

RELATÓRIO TÉCNICO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

- ALPHAVILLE PARANÁ -

Hileia Consultoria Ambiental

São Paulo
Fevereiro 2024

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. INTRODUÇÃO	3
3. OBJETIVOS.....	4
4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
5. MATERIAL E MÉTODOS	5
5.1. Rede de Amostragem.....	5
5.2 Procedimentos de coleta e análise	9
5.3 Análise dos resultados	11
6. RESULTADOS	13
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E MEDIDAS NECESSÁRIAS	48
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
9. EQUIPE TÉCNICA.....	51
10. ANEXOS.....	52
ANEXO I: Certificado de acreditação do laboratório.	52
ANEXO II: Relatórios de ensaio e cadeia de custódia – dezembro/2023.....	53
ANEXO III: Resultados de qualidade das águas – maio/2016 e junho/2023.	75
ANEXO IV: Anotação de Responsabilidade Técnica.	77

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem como foco os resultados obtidos na campanha de qualidade da água efetuada em 08 de dezembro de 2023, desenvolvida no âmbito do Programa de Qualidade dos Recursos Hídricos na Fazenda Timbutuva do empreendimento Alphaville Paraná.

Este programa, proposto no Plano Básico Ambiental – PBA, possui caráter de controle ambiental e visa acompanhar a qualidade dos principais cursos d'água na área do empreendimento por meio de campanhas semestrais durante a fase de obras. A análise dos resultados permitirá que eventuais alterações na qualidade da água resultantes da instalação do empreendimento sejam identificadas e fornecerá subsídios para a implementação de medidas corretivas e mitigadoras.

Nos itens subsequentes constam a introdução (item 2), os objetivos do programa (item 3), a localização da área de estudo (item 4), o referencial metodológico (item 5), os resultados obtidos (item 6), as considerações finais (item 7) e as referências bibliográficas (item 8).

2. INTRODUÇÃO

O empreendimento Alphaville Paraná está localizado no município de Campo Largo, no Paraná, sob a responsabilidade de Timbutuva Empreendimentos Ltda. e Alphaville Urbanismo S.A. Esse projeto compreende um complexo imobiliário, sendo que a Fase 1, corresponde a instalação de dois residenciais, denominados residenciais Sul e Norte. O Residencial Sul será constituído por 287 lotes e o Residencial Norte por 200 lotes, englobando assim 487 unidades residenciais vendáveis com área média de cerca de 800m², além de um clube externo, totalizando uma gleba de 2.264.689 m², no interior da fazenda Timbutuva.

Em 19 de dezembro de 2017, o Instituto Água e Terra (IAT) emitiu a Licença Ambiental Prévia nº 42322 e posteriormente foi emitida a Licença de Instalação – LI nº 270071, com validade até 19/05/2028.

A amostragem realizada em dezembro de 2023 corresponde a terceira campanha de monitoramento do programa. A campanha inicial (C0) foi efetuada em dezembro/2022, previamente ao início das obras. As amostragens subsequentes, realizadas em junho/2023 (C1) e dezembro/2023 (C2), correspondem à etapa de implantação do empreendimento. Nesse relatório são abordados ainda para efeito de comparação os dados obtidos na etapa do EIA/RIMA do empreendimento (maio/2016). Conforme citado, o presente relatório tem como foco os resultados da campanha de dezembro/2023 (2C), incluindo comparações com as campanhas pretéritas descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Campanhas realizadas para o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos.

Campanha	Data	Fase do Projeto
EIA/RIMA	10 e 11/05/2016	Diagnóstico
C0	26/12/2022	Pré-Implantação
C1	28/06/2023	Implantação
C2	08/12/2023	Implantação

3. OBJETIVOS

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos na Fazenda Timbutuva tem como principal objetivo atuar como ferramenta de prevenção e controle de impactos ambientais decorrentes da instalação do empreendimento. Este programa visa ainda identificar eventuais fontes de poluição que possam implicar alterações negativas na qualidade dos corpos hídricos e propor medidas mitigadoras, visando à preservação dos recursos hídricos.

4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Do ponto de vista hidrográfico, a área do empreendimento (fazenda Timbutuva) se insere na sub-bacia do rio Timbutuva, um dos contribuintes da margem esquerda da bacia do rio Verde. O rio Verde, por sua vez, é um dos principais afluentes da margem direita do rio Iguaçu (bacia do Alto Iguaçu). De acordo com o EIA (AAT, 2016), a área da bacia hidrográfica do rio Verde abrange uma extensão territorial de cerca de 242 km², abarcando parte dos territórios municipais de Campo Magro, Araucária, Balsa Nova e Campo Largo, sendo que é neste último que está situada a área do empreendimento.

O rio Verde drena o setor oeste da fazenda Timbutuva, a uma distância superior a 200 metros. A maior parte da bacia integra a APA do rio Verde, instituída pelo Decreto nº 2.375/2000, e posteriormente alterado pelo Decreto nº 11.421/2022. A jusante da área do empreendimento, encontra-se a barragem do rio Verde, com área de drenagem de cerca de 167 km² e reservatório com capacidade de 36 hm³ no nível de água normal (REPAR, 2022).

Segundo o EIA (AAT, 2016), a sub-bacia do rio Timbutuva abrange uma área de aproximadamente 17,30 km², com perímetro de 23,04 km, englobando uma rede de drenagem densa, com padrão subdentritico a dendritico. Os cursos d'água são de pequena ordem e/ou zonas de convergência da paisagem que se comportam como canais efêmeros durante os

eventos pluviométricos. Na planície aluvionar do rio Timbutuva, o escoamento superficial tende a ser mais lento, favorecendo o desenvolvimento de solos hidromórficos e áreas úmidas, bem como o acúmulo de sedimentos oriundos de cotas mais elevadas. O rio Timbutuva recebe contribuições de drenagens de pequena ordem, que apresentam regime perene e intermitente. O uso do solo é predominantemente rural.

Em relação ao enquadramento, a Portaria SUREHMA nº020/92 estabelece que os cursos d'água da bacia do rio Iguaçu, de domínio do estado do Paraná, pertencem à classe 2. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05, as águas doces classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação; à aquicultura e à atividade de pesca.

5. MATERIAL E MÉTODOS

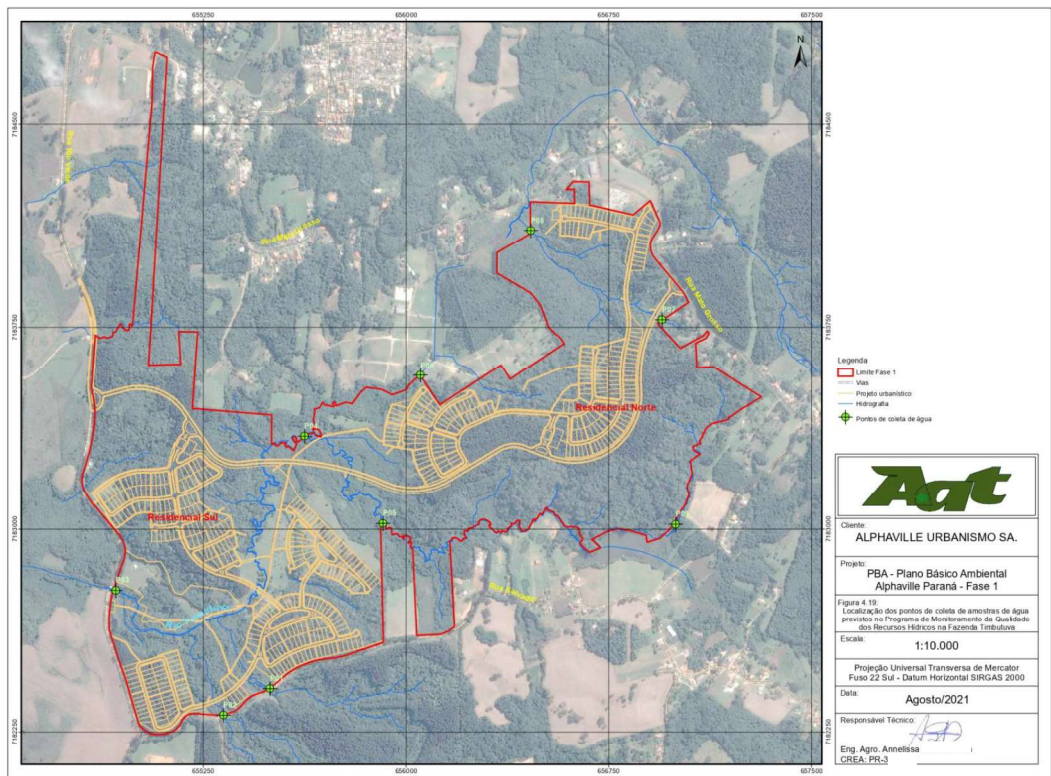
Os trabalhos desenvolvidos na campanha de dezembro/2023 seguiram as diretrizes estabelecidas no Plano Básico Ambiental (PBA). Na sequência, consta a caracterização da rede de amostragem (item 5.1), os procedimentos de coleta e de análise (item 5.2) e os indicadores adotados na interpretação dos resultados (item 5.3).

5.1. Rede de Amostragem

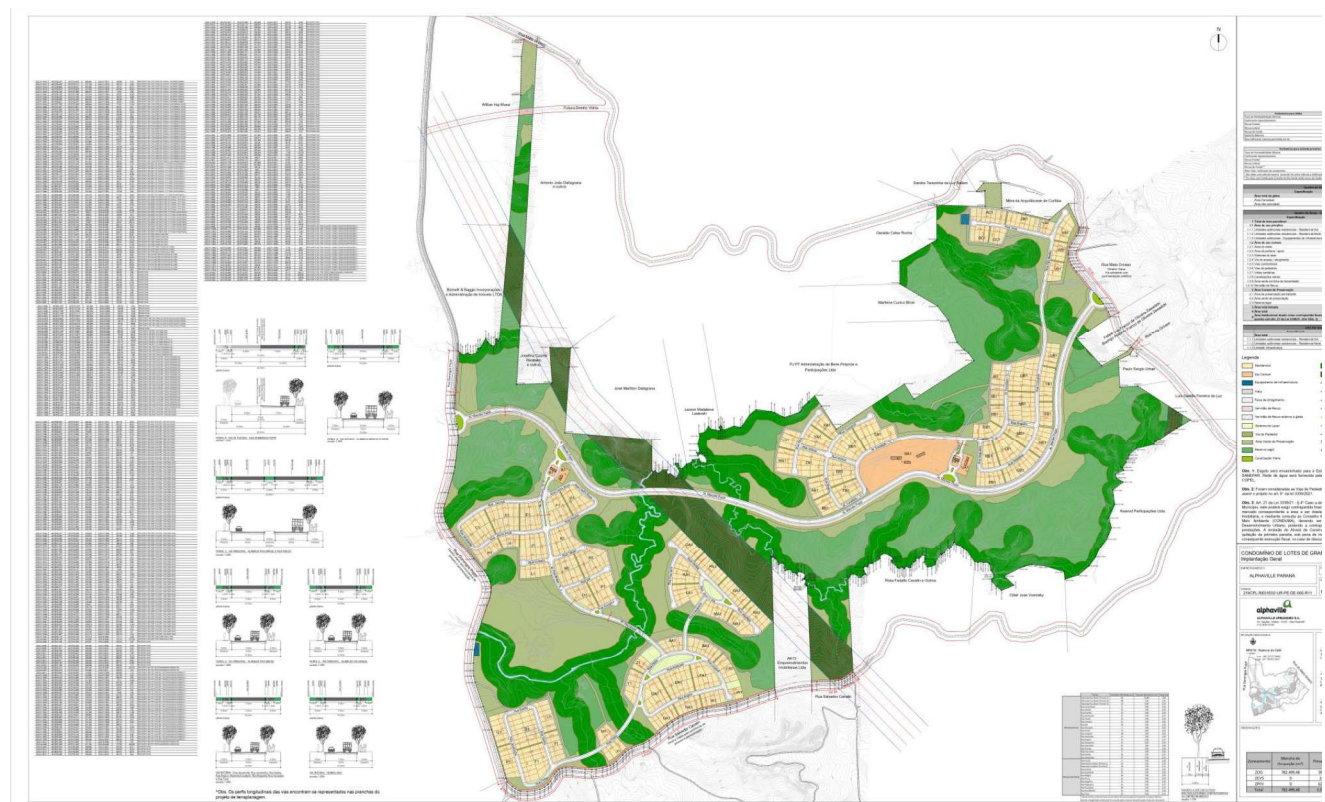
A malha amostral definida para a avaliação da qualidade da água compreende um total de nove pontos, denominados P01 a P09, situados no rio Timbutuva e em seus afluentes da margem esquerda. Esses pontos foram selecionados em função de sua representatividade na área de influência do empreendimento e guardam correspondência com os locais amostrados, em maio de 2016, na etapa do EIA/RIMA. Na **Tabela 2** consta a localização dos pontos do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos, conforme coordenadas obtidas em dezembro/2023. Nos mapas a seguir é ilustrada a distribuição dos pontos em relação ao empreendimento, bem como a distribuição espacial dos elementos do Projeto Urbanístico dos Residenciais Sul e Norte.

Tabela 2. Localização dos pontos de amostragem da água superficial (SIGAM 2000 22J UTM).

Ponto	Descrição	Coordenadas (22 J)	
		Leste (m E)	Norte (m S)
P01	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin	655.486	7.182.414
P02	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin	655.316	7.182.331
P03	Rio Timbutuva a jusante da fazenda Timbutuva, à altura da rua Domingos Puppi, a oeste do empreendimento	654.927	7.182.772
P04	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, ao norte do empreendimento	655.634	7.183.349
P05	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin, ao sul do empreendimento	655.909	7.183.024
P06	Rio Timbutuva, ao norte do empreendimento	656.038	7.183.562
P07	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, a leste do empreendimento	656.917	7.183.797
P08	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a Rua Mato Grosso, ao norte do empreendimento	656.468	7.184.108
P09	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a Rua Marcos Rigoni, a leste do empreendimento	656.991	7.183.011



Mapa 1. Localização dos pontos de amostragem da água superficial.



Mapa 2. Hidrografia e elementos do Projeto Urbanístico dos Residenciais Sul e Norte.

5.2 Procedimentos de coleta e análise

Com o objetivo de caracterizar a qualidade das águas superficiais foi realizada a avaliação de uma série de parâmetros, incluindo análises físico-químicas, bacteriológicas, metais, compostos orgânicos e ensaio ecotoxicológico, tendo como base a Resolução CONAMA 357/05. Na **Tabela 3** consta a listagem dos parâmetros analisados, com a respectiva unidade, os limites de quantificação e a metodologia analítica adotada.

Tabela 3. Parâmetros analisados para o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos na Fazenda Timbutuva.

