do RQRP (130.900,0 NMP/100 mL) e a menor no RPRF (499,5 NMP/100 mL). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.54 e Figura VI.55, respectivamente.

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 as sub-regiões RP e as sub-regiões RQRP, RPRB e RFRP. A sub-região ARP também apresentou diferença em relação às sub-regiões RPRB e RFRB. Já a sub-região RQRP apresentou diferença das sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS, enquanto a sub-região do RFRP apresentou diferença da sub-região RPRPS.

**Figura VI.54. Boxplots de coliformes termotolerantes, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.55. Boxplots de coliformes termotolerantes, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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 5ª campanha de monitoramento foi de 23 mg/L, com mínima de 4 mg/L (P01) e máxima de 43 mg/L (P03). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 46 mg/L, com mínima de 3 mg/L (P01) e máxima de 76 mg/L (P07).

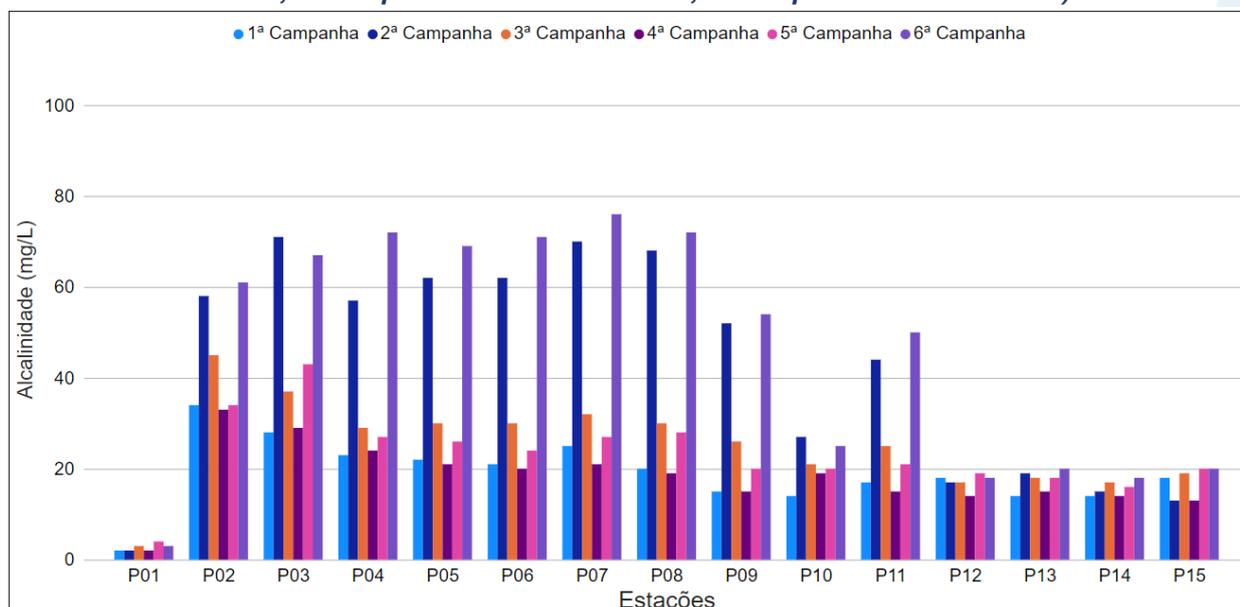
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (46 mg/L) e a 4ª campanha, a menor (18 mg/L).

De modo geral, a 2ª e a 6ª 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 condutividade e SDT também apresentaram maiores concentrações na maioria dos pontos monitorados nesta campanha, corroborando o aumento de íons nesses pontos monitorados.

Em contrapartida, os pontos P01, P12, P13, P14 e P15 apresentaram as menores variações e concentrações de alcalinidade durante o período monitorado, assim como menores concentrações de ortofosfato e nitrogênio amoniacal.

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 e 3º 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).**

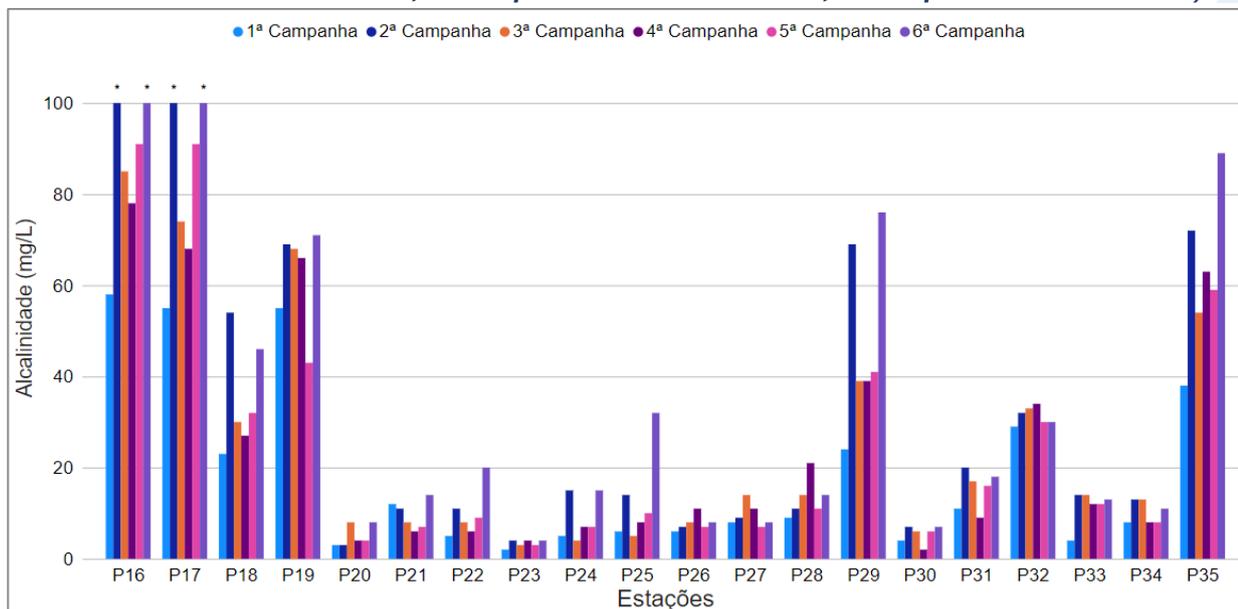


Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.57), durante a 5ª campanha apresentaram média de alcalinidade de 25 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P23) e 91 mg/L (P16 e P17). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 36 mg/L, com mínima de 4 mg/L (P23) e máxima de 122 mg/L (P16).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (36 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. Cabe salientar que nesta campanha não foi registrada ocorrência de chuva no período de sete dias anteriores à amostragem, além disso, há registros de fontes de esgotamento sanitário próximo a este local. Estes fatores podem ter contribuído para o aumento destas concentrações, devido a menor diluição e dispersão do efluente sanitário.

**Figura VI.57. Distribuição da Alcalinidade registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



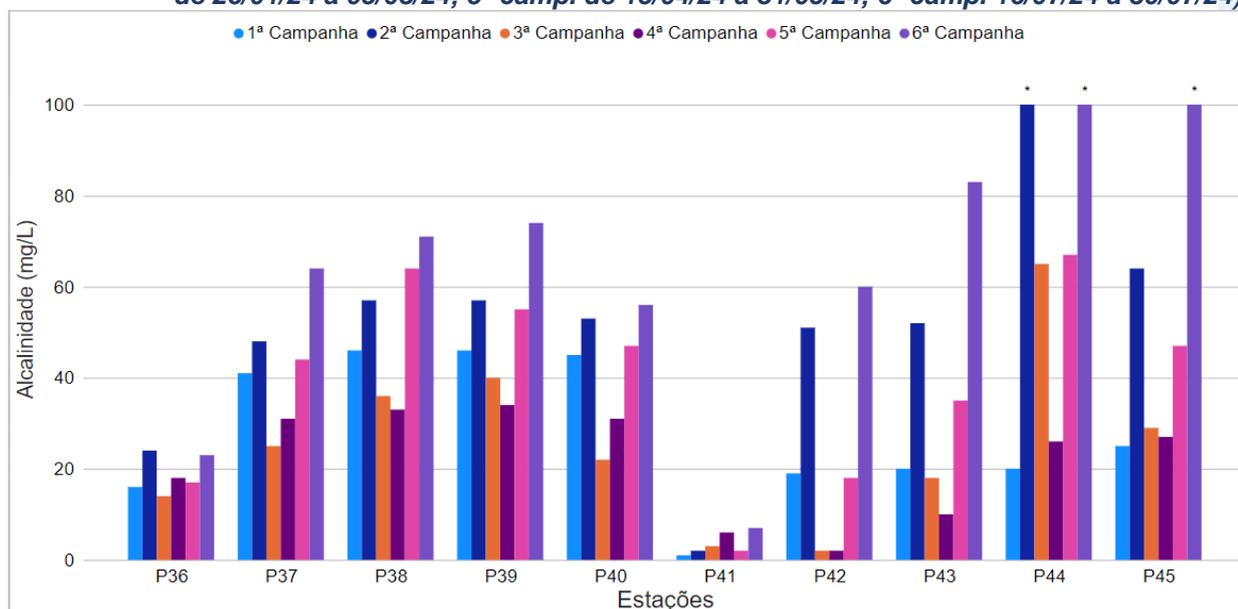
**Legenda:** \* Valor superior a 100 (mg/L)

A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.58) apresentou média de alcalinidade de 40 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P41) e máxima de 67 mg/L (P44) durante a 5ª campanha. Já a 6ª campanha de monitoramento apresentou média de 70 mg/L, com variação entre 7 mg/L (P41) e 144 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados ao longo do período de monitoramento (abril/23 a julho/24) a 6ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (70 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 na 6ª campanha de monitoramento. A variação registrada para alcalinidade nesta campanha foi similar à encontrada para os parâmetros condutividade, SDT, ortofosfato, fósforo total, 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 e 3º 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).**



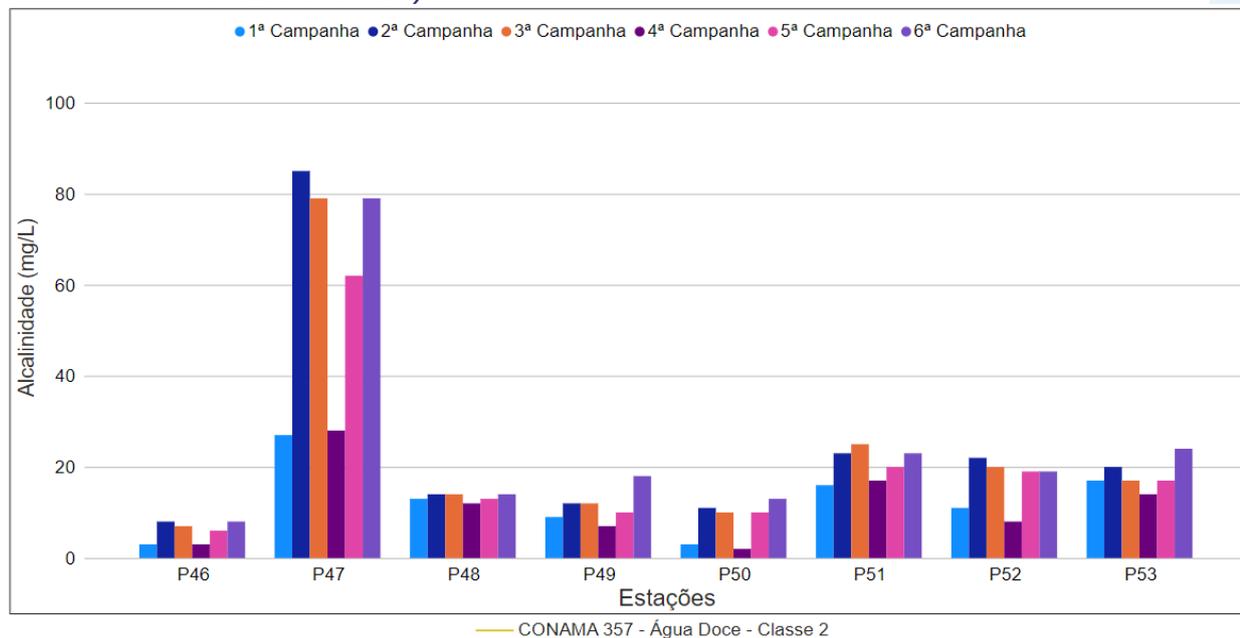
**Legenda:** \* Valor superior a 100 (mg/L)

Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.59), a média de alcalinidade foi de 20 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 6 mg/L (P46) e máxima de 62 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 25 mg/L, com mínima de 8 mg/L (P46) e máxima de 79 mg/L (P47).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 1ª, 2ª, 5ª e 6ª campanhas. Vale 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 e 3º 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).**

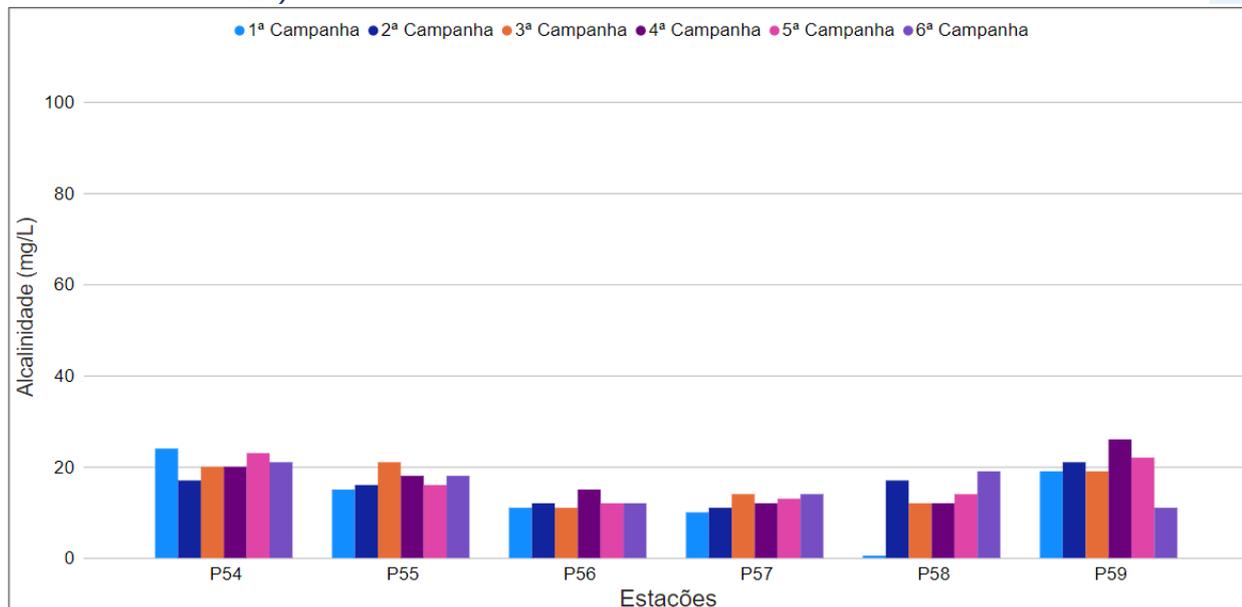


Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.60), a média de alcalinidade foi de 17 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 12 mg/L (P56) e máxima de 23 mg/L (P54). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 16 mg/L, com mínima 11 mg/L (P59) e máxima de 21 mg/L (P54).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª e a 5ª campanhas apresentaram a maior média de alcalinidade (17 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 e 3º 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).**

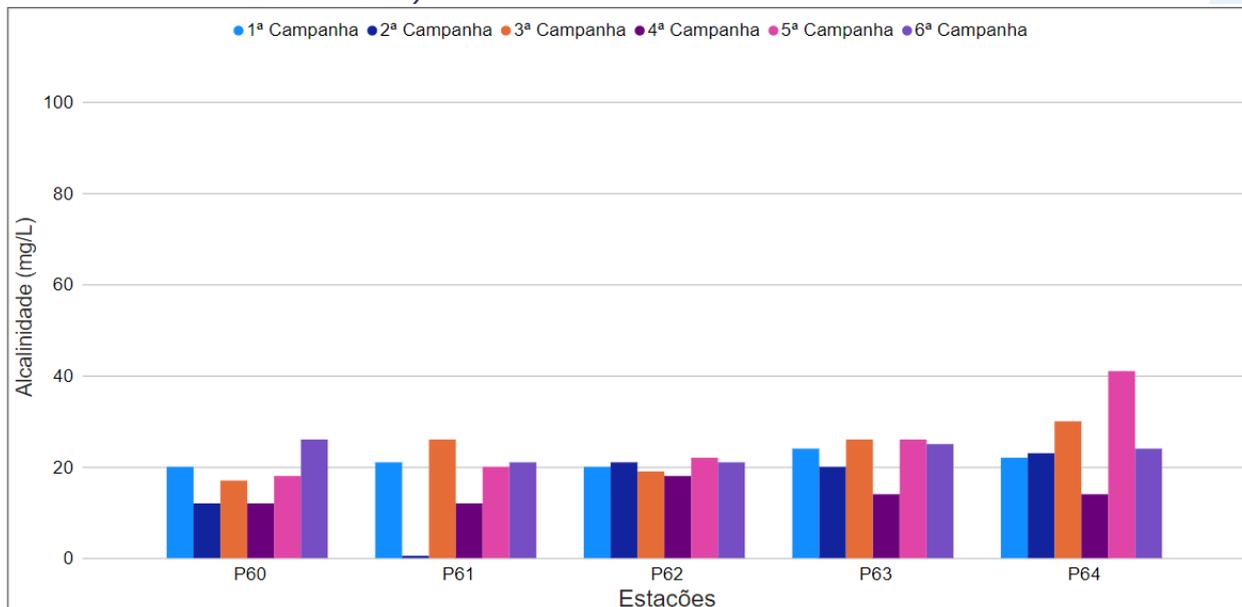


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.61), a média de alcalinidade foi de 25 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 18 mg/L (P60) e máxima de 41 mg/L (P64). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 23 mg/L, com mínima de 21 mg/L (P61 e P62) e máxima de 26 mg/L (P60).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de alcalinidade (25 mg/L) e a 4ª campanha a menor (14 mg/L).

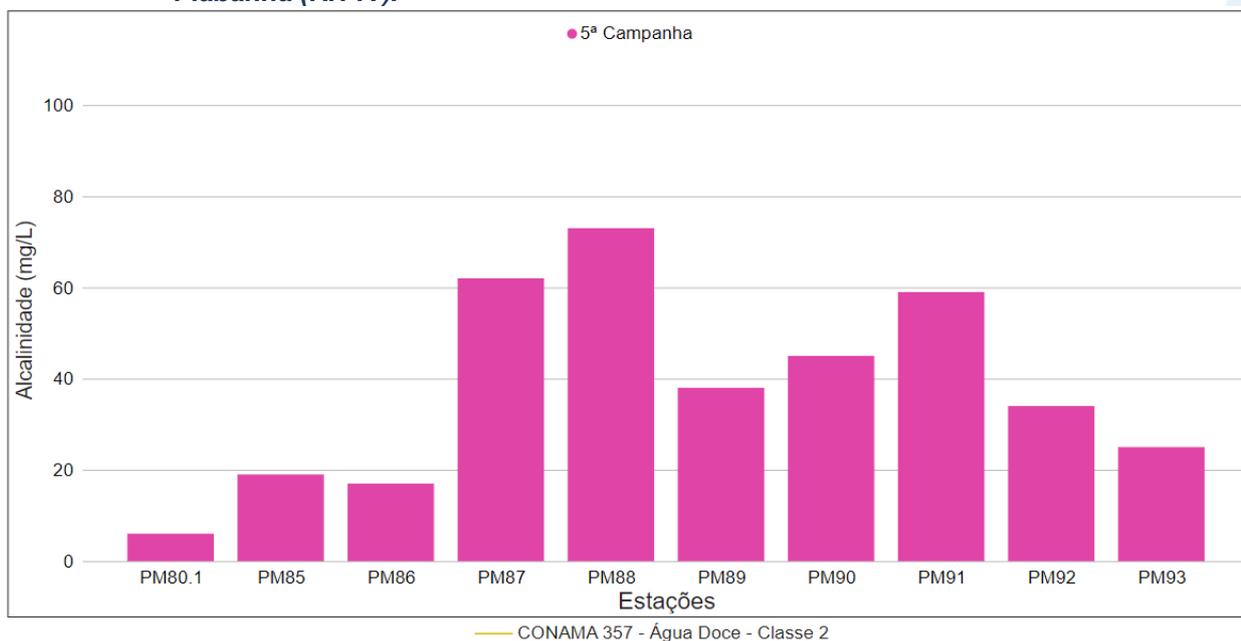
Todos os pontos monitorados na sub-região do Rio Paquequer e Paraíba do Sul apresentaram valores de alcalinidade semelhantes ao longo do período monitorado, com exceção de P61 que apresentou um declínio na 2ª campanha. Este fator pode estar relacionado com a diminuição de outros íons carbonatos, bicarbonatos 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 e 3º 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).**



Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.62) apresentaram média de alcalinidade de 38 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 6 mg/L (PM80.1) e máxima de 73 mg/L (PM88). Vale ressaltar que alcalinidade e condutividade apresentaram variação semelhante nos pontos monitorados.

**Figura VI.62. Distribuição da Alcalinidade registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) 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 32 mg/L no 3º semestre, sendo essa superior às médias registradas no 1º e 2º semestre (25 mg/L e 22 mg/L, respectivamente). Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média geral de 25 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P41) e 91 mg/L (P16 e P17). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 40 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P01) e 144 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (40 mg/L), enquanto a 1ª e 4ª campanha apresentaram a menor (19 mg/L). A distribuição espacial da alcalinidade encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**

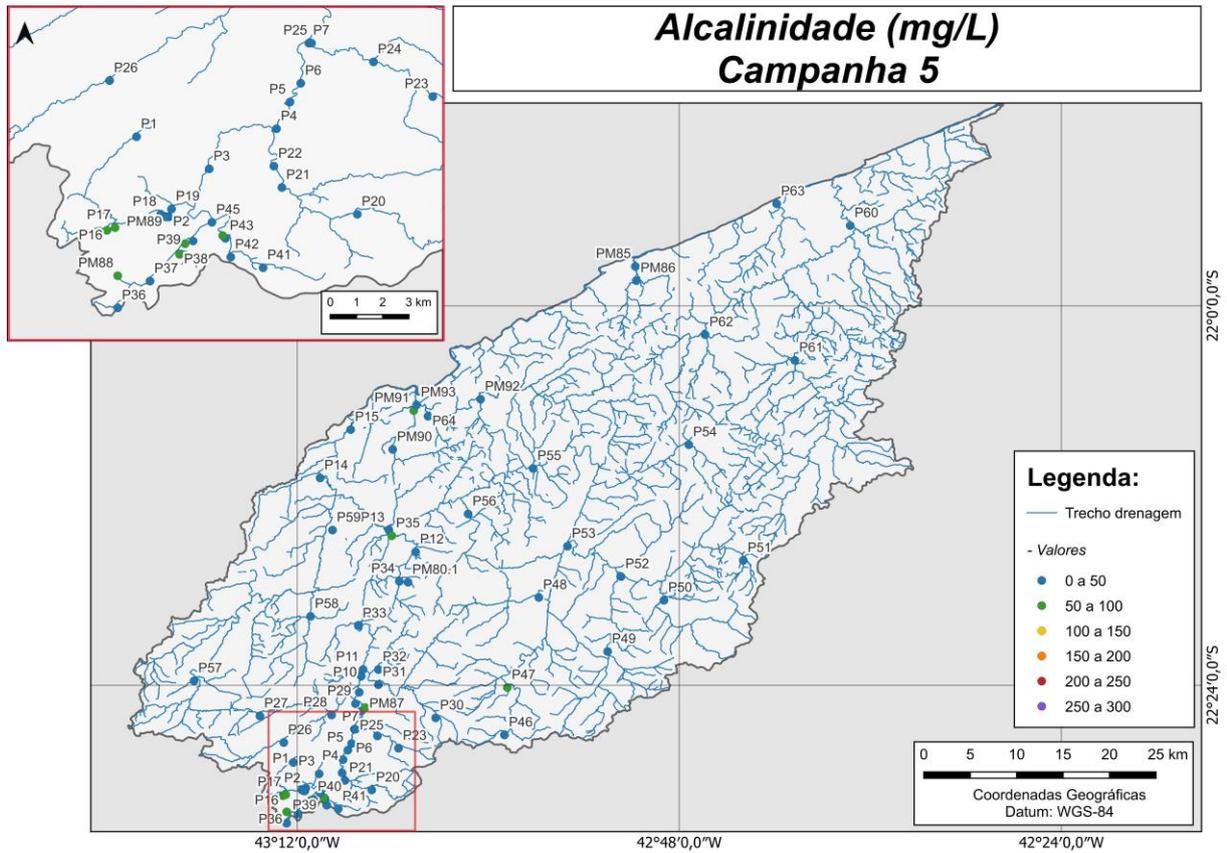
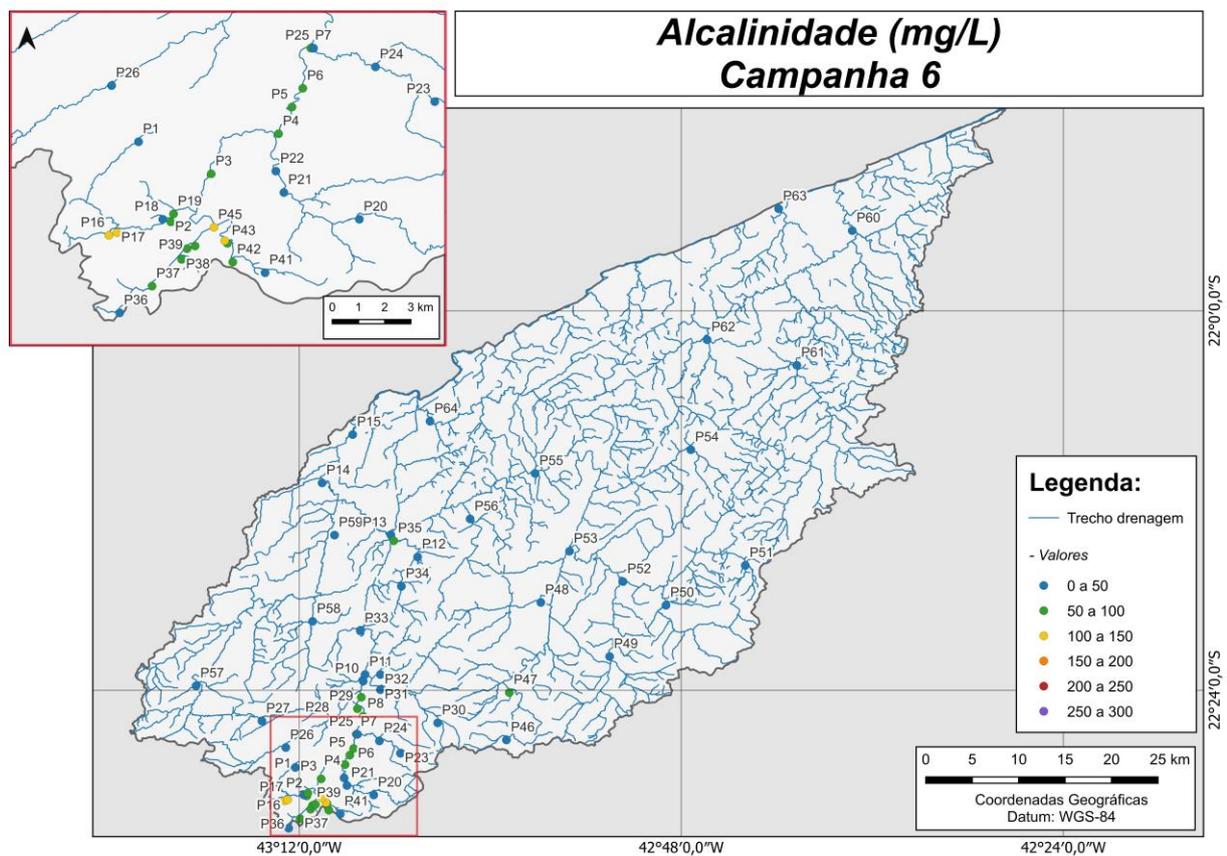


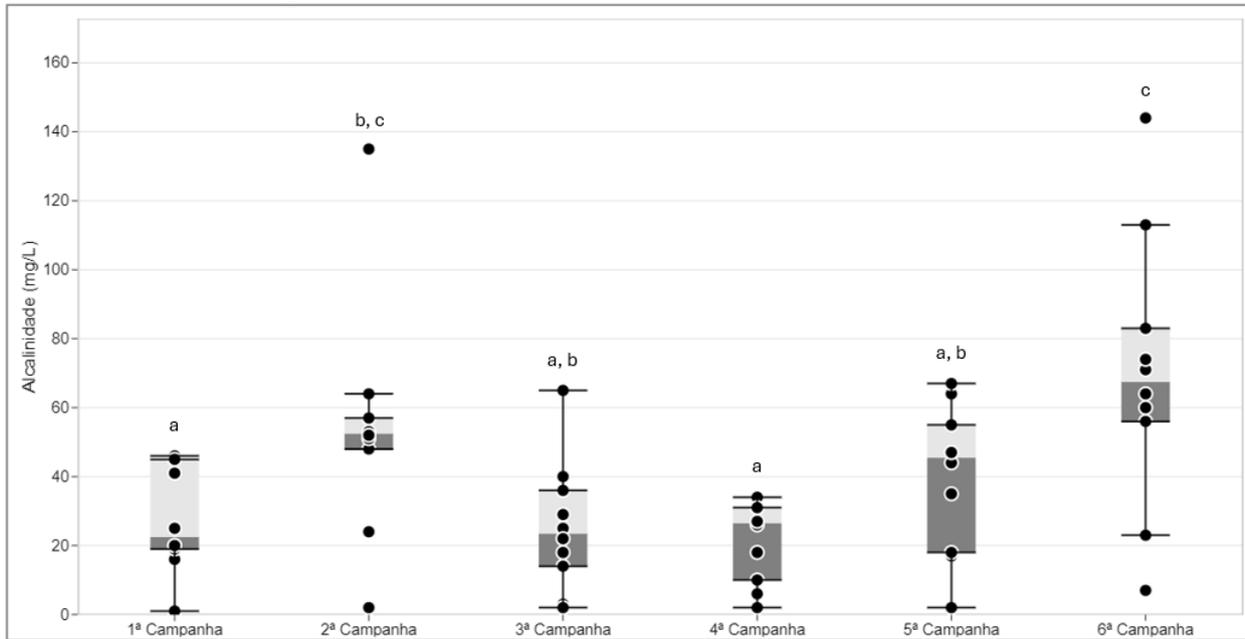
Figura VI.64. Mapa representativo da distribuição espacial da Alcalinidade registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.



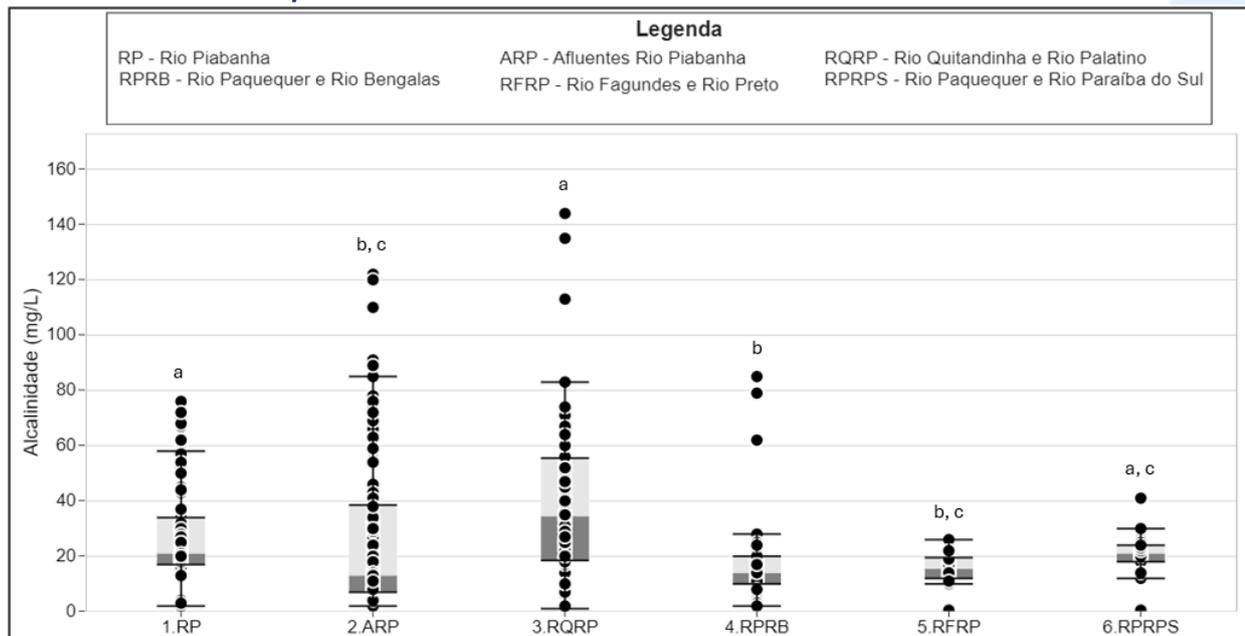
A sub-região que apresentou a maior média de alcalinidade ao longo do 1º semestre foi RQRP (41 mg/L) e RFRP a menor (14 mg/L). Já no 2º semestre ARP apresentou a maior média (25 mg/L) e RFRP a menor (17 mg/L). No presente semestre, a sub-região RQRP apresentou a maior média (70 mg/L) e RFRP a menor (16 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.65 e Figura VI.66, respectivamente.

Para o parâmetro alcalinidade, a 2ª campanha apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação à 1ª e 4ª campanha, além da 6ª campanha que se diferiu das demais, com exceção da 2ª campanha. Em relação às sub-regiões foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre RPRB e RPRPS. Além disso, as sub-regiões do RP e RQRP se diferiram de ARP, RPRB e RFRP.

**Figura VI.65. Boxplots da Alcalinidade, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.66. Boxplots da Alcalinidade, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



### VI.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 n° 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.

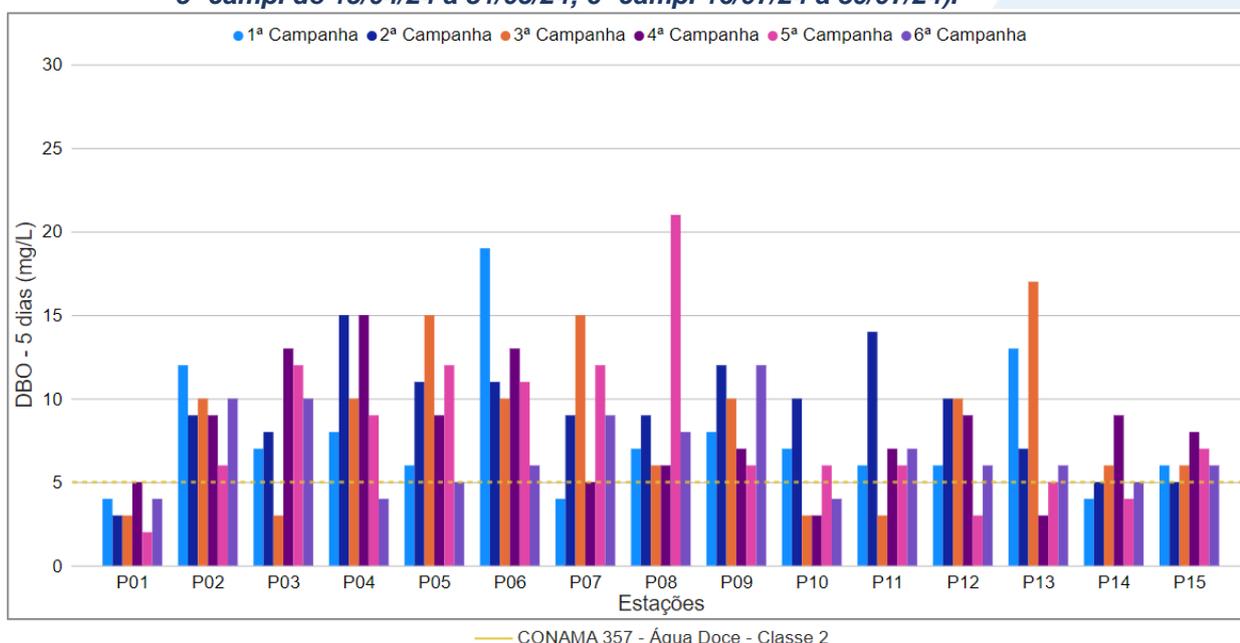
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.67), a média de DBO durante a 5ª campanha de monitoramento foi de 8 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P01) e máxima de 21 mg/L (P08). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 7 mg/L, com mínima de 4 mg/L (P01, P04 e P10) e máxima de 12 mg/L (P09). Vale ressaltar que durante a 5ª campanha de monitoramento apenas os pontos amostrais P01, P12, P13 e P14 apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005. Já na 6ª campanha apenas os pontos P01, P04, P05, P10 e P14 apresentaram valores de acordo com a legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24) foi observada uma sutil variação das médias de DBO, sendo registrada média máxima na 2ª campanha (9 mg/L) e mínima na 6ª campanha (7 mg/L). De modo geral, o número de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA n° 357/05 vem apresentando um declínio desde o segundo semestre, sendo registradas na presente campanha 21 amostras em desacordo.

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 ou do índice pluviométrico registrado. As maiores variações foram observadas em P11 (2ª campanha), P07 e P13 (3ª campanha), P3 (4ª campanha), P8 (5ª campanha) e P9 (2ª e 6ª 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 e 3º 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).**



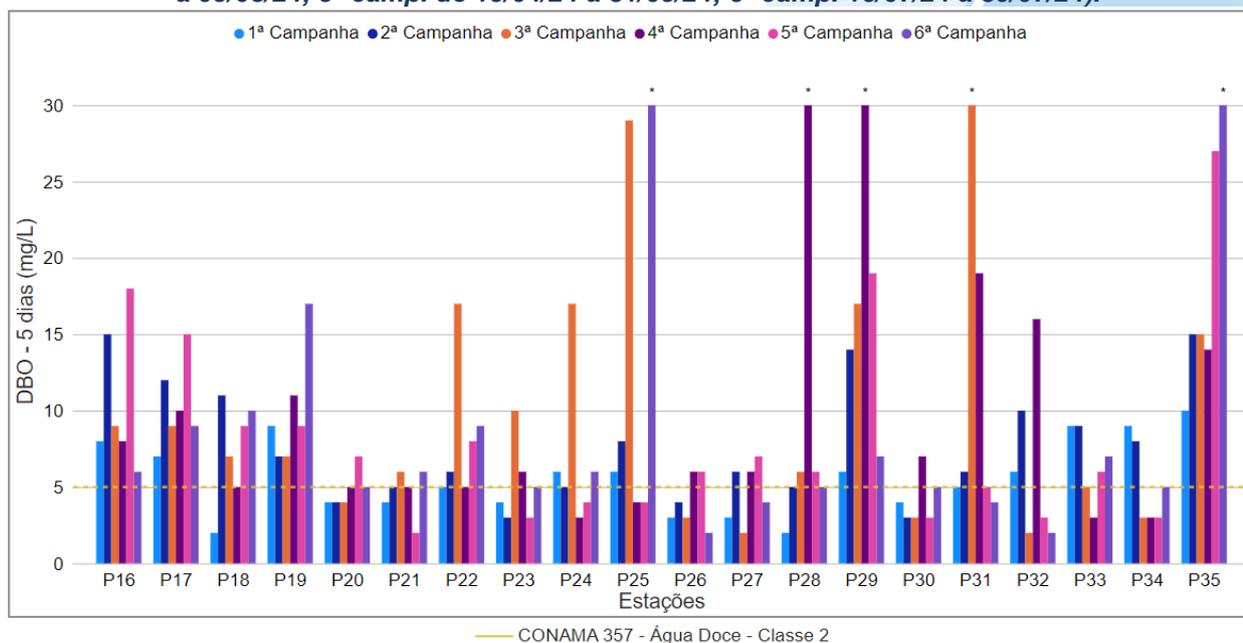
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.68), a média de DBO durante a 5ª campanha foi de 8 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P21) e 27 mg/L (P35). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 9 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P26 e P32) e 41 mg/L (P25). Os pontos amostrais P21, P23, P24, P25, P30, P31, P32 e P34 durante a 5ª campanha e os pontos monitorados P20, P23, P26, P27, P28, P30, P31, P32 e P34 na 6ª 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 julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de DBO (11 mg/L) e a 1ª campanha,

a menor (6 mg/L). De modo geral, os semestres de monitoramento apresentaram quantidade de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA n° 357/05 semelhantes, sendo registrado 25 amostras em desacordo no 2º semestre, e 23 amostras durante o 1º e 3º 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 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. Vale ressaltar que, com exceção de P23, estes pontos ficam localizados em áreas com adensamento urbano e registro de fontes potencialmente poluidoras, podendo estes fatores influenciarem no maior aporte de partículas orgânicas alóctones.

**Figura VI.68. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 30 mg/L

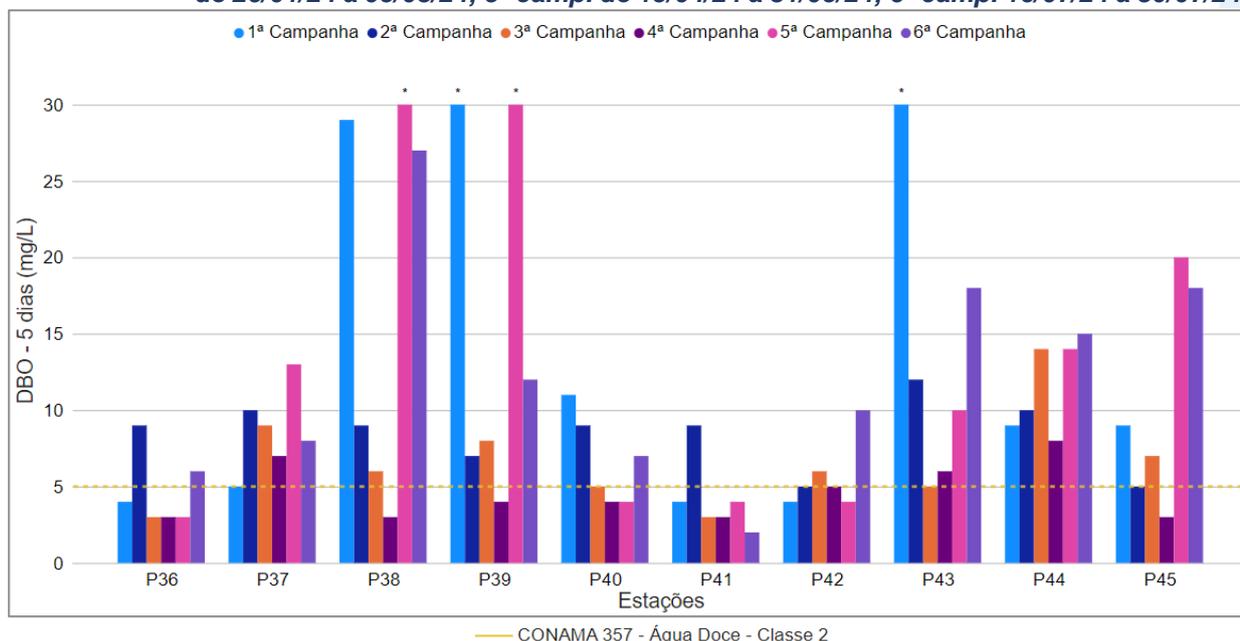
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.69) apresentou média de DBO de 18 mg/L na 5ª campanha, com mínima de 3 mg/L (P36) e máxima de 68 mg/L (P38). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 12 mg/L, com mínima de 2 mg/L (P41) e máxima de 27 mg/L (P38). Os pontos amostrais P37, P38, P39, P43, P44 e P45 durante a 5ª e 6ª, além dos pontos P36, P40 e P42 na 6ª campanha apresentaram valores de DBO acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de DBO (18 mg/L) e a 4ª campanha a menor média (5 mg/L). De modo geral, 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. No 1º e 3º semestre foram observados valores similares (14 e 15 amostras, respectivamente).

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 P40 e P43 na 1ª campanha, P36 e P41 na 2ª campanha, P37, P38, P39 e P45 na 5ª campanha, e em P42 e P44 na 6ª campanha. Vale ressaltar que esses pontos, nas campanhas supracitadas, apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, indicando maior contribuição de efluente sanitário nestes pontos, durante essas campanhas de monitoramento.

**Figura VI.69. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 30 mg/L

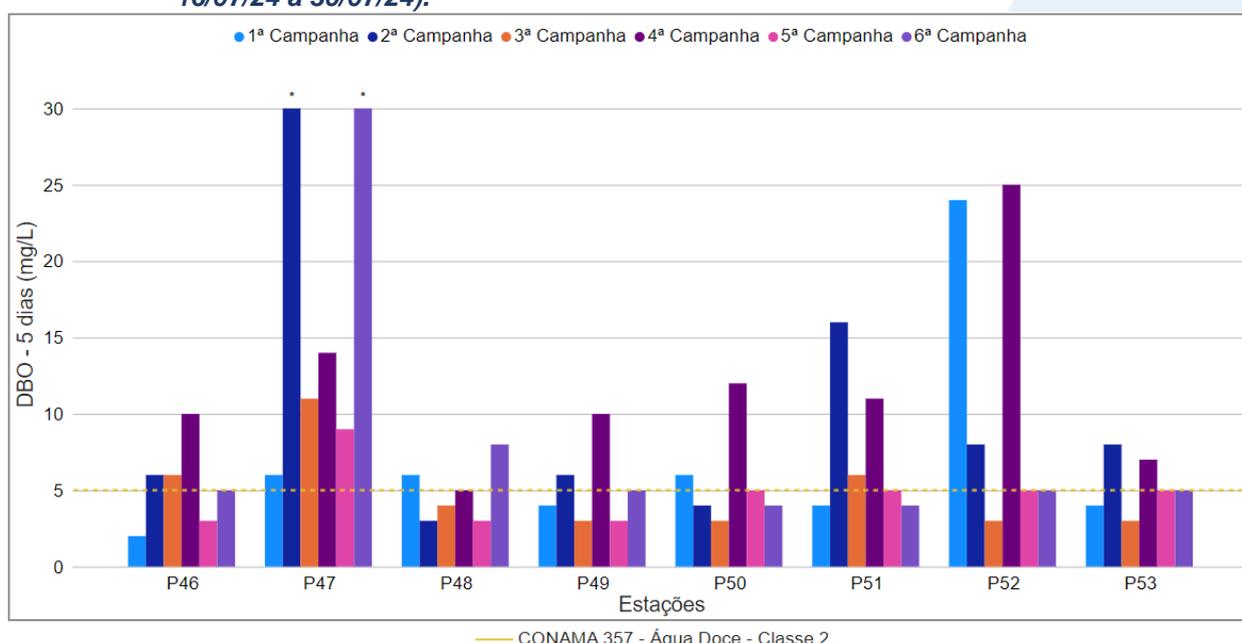
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.70), a média de DBO na 5ª campanha foi de 5 mg/L, com mínima de 3 mg/L (P46, P48 e P49) e máxima de 9 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 10 mg/L, com mínima de 4 mg/L (P50 e P51) e máxima de 47 mg/L (P47). Além disso, na 5ª campanha apenas o ponto P47 apresentou valor em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 6ª campanha, os pontos P47 e P48 apresentaram valores em desacordo com a legislação de referência.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior média de DBO (15 mg/L) e a 3ª e 5ª campanhas, a menor (5 mg/L). De modo geral, a 5ª e 6ª campanhas apresentaram menor quantidade de amostras em desacordo com a legislação de referência, sendo observado um declínio no 3º semestre (três amostras).

Ao longo do monitoramento foram observadas variações de DBO nos pontos monitorados, principalmente durante a 4ª campanha. Entretanto estas variações não ocorreram de acordo com a variação da pluviosidade registrada nestes pontos de monitoramento. Além disso, vale ressaltar que P47 (2ª e 6ª campanha) e P52 (1ª e 4ª campanha) apresentaram aumento acentuado das concentrações de DBO, assim como

maiores concentrações de coliformes termotolerantes, DQO e SST. Desta forma, as maiores concentrações registradas nestes locais podem estar relacionadas ao maior aporte de material orgânico para o corpo hídrico, visto que P47 fica situado em uma área de maior adensamento urbano e P52 em uma área que, apesar de apresentar menor adensamento, de acordo com as imagens aéreas, apresenta o desenvolvimento de atividades agrícolas e criação animal.

**Figura VI.70. Distribuição da DBO registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 30 mg/L

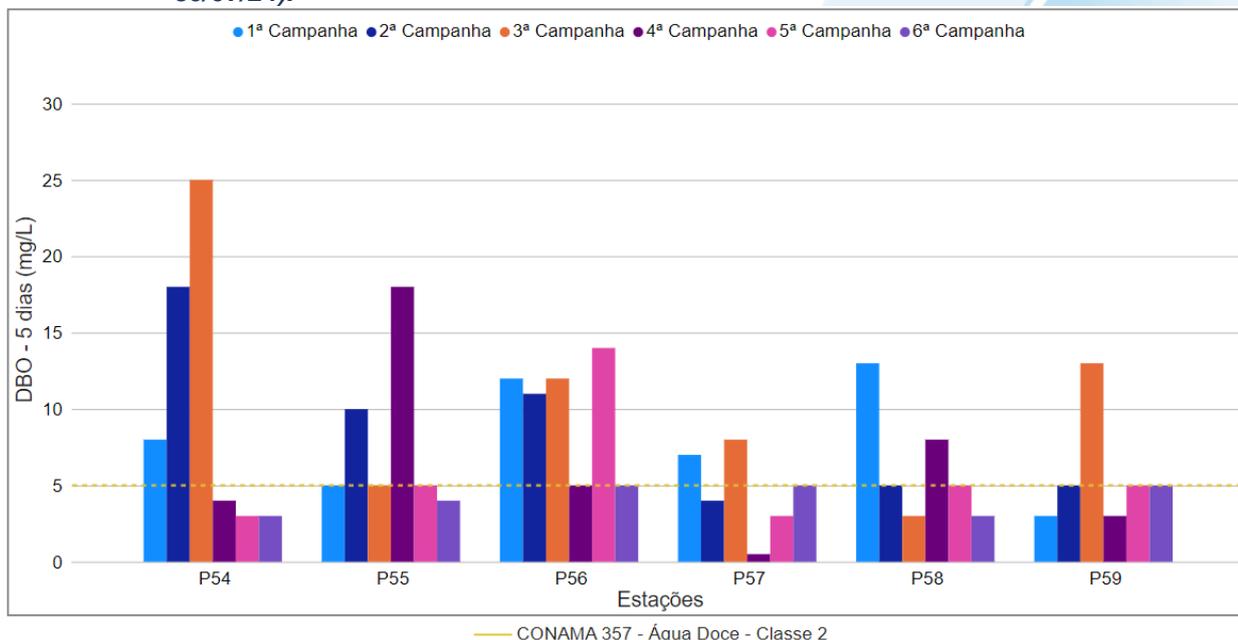
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.71) foi registrada média de DBO de 6 mg/L durante a 5ª campanha, com variação entre 3 mg/L (P54 e P57) e 14 mg/L (P56). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 4 mg/L, com resultados variando entre 3 mg/L (P54 e P58) e 5 mg/L (P56 e P57). No 3º semestre de monitoramento apenas P56 na 5ª campanha apresentou valor acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 3ª campanha apresentou a maior média de DBO (11 mg/L) e a 6ª campanha a menor (4 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).

