

RELATÓRIO TÉCNICO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

- ALPHAVILLE PARANÁ -

Hileia Consultoria Ambiental

São Paulo
Fevereiro 2026

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. INTRODUÇÃO	4
3. OBJETIVOS.....	5
4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	6
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
5.1. Rede de Amostragem	7
5.2 Procedimentos de coleta e análise.....	9
5.3 Análise dos resultados.....	12
6. RESULTADOS.....	14
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E MEDIDAS NECESSÁRIAS	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
9. EQUIPE TÉCNICA	79
10. ANEXOS	80
ANEXO I: Certificado de acreditação do laboratório.	80
ANEXO II: Relatórios de ensaio e cadeia de custódia – dezembro/2025.....	81
ANEXO III: Dados Estação Pluviométrica Automática (CEMADEN) – dezembro/2025. .	82
ANEXO IV: Resultados de qualidade das águas – maio/2016 a dezembro/2025.....	141

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados da sétima campanha de monitoramento da qualidade da água, realizada em 19 de dezembro de 2025, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos do empreendimento Alphaville Paraná/PR.

O programa, previsto no Plano Básico Ambiental (PBA), possui caráter de monitoramento e controle ambiental, tendo por objetivo acompanhar a qualidade dos principais cursos d'água na área de influência do empreendimento por meio de campanhas semestrais durante a fase de implantação. A análise dos resultados visa identificar eventuais alterações associadas às atividades do empreendimento, subsidiando a adoção de medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras, quando necessárias

Nos itens subsequentes são apresentados 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, estado do Paraná, sob a responsabilidade de Timbutuva Empreendimentos Ltda. e Alphaville. Esse projeto compreende um complexo imobiliário, cuja Fase 1 corresponde à instalação de dois residenciais, denominados Residencial Sul e Residencial Norte. O Residencial Sul será constituído por 287 lotes e o Residencial Norte por 200 lotes, englobando 487 unidades residenciais vendáveis, com área média aproximada de 800 m². O empreendimento inclui ainda um clube externo, inserido em uma gleba com área total de 2.264.689 m², localizada no interior da fazenda Timbutuva.

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

Na etapa de diagnóstico dos estudos ambientais (EIA/RIMA), foi realizada uma amostragem para avaliação da qualidade da água, em maio de 2016, no período seco. A campanha inicial de monitoramento (C0), conduzida em dezembro de 2022, ocorreu antes do início das obras, no período chuvoso. As campanhas subsequentes, iniciadas em junho de 2023 (C1), correspondem à fase de implantação do empreendimento Alphaville Paraná e vêm sendo realizadas com frequência semestral, com alternância entre os períodos sazonais.

A amostragem mais recente (C6), foco do presente relatório, foi conduzida em dezembro de 2025, no período chuvoso, representando a sétima campanha de monitoramento do projeto e a sexta realizada na fase de implantação. Para efeito de comparação, são também apresentados neste relatório os dados obtidos nas campanhas anteriores, desde a etapa do EIA/RIMA, conforme histórico sumarizado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Histórico das campanhas do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos.

Campanha	Data	Período Hidrológico	Fase do Projeto
EIA/RIMA	10 e 11/05/2016	Seco	Diagnóstico
C0	26/12/2022	Chuvoso	Pré-Implantação
C1	28/06/2023	Seco	Implantação
C2	08/12/2023	Chuvoso	Implantação
C3	03/06/2024	Seco	Implantação
C4	03/12/2024	Chuvoso	Implantação
C5	06/06/2025	Seco	Implantação
C6	19/12/2025	Chuvoso	Implantação

3. OBJETIVOS

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos 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 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, integrante da bacia do Alto Iguaçu. De acordo com o EIA (AAT, 2016), a bacia hidrográfica do rio Verde abrange uma extensão territorial de cerca de 242 km², englobando parte dos territórios municipais de Campo Magro, Araucária, Balsa Nova e Campo Largo, sendo que é neste último que se situa a área do empreendimento.

O rio Verde drena o setor oeste do empreendimento Alphaville Paraná, a uma distância superior a 200 metros. A maior parte da bacia integra a Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Verde, instituída pelo Decreto nº 2.375/2000 e posteriormente alterada 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 subdendrítico a dendrítico. Os cursos d'água são de pequena ordem e/ou correspondem a zonas de convergência da paisagem, que se comportam como canais efêmeros durante eventos pluviométricos.

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

Em relação ao enquadramento, a Portaria SUREHMA nº 020/92 estabelece que os cursos d'água da bacia do rio Iguaçu, de domínio do estado do Paraná, pertencem à classe 2. De acordo com 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 de 2025 seguiram as diretrizes estabelecidas no Plano Básico Ambiental (PBA). Na sequência, é apresentada 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 superficial compreende um total de nove pontos, denominados P01 a P09, dois deles situados no rio Timbutuva (P03 e P06) e os demais 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 de EIA/RIMA.

Na **Tabela 2** consta a localização dos pontos do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos, conforme as coordenadas obtidas em dezembro de 2025 (C6). Ressalta-se que, apesar desta campanha ter sido realizada no período chuvoso, o ponto P07 (afluente da margem esquerda do rio Timbutuva) não pode ser amostrado, pois apresentava uma pequena lâmina d'água, insuficiente para realização da coleta.

Nos mapas a seguir é ilustrada a distribuição dos pontos de monitoramento em relação ao empreendimento Alphaville Paraná, bem como a distribuição espacial dos elementos do Projeto Urbanístico dos Residenciais Sul e Norte (**Figura 1** e **Figura 2**).

Tabela 2. Localização dos pontos de amostragem de água superficial.

Ponto	Descrição	Coordenadas (SIRGAS2000, 22 J)	
		Leste (m E)	Norte (m S)
P01	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin	672.566,89	7.185.051,67
P02	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin	672.566,30	7.185.048,69
P03	Rio Timbutuva a jusante da fazenda Timbutuva, à altura da rua Domingos Puppi, a oeste do empreendimento	672.566,86	7.185.051,35
P04	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, ao norte do empreendimento	672.566,36	7.185.049,26
P05	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo à rua Salvador Cavalin, na porção central do empreendimento	672.566,26	7.185.050,26

Ponto	Descrição	Coordenadas (SIRGAS2000, 22 J)	
		Leste (m E)	Norte (m S)
P06	Rio Timbutuva, ao norte do empreendimento	672.566,19	7.185.049,23
P07*	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, a leste do empreendimento	672.566,69	7.185.051,42
P08	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, ao norte do empreendimento	672.566,49	7.185.049,18
P09	Afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Marcos Rigoni, a leste do empreendimento	672.566,23	7.185.051,23

Nota: (*) Em dezembro de 2025 (C6), o ponto P07 não foi amostrado devido à lâmina d'água insuficiente.

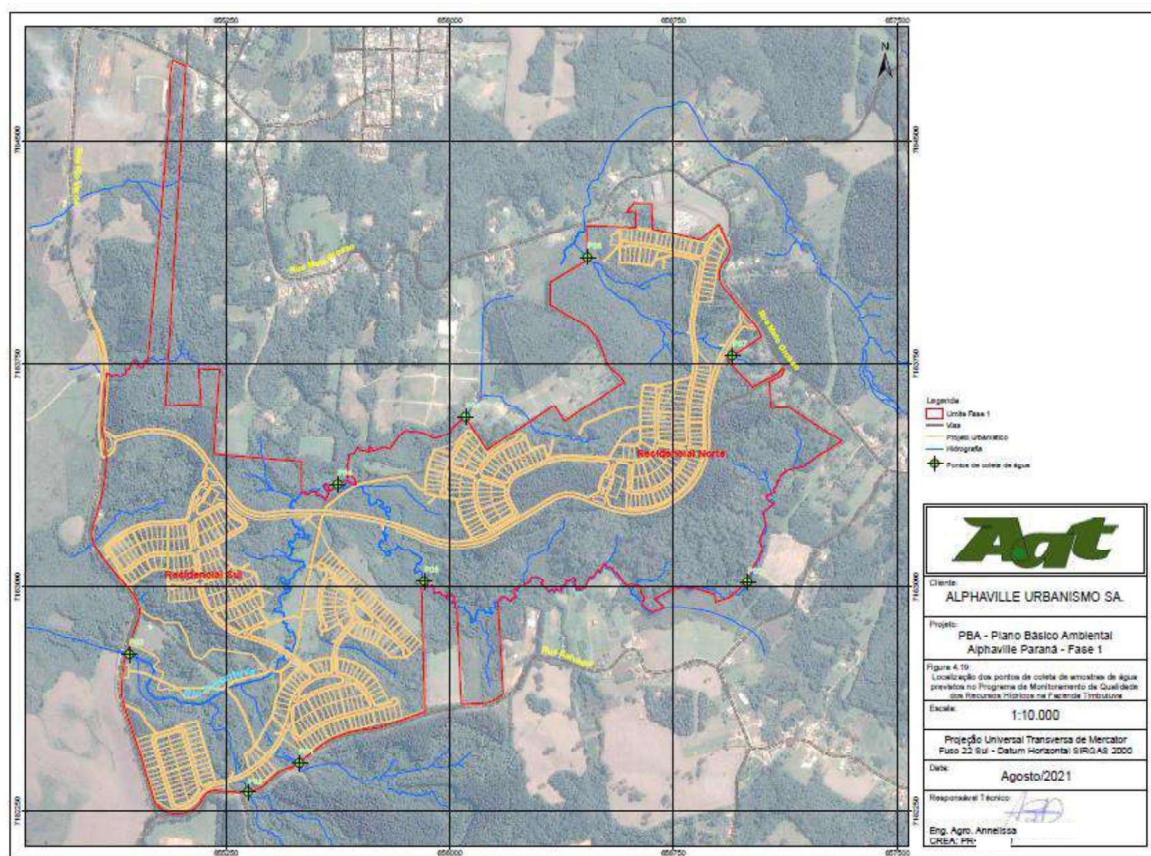


Figura 1: Localização dos pontos de amostragem da água superficial.