Parâmetros	Unidades	LQ/ Faixa	Metodologia
Físico- Químicos			
Alcalinidade total	mg/L	5	SMWW, 23ª Edição, 2017- Método 2320 B
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	2,2 a 5,8	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 5210 B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	5 e 40	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 5220 D
Dureza	mg/L	5	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 2340 B
Fósforo Total	mg/L	0,01	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992 /
Nitrato	mg/L	0,1	SMWW, 24ª Edição, 2023 - Método 4500 NO3 F / ISO 13395: 1996
Nitrito	mg/L	0,01	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500 NO2- B
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	ISO 11732: 2005
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	0,4	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 4500 Norg - C, NH3 E
Nitrogênio Total	mg/L	0,5	POP PA 005
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500O G
% Saturação de OD	%	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500O G
pH*	-	2 a 13	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500H+ B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5 e 20	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 C e E
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5 e 20	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 C e E
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5 e 20	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 C e E
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5 e 25	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 D e E
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5 e 25	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 D e E
Sólidos Totais	mg/L	10 e 20	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 B e E
Temperatura da Água*	°C	1 a 50	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2550 B
Turbidez*	UNT	0,1	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2130 B
Bacteriológicos			
Coliformes Termotolerantes (<i>E. coli</i>)	NMP/10 0ml	10	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B

Parâmetros	Unidades	LQ/ Faixa	Metodologia
Coliformes Totais	NMP/10 0ml	10	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B
Metais			
Cádmio Total	mg/L	0,005	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Chumbo Total	mg/L	0,005	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Cobre Total	mg/L	0,0002 5	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Cromo Total	mg/L	0,0005	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Mercúrio Total	mg/L	0,0001	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Níquel Total	mg/L	0,001	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Zinco Total	mg/L	0,001	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Compostos Orgânicos			
Surfactantes	mg/L	0,2	POP PA 023
Fenóis totais	mg/L	0,001	ISO 14402: 1999
Ecotoxicidade			
Toxicidade aguda com <i>D. magna</i>	%	-	ANBT NBR 12713:2022

As coletas de água foram realizadas pela empresa Bioagri Ambiental Ltda., também responsável pelas análises laboratoriais. A Bioagri Ambiental é empresa acreditada segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, pela Coordenação Geral de Acreditação – CGCRE do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. No **Anexo I** consta o certificado de acreditação deste laboratório.

Previamente à tomada de amostras, foram anotadas em cada ponto de coleta as seguintes informações sobre o corpo d'água avaliado e as condições predominantes do entorno, visando dar subsídios à interpretação dos resultados analíticos: identificação do ponto, localização geográfica com GPS, data e hora de coleta, condição predominante do tempo durante a coleta, ocorrência de chuva nas últimas 24 horas e estágio de preservação da mata ciliar, além do registro fotográfico.

Os trabalhos de campo incluíram ainda medições diretas para determinação das seguintes variáveis: temperatura do ar, temperatura da água, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido – OD. Os equipamentos utilizados em campo foram devidamente calibrados em laboratório da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e verificados com padrões rastreáveis de forma a garantir a precisão e a exatidão dos dados obtidos.

A coleta de água foi realizada com base nos métodos propostos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - SMEWW (APHA *et al.*, 2017). Em cada ponto amostral, foi coletada uma amostra na superfície, que foi posteriormente transferida para frascos específicos para cada tipo de análise. As amostras foram acondicionadas e mantidas refrigeradas durante o transporte até o laboratório da empresa Bioagri Ambiental Ltda, sendo respeitados os prazos de análise (holding time) para a realização dos ensaios. Nas **Figura 1** a **Figura 4** são ilustrados alguns dos procedimentos de campo. No **Anexo II** constam os relatórios de ensaio e as cadeias de custódia.



Figura 1. Medição de parâmetros in situ.



Figura 2. Coleta de água.



Figura 3. Coleta de água.



Figura 4. Acondicionamento de amostras de água.

5.3 Análise dos resultados

Para avaliação dos resultados obtidos nos pontos monitorados, os dados foram consolidados em gráficos de barras, comparando-se aos valores determinados pela Resolução CONAMA 357/05. Conforme citado, segundo a Portaria SUREHMA nº020/92, os cursos d'água monitorados pertencem à classe 2, sendo o comparativo efetuado com base no Art. 15º desta Resolução.

Nas representações gráficas, a linha vermelha indica o VMP - Valor Máximo Permitido de acordo com essa legislação e a ausência de barras aponta valores abaixo do respectivo Limite de Quantificação do Método Analítico (LQ). Para o oxigênio dissolvido (OD) e o pH, as

barras indicam o valor mínimo e a faixa limite permitidos pela referida Resolução, respectivamente.

Conforme citado, os resultados da campanha de dezembro/2023 foram comparados aos obtidos nas duas campanhas anteriores deste programa de monitoramento (dezembro/2022 e junho/2023) e da etapa do EIA/RIMA do empreendimento (maio/2016).

Na avaliação dos dados utilizou-se também o Índice de Qualidade da Água – IQA, que pondera os resultados de nove parâmetros considerados de maior relevância para a qualidade da água: temperatura da amostra, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. Os valores de IQA apontam o grau de poluição orgânica no ambiente aquático gerado principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos no ambiente sem o adequado tratamento. Os resultados desse indicador oscilam entre 0 e 100, sendo expressos em cinco categorias: Ótimo ($91 < \text{IQA} \leq 100$), Bom ($71 < \text{IQA} \leq 90$), Regular ($51 < \text{IQA} \leq 70$), Ruim ($26 < \text{IQA} \leq 50$) e Péssimo ($\text{IQA} \leq 25$).

Adicionalmente o Plano Básico Ambiental- PBA propôs a aplicação da Avaliação Integrada da Qualidade da Água- AIQA, que compreende o cálculo baseado no método de Programação por Compromissos – MPC (UNESCO, 1987 apud IAP, 2005). Neste método, as classes de qualidade são estabelecidas por critérios da Resolução CONAMA 357/05 e são identificadas soluções que estão mais próximas à ideal (limites máximos estabelecidos pela normativa federal em questão para as classes de enquadramento dos corpos hídricos) mediante o uso de uma medida de proximidade. Contudo, esse indicador só foi aplicado aos dados do EIA e levando em conta que os dados mais recentes do monitoramento da qualidade das águas dos rios do estado do Paraná, conduzido pelo IAT, abordaram apenas o IQA optou-se no presente relatório por incluir apenas este indicador.

6. RESULTADOS

Na sequência, é apresentada a caracterização dos pontos monitorados nos trechos avaliados e os resultados das análises de qualidade das águas. As observações de campo constam na **Tabela 4**, com base nos registros obtidos em dezembro/2023.

Na data da coleta, o tempo se manteve predominantemente nublado, com registro de precipitações nas 24 horas anteriores à coleta. A temperatura do ar oscilou entre 22,4°C e 30,2°C, enquanto a temperatura da água esteve entre 18,8°C e 23,3°C. No geral, essas diferenças se associam ao horário da coleta e ao grau de sombreamento do corpo hídrico.

Tabela 4. Registros de campo – dezembro/2023.

Registros de Campo	Rio Timbutuva				Afluentes do rio Timbutuva				
	P03	P06	P01	P02	P04	P05	P07	P08	P09
Data da Coleta	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23	08/12/23
Hora da Coleta	08:24	11:40	09:05	08:49	12:00	12:40	09:40	10:10	13:25
Condição do Tempo Durante a Coleta	Bom	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Chuva nas Últimas 24 h	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mata Ciliar	Parcialmente preservada					Preservada	Alterada	Parcialmente preservada	Preservada
Temperatura do ar (°C)	22,4°C	29,8°C	28,5°C	28,7°C	28,6°C	29,1°C	29,1°C	28,0°C	30,2°C
Temperatura da água (°C)	22,0	22,5	20,3	20,1	23,3	23,3	19,5	18,8	19,9

– **Ponto 01: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva**

Ponto situado em um afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, localizado ao sul do empreendimento, próximo à rua Salvador Cavalin (**Figura 5 e Figura 6**). No entorno deste curso d'água se encontram fragmentos florestais e a jusante foram realizadas atividades de obra, incluindo supressão e raspagem do solo. Durante a realização da campanha de dezembro/2023, foi observada mata ciliar parcialmente preservada, uma pequena lâmina d'água e presença de detritos vegetais no leito, além da formação de espumas.



Figura 5. Ponto P01: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.



Figura 6. Ponto P01: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, evidenciando espumas no leito.

– **Ponto 02: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva**

Trata-se de um ponto situado em um afluente de pequeno porte da margem esquerda do rio Timbutuva, com características semelhantes ao P01, estando também ao sul do empreendimento, próximo à divisa com a rua Salvador Cavalin (**Figura 7 e Figura 8**). A jusante deste ponto foram realizadas atividades de supressão de vegetação e terraplanagem. A mata ciliar no entorno encontra-se parcialmente preservada.



Figura 7. Ponto P02: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.



Figura 8. Ponto P02: Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.

– **Ponto 03: rio Timbutuva**

Ponto localizado no rio Timbutuva, a jusante da fazenda Timbutuva, à altura da rua Domingos Puppi (estrada Rio Verde), a oeste do empreendimento (**Figura 9** e **Figura 10**). No entorno deste ponto, se encontram fragmentos florestais, áreas de pastagem e o canteiro de obras do empreendimento. A mata ciliar encontra-se parcialmente preservada.



Figura 9. Ponto P03: Vista do rio Timbutuva.



Figura 10. Ponto P03: Vista do rio Timbutuva.

– **Ponto 04: afluyente do rio Timbutuva**

Trata-se de um ponto situado em um afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, ao norte do empreendimento (**Figura 11 e Figura 12**). Este ponto recebe influência direta das obras de uma das travessias de drenagem, devidamente licenciada ambientalmente (LI nº 270071) uma vez que corresponde a um local que será uma via pública.

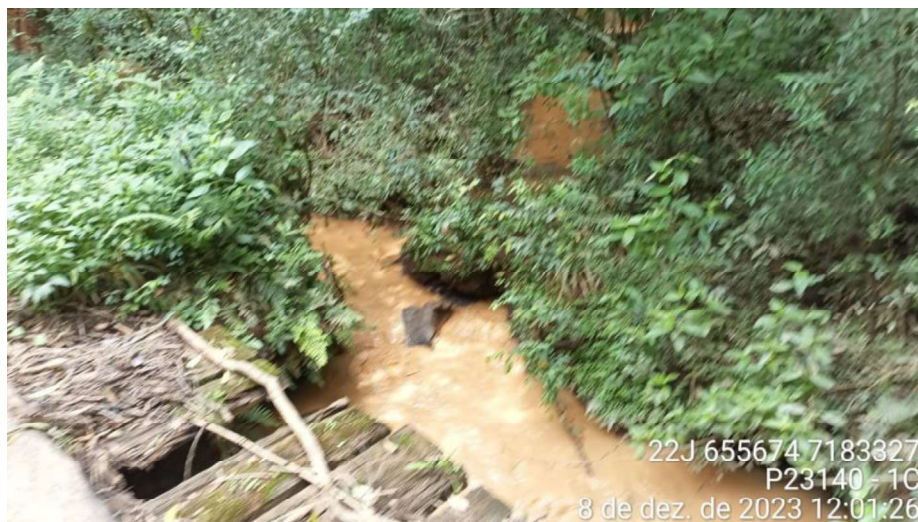


Figura 11. Ponto P04: Afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva.

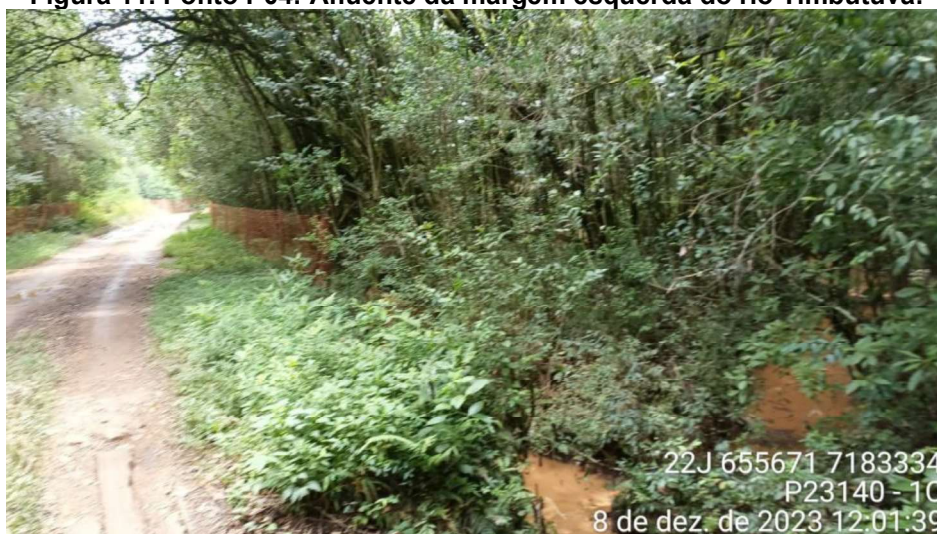


Figura 12. Ponto P04: Afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva.

– **Ponto 05: afluyente do rio Timbutuva**

Ponto situado em afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin, ao sul do empreendimento (**Figura 13**). No entorno imediato se observa adensamento florestal, sendo a mata ciliar preservada. Cerca de 150 metros deste ponto são realizadas obras de terraplanagem para a implantação do empreendimento (**Figura 14**).



Figura 13. Ponto P05: Afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva.



Figura 14. Ponto P05: obras de terraplanagem realizadas cerca de 150 metros do ponto P05.

– **Ponto 06: rio Timbutuva**

Esse ponto está posicionado no rio Timbutuva, no limite da fazenda Timbutuva, ao norte do empreendimento. No entorno, a mata ciliar encontra-se parcialmente preservada. (Figura 15 e Figura 16).



Figura 15. Ponto P06: rio Timbutuva.



Figura 16. Ponto P06: Vista do entorno do rio Timbutuva.

– **Ponto 07: afluente do rio Timbutuva**

Ponto situado em afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, ao lado da futura via pública que conectará o empreendimento com as vias do entorno (**Figura 17 e Figura 18**). Trata-se de uma drenagem de pequeno porte, que nas campanhas anteriores deste programa de monitoramento (dezembro/2022 e junho/2023) estava seca, não sendo possível amostrar. Neste local, a mata ciliar encontra-se alterada e foi observada a presença de detritos vegetais no entorno e no leito deste afluente.



Figura 17. Ponto P07: afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, evidenciando uma pequena lâmina d'água.



Figura 18. Ponto P07: afluente da margem esquerda do rio Timbutuva: presença de detritos vegetais no entorno e no leito do curso d'água.

– **Ponto 08: afluente do rio Timbutuva**

Ponto situado em afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, ao norte do empreendimento (**Figura 19** e **Figura 20**). Nas proximidades deste ponto se encontram chácaras rurais. No entorno deste ponto foram observados focos de erosão e aporte de sedimentos em função do rompimento da barreira de geotêxtil, cabendo destacar que posteriormente a amostragem de dezembro/2023 foram reforçadas as mantas geotêxteis e conformados os pontos de erosão.



Figura 19. Ponto P08: afluente da margem esquerda do rio Timbutuva,



Figura 20. Ponto P08: focos de erosão no entorno do ponto P08.

– **Ponto 09: afluyente do rio Timbutuva**

Este ponto está localizado em afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Marcos Rigoni, a leste do empreendimento, a montante de um lago. A mata ciliar encontra-se preservada. Na campanha inicial (dezembro/2022) não foi registrado o curso natural do curso hídrico, impossibilitando a coleta, porém, na campanha 1 (junho/2023), o fluxo de água existente permitiu a amostragem, assim como em dezembro/23.



Figura 21. Ponto P09: afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva.

Na

Tabela 5 são descritos os resultados das análises de laboratório e das medições em campo dos parâmetros de qualidade das águas obtidos em dezembro/2023. No **Anexo III** constam os dados das campanhas pretéritas. Conforme citado, os dados foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) que constam da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces classe 2. Os resultados destacados em vermelho indicam as concentrações de seis parâmetros que não atenderam aos limites estabelecidos por esse dispositivo legal.



Tabela 5 : Resultados da qualidade da água do Programa de Qualidade dos Recursos Hídricos - dezembro/2023.