De modo geral os pontos monitorados apresentaram variações distintas de DBO entre as campanhas de monitoramento, sendo estas independentes do índice pluviométrico registrado. 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 e 3º 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).**



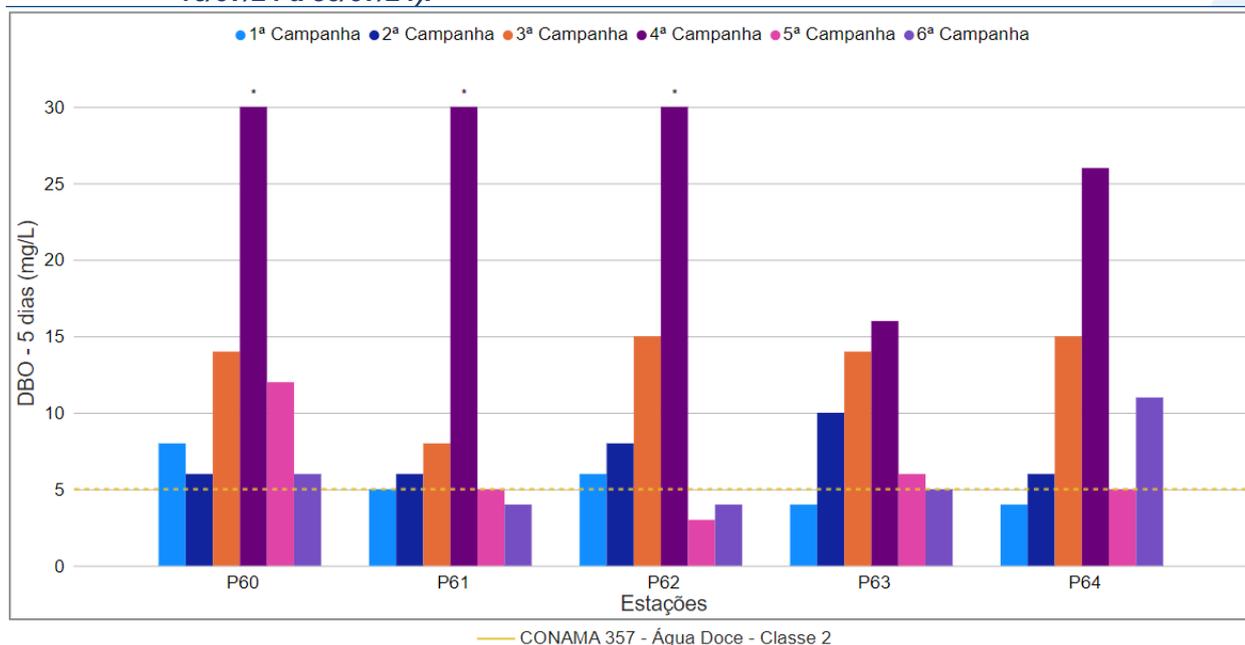
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.72), a média de DBO durante a 5ª campanha foi de 6 mg/L, com variação entre 3 mg/L (P62) e 12 mg/L (P60). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 6 mg/L, com variação entre 4 mg/L (P61 e P62) e 11 mg/L (P64). Vale ressaltar que durante a 5ª

campanha de monitoramento P60 e P63 apresentaram valores em desacordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05, já na 6ª campanha foram registradas concentrações em desacordo em P60 e P64.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de DBO (34 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (5 mg/L). De modo geral, o 3º semestre de monitoramento apresentou um declínio do número 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 e 3º 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).**

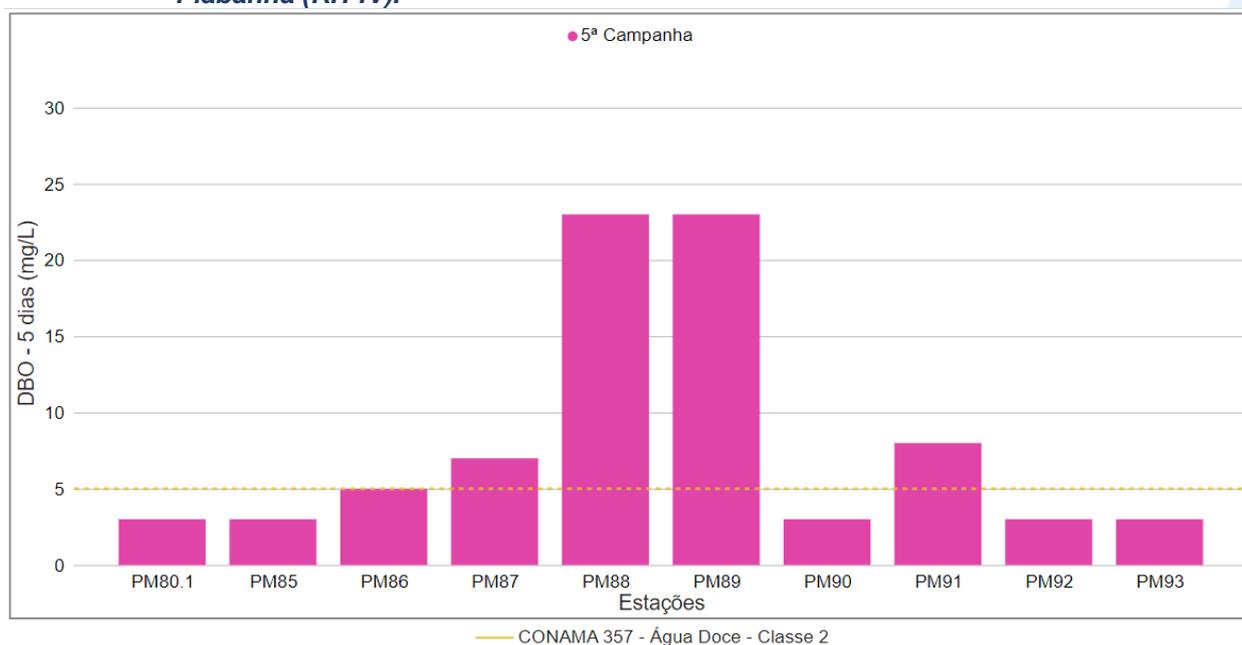


**Legenda:** \* Valor superior a 30 mg/L

Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.73) apresentaram média de DBO de 8 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 3 mg/L (PM80.1, PM85, PM90, PM92 e PM93) e máxima de 23 mg/L (PM88 e PM89).

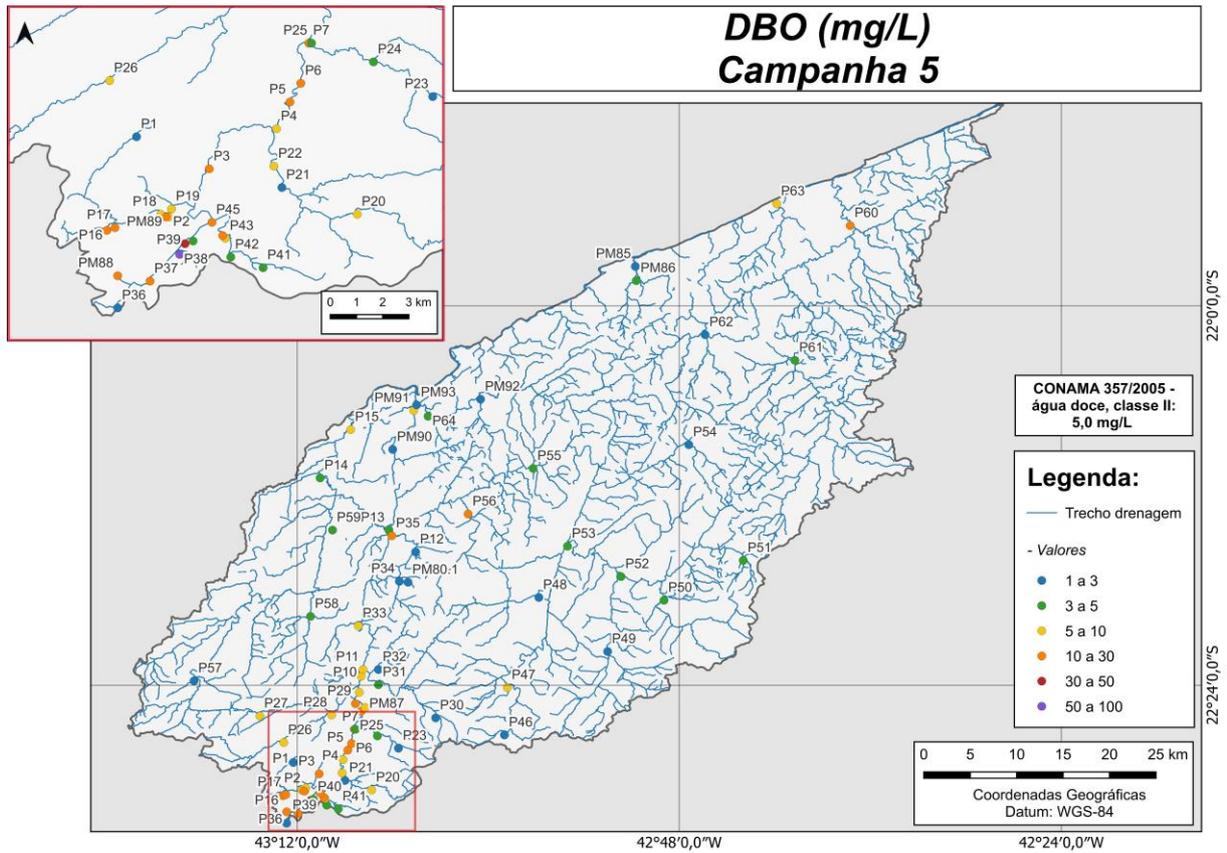
Os pontos móveis monitorados PM87, PM88, PM89 e PM91 apresentaram valores de DBO acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Vale lembrar que estes pontos também apresentaram maiores concentrações de DQO, coliformes termotolerantes e nitrogênio total, podendo indicar um maior aporte de material orgânico e inorgânico nestes pontos.

**Figura VI.73. Distribuição da DBO registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

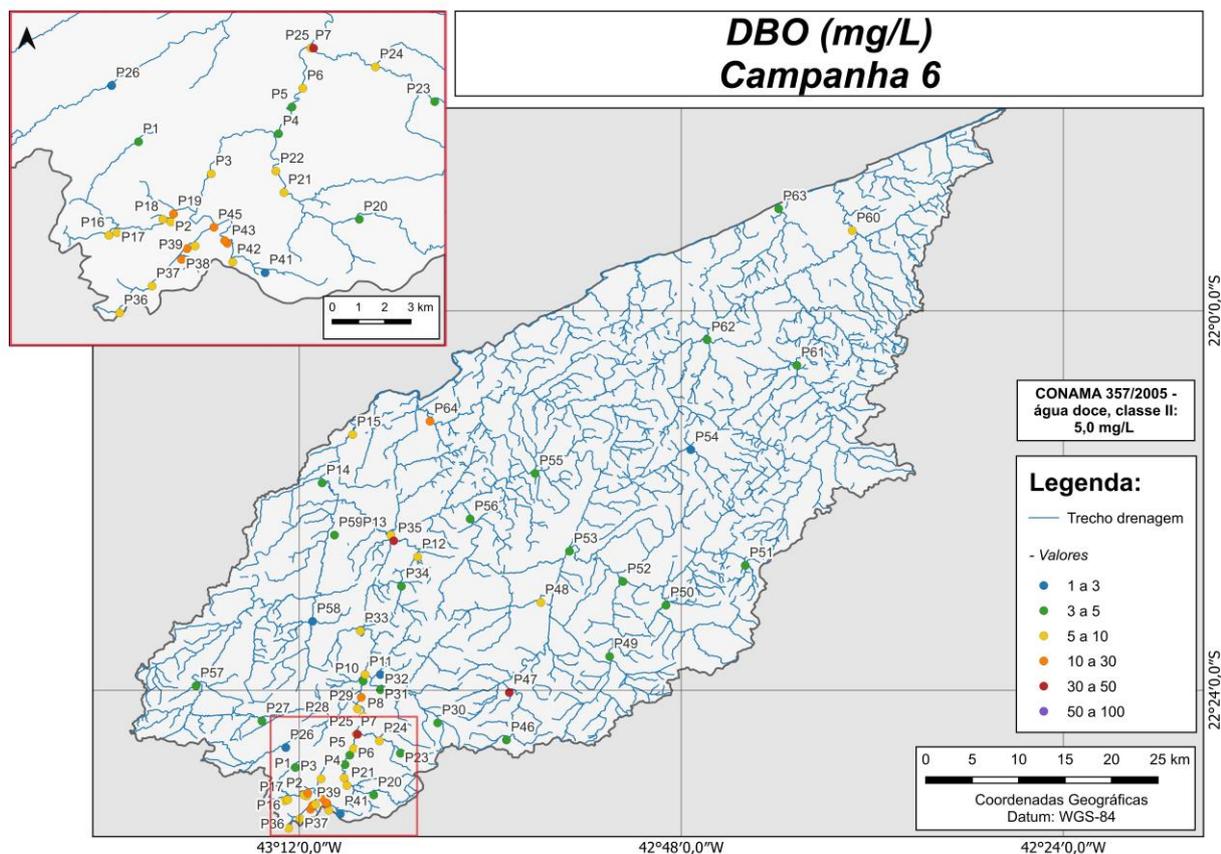


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de DBO de 9 mg/L no 3º semestre, sendo esta semelhante às médias registradas no 1º e 2º semestres de monitoramento (8 mg/L e 9 mg/L, respectivamente). Na 5ª campanha foi encontrada média geral de 9 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P01 e P21) e 68 mg/L (P38). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 9 mg/L, com variação entre 2 mg/L (P26, P32 e P41) e 47 mg/L (P47). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha foi a que apresentou a maior média do período (11 mg/L), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (8 mg/L). A distribuição espacial da DBO encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**

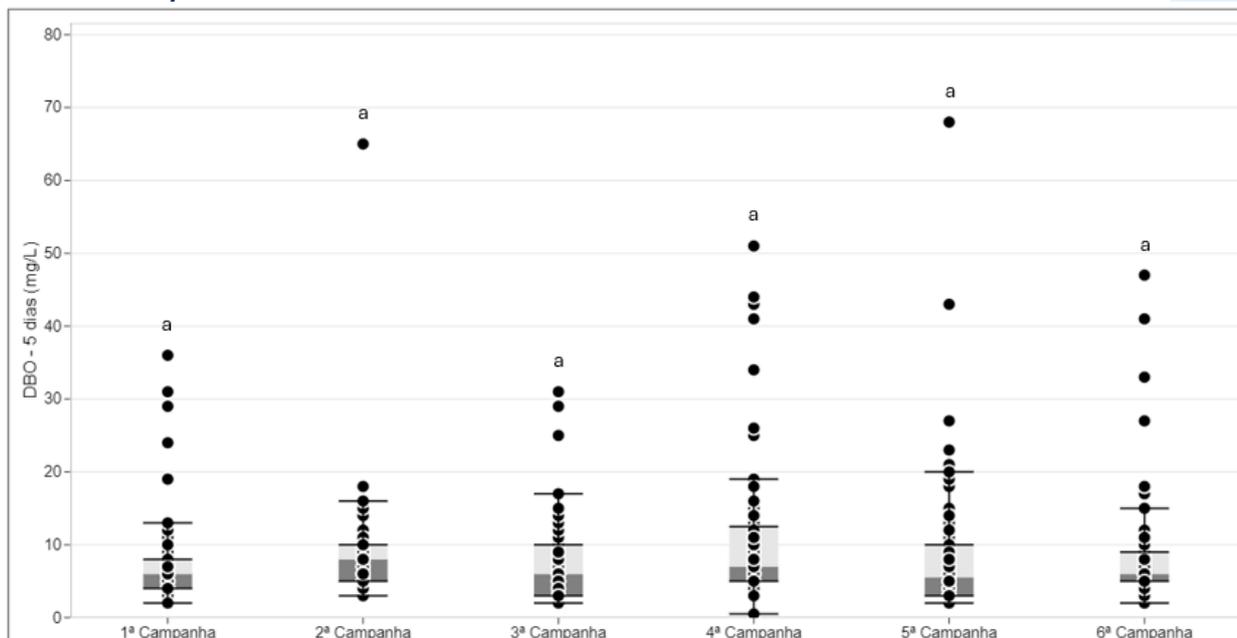


**Figura VI.75. Mapa representativo da distribuição espacial da DBO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**

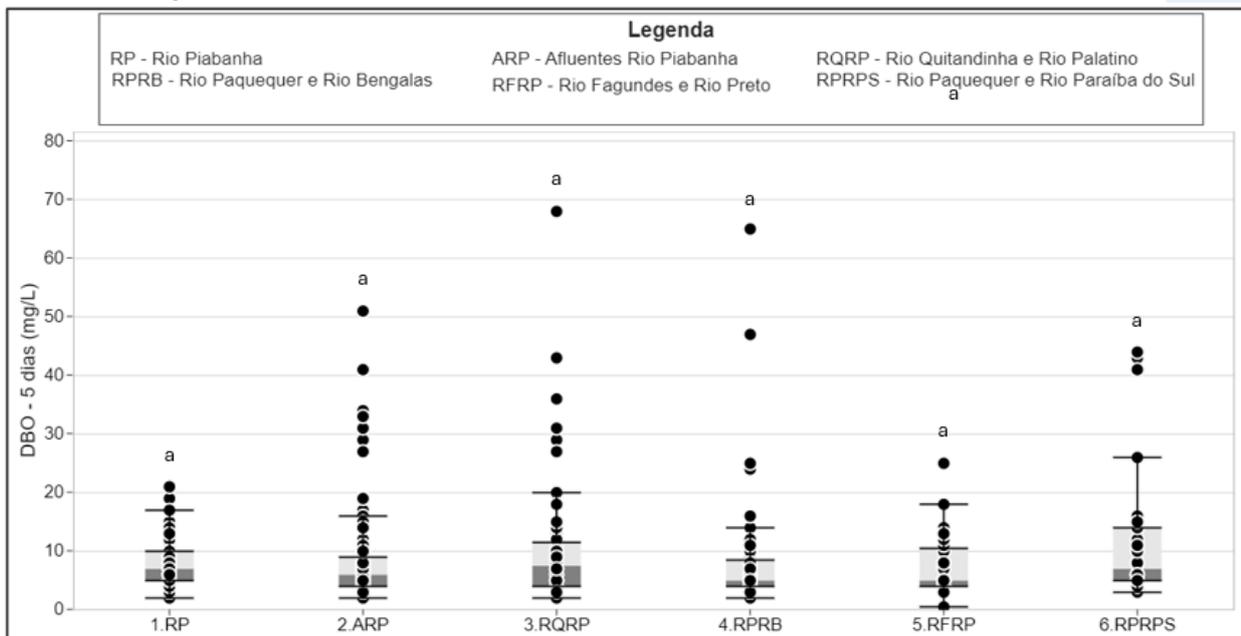


Para o parâmetro DBO, não foram encontradas diferenças significativas entre as campanhas e sub-regiões monitoradas na Região Hidrográfica do Rio Piabanha. As sub-regiões RQRP e RPRB apresentaram a maior média de DBO (11 mg/L) durante o 1º semestre e RPRPS a menor (6 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RPRPS apresentou a maior (24 mg/L) e RQRP (6 mg/L) a menor. Já no 3º semestre, RQRP apresentou maior média (18 mg/L) e RFRP a menor (4 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.76 e Figura VI.77, respectivamente.

**Figura VI.76. Boxplots da DBO, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.77. Boxplots da DBO, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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).

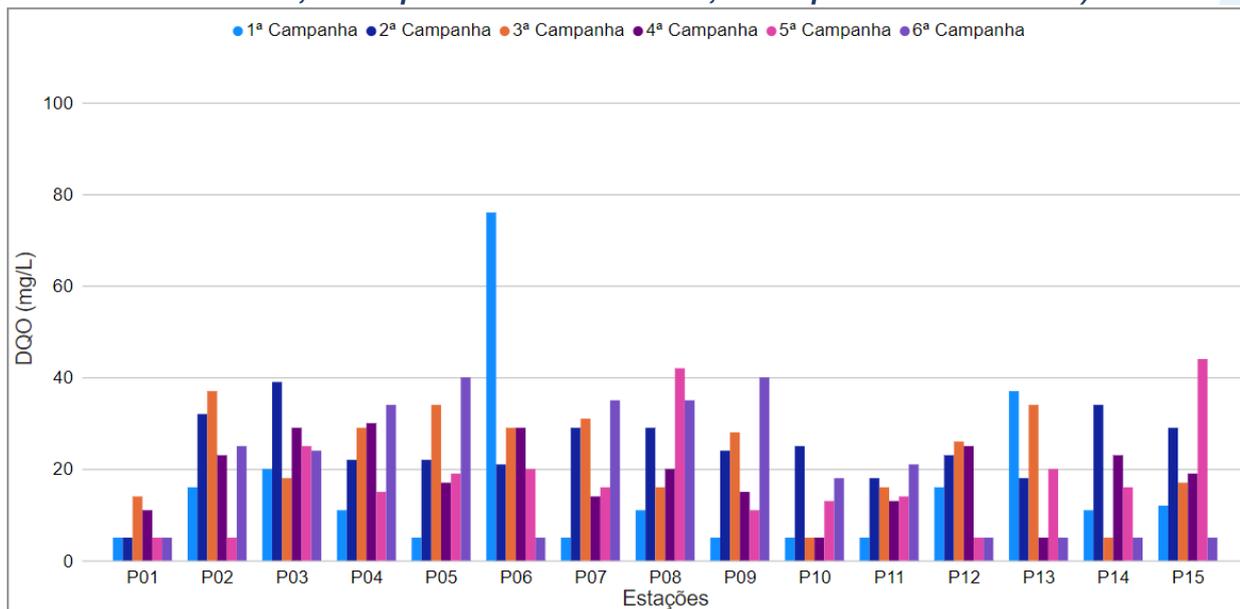
Os valores de DQO registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.78), a concentração média de DQO durante a 5ª campanha de monitoramento foi de 18 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de quantificação do método analítico, 10 mg/L (P01, P02 e P12), e 44 mg/L (P15). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 20 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de quantificação (P01, P06, P12, P13, P14 e P15) e máximo de 40 mg/L (P05 e P09).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior média de DQO (25 mg/L) e a 1ª 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 e 3º 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).**



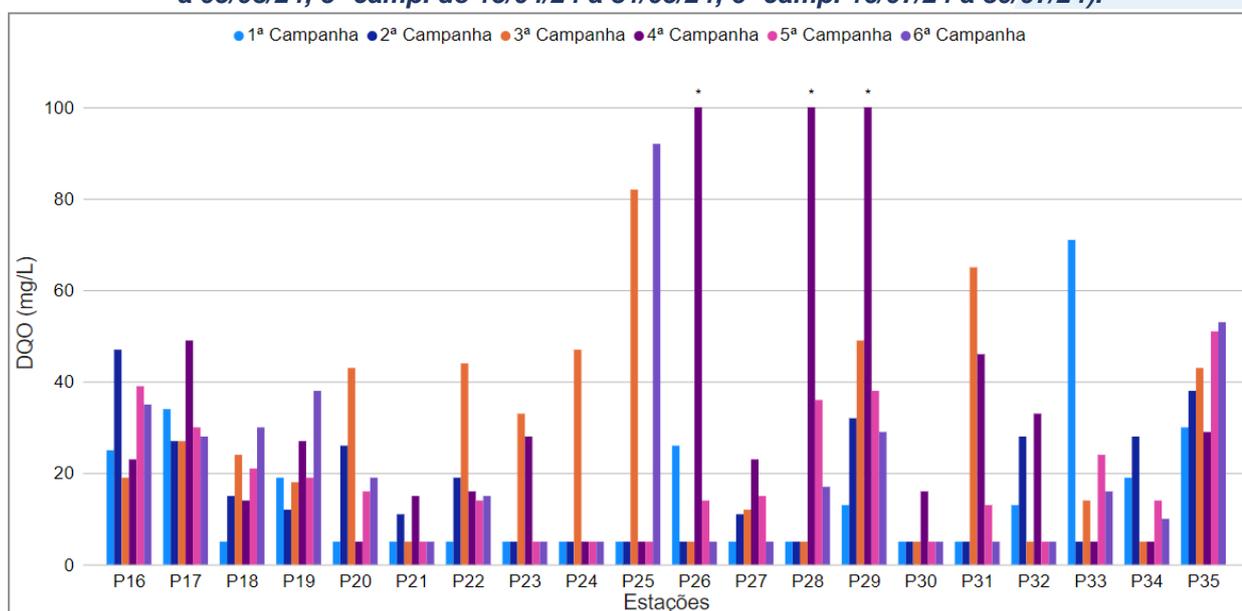
Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.79), durante a 5ª campanha, apresentaram média de DQO de 19 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P21, P23, P24, P25, P30 e P32), e 51 mg/L (P35). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 21 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P21, P23, P24, P26, P27, P30, P31 e P32) e 92 mg/L (P25).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de DQO (52 mg/L) e a 1ª campanha 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. 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 (2ª 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 e 3º 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).**



**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 5ª campanha foi de 39 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (P36, P40, P41 e P42) e 155 mg/L (P38). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 29 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (P36 e P41), e 46 mg/L (P43).

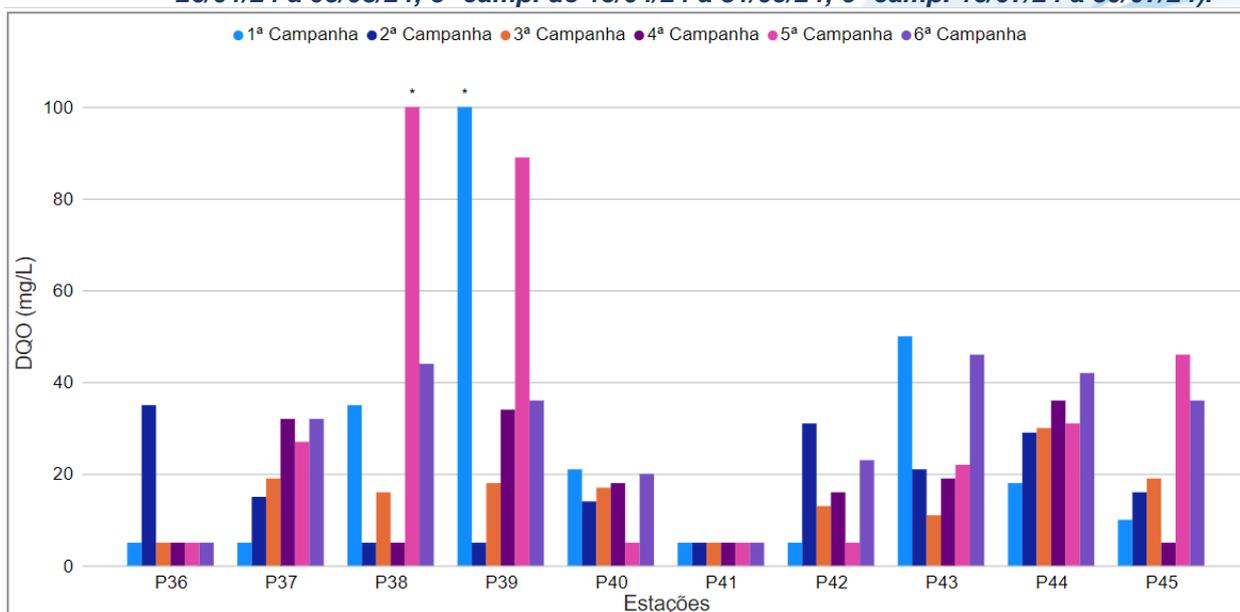
Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 5ª campanha apresentou a maior média de DQO (39 mg/L) e a 3ª campanha, a menor (15 mg/L).

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) e P39 (1ª campanha) apresentaram as maiores variações de DQO nessa sub-região, registrando valores superiores a 100 mg/L, indicando um maior aporte de material orgânico e inorgânico nestas campanhas, nas quais também foram registradas mais concentrações DBO e coliformes termotolerantes.

**Figura VI.80. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

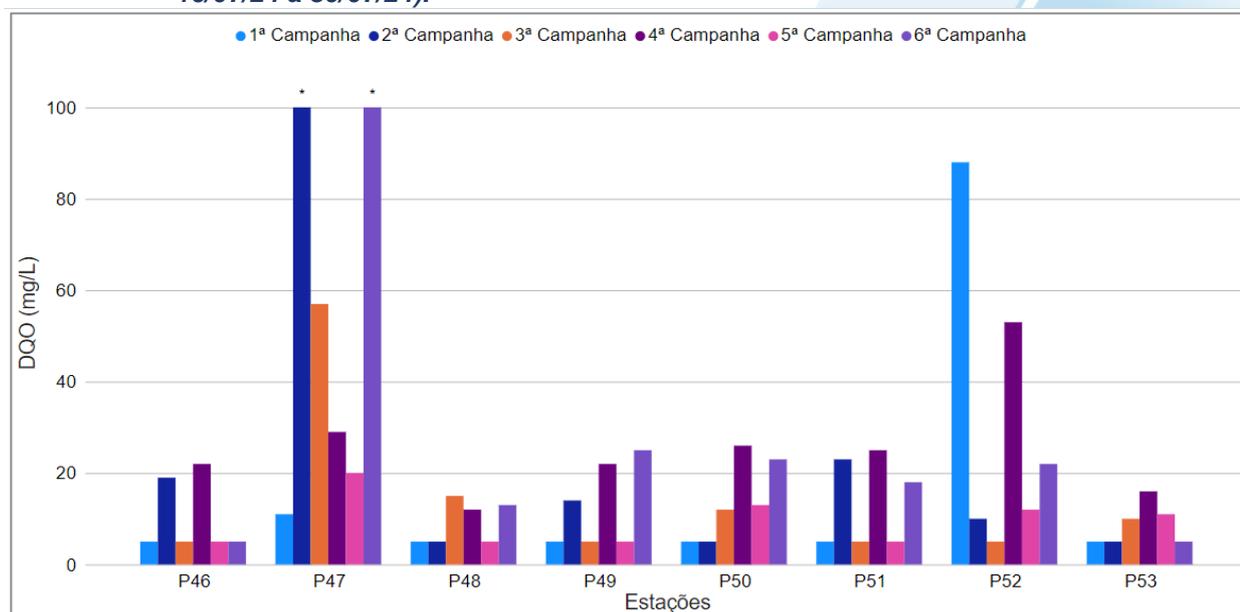
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP;

Figura VI.81), a média de DQO na 5ª campanha foi de 10 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (P46, P48, P49 e P51) e 20 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 29 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (P46 e P53) e 121 mg/L (P47).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de DQO (29 mg/L) e a 5ª campanha a menor (10 mg/L).

Ao longo do monitoramento foi observada variação de DQO nos pontos monitorados, sendo essa variação semelhante à registrada para DBO. Vale ressaltar que para DQO também foram registradas em P47 (2ª e 6ª campanha) e P52 (1ª e 4ª campanhas). Essas variações ocorreram independentemente das oscilações no índice de pluviosidade e da vazão registrada nas campanhas ímpares. Além disso, P47, que apresentou maiores valores de DQO ao longo do monitoramento, está localizado 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 em seu entorno.

**Figura VI.81. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

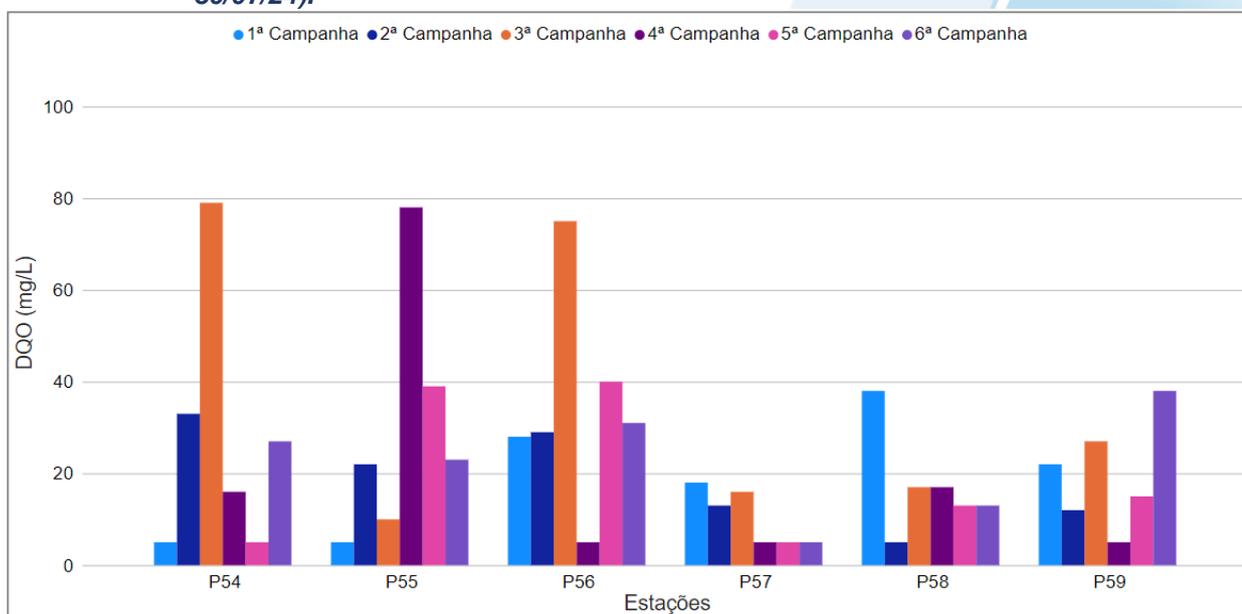
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.82), a média de DQO durante a 5ª campanha foi de 20 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (P54 e P57) e 40 mg/L (P56). Na 6ª campanha, a média

encontrada foi de 23 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação (P57) e 38 mg/L (P59).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 3ª campanha apresentou a maior média de DQO (37 mg/L) e a 1ª e 2ª campanhas, a menor média (19 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 e 3º 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).**



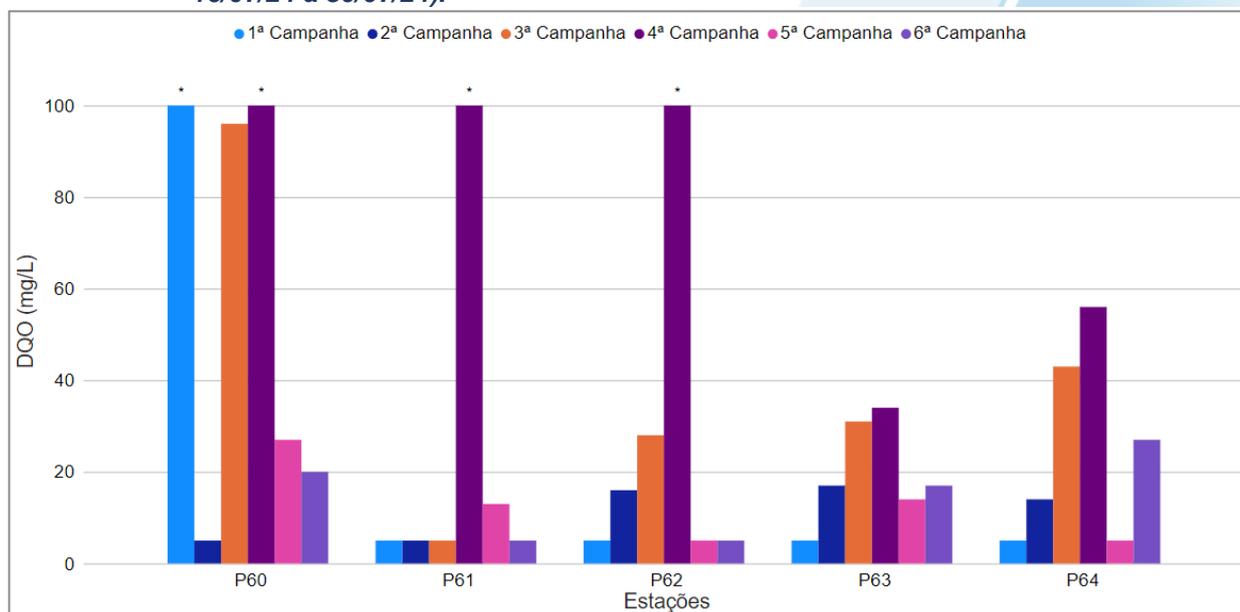
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.83), a média de DQO durante a 5ª campanha foi de 13 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P62 e P64), e 27 mg/L (P60). Na 6ª

campanha, a média encontrada foi de 15 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P61 e P62), e 27 mg/L (P64).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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.

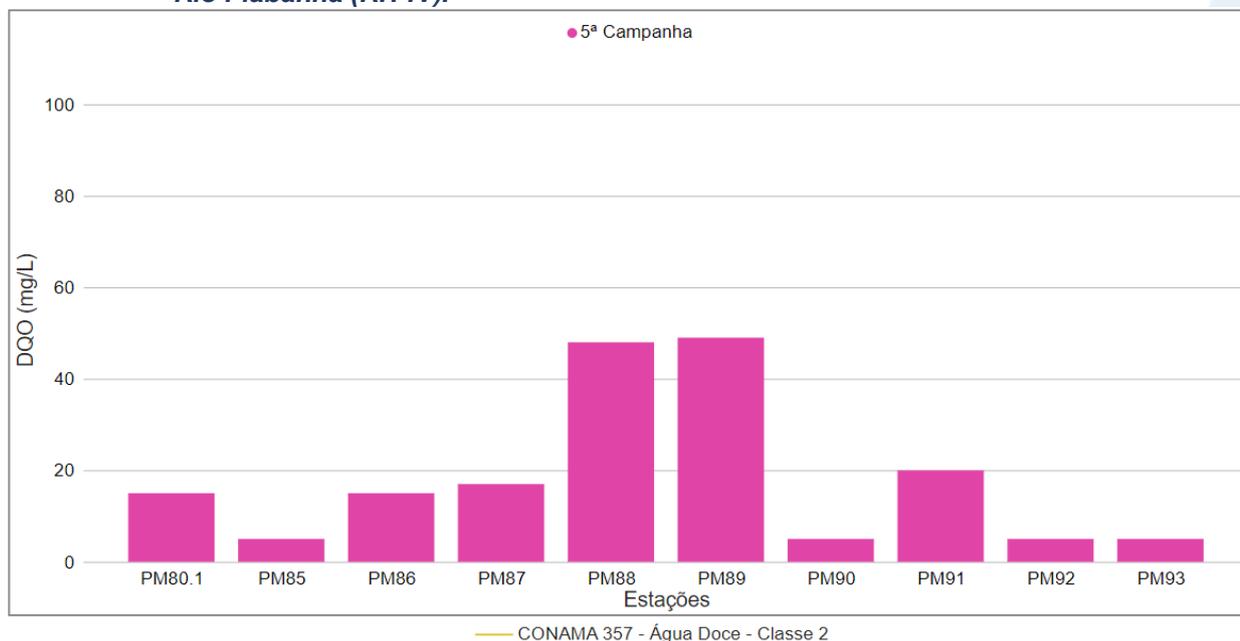
**Figura VI.83. Distribuição da DQO registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24;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



**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

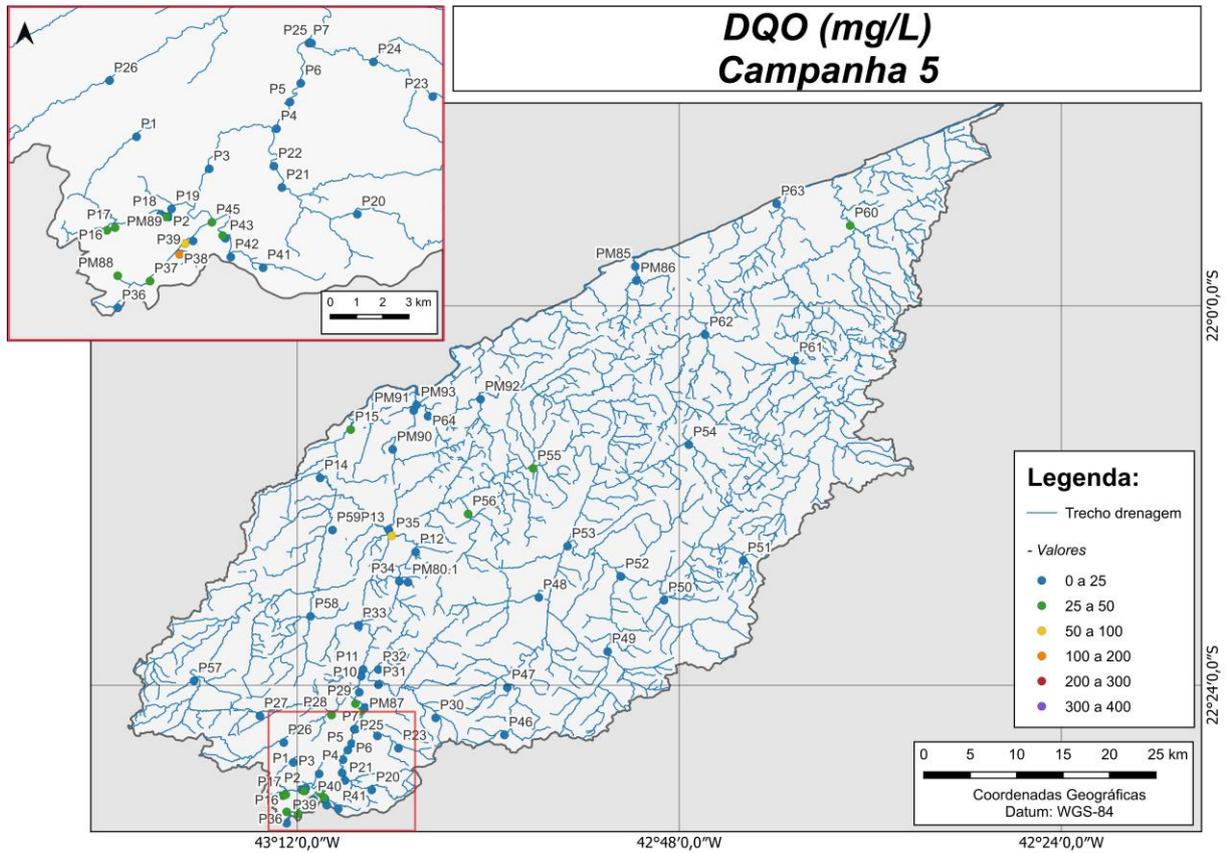
Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.84) apresentaram média de DQO de 18 mg/L, com variação entre valores abaixo do limite de quantificação, <10 mg/L (PM85, PM90, PM92 e PM93) e 49 mg/L (PM89).

**Figura VI.84. Distribuição da DQO registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/2024 a 31/05/2024) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

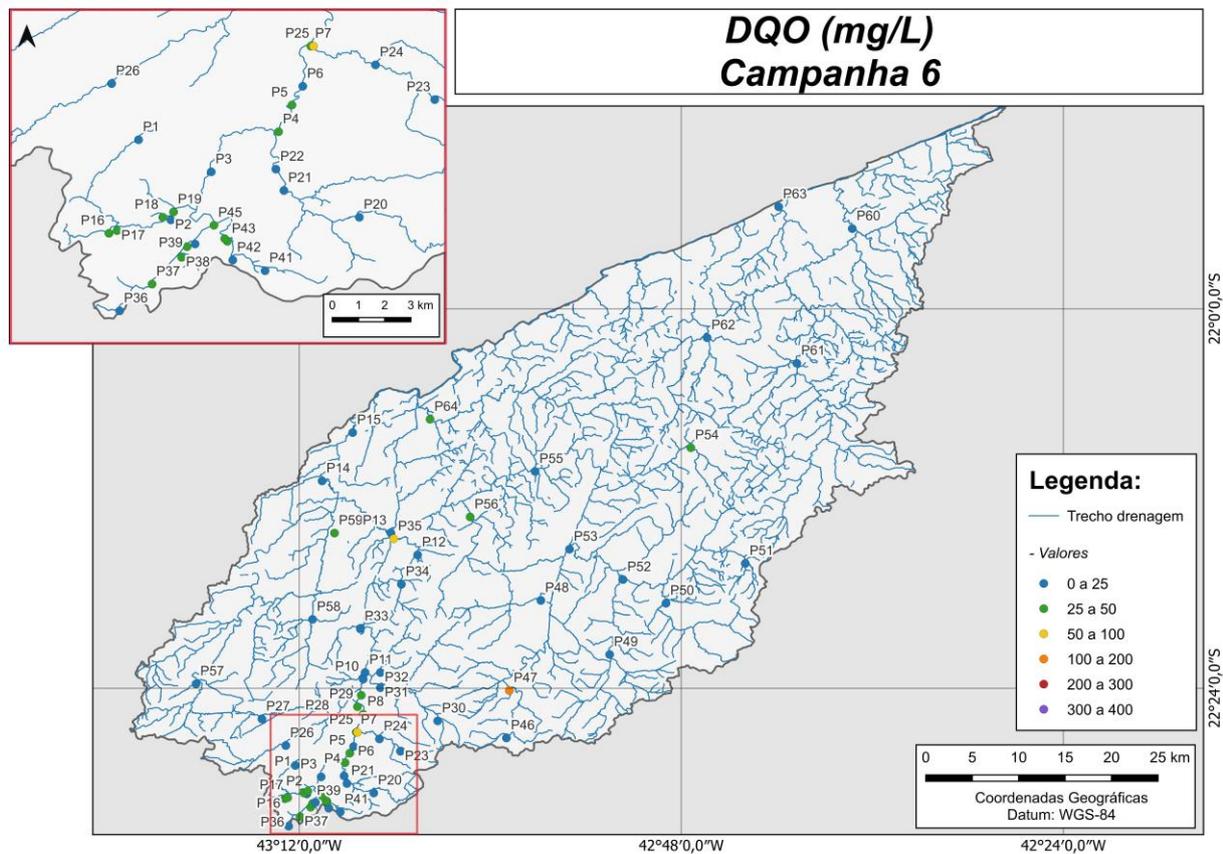


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de DQO de 21 mg/L no 3º semestre, sendo registrada no 2º semestre a maior média geral (29 mg/L). Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 20 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 10 mg/L (P01, P02, P12, P21, P23, P24, P25, P30, P32, P36, P40, P41, P42, P46, P48, P49, P51, P54, P57, P62 e P64), e 155 mg/L (P38). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 23 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação (P01, P06, P12, P13, P14, P15, P21, P23, P24, P26, P27, P30, P31, P32, P36, P41, P46, P53, P57, P61 e P62) e 121 mg/L (P47). Dentre as campanhas de monitoramento, a 4ª campanha apresentou a maior média do período (36 mg/L), enquanto a 1ª, 2ª e 5ª campanhas apresentaram a menor (20 mg/L). A distribuição espacial de DQO encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



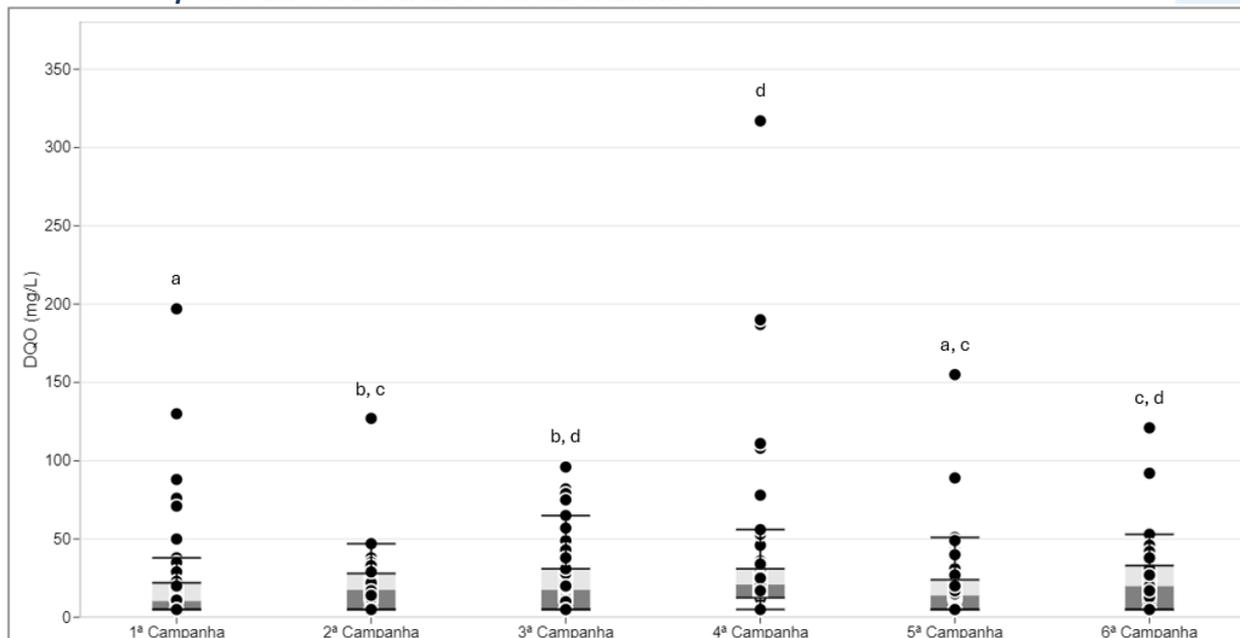
**Figura VI.86. Mapa representativo da distribuição espacial da DQO registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



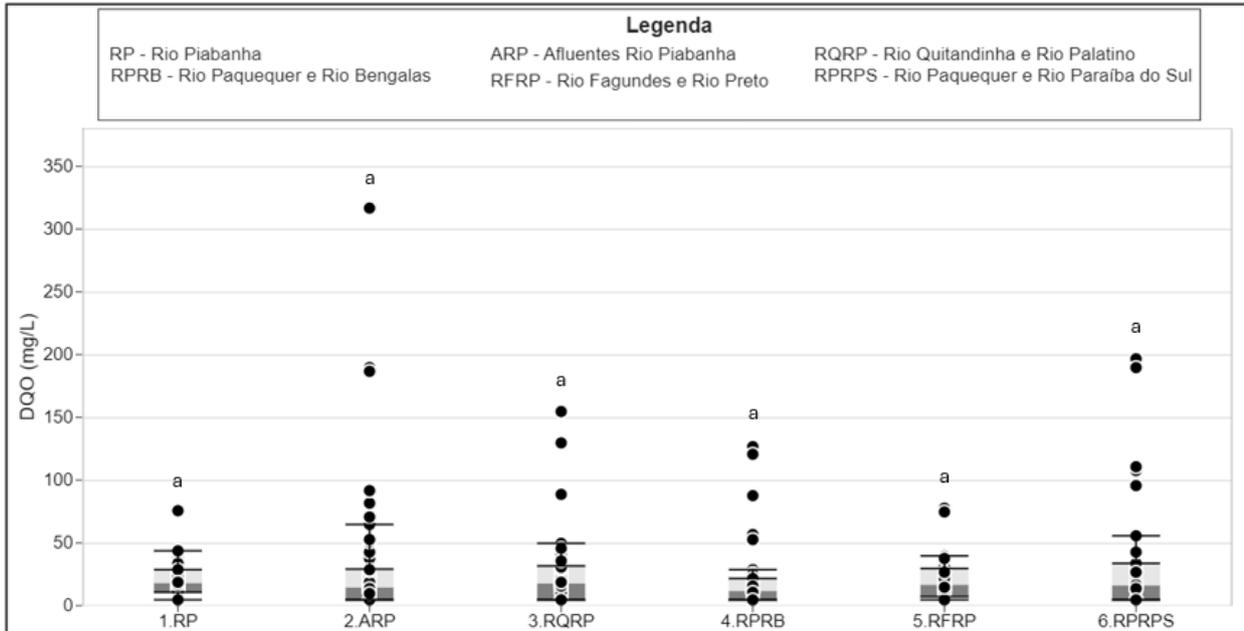
A sub-região que apresentou a maior média de DQO ao longo do 1º semestre foi RP (31 mg/L) e RFRP, a menor (14 mg/L), enquanto no 2º semestre em ARP foi registrada maior média (25 mg/L) e em RPRB e RFRP, a menor média (17 mg/L). Já no presente semestre, RQRP apresentou a maior média (39 mg/L) e RPRB, a menor (10 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões, ao longo do monitoramento, são apresentadas na Figura VI.87 e Figura VI.88, respectivamente.

Para o parâmetro DQO, foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a 1ª campanha e as demais campanhas realizadas, com exceção da 5ª campanha, enquanto a 2ª campanha se diferenciou da 4ª campanha de monitoramento. Além disso, a 5ª campanha apresentou diferença significativa em relação a 3ª e 4ª campanha. Em relação as sub-regiões, não foi verificada diferença significativa entre elas ( $p < 0,05$ ).

**Figura VI.87. Boxplots da DQO, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.88. Boxplots da DQO, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



### VI.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.

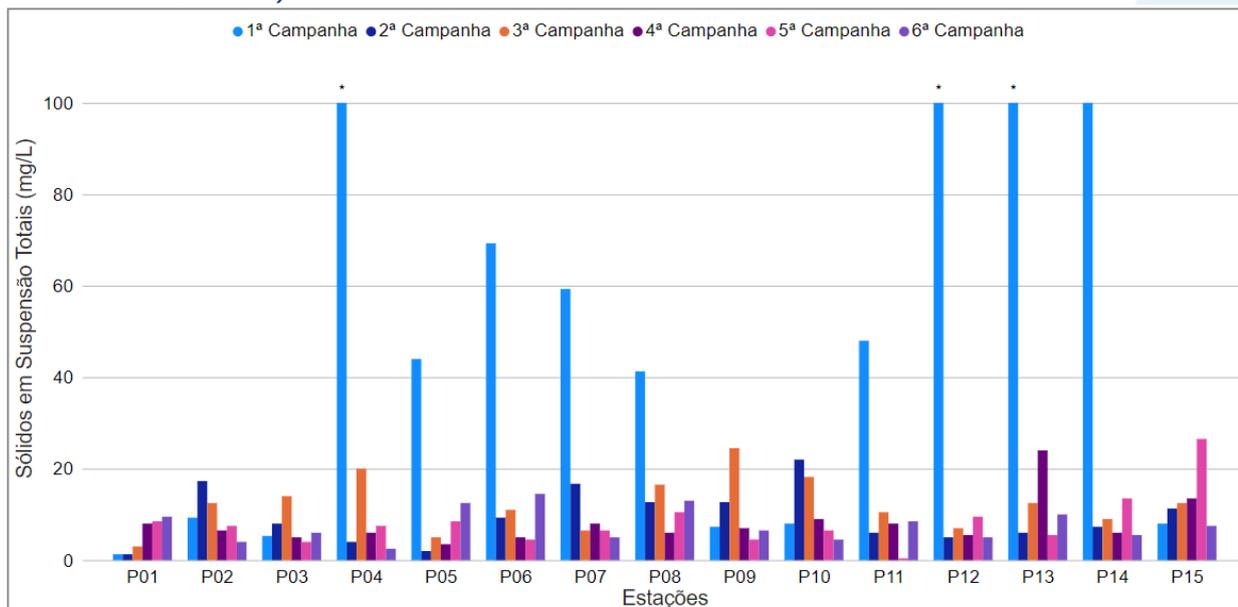
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.89), a concentração média de SST foi de 8,3 mg/L na 5ª campanha, sendo registrados resultados abaixo do limite de quantificação do método analítico (P11), <0,8 mg/L, e valor máximo de 26,5 mg/L (P15). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 7,6 mg/L, com mínimo de 2,5 mg/L (P4) e máximo de 14,5 mg/L (P06).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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).

Essa sub-região apresentou maiores concentrações de SST durante a 1ª campanha 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. A maior concentração registrada na 1ª campanha pode ter sido ocasionada pelo maior aporte de partículas sólidas para estes corpos hídricos, pois

nessa campanha, foram registrados elevados índices pluviométricos, além de maiores valores de vazão e turbidez.

**Figura VI.89. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



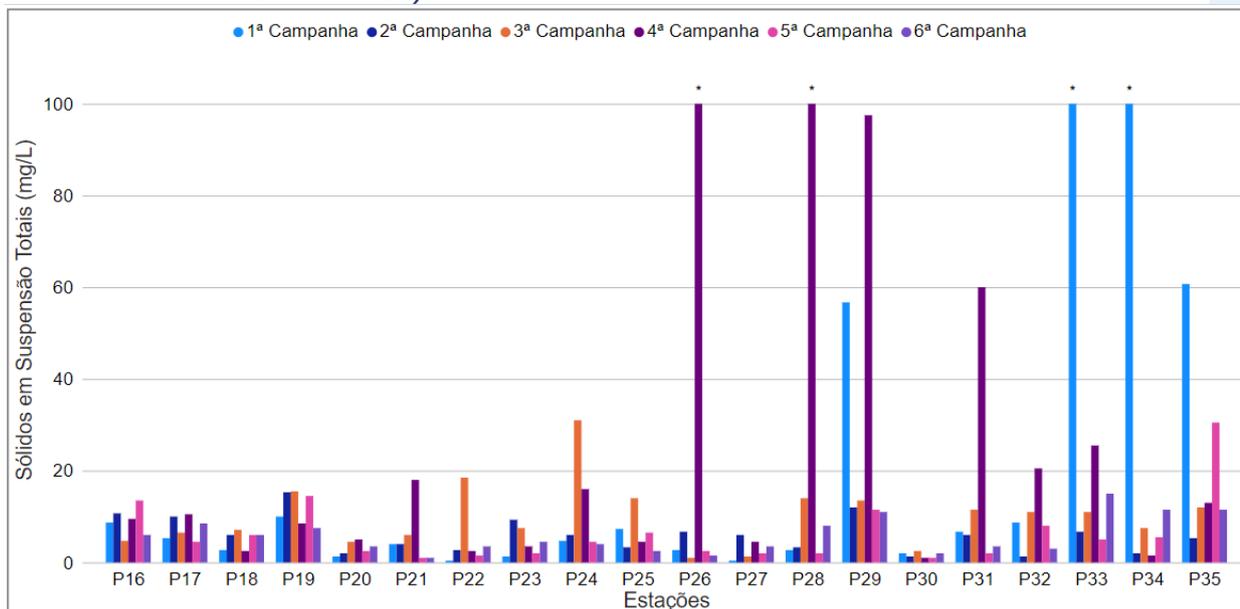
**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.90), durante a 5ª campanha, apresentaram valor médio de SST de 6,3 mg/L, com variação entre 1,0 mg/L (P21 e P30) e 30,5 mg/L (P35). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 5,9 mg/L, com mínima de 1,0 mg/L (P21) e máxima de 15,0 mg/L (P33).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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.