Fonte: AAT (2021).

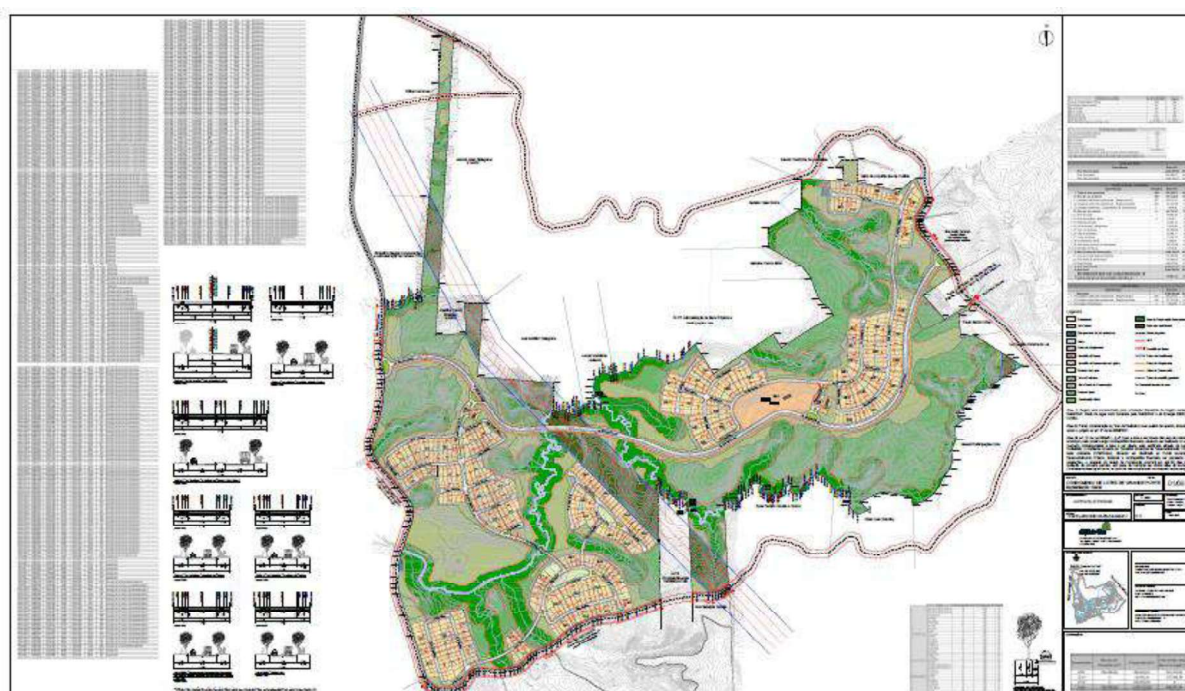


Figura 2: Hidrografia e elementos do Projeto Urbanístico dos Residenciais Sul e Norte (Fase 1). Fonte: ALPHAVILLE (2023).

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, de metais, de compostos orgânicos e ensaio ecotoxicológico, tendo como base a Resolução CONAMA nº 357/05. Na **Tabela 3** consta a listagem dos parâmetros analisados, com as respectivas unidades, limites de quantificação e metodologias analíticas adotadas.

Tabela 3. Parâmetros analisados para o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos - Alphaville Paraná.

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 /

Parâmetros	Unidades	LQ/ Faixa	Metodologia
			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/100ml	10	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B
Coliformes Totais	NMP/100ml	10	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B
Metais			
Cádmio Total	mg/L	0,0005	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992

Parâmetros	Unidades	LQ/ Faixa	Metodologia
Chumbo Total	mg/L	0,0005	SMWW, 24ª Edição, 2023, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992
Cobre Total	mg/L	0,00025	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>Daphnia magna</i>	%	-	ANBT NBR 12713:2022

Nota: (*) Medições “in situ”. Legenda: LQ = Limite de quantificação do método analítico.

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: Certificado de acreditação do laboratório**, consta o certificado de acreditação deste laboratório.

Previamente à tomada de amostras, foram registradas, em cada ponto de coleta, as seguintes informações relativas ao corpo d’água avaliado e às condições predominantes do entorno, visando dar subsídios à interpretação dos resultados analíticos, incluindo: identificação do ponto, localização geográfica obtida por GPS, data e hora de coleta, condição predominante do tempo durante a amostragem, ocorrência de chuva nas 24 horas anteriores, estágio de preservação da mata ciliar e registro fotográfico.

Os trabalhos de campo incluíram ainda medições diretas para determinação das seguintes variáveis: temperatura do ar, 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.*, 2023). Em cada ponto amostral, foi coletada uma amostra de superfície, posteriormente transferida para frascos específicos conforme tipo de análise. As amostras foram acondicionadas e mantidas sob refrigeração durante o transporte até o laboratório da empresa Bioagri Ambiental Ltda., sendo respeitados os prazos máximos de análise (*holding time*) para a realização dos ensaios. Nas **Figura 3** e **Figura 4** são ilustrados alguns dos procedimentos de campo. No **ANEXO II: Relatórios de ensaio e cadeia de custódia – dezembro/2025**, constam os relatórios de ensaio e as cadeias de custódia.



Figura 3. Medição *in situ*, com sonda multiparâmetros.



Figura 4. Amostragem de água superficial.

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 estabelecidos no Art. 15º da Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2, em consonância com a Portaria SUREHMA nº 020/92.

Nas representações gráficas, a linha vermelha indica o Valor Máximo Permitido (VMP) conforme estabelecido pela legislação vigente, e a ausência de barras representa valores abaixo do respectivo Limite de Quantificação do método analítico (LQ). Para o oxigênio dissolvido (OD) e o pH, as barras indicam, respectivamente, o valor mínimo e a faixa limite de variação permitidos pela referida Resolução.

Conforme citado, os resultados da campanha de dezembro de 2025 foram comparados aos dados obtidos nas seis campanhas anteriores (C0 a C5) deste programa de monitoramento (dezembro/2022, junho/2023, dezembro/2023, junho/2024, dezembro/2024,

junho/2025) e da etapa do EIA/RIMA do empreendimento (maio/2016), abrangendo os períodos seco e chuvoso.

Na avaliação dos dados, utilizou-se também o Índice de Qualidade das Águas (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 indicam o grau de poluição orgânica no ambiente aquático, associado principalmente ao lançamento de esgotos domésticos no ambiente sem 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 com base nos critérios da Resolução CONAMA nº 357/05, sendo identificadas as soluções mais próximas da condição ideal – definida pelos limites máximos estabelecidos pela normativa federal em questão para as classes de enquadramento dos corpos hídricos - mediante o uso de uma medida de proximidade. Entretanto, esse indicador foi aplicado apenas aos dados do EIA. Considerando que os resultados mais recentes do monitoramento da qualidade das águas dos rios do estado do Paraná, conduzido pelo Instituto Água e Terra (IAT) desde 2018, contemplam exclusivamente 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 da água. No período da coleta (dezembro 2025) estavam em andamento atividades pontuais de terraplenagem, bem como a execução dos projetos de drenagem, redes de água e esgoto, instalação de alambrados e muros de fechamento, rede elétrica, pavimentação e edificações pontuais, além da execução da estação elevatória de esgoto do empreendimento.

Na data da coleta (19/12/2025), o tempo alternou entre momentos de céu claro e nublado, com temperatura do ar entre 16,5°C a 22,5°C. Nesse dia, não houve registro de pluviosidade, conforme dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), obtidos na Estação Pluviométrica Automática nº 410420403A, localizada na região urbana de Campo Largo - PR (**Anexo III**), bem como do pluviômetro particular instalado pelo empreendedor no interior do empreendimento. No entanto, nos cinco dias anteriores a essa amostragem, foram registrados 8 mm de precipitação no pluviômetro particular, bem como 11,2 mm na região urbana de Campo Largo, conforme dados do CEMADEM.

As observações de campo constam na **Tabela 4**, com base nos registros obtidos em dezembro de 2025 (C6). Predominam na rede amostral cursos d'água de pequeno porte, de primeira a terceira ordens, que desembocam da margem esquerda do rio Timbutuva, apresentando lâmina d'água pouco profunda, característica que inviabilizou a realização da coleta no ponto P07 na campanha mais recente, conforme anteriormente mencionado.