Parâmetros	Unidade	VMP	Rio Timbutuva		Afluentes do rio Timbutuva						
			P03	P06	P01	P02	P04	P05	P07	P08	P09
Físico-químicos											
Alcalinidade total	mg/L	-	42,1	44,2	22,0	47,9	47,4	41,8	24,7	36,1	48,9
Dureza Total	mg/L	-	39,0	41,4	39,9	21,2	23,7	33,6	21,2	29,5	40,8
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	109	113	121	37	139	87	62	79	104
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	< 2,2	< 2,3	< 2,3	< 2,2	< 5,8	< 2,3	< 2,3	< 2,2	< 2,2
DQO - Demanda Química de Oxigênio	mg/L	-	7,90	7,70	17,00	17,50	157,00	7,20	10,20	9,95	< 5
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,037	0,0409	0,0677	0,0502	0,126	0,041	0,0273	0,0355	0,0201
Nitrato como N	mg/L	10	1,50	0,61	0,48	0,19	1,35	0,41	< 0,1	0,2	0,47
Nitrito como N	mg/L	1	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,5 a 3,7 ⁽¹⁾	< 0,1	< 0,1	0,46	< 0,1	0,47	< 0,1	< 0,1	0,25	< 0,1
Nitrogênio Total	mg/L	2,18 ⁽²⁾	1,96	1,37	1,68	1,14	6,00	1,08	< 0,5	1,38	1,03
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	-	0,43	0,73	1,20	0,95	4,61	0,64	0,46	1,16	0,55
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5,0	5,50	6,30	0,90	2,30	3,80	4,70	0,60	5,40	6,20
% Saturação de OD	%	-	70,0	80,0	10,7	27,4	48,9	60,0	7,6	65,5	72,0
pH	-	6,0 – 9,0	7,6	7,0	6,6	6,7	7,1	7,4	6,0	6,6	7,4
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	-	65	68	84	73	188	62	45	67	72
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	-	22	17	41	18	< 20	23	9	25	17
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	87	85	125	91	192	85	54	92	89
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	-	29	5	15	24	1.555	< 5	< 5	17	7
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	-	5	5	7	17	265	8	< 5	6	< 5
Sólidos Totais	mg/L	-	126	96	136	108	1.972	92	54	88	92
Temperatura da Água	°C	-	22,0	22,5	20,3	20,1	23,3	23,3	19,5	18,8	19,9
Turbidez	UNT	100	39	16	40	50	2.200	15	4,4	33	7
Bacteriológicos											
Coliformes Termotolerantes (<i>E.coli</i>)	NMP/100mL	1.000	422	279	201	259	443	97	318	301	98



Parâmetros	Unidade	VMP	Rio Timbutuva		Afluentes do rio Timbutuva						
			P03	P06	P01	P02	P04	P05	P07	P08	P09
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	8.160	6.130	8.160	8.660	> 24.200	3.080	3.440	9.210	5.170
Metais											
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,0011	< 0,0005	< 0,0005	0,0008	0,0531	< 0,0005	0,0007	0,0006	< 0,0005
Cobre Total	mg/L	-	0,0008	< 0,00025	< 0,00025	0,002	0,01	< 0,00025	0,0007	< 0,00025	< 0,00025
Cromo Total	mg/L	0,05	0,0034	< 0,0005	0,0044	0,0087	0,0384	0,0023	0,001	0,0012	0,005
Mercurio Total	mg/L	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel Total	mg/L	0,025	0,0013	< 0,001	0,0050	0,0054	0,0107	0,0013	0,0019	0,0011	0,0019
Zinco Total	mg/L	0,18	0,00267	< 0,001	< 0,001	0,00232	0,01820	0,00154	0,00221	0,00337	0,00763
Compostos Orgânicos											
Surfactantes	mg/L	0,5	< 0,2	< 0,2	0,58	< 0,2	0,54	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Fenóis totais	mg/L	0,003	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Ecotoxicidade											
Toxicidade aguda com <i>D. magna</i>	-	-	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Não Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico

Legenda: VMP – Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas classe 2. Para oxigênio dissolvido e pH, o VMP corresponde ao valor mínimo e à faixa limite estabelecido pela legislação, respectivamente. (-) Não se aplica. (1) O limite de nitrogênio amoniacal varia conforme o pH (3,7mg/L N para pH ≤ 7,5, 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0, 1,0 mg/L para pH 8,0 < pH ≤ 8,5, e 0,5 mg/L para pH > 8,5). (2) quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

Na sequência, são descritos os resultados das principais variáveis analisadas na rede amostral e nas representações gráficas a linha vermelha indica o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Cabe indicar que não foram elaborados gráficos para os parâmetros cujos resultados são inferiores ao limite de quantificação do método analítico (< LQ), na maioria ou na totalidade dos pontos amostrados. Para os gráficos apresentados, a ausência de barras indica valores inferiores a LQ.

- Parâmetros Físico-Químicos
 - Alcalinidade

A alcalinidade pode ser definida como capacidade de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor definido de pH. Os principais componentes da alcalinidade são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos. A principal fonte de alcalinidade de hidróxidos em águas naturais decorre da descarga de efluentes de indústrias, onde se empregam bases fortes como soda cáustica e cal hidratada (CETESB, 2022). Esse parâmetro não é controlado pela Resolução CONAMA 357/05.

Nos pontos monitorados no rio Timbutuva, o teor de alcalinidade atingiu máximo de 44,2 mg/L (P06), concentração semelhante à reportada nos afluentes, que obtiveram máximo de 48,9 mg/L (P09), em dezembro/2023 (**Gráfico 1**). As concentrações detectadas são da mesma ordem de grandeza das obtidas nas amostragens pretéritas, desde o EIA (maio/2016) até junho/2023, com valores em torno de 44 mg/L na maioria dos pontos (**Gráfico 2**). Segundo a FUNASA (2014) a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 .

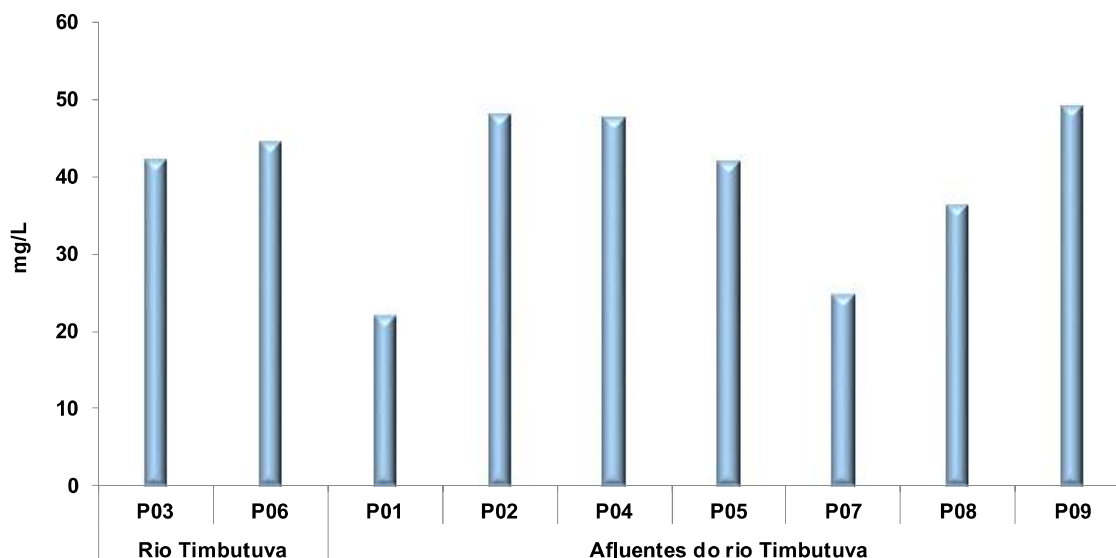


Gráfico 1. Alcalinidade total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

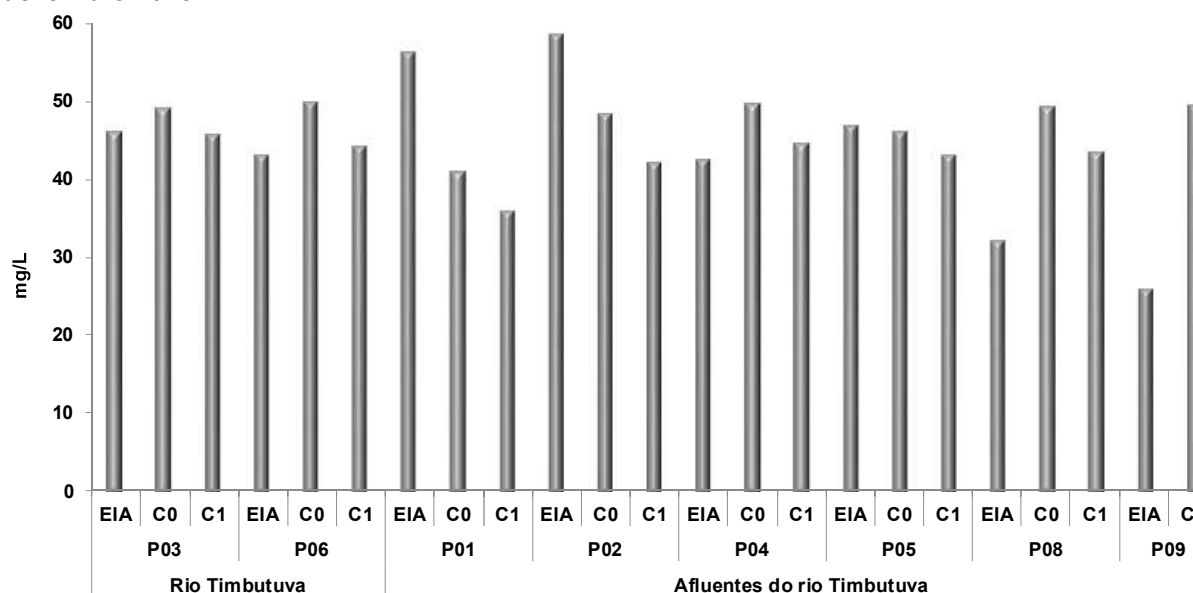


Gráfico 2. Alcalinidade total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

– Dureza

A dureza é causada principalmente pela presença de bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcárea pelo gás carbônico da água) (CETESB, 2022). Esse parâmetro não é controlado pela Resolução CONAMA 357/05.

Na campanha de dezembro/2023, no rio Timbutuva e afluentes, a dureza variou entre 21,2 mg/L (P02) ao máximo de 41,4 mg/L (P06), conforme **Gráfico 3**. Essa variação é compatível com os resultados obtidos nas campanhas anteriores de dezembro/2022 e

junho/2023, quando se obteve o mínimo de 24,9 mg/L e o máximo de 41 mg/L. Esse parâmetro não foi analisado na campanha do EIA e por este motivo não consta no **Gráfico 4**.

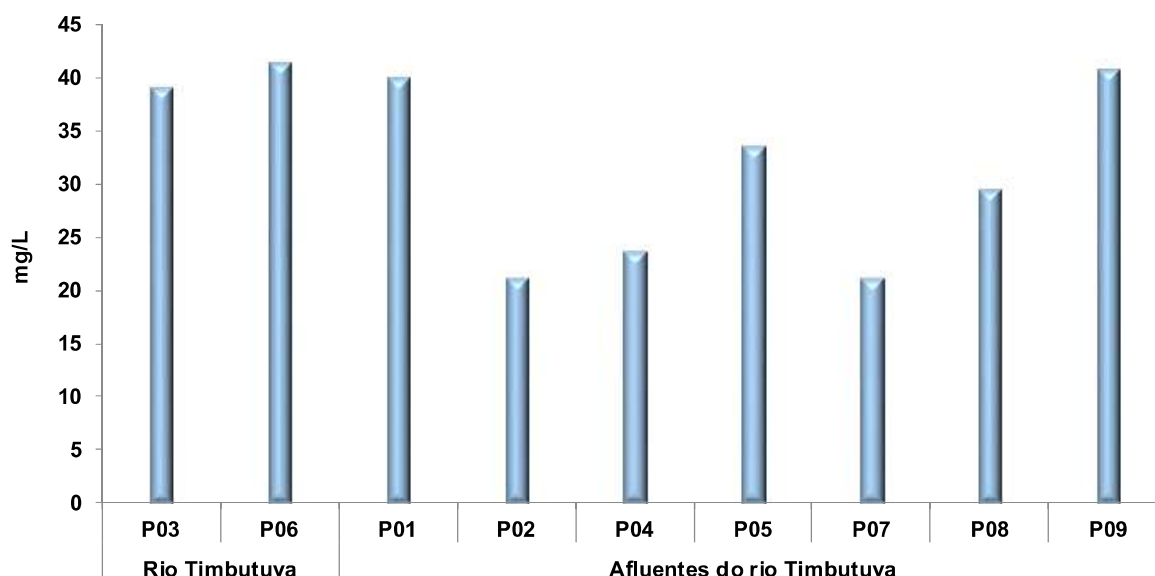


Gráfico 3. Dureza total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

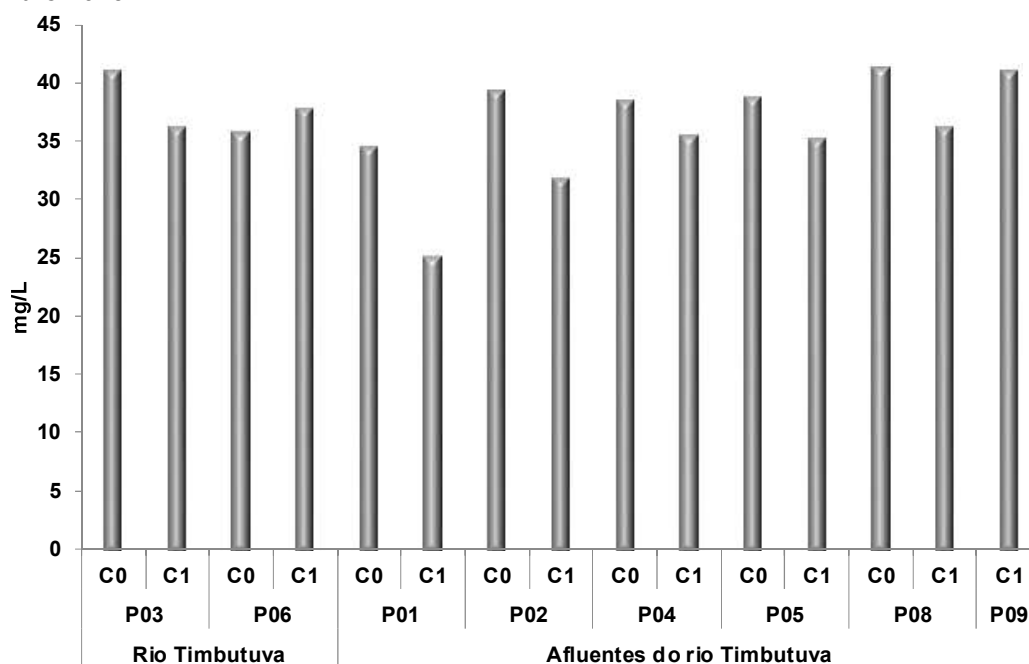


Gráfico 4. Dureza total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 e junho/2023.

- Condutividade elétrica, série de sólidos e turbidez

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade do meio aquático em conduzir corrente elétrica em função da concentração dos íons presentes, como cloretos, sendo influenciada pela temperatura e pH. Segundo Esteves (1998), em rios tropicais, os

valores de condutividade elétrica estão relacionados com as características geoquímicas da bacia de drenagem e também com as variações sazonais. Destaca-se que a Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece limites para essa variável em águas doces classe 2.

Em dezembro/2023, a condutividade no trecho monitorado do rio Timbutuva esteve em torno de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nos afluentes a variação foi elevada, com mínimo de 37 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P02) e máximo de 139 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no P04 (**Gráfico 5**). O maior pico de condutividade verificado à altura do ponto P04 pode ter relação com o fato deste local receber influência direta das obras da travessia de drenagem, que resultam no revolvimento de sólidos. Nas amostragens anteriores deste programa, a condutividade esteve em torno de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, atingindo pico máximo de 139 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em P01, na campanha prévia ao início da obra (**Gráfico 6**). Este parâmetro não foi avaliado no EIA.