**Figura VI.90. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**



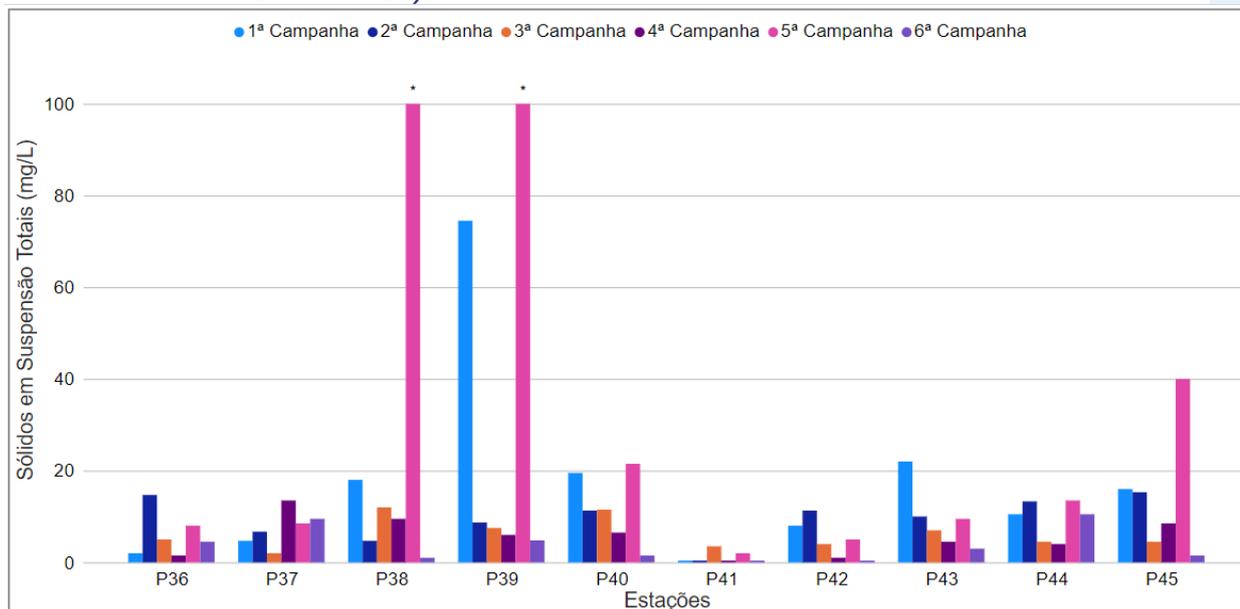
**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.91), apresentou concentração média de SST durante a 5ª campanha de 92,6 mg/L, com variação entre 2,0 mg/L (P41) e 576,6 mg/L (P38). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 3,7 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <0,8 mg/L (P41 e P42), e 10,5 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 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 e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**



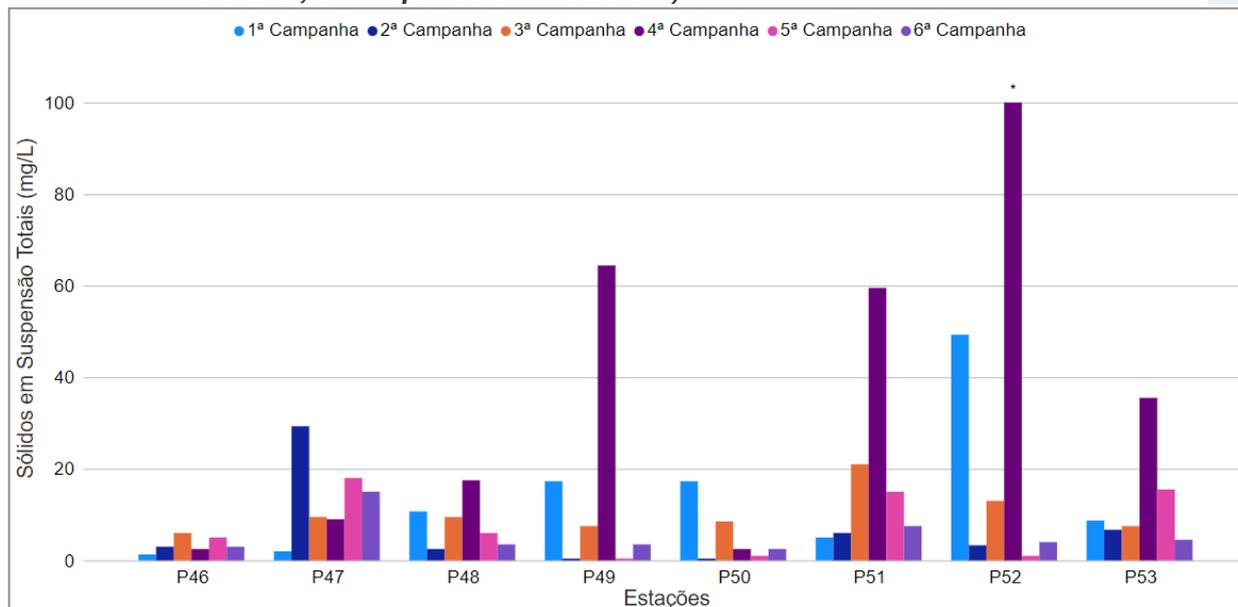
**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.92), a concentração média de SST na 5ª campanha foi de 7,7 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <0,8 mg/L (P49) e 18,0 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 5,4 mg/L, com mínima de 2,5 mg/L (P50) e máxima de 15,0 mg/L (P47).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 P49, P51, P52 e P53. Vale destacar que esses pontos também apresentaram, durante a 4ª campanha, maiores concentrações de turbidez, DQO e DBO, sendo este aumento independente do índice de pluviosidade registrado. Desta forma, as maiores concentrações registradas na 4ª campanha 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 e 3º 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).**



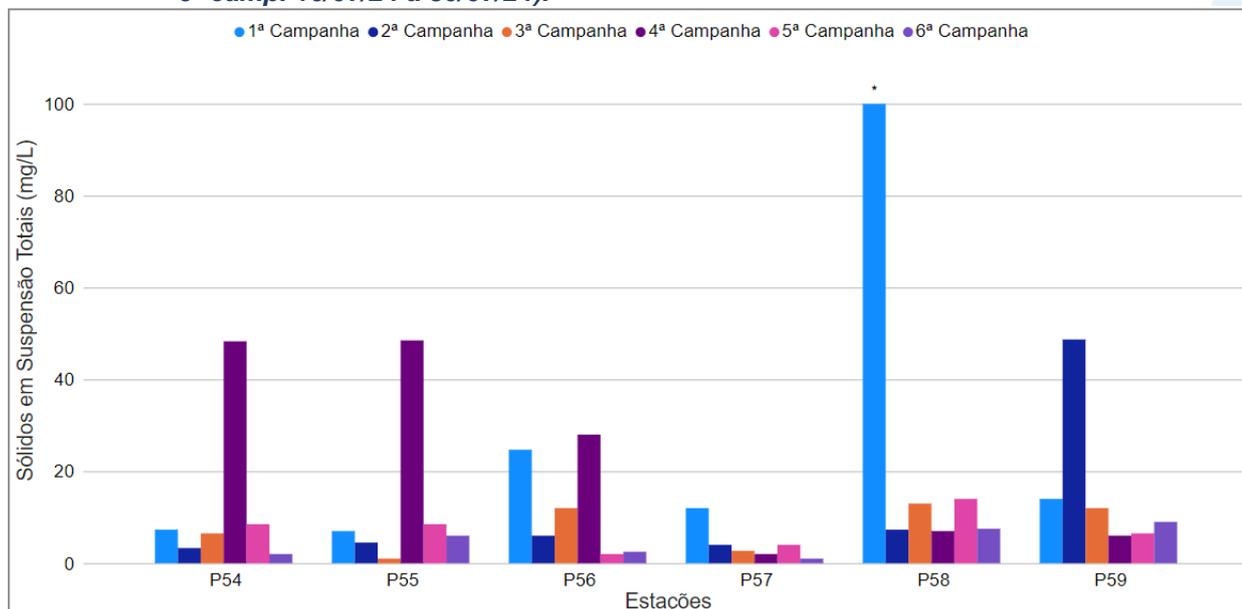
**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.93), foi registrada na 5ª campanha concentração média de SST de 7,3 mg/L, com variação entre 2,0 mg/L (P56) e 14,0 mg/L (P58). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 4,7 mg/L, com variação entre 1,0 mg/L (P57) e 9,0 mg/L (P59).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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. Além disso, P59 apresentou maior concentração na 2ª campanha, assim como maiores concentrações de nitrogênio e fósforo total. Já durante a 4ª campanha, P54, P55 e P56 apresentaram maiores concentrações de SST, assim como maior concentração de nitrogênio 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 e 3º 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).**



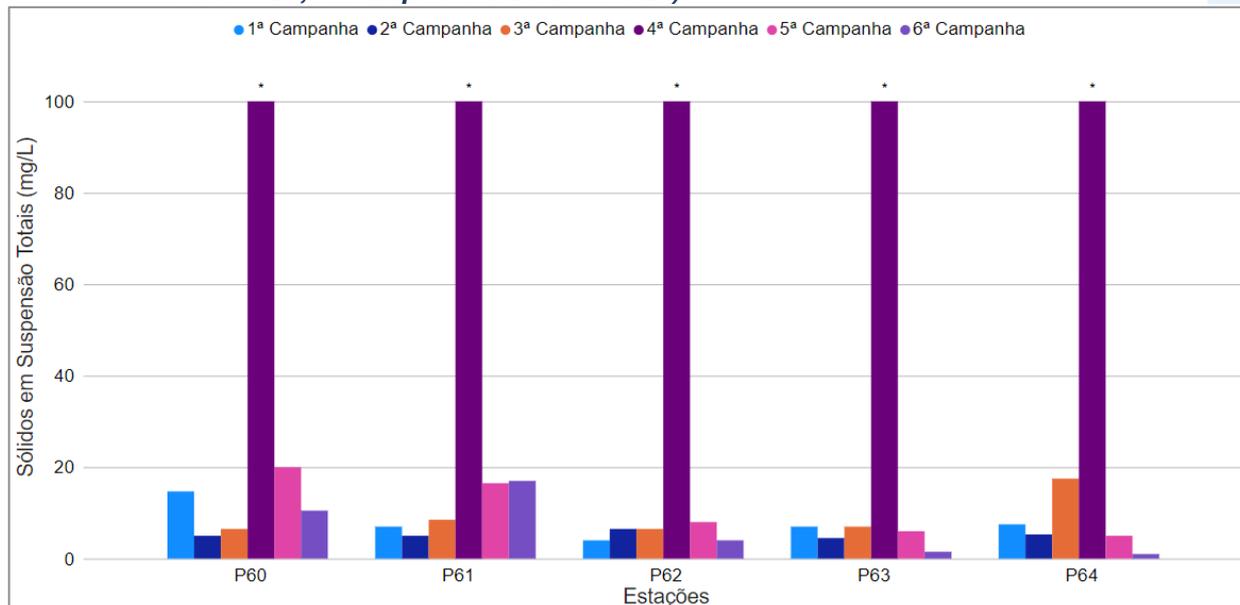
**Legenda:** \* Valor superior a 100 mg/L

Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.94), a média de SST durante a 5ª campanha foi de 11,1 mg/L, com variação entre 5,0 mg/L (P64) e 20,0 mg/L (P60). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 6,8 mg/L, com variação entre 1,0 mg/L (P64) e 17,0 mg/L (P61).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, 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.

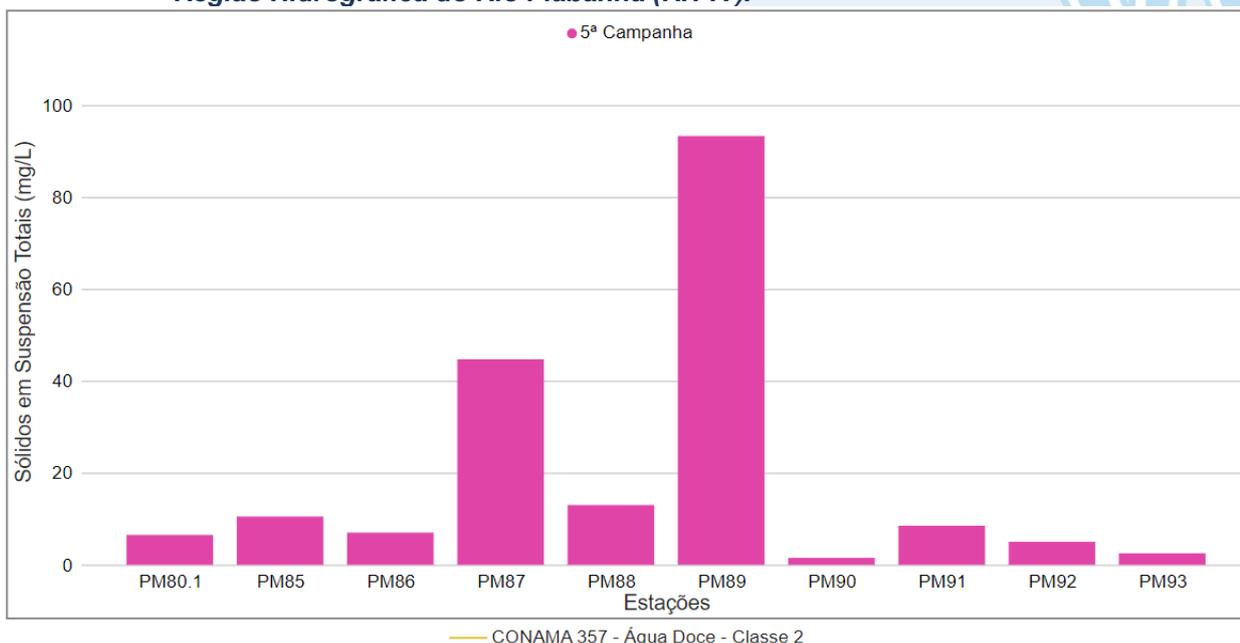
**Figura VI.94. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 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).**



**Legenda:** \* Valor maior que 100 mg/L

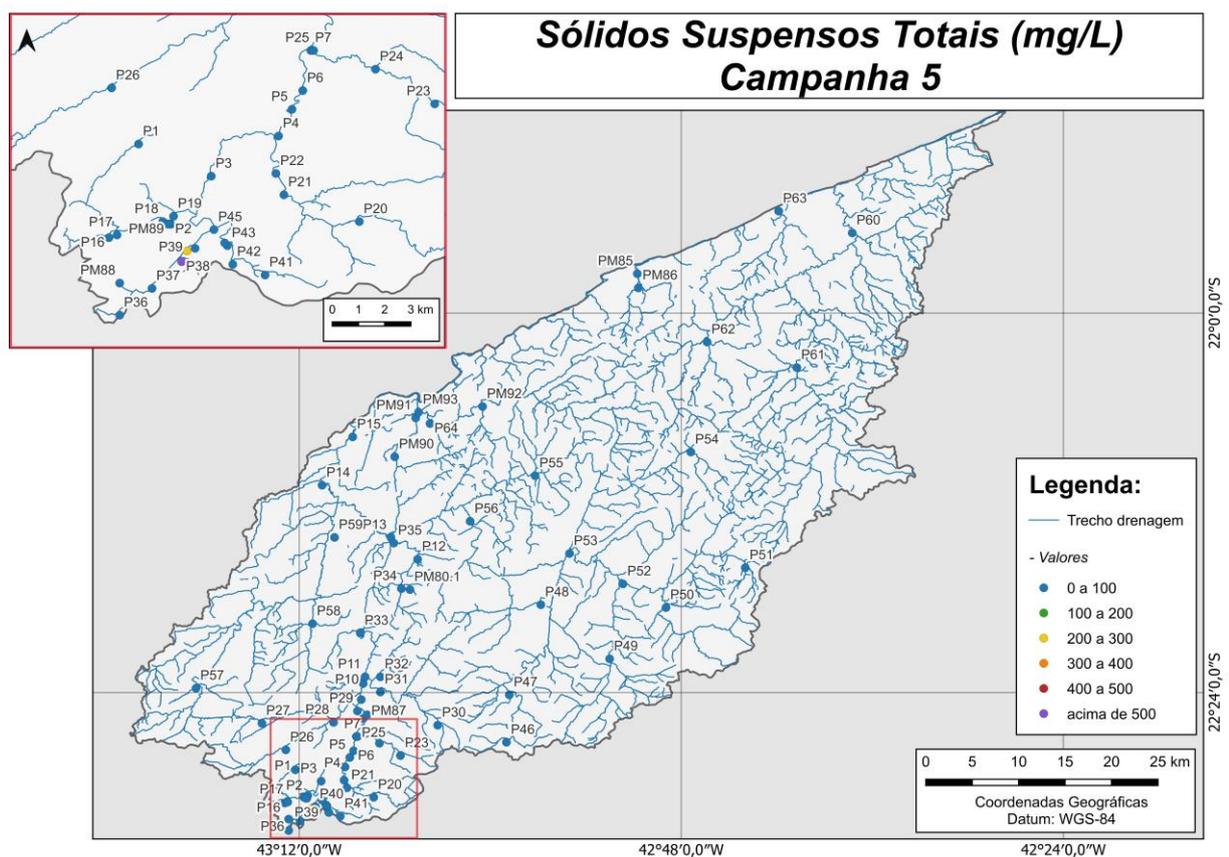
Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.95) apresentaram média de SST de 19 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 2 mg/L (PM90) e máxima de 93 mg/L (PM89).

**Figura VI.95. Distribuição de Sólidos Suspensos Totais (SST) registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

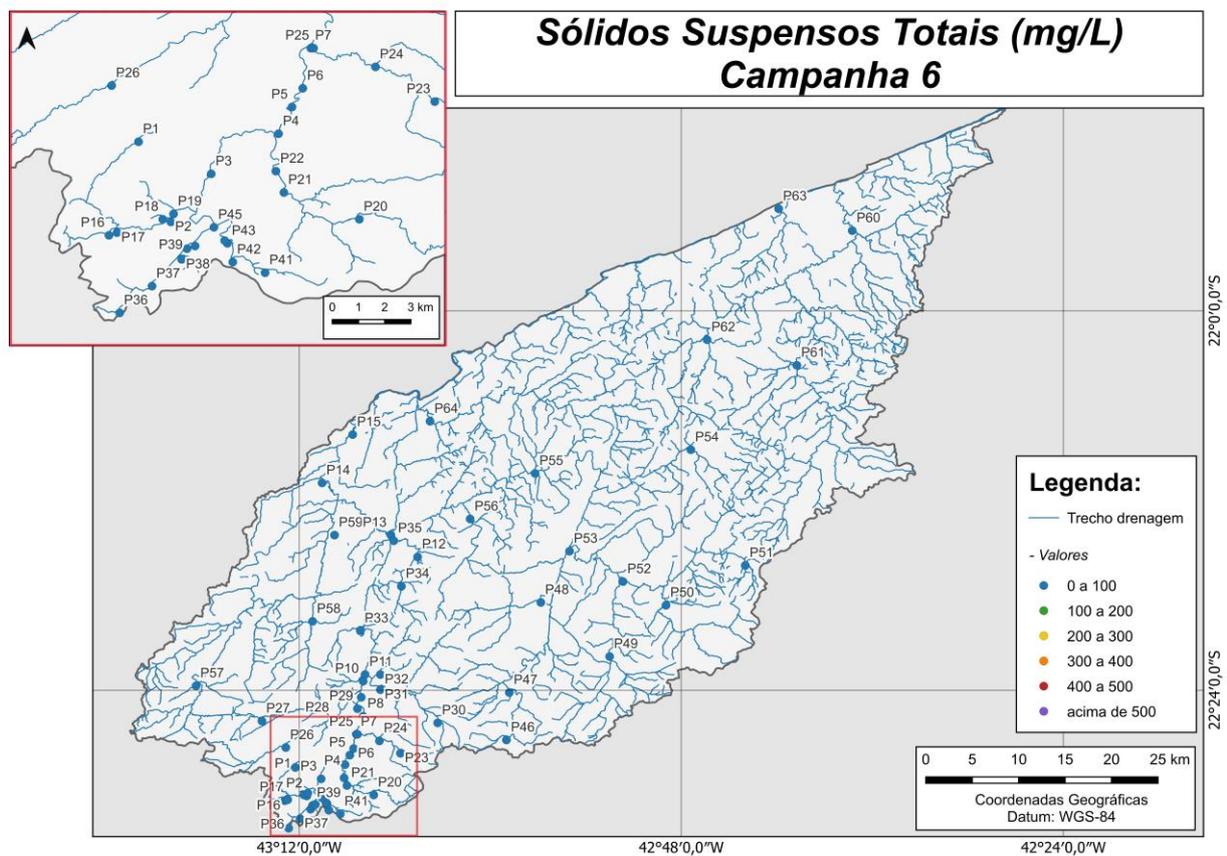


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de SST de 13,8 mg/L no 3º semestre, sendo a menor média geral durante o período de monitoramento. Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 20,9 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P11 e P49) e 576,7 mg/L (P38). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 5,9 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,8 mg/L (P41 e P42), e 17, mg/L (P61). 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



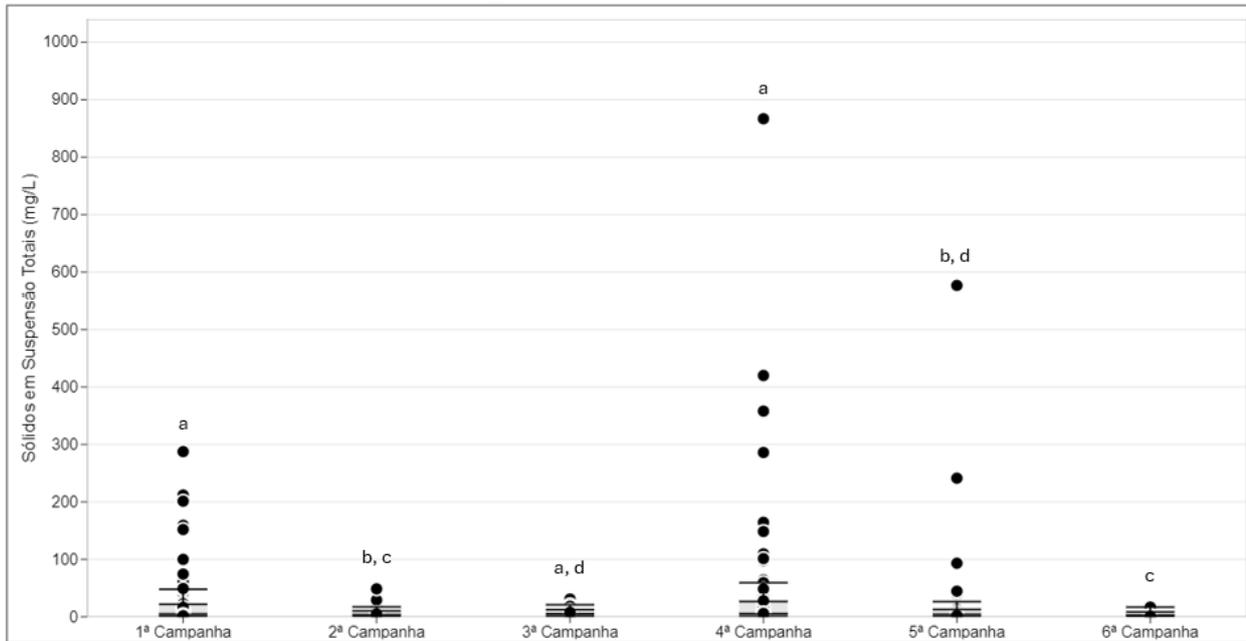
**Figura VI.97. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Suspensos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



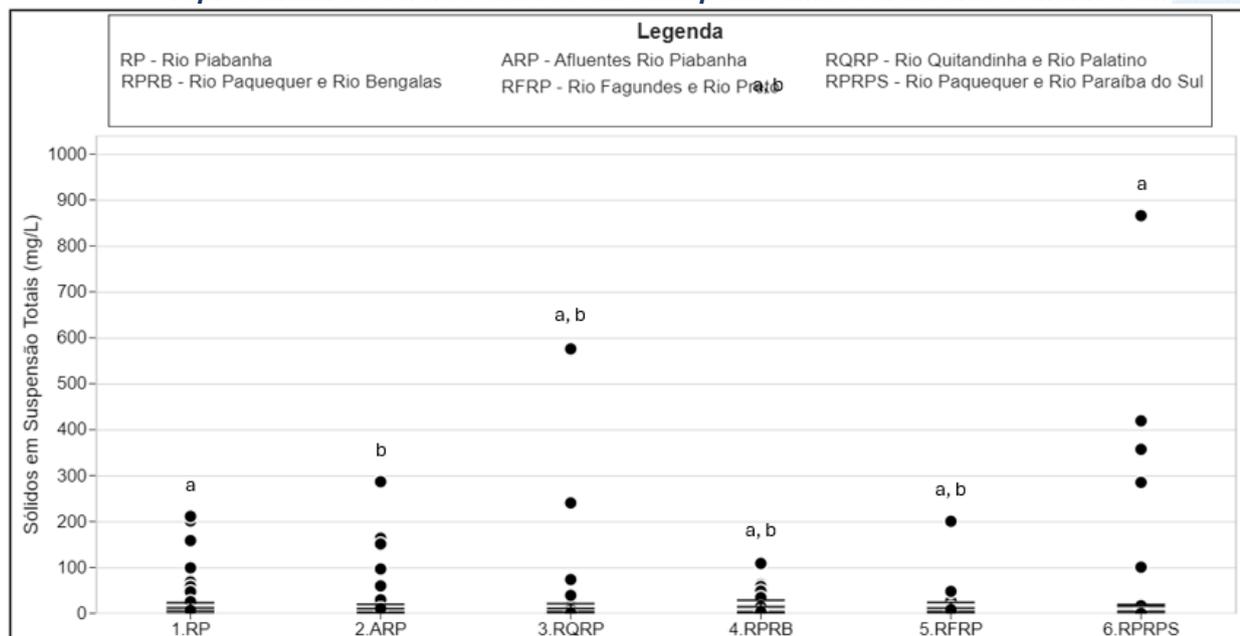
A sub-região que apresentou a maior média de SST ao longo do 1º semestre foi RP (37,2 mg/L) e a menor foi RPRPS (6,65 mg/L), enquanto no 2º semestre foi RPRPS que apresentou a maior média (207,8 mg/L) e RQRP que apresentou a menor (5,9 mg/L). Já no presente semestre de monitoramento, as concentrações máximas e mínimas foram registradas na sub-região RQRP (3,7 mg/L e 92,6 mg/L, respectivamente). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.98 e Figura VI.99, respectivamente.

Para o parâmetro SST, foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a 2ª campanha e a 1ª, 3ª e 4ª campanhas de monitoramento. Já a 5ª campanha se diferiu da 1ª e 4ª campanha, enquanto a 6ª campanha se diferiu das demais, exceto da 2ª campanha. Em relação as sub-regiões, foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre ARP e as sub-regiões RP e RPRPS.

**Figura VI.98. Boxplots de Sólidos Suspensos Totais (SST), por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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). da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.99. Boxplots de Sólidos Suspensos Totais (SST), por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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). da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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  $\mu\text{m}$ , 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 5ª campanha de monitoramento foi de 76 mg/L, com concentração mínima de 35 mg/L (P10) e máxima de 116 mg/L (P03). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 144 mg/L, com mínima de 16 mg/L (P01) e máxima de 265 mg/L (P05).

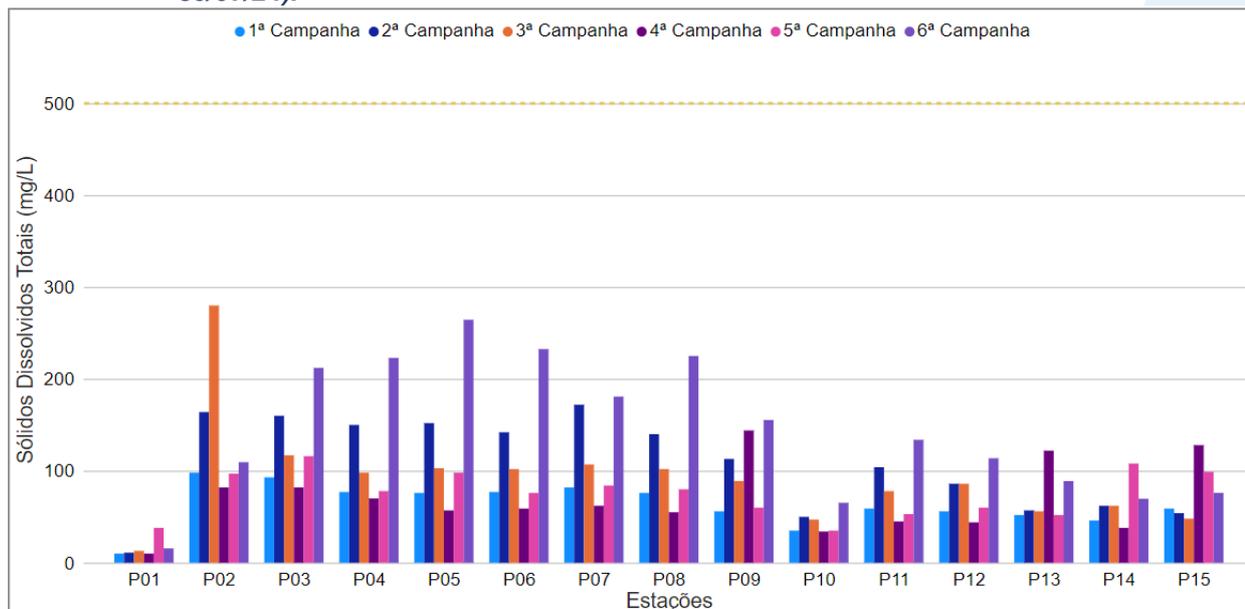
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de SDT (114 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (63 mg/L). Vale ressaltar que durante todo o período de monitoramento da sub-região do Rio Piabanha, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para o parâmetro SDT.

De modo geral, a maioria dos pontos monitorados nessa sub-região apresentaram maiores concentrações 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 a 2ª e 6ª campanhas foram registrados baixos índices pluviométricos,

o que pode ter contribuído para uma maior concentração desse parâmetro, devido ao menor escoamento hídrico. Vale ressaltar que nestas campanhas não houve monitoramento da vazão, porém durante a 1ª e 5ª campanha foi realizada esta medição, sendo observada menor vazão de acordo com a diminuição da pluviosidade. Sendo assim, o aumento dessas concentrações na 2ª e 6ª campanhas pode estar relacionado ao ciclo hidrológico da região, já que em eventos de menor índice de chuva e vazão,

ocorre o menor carreamento destas partículas, contribuindo para a maior concentração desses parâmetros.

**Figura VI.100. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



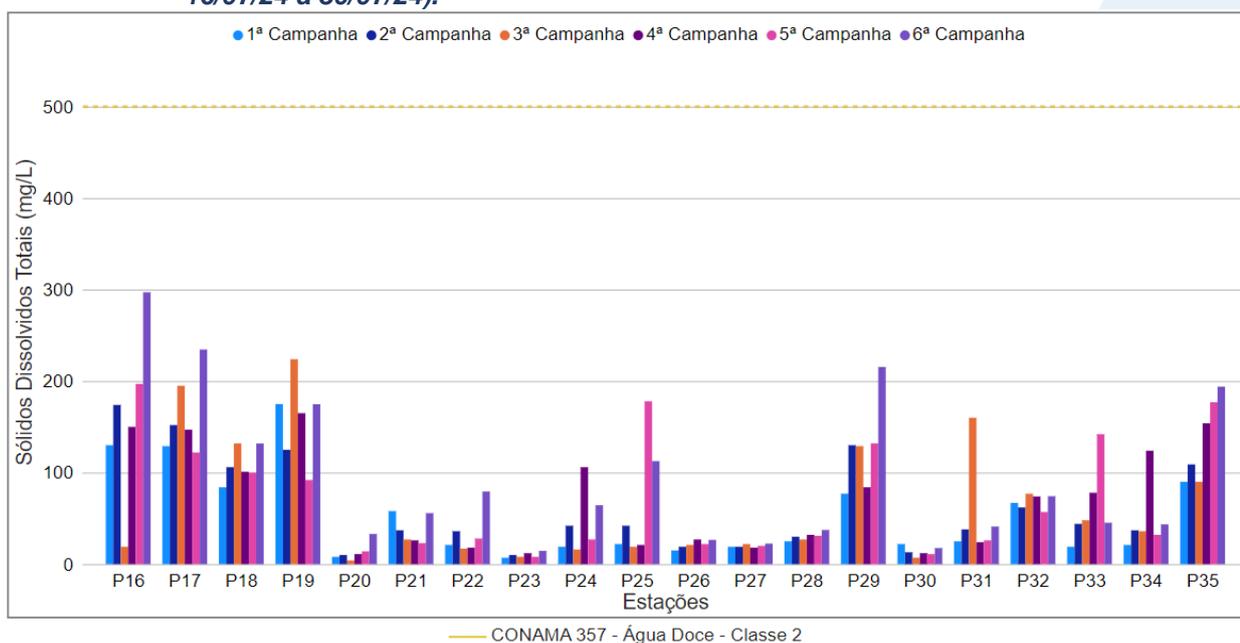
Os pontos monitorados na sub-região Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.101) durante a 5ª campanha apresentaram valor médio de SDT de 72 mg/L, com variação entre 8 mg/L (P23) e 197 mg/L (P16). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 96 mg/L, com variação entre 14 mg/L (P23) e 297 mg/L (P16).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de SDT (96 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, 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 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.

**Figura VI.101. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



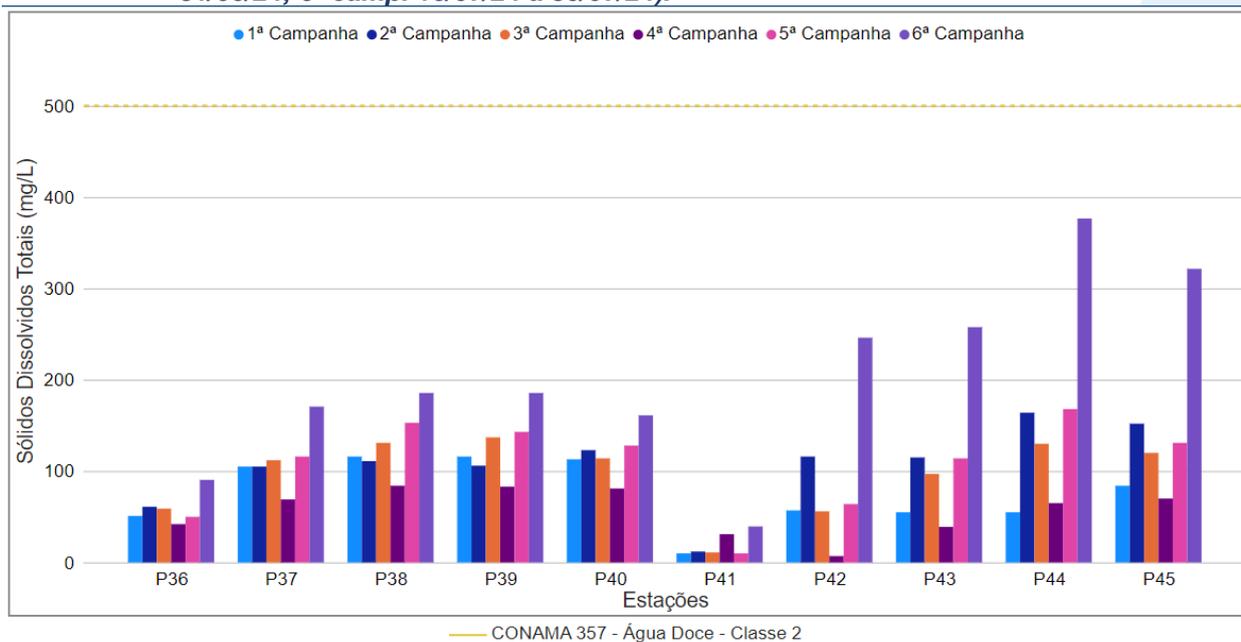
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.102), a média para o parâmetro SDT durante a 5ª campanha foi de 108 mg/L, com concentração mínima de 10 mg/L (P41) e máxima de 168 mg/L (P44). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 204 mg/L, com mínima de 39 mg/L (P41) e máxima de 376 mg/L (P44).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de SDT (204 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 apresentaram aumento superior a 100 mg/L na 6ª campanha. Entretanto, não foi possível identificar, dentre os

parâmetros monitorados e o índice pluviométrico, fatores que possam ter influenciado esse aumento pontual durante a 6ª campanha.

**Figura VI.102. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



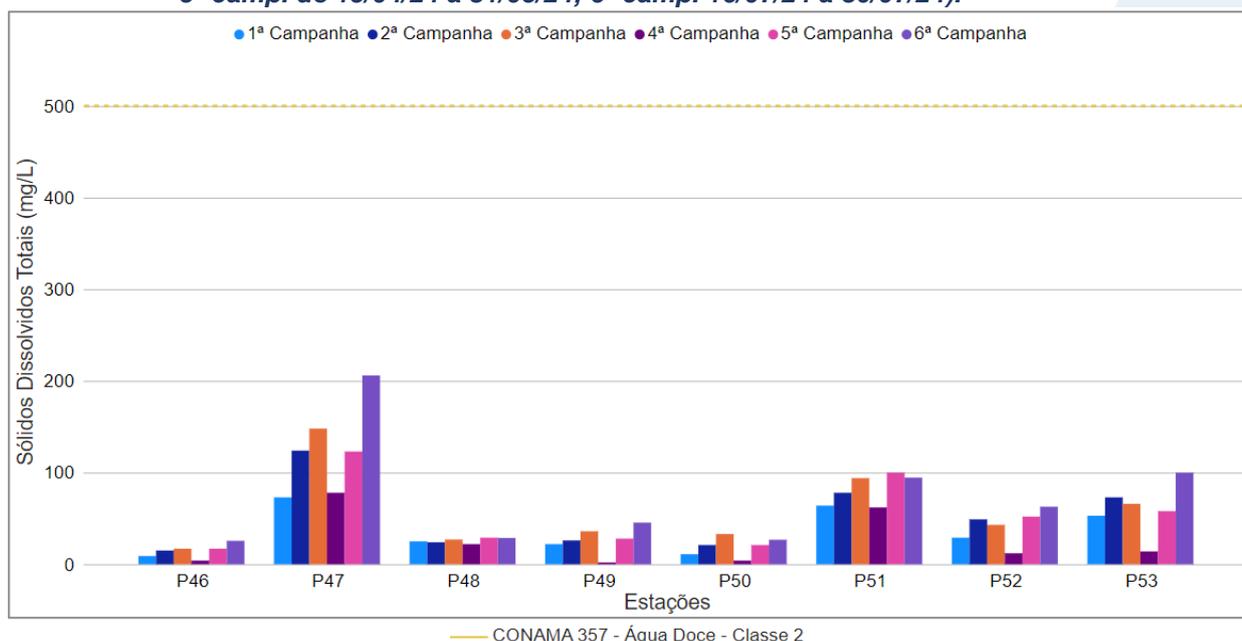
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.103), a média de SDT na 5ª campanha foi de 54 mg/L, com mínima de 17 mg/L (P46) e máxima de 123 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 74 mg/L, com mínima de 26 mg/L (P46) e máxima de 206 mg/L (P47).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 a concentração máxima registrada em P47 na 6ª campanha. Vale ressaltar que a variação

registrada neste ponto, ao longo de todo o monitoramento, ocorreu de acordo com os demais parâmetros monitorados (alcalinidade, fósforo total e nitrogênio total), não sendo observada uma relação com os índices de pluviosidade registrados.

**Figura VI.103. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



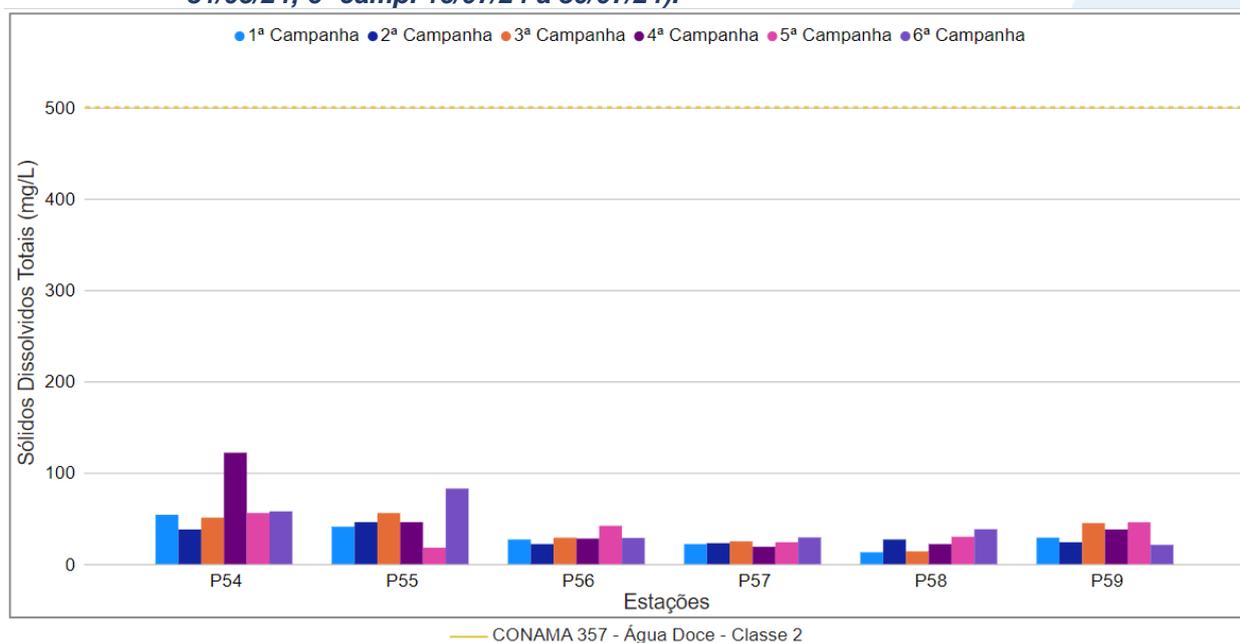
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.104), a média de SDT durante a 5ª campanha foi de 36 mg/L, com variação entre 18 mg/L (P55) e 56 mg/L (P54). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 43 mg/L, com variação entre 21 mg/L (P59) e 83 mg/L (P55).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de SDT (46 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 e 3º 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).**

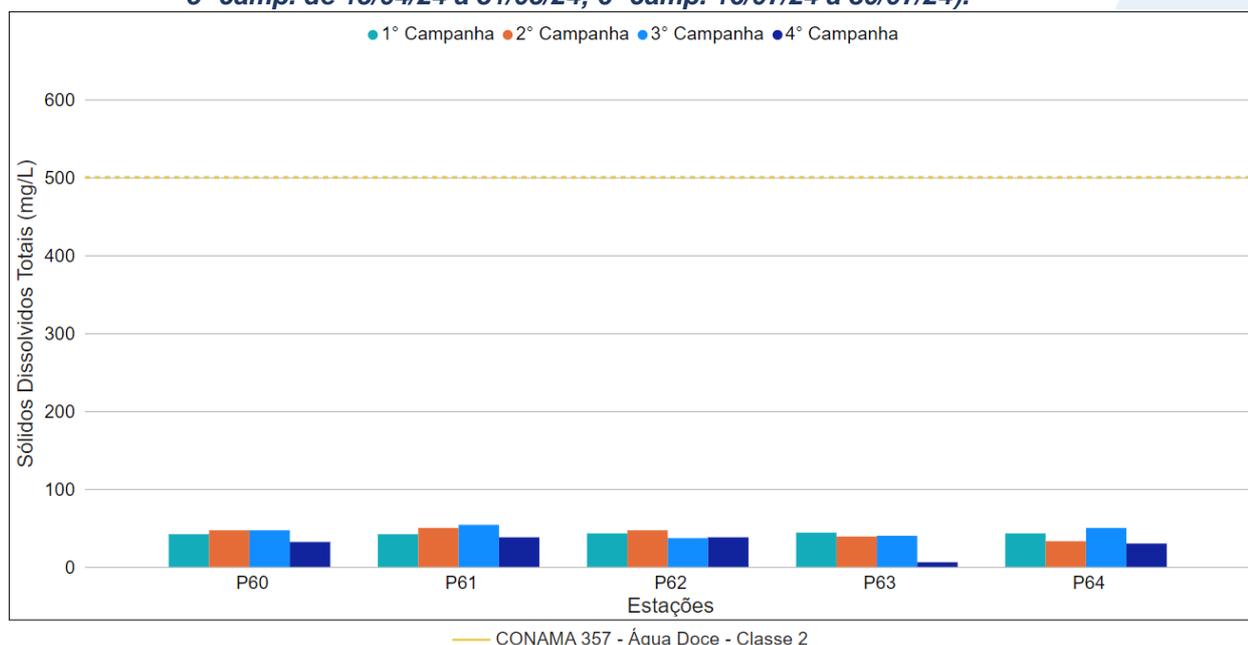


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.105), a média de SDT durante a 5ª campanha foi de 57 mg/L, com variação entre 47 mg/L (P60) e 77 mg/L (P64). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 49 mg/L, com variação entre 44 mg/L (P62) e 54 mg/L (P63).

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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.

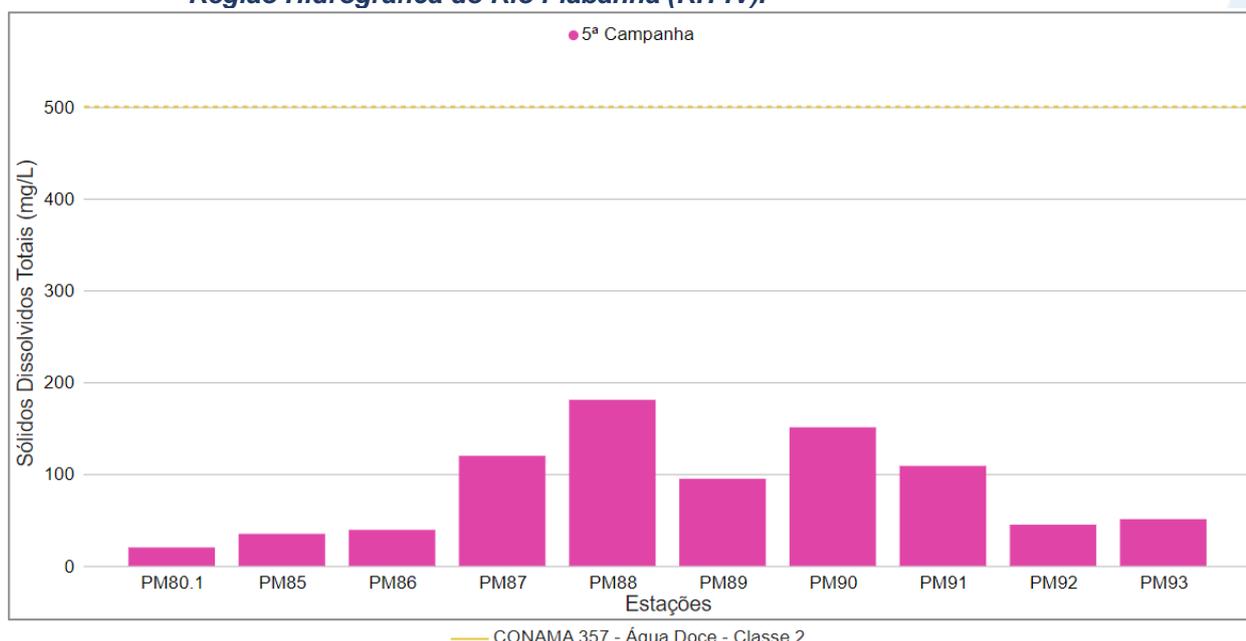
**Figura VI.105. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 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).**



Os pontos móveis monitorados durante a 3ª campanha (Figura VI.106) apresentaram média de SDT de 85 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 20 mg/L (PM80.1) e máxima de 181 mg/L (PM88).

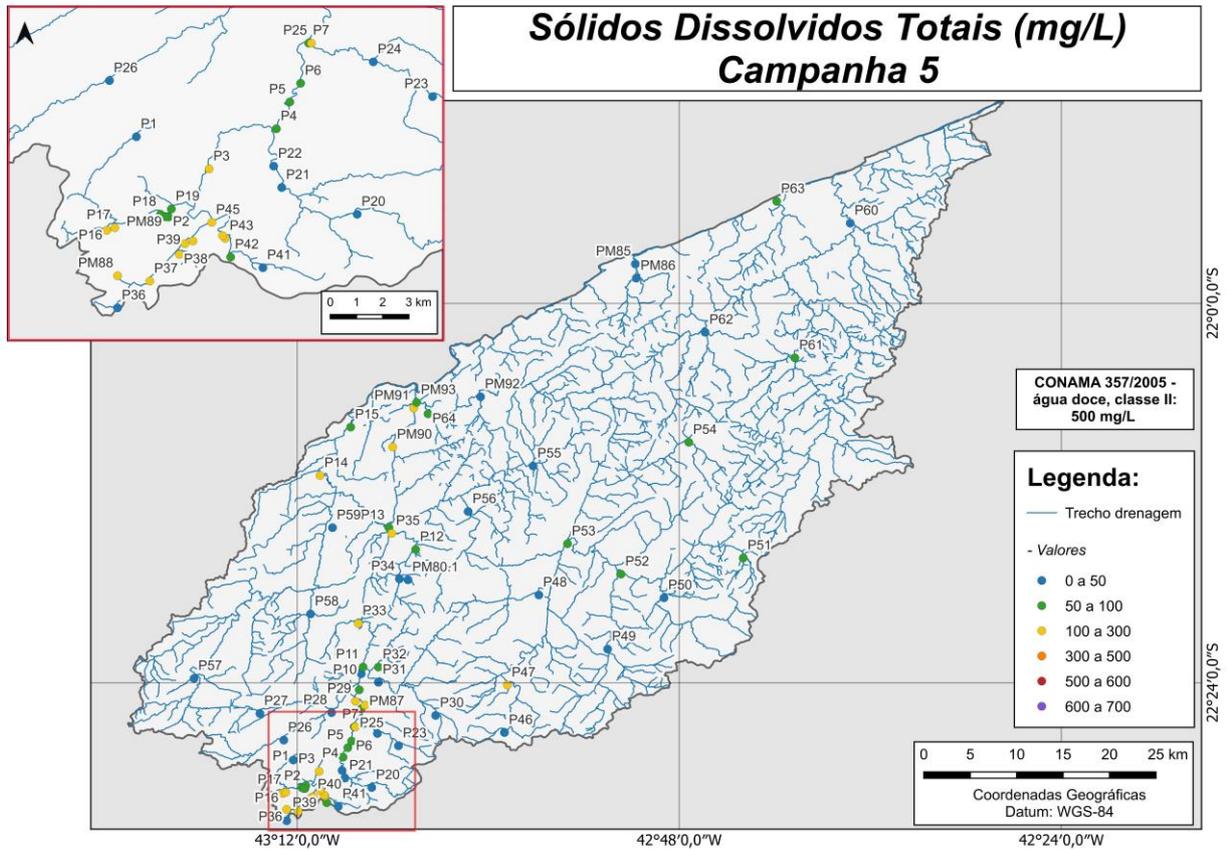
Cabe salientar que todos os pontos móveis monitorados apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para SDT.