Tabela 4. Registros de campo durante a campanha de monitoramento C6 – Alphaville Paraná (dezembro/2025).

Registros de Campo	Rio Timbutuva				Afluentes do rio Timbutuva				
	P03	P06	P01	P02	P04	P05	P07	P08	P09
Data da Coleta	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025	19/12/2025
Hora da Coleta	07:40	10:40	08:30	08:05	11:20	11:55	10:12	09:55	09:00
Condição do Tempo Durante a Coleta	Nublado	Céu Claro	Nublado	Nublado	Céu Claro	Céu Claro	-	Nublado	Nublado
Chuva nas Últimas 24 h	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Mata Ciliar	Parcialmente preservada	Parcialmente preservada	Parcialmente preservada	Parcialmente preservada	Parcialmente preservada	Preservada	Alterada	Parcialmente preservada	Preservada
Temperatura do Ar (°C)	16,5	19,7	17,0	17,3	22,1	22,5	-	17,2	17,3

Nota: (-) Não avaliado. Ponto P07 com lâmina d'água insuficiente para coleta.

– **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, nas proximidades da Rua Salvador Cavalin (**Figura 5** e **Figura 6**). O curso d'água está inserido em área com fragmentos florestais, apresentando mata ciliar parcialmente preservada. Durante a campanha de dezembro de 2025, foi observada a presença de pequena lâmina d'água, bem como acúmulo de detritos orgânicos no leito, decorrentes principalmente da deposição de folhagem, condição que pode influenciar os padrões de qualidade da água.

No entorno imediato, a montante, há uma estrada pública não pavimentada, com intenso uso pela comunidade local, além da ocorrência de propriedades rurais com atividades agrícolas na sub-bacia. A jusante do ponto de monitoramento, já foram realizadas atividades de obra associadas ao empreendimento, incluindo serviços de terraplenagem e a execução dos projetos de água, esgoto e fechamento (LI nº 270071). Ressalta-se que, apesar da proximidade dessas intervenções, o trecho apresenta influência limitada das obras, que já estão praticamente finalizadas neste trecho.



Figura 5. Ponto P01 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.



Figura 6. Ponto P01 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.

– **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, também localizado ao sul do empreendimento, próximo à divisa com a rua Salvador Cavalin. O curso d'água apresenta baixa vazão, pequena lâmina d'água e acúmulo de material orgânico no leito, com mata ciliar parcialmente preservada no entorno (**Figura 7 e Figura 8**).

A jusante do ponto P02 já ocorreram atividades de terraplanagem e execução dos projetos de drenagem, água, esgoto e fechamento perimetral do projeto (LI nº 270071). Apesar dessas atividades, o ponto P02 sofre relativamente pouca influência da obra, que está praticamente finalizada neste trecho. No entanto, a montante do local de amostragem, há uma estrada pública não pavimentada (rua Salvador Cavalin), com intenso uso pela comunidade local, além de uma estrada secundária paralela ao curso d'água e propriedades rurais com uso agrícola da terra.



Figura 7. Ponto P02 – coleta em afluente da margem esquerda do rio Timbutuva.



Figura 8. Ponto P02 – vista da cobertura vegetal no entorno.

– **Ponto 03: rio Timbutuva**

Ponto representativo do rio Timbutuva, principal curso d'água que drena a gleba do empreendimento. O ponto P03 está situado no trecho mais a jusante da malha amostral, a oeste do empreendimento, a cerca de 500 m da sua foz no rio Verde. Próximo a esse local, o rio Timbutuva é transposto pela rua Domingos Puppi (estrada Rio Verde), que possui considerável tráfego de veículos, caminhões e máquinas (**Figura 9** e **Figura 10**).

Nas imediações do ponto, ocorreram atividades pontuais de terraplanagem e drenagem, bem como execução das redes elétricas, de água, esgoto, pavimentação e fechamento do perímetro do projeto (LI nº 270071). No entorno observam-se fragmentos florestais e áreas de pastagem, além do próprio canteiro de obras. A mata ciliar encontra-se parcialmente preservada, porém, apresenta intenso acesso de transeuntes externos à matrícula do empreendimento, que utilizam o local para prática de pescaria.

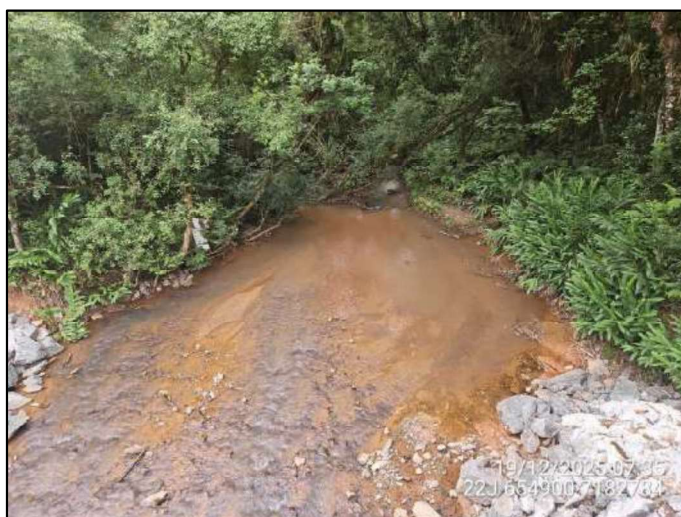


Figura 9. Ponto P03 - rio Timbutuva, a jusante do empreendimento.

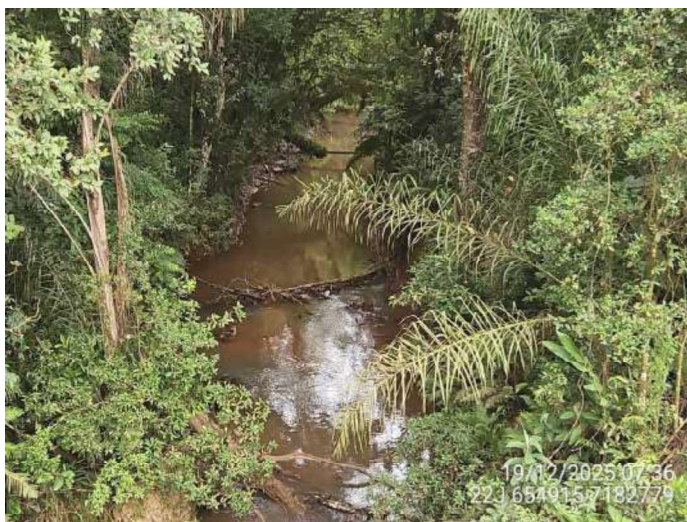


Figura 10. Ponto P03 - rio Timbutuva, em trecho de mata ciliar preservada.

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

Trata-se de um ponto localizado no afluente de terceira ordem da margem esquerda do rio Timbutuva (**Figura 11 e Figura 12**). O ponto P04 situa-se ao norte do empreendimento, no mesmo curso d'água de P05 e P09, posicionados a montante.

Esse trecho recebeu influência direta das atividades de pavimentação e da execução de redes de esgoto, da rede elétrica e do fechamento da perimetral, incluindo muros e alambrados, conforme Licença de Instalação nº 270071. A mata ciliar no entorno encontra-se parcialmente preservada.

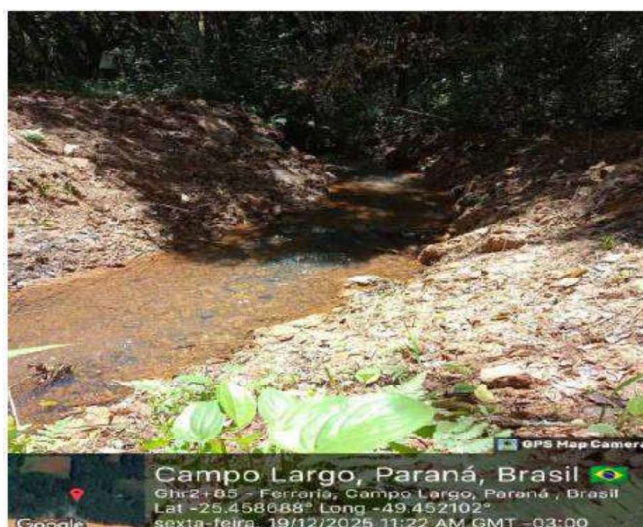


Figura 11. Ponto P04 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, ao norte do empreendimento.



Figura 12. Ponto P04 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, a jusante do ponto P05.

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

Ponto situado no afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, no trecho a jusante de P09 e a montante de P04. Está localizado próximo à rua Salvador Cavalin, na porção central do empreendimento (**Figura 13 e Figura 14**). Nas imediações deste ponto foram realizadas apenas atividades de fechamento do perímetro, como execução de muros e alambrados (LI nº 270071), com pouca influência da implantação do empreendimento no período. No entorno imediato se observa adensamento florestal, sendo a mata ciliar preservada. Esse rio recebe influência de áreas a montante, caracterizadas pela presença de propriedades rurais e vias públicas não pavimentadas.