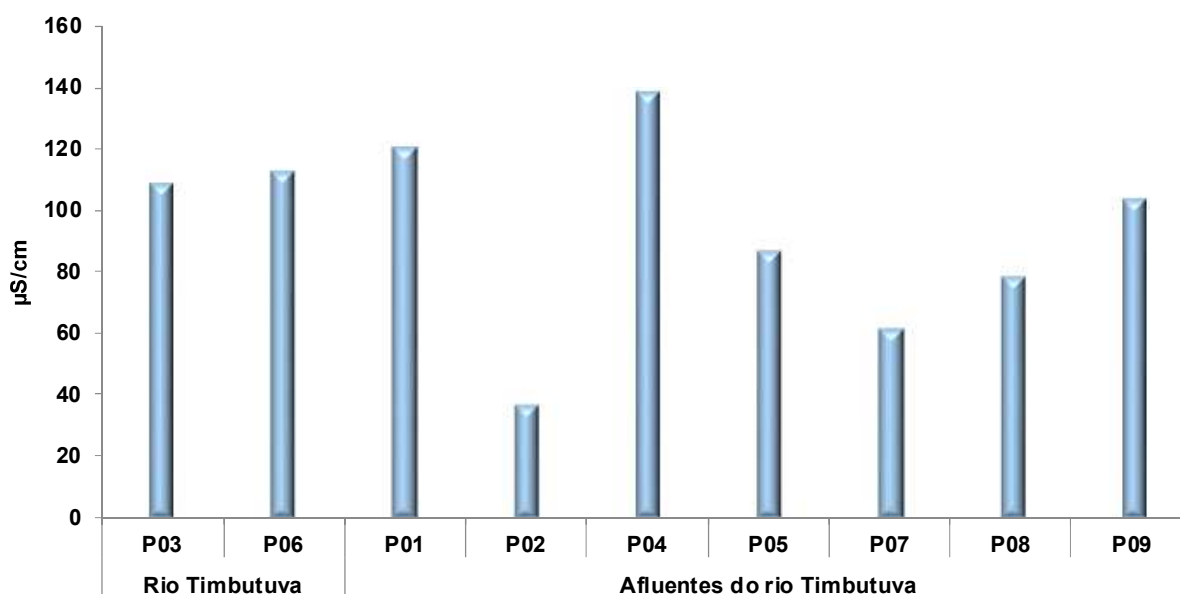


Gráfico 5. Condutividade elétrica nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

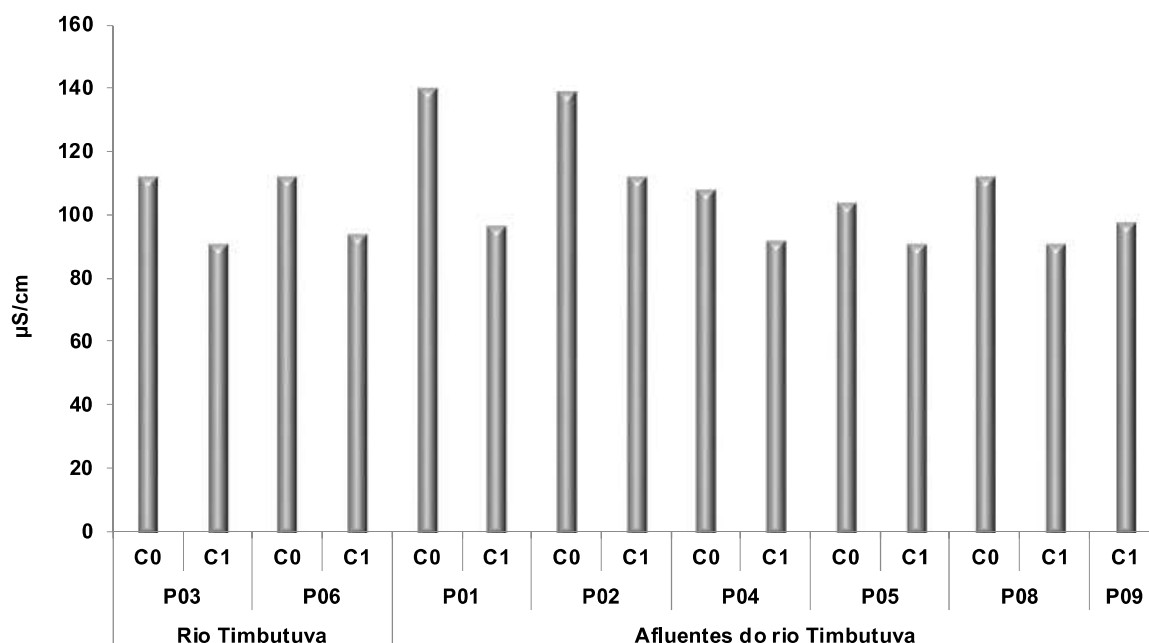


Gráfico 6. Condutividade elétrica nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 e junho/2023.

Nas águas naturais, os sólidos são encontrados em diversas frações. Os sólidos dissolvidos são constituídos por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos entre outros íons, refletindo no resultado de diversos parâmetros, como salinidade, condutividade e pH. A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limite de 500 mg/L para os sólidos dissolvidos totais. As demais parcelas de sólidos monitoradas (dissolvidos fixos, voláteis e suspensos) não são controladas pela legislação.

Em dezembro/2023, as concentrações de sólidos dissolvidos fixos estiveram entre 45 mg/L (P07) e 188 mg/L (P04), enquanto as de sólidos dissolvidos voláteis atingiram o máximo de 41 mg/L (P01) (**Gráfico 7**). Refletindo as variações destas frações, as concentrações de sólidos dissolvidos totais nos trechos monitorados do rio Timbutuva oscilaram entre 65 mg/L (P03) e 68 mg/L (P06), atingindo níveis mais elevados na maioria dos afluentes, sobretudo no ponto P04, com 188 mg/L.

Esses resultados mostram que, apesar das obras de implantação do empreendimento resultarem no revolvimento de sólidos, não houve extrapolção do padrão da Resolução CONAMA 357/05. Nas campanhas pretéritas deste programa todas as concentrações também atenderam ao padrão legal, com registro máximo de 132 mg/L (P01), na campanha prévia ao início das obras (dezembro/2022) (**Gráfico 8**). Esse parâmetro não foi avaliado em maio/2016, na campanha do EIA.

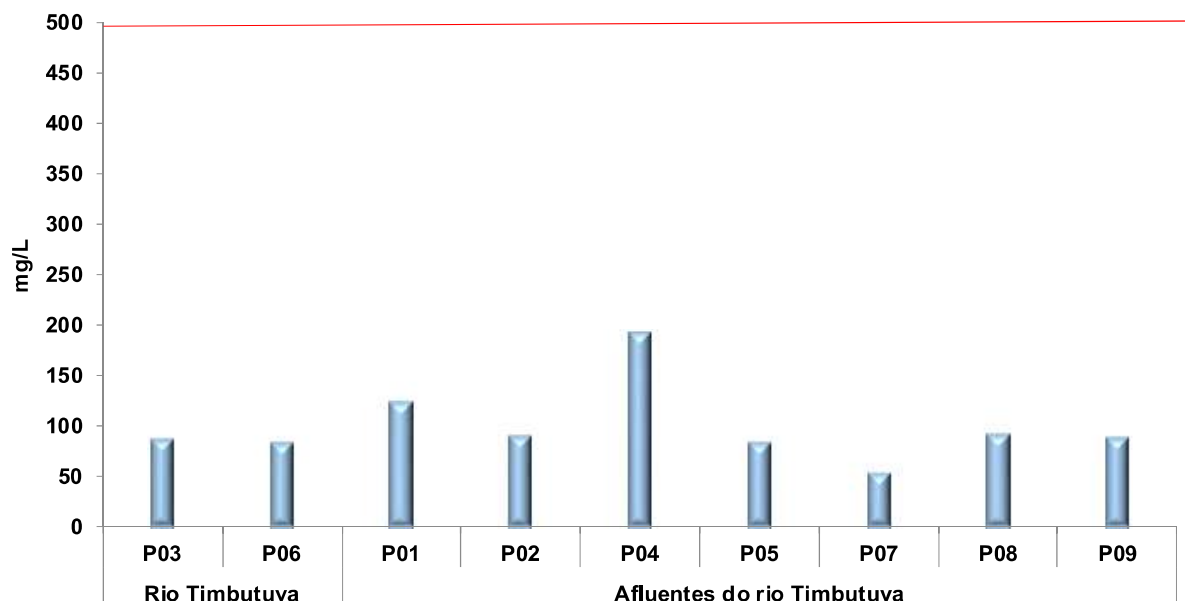
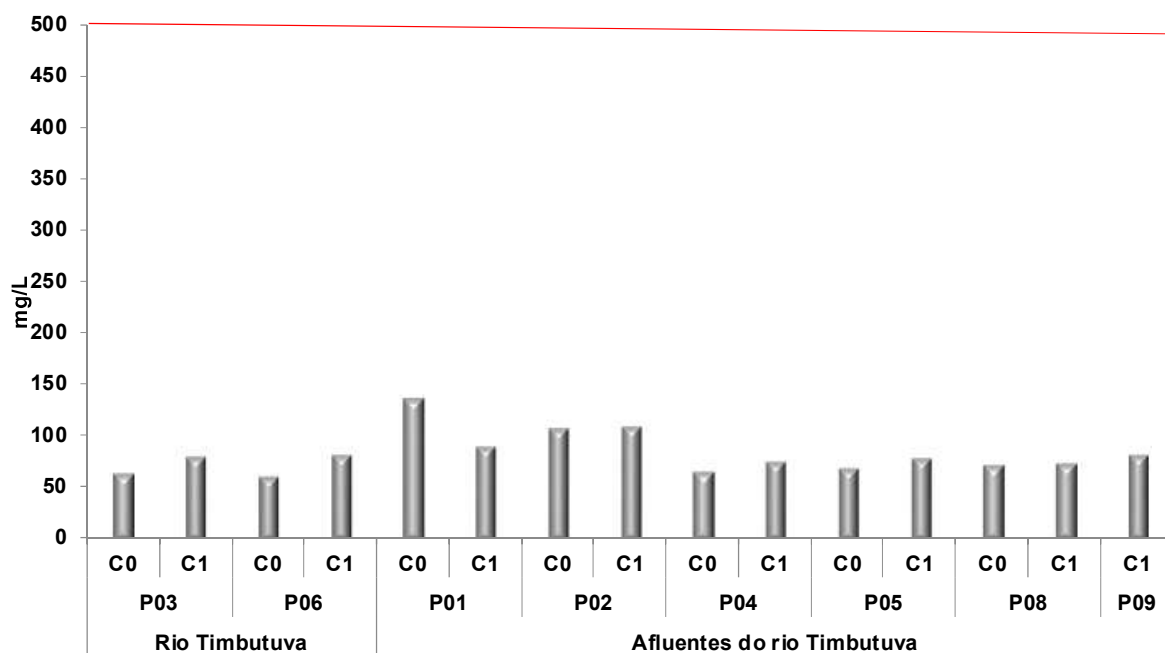


Gráfico 7. Sólidos dissolvidos totais nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 8. Sólidos dissolvidos totais nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 e junho/2023.

Os resultados dos sólidos suspensos fixos, em dezembro/2023, variaram expressivamente entre 5 mg/L (P06) e 1.555 mg/L (P04), assim como os sólidos suspensos voláteis, com mínimo de 5 mg/L (P06) e máximo de 265 mg/L (P04).

A análise dos níveis de sólidos totais, que compreende todas as parcelas citadas, mostrou o maior pico de sólidos no ponto 1.972 mg/L, em P04, refletindo principalmente a

fração de sólidos suspensos fixos (**Gráfico 9**). Conforme citado, este ponto sofre influência direta das obras de uma das travessias de drenagem do empreendimento, devidamente licenciadas (LI nº 270071), as quais tendem a resultar em revolvimento dos solos. Com exceção deste pico verificado no P04, os demais valores obtidos em dezembro/2023 foram de magnitude semelhante ao observado em campanhas pretéritas, desde o EIA (maio/2016) a junho/2023 (**Gráfico 10**).

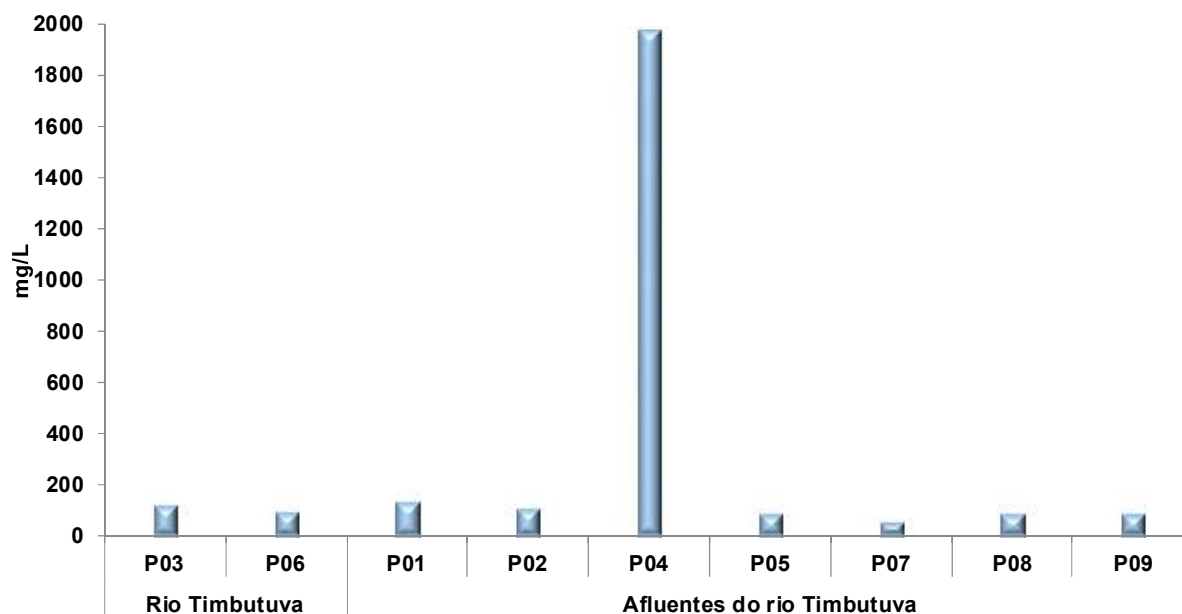


Gráfico 9.Sólidos totais nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

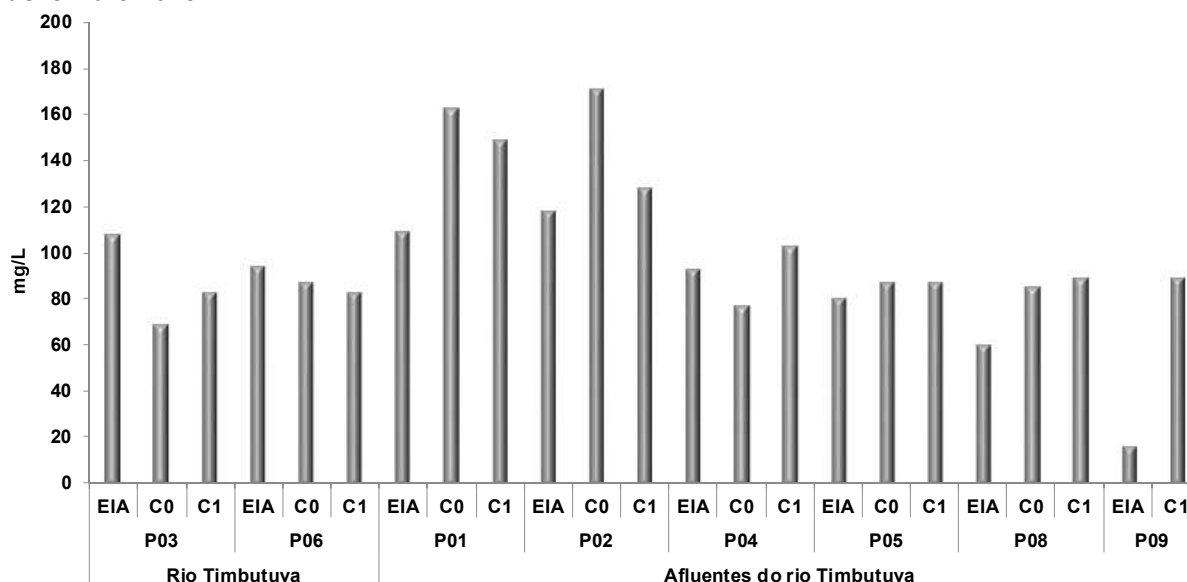


Gráfico 10. Sólidos totais nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

A turbidez da água é a medida da sua capacidade de dispersar luz em função das partículas em suspensão (silte, argila, microrganismos). Valores elevados de turbidez geralmente indicam contribuição de sólidos a partir da área de drenagem e geralmente interferem na atividade fotossintética de um corpo d'água. Quando sedimentadas, as partículas podem formar bancos de lodo que propiciam a digestão anaeróbia, levando à formação de gases. A Resolução CONAMA nº 357/05 determina o máximo de 100 UNT para águas doces classe 2.