**Figura VI.106. Distribuição de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

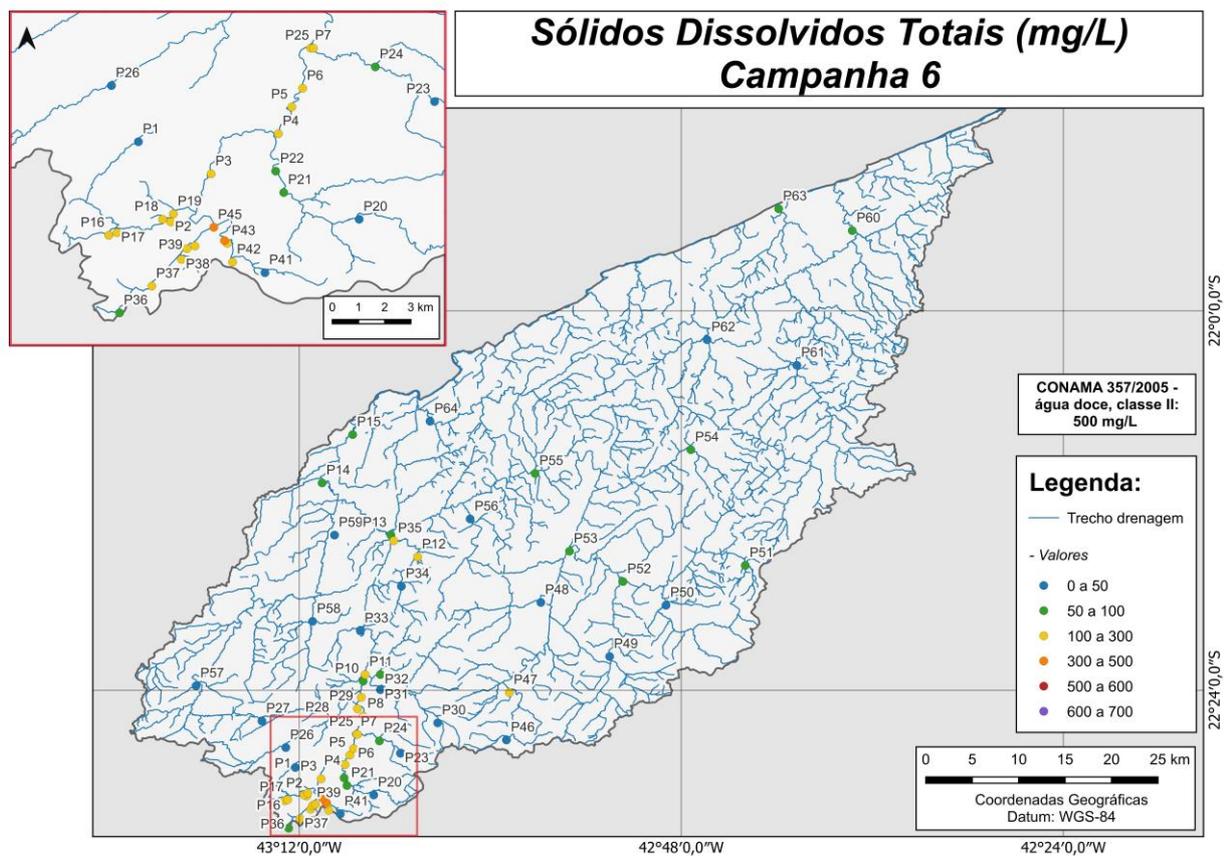


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de 92 mg/L no 3º semestre, sendo essa a maior média geral registrada ao longo do período de monitoramento. Na 5ª campanha foi encontrada média de 72 mg/L, com variação entre 8 mg/L (P23) e 197 mg/L (P16). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 113 mg/L, com variação entre 14 mg/L (P23) e 377 mg/L (P44). Dentre as campanhas de monitoramento, a 6ª campanha apresentou a maior média do período (113 mg/L), enquanto a 1ª campanha apresentou a menor (54 mg/L). A distribuição espacial de SDT encontrada no 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



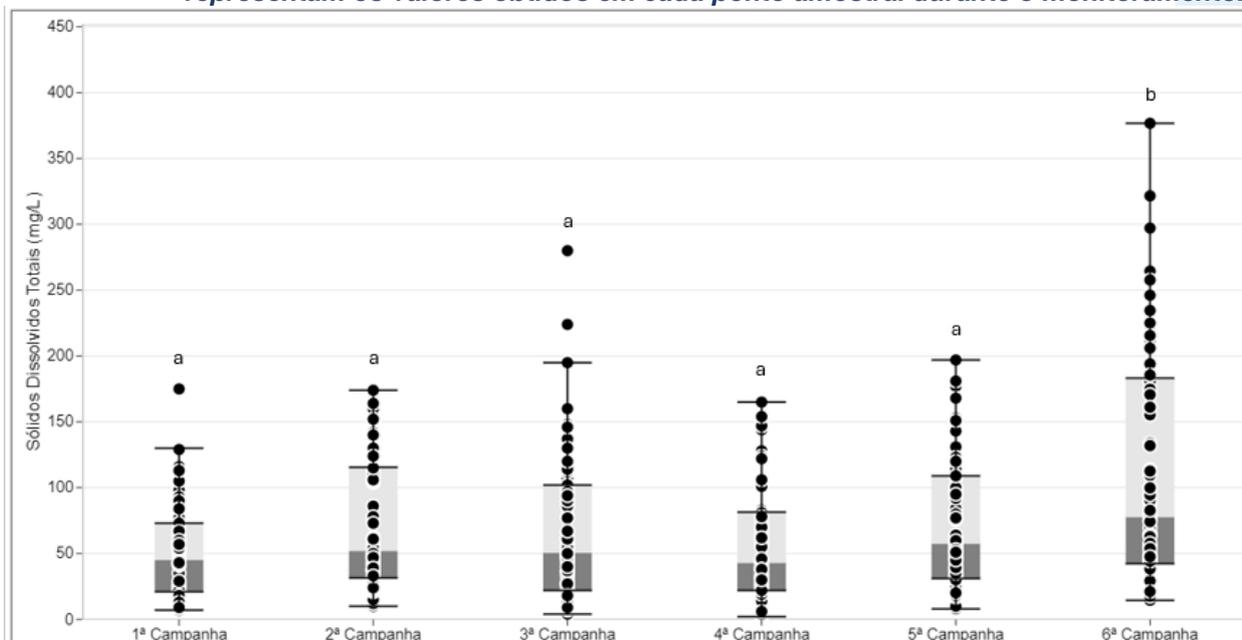
**Figura VI.108. Mapa representativo da distribuição espacial de Sólidos Dissolvidos Totais registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



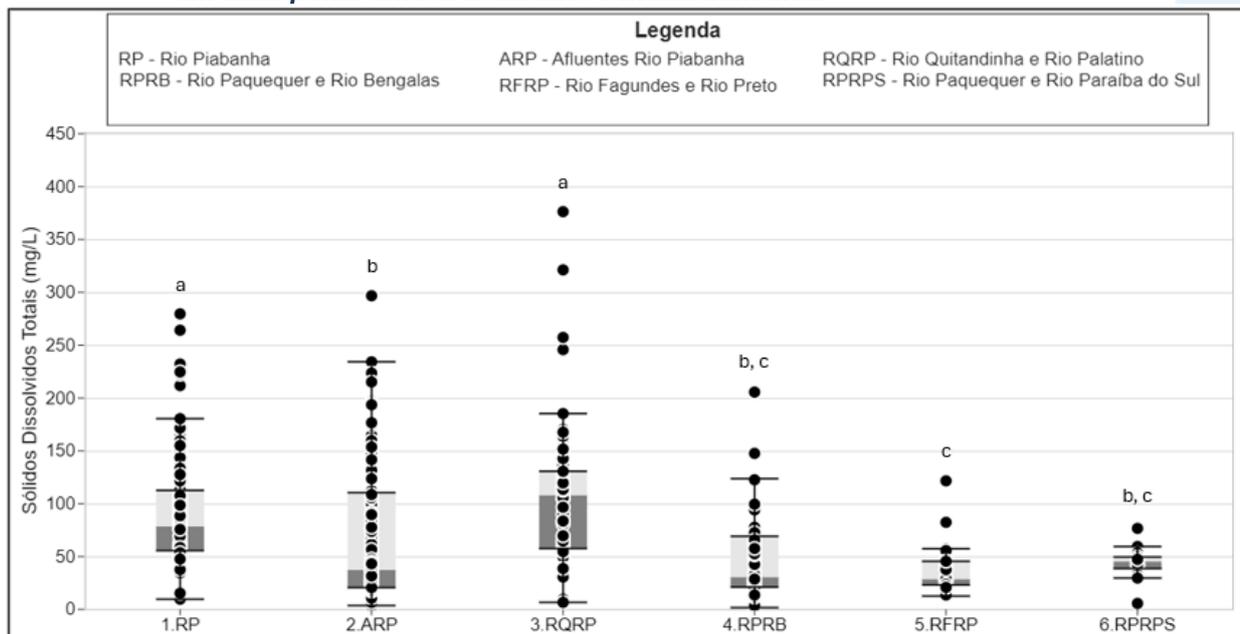
A sub-região que apresentou a maior média de SDT ao longo do 1º semestre foi RQRP (91 mg/L) e a que apresentou a menor foi RFRP (31 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RP apresentou a maior (81 mg/L) e RPRPS apresentou a menor (37 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.109 e Figura VI.110, respectivamente.

Para o parâmetro SDT, foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a 6ª campanha e as demais campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a sub-região ARP e RFRP. Além disso, as sub-regiões RP e RQRP apresentaram diferença para as demais sub-regiões, entretanto não se diferiram entre si.

**Figura VI.109. Boxplots de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.110. Boxplots de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), por sub-região, durante o 1° 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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 5ª campanha de monitoramento foi de 10,9 UNT, com valor abaixo do limite de detecção do método analítico (P01), <0,1 UNT, e máximo de 57,0 UNT (P03). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 4,9 UNT, com mínimo de 1,4 UNT (P01) e máximo de 11,0 UNT (P02). Vale ressaltar que, durante o 3º semestre, todos os pontos monitorados apresentaram valores de turbidez de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA n° 357/05.

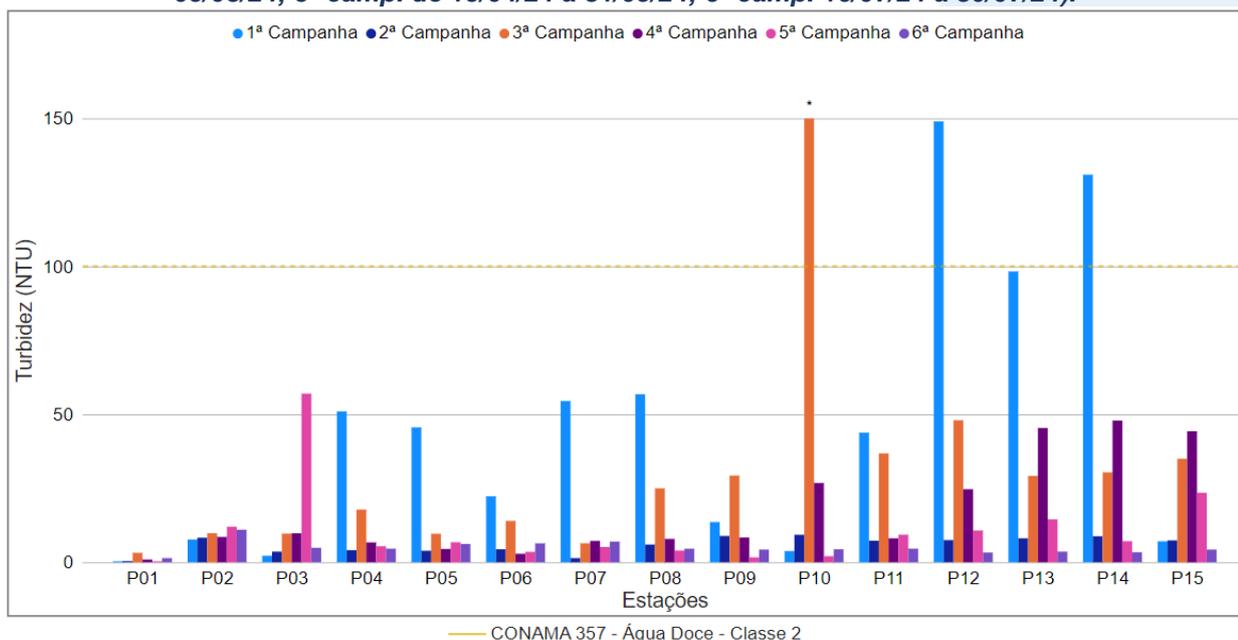
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 1ª campanha apresentou a maior média de turbidez (45,8 UNT) e a 6ª campanha, a menor média (4,9 UNT). A 1ª campanha apresentou o maior número de amostras (duas amostras) em desacordo com a Resolução CONAMA n° 357/05, enquanto na 2ª, 4ª, 5ª e 6ª campanhas todas as amostras apresentaram 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, apesar de terem sido observadas alterações nas demais análises realizadas no presente monitoramento.

Vale ressaltar 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.

**Figura VI.111. Distribuição da Turbidez registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

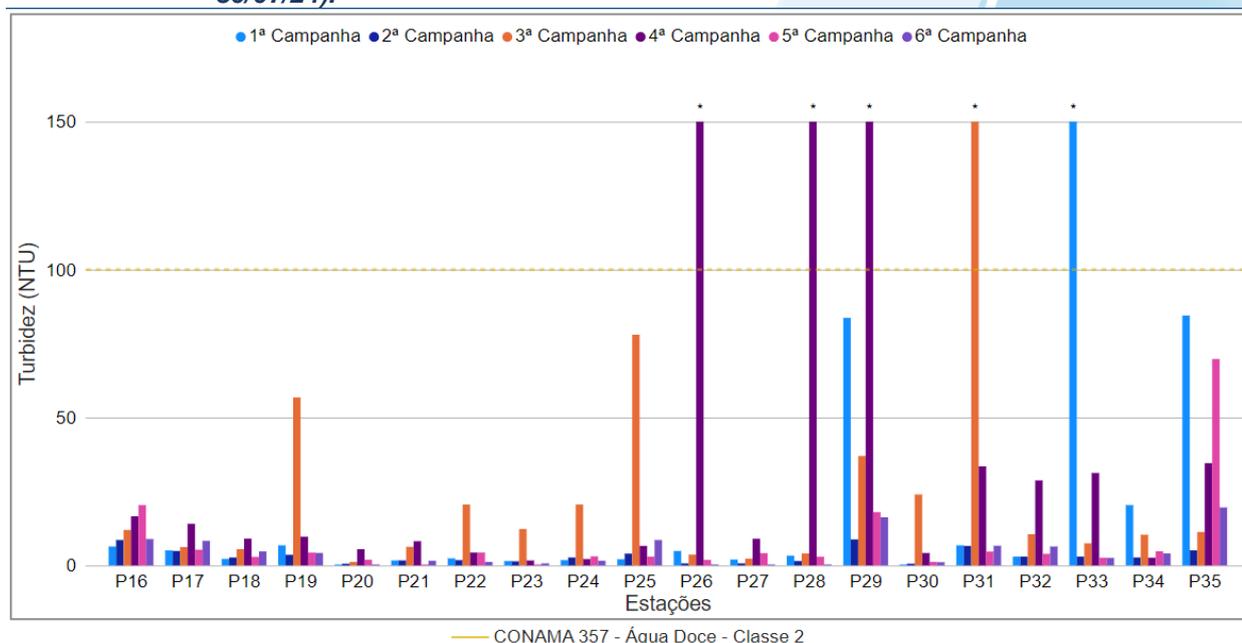
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.112), a média de turbidez durante a 5ª campanha foi de 8,0 UNT, com variação dos valores entre abaixo do limite de quantificação do método analítico (<0,1 UNT) (P21 e P23) e 69,8 UNT (P35). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 4,8 UNT, com variação dos valores entre abaixo do limite de quantificação do método analítico (<0,1 UNT) (P20, P26, P27 e P28) e 19,6 UNT (P35). Durante a 5ª e 6ª campanha 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 julho/24), 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 no 3º semestre, no qual não houve o registro de resultados em desacordo.

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 e 3º 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).**



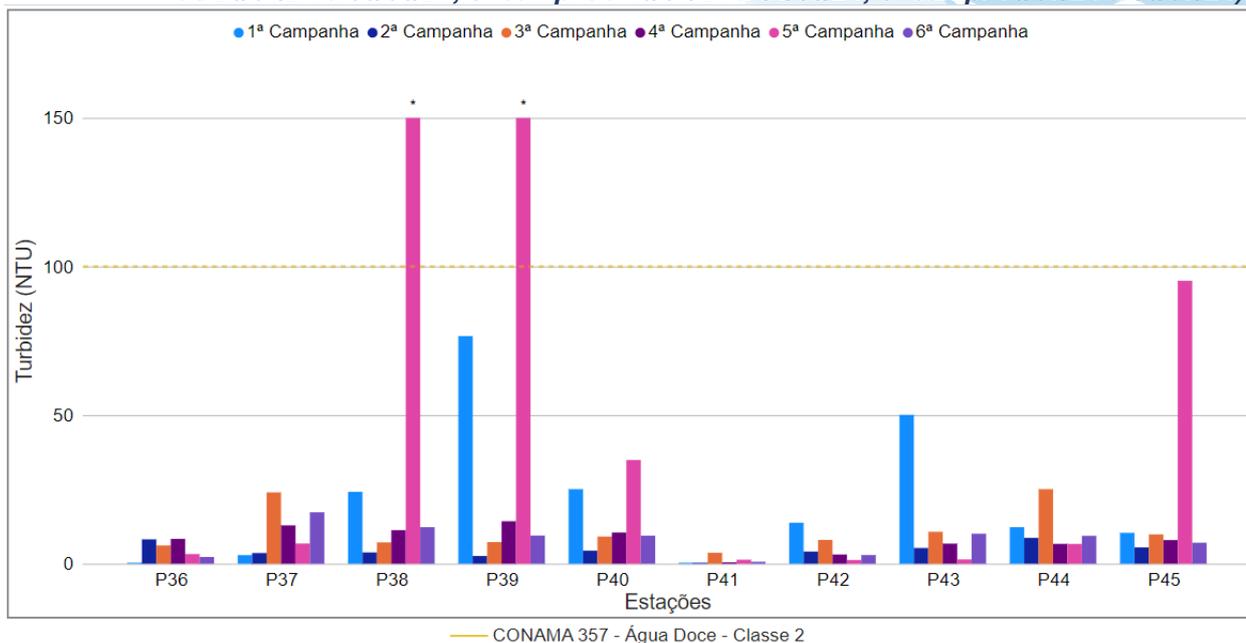
**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.113), a média para o parâmetro turbidez durante a 5ª campanha foi de 90,6 UNT, com mínima de 1,3 UNT (P42) e máxima de 602,0 UNT (P39). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 8,1 UNT, com mínima de 0,7 UNT (P41) e máxima de 17,3 UNT (P37).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 n° 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. Entretanto, 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 e 3º 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).**



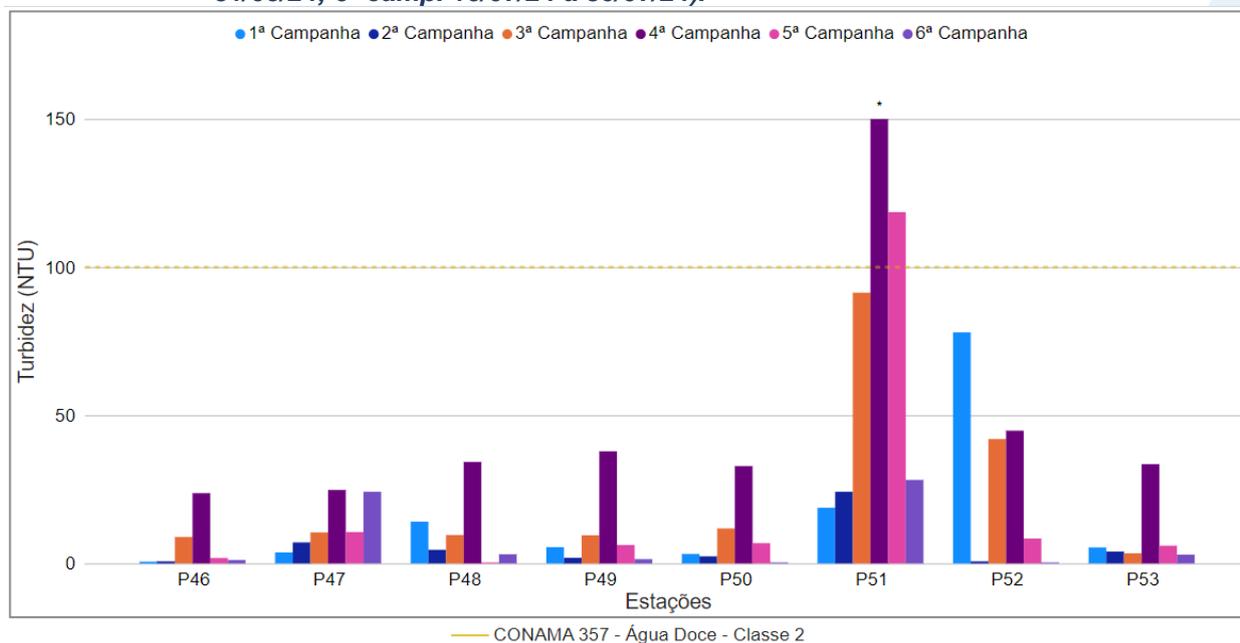
**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.114), a média de turbidez na 5ª campanha foi de 19,8 UNT, com mínima de 0,3 UNT (P48) e máxima de 118,6 UNT (P51). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 7,6 UNT, com variação entre valores abaixo do limite de quantificação, <0,1 UNT (P50 e P52), e 28,2 UNT (P51). Vale ressaltar que apenas P51 na 5ª campanha apresentou valores de turbidez acima do estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, na 4ª e 5ª campanhas, apresentou valor em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, enquanto todas as demais campanhas apresentaram amostras com valores abaixo do limite estabelecido.

De modo geral, foram registradas baixas variações de turbidez ao longo do período de monitoramento, com exceção de P51. Vale ressaltar que este ponto apresentou maiores concentrações de turbidez principalmente durante a 4ª e 5ª campanhas de monitoramento, registrando os únicos valores da sub-região em desacordo com a legislação de referência. Vale ressaltar que essa variação ocorreu independentemente dos níveis pluviométricos e das concentrações registradas para os demais parâmetros monitorados. Entretanto, através dos registros de campo deste ponto, 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 e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

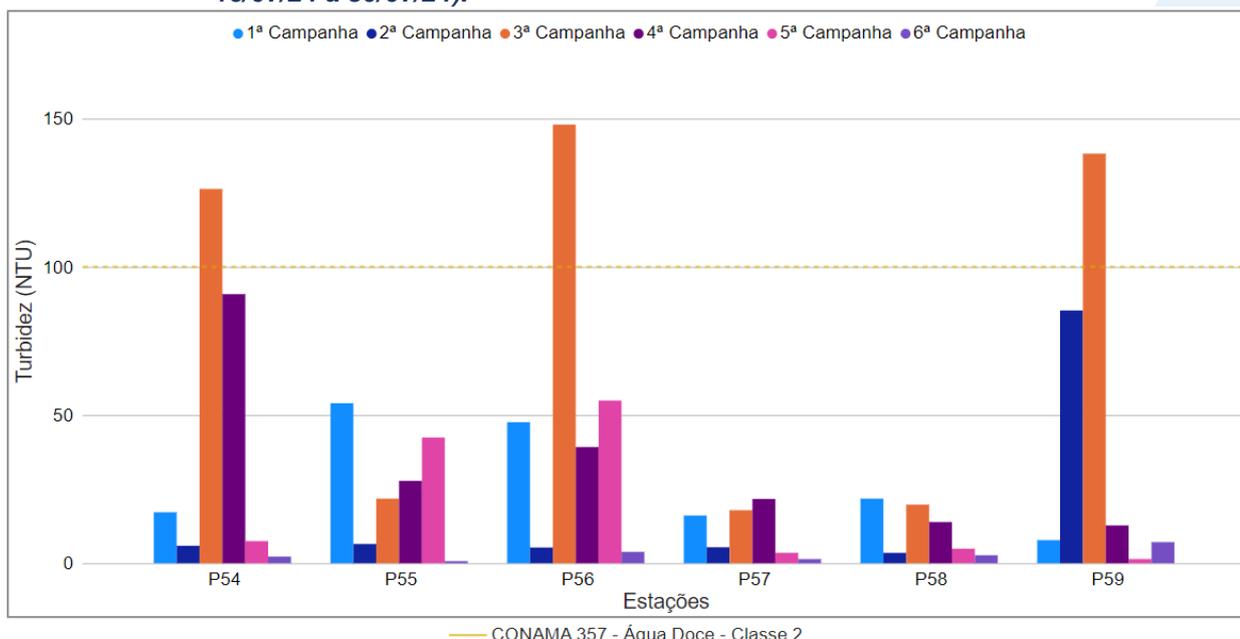
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.115), a média de turbidez durante a 5ª campanha foi de 19,1 UNT, com variação entre 1,4 UNT (P59) e 54,9 UNT (P56). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 3,0 UNT, com variação entre 0,7 UNT (P55) e 7,1 UNT (P59). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), a 3ª campanha apresentou a maior média de turbidez (78,7 UNT) e a 6ª campanha, a menor (3,0 UNT). De modo geral, apenas a 3ª campanha de monitoramento apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 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. 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 e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

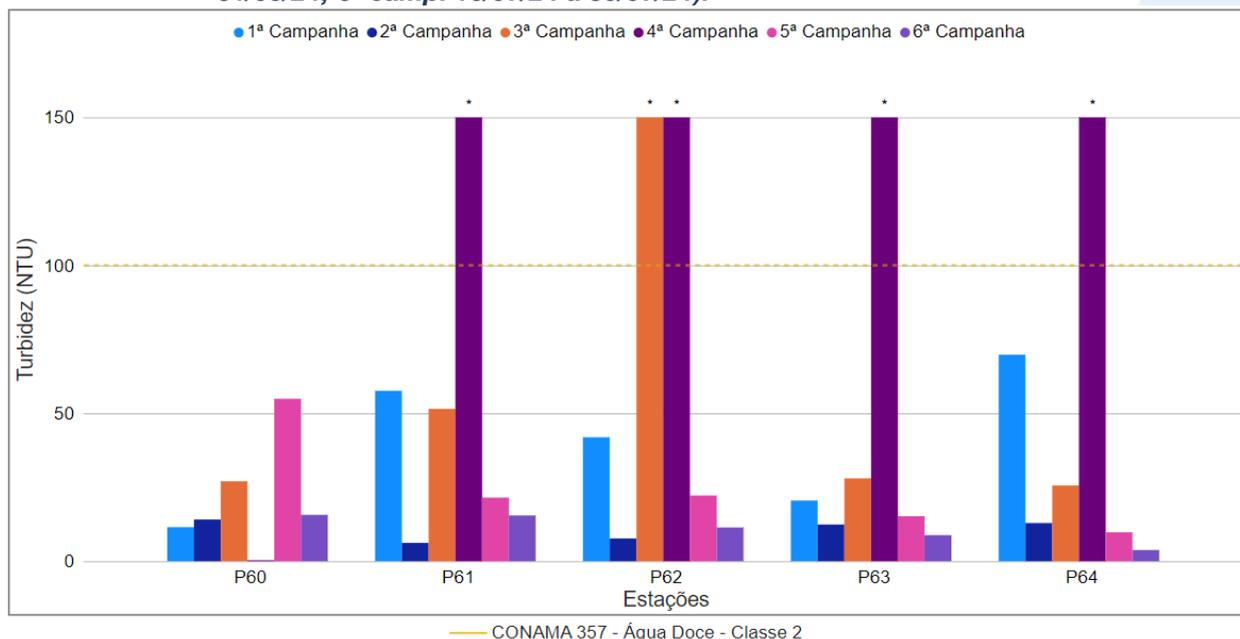
A sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.116), apresentou média de turbidez de 24,7 UNT durante a 5ª campanha, com mínima de 9,8 UNT (P64) e máxima de 54,9 UNT (P56). Durante a 6ª campanha a média obtida foi de 11,0 UNT, com resultados variando entre 3,8 UNT (P64) e 15,7 UNT (P60). Durante o 3º semestre de monitoramento todos os pontos monitorados apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de turbidez (514,0 UNT) e a 2ª campanha, a menor (10,7 UNT). De modo geral, somente o 3º semestre de monitoramento apresentou resultados em desacordo com a Resolução CONAMA n° 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 e 3º 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).**

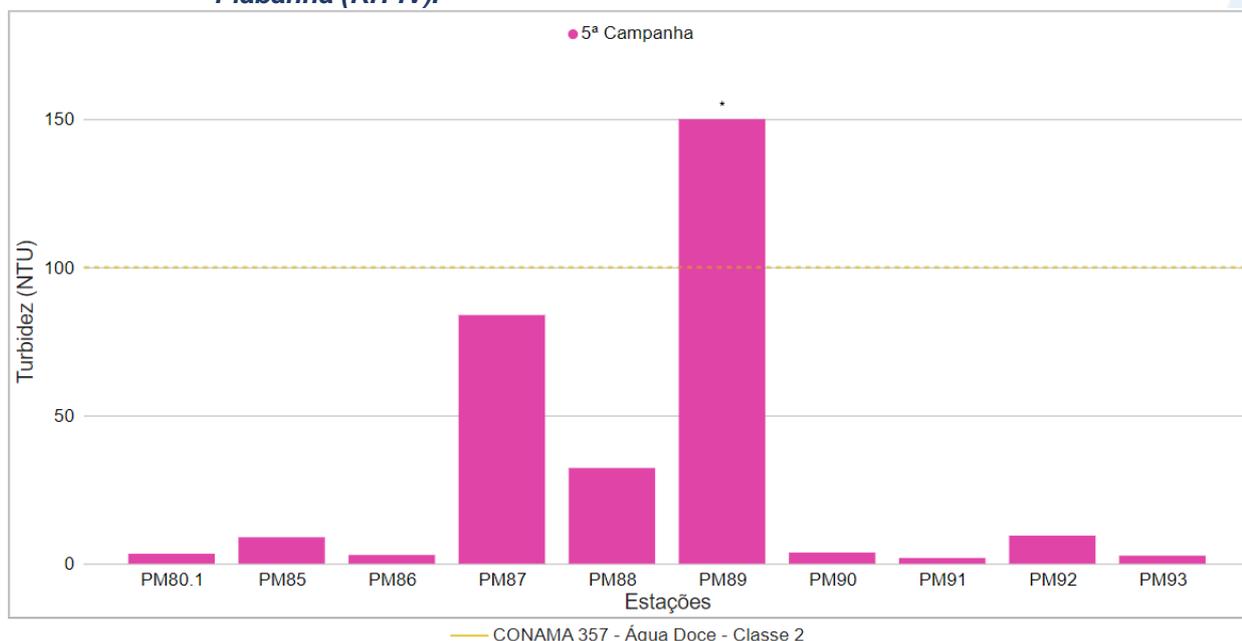


**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.117) apresentaram média de turbidez de 30 UNT, sendo a concentração mínima registrada de 2 UNT (PM91) e máxima de 155 UNT (PM89).

Apenas a amostra referente ao ponto PM89 apresentou valor de turbidez acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Vale ressaltar que este ponto também apresentou maior concentração de SST e que, de acordo com os registros de campo, há indícios do aporte de sedimento de fonte desconhecida para o corpo hídrico.

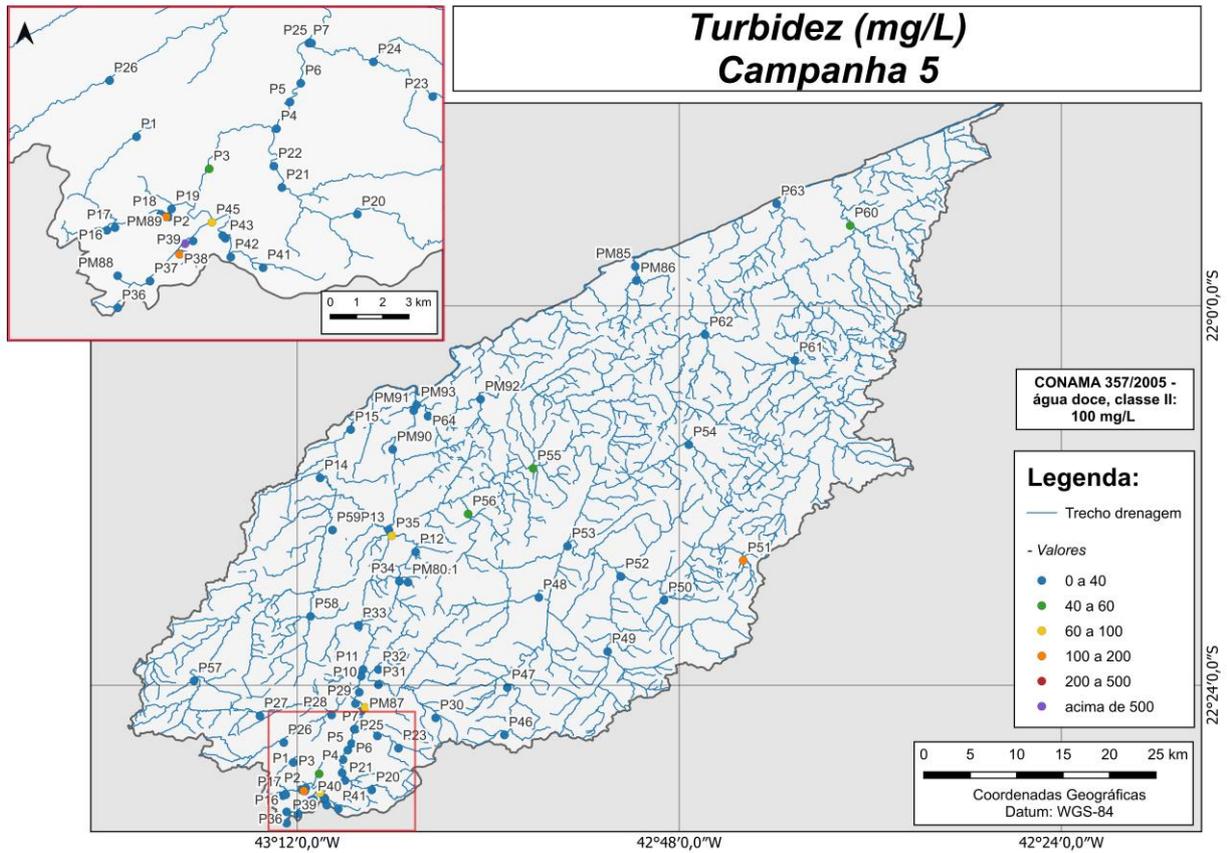
**Figura VI.117. Distribuição da Turbidez registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**



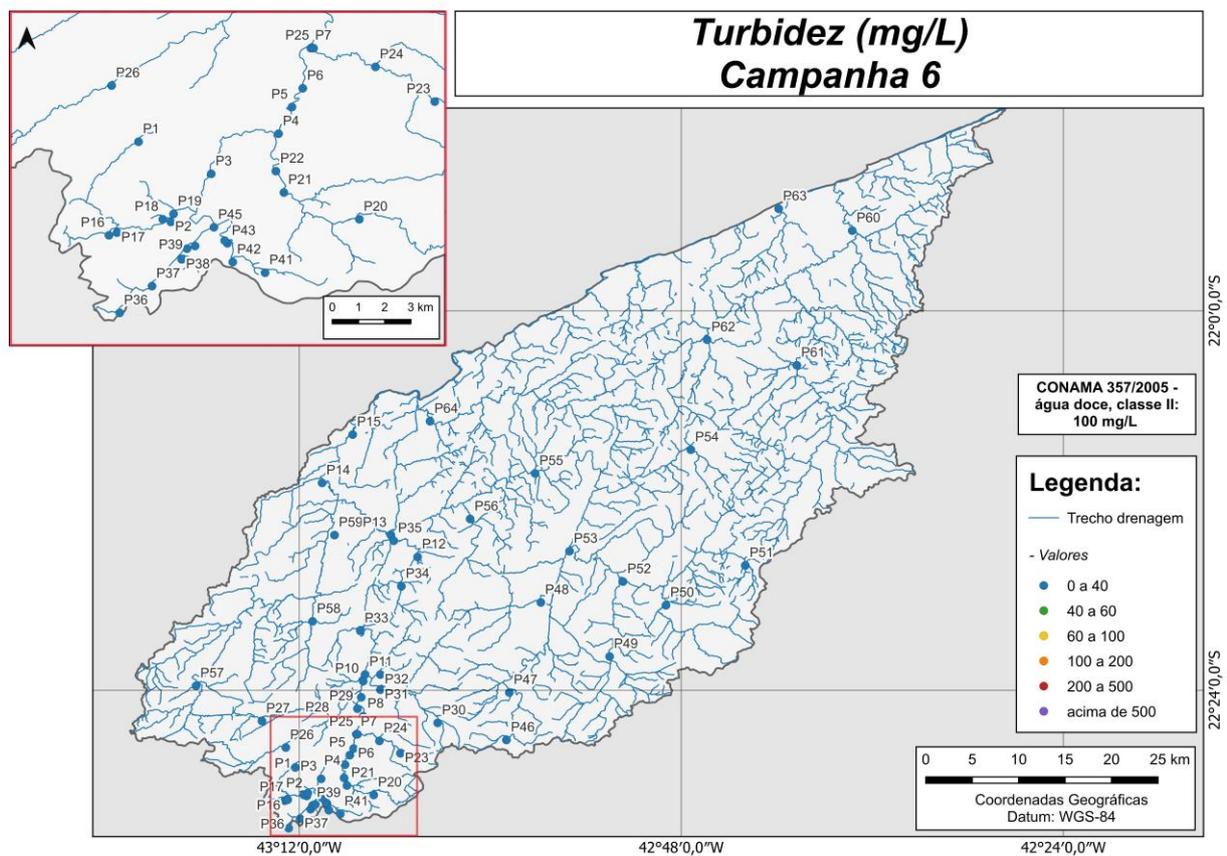
**Legenda:** \* Valor superior a 150 NTU

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de turbidez de 16,8 UNT, sendo registrada no 2º semestre a maior média geral (53,9 UNT). Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 25,4 UNT, com variação entre valor abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P01, P21 e P23) e 602,0 (P39). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 6,0 UNT, com variação entre abaixo do limite de quantificação, 0,1 UNT (P20, P26, P27 e P28, P50 e P52), e 28,2 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



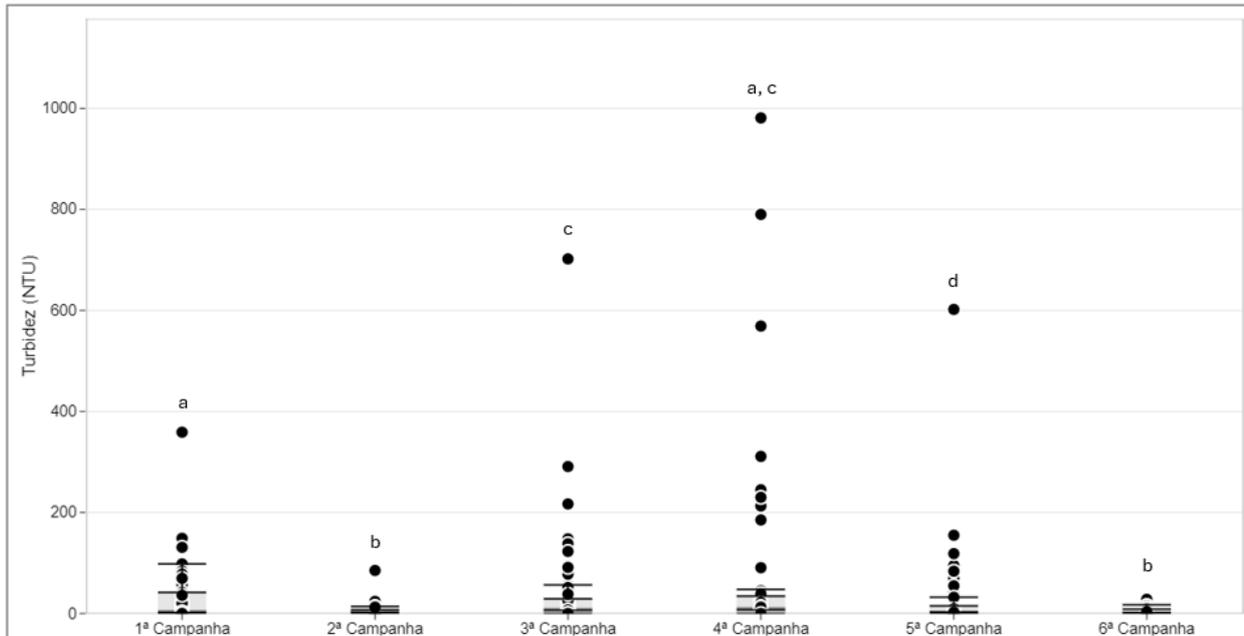
**Figura VI.119. Mapa representativo da distribuição espacial das Turbidez registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



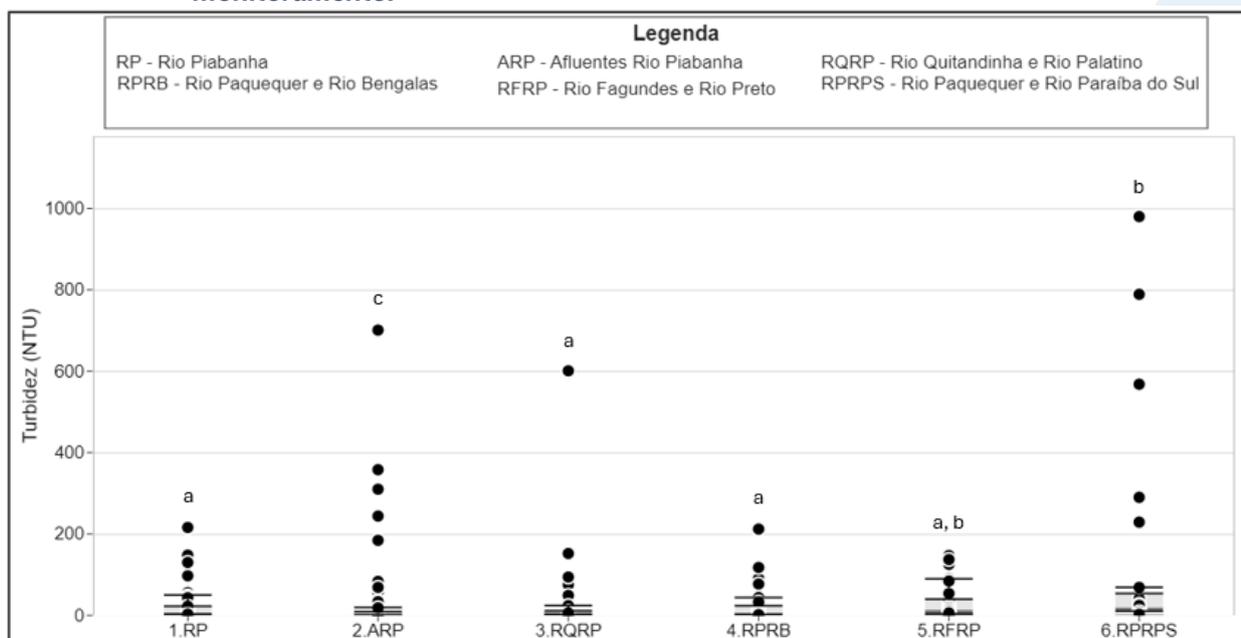
A sub-região que apresentou a maior média de turbidez ao longo do 1º semestre foi RP (25,9 UNT) e a que apresentou menor foi RPRB (10,9 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RPRPS apresentou a maior (299,3 UNT) e RQRP a menor (9,7 UNT). Já no presente semestre de monitoramento, foi registrada maior média na sub-região RQRP (90,6 mg/L) e menor média em RFRP (3,0 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.120 e Figura VI.121, respectivamente.

Para o parâmetro turbidez, foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a 1ª campanha e as demais, com exceção da 4ª campanha. Já a 2ª campanha apresentou diferença das demais com exceção da 6ª campanha de monitoramento, além da 3ª campanha que só não se diferiu da 4ª campanha. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a sub-região ARP e as demais sub-regiões, além da sub-região RPRPS que se diferiu das demais campanhas, com exceção de RFRP.

**Figura VI.120. Boxplots de Turbidez, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.121. Boxplots de Turbidez, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



### VI.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.

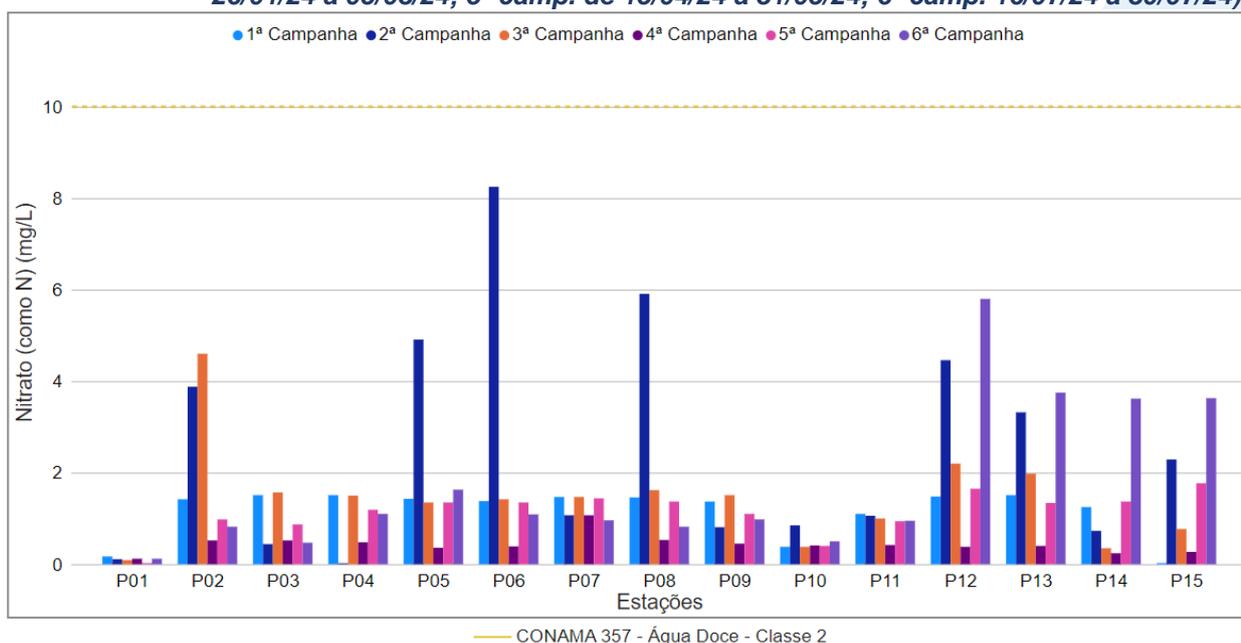
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.122), a média de nitrato durante a 5ª campanha de monitoramento foi de 1,14 mg/L, sendo o valor mínimo registrado abaixo do limite de quantificação do método analítico (P01), <0,05 mg/L, e máximo de 1,77 mg/L (P15). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,75 mg/L com mínima de 0,12 mg/L (P01) e máxima de 5,80 mg/L (P12). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), 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, P07, 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 e 3º 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).**

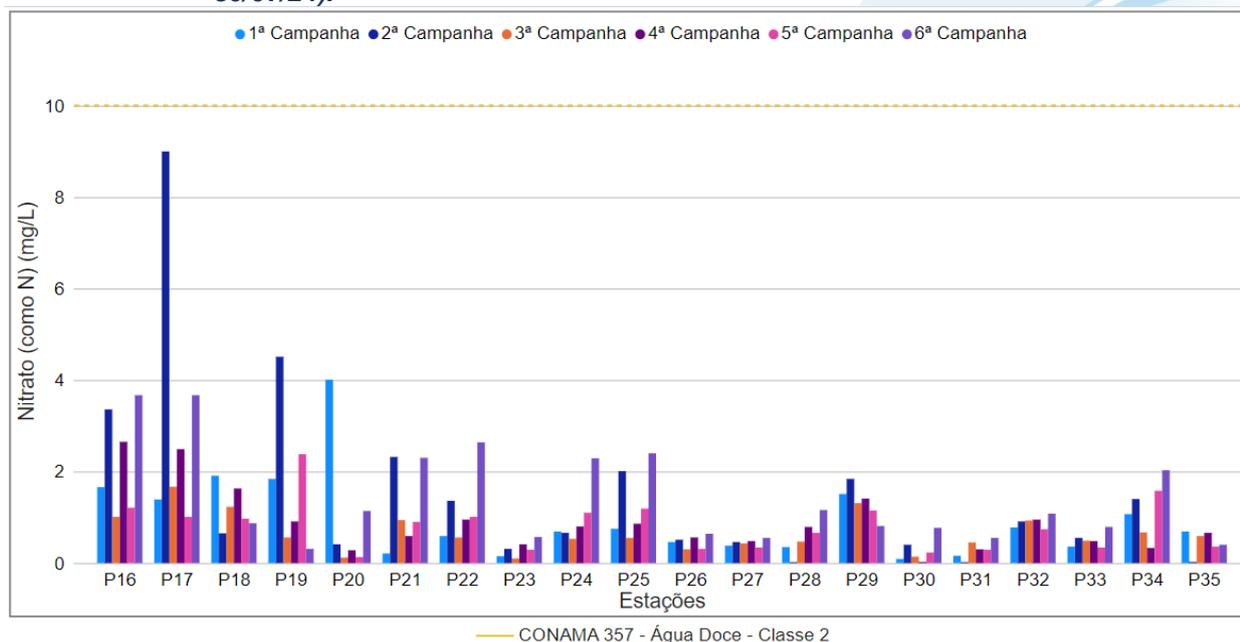


Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.123), durante a 5ª campanha apresentaram valor médio de nitrato de 0,82 mg/L, com variação entre 0,13 mg/L (P20) e 2,38 mg/L (P19). Já na 6ª campanha, a média registrada foi de 1,43 mg/L, com variação entre 0,31 mg/L (P19) e 3,67 mg/L (P16 e P17). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média (1,49 mg/L) e a 3ª campanha, a menor concentração (0,69 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 e 3º 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).**



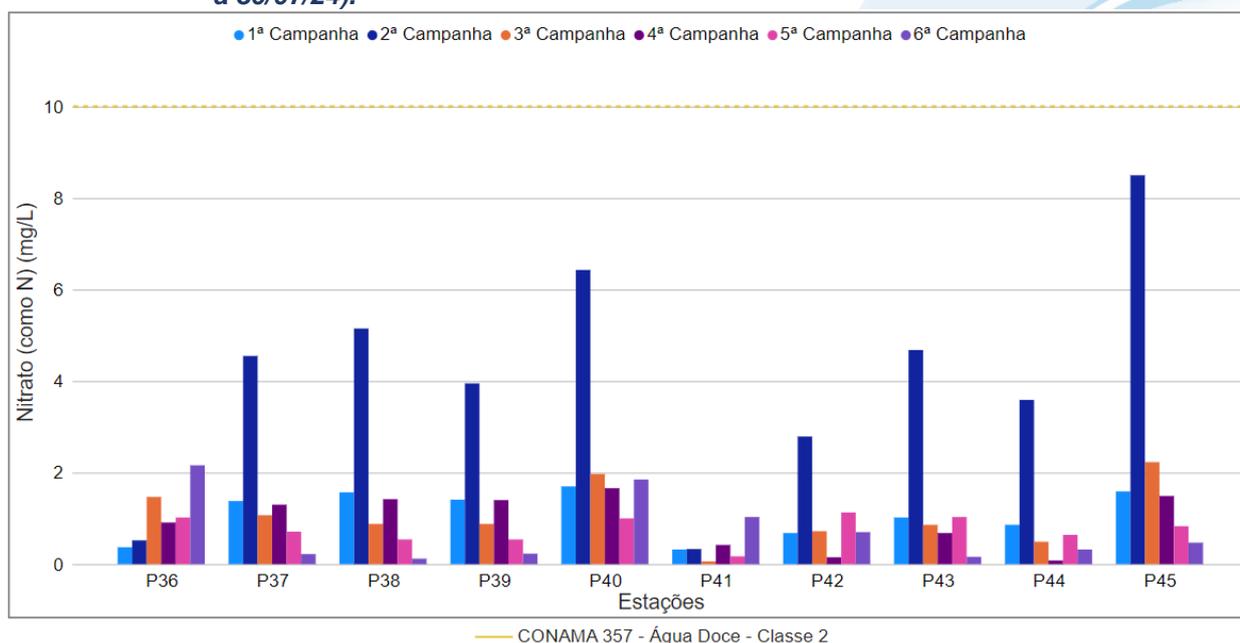
A sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.124), apresentou média de nitrato de 0,76 mg/L durante a 5ª campanha, com variação entre 0,17 mg/L (P41) e 1,13 mg/L (P42). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,73 mg/L, com variação entre 0,12 mg/L (P38) e 2,16 mg/L (P36). Vale ressaltar 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 julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrato (4,05 mg/L) e a 6ª campanha, a menor concentração (0,73 mg/L).