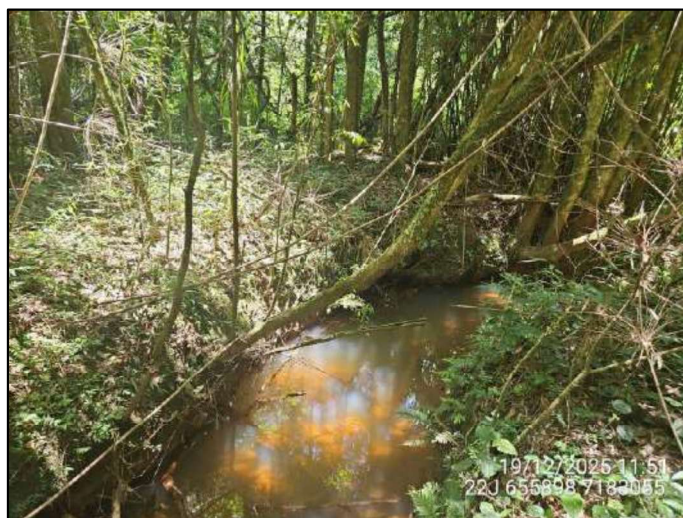


Figura 13. Ponto P05 - afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, situado na região central do empreendimento.



Figura 14. Ponto P05 - afluyente da margem esquerda do rio Timbutuva, situado na região central do empreendimento.

– **Ponto 06: rio Timbutuva**

Esse ponto está posicionado no rio Timbutuva, no limite do empreendimento, ao norte do residencial. A montante deste ponto encontram-se propriedades rurais e vias públicas não pavimentadas, além da proximidade com a periferia da Vila São Luiz. Nas imediações do ponto, ocorreram atividades pontuais relativas às obras de terraplanagem e execução da rede de drenagem, bem como pavimentação, instalação de rede elétrica e fechamento do perímetro do projeto (LI nº 270071). No entorno, observa-se mata ciliar parcialmente preservada (**Figura 15 e Figura 16**).



Figura 15. Ponto P06 - rio Timbutuva, em trecho a montante do ponto P03.

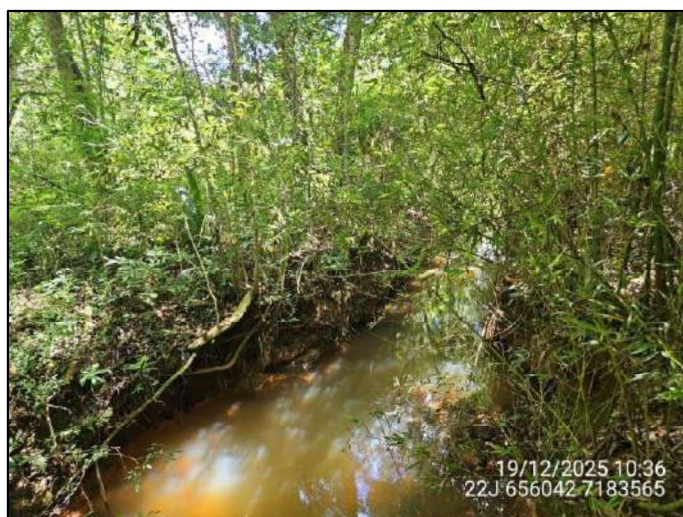


Figura 16. Ponto P06 - rio Timbutuva, ao norte do empreendimento.

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

Ponto situado no alto curso de um afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, adjacente à futura via pública que conectará o empreendimento às vias do entorno (LI nº 270071). Trata-se de uma drenagem de pequeno porte, monitorada a jusante pelo ponto P08, que em quatro campanhas anteriores deste Programa de Monitoramento – C0 (dezembro/2022), C1 (junho/2023), C4 (dezembro/2024) e C5 (junho/2025) apresentou fluxo muito reduzido, tanto no período seco quanto no chuvoso, impossibilitando a coleta de amostras de água no local. No entanto, nas campanhas C2 (dezembro/2023) e C3 (junho/2024), foi possível a obtenção de amostras para análise.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), o ponto P07 novamente apresentava lâmina d'água extremamente reduzida, não sendo possível realizar a amostragem. No trecho avaliado, a mata ciliar encontra-se alterada em função da influência direta das obras, segundo previsto e autorizado no âmbito da Licença de Instalação nº 270071, da Autorização Ambiental de Intervenção em APP nº 62596 e da Autorização de Exploração – Uso Alternativo do Solo em APP nº 2041.5.2022.55093.

Durante a inspeção realizada na última campanha (C6), foi observada a presença de detritos vegetais acumulados no entorno e no leito deste afluente, bem como, a jusante do ponto, a instalação de manta geotêxtil, com a finalidade de conter sedimentos provenientes das áreas a montante e minimizar processos de assoreamento (**Figura 17**).



Figura 17. Ponto P07 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, com fluxo reduzido.

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

Ponto situado no mesmo afluente monitorado a montante no ponto P07, próximo ao limite com a rua Mato Grosso, ao norte do empreendimento, a cerca de 800 m da sua foz na margem esquerda do rio Timbutuva,

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), nas imediações deste ponto ocorreram atividades pontuais de terraplanagem e execução do sistema de drenagem, bem como intervenções vinculadas à implantação da estação elevatória de esgoto e ao fechamento do perímetro do empreendimento (LI nº 270071). No trecho avaliado, observou-se lâmina d'água contínua, com escoamento superficial raso. A mata ciliar no entorno encontra-se parcialmente preservada (**Figura 18 e Figura 19**).



Figura 18. Ponto P08 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva a jusante do ponto P07.



Figura 19. Ponto P08 - afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, vista da mata ciliar.

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

Este ponto está localizado em afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, a montante de um lago e dos pontos P05 e P04, próximo ao limite com a rua Marcos Rigoni, a leste do empreendimento.

Na campanha inicial C0 (dezembro/2022), não foi possível identificar o curso hídrico local, o que impossibilitou a realização da coleta. A partir da campanha C1 (junho/2023), observou-se fluxo de água, ainda que de baixa vazão, permitindo a amostragem, condição que se manteve nas campanhas subsequentes até dezembro de 2025 (C6). No entorno deste ponto, no período anterior à campanha de dezembro de 2025, foram desenvolvidas atividades pontuais relacionadas à implantação de edificações, obras de terraplanagem e execução de infraestrutura, incluindo sistema de drenagem, rede elétrica, pavimentação e fechamento do perímetro do empreendimento (LI nº 270071). Apesar das intervenções no entorno, a mata ciliar no trecho avaliado encontra-se preservada (**Figura 20** e **Figura 21**).



Figura 20. Ponto P09: afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, a montante dos pontos P05 e P04.



Figura 21. Ponto P09: afluente da margem esquerda do rio Timbutuva, vista mata ciliar.

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 de 2025 (C6). O **Anexo IV**, disponibilizado em formato de planilha eletrônica editável, reúne os dados consolidados, incluindo aqueles referentes às campanhas anteriores.

Conforme citado, os resultados foram comparados aos padrões legais determinados pela Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces classe 2.



Tabela 5. Resultados da qualidade da água do Programa de Qualidade dos Recursos Hídricos - dezembro/2025.

Parâmetros	Unidade	VMP	Rio Timbutuva		Afluentes do rio Timbutuva					
			P03	P06	P01	P02	P04	P05	P08	P09
Físico-químicos										
Alcalinidade total	mg/L	-	46,6	43,0	55,9	64,9	46,3	41,7	39,8	51,7
Dureza Total	mg/L	-	43,6	56,9	39,4	40,5	43,4	46,7	39,3	49,2
Condutividade Elétrica*	µS/cm	-	711	319	309	372	262	265	261	264
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	< 2	< 2	10,40	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO - Demanda Química de Oxigênio	mg/L	-	6,10	5,90	212,00	< 5	9,20	9,99	< 5	< 5
Fósforo Total	mg/L	Obs 2	< 0,01	0,022	0,149	0,0319	0,0111	0,0507	< 0,01	< 0,01
Nitrato como N	mg/L	10	0,60	0,57	< 0,1	< 0,1	0,47	0,62	0,52	0,36
Nitrito como N	mg/L	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Obs 1	< 0,1	< 0,1	0,55	0,72	< 0,1	< 0,1	0,75	< 0,1
Nitrogênio Total	mg/L	Obs 3	1,11	1,10	10,60	5,63	1,55	1,49	2,06	1,02
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	-	0,51	0,53	10,60	5,63	1,08	0,86	1,52	0,66
Oxigênio Dissolvido*	mg/L	≥ 5,0	4,28	5,51	1,70	1,83	6,29	4,82	6,29	5,23
Saturação de OD	%	-	61,8	73,8	19,2	17,1	83,0	64,9	79,4	68,9
pH*	-	6,0 – 9,0	7,2	7,3	6,2	6,1	7,0	6,9	6,9	6,5
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	-	67	66	20	44	42	43	58	56
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	-	18	23	68	56	26	28	< 10	28
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	85	89	88	100	68	71	62	84