Nos trechos monitorados do rio Timbutuva, em dezembro/2023, os níveis de turbidez foram baixos e atenderam ao padrão da legislação, assim como na maioria dos afluentes amostrados, com exceção de um pico elevado detectado no P04, com 2.200 UNT (**Gráfico 11**). Nas amostragens anteriores, desde maio/2016 a junho/2023, a turbidez também se manteve em conformidade com a legislação, com o registro de uma única extrapolação no ponto P01, em junho/2023 (**Gráfico 12**).

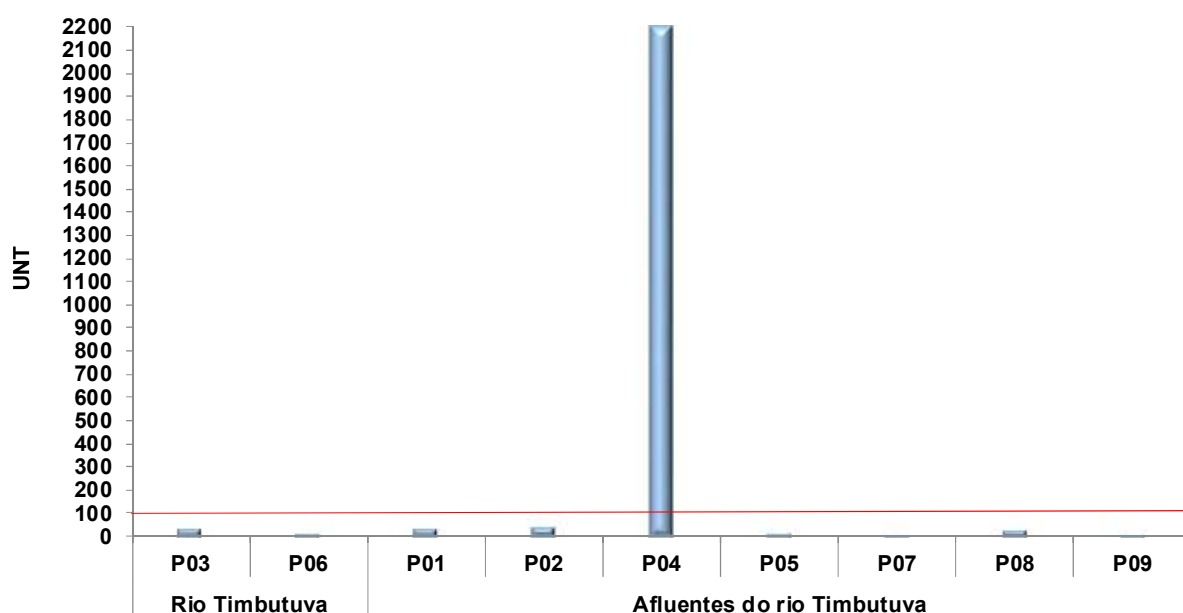
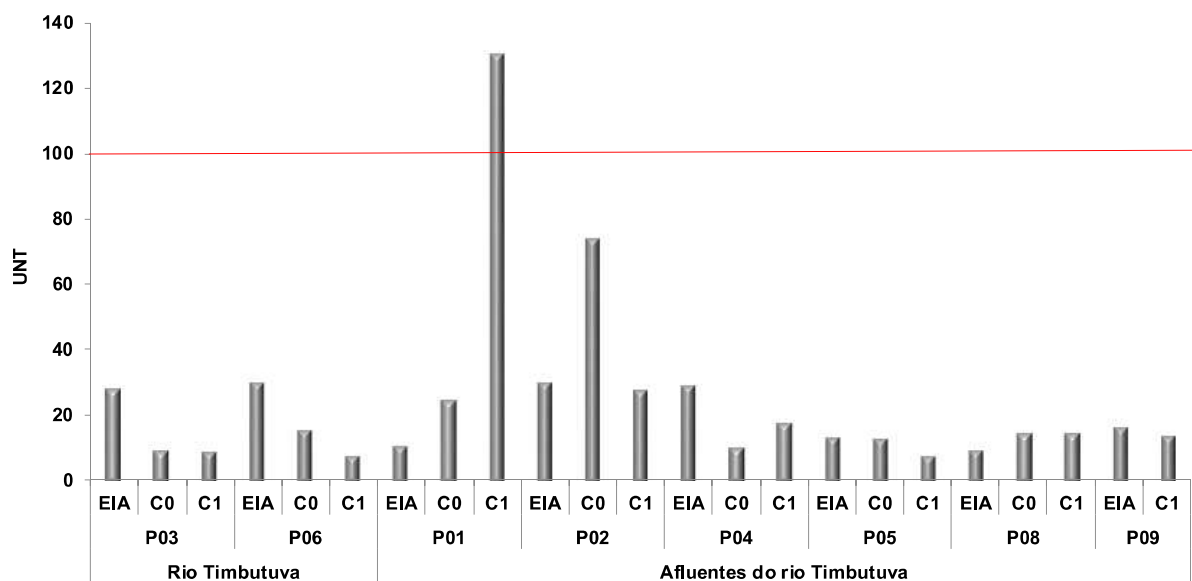


Gráfico 11. Turbidez nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 12. Turbidez nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Demanda Química de Oxigênio – DQO e Oxigênio dissolvido

A DBO de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia. A Resolução CONAMA nº 357/05 determina, para águas doces classe 2, o valor máximo de 5 mg/L de DBO. A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico. A Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece padrão para DQO.

Na campanha de dezembro/2023, as concentrações de DBO estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico no conjunto de pontos (**Tabela 5**). A DQO variou entre 7,2 mg/L e 157 mg/L (P04) (**Gráfico 13**). Nas amostragens anteriores, este parâmetro oscilou entre valor abaixo do limite de quantificação (< 5 mg/L) ao máximo de 68,1 mg/L (P01), na campanha prévia à implantação (dezembro/2022), conforme **Gráfico 14**.

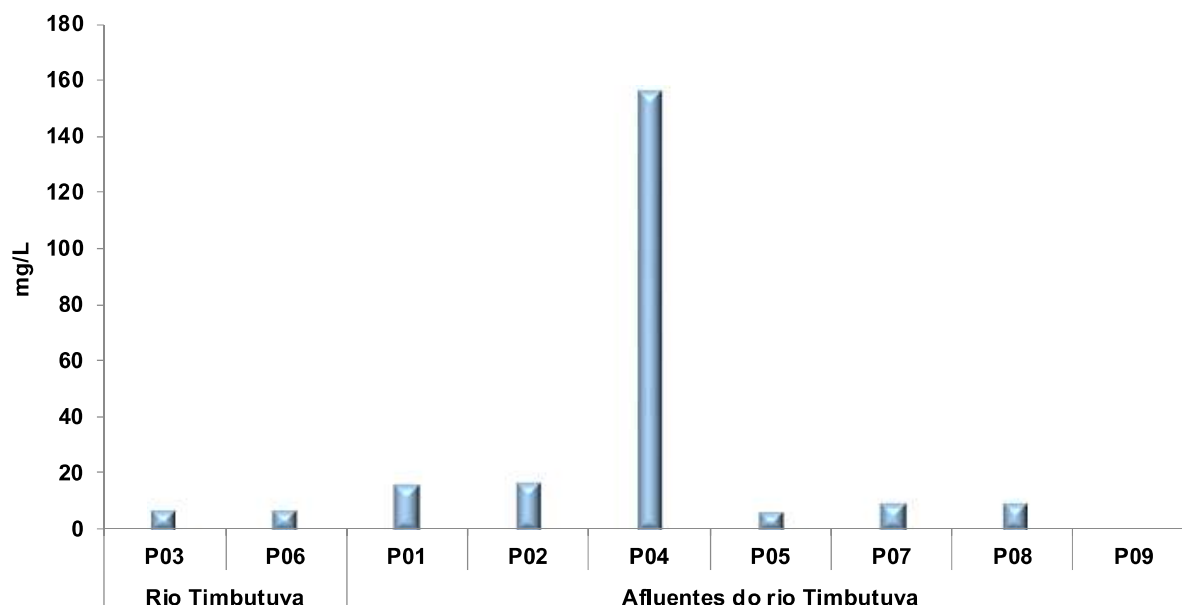


Gráfico 13. DQO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

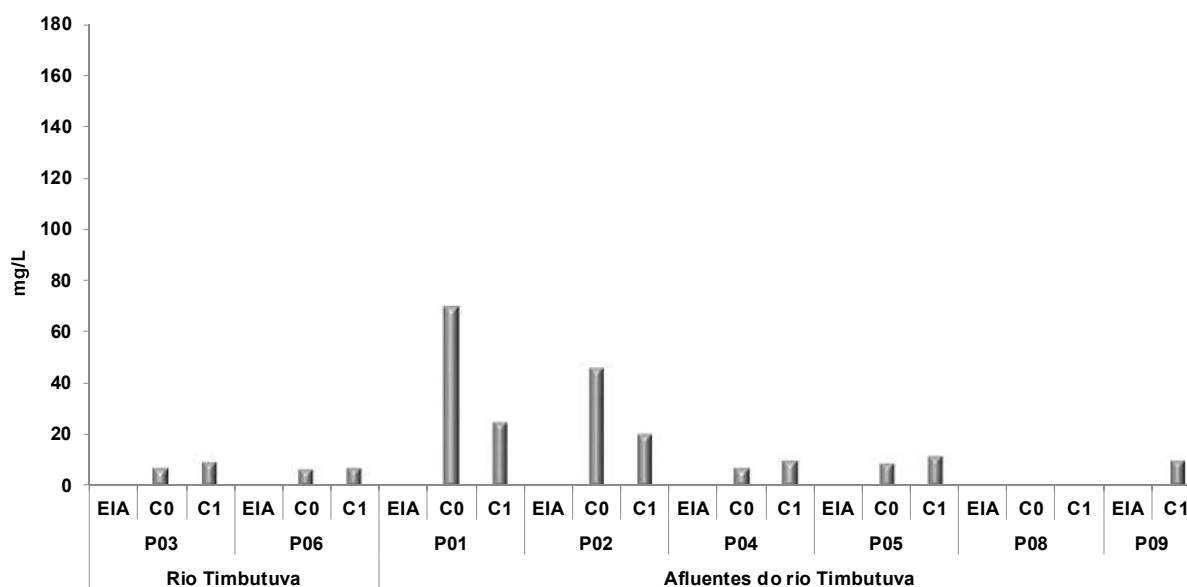


Gráfico 14. DQO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

O oxigênio dissolvido - OD assume grande importância no corpo d'água, pois dele depende a sobrevivência de seres aeróbios. Sua ausência ou restrição conduz à redução da diversidade biológica, passando a prevalecer condições anaeróbicas e a formação de ambiente redutor, o que torna os metais pesados e os compostos de fósforo mais solúveis e biodisponíveis no ambiente. A Resolução CONAMA nº 357/05 estipula que, para águas doces classe 2, o oxigênio dissolvido seja, no mínimo, igual a 5 mg/L, concentração considerada adequada para a sobrevivência e desenvolvimento dos organismos aquáticos aeróbios.

Os níveis de oxigênio dissolvido no rio Timbutuva atenderam ao padrão definido para águas doces classe 2, com máximo de 6,30 mg/L (P06). As características naturais deste rio Timbutuva promovem turbulência das águas, favorecendo sua oxigenação. Contudo, na maioria dos afluentes monitorados foram detectados baixos níveis de OD, com mínimo de 0,6 mg/L (P07) e máximo de 6,20 mg/L (P09) (**Gráfico 15**). Nas amostragens anteriores, nota-se que os teores de oxigênio dissolvido foram superiores a 6 mg/L, na maioria dos pontos e campanhas, com declínio pontual nos pontos P01 e P02, nas campanhas prévia à implantação (dezembro/2022) e de junho/2023 (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 16).

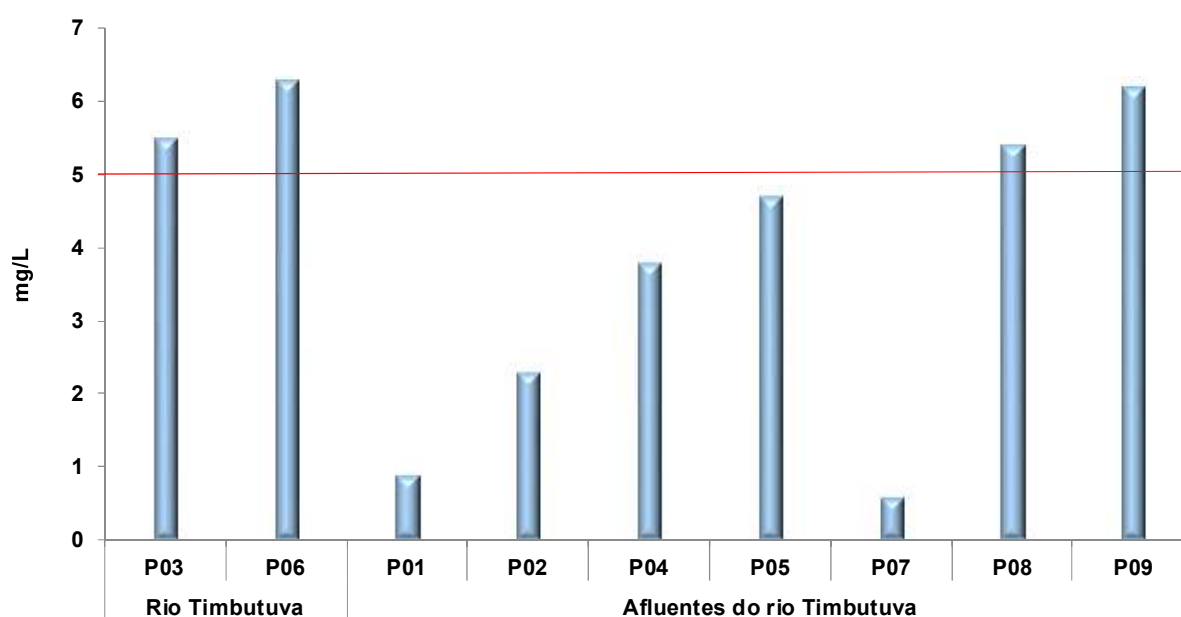
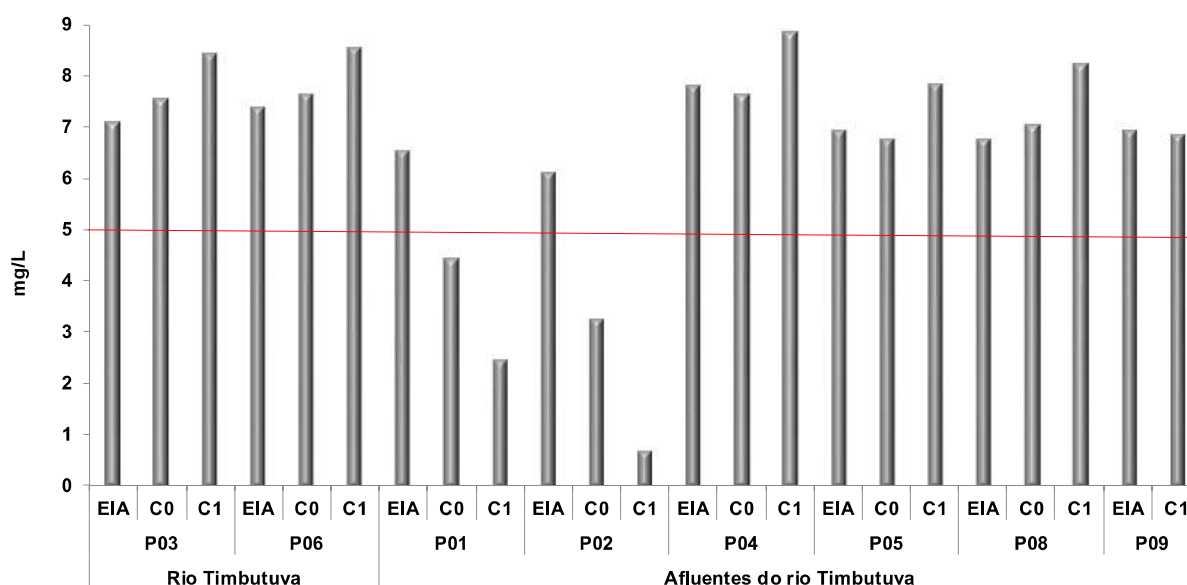


Gráfico 15. Oxigênio dissolvido nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 16. Orogênio dissolvido superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

– Fósforo Total e Série Nitrogenada

As fontes de fósforo nas águas nas áreas urbanas estão associadas principalmente à introdução de esgotos domésticos e industriais, enquanto nas zonas rurais prevalecem as fontes difusas, associadas aos dejetos de bovinos, de aves, além de fertilizantes agrícolas. A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece o limite de fósforo total de 0,1 mg/L (ambientes lóticos).