Os pontos monitorados na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino apresentaram maiores concentrações de nitrato durante a 2ª campanha, 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 e 3º 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).**



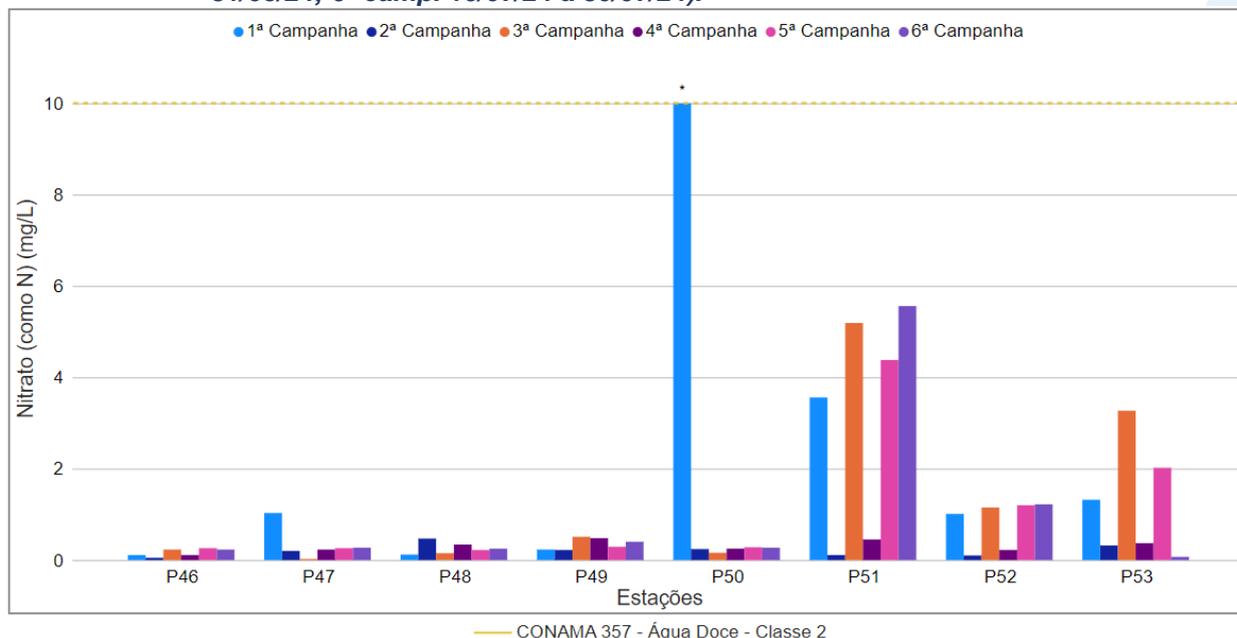
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.125), a concentração média de nitrato na 5ª campanha foi de 1,11 mg/L, com resultados variando entre 0,22 mg/L (P48) e 4,38 mg/L (P51). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,03 mg/L, com mínima de 0,07 mg/L (P53) e máxima de 5,56 mg/L (P51). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), 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 e 6ª 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 e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 10 mg/L

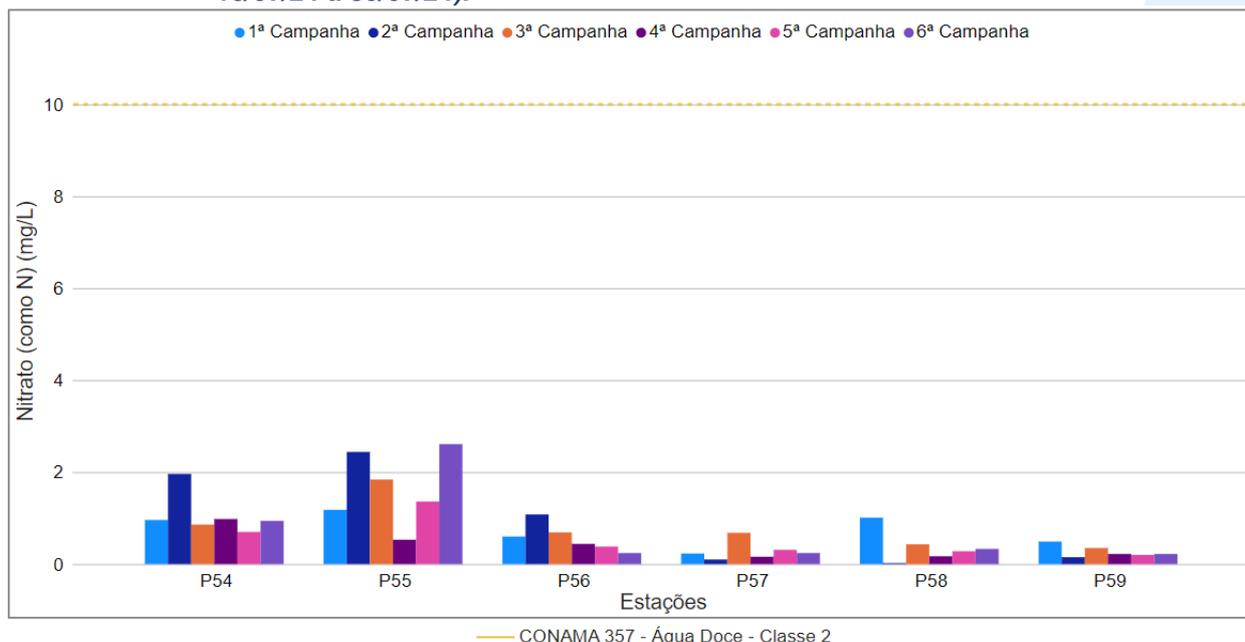
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.126) foi registrada, na 5ª campanha, concentração média de nitrato de 0,54 mg/L, com variação entre 0,20 mg/L (P59) e 1,36 mg/L (P55). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,76 mg/L, com variação entre 0,22 mg/L (P59) e 2,61 mg/L (P55). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), 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 e 3º 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).**



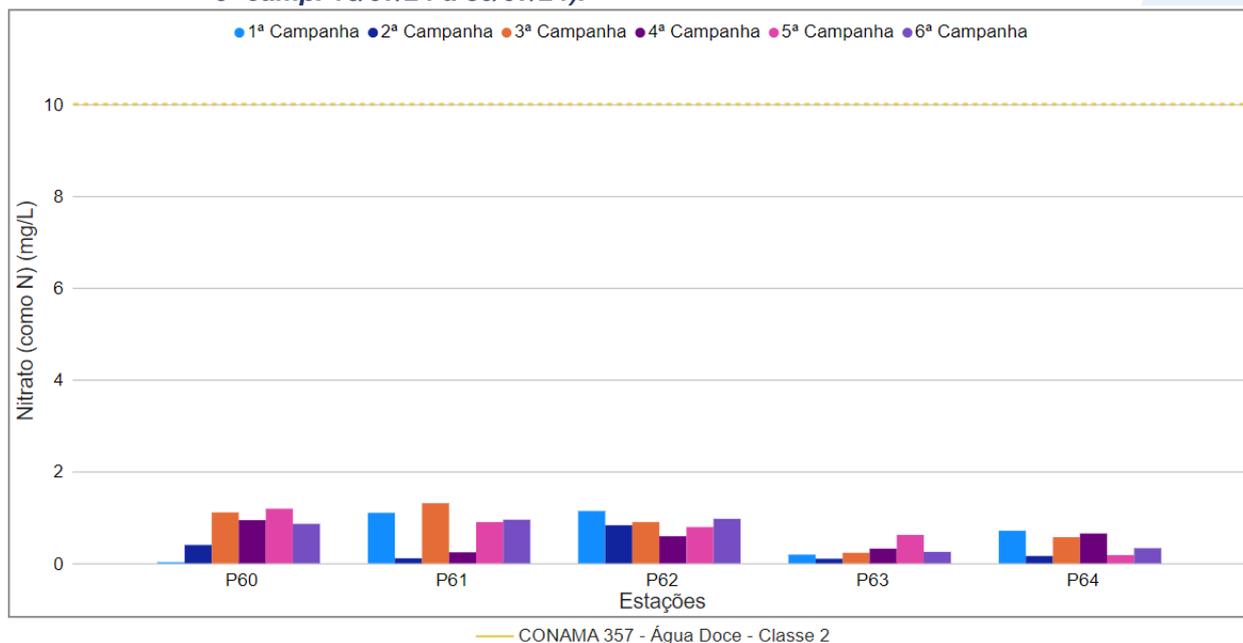
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.127), a média de nitrato durante a 5ª campanha foi de 0,74 mg/L, com variação entre 0,18 mg/L (P64) e 1,19 mg/L (P60). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,67 mg/L, com variação entre 0,25 mg/L (P63) e 0,97 mg/L (P62). Vale ressaltar que durante o 3º 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 julho/24), 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.

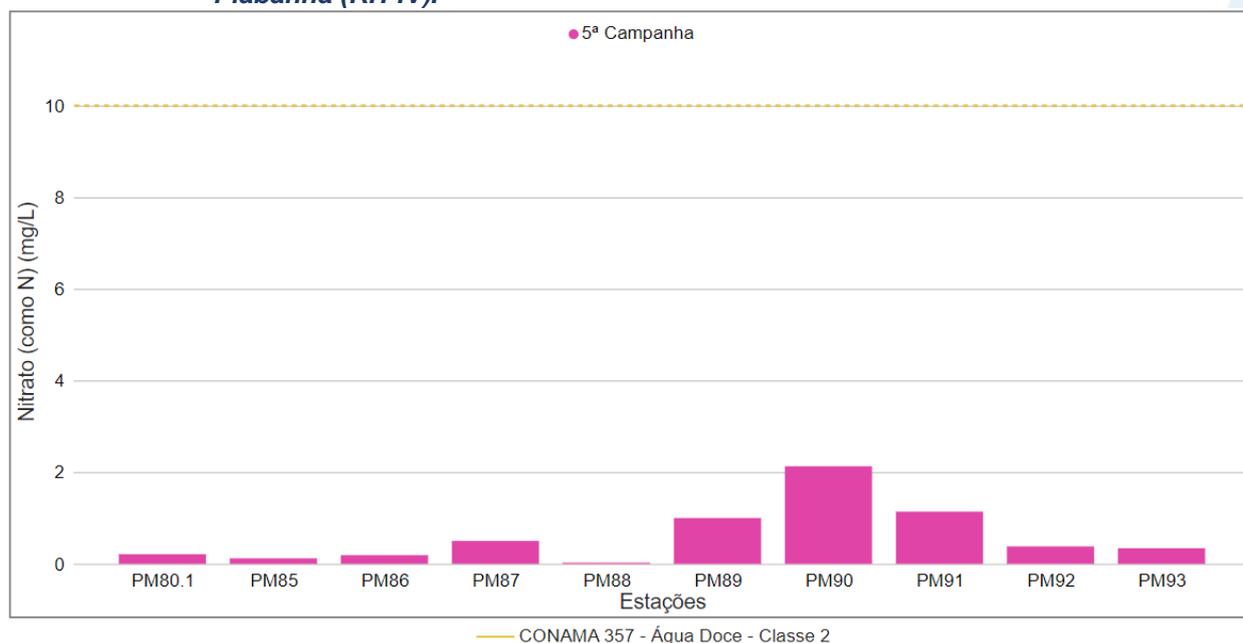
**Figura VI.127. Distribuição de Nitrato registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24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



Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.128) apresentaram média de nitrato de 0,60 mg/L, com variação entre valor abaixo do limite de quantificação, <0,03 (P88) e 2,13 mg/L (PM90).

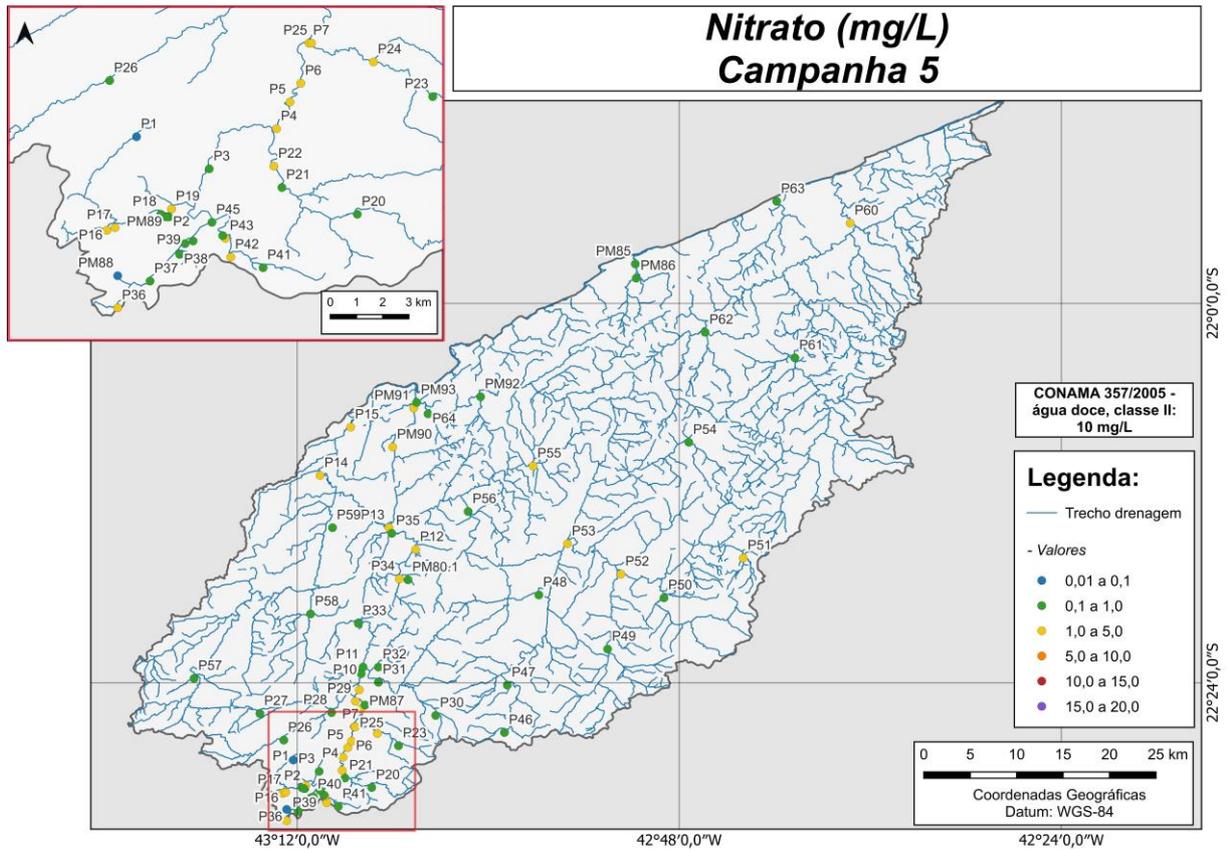
Vale ressaltar que todos os pontos móveis apresentaram valores de nitrato dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

**Figura VI.128. Distribuição de Nitrato registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

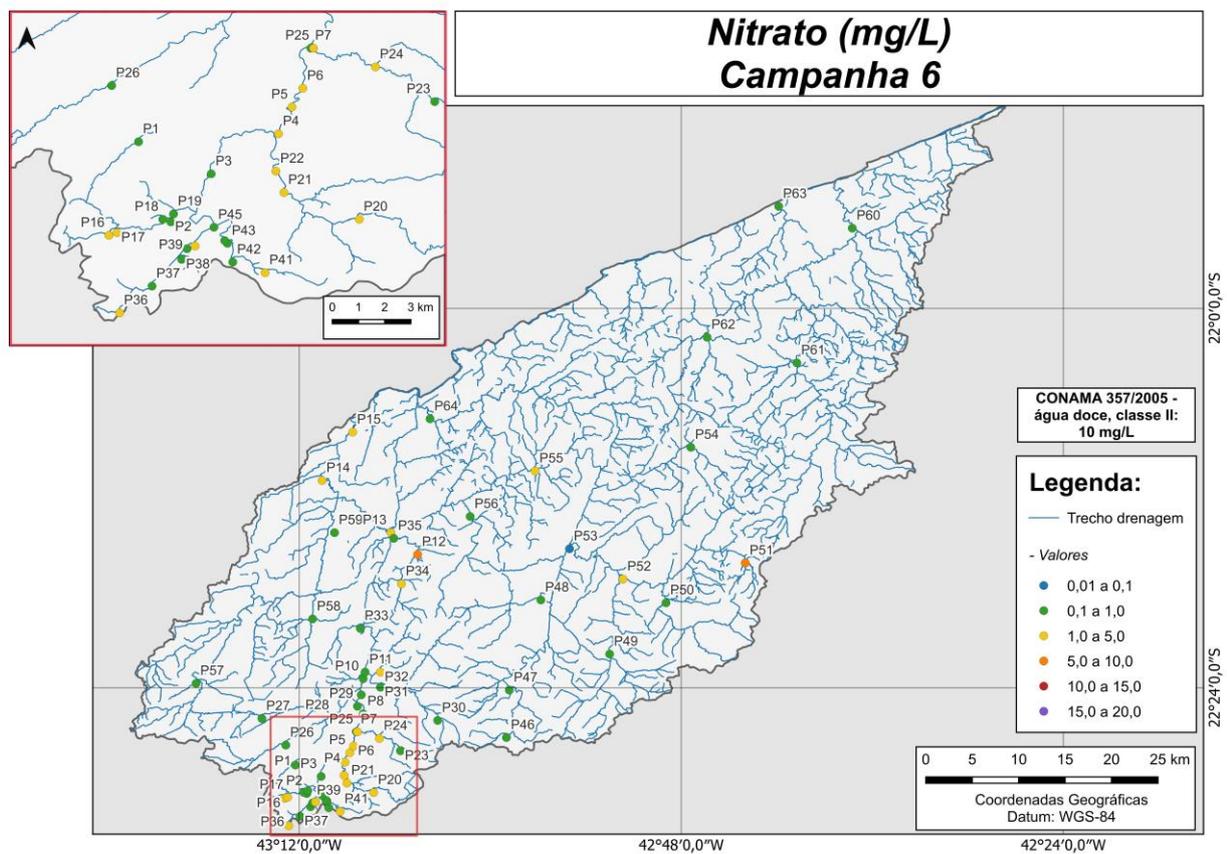


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de nitrato de 1,02 mg/L no 3º semestre, sendo esta semelhante às médias registradas no 1º e 2º semestre (1,51 mg/L e 0,81 mg/L, respectivamente). Na 5ª campanha foi encontrada média de 0,89 mg/L, com variação entre 0,13 mg/L (P20) e 4,38 mg/L (P51). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,22 mg/L, com variação entre 0,07 mg/L (P53) e 5,80 mg/L (P12). 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



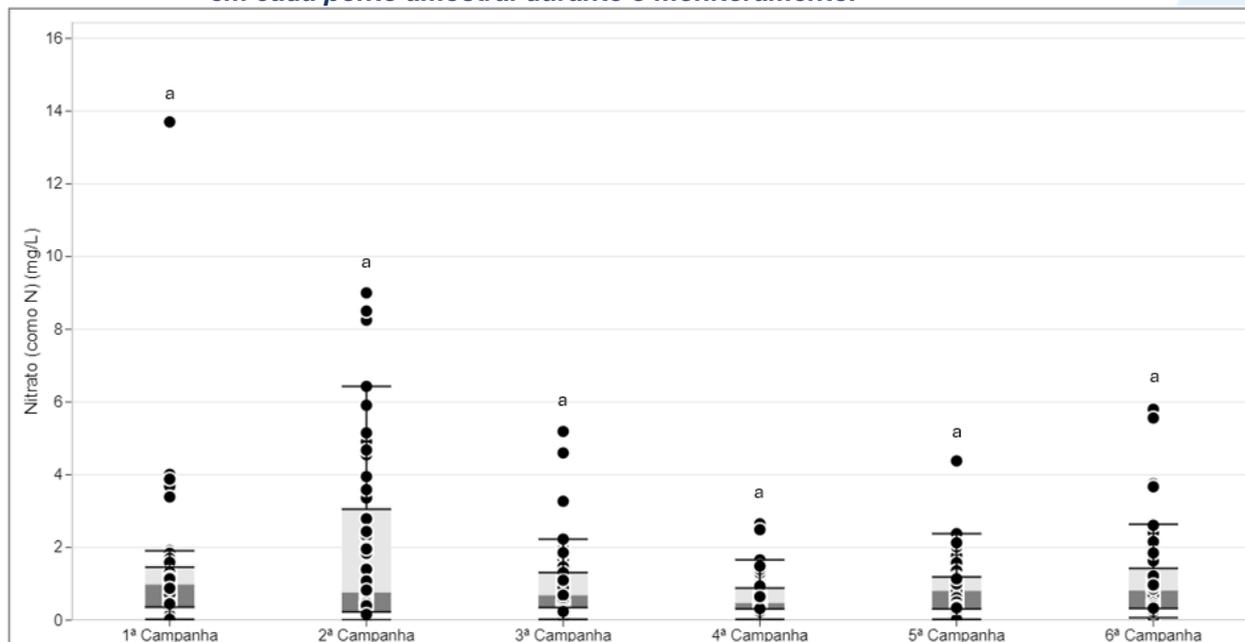
**Figura VI.130. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



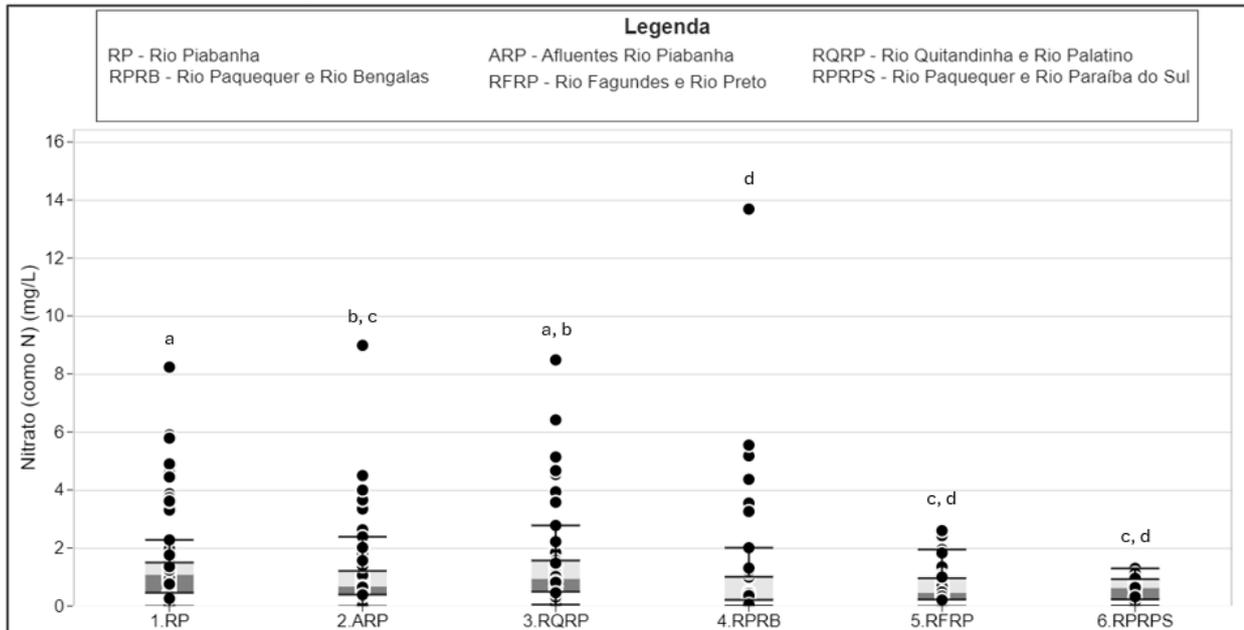
A sub-região que apresentou a maior média de nitrato ao longo do 1º semestre foi RQRP (2,57 mg/L) e a que apresentou a menor foi RPRPS (0,48 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RQRP apresentou maior (1,01 mg/L) e a RFRP apresentou a menor (0,61 mg/L). Já no presente semestre de monitoramento, a sub-região RP apresentou maior média (1,75 mg/L) e a RFRP a menor média (0,54 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.131 e Figura VI.132, respectivamente.

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 sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. A sub-região ARP também apresentou diferença em relação à sub-região RPRB, enquanto a sub-região RQRP diferiu das sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS.

**Figura VI.131. Boxplots de Nitrato, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.132. Boxplots de Nitrato, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



### *VI.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.

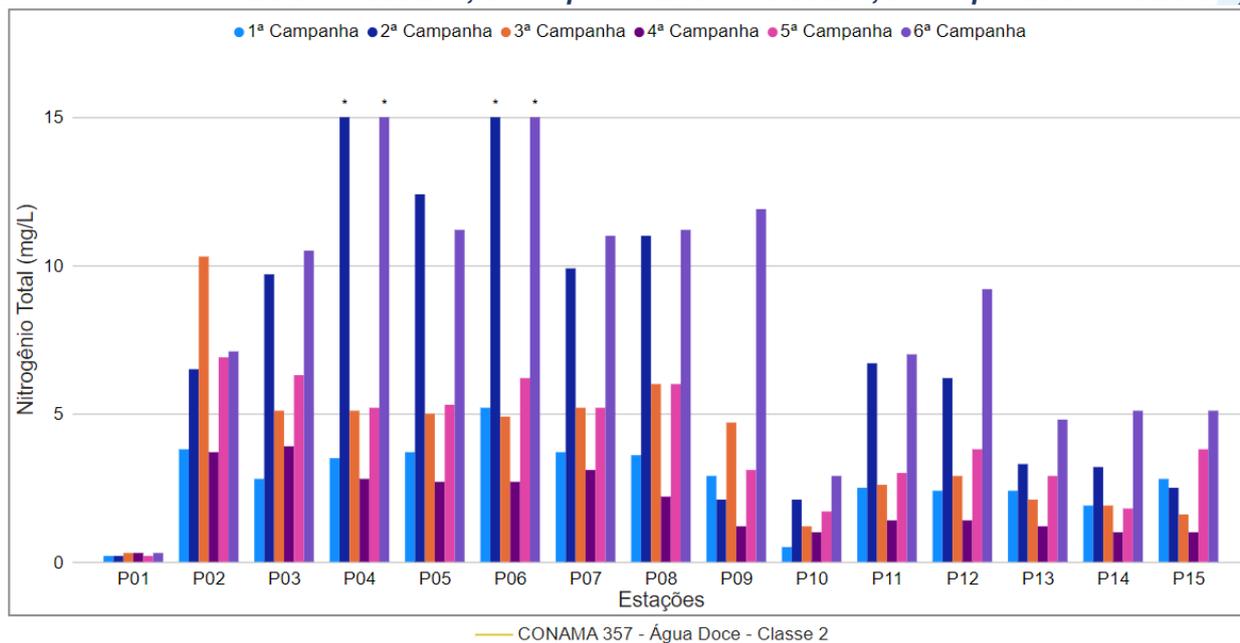
Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.133), a média de nitrogênio total durante a 5ª campanha de monitoramento foi de 4,1 mg/L, com mínima de 0,2 mg/L (P01) e máxima de 6,9 mg/L (P02). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 9,4 mg/L, com mínima de 0,3 mg/L (P01) e máxima de 22,2 mg/L (P06).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio total (9,4 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (2,0 mg/L).

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

Além disso, durante a 2ª e 6ª campanha, a maioria dos pontos monitorados apresentaram concentrações acentuadas de nitrogênio total e dos parâmetros citados anteriormente. Sendo assim, a variação da concentração de nitrogênio total na sub-região do Rio Piabanha pode estar relacionada com o aporte de esgoto sanitário e industrial, assim como com o índice de pluviosidade, pois a diminuição do volume de chuva registrado principalmente na 6ª campanha, pode contribuir para uma menor diluição e carreamento das partículas.

**Figura VI.133. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**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 5ª campanha foi de 5,3 mg/L, com mínima de 0,4 mg/L (P20) e máxima de 18,8 mg/L (P16). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 6,5 mg/L, com mínima de 0,8 mg/L (P27) e máxima de 23,7 mg/L (P19).

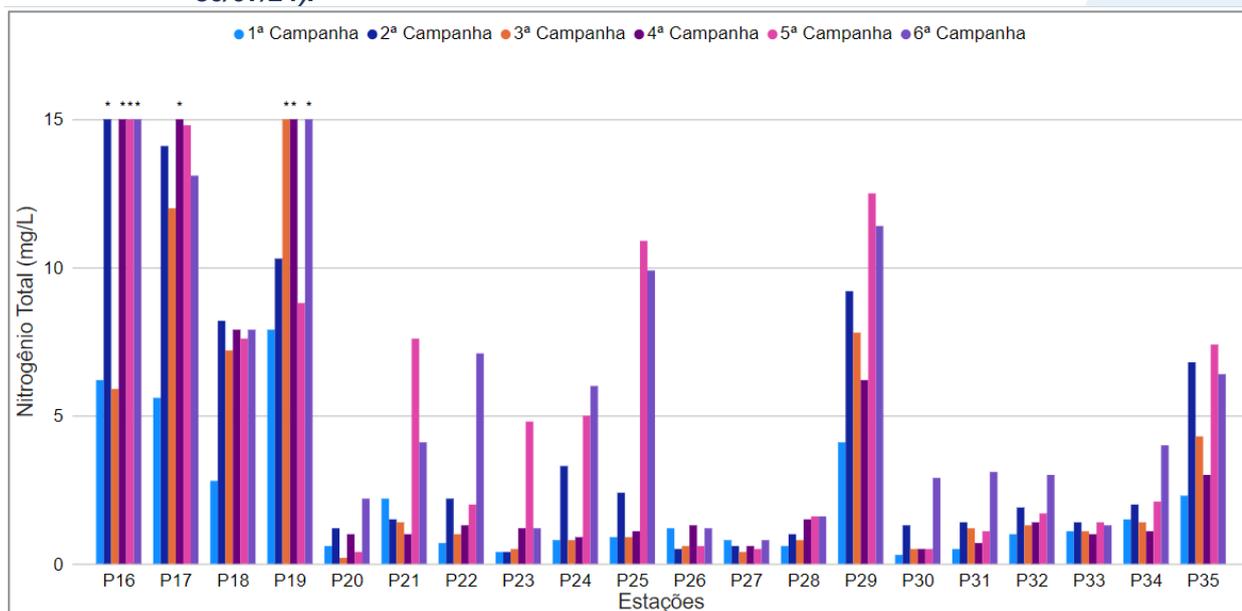
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio total (6,5 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (2,2 mg/L).

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 um aumento abrupto das concentrações de nitrogênio total.

Vale ressaltar que os parâmetros condutividade, coliformes termotolerantes, nitrato e nitrogênio amoniacal apresentaram aumento de suas concentrações nestes pontos durante o 3º semestre, podendo esta variação 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 e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

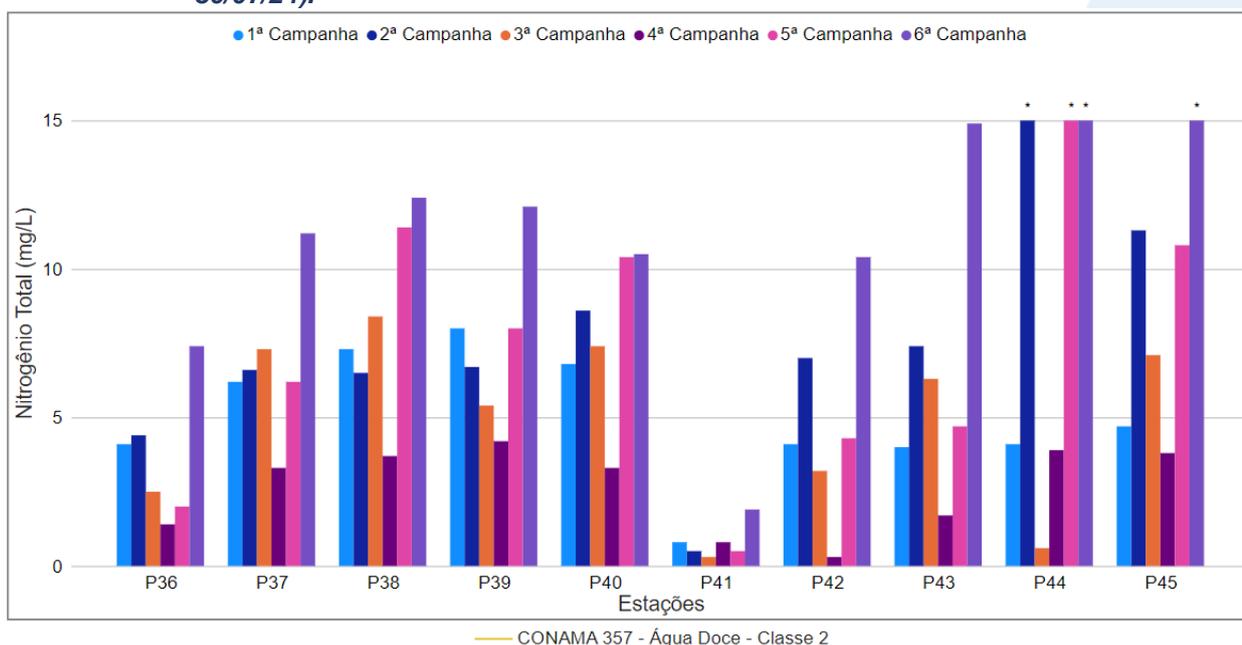
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.135), a média de nitrogênio total durante a 5ª campanha foi de 7,5 mg/L, com variação entre 0,5 mg/L (P41) e 16,3 mg/L (P44). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 13,1 mg/L, com variação entre 1,9 mg/L (P41) e 26,8 mg/L (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (13,1 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 dos demais parâmetros monitorados ao longo do período de monitoramento. Já os demais pontos da sub-região apresentaram variação ao longo do período monitorado, independentemente do índice pluviométrico registrado, sendo as maiores concentrações registradas na 6ª campanha de monitoramento. Vale ressaltar que nesta campanha

também foram registradas maiores concentrações de alcalinidade, condutividade, SDT, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio amoniacal. Desta forma, o aumento dessas concentrações durante a 6ª campanha pode estar relacionado ao maior aporte das fontes de esgotamento sanitário e industrial cadastradas na região.

**Figura VI.135. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

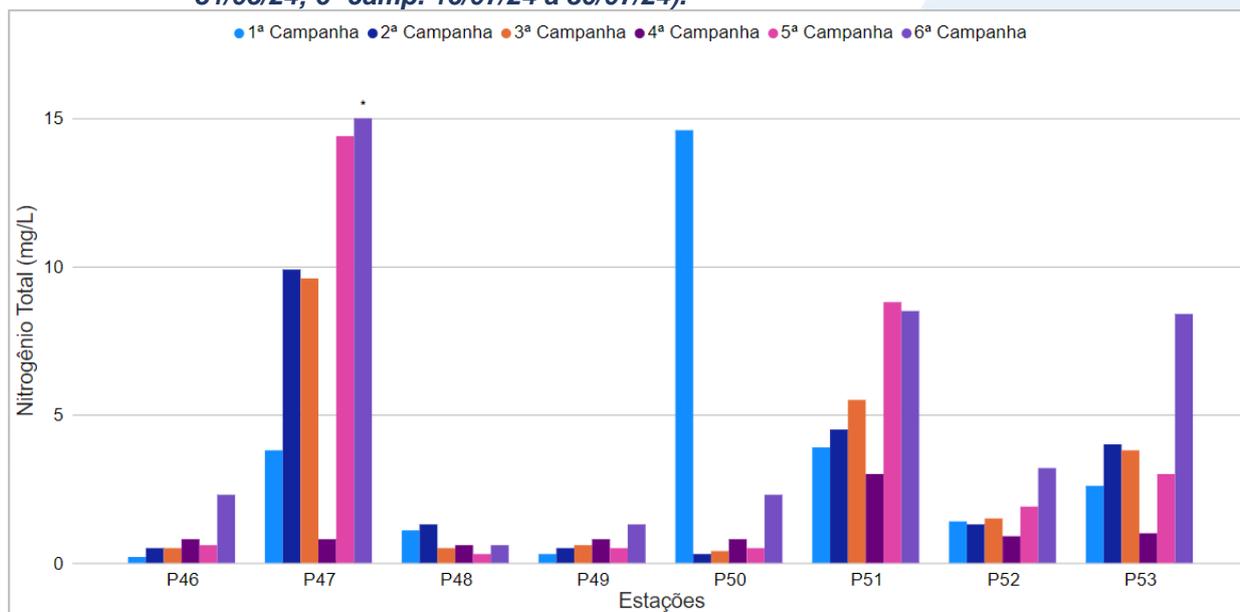
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRP; Figura VI.136), a concentração média de nitrogênio total na 5ª campanha foi de 3,8 mg/L, com mínima de 0,3 mg/L (P48) e máxima de 14,4 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 6,2 mg/L, com mínima de 0,6 mg/L (P48) e máxima de 22,8 mg/L (P47).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, 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 e 3º 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).**



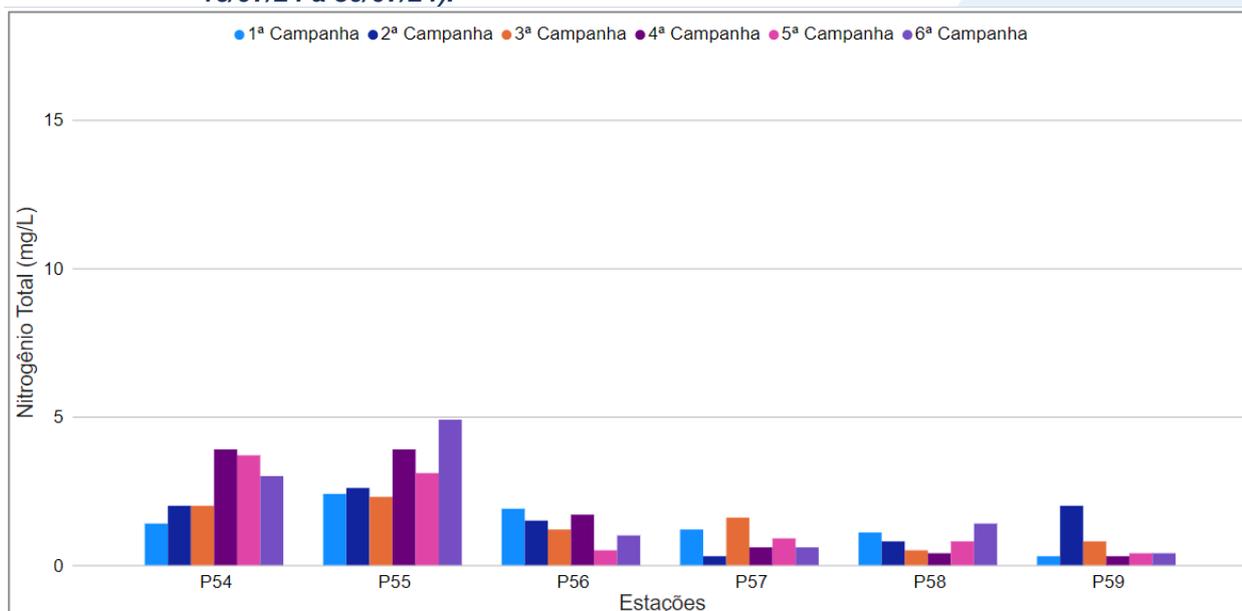
**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.137), a média de nitrogênio total durante a 5ª campanha foi de 1,6 mg/L, com variação entre 0,4 mg/L (P59) e 3,7 mg/L (P54). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,9 mg/L, com variação entre 0,4 mg/L (P59) e 4,9 mg/L (P55).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio total (1,9 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 e 3º 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).**



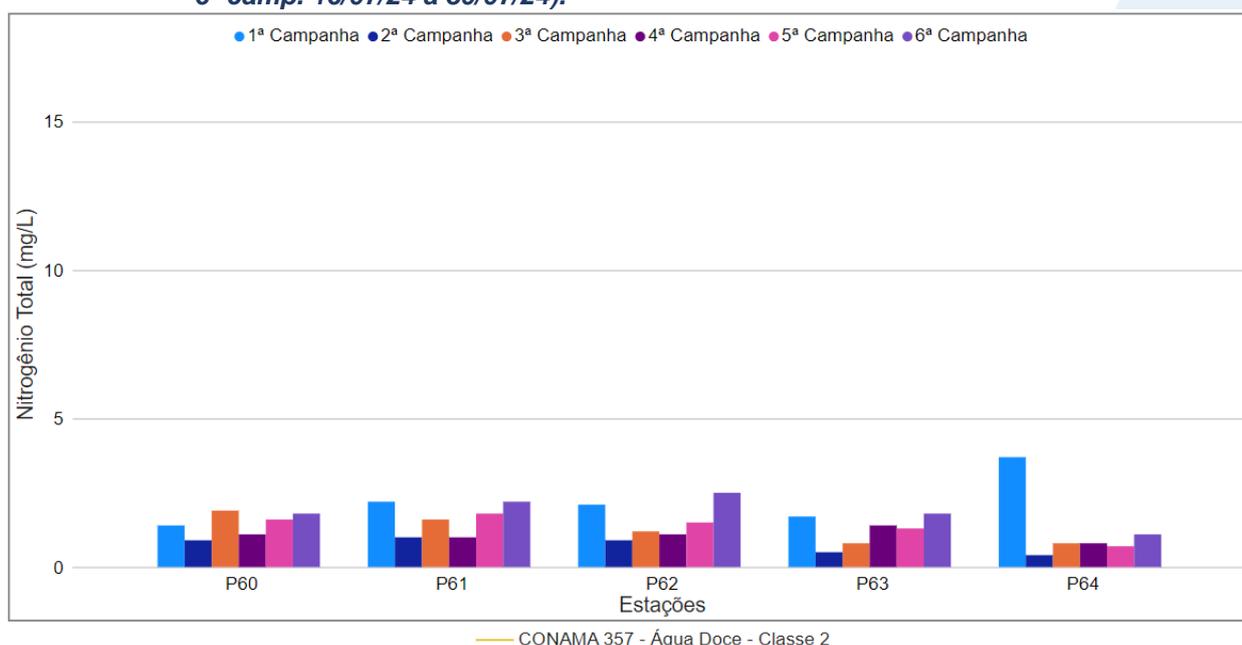
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.138), a média de nitrogênio total durante a 5ª campanha foi de 1,4 mg/L, com variação entre 0,7 mg/L (P64) e 1,8 mg/L (P61). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,9 mg/L, com variação entre 1,1 mg/L (P64) e 2,5 mg/L (P62).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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.

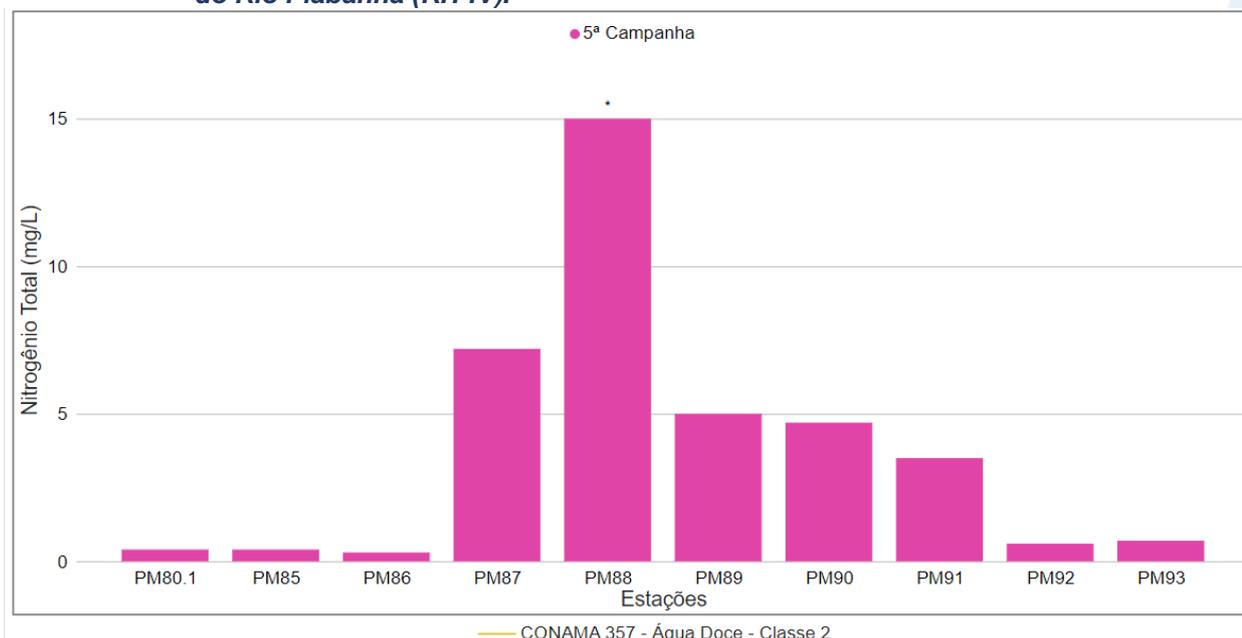
**Figura VI.138. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 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).**



Os pontos móveis durante a 3ª campanha (Figura VI.139) apresentaram média de nitrogênio total de 4,2 mg/L, sendo a concentração mínima registrada de 0,3 mg/L (PM86) e máxima de 18,9 mg/L (PM88).

De modo geral, os pontos móveis apresentaram baixas concentrações de nitrogênio total, com exceção de P87, P88 e P89, que apresentaram concentrações maiores que 5,0 mg/L. Vale ressaltar que esses pontos ficam localizados em uma área de maior adensamento populacional e apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal, SST e turbidez. Estes fatores indicam um possível aporte de efluente sanitário com concentrações acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

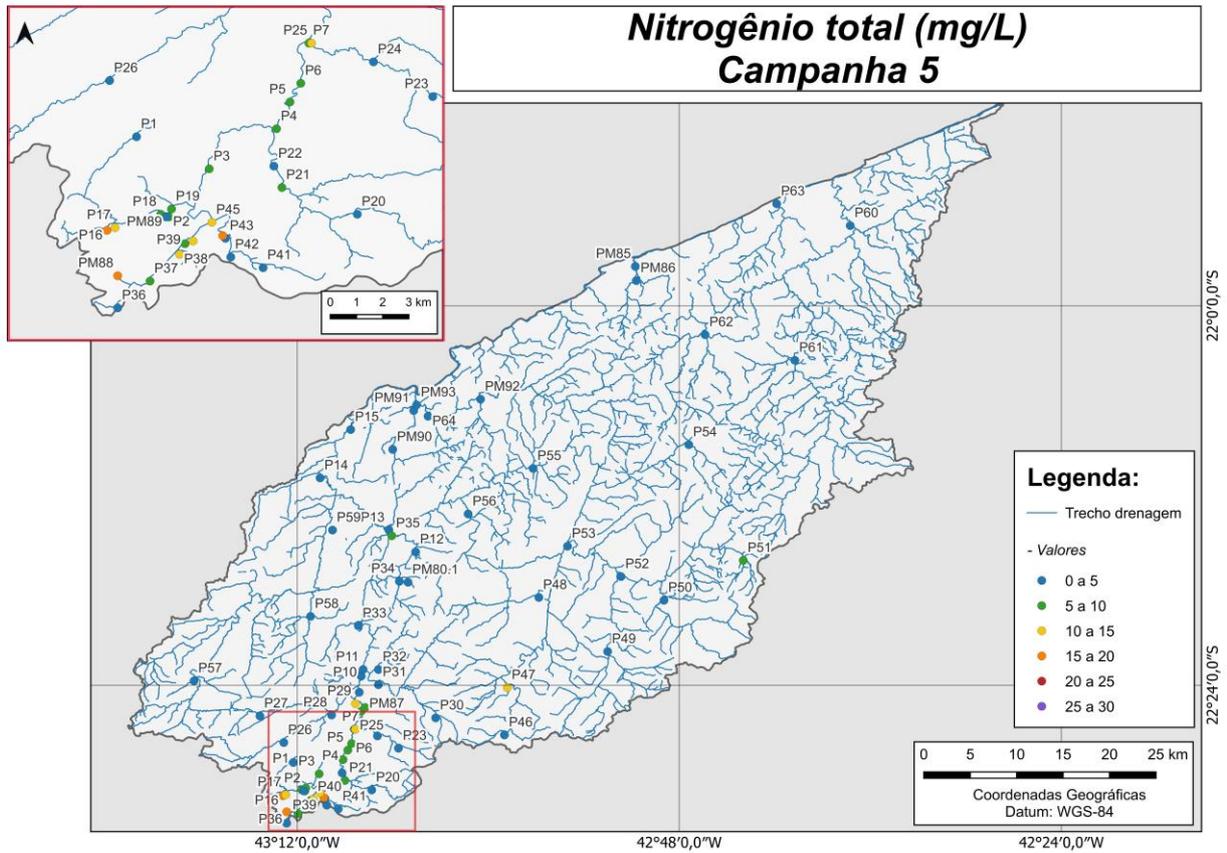
**Figura VI.139. Distribuição de Nitrogênio Total registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**



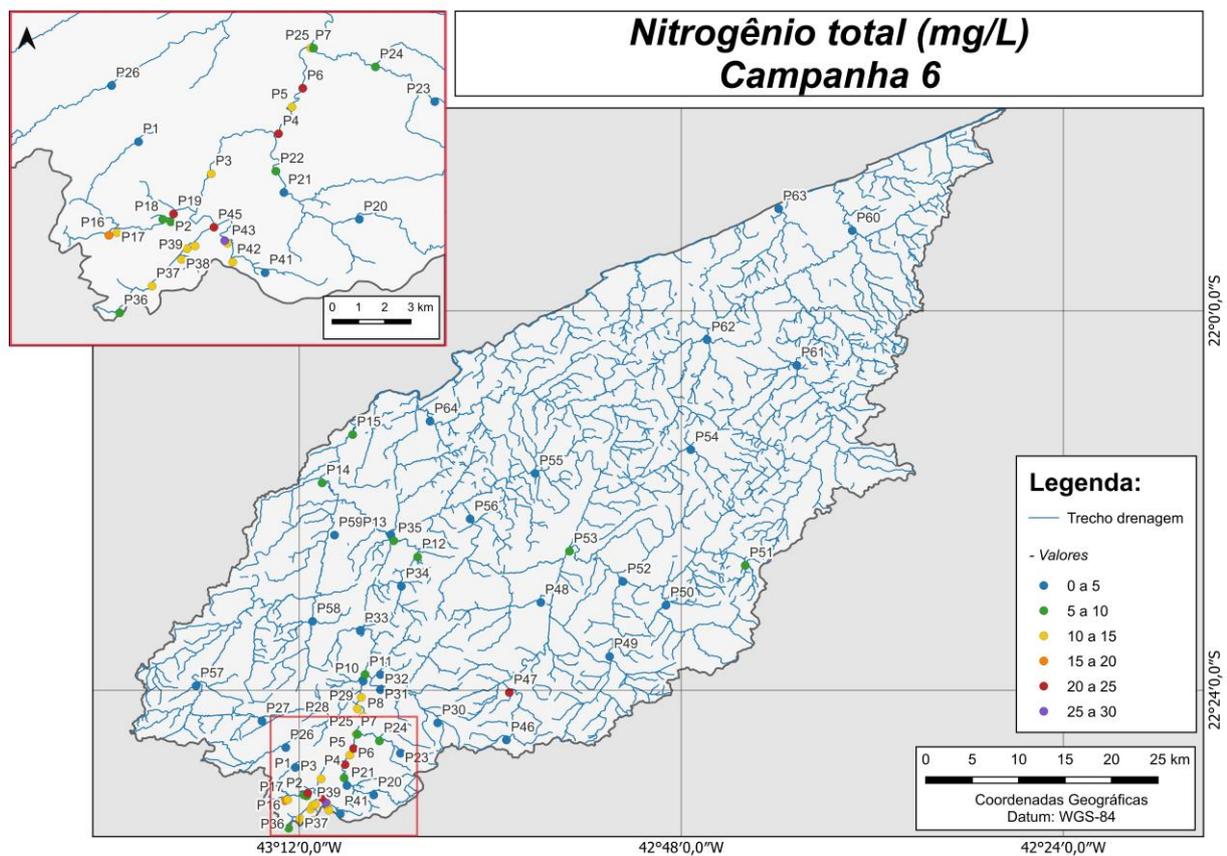
**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de nitrogênio total de 5,8 mg/L no 3º semestre, sendo esta a maior média semestral registrada ao longo do período de monitoramento. Na 5ª campanha de monitoramento foi encontrada média de 4,6 mg/L, com variação entre 0,3 mg/L (P48) e 18,8 mg/L (P16). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 7,4 mg/L com variação entre 0,3 mg/L (P01) e 26,8 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



**Figura VI.141. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**

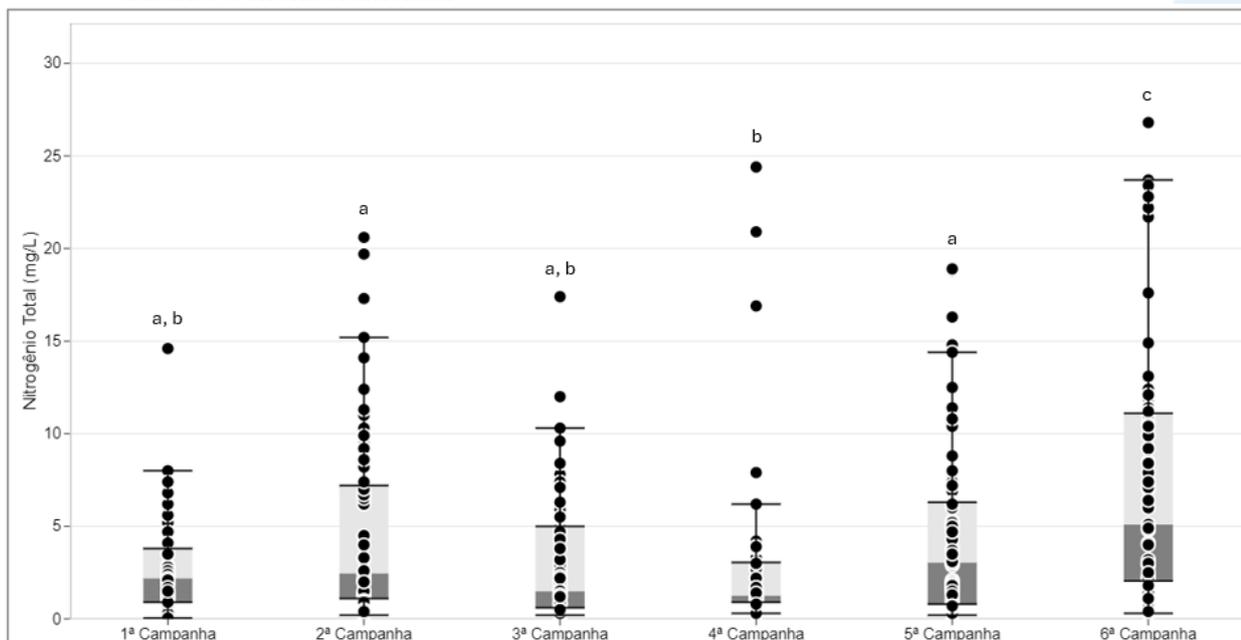


A sub-região que apresentou a maior média de nitrogênio total ao longo do 1º semestre foi a sub-região RQRP (6,5 mg/L) e a que apresentou a menor foi RFRP e RPRPS (1,5 mg/L), enquanto no 2º semestre ARP apresentou a maior (3,9 mg/L) e RPRPS apresentou a menor (1,2 mg/L). Já no presente semestre de monitoramento, a maior média foi registrada em RQRP (13 mg/L) e a menor em RPRPS (1,4 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas Figura VI.142 e Figura VI.143, respectivamente.

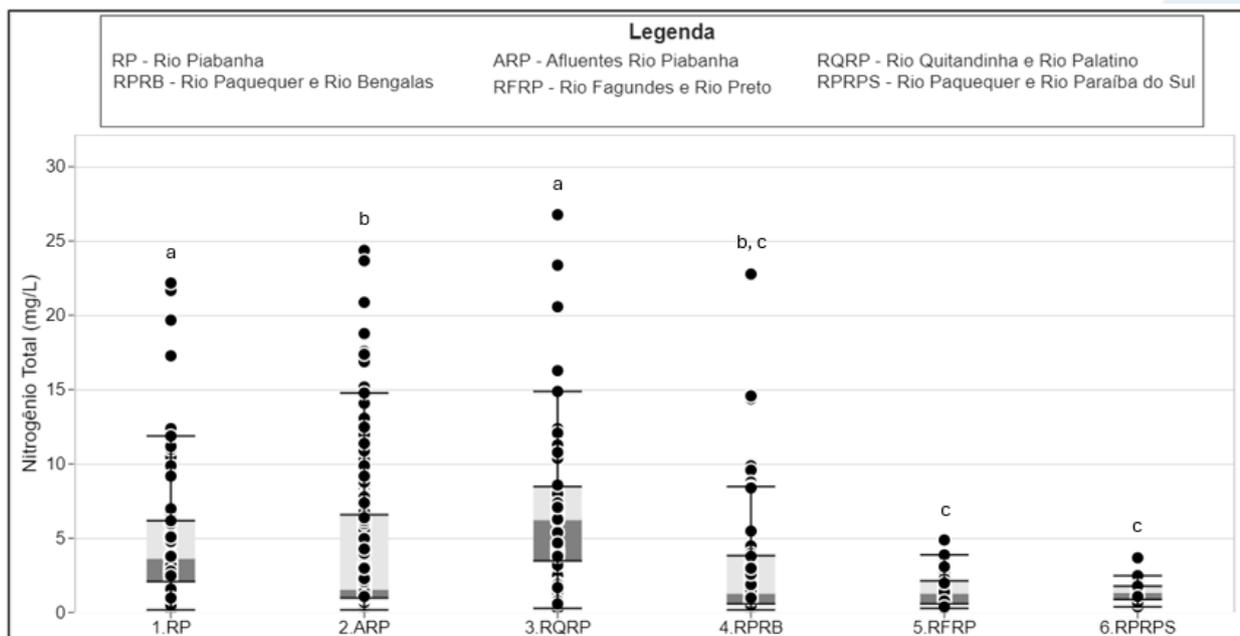
Para o parâmetro nitrogênio total, a 4ª campanha de monitoramento apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a 2ª e a 5ª campanhas. Além disso, a 6ª campanha apresentou diferença significativa de todas as demais campanhas realizadas.

Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a sub-região RP e as sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS. A sub-região RQRP também foi diferente das sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS, enquanto a sub-região ARP se diferiu da RFRP e RPRPS.

**Figura VI.142. Boxplots de Nitrogênio Total, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.143. Boxplots de Nitrogênio Total, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### *VI.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 n° 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 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 5ª campanha de monitoramento foi de 0,95 mg/L, sendo o valor mínimo registrado abaixo do limite de quantificação do método analítico (P01), < 0,01 mg/L, e máximo de 2,70 mg/L (P03). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 4,61 mg/L, com variação entre 0,04 mg/L (P01) e 10,22 mg/L (P07).