Parâmetros	Unidade	VMP	Rio Timbutuva		Afluentes do rio Timbutuva					
			P03	P06	P01	P02	P04	P05	P08	P09
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	-	< 5	< 5	1500	444	< 5	< 5	< 10	< 5
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	-	16	19	416	160	< 5	17	54	10
Sólidos Totais	mg/L	-	109	121	2044	728	83	101	146	109
Temperatura da Água	°C	-	18,7	19	17,1	18,7	19,6	19,8	16,3	16,3
Turbidez	UNT	100	26	25	750	700	6	21	120	8
Bacteriológicos										
Coliformes Termotolerantes (<i>E. coli</i>)	NMP/100mL	1.000	487	3.650	355	1.590	31	213	1.350	368
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	5.170	11.200	14.100	> 24200	5.480	6.490	> 24200	9.800
Metais										
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo Total	mg/L	0,01	< 0,0005	< 0,0005	0,00992	0,03790	< 0,0005	< 0,0005	0,001930	< 0,0005
Cobre Total	mg/L	-	0,00102	< 0,00025	0,0047	0,0099	< 0,00025	< 0,00025	0,0015	0,0007
Cromo Total	mg/L	0,05	0,00062	0,00074	0,01340	0,01770	0,00056	0,00491	0,00230	0,00390
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel Total	mg/L	0,025	< 0,001	< 0,001	0,0085	0,0078	< 0,001	0,0016	0,0019	0,0010
Zinco Total	mg/L	0,18	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0170	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Compostos Orgânicos										
Surfactantes	mg/L	0,5	< 0,2	< 0,2	0,650	0,890	< 0,2	< 0,2	0,28	0,24
Fenóis totais	mg/L	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ecotoxicidade										
Toxicidade aguda com <i>D. magna</i>	-	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não 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 estabelecida pela legislação, respectivamente. (-) Não se aplica. (N.A) Não Avaliado. (1) VMP em função do pH, sendo de 3,7 mg/L para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 1,0 mg/L para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$; e 0,5 mg/L para $\text{pH} > 8,5$. (2) Para o parâmetro fósforo total, o VMP é de 0,030 mg/L para ambiente lântico; 0,050 mg/L para ambiente intermediário; e 0,100 mg/L para ambiente lótico. (3): Para nitrogênio total, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o VMP será de 1,27 mg/L para ambientes lânticos e de 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência. *Parâmetros mensurados em campo.

Na sequência, são descritos os resultados das principais variáveis analisadas na rede amostral. 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 ao LQ, exceto em relação ao ponto P09 que não foi amostrado na campanha C1. Ressalta-se, ainda, que alguns parâmetros também não foram avaliados na rede amostral na etapa do EIA (maio/2016).

- Parâmetros Físico-Químicos

- Alcalinidade

A alcalinidade pode ser definida como a capacidade da água de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor específico de pH. Seus principais componentes são os sais do ácido carbônico — bicarbonatos e carbonatos — além dos hidróxidos. Em águas naturais, a presença de hidróxidos está geralmente associada à descarga de efluentes industriais, nos quais são empregadas bases fortes, como soda cáustica e cal hidratada (CETESB, 2022). Esse parâmetro não é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com a FUNASA (2014) a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L expressa como CaCO_3 .

Nos pontos monitorados no rio Timbutuva, na campanha de dezembro de 2025, no período chuvoso, a alcalinidade atingiu valor máximo de 46,6 mg/L (P03). Nos afluentes, os maiores valores foram registrados nos pontos P01 e P02, com máximo de 64,9 mg/L em P02 (**Gráfico 1**). No conjunto dos pontos, a alcalinidade teve valor médio de 48,7 mg/L

Os resultados obtidos em dezembro de 2025 (C6) são compatíveis com aqueles verificados nas amostragens pretéritas, desde o EIA (maio/2016) até junho de 2025 (C5), período em que a alcalinidade apresentou valor médio de 44,6 mg/L, mínimo de 15,6 mg/L em P07 (junho/2024 - C3) e máximo de 93,8 mg/L em P04 (dezembro/2024 - C4) (**Gráfico 2**).

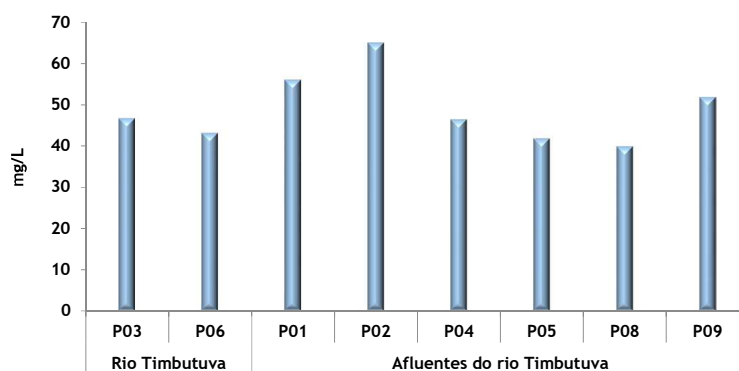


Gráfico 1. Alcalinidade total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes (dezembro/2025).

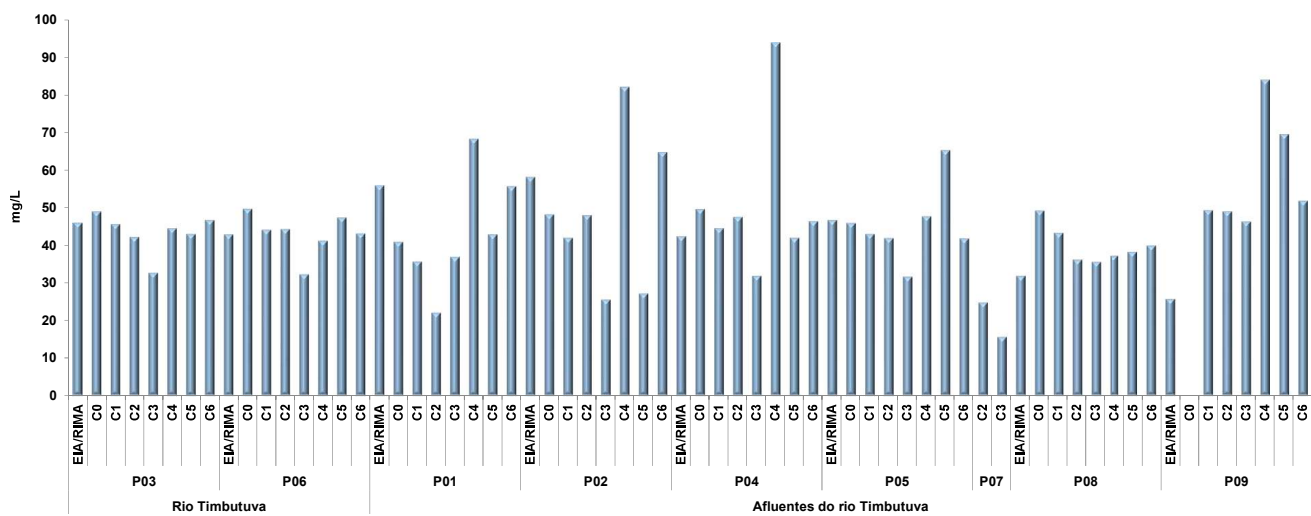


Gráfico 2. Alcalinidade total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 (EIA) e dezembro/2025 (C6).

– Dureza

A dureza é determinada principalmente pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, bem como de sulfatos desses elementos. Sua principal fonte nas águas naturais está associada à interação com o solo e as formações geológicas, especialmente à dissolução de rochas calcárias pela ação do gás carbônico dissolvido na água (CETESB, 2022). Esse parâmetro não é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Na campanha realizada em dezembro de 2025, no rio Timbutuva e em seus afluentes, os resultados oscilaram entre 39,3 mg/L (P08) e 56,9 mg/L (P06), indicando predomínio de baixa dureza (**Gráfico 3**).

Essa variação é compatível com os resultados obtidos nas campanhas anteriores, entre dezembro de 2022 (C0) e junho de 2025 (C5), quando se obteve o mínimo de 15,5 mg/L em P07 (junho/2024 – C3) e o máximo de 49,9 mg/L em P09 (dezembro/2024 – C4). Esse parâmetro não foi analisado na campanha do EIA, motivo pelo qual não consta no **Gráfico 4**.