Nos trechos monitorados do rio Timbutuva, as concentrações de fósforo total permaneceram em conformidade com o padrão da legislação, com máximo de 0,0409 mg/L (P06). Nos afluentes, a variação ficou entre 0,0201 mg/L (P09) e 0,126 mg/L (P04), sendo P04 o único ponto que ultrapassou a legislação (**Gráfico 17**). Nas amostragens pretéritas, os níveis de fósforo total também atenderam ao padrão da legislação, com mínimo de 0,010 mg/L (P09, maio/2016) e máximo de 0,0994 mg/L (P01, em junho/2023), conforme **Legenda**: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 18. Considerando que os cursos d'água monitorados se inserem em área rural infere-se que os níveis detectados de fósforo total se relacionam principalmente ao aporte de cargas difusas.

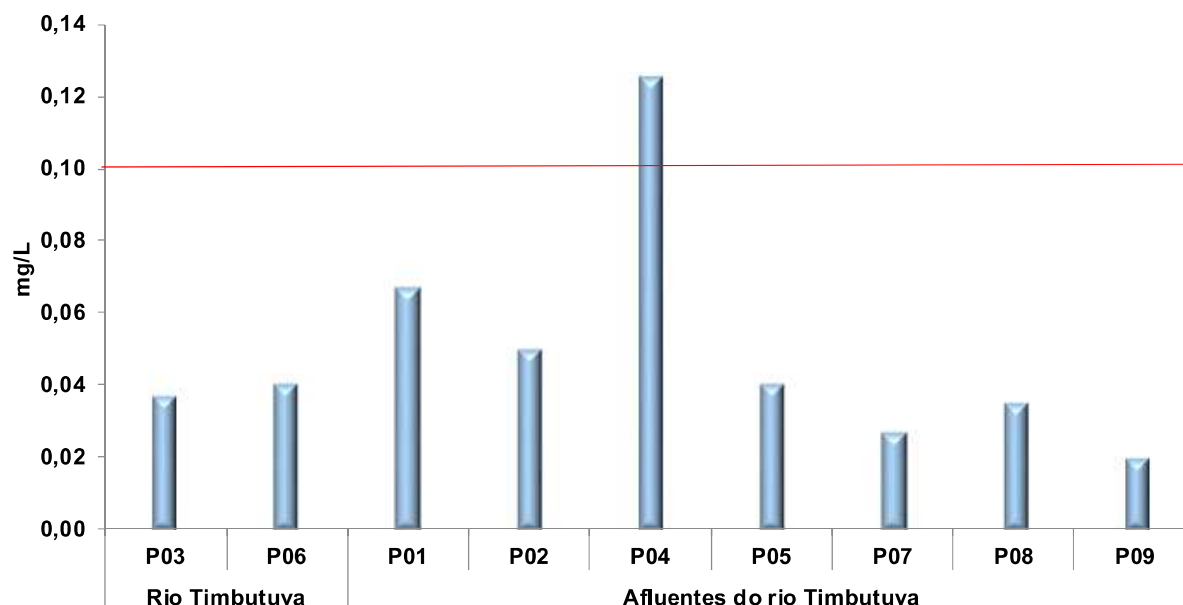
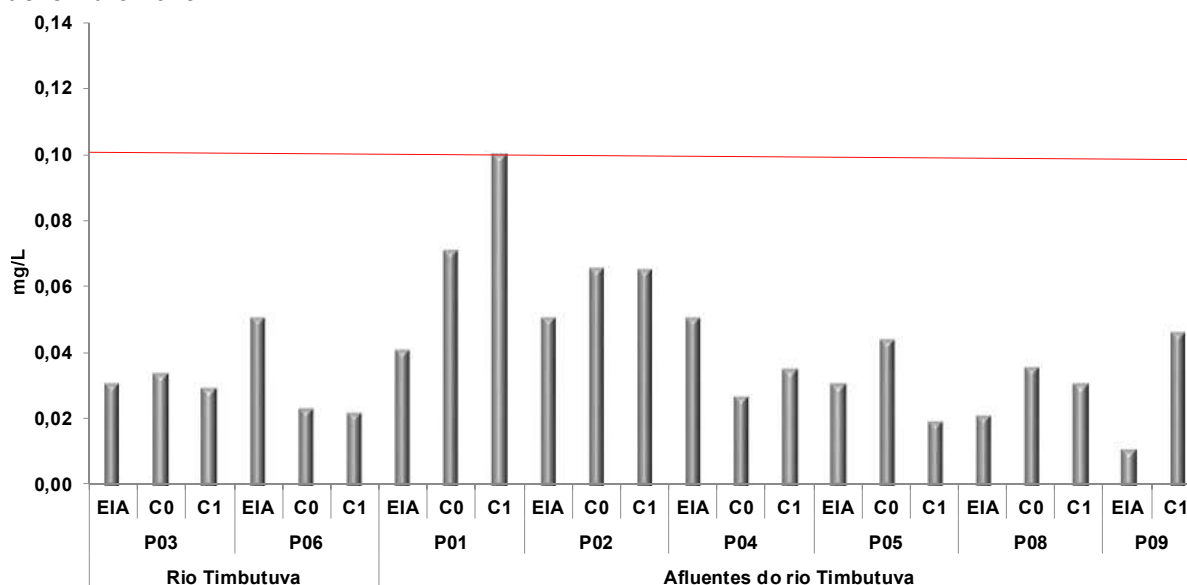


Gráfico 17. Fósforo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 18. Fósforo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

O nitrogênio participa da formação de proteínas no metabolismo dos seres vivos, podendo ser encontrado no meio aquático na forma orgânica (microrganismos, detritos orgânicos) e na forma inorgânica, especialmente amônia, nitrito e nitrato. Os processos de decomposição biológica levam à amonificação do nitrogênio presente nos compostos orgânicos. Em ambientes bem oxigenados, os produtos amoniacais se convertem

rapidamente a nitritos, que são instáveis no ambiente e, em seguida, a nitratos, elementos conservativos facilmente assimilados pelos organismos autótrofos (algas e vegetais em geral).

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico e amoniacal. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como indústrias químicas, frigoríficos e curtumes.

Em águas doces classe 2, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece para nitrato o limite de 10 mg/L. Para nitrito, o valor máximo permissível é de 1 mg/L. Os valores máximos de nitrogênio amoniacal variam, segundo esta legislação, de acordo com o pH do ambiente, sendo: 3,7 mg/L para pH inferior a 7,5; até 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e <8,0; até 1,0 mg/L para pH entre 8,0 e <8,5; e 0,5 mg/L para pH superior a 8,5.

Em dezembro/2023, os níveis de nitrato foram baixos e atenderam ao padrão legal em todos os pontos, sendo o máximo de 1,50 mg/L obtido no ponto P03 (**Gráfico 19**). De forma similar, nas campanhas anteriores também foram detectados baixos teores de nitrato, compatíveis com o padrão legal, com máximo de 2,94 mg/L (P08, maio/2016) (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 20).

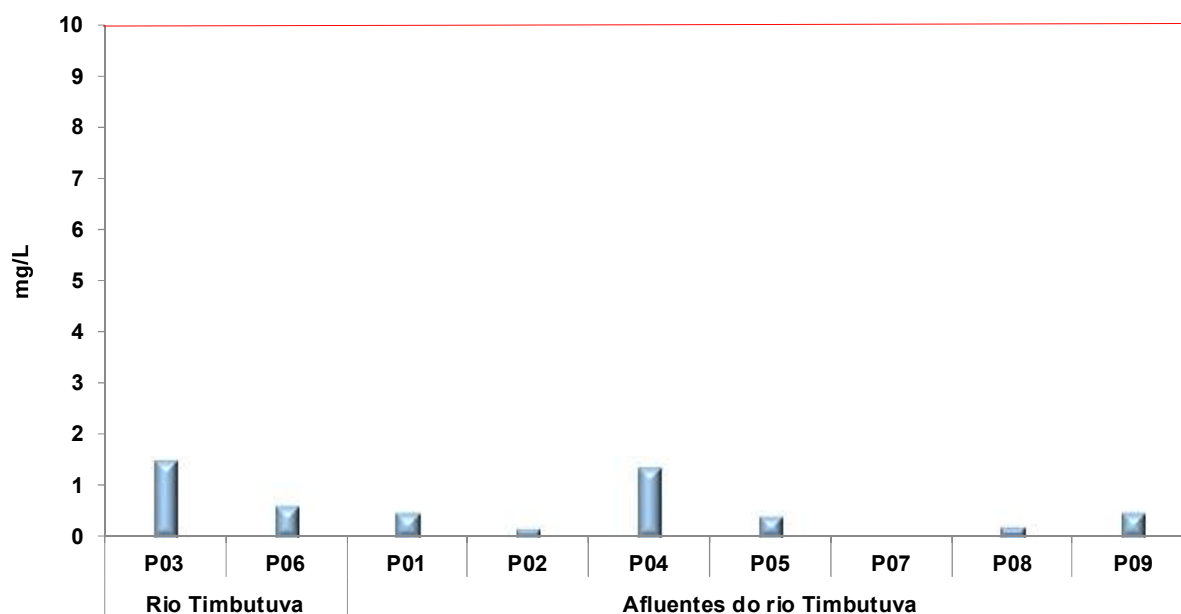
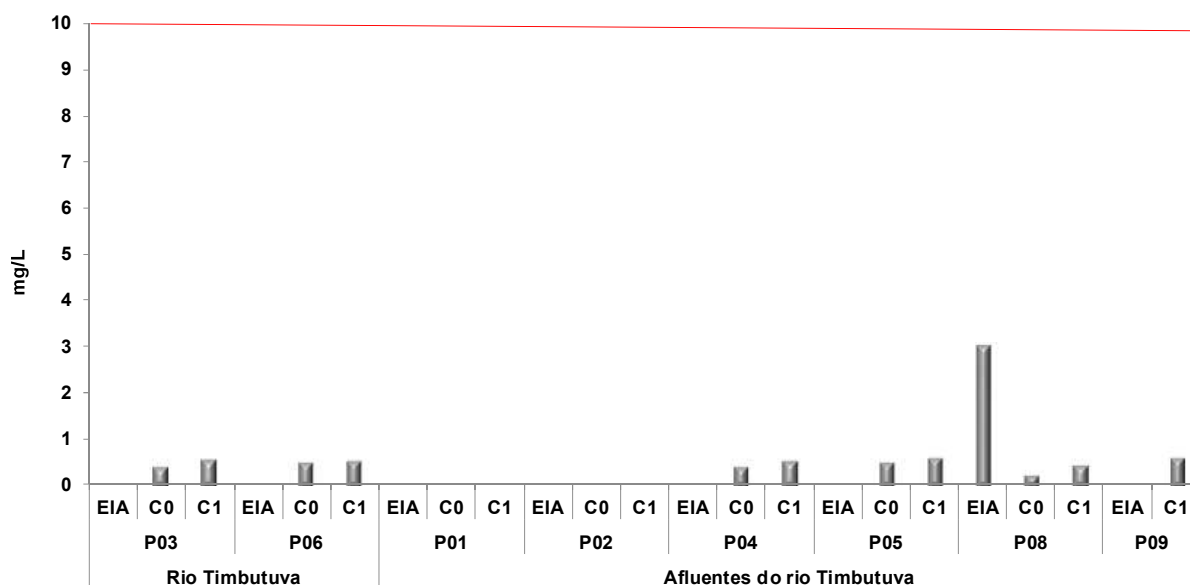


Gráfico 19. Nitrato nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

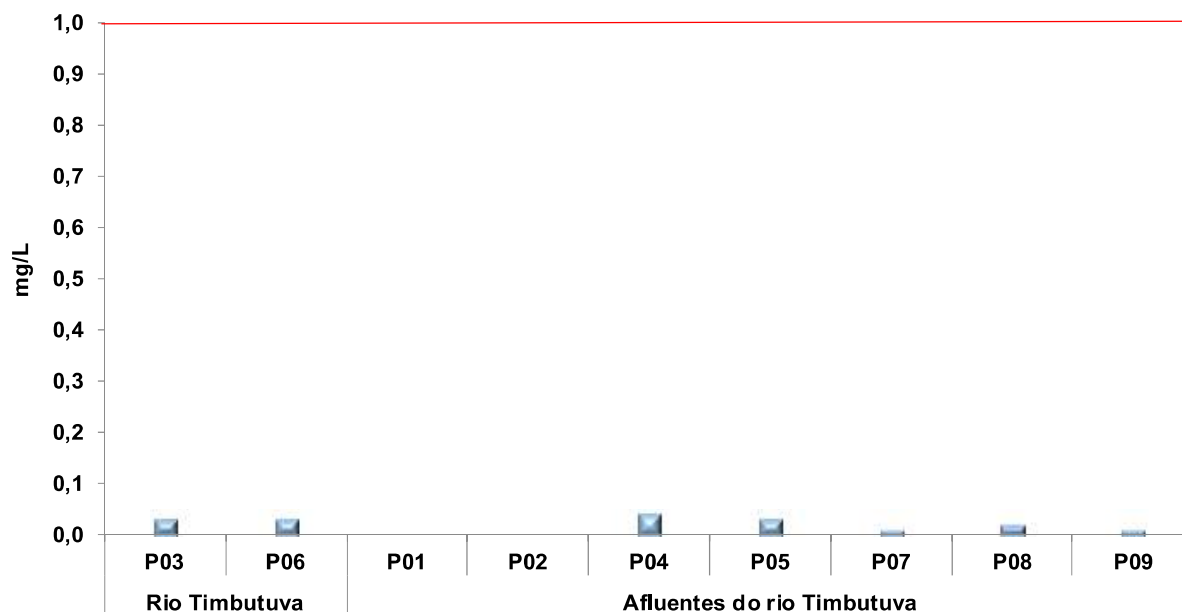


Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 20. Nitrato nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

As concentrações de nitrito atenderam aos critérios da legislação em todos os pontos monitorados na campanha de dezembro/2023, com máximo de 0,04 mg/L (P04) (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 21). Nas amostragens pretéritas, esse composto não atingiu limites quantificáveis na totalidade das campanhas.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 21. Nitrito nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

O nitrogênio amoniacal também se manteve em conformidade com a legislação, não atingindo o limite quantificável ($< 0,1$ mg/L), na maioria dos pontos, exceto em P01, P04 e P08, com máximo de 0,47 mg/L, em P04, conforme

Tabela 5. Uma condição semelhante foi reportada nas campanhas anteriores, desde maio/2016 a junho/2023, quando a maioria dos resultados também esteve abaixo do limite de quantificação. Os resultados apontam que o nitrogênio não é um fator potencial de eutrofização das águas no rio Timbutuva e afluentes.