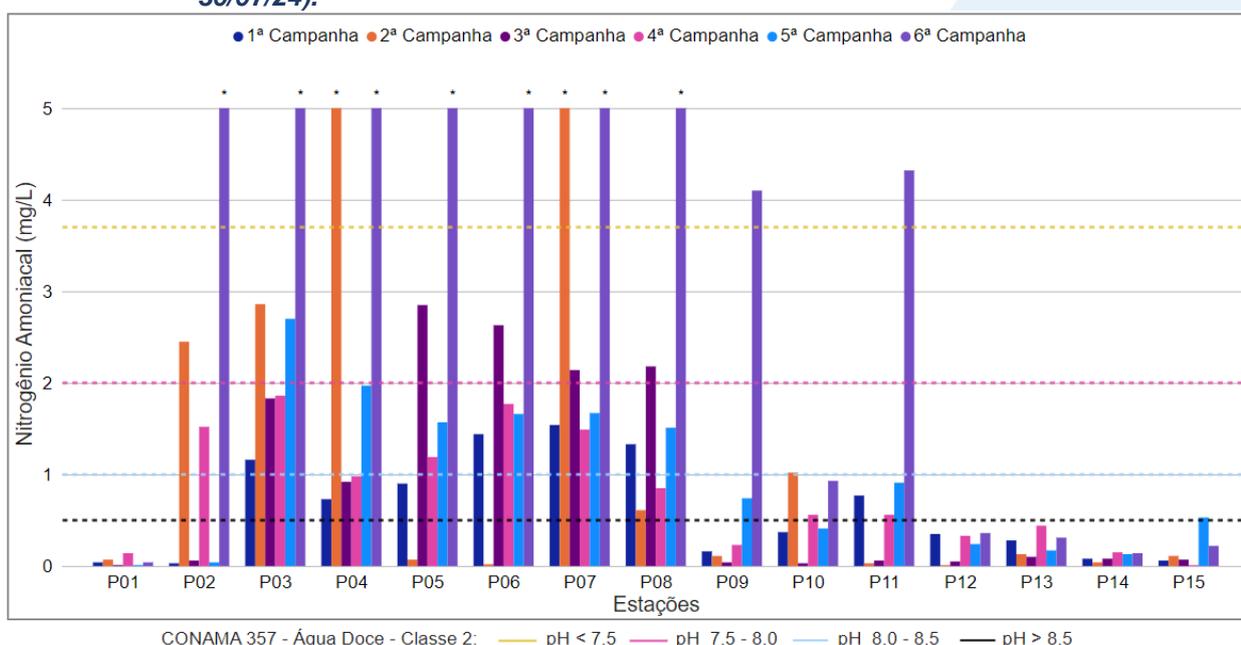
Vale ressaltar que durante a 6ª campanha os pontos monitorados P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09 e P11 apresentam resultados em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal (4,61 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,62 mg/L). De modo geral, apenas a 2ª e campanhas apresentaram concentrações de nitrogênio amoniacal acima do estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, com duas e nove amostras, respectivamente.

Vale destacar que as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal foram registradas na 2ª campanha de monitoramento nos pontos P02, P03, P04 e P07, assim como maiores concentrações de coliformes termotolerantes. Além disso, durante a 6ª campanha foi registrado aumento acentuado das concentrações em P02, P03, P04, P05,

P06, P07, P08, P09 e P10. Cabe salientar que estes pontos na 6ª campanha também apresentaram concentrações elevadas de alcalinidade, condutividade, coliformes termotolerantes, fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total e sólidos dissolvidos totais para a maioria destes pontos. Estes aumentos podem estar sendo influenciados pelas inúmeras fontes antrópicas de esgotamento sanitário e industrial instalados nesta sub-região. Além disso, os baixos índices pluviométricos registrados nestas campanhas (2ª e 6ª campanha) podem estar contribuindo para uma dispersão mais lenta destes parâmetros, ocasionando a maior concentração deles nos corpos hídricos.

**Figura VI.144. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

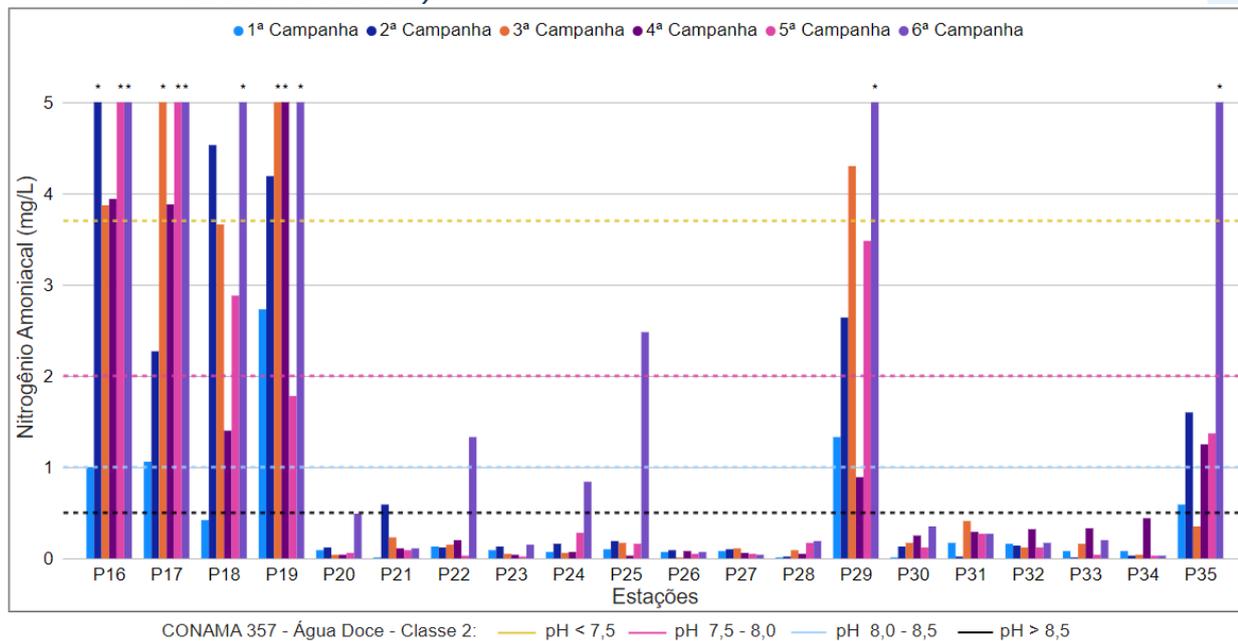
Os pontos monitorados na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.145), apresentaram concentração média de 1,25 mg/L para nitrogênio amoniacal durante a 5ª campanha, com variação entre 0,02 mg/L (P23) e 7,73 mg/L (P16). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 2,85 mg/L, com mínima de 0,03 mg/L (P34) e máxima de 11,36 mg/L (P16). Vale ressaltar que, durante a 5ª campanha, os pontos P16 e P17 apresentaram concentrações em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Já na 6ª campanha foram registrados valores em desacordo com a legislação de referência em P16, P17, P18, P19, P29 e P35.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal (2,80 mg/L) e a 1ª campanha, a menor média (0,42 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). Sendo assim, é possível verificar um aumento do número de amostras em desacordo com a legislação de referência no 3º semestre de monitoramento (oito 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.

Vale ressaltar que os pontos monitorados P22, P24 e P25 apresentaram 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. Cabe salientar que este aumento não ocorreu conforme as variações de pluviosidade 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 neste aumento pontual registrado na 6ª campanha.

**Figura VI.145. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 5 mg/L

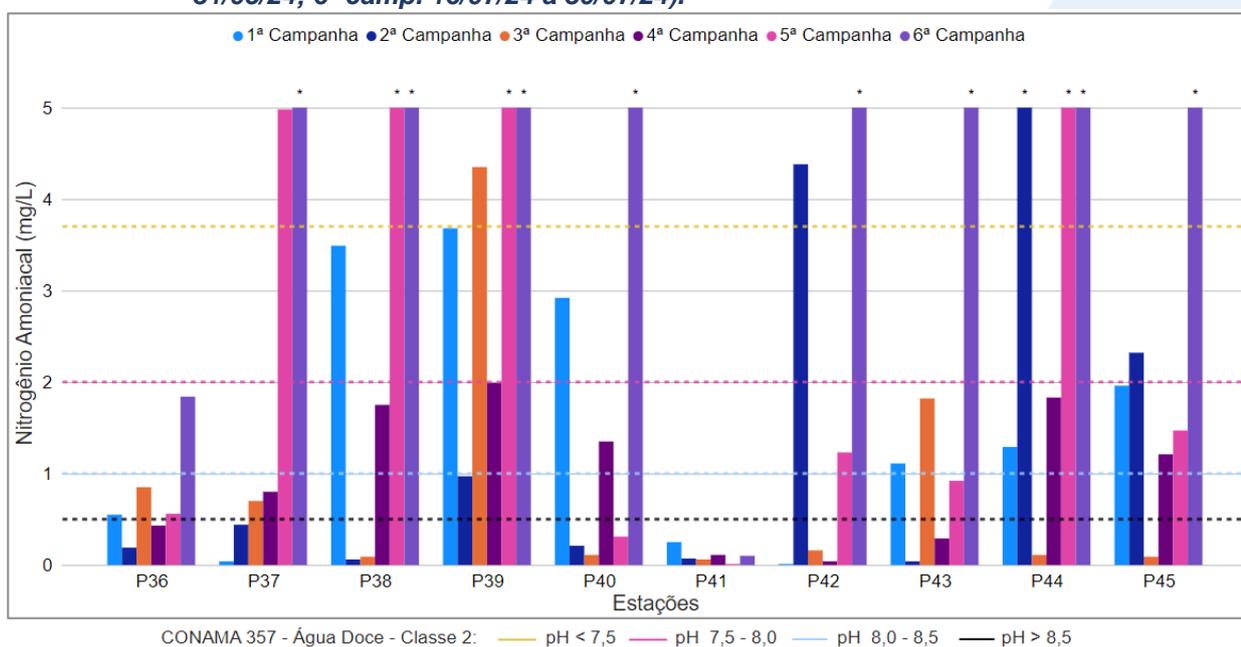
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.146), a média de nitrogênio amoniacal durante a 5ª campanha foi de 3,03 mg/L, com variação entre valores abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P41) e 8,84 mg/L (P44). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 8,67 mg/L, com variação entre 0,10 mg/L (P41) e 19,00 mg/L (P44). Durante o 3º semestre de monitoramento, P37, P38, P39 e P44 na 5ª e 6ª campanhas, além de P40, P42, P43 e P45 na 6ª campanha apresentaram concentração de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/05.

Considerando os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 n° 357/05 para nitrogênio amoniacal no 3º semestre, sendo registrado um total de 12 amostras.

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. Entretanto, as maiores concentrações deste parâmetro foram registradas durante a 6ª campanha, assim como registrado para alcalinidade, condutividade, SDT, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio total. Sendo assim, as maiores concentrações registradas nesta campanha podem estar relacionadas ao maior aporte de esgoto sanitário e industrial.

**Figura VI.146. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 5 mg/L

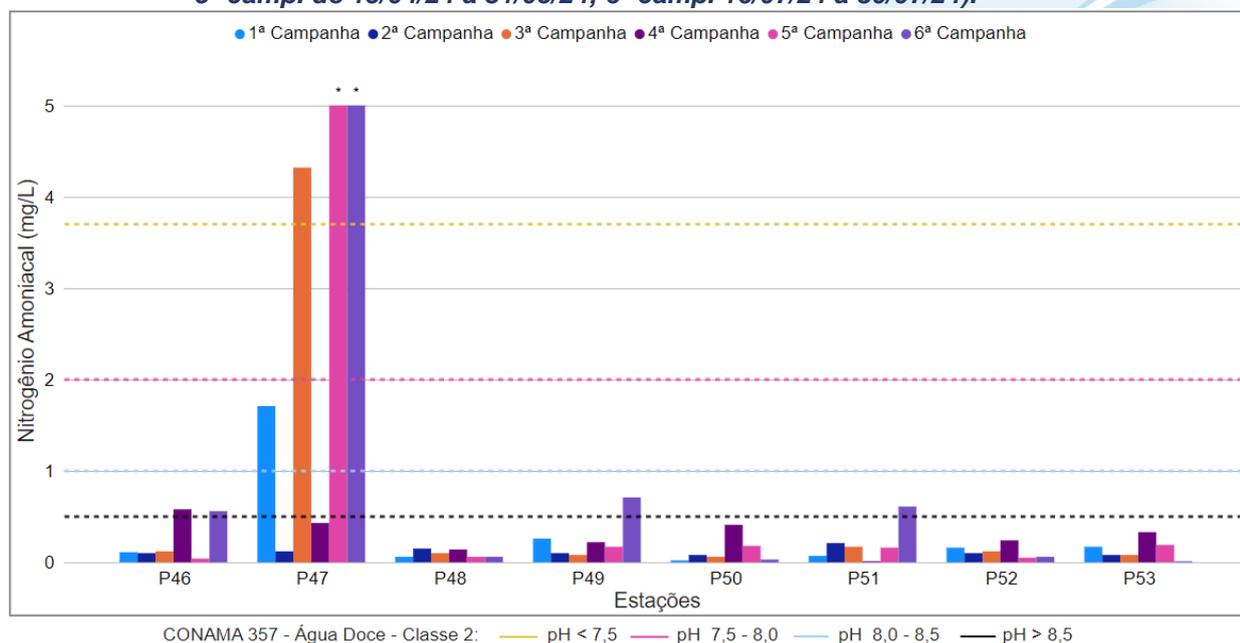
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.147), a concentração média de nitrogênio amoniacal na 5ª campanha foi de 0,85 mg/L, com mínima de 0,04 mg/L (P46) e máxima de 5,97 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 1,39 mg/L, com resultados variando entre abaixo de limite de detecção, 0,003 mg/L (P53) e 9,12 mg/L (P47). Vale ressaltar que durante o 3º semestre de monitoramento, em ambas as campanhas foi registrada concentração de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 em P47.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (1,39 mg/L) e a 2ª campanha, a menor concentração média (0,12 mg/L). Cabe

salientar que houve um aumento sutil do número de amostras em desacordo com a legislação no 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 a variação mais acentuada registrada 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. Valer 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.

**Figura VI.147. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

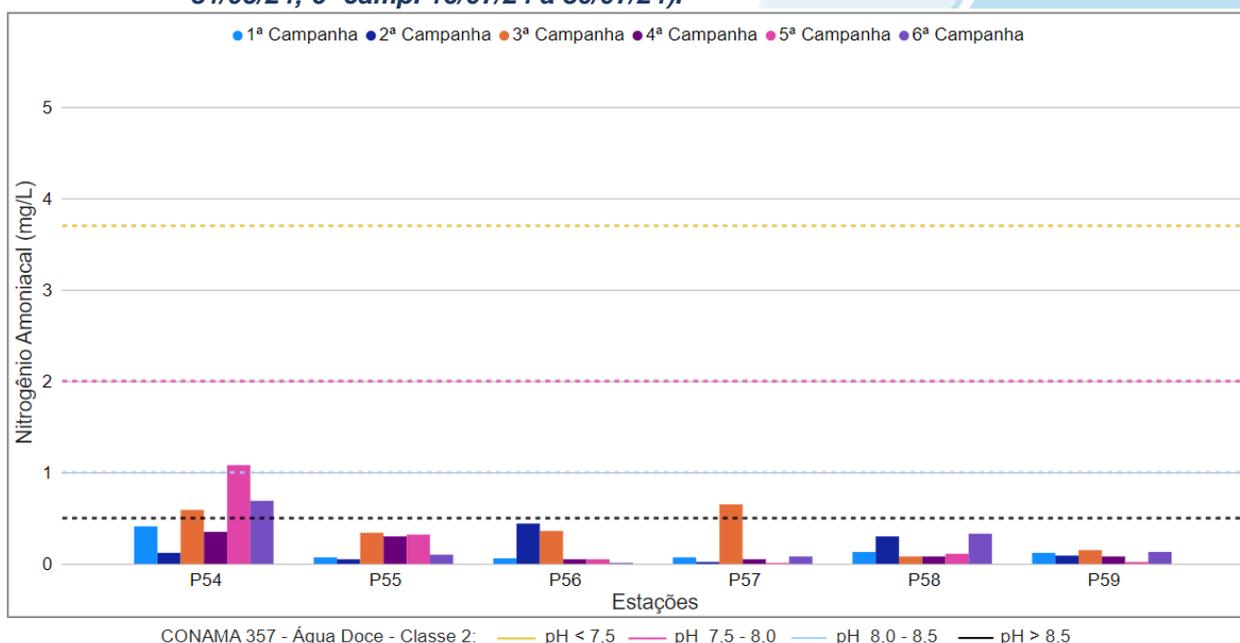
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.148), a média de nitrogênio amoniacal durante a 5ª campanha foi de 0,26 mg/L, com variação entre valor abaixo do limite de quantificação, <0,01 mg/L (P57) e 1,08 mg/L (P54). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,22 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P56) e 0,69 mg/L (P54). Vale ressaltar que, durante o 3º 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 julho/24), a 3ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (0,36 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 e 3º 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).**

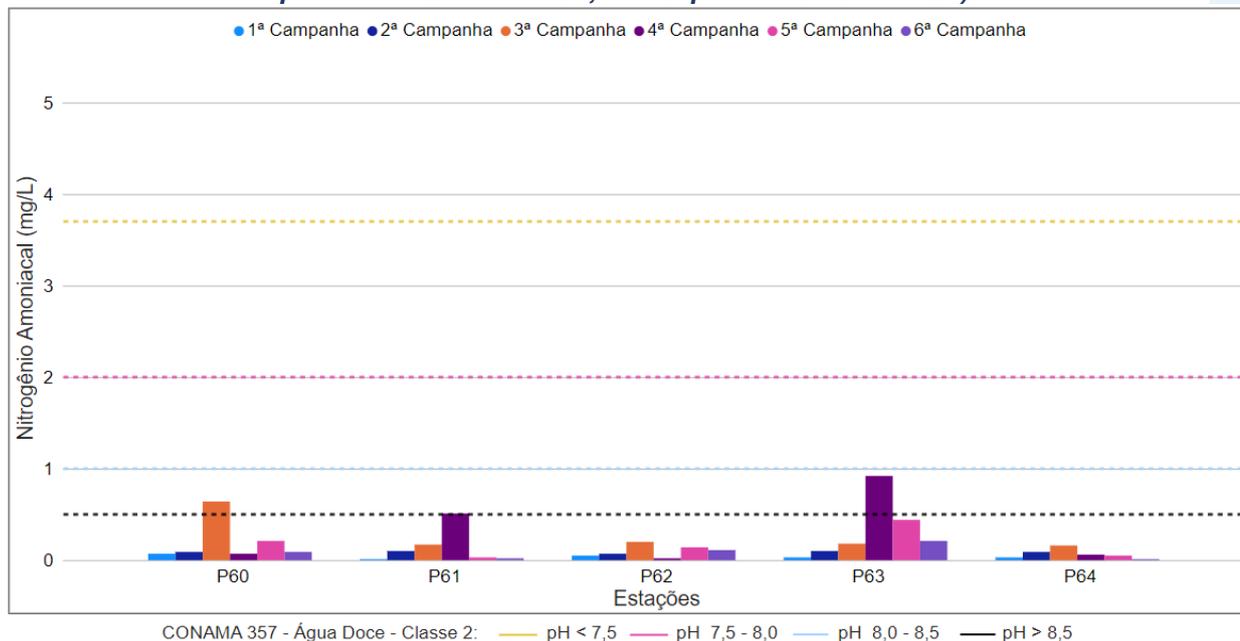


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.149), a média de nitrogênio amoniacal durante a 5ª campanha foi de 0,17 mg/L, com variação entre 0,03 mg/L (P61) e 0,44 mg/L (P63). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,09 mg/L, com variação entre 0,01 mg/L (P64) e 0,21 mg/L (P63). 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 julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior concentração média de nitrogênio amoniacal (0,32 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.

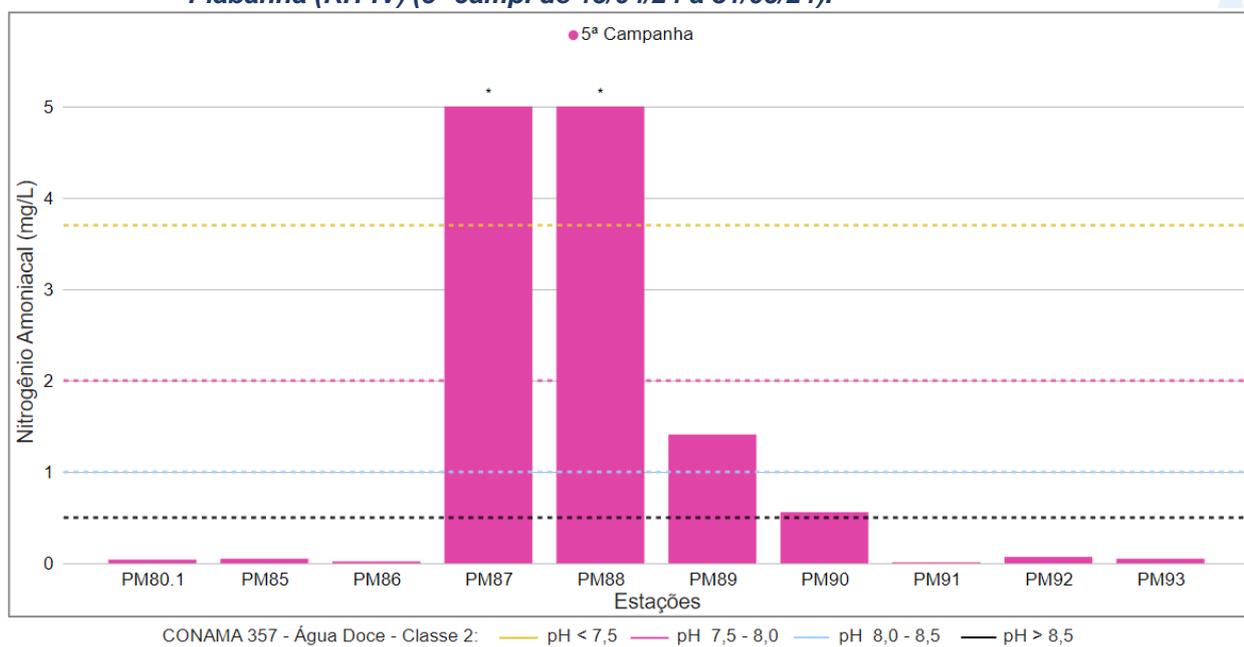
**Figura VI.149. Distribuição de Nitrogênio Amoniacal registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. 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).**



Os pontos móveis monitorados durante a 5ª campanha (Figura VI.150) apresentaram média de nitrogênio amoniacal de 1,23 mg/L com variação entre valor menor que o limite de detecção, 0,003 mg/L (PM91) e máxima de 7,77 mg/L (PM88).

Vale ressaltar que dentre os pontos móveis monitorados, P87 e P88 apresentaram concentrações de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/05. Estes pontos também apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, fósforo total, SST, turbidez, além de menores concentrações de oxigênio total.

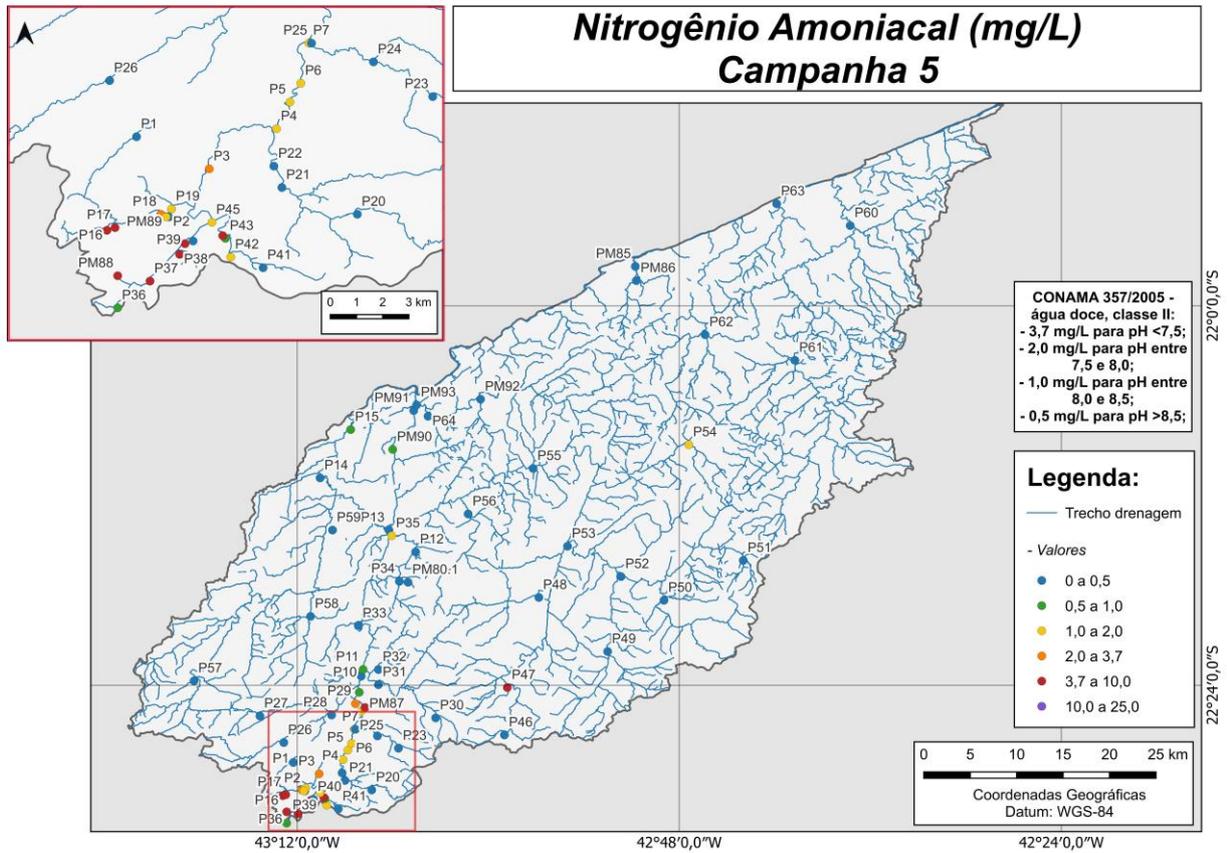
**Figura VI.150. Distribuição da concentração de Nitrogênio Amoniacal registrada no 3º semestre de monitoramento dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24).**



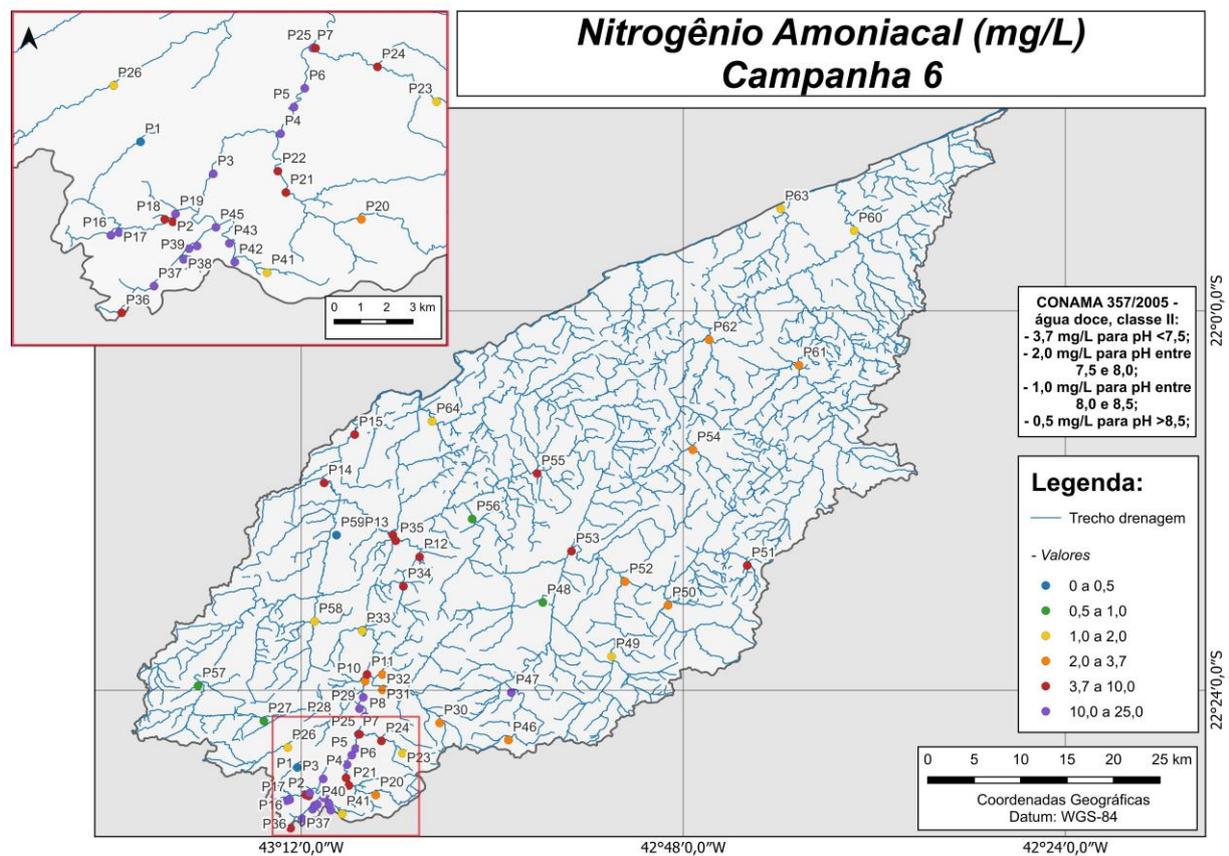
**Legenda:** \* Valor superior a 15 mg/L

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de 2,32 mg/L para nitrogênio amoniacal durante o 3º semestre, sendo está a maior média registrada durante o período de monitoramento. Na 5ª campanha foi encontrada média geral de 1,23 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P41) e 8,84 mg/L (P44). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 3,53 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P53) e 19,00 mg/L (P44). 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 3º semestre (5ª e 6ª 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 5ª campanha.**



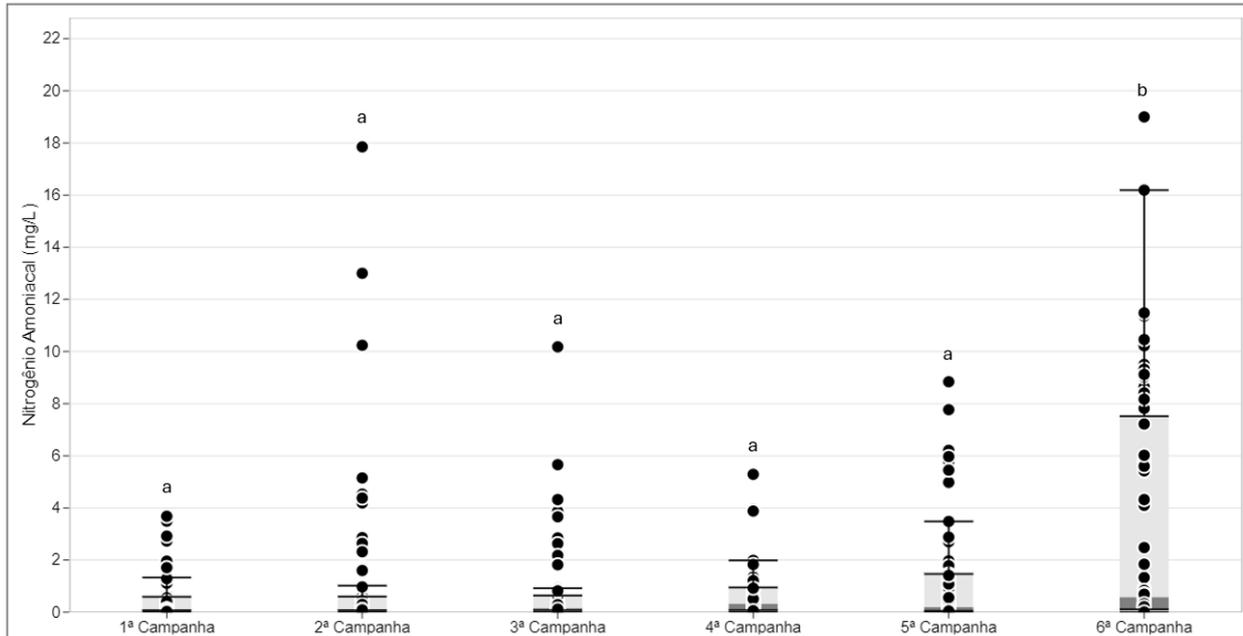
**Figura VI.152. Mapa representativo da distribuição espacial de Nitrogênio Amoniacal registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



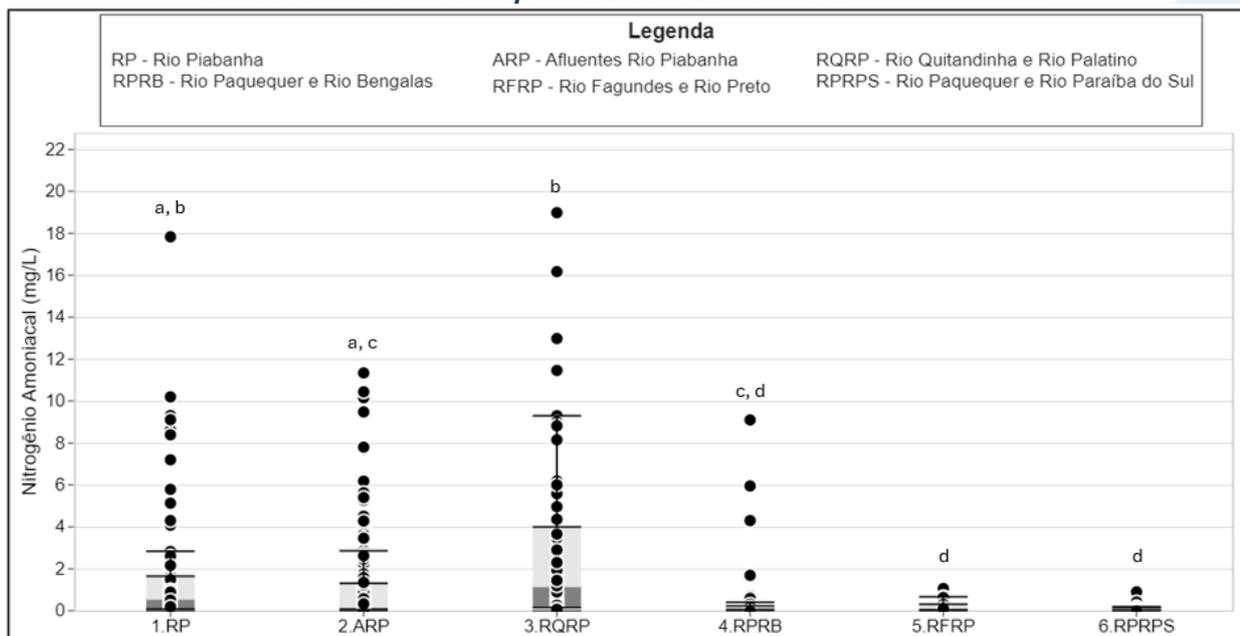
A sub-região que apresentou a maior média de nitrogênio amoniacal ao longo do 1º semestre foi RQRP (1,85 mg/L) e a que apresentou a menor foi RPRPS (0,06 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região ARP apresentou a maior média (1,19 mg/L) e a RFRP apresentou a menor (0,26 mg/L). Já no presente semestre de monitoramento, a maior média foi registrada na sub-região RQRP (8,67 mg/L) e a menor na sub-região RPRPS (0,09 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.153 e Figura VI.154, respectivamente.

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal, foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a 6ª campanha e as demais campanhas de monitoramento. Em relação às sub-regiões, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a sub-região RP e as sub-regiões RPRB, RFRP e RPRPS. A sub-região RQRP se diferenciou das sub-regiões ARP, RPRB, RFRP e RPRPS, além da sub-região ARP que apresentou diferença significativa de RFRP e RPRPS.

**Figura VI.153. Boxplots de Nitrogênio Amoniacal, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.154. Boxplots de Nitrogênio Amoniacal, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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 (ESTEVEZ, 2011).

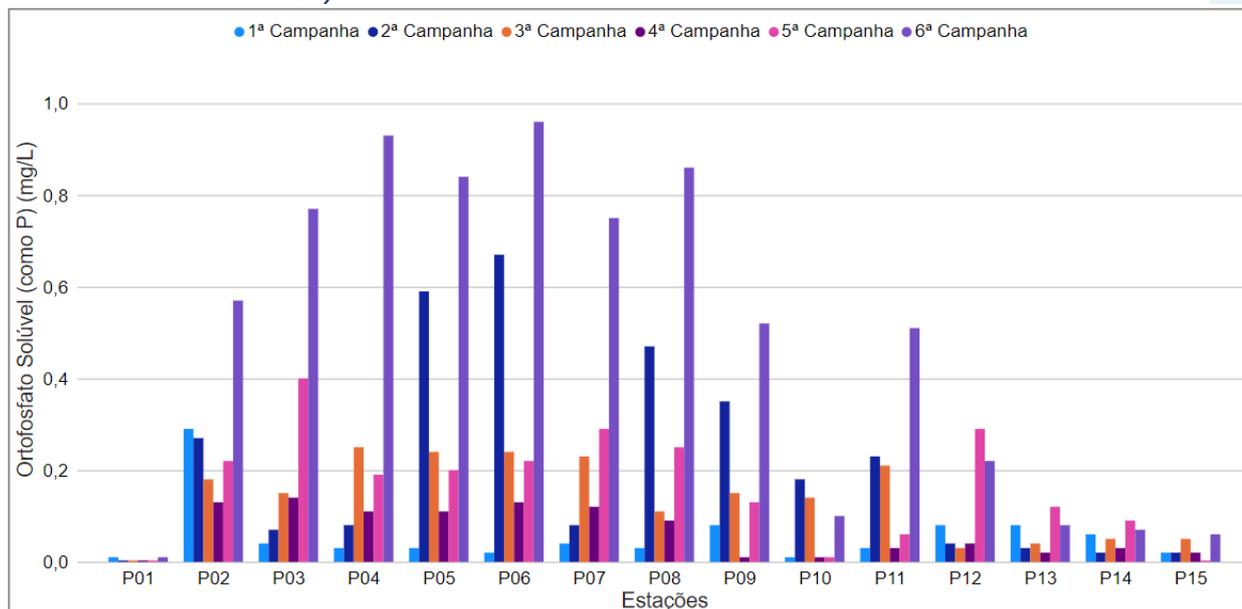
Os valores de ortofosfato solúvel registrados durante o monitoramento da qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) são apresentados abaixo e divididos por sub-região.

Na sub-região do Rio Piabanha (RP; Figura VI.155), a média de ortofosfato durante a 5ª campanha de monitoramento foi de 0,17 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, <0,006 mg/L (P01, P10 e P15), e 0,40 mg/L (P03). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,48 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação (P01), <0,02 mg/L e 0,96 mg/L (P06).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, o parâmetro ortofosfato apresentou maiores concentrações durante o 3º semestre de monitoramento, principalmente durante a 6ª campanha. Vale ressaltar que os parâmetros condutividade, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total também apresentaram maiores concentrações. Vale ressaltar que durante o 3º semestre foram registrados baixos valores de pluviosidade, além disso, durante a 5ª campanha as vazões registradas nesta sub-região foram inferiores às demais na maioria dos pontos monitorados. Sendo assim, a maior concentração deste parâmetro no 3º semestre pode ser devido às fontes poluidoras registradas na região, como descarte de efluente sanitário e industrial, e aos menores índices pluviométricos que podem ter contribuído para uma menor diluição e carreamento das partículas poluidoras.

**Figura VI.155. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



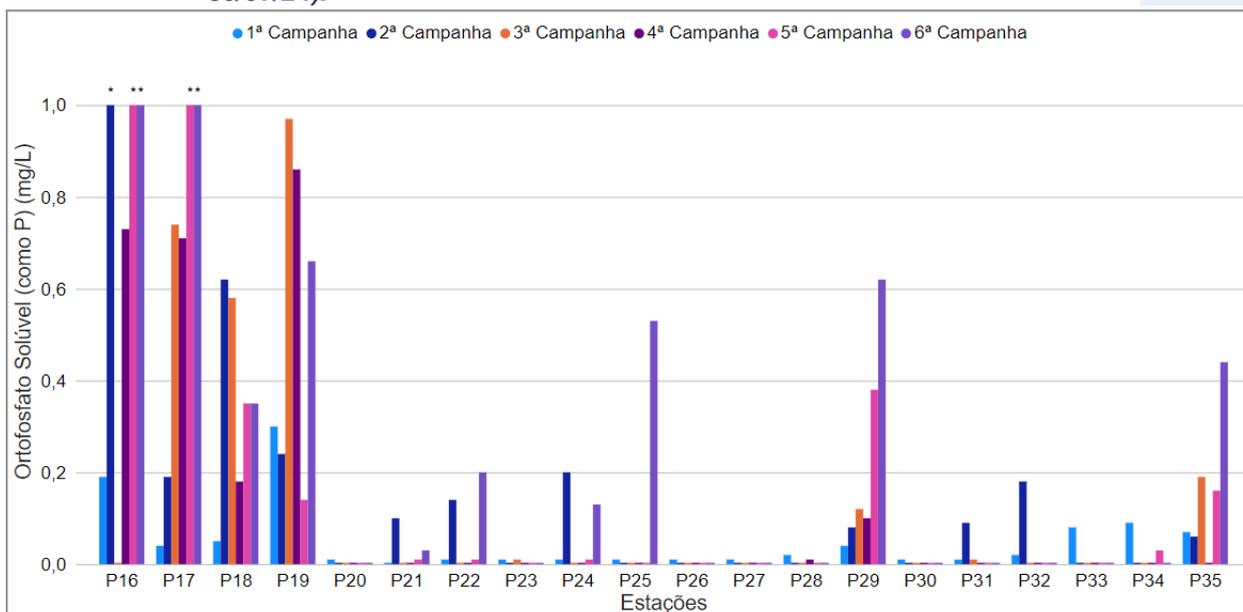
Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.156), a média para o parâmetro ortofosfato durante a 5ª campanha foi de 0,17 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, 0,006 mg/L (P20, P21, P22, P24, P25, P26, P27, P28, P30, P31, P32 e P33), e 1,09 mg/L (P17). Na 6ª campanha, a média registrada foi de 0,27 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção (P20, P23, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33 e P34) e 1,20 mg/L (P17).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,18 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 e 3º 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).**



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

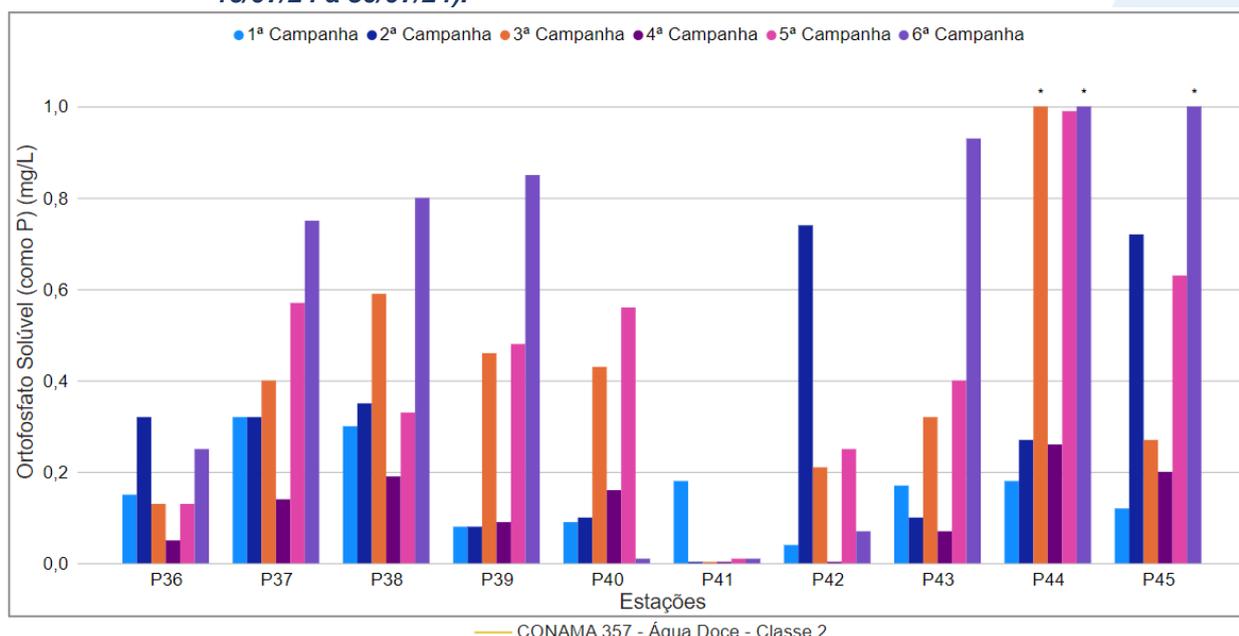
Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.157), a média de ortofosfato durante a 5ª campanha foi de 0,44 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de quantificação, <0,02 mg/L (P41), e 0,99 mg/L (P44). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,67 mg/L, com variação entre abaixo do limite de quantificação, <0,02 mg/L (P40 e P41) e 1,63 mg/L (P44).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 na 5ª e 6ª 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 e 3º 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).**



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

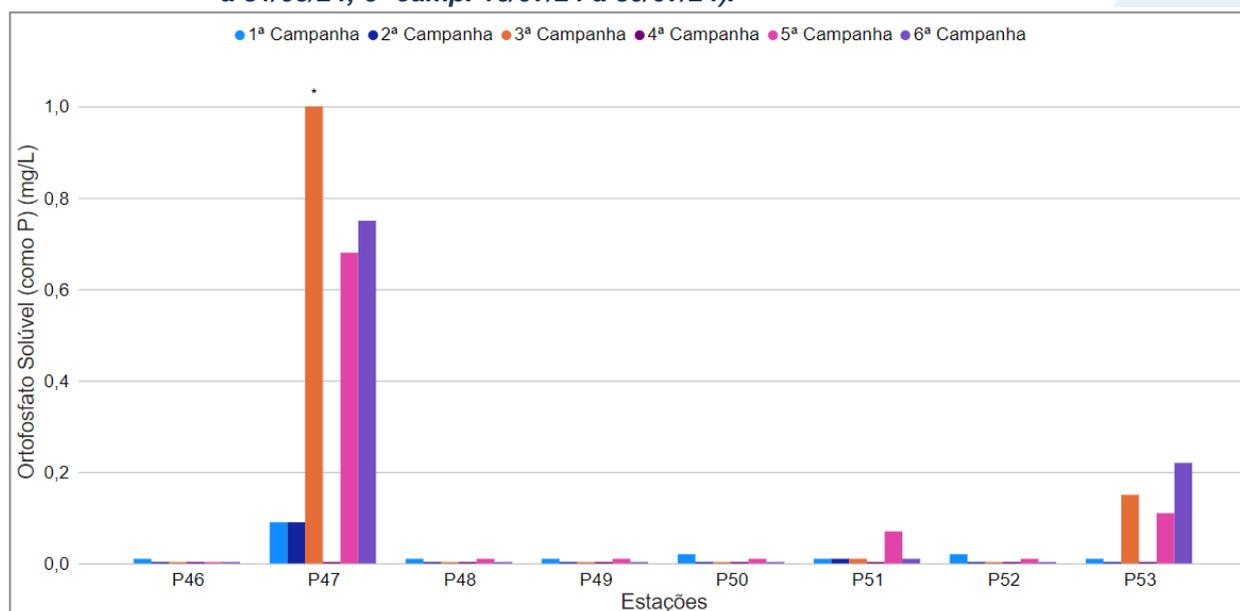
Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.158), a concentração média de ortofosfato na 5ª campanha foi de 0,11 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de detecção, <0,006 mg/L (P46), e 0,68 mg/L (P47). Na 6ª campanha a concentração média de ortofosfato foi de 0,12 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de detecção, <0,006 mg/L (P46, P48, P49, P50 e P52), e 0,75 mg/L (P47).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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 e 6ª 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.

**Figura VI.158. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



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

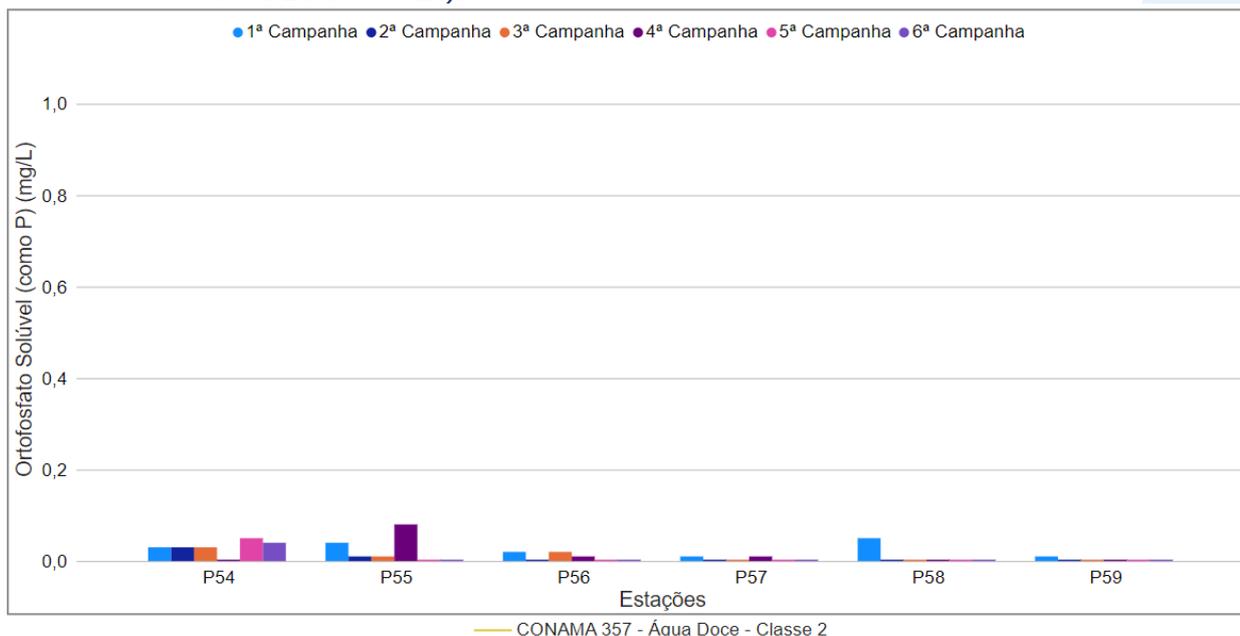
Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.159), a média de ortofosfato durante a 5ª e 6ª campanhas foi de 0,01 mg/L, sendo registrados valores quantificáveis apenas em P54 (0,05 mg/L na 5ª campanha e 0,04 mg/L na 6ª campanha). Os demais pontos monitorados apresentaram resultado abaixo do 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 julho/24), 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, os pontos monitorados na sub-região do Rio Preto e Rio Fagundes apresentaram variações sutis de ortofosfato entre as campanhas, independentemente da variação da pluviosidade, dos demais parâmetros monitorados e da vazão obtida nas campanhas ímpares. Vale ressaltar que nesta sub-região foram observadas baixas concentrações e variações de nitrogênio amoniacal e total 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.159. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º e 3º 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. de 16/07/24 a 30/07/24).**

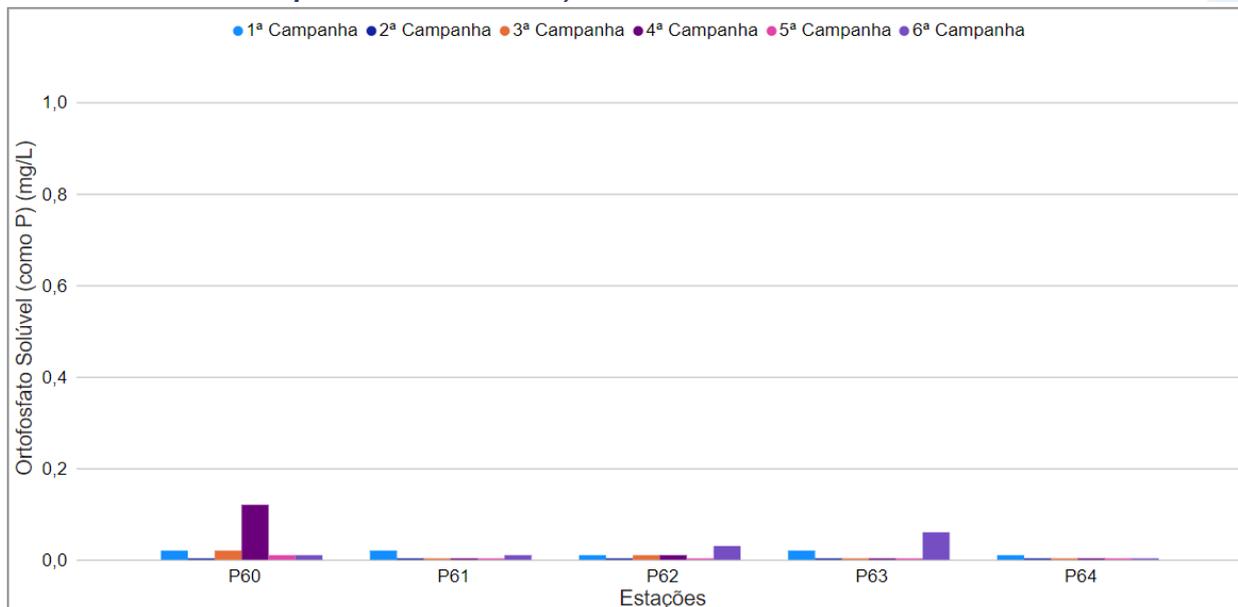


Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.160), durante a 5ª campanha, todos os pontos monitorados apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método analítico, <0,02 mg/L. Já na 6ª campanha, apenas P62 e P63 apresentaram valores quantificáveis (0,03 mg/L e 0,06 mg/L, respectivamente).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de ortofosfato (0,03 mg/L).