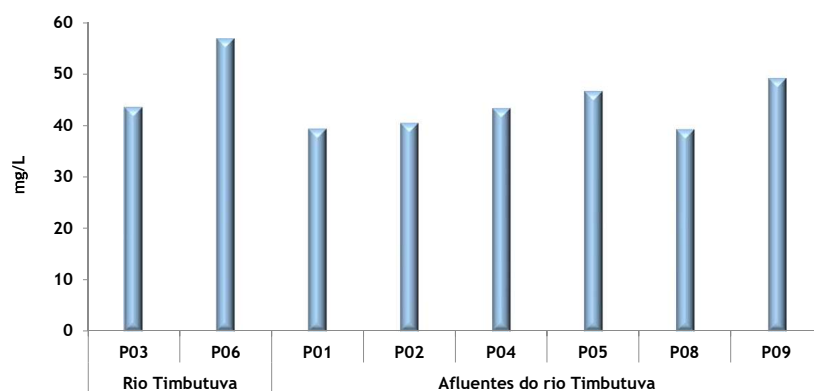


Gráfico 3. Dureza total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

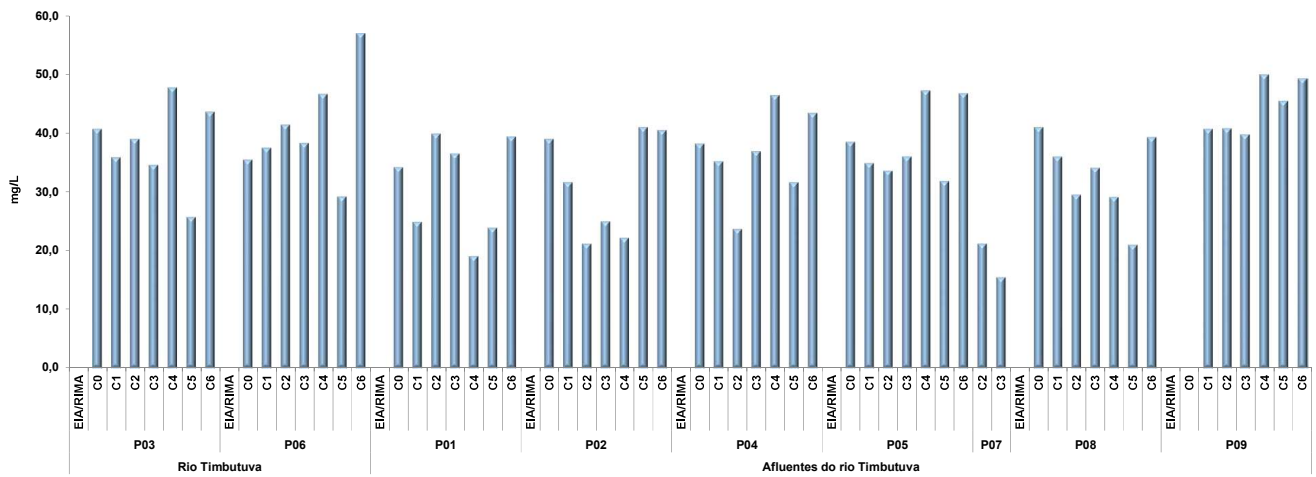


Gráfico 4. Dureza total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 (C0) e dezembro/2025 (C6).

– Condutividade elétrica

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 de 2025 (C6), no período chuvoso, a condutividade no trecho monitorado do rio Timbutuva apresentou uma variação entre 319 $\mu\text{S/cm}$ e 711 $\mu\text{S/cm}$, nos pontos P06 e P03 respectivamente. Nos afluentes a variação foi um pouco menor, com mínimo de 261 $\mu\text{S/cm}$ (P08) e máximo de 372 $\mu\text{S/cm}$ (P02) (**Gráfico 5**).

O maior pico de condutividade verificado no rio Timbutuva à altura do ponto P03, pode estar relacionado à sua localização a jusante do empreendimento, região potencialmente sujeita à influência de cargas difusas. Conforme descrito, o ponto está inserido em área com considerável tráfego de veículos, caminhões e máquinas, em entorno composto por fragmentos florestais, áreas de pastagem e pelo canteiro de obras do empreendimento. As atividades desenvolvidas, como movimentação de terra, podem contribuir para o carreamento de material particulado.

Como medidas de controle, são adotadas pelo empreendimento ações de manejo do escoamento pluvial, além de intervenções voltadas à mitigação de processos erosivos e de assoreamento.

Nas amostragens anteriores deste programa, a condutividade apresentou uma média de 103,9 $\mu\text{S/cm}$, com pico máximo de 261 $\mu\text{S/cm}$ em P03 (dezembro/2024 – C4) e mínimo de 37,0 em P02 (dezembro/2023 – C2), ambos registrados no período chuvoso. Este parâmetro não foi avaliado no EIA, motivo pelo qual não consta no **Gráfico 6**.

A condutividade elétrica pode variar substancialmente em função da composição iônica do corpo hídrico, a qual é influenciada por fatores como pH, oxigênio dissolvido e atividades desenvolvidas no entorno (ESTEVES, 1998). Na amostragem mais recente, embora tenha sido observado aumento nas medições em relação às campanhas anteriores, não foi identificada correlação direta com os demais parâmetros avaliados.

Considerando que, em regiões neotropicais, a condutividade pode apresentar ampla variação (100 a 500 $\mu\text{S/cm}$; CAMPOS *et al.*, 2022; LAFUENTE *et al.*, 2023), em função da sazonalidade e de fatores locais, recomenda-se o acompanhamento do parâmetro nas próximas campanhas, a fim de verificar eventual retorno aos níveis anteriormente registrados e possível associação com outras variáveis monitoradas.

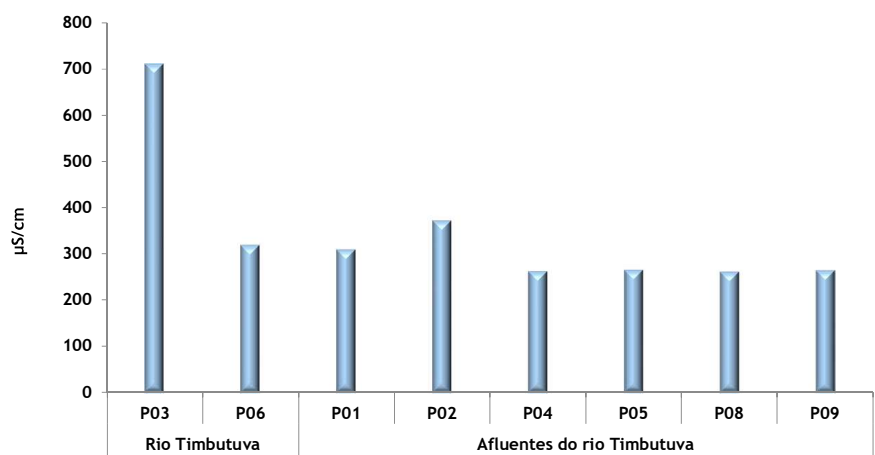


Gráfico 5. Condutividade elétrica nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

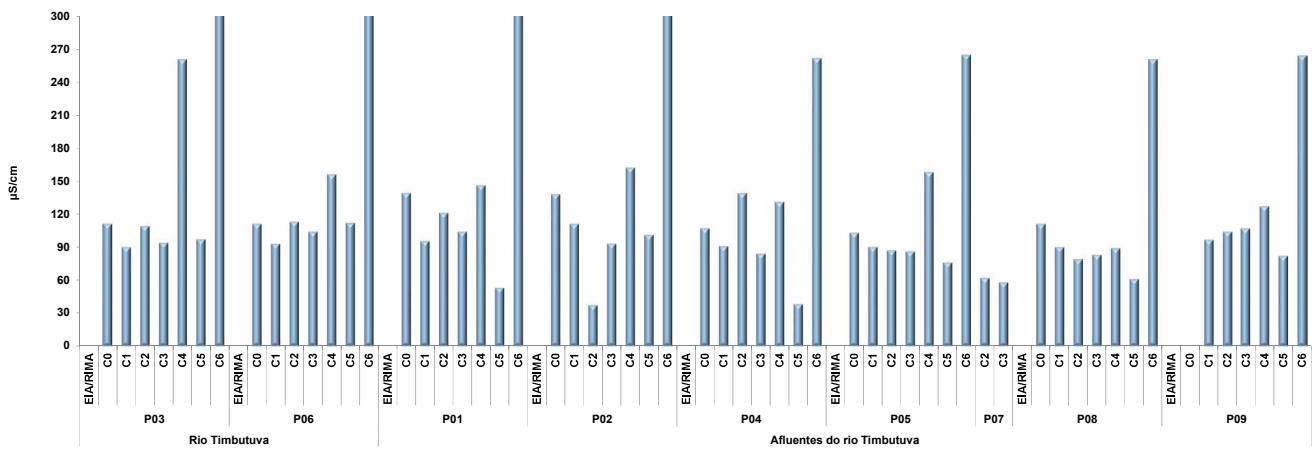


Gráfico 6. Condutividade elétrica nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 (C0) e dezembro/2025 (C6).

– Série de Sólidos

Nas águas naturais, os sólidos ocorrem em diversas frações, nas formas dissolvida e em suspensão, cujos totais (SDT e SST) podem ser subdivididos em componentes fixos (fração mineral) e voláteis (fração orgânica). A soma dessas frações corresponde aos sólidos totais. A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limite de 500 mg/L apenas para sólidos dissolvidos totais (SDT), não contemplando as demais frações avaliadas.