Em dezembro/2023, o nitrogênio total esteve entre <0,5 mg/L (P07) e 6 mg/L (P04), conforme **Gráfico 22**. Considerando que a Resolução CONAMA 357/05 estabelece o limite de 2,18 mg/L houve ultrapassagem deste limite somente no P04. Nas amostragens pretéritas deste programa os resultados acompanharam essa mesma tendência, com concentrações abaixo do limite de quantificação, em alguns pontos, e máximo de 5,5 mg/L (P02, em dezembro/2022) (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 23).

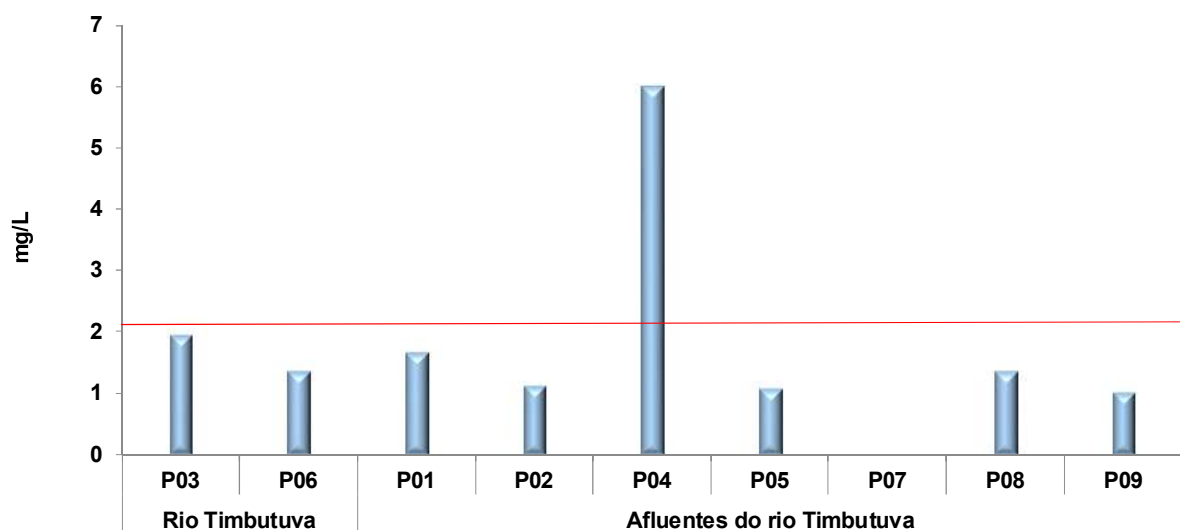
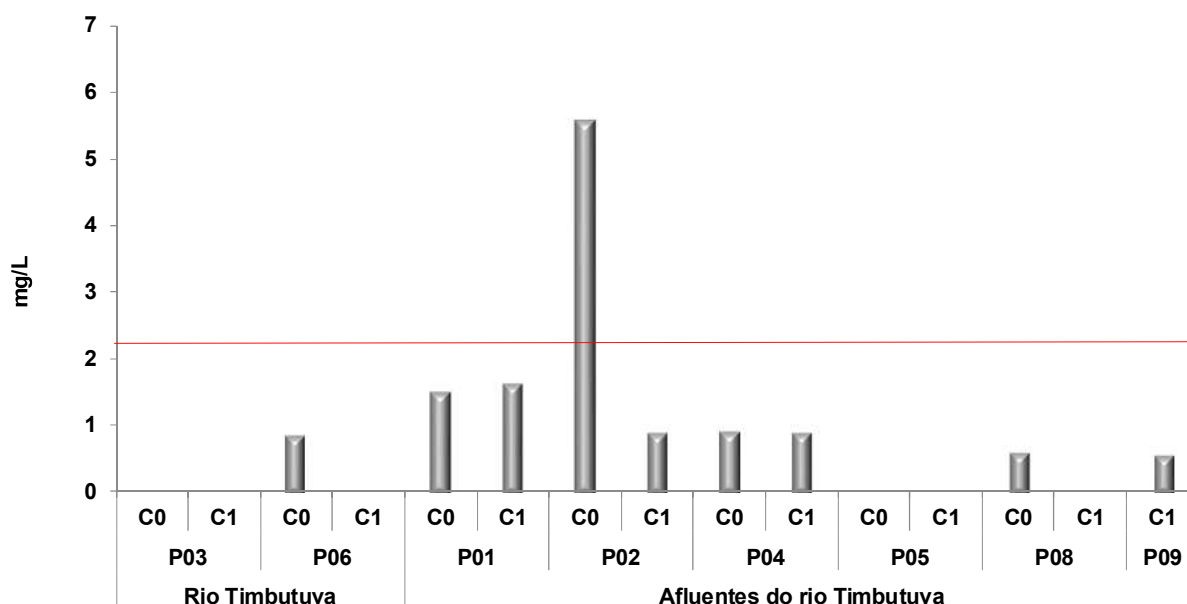


Gráfico 22. Nitrogênio total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 23. Nitrogênio total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

– Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma amostra. Sua influência nos ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente sobre os aspectos fisiológicos dos organismos ou, indiretamente, contribuindo para a precipitação dos elementos químicos e na toxicidade de compostos diversos. Em meio ácido, os metais pesados tendem a ter maior biodisponibilidade, aumentando seu nível de toxicidade. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, as águas doces classe 2 devem manter pH na faixa entre 6 e 9.

Conforme **Gráfico 24**, os resultados de pH aferidos em campo se enquadram no intervalo citado em todas as amostras de dezembro/2023, com variação entre 6 (P07) e 7,6 (P03), evidenciando águas com pH em torno da neutralidade a ligeiramente ácidas. Nas amostragens pretéritas constatou-se também que todos os resultados estiveram dentro da faixa estabelecida pela legislação, entre 6,47 e 8,22 (**Legenda:** As linhas vermelhas correspondem às faixas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 25).

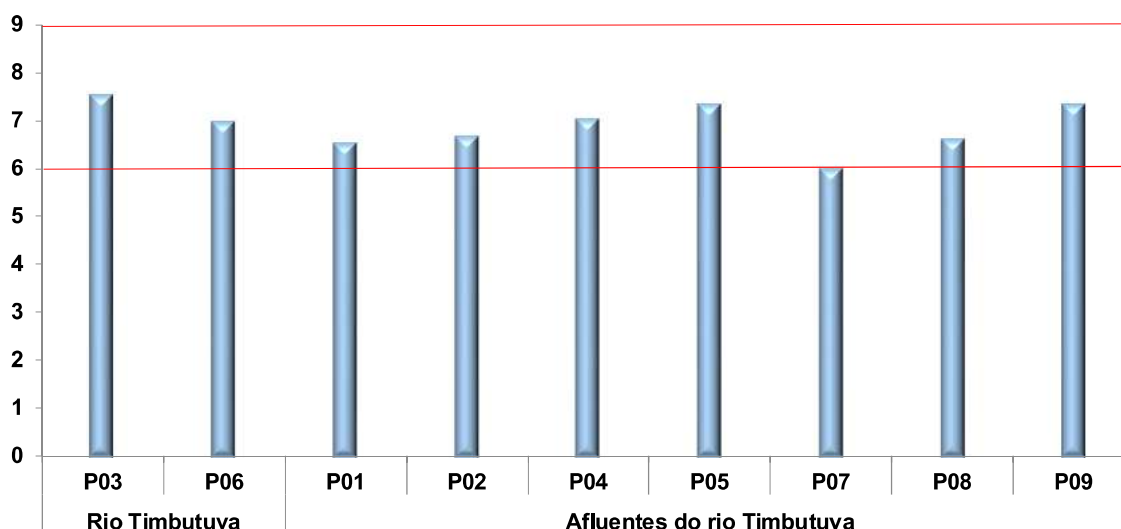
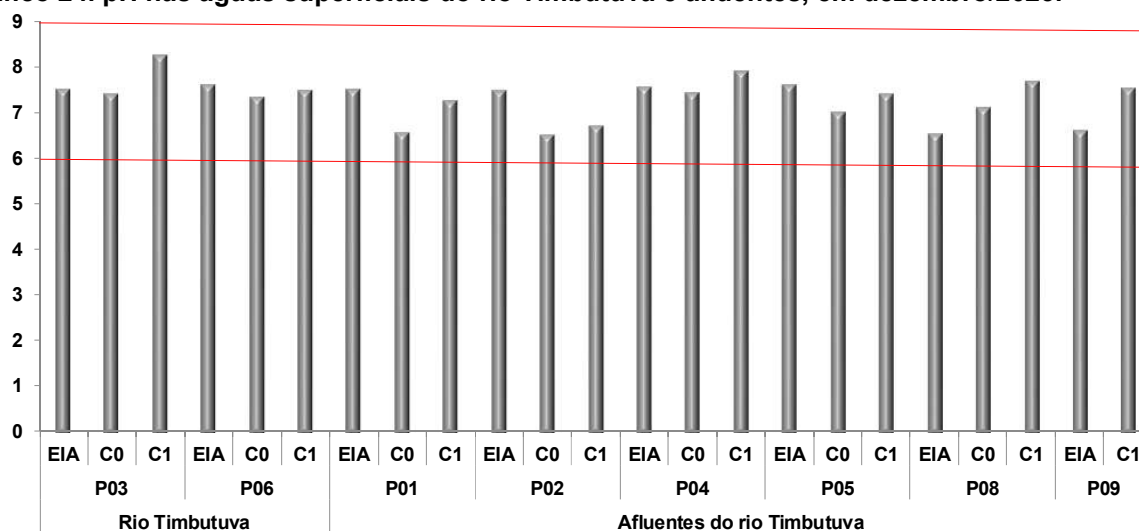


Gráfico 24. pH nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: As linhas vermelhas correspondem às faixas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 25. pH nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

– Coliformes Termotolerantes (*E. coli*) e Totais

Coliformes termotolerantes (fecais) são bactérias presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, sendo *Escherichia coli* representativa deste grupo. Tais bactérias constituem importante indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece o valor máximo de 1.000 coliformes termotolerantes em 100 mL, para águas doces classe 2.

Em dezembro/2023, os resultados mostram níveis de coliformes termotolerantes entre 97 NMP/100mL (P05) e 443 NMP/100mL (P04), estando, portanto, em conformidade com a legislação em todos os pontos (**Gráfico 26**). Nas amostragens anteriores, foi detectada

acentuada variabilidade nos resultados, com mínimo de 10 NMP/100mL (P02) e máximo de 11.200 NMP/100mL (P09), ambos na Campanha 1 (junho/2023), sendo detectadas extrapolações da legislação principalmente na campanha do EIA (maio/2016), no rio Timbutuva (P03 e P06) e nos afluentes (P04 e P05), além do P09, na Campanha 1 (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 27). Possivelmente os picos de coliformes detectados se relacionam aos dejetos de animais que ficam acumulados no entorno e são transportados aos corpos hídricos após as chuvas.

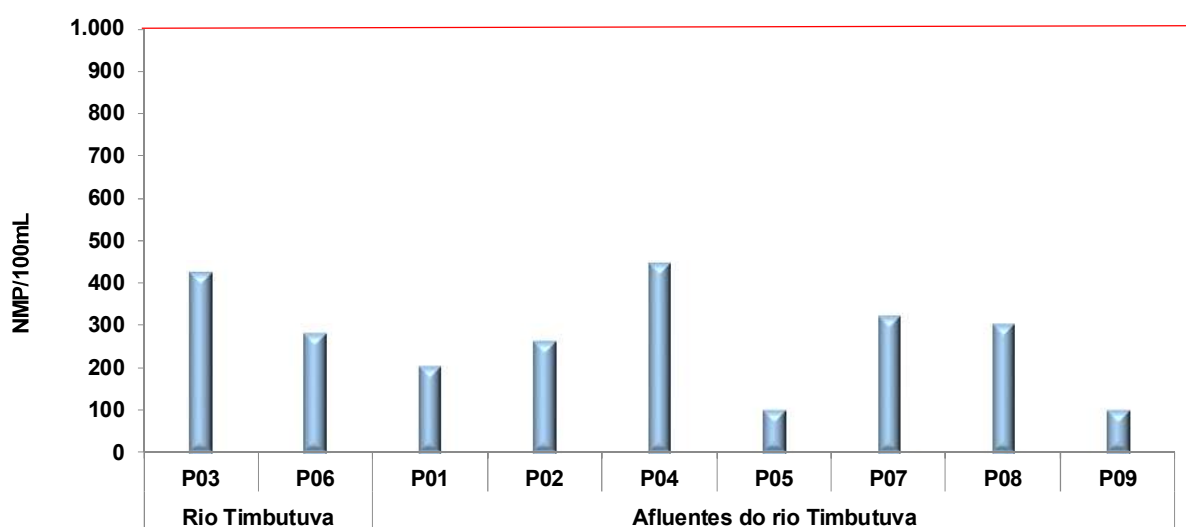
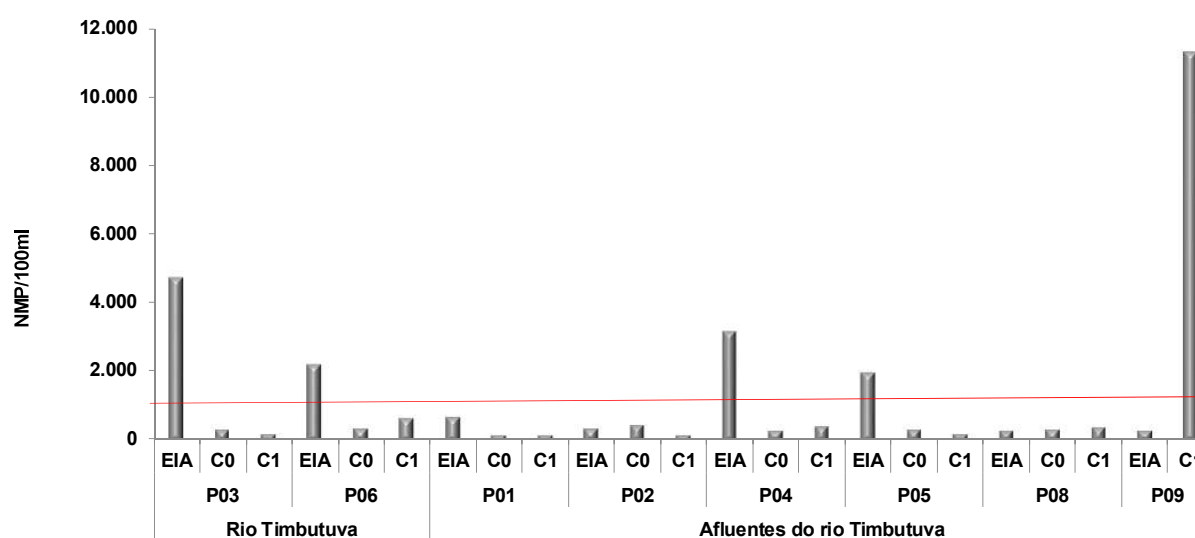


Gráfico 26. Coliformes termotolerantes nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 27. Coliformes termotolerantes nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

Os resultados de coliformes totais representam, em cada amostra, a soma dos coliformes de origem fecal e não fecal, sendo este último associado aos materiais em decomposição nos solos e no ambiente aquático. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta limite para esse parâmetro. Os índices de coliformes totais, nos trechos monitorados, apresentaram acentuada variabilidade e atingiram valores entre 3.080 NMP/100 mL (P05) e 9.210 NMP/100 mL (P08), conforme

Tabela 5.