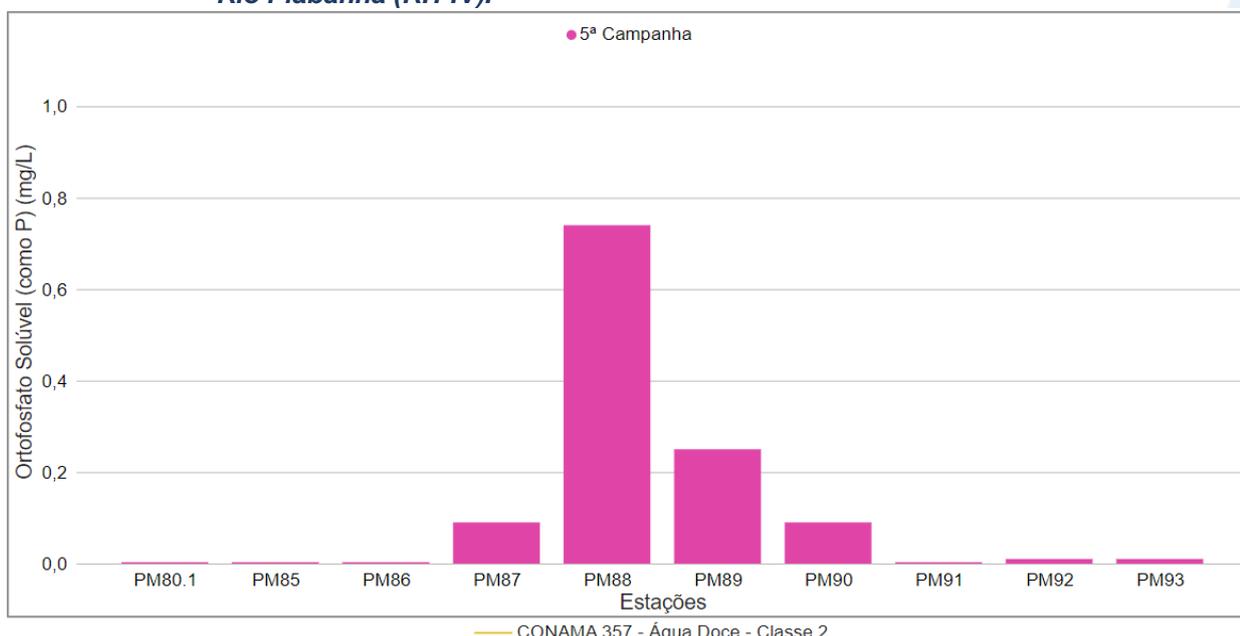
De modo geral, os pontos da sub-região Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul apresentaram variações sutis da ortofosfato entre as campanhas. Sendo assim, não foi observada variação da alcalinidade em relação aos índices pluviométricos e demais parâmetros monitorados nessa sub-região.

**Figura VI.160. Distribuição de Ortofosfato registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



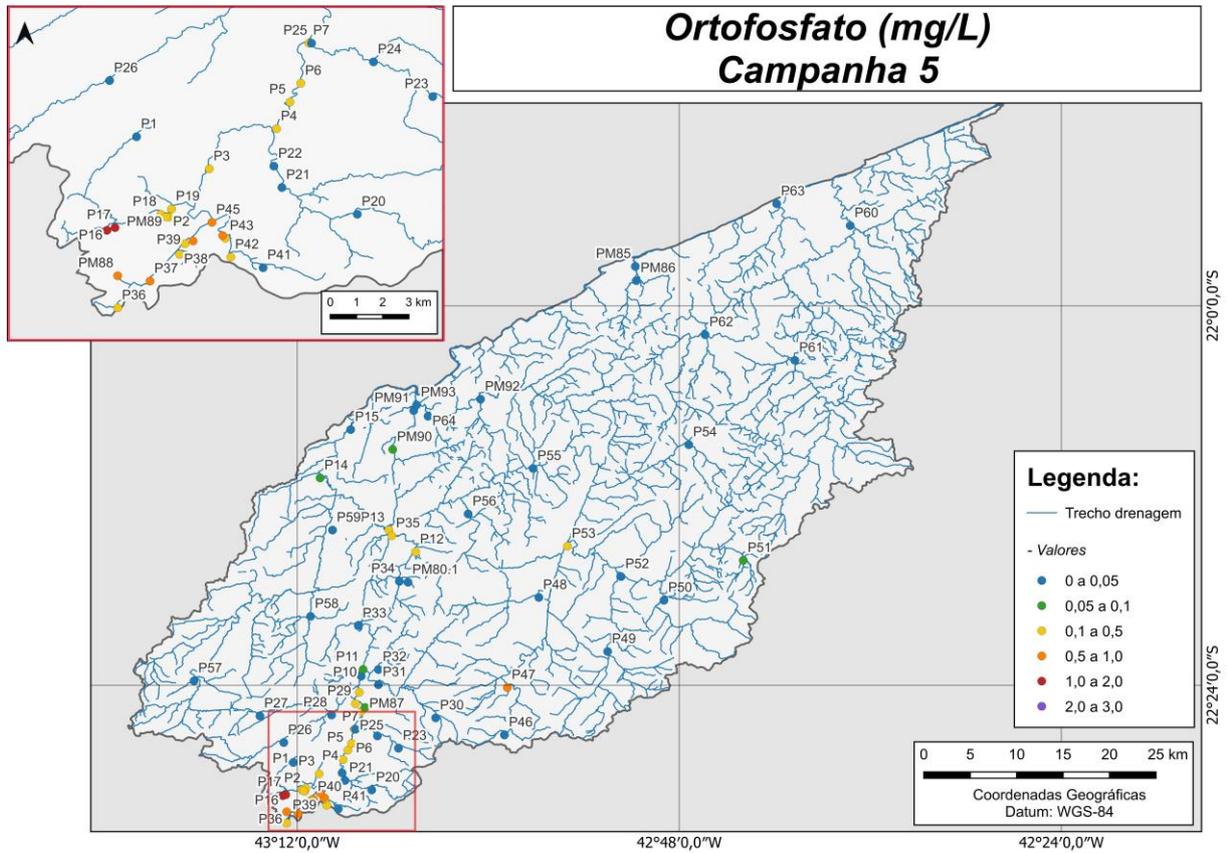
Durante a 5ª campanha de monitoramento, apenas os pontos móveis PM87 (0,09 mg/L), PM88 (0,74 mg/L), PM89 (0,25 mg/L) e PM90 (0,09 mg/L) apresentaram concentrações quantificáveis (Figura VI.161). Sendo registrado em PM88 a maior concentração, assim como para os parâmetros DBO, coliformes termotolerantes, DQO, fósforo total, nitrogênio amoniacal e total.

**Figura VI.161. Distribuição de Ortofosfato registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**

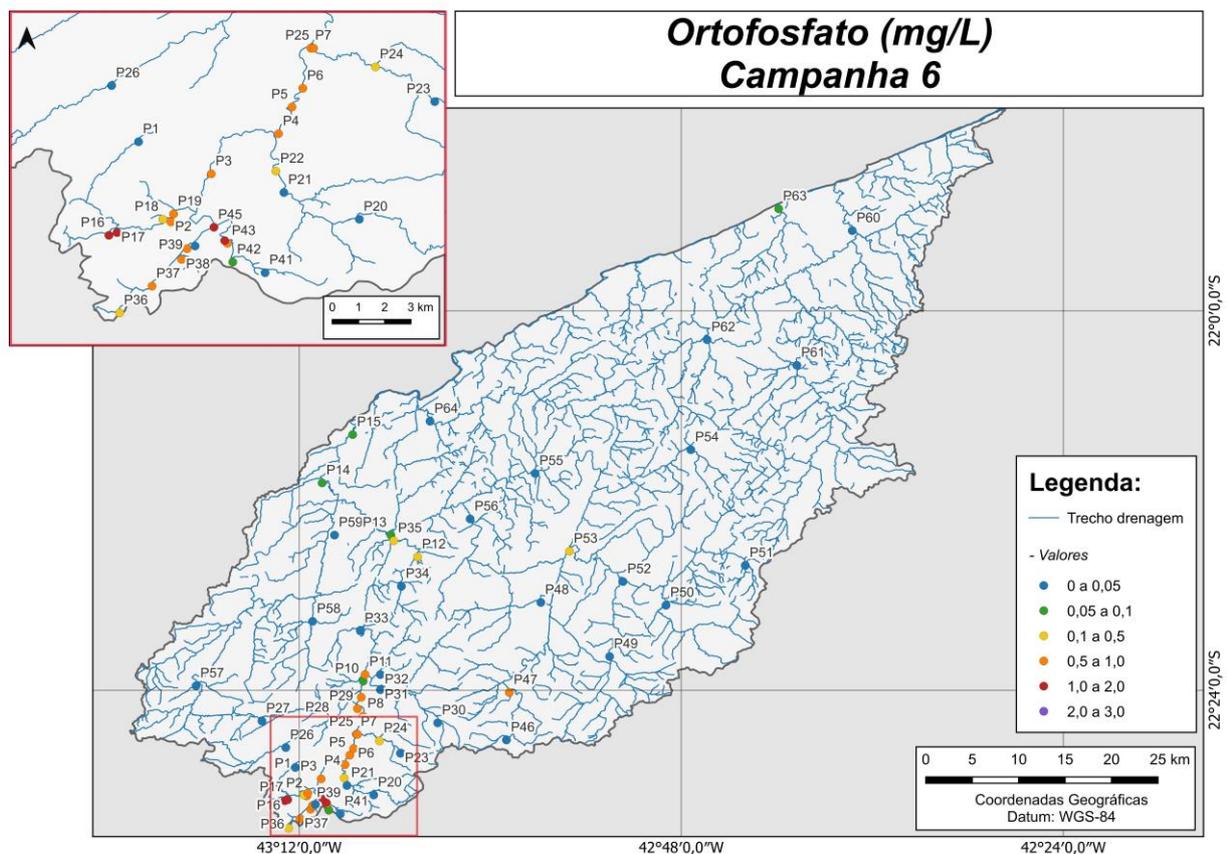


Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de ortofosfato de 0,24 mg/L no 3º semestre, sendo esta a maior média geral registrada durante o período de monitoramento. Na 5ª campanha foi encontrada média de 0,18 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, <0,006 mg/L (P01, P10, P15, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33, P41, P46, P48, P49, P50, P52, P55 a P64), e 1,20 mg/L (P16). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,32 mg/L com variação entre abaixo do limite de detecção (P01, P20, P23, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33, P34, P40, P41, P48, P49, P50, P52, P55 a P59 e P64), e 1,63 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 3º semestre (5ª e 6ª campanhas) é apresentada na Figura VI.162 e Figura VI.163.

**Figura VI.162. Mapa representativo da distribuição espacial de Ortofosfato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 5ª campanha.**



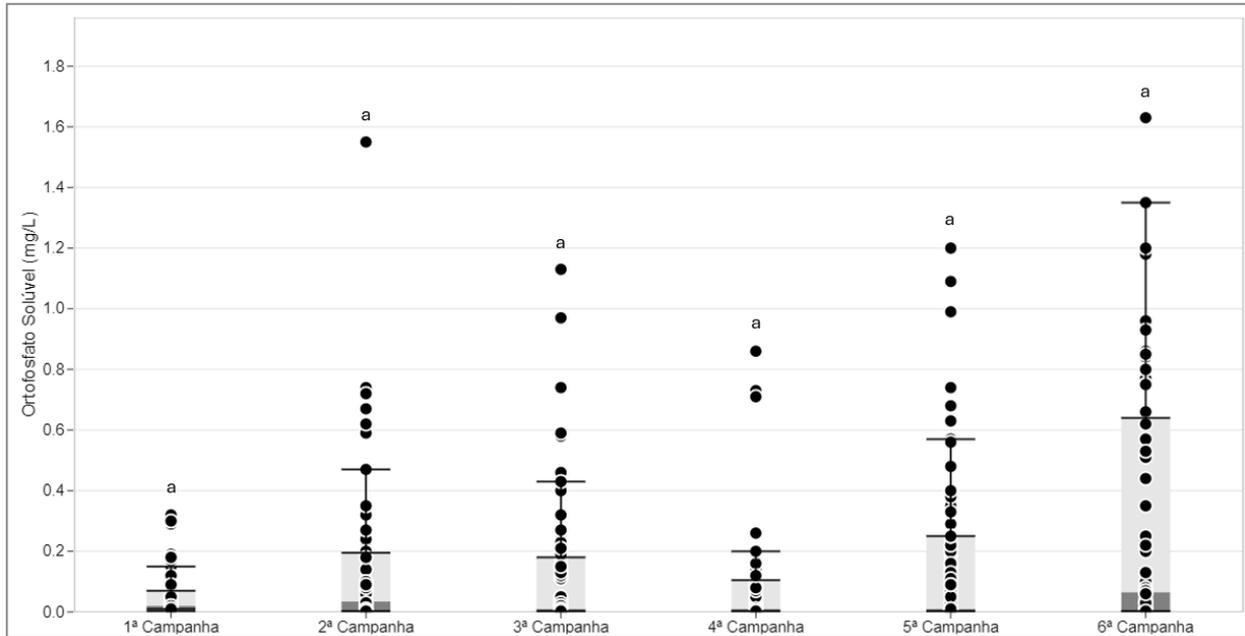
**Figura VI.163. Mapa representativo da distribuição espacial de Ortofosfato registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



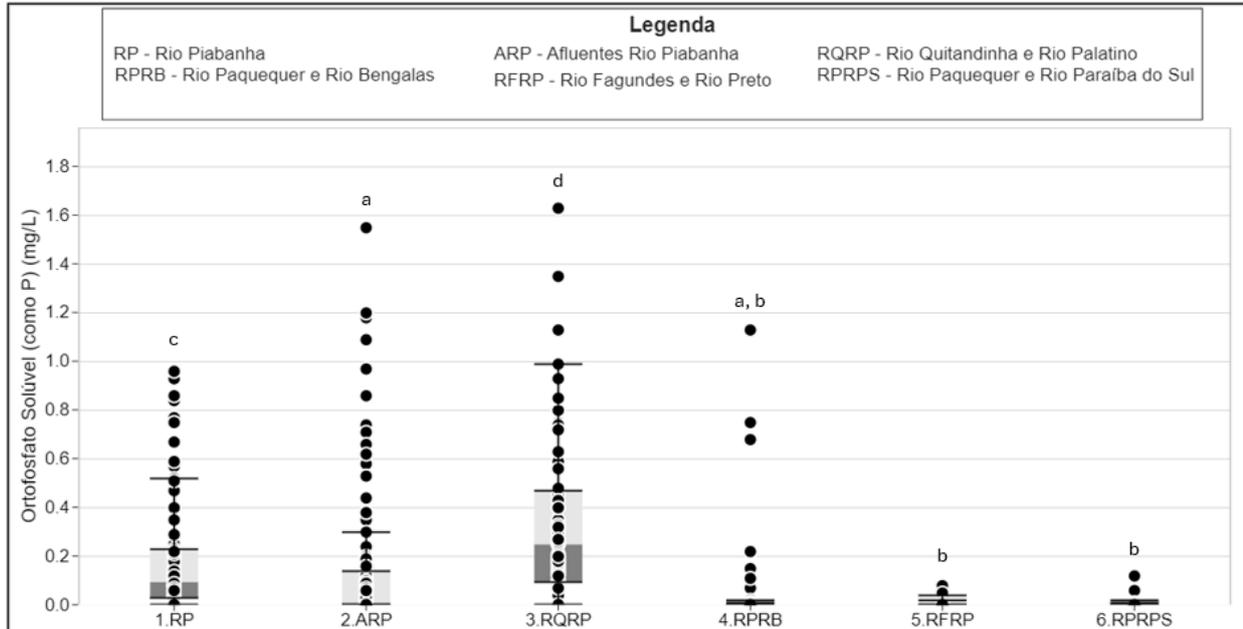
A sub-região que apresentou a maior média de ortofosfato ao longo do 1º semestre foi RQRP (0,23 mg/L) e a que apresentou a menor foi RPRPS (0,01 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RQRP apresentou a maior (0,26 mg/L) e RFRP a menor (0,01 mg/L). Já no presente semestre, a sub-região RQRP apresentou a maior média (0,67 mg/L) e a sub-região do RPRPS a menor (0,04 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.164 e Figura VI.165, respectivamente.

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 diferenciou de RFRP e RPRPS

**Figura VI.164. Boxplots de Ortofosfato, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.165. Boxplots de Ortofosfato, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



#### VI.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 nº 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.166), a média de fósforo durante a 5ª campanha foi de 0,25 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P01 e P15), e 0,54 mg/L (P03). Na 6ª campanha, a média foi de 0,58 mg/L, com resultados variando entre 0,05 mg/L (P01) e 1,12 mg/L (P06). Vale ressaltar que durante a 5ª campanha de monitoramento apenas os pontos P01, P10 e P15 apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005. Já na 6ª campanha apenas os pontos monitorados P01 e P14 apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido na legislação de referência.

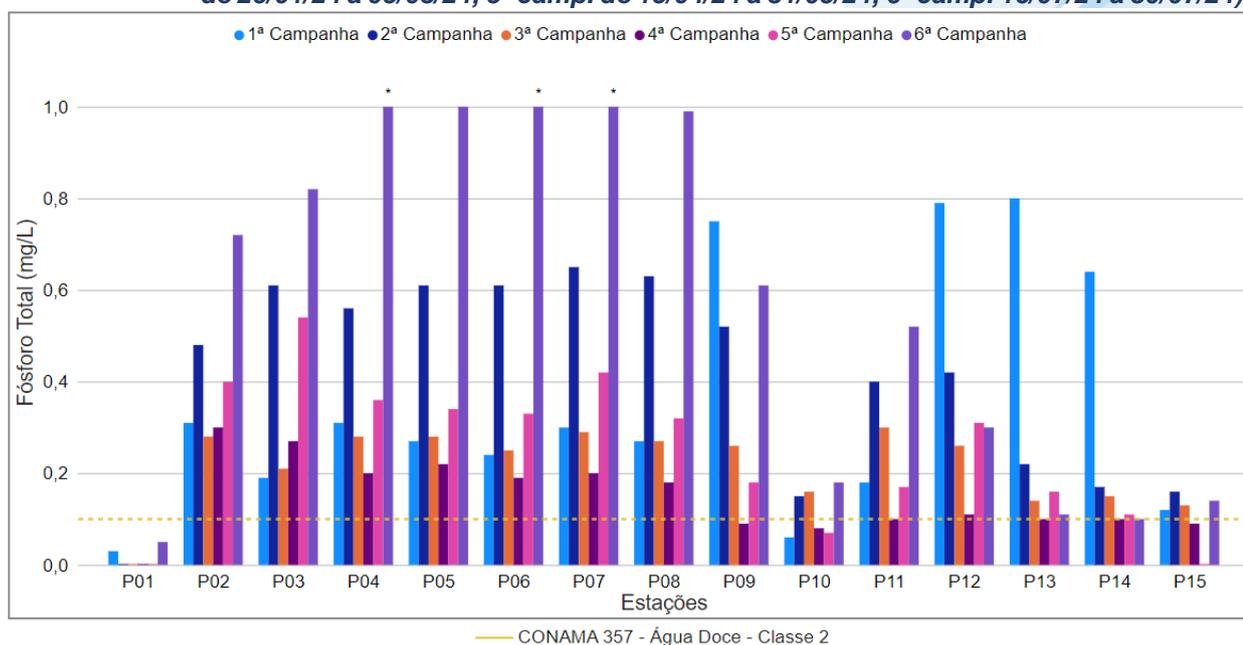
Vale ressaltar que, de acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foi classificada como hipereutrófica por apresentarem concentração acima de 0,1 mg/L (100 µg/L), com exceção das amostras referentes à P01 e P15 (5ª campanha), que foram classificadas como ultraoligotrófica (<0,005 mg/L), P10 (5ª campanha), P01 e P14 (6ª campanha) classificadas como eutrófica ( $\geq 0,03$  e < 0,1 mg/L).

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), 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, no 2º semestre (22 amostras), principalmente na 2ª campanha (8 amostras), foi registrado o menor número de amostras

em desacordo com limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para fósforo total.

De modo geral, o 3º semestre apresentou as maiores concentrações desse parâmetro, principalmente durante a 6ª campanha de monitoramento. Além disso, a maioria dos pontos dessa sub-região também apresentaram maiores valores de condutividade, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total durante este período. Vale ressaltar que durante o 3º semestre foram registrados baixos valores de pluviosidade e menor vazão média na 5ª campanha, que podem ter contribuído para uma menor diluição e carreamento das partículas poluidoras. Além disso, a maior concentração deste parâmetro no 3º semestre pode se dar também devido as fontes poluidoras registradas na região, como descarte de efluente sanitário e industrial.

**Figura VI.166. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



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

Na sub-região dos Afluentes do Rio Piabanha (ARP; Figura VI.167), a média para o parâmetro fósforo total durante a 5ª campanha foi de 0,23 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P20, P26, P27, P28, P30, P31, P32 e P33), e 1,31 mg/L (P16). Na 6ª campanha, a média registrada foi de

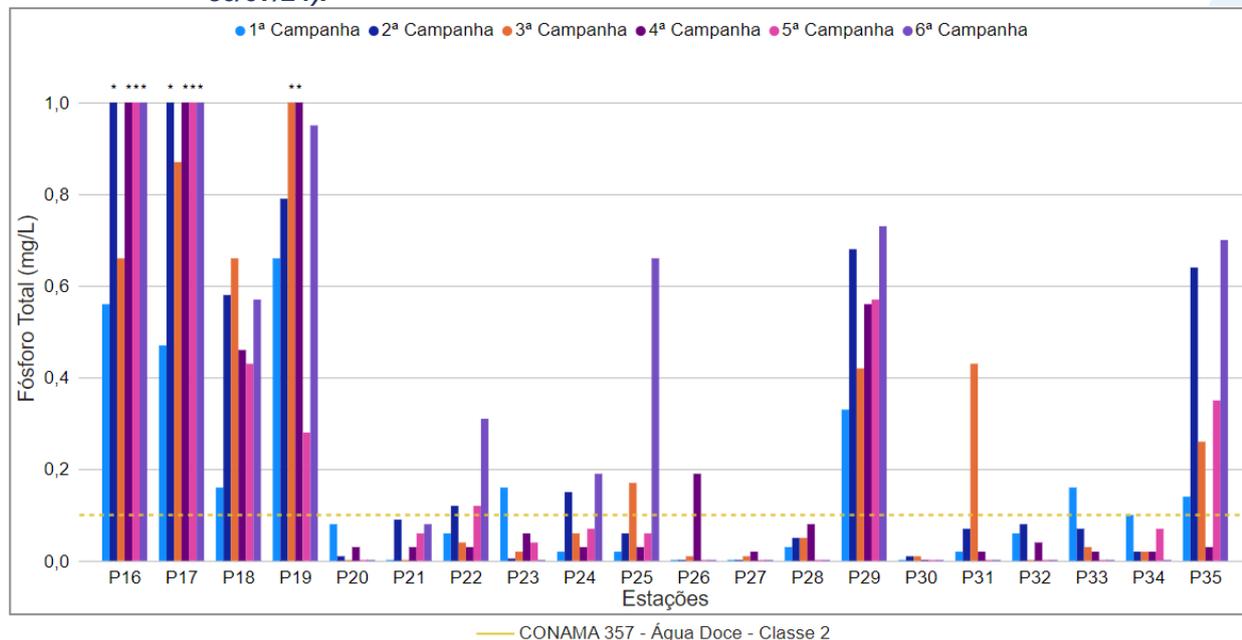
0,34 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P20, P23, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33 e P34) e 1,45 mg/L (P16). Vale ressaltar que, durante o 3º semestre de monitoramento, os pontos P16, P17, P18, P19, P22, P29 e P35 em ambas as campanhas, e P24 e P25 na 6ª campanha apresentaram 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 julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média (0,34 mg/L) e a 1ª campanha, a menor (0,15 mg/L). A 6ª campanha apresentou o menor número de amostras (nove amostras) com valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para fósforo total ao longo do monitoramento, sendo registrado no 3º semestre um total de 16 amostras em desacordo com a legislação de referência, assim como registrado no 1º semestre de monitoramento.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), a maioria das amostras foi classificada como ultraoligotrófica durante a 5ª e 6ª campanhas, pois apresentaram valores abaixo do limite de quantificação. Além disso, nessas campanhas, alguns pontos (sete e nove amostras, respectivamente) apresentaram resultados em desacordo com a legislação de referência, sendo classificados como hipereutróficos. Já os pontos P21, P23, P24, P25 e P34 na 5ª campanha, e P21 na 6ª campanha foram classificados como eutróficos (entre 0,03 mg/L e 0,1 mg/L).

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 e 6ª campanha), P24 e P25 (6ª campanha) apresentaram aumento das concentrações, sendo registrados valores acima da legislação de referência. Vale ressaltar que estes pontos também apresentaram aumento das concentrações de nitrato, 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.167. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º e 2º 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).**



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

Na sub-região do Rio Quitandinha e Rio Palatino (RQRP; Figura VI.168), a média de fósforo total durante a 5ª campanha foi de 0,62 mg/L, com variação entre 0,02 mg/L (P41) e 1,13 mg/L (P38). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,99 mg/L, com variação entre 0,03 mg/L (P41) e 2,07 mg/L (P44). Vale ressaltar que, durante o 3º semestre de monitoramento, apenas P41 (5ª e 6ª campanhas) apresentou valores dentro do limite preconizado na Resolução CONAMA nº 357/05.

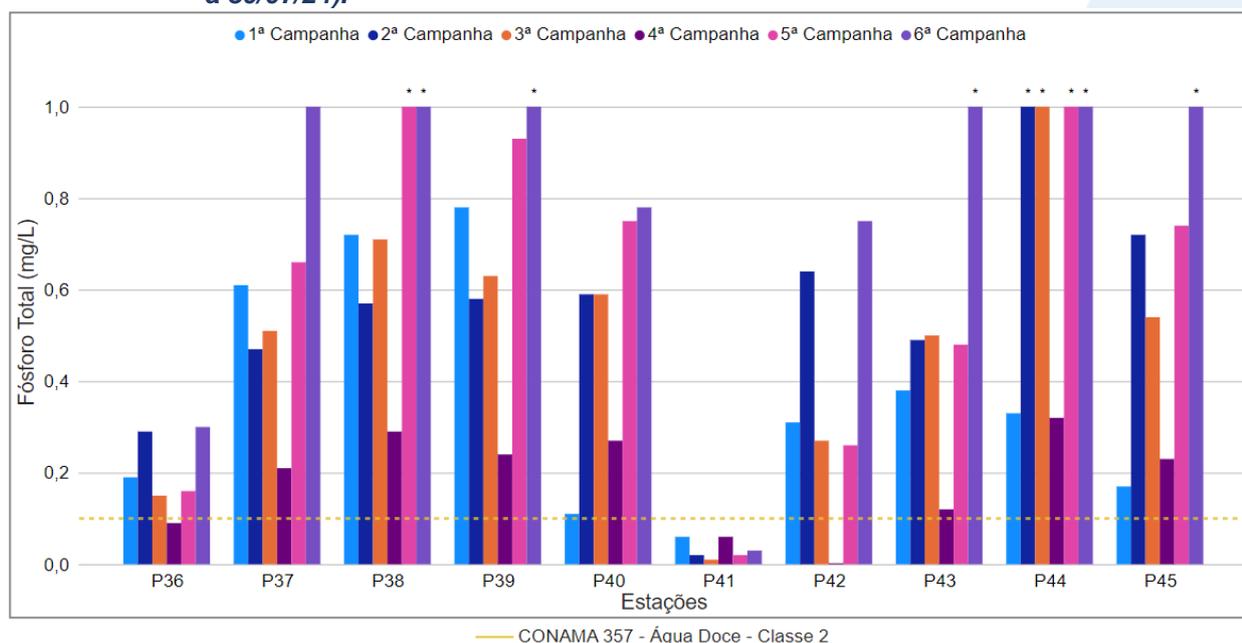
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 6ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,99 mg/L) e a 4ª campanha, a menor média (0,18 mg/L). A 4ª campanha apresentou o menor número de amostras (sete amostras) com valores acima do limite estabelecido 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 foi classificada como hipereutrófica, com exceção de P41, que foi classificada como mesotrófica na 5ª e 6ª campanhas.

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.

**Figura VI.168. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



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

Na sub-região Rio Paquequer (Teresópolis) e Rio das Bengalas (RPRB; Figura VI.169), a média de fósforo total na 5ª campanha foi de 0,16 mg/L, com resultados entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P46, P48, P49, P50 e P52), e 0,82 mg/L (P47). Na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,17 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de detecção (P46, P48, P49, P50 e P52) e 1,02 mg/L (P47). Durante o 3º semestre de monitoramento, os pontos P47, P51 e P53 apresentaram concentrações de fósforo total em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 em ambas as campanhas.

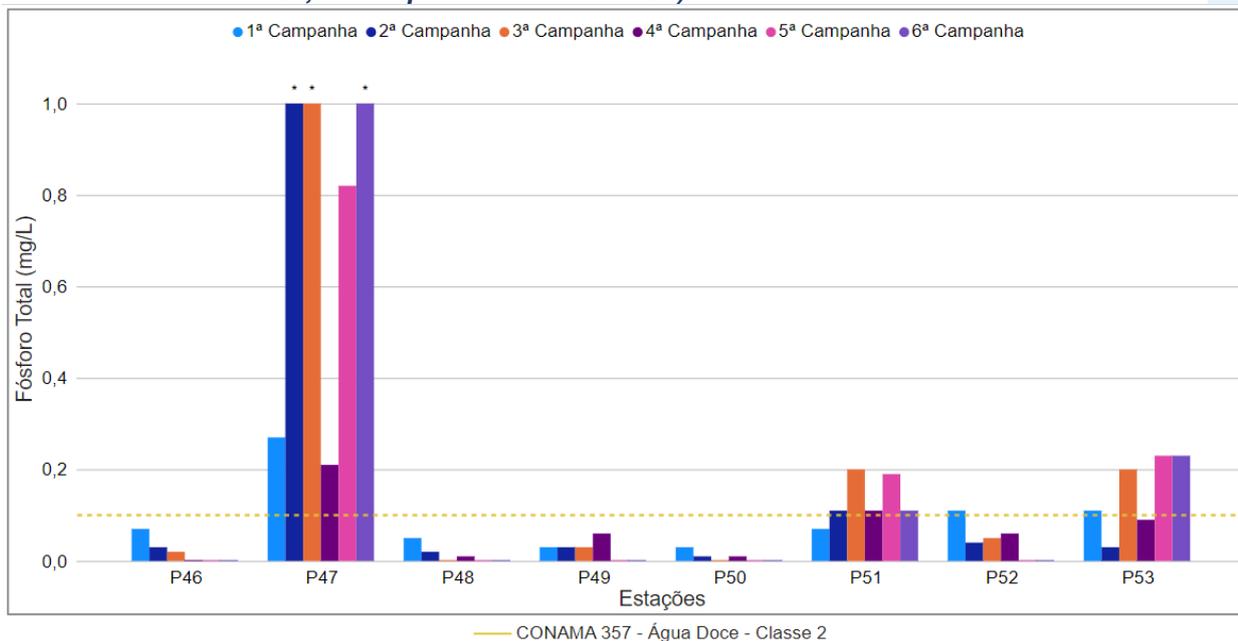
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 3ª campanha apresentou a maior concentração média de fósforo total (0,22 mg/L) e a 4ª campanha, a menor concentração média (0,07 mg/L). A 2ª e 4ª campanhas apresentaram o menor número de amostras (duas amostras cada uma) em desacordo

com a Resolução CONAMA n° 357/05 para fósforo total durante o monitoramento, enquanto as demais campanhas apresentaram três amostras.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), na 5ª e 6ª campanha, dez amostras foram classificadas como ultraoligotróficas, sendo as que apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção, já as amostras que apresentaram resultado quantificável, foram classificadas como hipereutróficas.

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 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.169. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



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

Na sub-região do Rio Fagundes e Rio Preto (RFRP; Figura VI.170), durante o 3º semestre de monitoramento, todos os pontos monitorados, com exceção de P54, apresentaram valores de fósforo total abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L. Já em P54 foram registrados valores de 0,14 mg/L na 5ª campanha e de 0,12 mg/L na 6ª campanha. Vale ressaltar que os valores registrados em P54 estiveram acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 durante o 3º semestre de monitoramento.

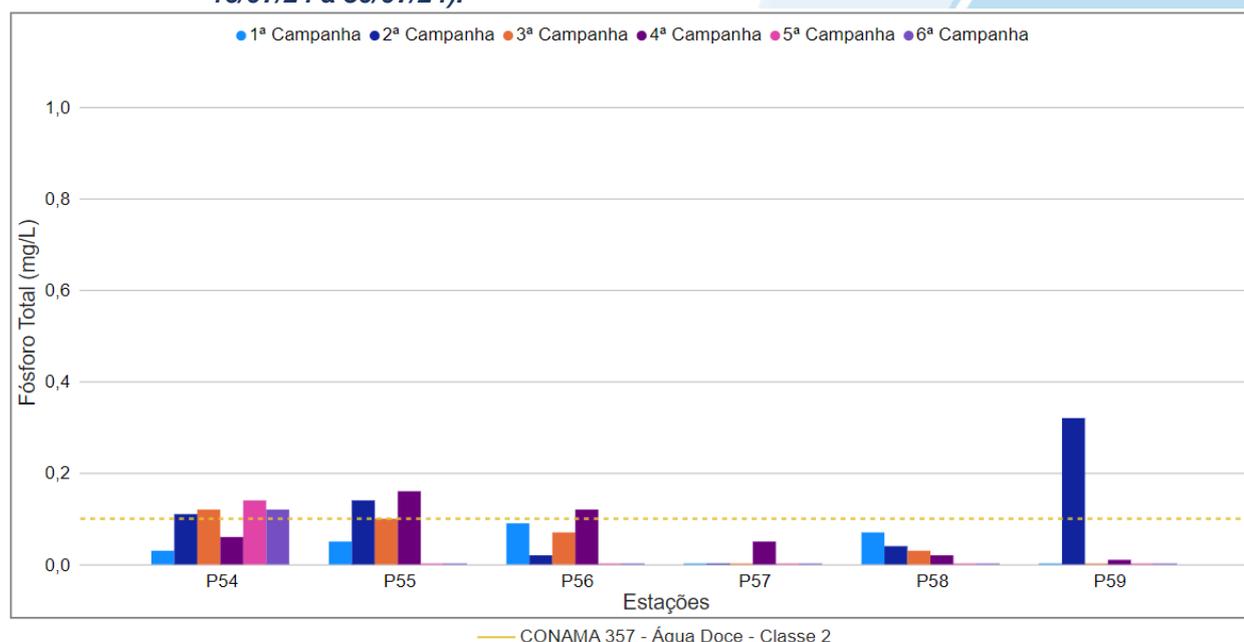
Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 2ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,11 mg/L) e a 5ª e 6ª campanhas, as menores médias (0,02 mg/L). Ao longo do período monitorado houve uma variação da quantidade de amostras em desacordo com 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 e a 2ª campanha apresentou o maior número de amostras em desacordo (três amostras).

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), apenas a amostra do ponto P54 foi classificada como hipereutrófica no 3º semestre. Já os demais pontos monitorados nessa sub-região

foram classificados como ultraoligotróficos ao longo do último semestre de monitoramento.

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 e 4ª campanhas), P56 (4ª campanha) e P59 (2ª campanha) 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.170. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º e 3º 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).**



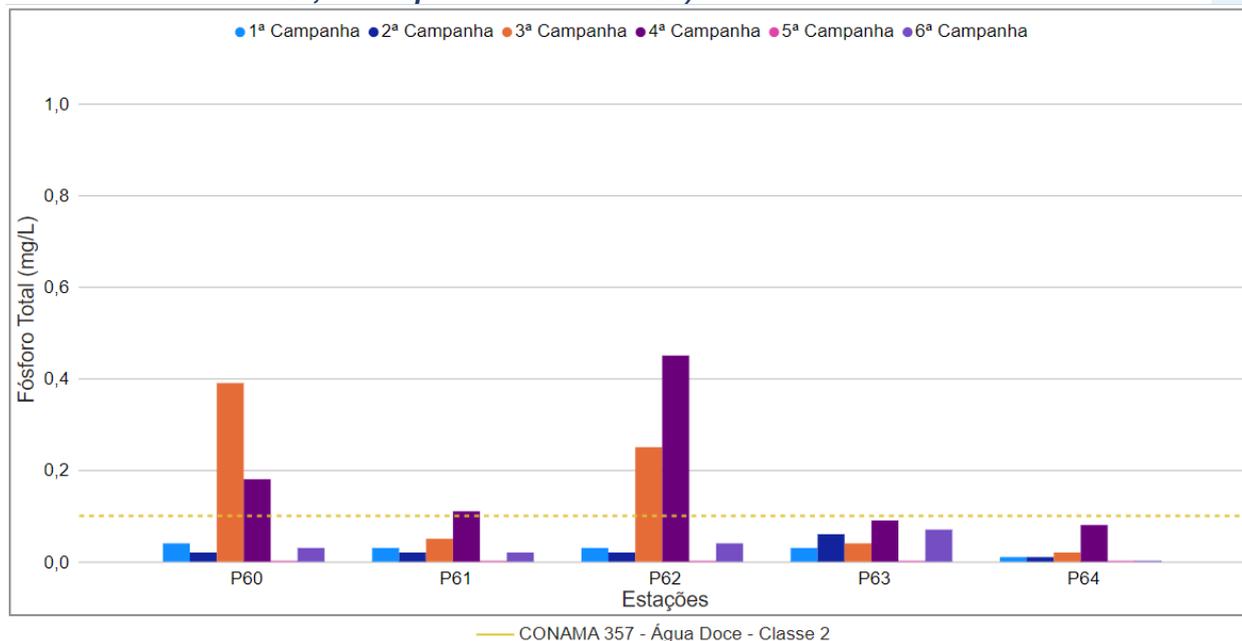
Na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (RPRPS; Figura VI.171), durante a 5ª campanha, todos os pontos monitorados apresentaram valores de fósforo total abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L. Já na 6ª campanha foi registrada média de 0,03 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, <0,003 mg/L (P64), e 0,07 mg/L (P63). Vale ressaltar que todas as amostras apresentaram valores de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 ao longo do 3º semestre.

Ao considerar os valores registrados durante o período monitorado (abril/23 a julho/24), a 4ª campanha apresentou a maior média de fósforo total (0,18 mg/L) e a 5ª campanha, a menor, devido a todos os pontos terem apresentado resultados abaixo do limite do método analítico. De modo geral, apenas o 2º semestre de monitoramento apresentou concentrações de fósforo dissolvido maiores que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05 (cinco amostras).

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), todas as amostras da 5ª campanha foram classificadas como ultraoligotróficas, além de P64 na 6ª campanha. Já na 6ª campanha, P60 e P61 foram classificadas como mesotróficas e P62 e P63 como eutróficas.

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 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.

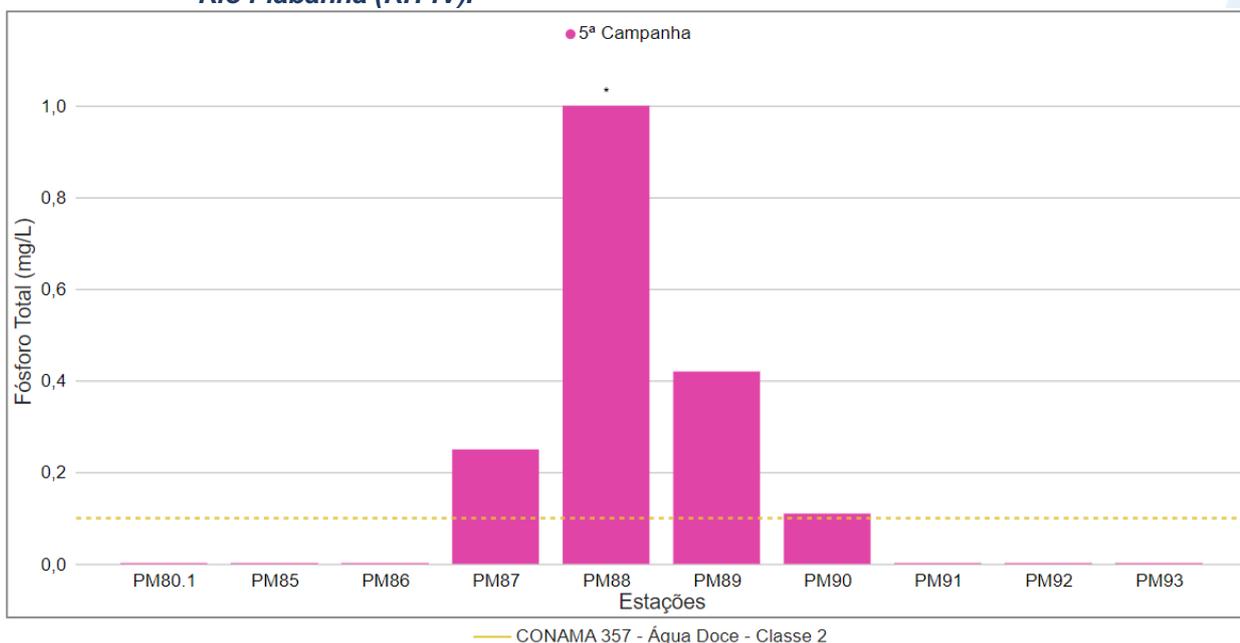
**Figura VI.171. Distribuição de Fósforo Total registrada no 1º, 2º e 3º semestre de monitoramento dos pontos localizados na sub-região do Rio Paquequer (Sumidouro) e Rio Paraíba do Sul (1ª camp. de 17/04/23 a 12/07/23; 2ª camp. de 22/07/23 a 15/08/23; 3ª camp. de 16/10/23 a 27/12/23; 4ª camp. de 26/01/24 a 05/03/24; 5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24; 6ª camp. 16/07/24 a 30/07/24).**



Assim como registrado para ortofosfato, durante a 5ª campanha, apenas os pontos móveis PM87 (0,25 mg/L), PM88 (1,21 mg/L), PM89 (0,42 mg/L) e PM90 (0,11 mg/L) apresentaram concentrações quantificáveis para fósforo total, sendo essas concentrações maiores que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com a classificação trófica proposta por Vollenweider & Kerekes (1982 *apud* ESTEVES, 2011), durante o 3º semestre, os pontos que apresentaram resultados não quantificáveis (PM80.1, PM85, PM86, PM91, PM92 e PM93) foram classificados como ultraoligotróficos (<0,004 mg/L), já os pontos móveis que tiveram resultados quantificáveis foram classificados como hipereutróficos (<0,1 mg/L).

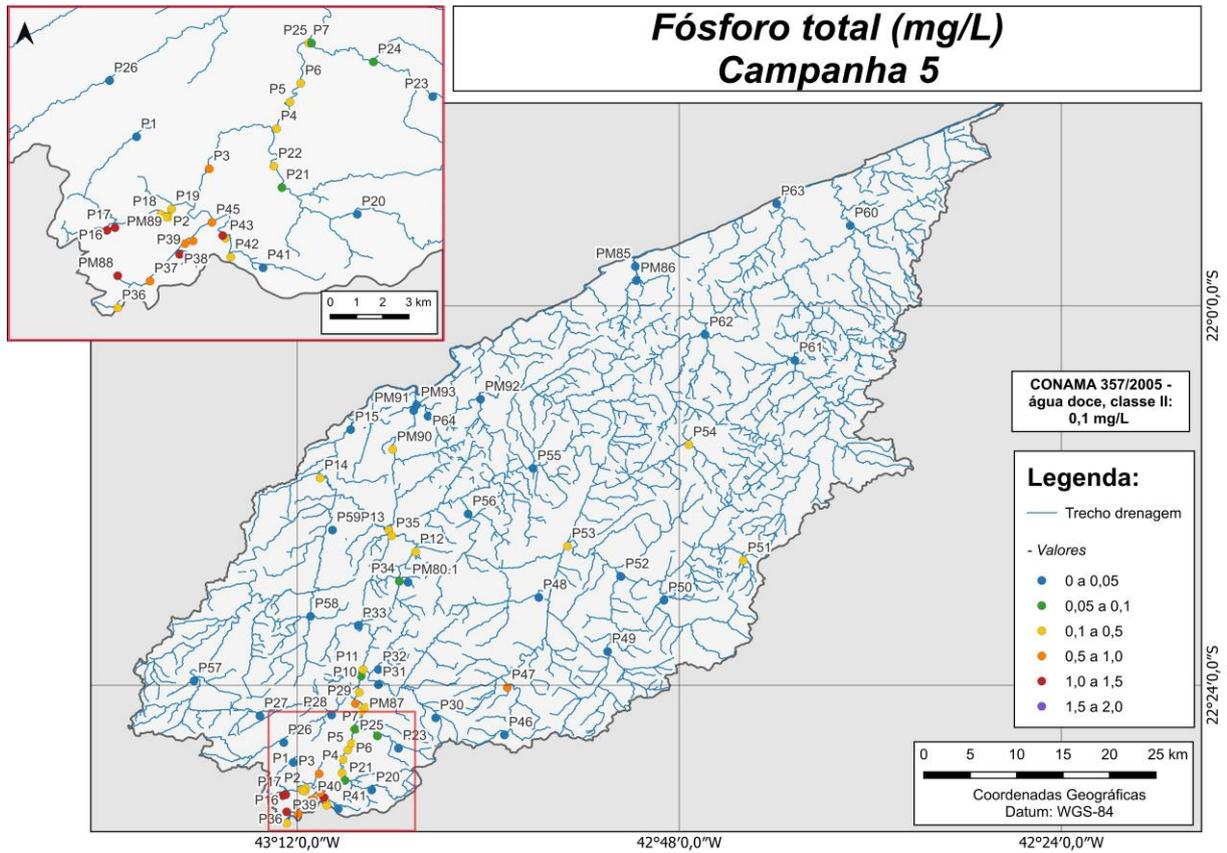
**Figura VI.172. Distribuição de Fósforo Total registrada no 3º semestre de monitoramento (5ª camp. de 15/04/24 a 31/05/24) dos pontos móveis localizados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV).**



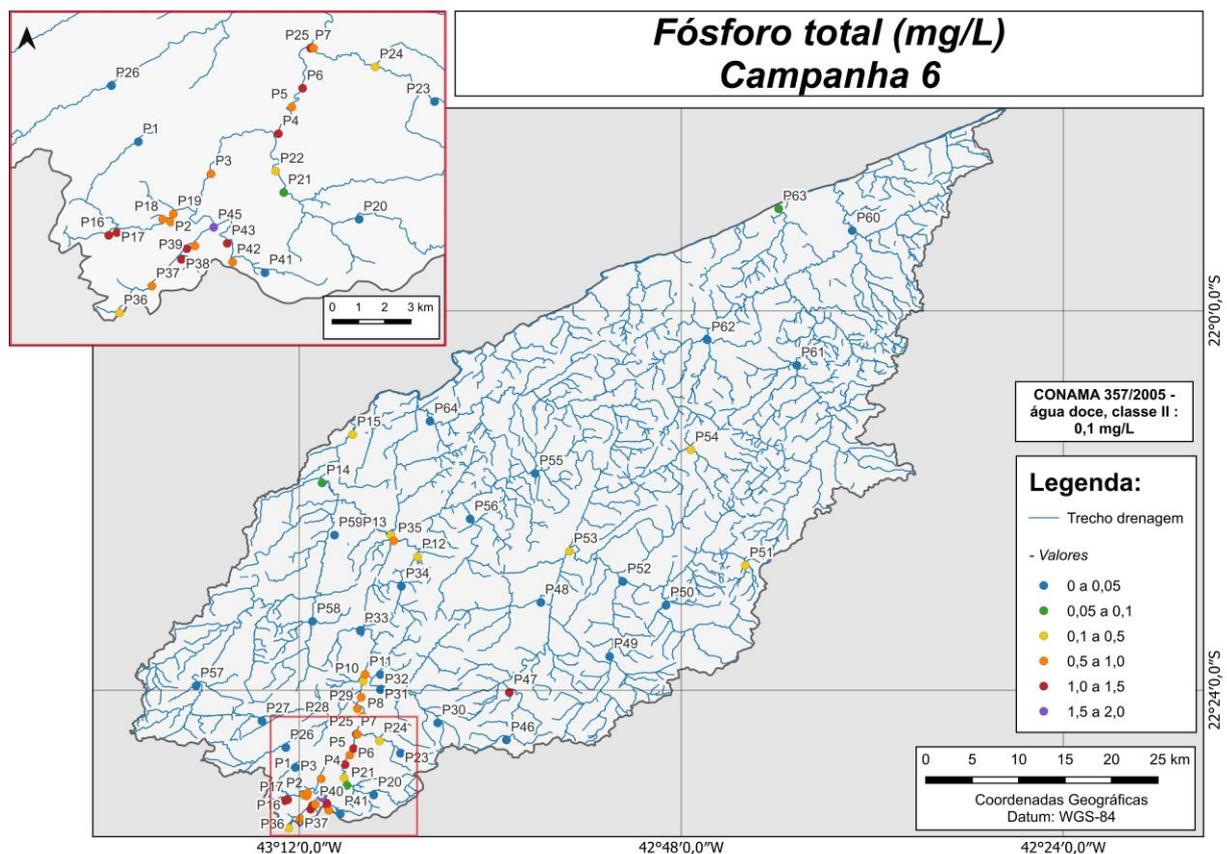
**Legenda:** \* Valor superior a 1,0 mg/L

Ao considerar os resultados obtidos em todas as sub-regiões monitoradas, foi registrada média geral de fósforo total de 0,33 mg/L no 3º semestre, sendo esta a maior média geral registrada durante o período monitorado. Na 5ª campanha foi encontrada média geral de 0,25 mg/L, com variação entre abaixo do limite de detecção, 0,003 mg/L (P01, P15, P20, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33, P46, P48, P49, P50, P52, P55 a P64), e 1,31 mg/L (P16). Já na 6ª campanha, a média encontrada foi de 0,43 mg/L, com resultados variando entre abaixo do limite de detecção (P20, P23, P26, P27, P28, P30, P31, P32, P33, P34, P46, P48, P49, P50, P52, P55 a P59 e P64) e 2,07 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 3º semestre (5ª e 6ª campanhas) é apresentada na Figura VI.173 e Figura VI.174.

**Figura VI.173. Mapa representativo da distribuição espacial de Fósforo Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 5ª campanha.**



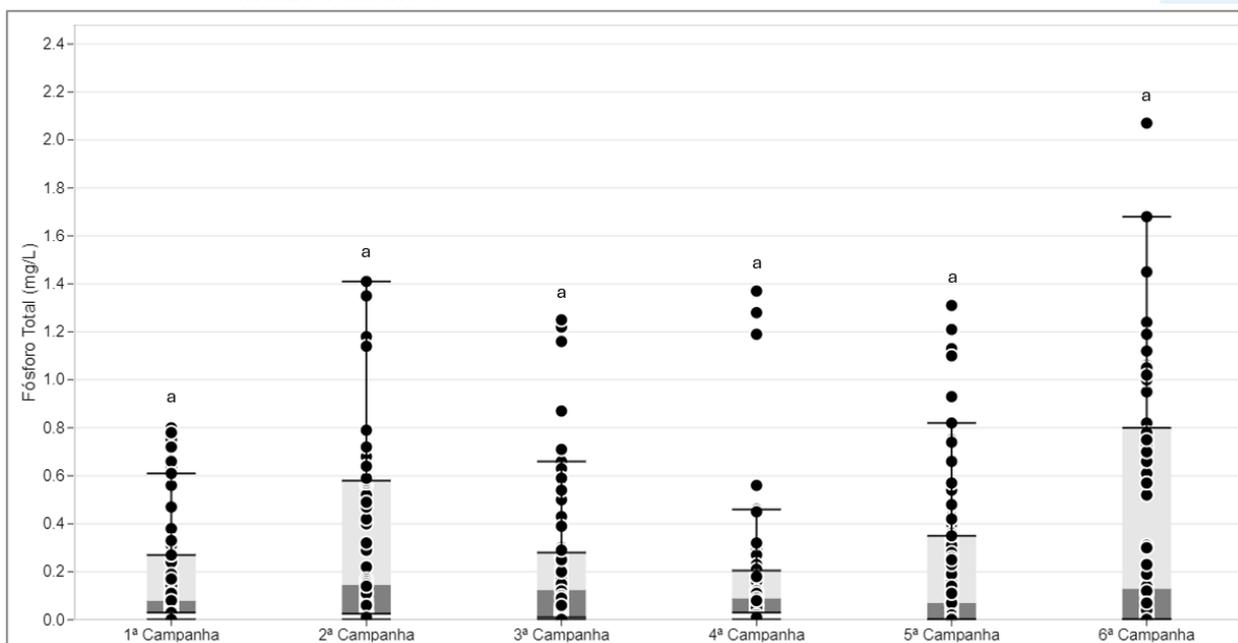
**Figura VI.174. Mapa representativo da distribuição espacial de Fósforo Total registrada na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante a 6ª campanha.**



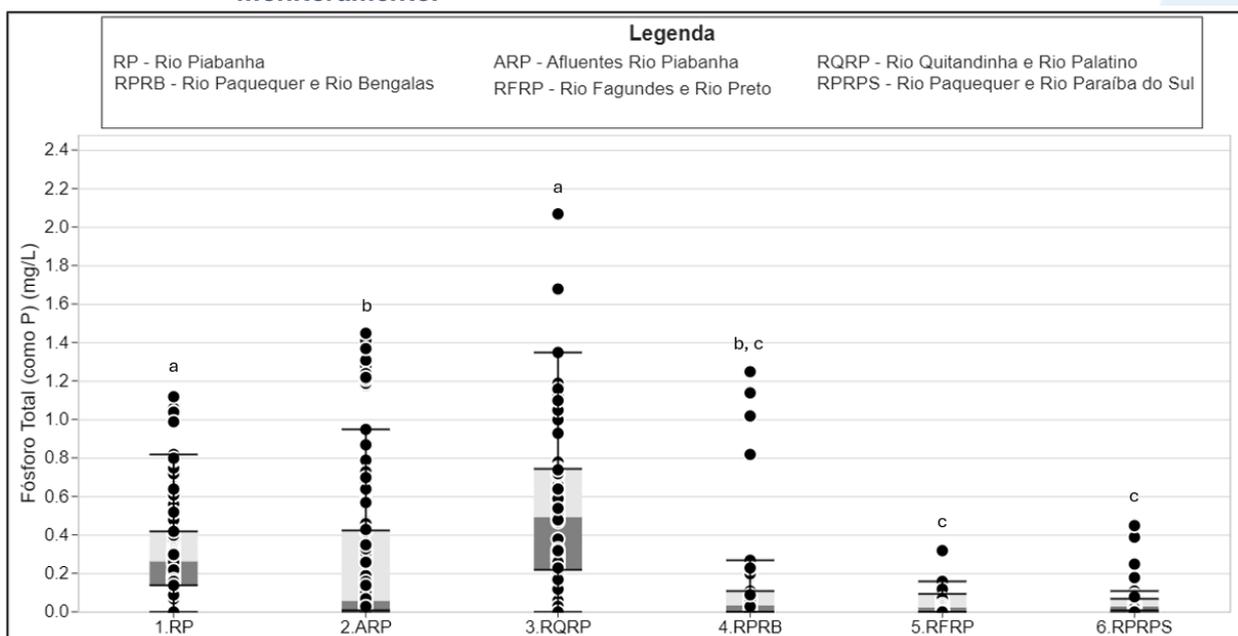
A sub-região que apresentou a maior média de fósforo total ao longo do 1º semestre foi RP (0,38 mg/L) e a que apresentou a menor foi RPRPS (0,01 mg/L), enquanto no 2º semestre a sub-região RQRP apresentou a maior (0,35 mg/L) e RFRP a menor (0,06 mg/L). Já no presente semestre a maior média foi registrado na sub-região RQRP (0,99 mg/L) e a menor foi na RPRPS (0,003 mg/L). A distribuição dos dados das campanhas e sub-regiões ao longo do monitoramento são apresentadas na Figura VI.175 e Figura VI.176, respectivamente.