Os sólidos dissolvidos são constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos e fosfatos, entre outros íons, influenciando parâmetros como salinidade, condutividade e pH.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), as concentrações de sólidos dissolvidos fixos variaram de 20 mg/L (P01) a 67 mg/L (P03). Os sólidos dissolvidos voláteis atingiram máximo de 68 mg/L (P01), não sendo quantificados em P08. Como reflexo dessas variações, os sólidos dissolvidos totais (SDT) nos trechos monitorados do rio Timbutuva e de seus afluentes oscilaram entre 62 mg/L (P08) e 100 mg/L (P02). Os maiores valores foram registrados em P06, no rio Timbutuva (89 mg/L), e em P02, em afluente (100 mg/L), destacando-se em relação aos demais pontos monitorados (**Gráfico 7**).

Esses resultados mostram que, apesar das obras de implantação do empreendimento potencialmente resultarem no revolvimento de sólidos, não houve extrapolação do padrão da Resolução CONAMA nº 357/05 para sólidos dissolvidos totais, no conjunto de pontos monitorados. Nas campanhas pretéritas deste programa, todas as concentrações também atenderam ao padrão legal, com registro máximo de 192 mg/L (P04), em dezembro de 2023 (C2), conforme **Gráfico 8**. Esse parâmetro não foi avaliado na campanha do EIA (maio/2016).

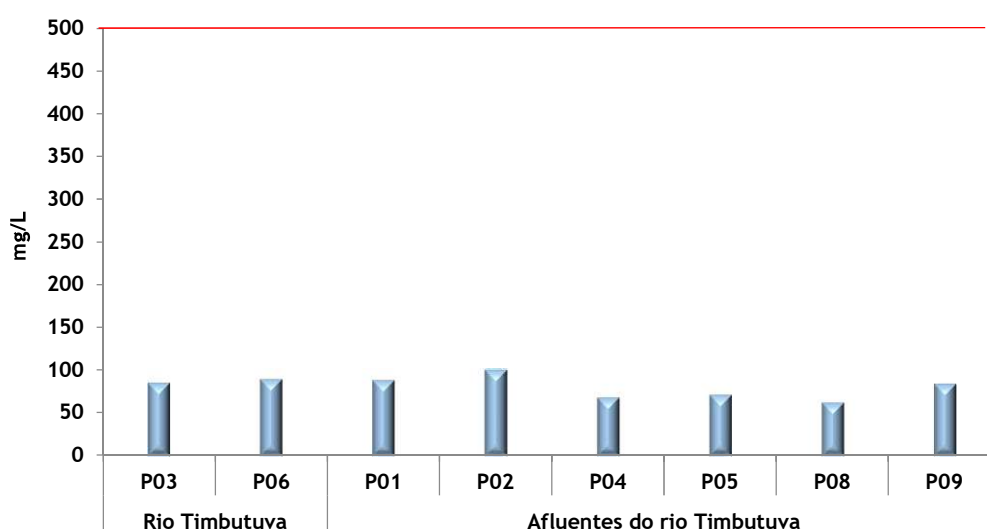


Gráfico 7. Sólidos dissolvidos totais (SDT) nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

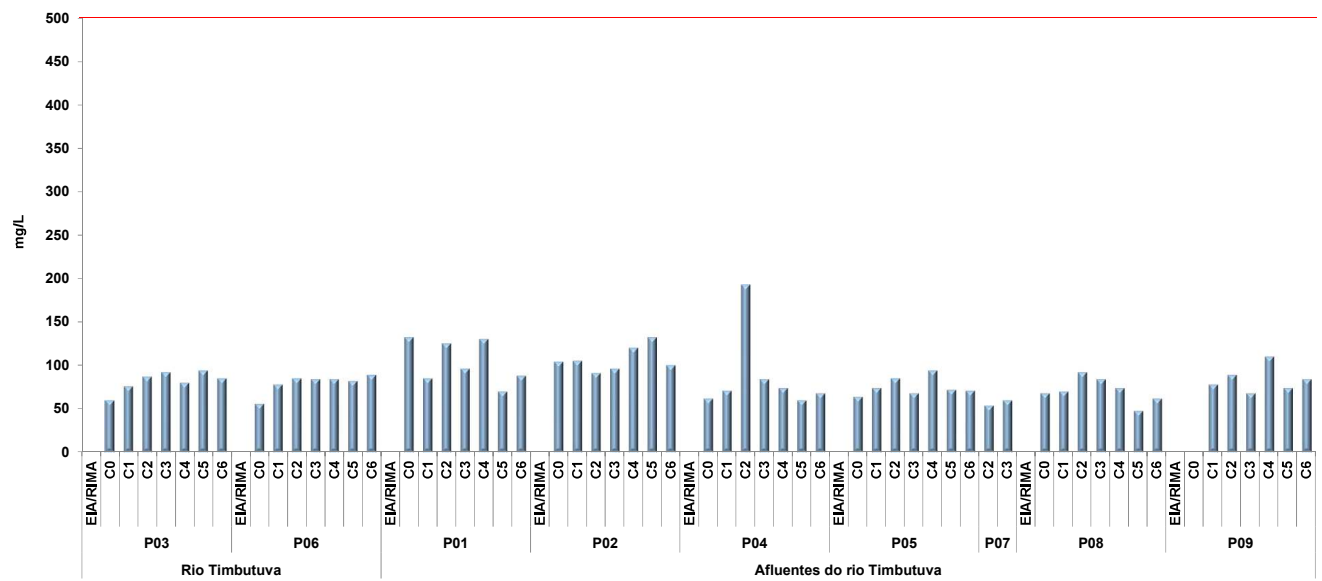


Gráfico 8. Sólidos dissolvidos totais (SDT) nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 e dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (500 mg/L).

Os sólidos em suspensão totais (SST) correspondem à fração particulada, composta por material mineral (fixo) e orgânico (volátil), incluindo argilas, siltes, matéria orgânica particulada e organismos planctônicos, sendo os principais responsáveis pela turbidez da água em função da dispersão da luz.

Os resultados dos sólidos suspensos fixos, em dezembro de 2025 (C6), mostraram grande variação: desde concentrações inferiores ao limite de quantificação no rio Timbutuva e em parte dos seus afluentes (P04, P05, P08 e P09) até 1.500 mg/L (P01), assim como os sólidos suspensos voláteis, com mínimo inferior a 5 mg/L (LQ) no ponto P04 e máximo de 416 mg/L no ponto P01, ambos afluentes do rio Timbutuva.

A análise dos níveis de sólidos totais, que compreende todas as parcelas citadas, indicou nesta campanha maior valor no ponto P01 (2.044 mg/L), seguido de P02 (728 mg/L) (**Gráfico 9**). Ambos os pontos estão situados próximos a estradas públicas não pavimentadas, amplamente utilizadas pela população local, condição que favorece o carreamento de material particulado para os cursos d'água.

Ressalta-se que durante a sexta campanha (C6), foram executadas nas imediações apenas atividades pontuais, em fase final de implantação.

Para evitar o aporte de sedimentos aos corpos d'água, o empreendimento adota dispositivos de controle, como mantas geotêxteis, cacimbas, curvas de nível e canais de direcionamento do escoamento superficial, especialmente nos limites com as Áreas de Preservação Permanente (APPs). Tais estruturas são periodicamente inspecionadas, com adoção de medidas corretivas sempre que necessário, conforme previsto no Plano de Controle Ambiental (PCA).

Nos cinco dias anteriores à amostragem, registraram-se 8 mm de precipitação no pluviômetro instalado no empreendimento e 11,2 mm na região urbana de Campo Largo (CEMADEN). Ainda que de pequeno volume, a ocorrência de chuva anterior à coleta pode ter contribuído para o aumento dos sólidos totais em P01 e P02, especialmente em razão da presença de vias não pavimentadas e da intensificação do escoamento superficial. Adicionalmente, considerando a conectividade hídrica do sistema, pode ter ocorrido aporte difuso de material particulado proveniente de propriedades rurais situadas no entorno.

Na série histórica, excetuando-se os picos registrados no período chuvoso de dezembro de 2023 (C2) no ponto P04 (1.972 mg/L), e de dezembro de 2024 (C4), nos pontos P01 (1.042 mg/L) e P02 (3.044 mg/L), os demais valores observados apresentam magnitude semelhante à verificada em dezembro de 2025 (C6), conforme **Gráfico 10**.

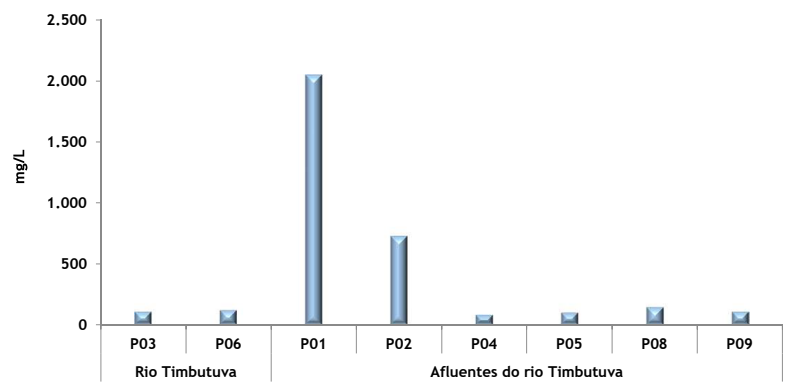


Gráfico 9. Sólidos totais nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.