– Metais

No ambiente aquático natural, os metais normalmente são encontrados em níveis traço e subtraço, podendo ocorrer nas formas dissolvidas, coloidal e particulada (não solúveis). No caso de metais pesados, a toxicidade tende a ser mais elevada quando ocorrem dissolvidos na água (CHAPMAN et al., 2001).

Dentre os metais avaliados em dezembro/2023, cádmio total e mercúrio total permaneceram abaixo do limite de quantificação dos respectivos métodos analíticos, estando de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 em todos os pontos da rede amostral (

Tabela 5). Os metais cromo, níquel e zinco foram quantificados em concentrações em conformidade com a legislação, em todos os pontos, sendo que apenas chumbo total atingiu teor acima do estabelecido pela legislação, conforme detalhado a seguir.

Nas campanhas anteriores, desde o EIA (maio/2016) a junho/2023, os metais monitorados tenderam a permanecer em níveis abaixo do limite de quantificação e em conformidade com o padrão da legislação, na maioria dos pontos e campanhas, porém, houve uma extrapolação pontual de zinco total (maio/2016, em P04), conforme consta no **Anexo III**.

– Chumbo total

A presença de chumbo na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo e por contribuições de efluentes industriais. Esse metal tem ampla aplicação industrial, como na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros, ligas metálicas, dentre outros (CETESB, 2022). A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece o limite máximo de 0,01 mg/L de chumbo total em águas doces classe 2.

Em dezembro/2023, no rio Timbutuva e afluentes os níveis de chumbo foram baixos e ficaram em torno do limite de quantificação do método analítico (0,0005 mg/L), na maioria dos pontos, sendo detectado um único pico elevado no ponto P04, com 0,0531 mg/L, superando assim o padrão legal (**Gráfico 28**). Nas amostragens pretéritas, as concentrações de chumbo permaneceram abaixo do limite de quantificação, na maioria dos pontos e campanhas, não ocorrendo extrapolação do padrão legal (**Legenda:** A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2).

Gráfico 29).

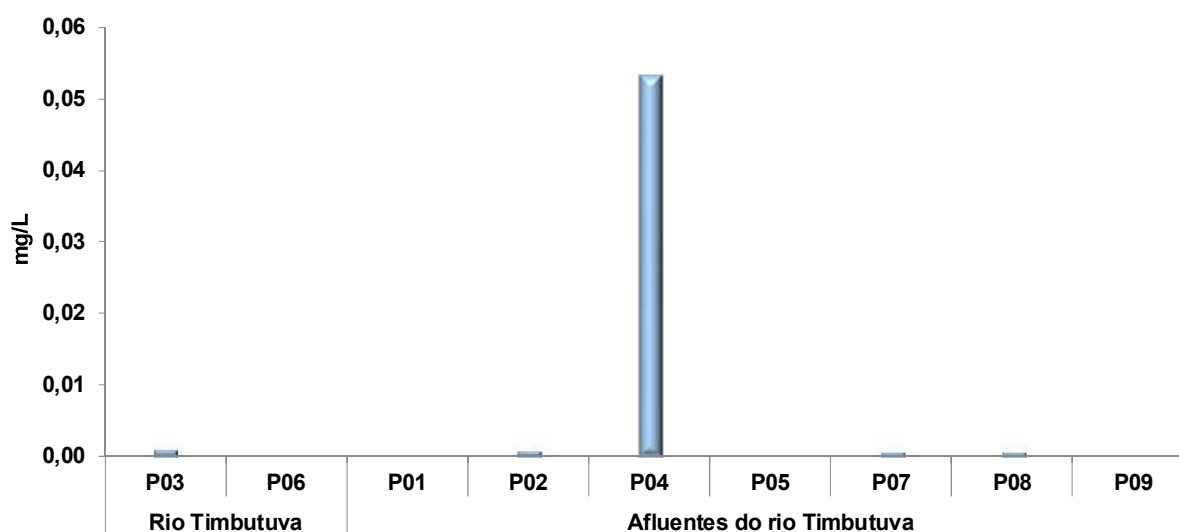
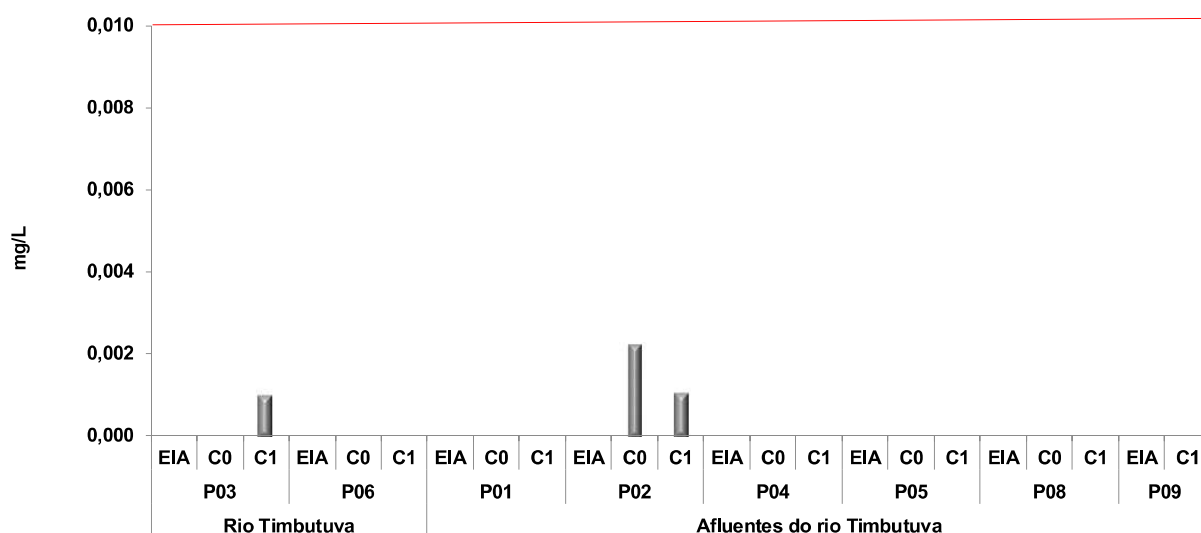


Gráfico 28. Chumbo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.



Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2.

Gráfico 29. Chumbo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e junho/2023.

– Compostos Orgânicos

Dentre os compostos orgânicos avaliados, os resultados analíticos indicaram que os níveis de fenóis totais não atingiram o limite de quantificação, em dezembro/2023 (

Tabela 5), condição semelhante à verificada nas três campanhas anteriores, desde o EIA (maio/2016 (**Anexo III**)).

Na última campanha, foco deste relatório, os resultados do surfactantes também estiveram em sua maioria abaixo do limite de quantificação do método analítico, porém, em dois afluentes do rio Timbutuva esse constituinte foi detectado em nível ligeiramente superior ao padrão da legislação (0,5 mg/L), com 0,58 mg/L (P01) e 0,54 mg/L (P04), conforme consta na

Tabela 5. Estes compostos são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” e podem apontar aporte de detergentes no ambiente aquático. Nas campanhas pretéritas, os surfactantes não atingiram valores quantificáveis, no conjunto de pontos e campanhas.

– Ensaio de Ecotoxicidade

Os resultados dos ensaios de toxicidade aguda com *Daphnia magna*, obtidos em dezembro/2023, mostram efeitos tóxicos ao organismo teste, na maioria dos pontos, com exceção do ponto P05 (

Tabela 6). Esse resultado pode refletir a sinergia de diversos constituintes, que mesmo em concentrações, em sua maioria, abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, podem resultar em efeitos tóxicos.

Tabela 6: Resultados dos ensaios de toxicidade aguda do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2023.

Ponto	CE ₅₀ ; 48h (%)	IC (%)	FT	Tóxico/ Não Tóxico
P01	ND	ND	2	Tóxico
P02	3,84	3,39 a 4,35	64	Tóxico
P03	13,36	10,50 a 17,70	16	Tóxico
P04	ND	ND	2	Tóxico
P05	ND	ND	1	Não Tóxico
P06	47,01	37,49 a 58,96	8	Tóxico
P07	ND	ND	4	Tóxico
P08	3,84	3,39 a 3,84	64	Tóxico
P09	59,95	47,28 a 76,03	4	Tóxico

Legenda: CE: concentração da amostra que causa imobilidade a 50% dos organismos-teste, no período de 48 horas de exposição. IC: Intervalo de confiança. ND: Não detectado nas condições do ensaio. NA: Não aplicável. NT: Não tóxica. FT: Fator de toxicidade: maior concentração da amostra na qual não se observa efeito no organismo teste.

Durante a realização deste ensaio, foram medidos os teores de oxigênio dissolvido - OD e pH, considerando que valores de OD inferiores a 1 mg/L e pH fora da faixa de 5,0 a 9,0 podem interferir no resultado do ensaio (ABNT, 2022). Na última amostragem, não foram observados desvios nesses parâmetros em nenhuma das amostras avaliadas, conforme consta no **Anexo II**. Nas amostragens pretéritas deste programa, na maioria dos locais monitorados, foi detectada ausência de toxicidade.

– Índice de Qualidade da Água – IQA

Os resultados do Índice de Qualidade da Água – IQA, obtidos em dezembro/2023, variaram entre a classificação Boa (P05 e P09), decaindo para Regular, em P03, P06, P02 e P08, e atingindo a condição Ruim em P01, P04 e P07 (**Tabela 7**). O IQA Ruim está relacionado principalmente aos locais onde se obtiveram as menores concentrações de oxigênio dissolvido. Nas amostragens anteriores também foram registrados resultados de IQA variando entre Bom e Ruim (**Tabela 8**).

Tabela 7. Índice de Qualidade da Água (IQA) – Dezembro/2023.

Curso d'água	Pontos	IQA	Classificação
Rio Timbutuva	P03	68	Regular
	P06	69	Regular
Afluentes do rio Timbutuva	P01	46	Ruim
	P02	54	Regular
	P04	43	Ruim
	P05	72	Bom
	P07	46	Ruim
	P08	66	Regular
	P09	76	Bom

Tabela 8. Índice de Qualidade da Água (IQA), entre maio/2016 e junho/2023.

Curso d'água	Ponto	EIA/RIMA		C0		C1	
		mai/16		dez/22		jun/23	
Rio Timbutuva	P03	66	Regular	74	Bom	72	Bom
	P06	69	Regular	73	Bom	73	Bom
Afluentes do rio Timbutuva	P01	72	Bom	61	Regular	43	Ruim
	P02	72	Bom	51	Regular	43	Ruim
	P04	68	Regular	73	Bom	72	Bom
	P05	71	Bom	72	Bom	72	Bom
	P07	82	Bom	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	P08	71	Bom	72	Bom	72	Bom
	P09	71	Bom	N.A.	N.A.	70	Regular

Legenda: NA: Não analisado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E MEDIDAS NECESSÁRIAS

Conforme citado, o Programa Qualidade dos Recursos Hídricos do complexo imobiliário Alphaville Paraná compreendeu até dezembro/2023 um total de três campanhas, sendo a inicial (dezembro/2022), efetuada na etapa prévia à implantação do empreendimento, e as duas coletas subsequentes na fase de implantação.

O presente relatório teve como foco os dados obtidos na última campanha (dezembro/2023), sendo efetuadas comparações com os resultados pretéritos deste programa, incluindo a campanha do EIA (maio/2016).

Na amostragem em dezembro/2023, os resultados obtidos indicam que as águas no rio Timbutuva e contribuintes atenderam, em grande parte, aos limites de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2, padrão similar ao verificado nas amostragens anteriores. Do conjunto de ensaios realizados, nesta última campanha, foram detectadas não conformidades apenas para fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, turbidez, chumbo total, cobre total e surfactantes.

Dentre esses, nota-se que a maioria das não conformidades foi observada pontualmente e exclusivamente no ponto P04, situado em um afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, a exemplo do fósforo total, nitrogênio total, turbidez, chumbo total e cobre total. Conforme citado, este local sofre influência direta das obras de uma das travessias de drenagem do empreendimento, devidamente licenciadas (LI nº 270071), o que resulta em maior nível de interferência na qualidade das águas.

O oxigênio dissolvido foi o único parâmetro que se mostrou sistematicamente em desconformidade com a legislação, na maioria dos pontos, atingindo níveis bem abaixo do recomendado pela legislação CONAMA 357/05 nos afluentes do rio Timbutuva. Nas amostragens pretéritas, os níveis de oxigênio dissolvido estiveram em conformidades com a legislação, na maioria dos pontos e das campanhas, porém, houve registro de concentrações abaixo do estipulado pela legislação, inclusive na campanha prévia à implantação do empreendimento, não sendo assim possível relacionar os resultados de dezembro/2023 com as obras do complexo imobiliário.

O Índice de Qualidade da Água – IQA variou entre Bom e Ruim, nesta última coleta, reproduzindo uma condição semelhante das coletas anteriores.

Considera-se como medida necessária a contínua supervisão dos cursos d'água na área de influência do empreendimento e, caso sejam detectados potenciais focos erosivos, a adoção de medidas preventivas para o controle da erosão.

Nesse sentido, vale destacar que, conforme solicita o PBA, e como premissa ambiental da Alphaville, seguem sendo executadas desde o início da obra vistorias por profissionais habilitados para compatibilizar a execução dos projetos com a proteção do ecossistema local.

Adicionalmente ao Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos estão sendo executados outros programas ambientais referentes à gestão dos resíduos, controle de emergências e acidentes ambientais, educação ambiental, monitoramento da fauna, gestão de produtos químicos, delimitações e sinalizações de cunho ambiental, e proteção das áreas ambientalmente protegidas. Este último em especial se refere à proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APP) e entorno, por meio de vistorias periódicas e recomendações para maior proteção das mesmas, como exemplo implantação de delimitações, placas, mantas geotêxteis, barreiras, rachões, cacimbas, direcionamento do escoamento superficial, conformação de erosões, monitoramento de possíveis áreas assoreadas, conforme ilustrado nas figuras a seguir.



Figura 22. Medidas adotadas para a preservação dos recursos hídricos, como proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APP).



Figura 23. Medidas adotadas para a preservação dos recursos hídricos, como sistemas de contenção de sedimentos

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAT. Consultoria e Engenharia Ambiental. Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Alphaville Paraná. Volume I. Junho.2016

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). 2022. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de 12/09/2016 ensaio com *Ceriodaphnia* spp. (Crustacea, Cladocera) ABNT/CEE106 ABNT NBR 12713/2022. ABNT NBR. 12713.

APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23ª Ed. APHA. 2017.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Relatório da Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo de 2021. 2022.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução nº 357. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 602p. 1998.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em ETA. Brasília: FUNASA, 2014.

IAP. Monitoramento da qualidade das águas dos rios da Região Metropolitana de Curitiba, no período de 1992 a 2005. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 2005.

REPAR - Refinaria Presidente Getulio Vargas. Plano De Ação De Emergência – PAE da barragem do rio Verde. 2022.

9. EQUIPE TÉCNICA

Equipe técnica	CRBio	CTF	Função
Dra. Marianna			Coordenação Geral
Vilma I			Responsável Técnico
Josefa			Elaboração do relatório
Rafael			Supervisão da coleta