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 só não diferiram entre si ( $p < 0,05$ ), apresentando diferença significativa para as demais sub-regiões. Além disso, a sub-região ARP também diferiu de RDRP e RPRPS.

**Figura VI.175. Boxplots de Fósforo Total, por campanha, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



**Figura VI.176. Boxplots de Fósforo Total, por sub-região, durante o 1º, 2º e 3º 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) da Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV). Cada boxplot apresenta valor máximo (T), valor mínimo (L), primeiro quartil (base da caixa), segundo quartil ou mediana (limite entre os retângulos cinza claro e escuro) e terceiro quartil (topo da caixa). Os círculos pretos representam os valores obtidos em cada ponto amostral durante o monitoramento.**



## VI.1.2 Medição de Vazão e Batimetria

As medições da vazão e batimetria foram realizadas durante as 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> campanhas de monitoramento (17/04/23 a 12/07/23; 16/10/23 a 27/12/23; 15/04/24 a 31/05/24, 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,029 m<sup>3</sup>/s (P01) e 42,440 m<sup>3</sup>/s (P14).

Já na 3<sup>a</sup> 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 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,045 m<sup>3</sup>/s (P01) e 34,455 m<sup>3</sup>/s (P15).

Durante a 5<sup>a</sup> 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 m<sup>3</sup>/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,026 m<sup>3</sup>/s (P01) e 14,868 m<sup>3</sup>/s (P13).

Vale ressaltar que dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> campanhas) da sub-região do Rio Piabanha, P01 apresentou menores dimensões do canal e conseqüentemente 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 P04, P06, P07, P08, P10 e P13, os quais apresentaram variação da largura do canal superior a 2 m.

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, nas demais campanhas (3ª e 5ª campanha), estes pontos apresentaram presença de banco de área, pedras e vegetação marginal, fatores que influenciam na menor largura da área molhada do canal. 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 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 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.1.2.2 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 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,060 m<sup>3</sup>/s (P18) e 3,860 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,053 m<sup>3</sup>/s (P16) e 2,928 m<sup>3</sup>/s (P22).

Durante a 5ª campanha, o valor médio registrado para largura do rio foi de 7,0 m, profundidade de 0,4 m, velocidade de 0,171 m/s e de 0,525 m<sup>3</sup>/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,077 m<sup>3</sup>/s (P32) e 3,772 m<sup>3</sup>/s (P29).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1ª, 3ª e 5ª campanhas) da sub-região Afluentes do Rio Piabanha, P16 apresentou menor largura do canal na 1ª e 3ª campanha, 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 na 1ª e 5ª campanhas, assim como maiores valores de vazão.

Os pontos de monitoramento P16, P19, P21, P25, P26, P29, P30, P33 e P34 apresentaram variação da largura do canal maior que 2 m, entre as campanhas de batimetria (1ª, 3ª e 5ª campanhas). Vale ressaltar que, conforme descrito acima, a variação em P16 ocorreu devido à necessidade de realocação do ponto durante a 5ª 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 5ª 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. Já a menor largura do canal registrada

em P25 e P34, na 5ª 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 5ª 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 1ª, 3ª e 5ª campanhas, a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 19, 18 e 18 pontos, respectivamente, sendo as vazões de P24 na 1ª campanha, de P17 e P18 na 3ª campanha e de P30 e P32 na 5ª campanha obtidas com auxílio de flutuador.

Vale ressaltar que a presença de pilares e sapatas de sustentação das pontes podem interferir na 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 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,057 m<sup>3</sup>/s (P41) e 0,876 m<sup>3</sup>/s (P40).

Já na 3ª campanha, foram registrados valores médios de 5,7 m para largura do rio, 0,45 m para profundidade, 0,155 m/s para velocidade média e 0,178 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,020 m<sup>3</sup>/s (P36) e 0,274 m<sup>3</sup>/s (P40).

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

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> 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, entretanto o ponto amostral P40 apresentou maiores valores de velocidade e vazão durante a 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> campanhas.

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 3<sup>a</sup> 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 1<sup>a</sup> campanha a vazão foi obtida com auxílio de molinete em 07 pontos e com auxílio de flutuador em P36, P40 e P42. Já na 2<sup>a</sup> campanha de monitoramento, a vazão nos 10 pontos monitorados nessa sub-região foi obtida com auxílio do molinete. Na 5<sup>a</sup> campanha 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 1<sup>a</sup> 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, 1,1 m, 0,298 m/s e 2,159 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,474 m<sup>3</sup>/s (P51) e 4,431 m<sup>3</sup>/s (P53).

Já na 3<sup>a</sup> campanha, foram registrados valores médios de 9,8 m para largura do rio, 0,4 m para profundidade, 0,227 m/s para velocidade média e 0,763 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,190 m<sup>3</sup>/s (P51) e 1,505 m<sup>3</sup>/s (P53).

Durante a 5<sup>a</sup> 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 m<sup>3</sup>/s para vazão. Vale ressaltar

que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,062 m<sup>3</sup>/s (P46) e 1,623 m<sup>3</sup>/s (P50).

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.

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 e 3ª 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 12,5 m, 0,6 m, 0,250 m/s e 2,666 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,027 m<sup>3</sup>/s (P59) e 8,844 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,099 m<sup>3</sup>/s (P59) e 5,580 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para vazão. Vale ressaltar

que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,075 m<sup>3</sup>/s (P59) e 3,932 m<sup>3</sup>/s (P55).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de vazão (1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> 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 de P58 que apresentou maior largura do canal durante a 1<sup>a</sup> 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.

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 3 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 interferir na 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 1<sup>a</sup> 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 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Além disso, os valores de vazão apresentaram variação entre 0,446 m<sup>3</sup>/s (P63) e 3,173 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para vazão, sendo a variação deste último parâmetro entre 0,140 m<sup>3</sup>/s (P63) e 8,750 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para vazão. Vale ressaltar que a vazão durante a presente campanha apresentou variação entre 0,098 m<sup>3</sup>/s (P63) e 5,390 m<sup>3</sup>/s (P60).

Dentre os dados obtidos nas campanhas de batimetria (1ª, 3ª e 5ª 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 P04, P06, P07 e P13, 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 campanha, 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 m<sup>3</sup>/s, com variação entre 0,012 m<sup>3</sup>/s (PM65 e PM67) e 0,360 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s, com variação entre abaixo de 0,01 m<sup>3</sup>/s (PM82 e PM83) e 3,42460 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s, com variação entre 0,021 m<sup>3</sup>/s (PM87) e 1,204 m<sup>3</sup>/s (PM93).

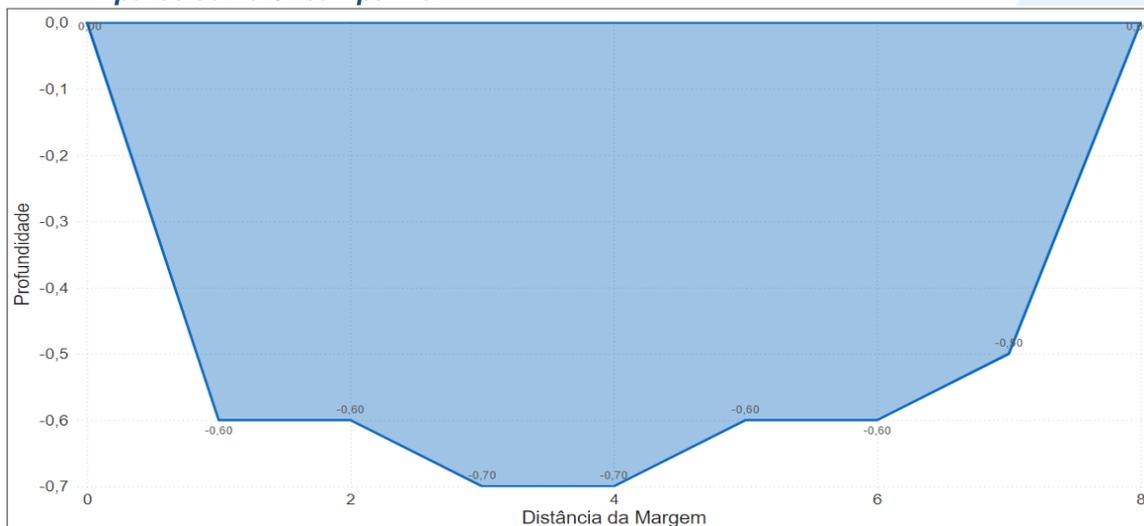
Os dados obtidos em campo para determinação da vazão durante o 3º semestre (5ª campanha) são apresentados na Tabela VI.1.

**Tabela VI.1 – Dados de campo e vazão obtidos nos pontos móveis monitorados na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (RH-IV) durante o 5º semestre de monitoramento.**

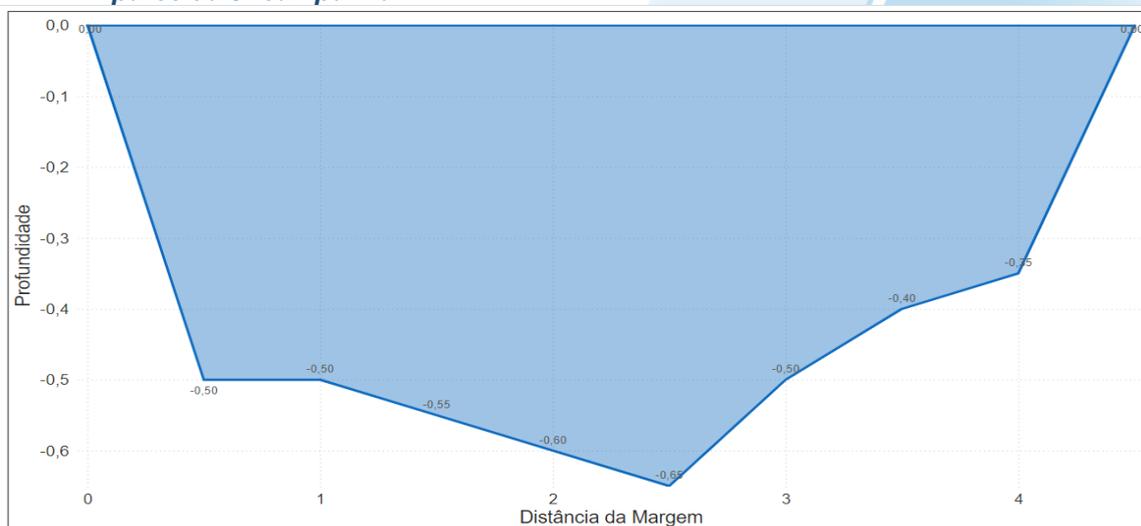
Sub-região	Pontos	Referência	Metodologia	Distância entre as verticais (m)	Número de verticais realizadas	Largura do rio (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m³/s)
Pontos Móveis	PM80.1	MONA Pedra do Elefante	Flutuador	-	-	1,38	0,10	-	0,055
	PM85	Exutório do Rio Aparecida	Molinete	1,0	7	8,00	0,61	0,100	0,430
	PM86	Montante do Rio Aparecida	Molinete	0,5	8	4,40	0,50	0,155	0,316
	PM87	Lago de Nogueira	Flutuador	-	-	2,08	0,03	-	0,021
	PM88	Lago Quitandinha	Flutuador	-	-	1,32	0,03	-	0,046
	PM89	Montante ETE Piabanha	Molinete	1,0	6	6,70	0,21	0,230	0,298
	PM90	Montante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	Molinete	0,3	3	1,10	0,43	0,200	0,085
	PM91	Jusante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta)	Molinete	0,3	6	2,10	0,20	0,200	0,075
	PM92	Montante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	Molinete	0,5	5	6,00	0,54	0,214	0,690
	PM93	Jusante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado)	Molinete	3,0	12	38,00	0,37	0,100	1,204

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.177 e Figura VI.183).

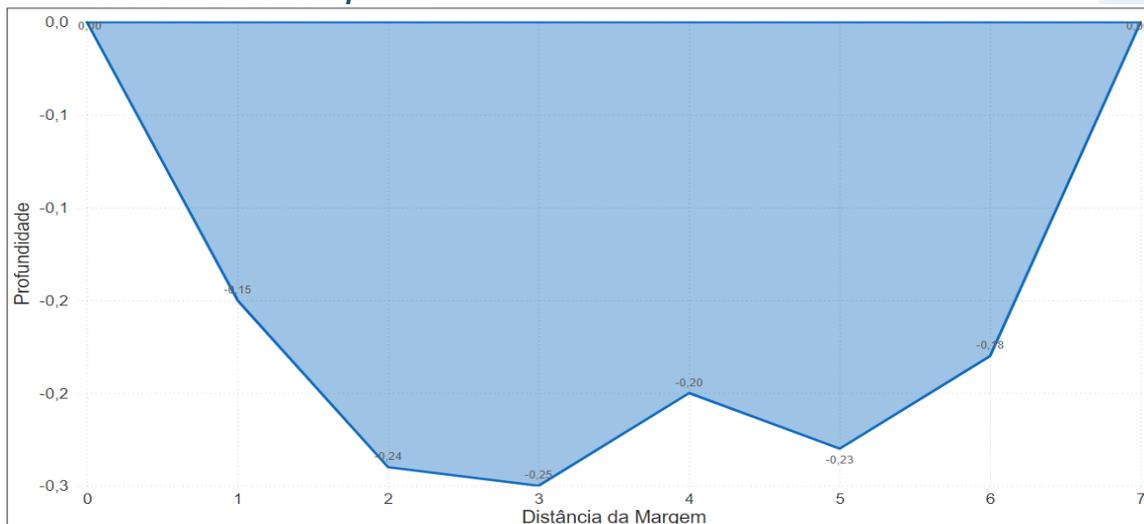
**Figura VI.177. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM85 – Exutório do Rio Aparecida na 5ª campanha.**



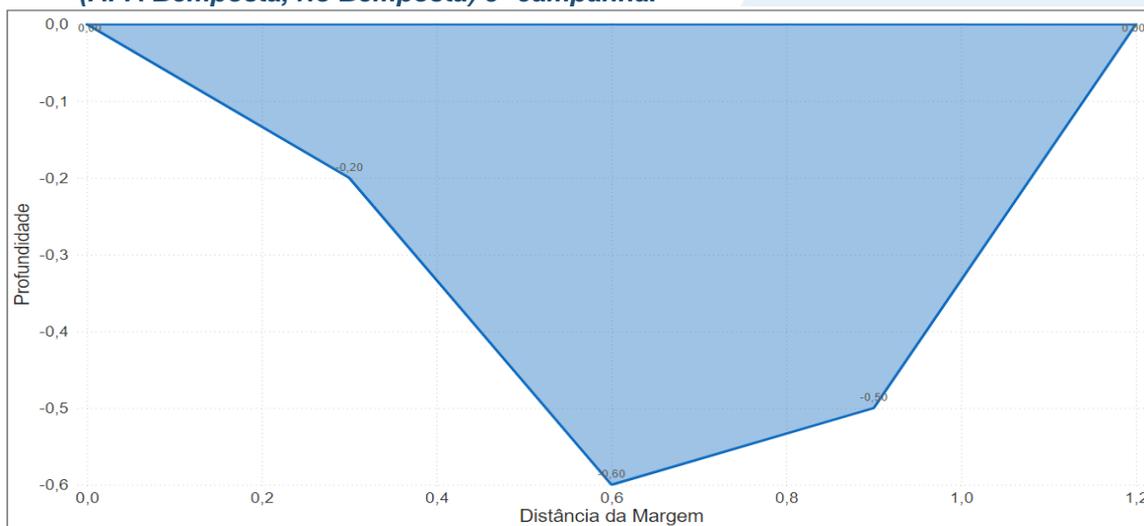
**Figura VI.178. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM86 - Montante do Rio Aparecida 5ª campanha.**



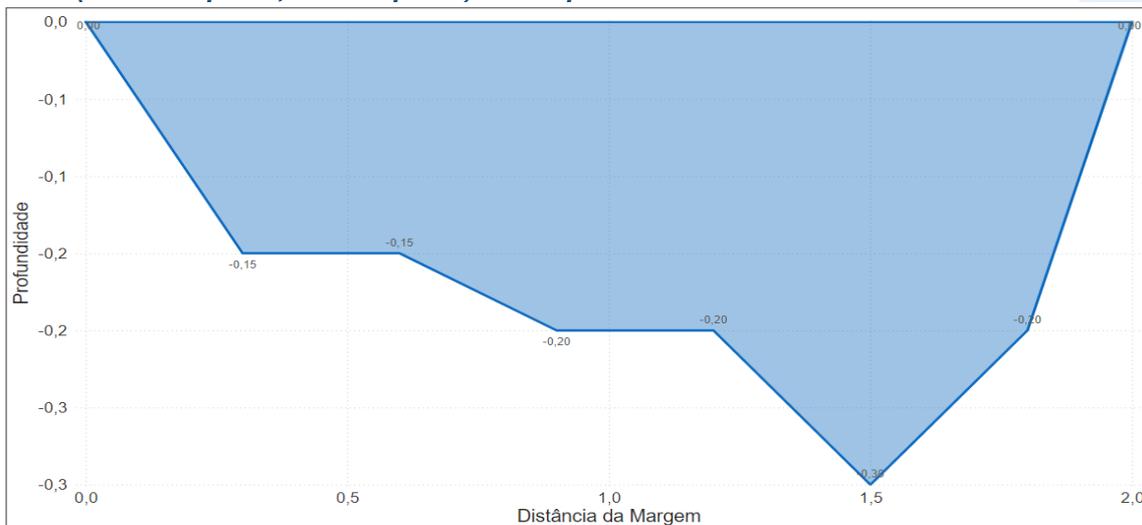
**Figura VI.179. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM89 - Montante ETE Piabanha na 5ª campanha.**



**Figura VI.180. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM90 - Montante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta) 5ª campanha.**



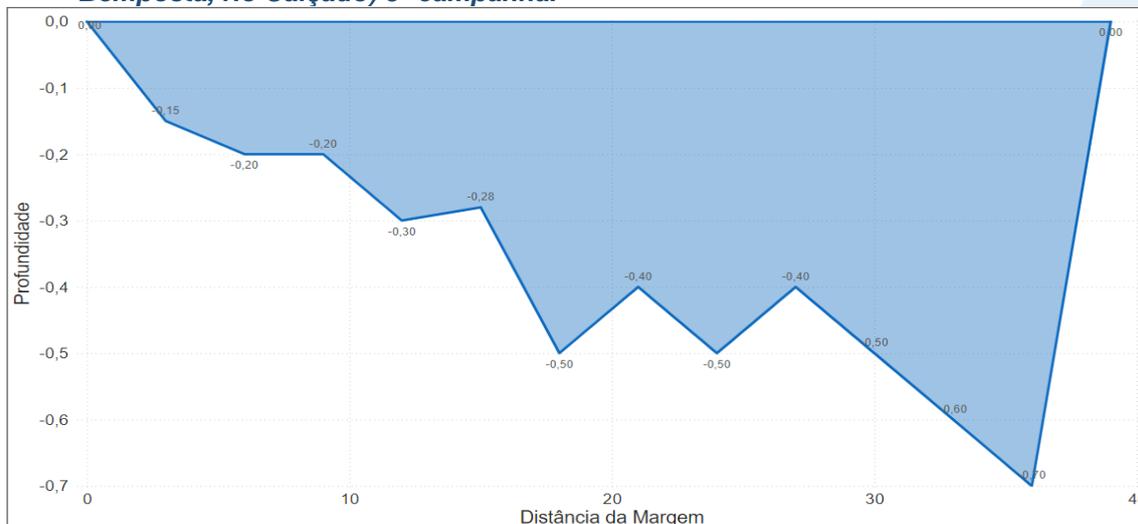
**Figura VI.181. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM91- Jusante Bemposta (APA Bemposta, rio Bemposta) 5ª campanha.**



**Figura VI.182. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM92 - Montante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado) 5ª campanha.**



**Figura VI.183. Desenho esquemático da batimetria do ponto PM93 - Jusante Calçado (APA Bemposta, rio Calçado) 5ª 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 1ª, 3ª e 5ª campanhas de monitoramento (17/04/23 a 12/07/23; 16/10/23 a 27/12/23 e 15/04/24 a 31/05/24, respectivamente). Abaixo são apresentados os resultados da progressão da carga de poluentes por sub-região.

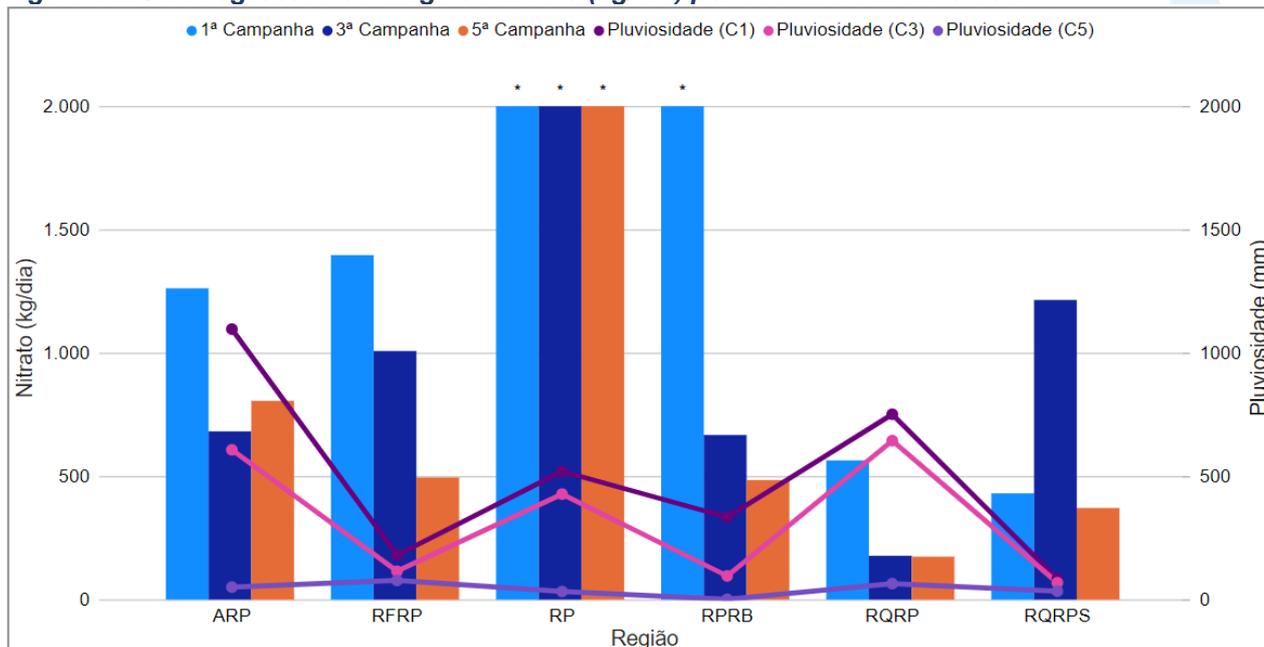
Ao considerar os resultados obtidos para a série nitrogenada (nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total) na 1ª campanha de monitoramento, foram observadas maiores cargas, com exceção da sub-região RPRPS que apresentou maiores cargas de nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total na 3ª campanha de monitoramento. Durante a 5ª campanha, foi identificado aumento das cargas em relação à 3ª campanha na sub-região RP (nitrogênio amoniacal), ARP e RQRP (nitrato, nitrogênio amoniacal e total). Vale ressaltar que essas variações não ocorreram de acordo com a pluviosidade e vazão.

Em relação às sub-regiões, durante as campanhas de monitoramento (1ª, 3ª e 5ª 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.

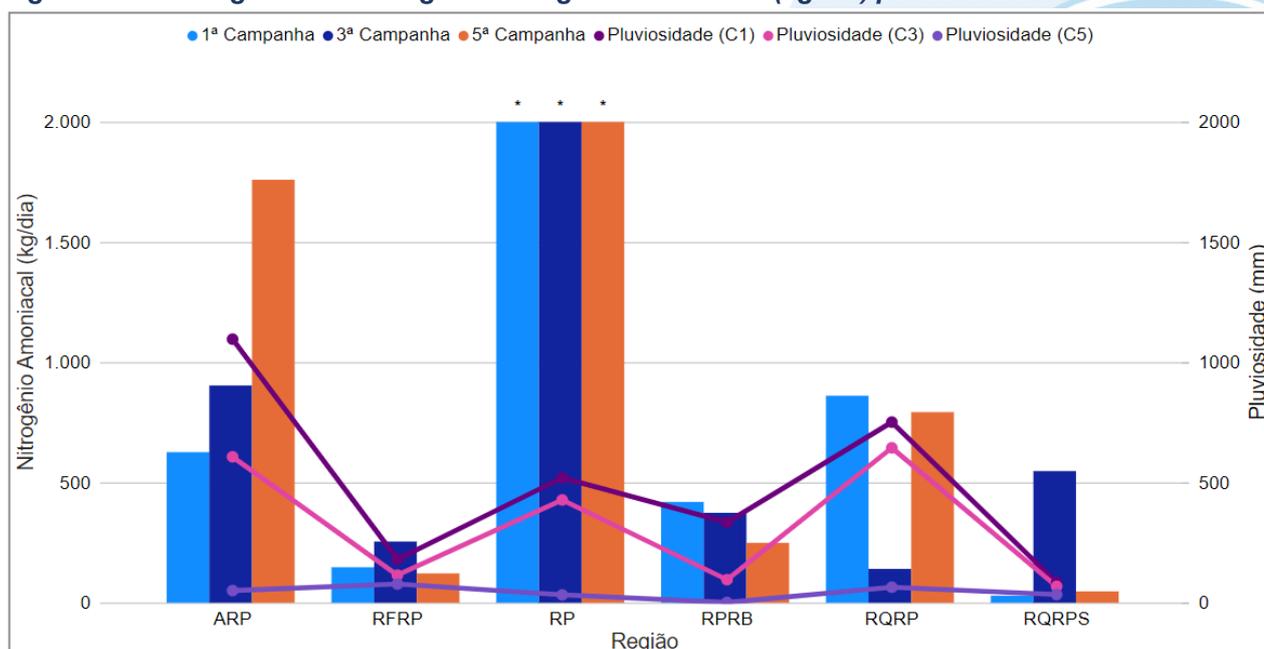
Vale ressaltar que, embora a sub-região do RP apresente maiores cargas da série nitrogenada, P01, localizado próximo à nascente do Rio Piabanha, apresenta baixas concentrações de carga destes parâmetros ao longo das campanhas de monitoramento realizada. Este ponto se encontra mais a montante, sendo de 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.

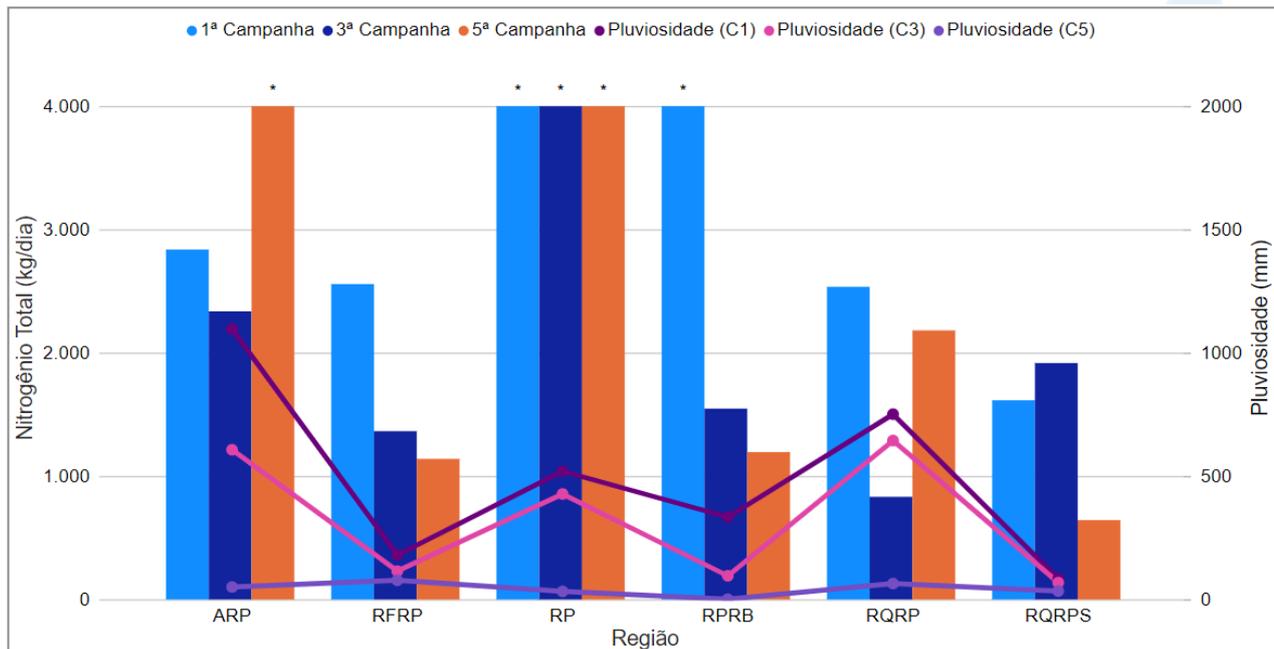
**Figura VI.184. Progressão da carga de nitrato (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**



**Figura VI.185. Progressão da carga de nitrogênio amoniacal (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**



**Figura VI.186. Progressão da carga de nitrogênio total (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**

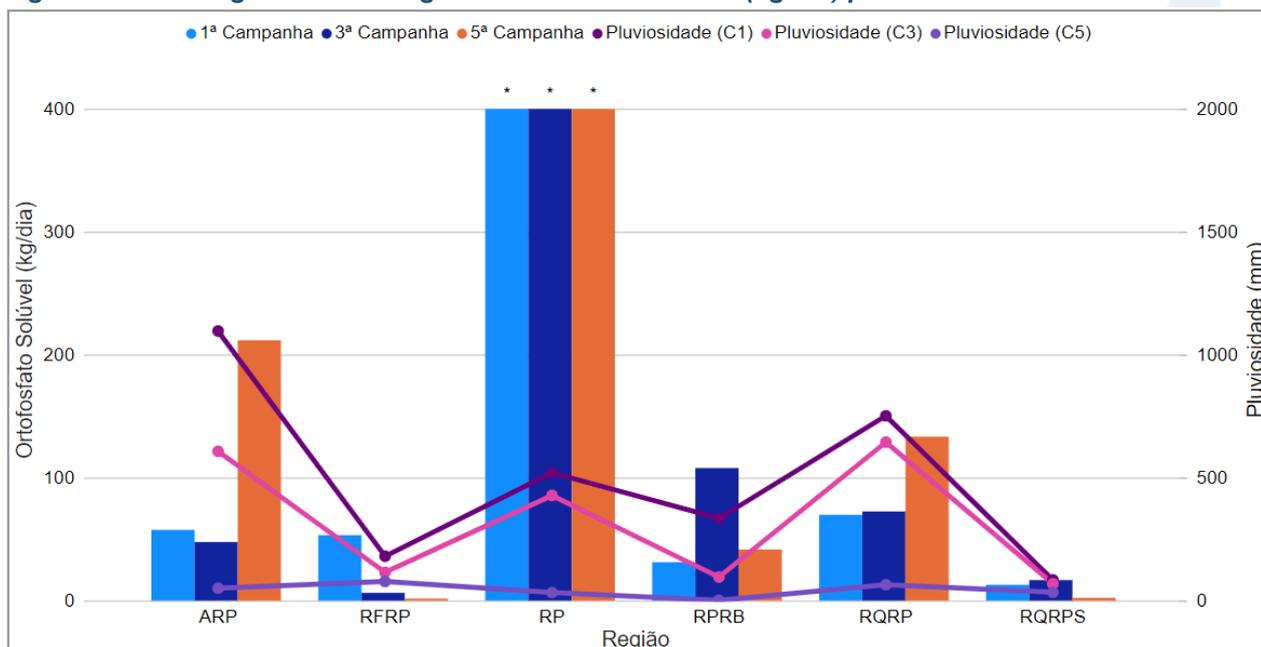


Ao considerar as cargas obtidas para a série fosfatada, para o ortofosfato não foi observado um padrão de variação em relação às campanhas, vazão e índice pluviométrico. Sendo assim, as cargas desse parâmetro durante o monitoramento (1ª, 3ª e 5ª campanhas) apresentaram variação entre as campanhas, tendo as sub-regiões RP e RFRP apresentado maiores cargas de ortofosfato na 1ª campanha, RPRB na 3ª campanha, e ARP e RQRP na 3ª campanha. Já para fósforo total, foi possível observar a ocorrência de maiores cargas durante a 1ª campanha, com exceção da sub-região RPRPS, que apresentou maior carga de fósforo total na 3ª campanha de monitoramento.

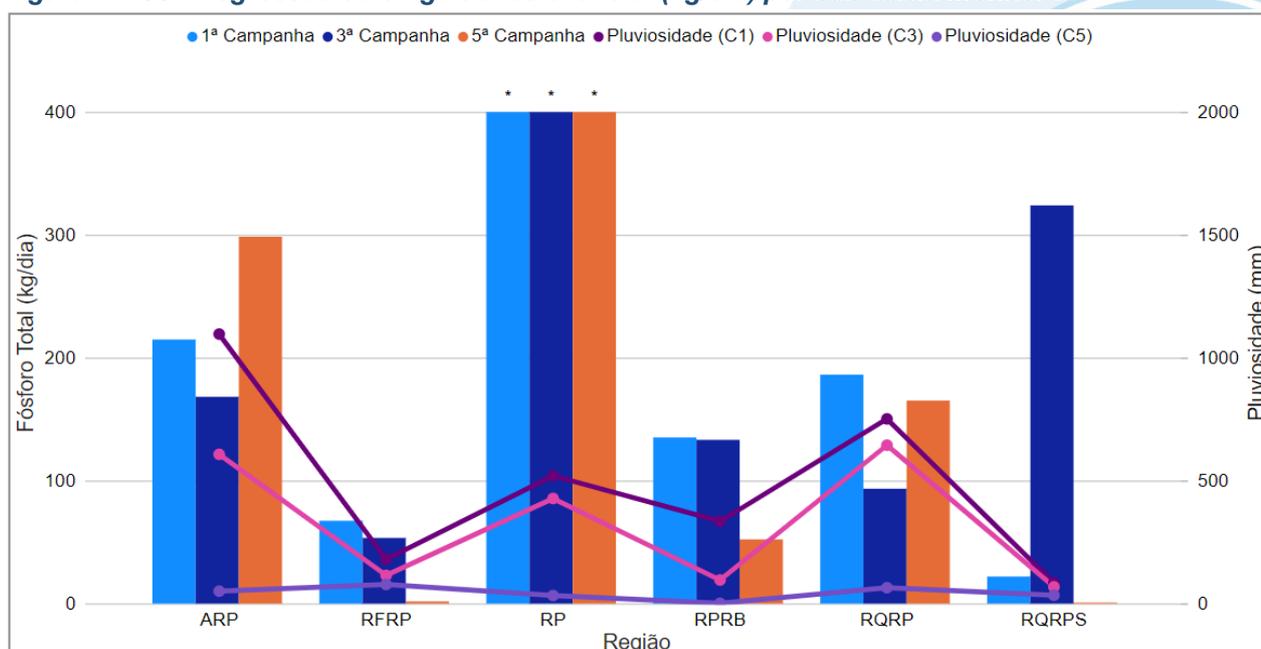
Em relação às sub-regiões, assim como registrado para a série nitrogenada, em ambas as campanhas, as maiores cargas da série fosfatada foram registradas na sub-região do RP. No entanto, no ponto P01, monitorado nessa sub-região, foram registradas as menores cargas de ortofosfato e fósforo total.

A Figura VI.187 e a Figura VI.188 apresentam a progressão das cargas de ortofosfato e fósforo total, respectivamente.

**Figura VI.187. Progressão da carga de ortofosfato solúvel (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**



**Figura VI.188. Progressão da carga de fósforo total (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**



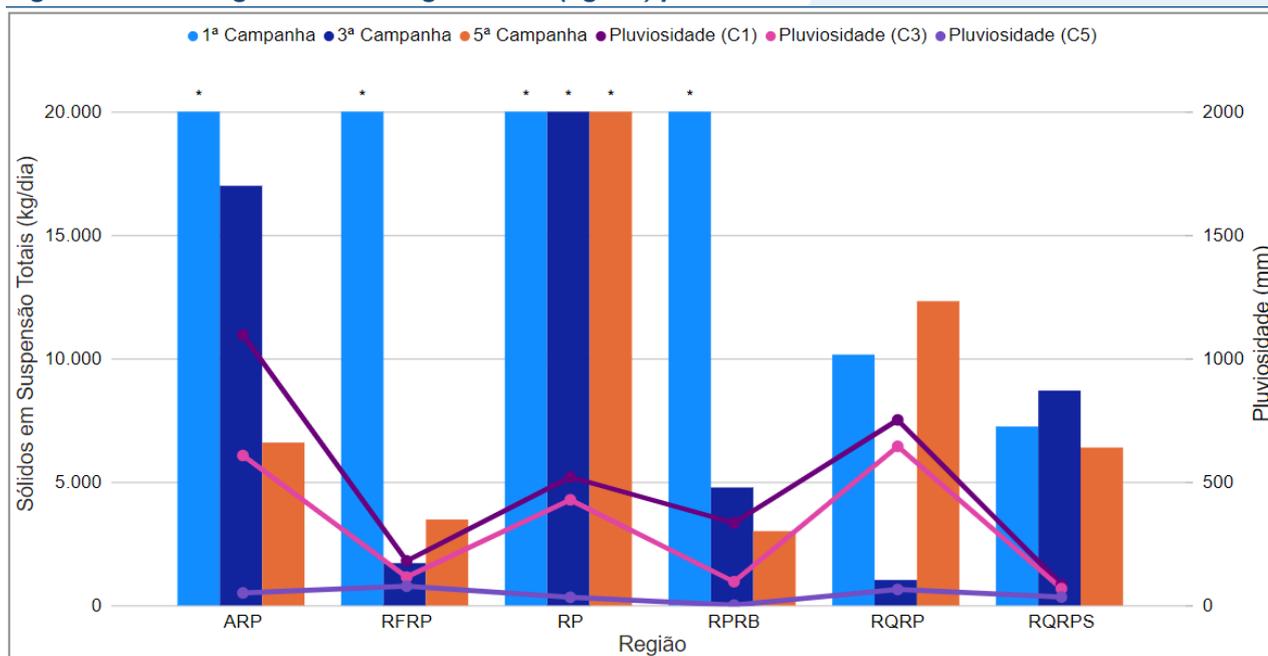
Ao considerar as campanhas de monitoramento os resultados obtidos para sólidos dissolvidos e suspensos totais, apresentaram maiores cargas na 1ª campanha de monitoramento na maioria das sub-regiões monitoradas. Entretanto, para sólidos suspensos totais as sub-regiões RQRP e RPRPS apresentaram maiores cargas durante a 5ª campanha de monitoramento. Já para o parâmetro sólidos dissolvidos totais, a sub-região do RPRPS apresentou maior carga na 3ª campanha e ARP na 5ª campanha. Vale

ressaltar que esses valores não ocorreram de acordo com o aumento da vazão nessas sub-regiões. Sendo assim, essas variações podem estar relacionadas com o tipo de atividades antrópicas que ocorrem na região ou devido à maior concentração ocasionada pela diminuição do índice pluviométrico.

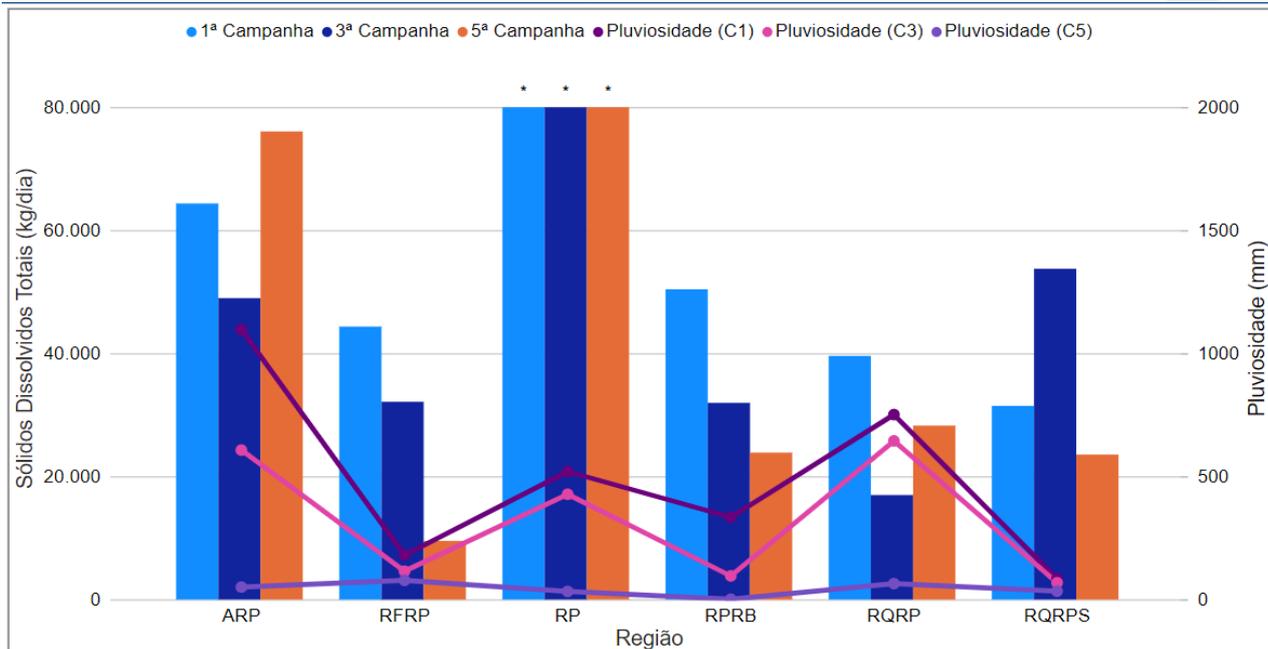
Ao considerar as cargas obtidas nas sub-regiões ao longo do período de monitoramento, foi possível observar maiores valores na sub-região do RP, independente da campanha de monitoramento. Vale ressaltar que a ocorrência das cargas mais elevadas na sub-região RP pode ter sido influenciada pela vazão, pois esta sub-região apresentou maiores valores em relação às demais, principalmente durante a 1ª campanha de monitoramento.

A Figura VI.189 e Figura VI.190 apresentam a progressão das cargas de sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, respectivamente.

**Figura VI.189. Progressão da carga de SST (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**



**Figura VI.190. Progressão da carga de SDT (kg/dia) por sub-bacia monitorada.**

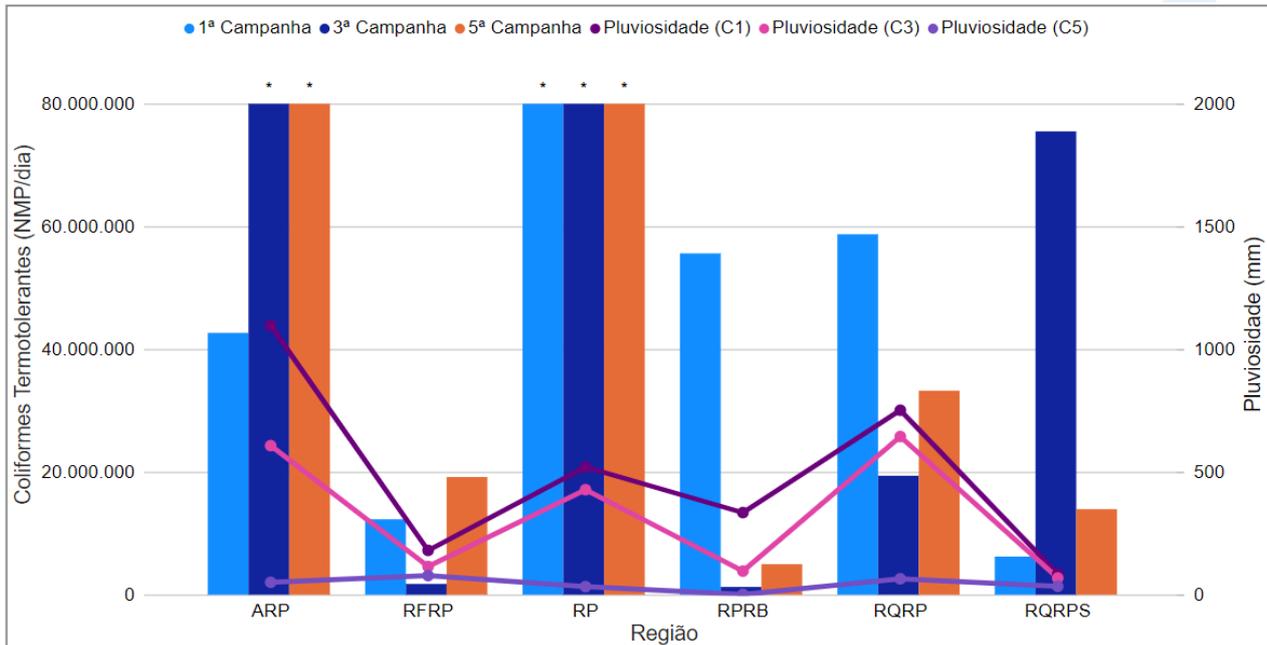


Ao considerar os resultados obtidos para coliformes termotolerantes, foi possível observar uma variação da carga de acordo com a região de monitoramento, sendo esta independente da vazão ou no índice pluviométrico. As sub-regiões RP, RQRP e RPRB apresentaram maiores cargas durante a 1ª campanha, as sub-regiões ARP e RQRPS na 3ª campanha e RFRP na 5ª campanha.

Além disso, foi possível observar que, durante as campanhas de monitoramento, as concentrações máximas 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.191 apresenta a progressão das cargas de coliformes termotolerantes.

**Figura VI.191. 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 julho de 2024, com a realização de seis campanhas amostrais.

Durante o 3º semestre de monitoramento (abr/24 a jul/24), foi registrada temperatura média de 20,3 °C, com as maiores temperaturas registradas durante a 5ª campanha (abr/24 a mai/24) em todas as sub-regiões. Vale ressaltar que o 3º e 1º semestres apresentaram valores similares de temperatura, por influência da sazonalidade, uma vez que essas campanhas ocorreram no mesmo período do ano.

Em relação à pluviosidade obtida no período de sete dias anteriores à realização da amostragem, durante o 3º semestre foi registrada média de 4,9 mm de chuva, sendo a pluviosidade similar entre a 5ª e 6ª campanhas (4,1 e 5,8 mm, respectivamente). Vale ressaltar que neste semestre foi registrado o menor índice pluviométrico em todas as sub-regiões, sendo o volume de chuva registrado na 5ª campanha inferior ao registrado na 1ª campanha de monitoramento, que foi realizada no mesmo período do ano (abril a julho). De modo geral, a sub-região RQRP tem apresentado os maiores índices de pluviosidade, com exceção da 4ª campanha, na qual a sub-região RP apresentou o maior índice.

Referente aos valores de vazão, obtidos nas campanhas ímpares de monitoramento, o 3º semestre apresentou menor média geral de vazão (1,46 m³/s). Além disso, assim como observado nos outros semestres, no 3º semestre a sub-região do RP apresentou maior vazão média (4,03 m³/s) e RQRP a menor média (0,25 m³/s). Vale ressaltar que, durante todo o período de monitoramento, as sub-regiões apresentaram variação de vazão de acordo com o índice pluviométrico registrado, sendo registrada maior vazão durante o 1º semestre (1ª campanha), assim como foi registrado maior índice de pluviosidade.

Em relação aos 16 parâmetros monitorados, no 3º semestre, a sub-região RQRP apresentou maiores concentrações para a maioria dos parâmetros nas duas campanhas realizadas, sendo em ambas registrados os maiores valores de condutividade, alcalinidade, coliformes termotolerantes, DBO, SDT, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total e amoniacal. De modo geral, os demais semestres de monitoramento também apresentaram as maiores concentrações na sub-região RQRP, sendo os parâmetros coliformes termotolerantes, alcalinidade, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total, os que

apresentaram maior concentração em comum entre as campanhas. Entretanto, na 4ª campanha (2º semestre), 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 deles (pH, OD, coliformes termotolerantes, DBO, SDT, turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal e fósforo total) apresentam limites de referência estabelecidos na Resolução CONAMA n° 357/2005 para Águas Doces, Classe 2. Ao considerar os pontos móveis, assim como observado nos demais semestres de monitoramento, foram registrados para a maioria dos pontos concentrações de acordo com o estabelecido na legislação supracitada. Entretanto, PM87, PM88 e PM89 apresentaram exceção, sendo registradas concentrações em desacordo para oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, fósforo total e DBO, nesses três pontos.

Em relação aos pontos fixos, em todas as sub-regiões foram registradas concentrações acima do limite estabelecido na legislação para a maioria dos pontos de monitoramento. Entretanto, com exceção da sub-região RPRPS, todas as sub-regiões apresentaram, ao longo do monitoramento, ao menos um ponto com todas as concentrações em conformidade com a legislação. 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 jul/24), a sub-região RQRP apresentou a maioria dos pontos com valores em desacordo com o estabelecido (100% e 90%), com exceção da 4ª campanha, na qual todos os pontos dessa sub-região apresentaram concentrações em conformidade com a legislação. Já a sub-região do RPRPS, ao longo do período monitorado, apresentou o menor número de pontos em desacordo (abaixo de 30%), com exceção da 4ª campanha. Ao considerar todos os pontos monitorados na Região do Rio Piabanha, foi registrado no 1º semestre o maior número de amostras em desacordo com o limite de referência.

Ao considerar o valor de referência estabelecido na legislação para coliformes termotolerantes, durante o período de monitoramento, os maiores percentuais (100% e 90%) de pontos amostrais com valores acima do limite de referência foram registrados na sub-região RQRP, com exceção da 4ª campanha, na qual a sub-região RFRP apresentou maior número de pontos em desacordo. Já a sub-região RPRPS apresentou menores percentuais (abaixo de 50%) ao longo do monitoramento, com exceção da 5ª campanha, na qual a sub-região do RQRP apresentou apenas 10% dos pontos em desacordo.

Durante o período de monitoramento (abr/23 a jul/24), 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 e 6ª 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 (acima de 73%) foram registrados na sub-região RP (1ª e 5ª campanhas), RQRP (6ª campanha) e RPRPS (2ª, 3ª e 4ª campanhas). Já os menores percentuais (abaixo de 50%) foram registrados nas sub-regiões RQRP (4ª campanha), RPRB (3ª e 5ª campanhas), RFRP (2ª e 6ª 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 a 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. As sub-regiões RP e RQRP apresentaram, ao longo do monitoramento, apenas concentrações dentro dos limites permitidos. Já as sub-regiões ARP (2ª, 4ª, 5ª e 6ª campanhas), RPRB (2ª campanha), RFRP (3ª campanha) e RPRPS (5ª campanha) apresentaram concentrações em desacordo com o limite estabelecido na legislação.

Para nitrogênio amoniacal, foi observado no 3º semestre um aumento da quantidade de amostras em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, sendo registrado um total de 31 amostras. Vale ressaltar que a sub-região RQRP apresentou o maior percentual de amostras (80%) com valores superiores ao estabelecido na legislação. 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.

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.

Diante do exposto em relação aos pontos que apresentaram valores em desconformidade com a legislação de referência, é possível observar que ao longo do monitoramento a sub-região RQRP apresentou maior número de parâmetros em desacordo (coliformes termotolerantes, alcalinidade, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e fósforo total). No entanto, na 4ª campanha, a sub-região ARP registrou o maior número de parâmetros em desacordo (condutividade, coliformes termotolerantes, alcalinidade, SDT, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total). Já a sub-região RPRPS (1ª, 2ª e 3ª campanhas), RQRP (4ª campanha) e RFRP (5ª e 6ª campanhas) apresentaram as menores concentrações para a maioria dos parâmetros monitorados.

Todavia, ao considerar as cargas de nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, SST, SDT e coliformes termotolerantes obtidas nas 1ª, 3ª e 5ª campanhas de monitoramento, a sub-região RP apresentou maiores valores para todos os parâmetros em ambas as campanhas de monitoramento. Entretanto, de acordo com os resultados obtidos para esses parâmetros, foi observado que as maiores cargas foram

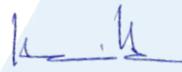
influenciadas principalmente pela vazão e pela concentração registrada para cada parâmetro, pois a sub-região RP apresentou maiores valores de vazão ao longo do monitoramento, independentemente da pluviosidade registrada.



## 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
<b>Hamilton Pires Barbosa Mendes</b>	MSc. em Engenharia Ambiental Graduado em Ciências Biológicas – Coordenador do Projeto	
<b>Viviane Krüger</b>	Graduada em Gestão Ambiental – Coordenadora Adjunta	
<b>Débora Gabriel Gaete</b>	Graduada em Ciências Biológicas – Profissional Pleno	
<b>Edson Felipe Souza Ladeira</b>	Bacharel em Química – Gerente Técnico	
<b>Ronaldo Leão Guimarães</b>	Pós-Doutorado em Ciências Ambientais Graduado em Ciências Biológicas	
<b>Mariana Ribeiro Monteiro</b>	Pós-graduada em Engenharia Ambiental, Graduada em Ciências Biológicas - Coordenadora de Laboratórios	
<b>Richard Secioso Guimarães</b>	Graduado em Ciências Biológicas	
<b>Bárbara Aquino</b>	Engenheira de Produção – Gerência de Qualidade	
<b>Kayza de Freitas Pereira</b>	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.** 23<sup>rd</sup> 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.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. UNESCO, 2001.

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

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

## **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