– Turbidez

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.

Na campanha de dezembro de 2025 (Campanha 6), a maioria dos trechos monitorados do rio Timbutuva e em seus afluentes apresentou baixos níveis de turbidez (≤ 26 UNT), em conformidade com a legislação (**Gráfico 11**). Contudo, os pontos P01 (750 UNT), P02 (700 UNT) e P08 (120 UNT) excederam o padrão normativo. Esses resultados são coerentes com os valores de sólidos totais registrados na mesma campanha, visto que os pontos P01 e P02 se destacaram pelos maiores picos, especialmente de sólidos suspensos fixos, indicando predomínio de material particulado e sua relação direta com o aumento da turbidez.

Conforme mencionado, os pontos P01 e P02 estão localizados próximos a estradas públicas não pavimentadas e sujeitos ao aporte e à mobilização de material particulado decorrentes do intenso tráfego local, além da influência de propriedades rurais com uso agrícola a montante. Embora os volumes de precipitação registrados nos cinco dias anteriores à campanha tenham sido relativamente baixos, é possível que tenham contribuído para o aumento do carreamento de partículas finas para o corpo hídrico.

O ponto P08, por sua vez, situa-se a jusante de área com vegetação suprimida (Autorizações de Exploração nº 2041.5.2022.55093 e nº 2041.5.2022.60617). Apesar da implantação de estruturas de contenção e proteção, a maior exposição do solo pode favorecer, sob eventos de precipitação, o aporte lateral de sedimentos, resultando em elevações pontuais de turbidez. Nesse contexto, tornam-se relevantes as medidas de contenção e as vistorias periódicas para mitigação do carreamento de sedimentos.

No histórico das campanhas (maio/2016 a junho/2025), os níveis de turbidez atenderam majoritariamente o padrão legal, com registro de sete não conformidades (**Gráfico 12**), concentradas nas seguintes campanhas C1 (junho/2023 - P01, 130 UNT), C2 (dezembro/2023 - P04, 2.200 UNT), C4 (dezembro/2024 - P01, 1.000 UNT; P02, 600 UNT e P08, 150 UNT) e C5 (junho/2025 - P03, 230 UNT e P08, 170 UNT).

Em dezembro/2024, as não conformidades ocorreram nos mesmos pontos observados na campanha atual (P01, P02 e P08), associadas possivelmente ao aporte de sedimentos oriundos das vias não pavimentadas, às precipitações do período e ao carreamento proveniente das propriedades rurais do entorno.

O valor elevado registrado em P04, em dezembro de 2023 (C2), esteve relacionado às obras de implantação de travessia de drenagem e passagem de fauna (LI nº 270071), que provocaram revolvimento direto de sedimentos no leito. Após a conclusão das estruturas, verificou-se o restabelecimento das condições naturais do curso d'água nas campanhas subsequentes. Ressalta-se que, naquele período chuvoso, os resultados de turbidez apresentaram correlação com sólidos totais e sólidos dissolvidos totais.

Na campanha de junho de 2025 (C5), as não conformidades registradas em P03 e P08 estiveram associadas a áreas com tráfego de veículos e máquinas, à urbanização da Vila São Luiz e ao uso do entorno por transeuntes para pesca, fatores que favorecem a ressuspensão e o carreamento de sedimentos.

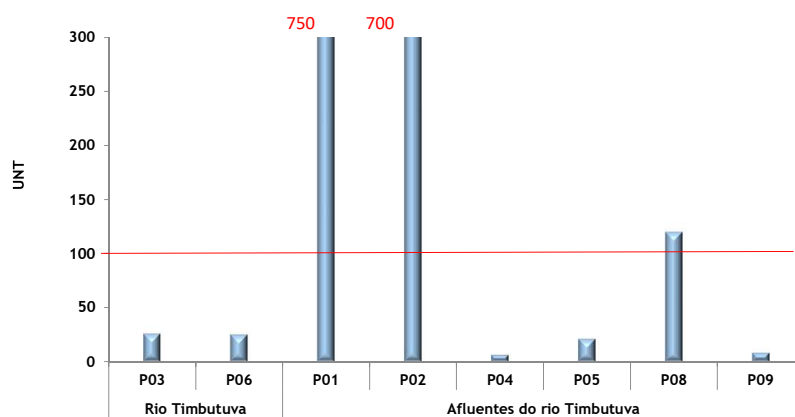


Gráfico 11. Turbidez nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (100 UNT).

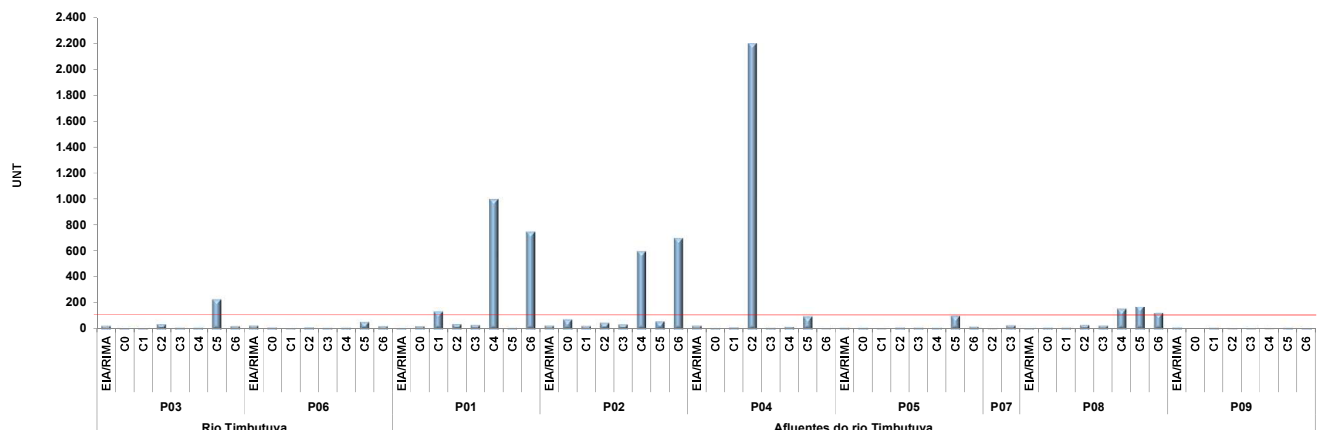


Gráfico 12. Turbidez nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (100 UNT).

– Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia. Para águas doces classe 2, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limite máximo de 5 mg/L. A Demanda Química de Oxigênio (DQO), por sua vez, representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por meio de agente químico. A Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelece padrão para esse parâmetro.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), as concentrações de DBO estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico (2,0 mg/L) na maioria dos pontos. A única exceção foi o ponto P01, que apresentou valor de 10,4 mg/L (**Gráfico 13**), superando o padrão da normativa. Conforme ilustrado na Figura 5, anteriormente apresentada, esse trecho se caracteriza pelo acúmulo de detritos vegetais provenientes da mata ciliar que, associado ao reduzido fluxo de vazão, pode favorecer a decomposição biológica da matéria orgânica e, consequentemente, o aumento pontual da DBO.

O ponto P01, localizado ao sul do empreendimento, sofre pouca influência direta das obras, porém encontra-se próximo a estrada pública não pavimentada, condição que pode favorecer o aporte de cargas orgânicas e inorgânicas, especialmente sob precipitação. Soma-se a isso a expressiva concentração de sólidos totais registrada nesse trecho, sugerindo aumento do material passível de oxidação biológica.

Esses resultados, em geral, estão coerentes com o registro histórico observado nas campanhas anteriores, incluindo a fase do EIA, uma vez que até junho de 2024 os valores de DBO em toda a malha amostral se mantiveram sistematicamente abaixo do limite de quantificação do método. As únicas não conformidades registradas para esse parâmetro ocorreram na campanha de dezembro de 2024 (C4), quando os pontos P01 e P02 apresentaram valores superiores a 10 mg/L (**Gráfico 14**).

Em dezembro de 2025 (C6), a DQO variou desde resultados abaixo do limite de quantificação (5 mg/L), nos pontos P02, P08 e P09, até o máximo de 212 mg/L, também no ponto P01. Os demais pontos quantificados (P03, P04, P05 e P06) apresentaram concentrações reduzidas, compatíveis com os resultados de DBO, indicando teores reduzidos de materiais orgânicos nesses corpos d'água (**Gráfico 15**).

No histórico de monitoramento, a DQO oscilou entre valores abaixo do LQ e máximo de 157 mg/L no ponto P04, registrado em dezembro de 2023 (**Gráfico 16**). Esse aumento esteve associado aos elevados níveis de turbidez e de sólidos totais observados no mesmo período, possivelmente influenciados pelas condições do período chuvoso e pela interferência das obras de infraestrutura (LI nº 270071), em especial durante a implantação de travessia de

drenagem nas proximidades do ponto, que promoveu revolvimento de sedimentos no leito. Na campanha subsequente (junho/2024), após a conclusão das estruturas, o ponto P04 voltou a apresentar DQO reduzida (10,1 mg/L), em patamar semelhante aos demais pontos monitorados.

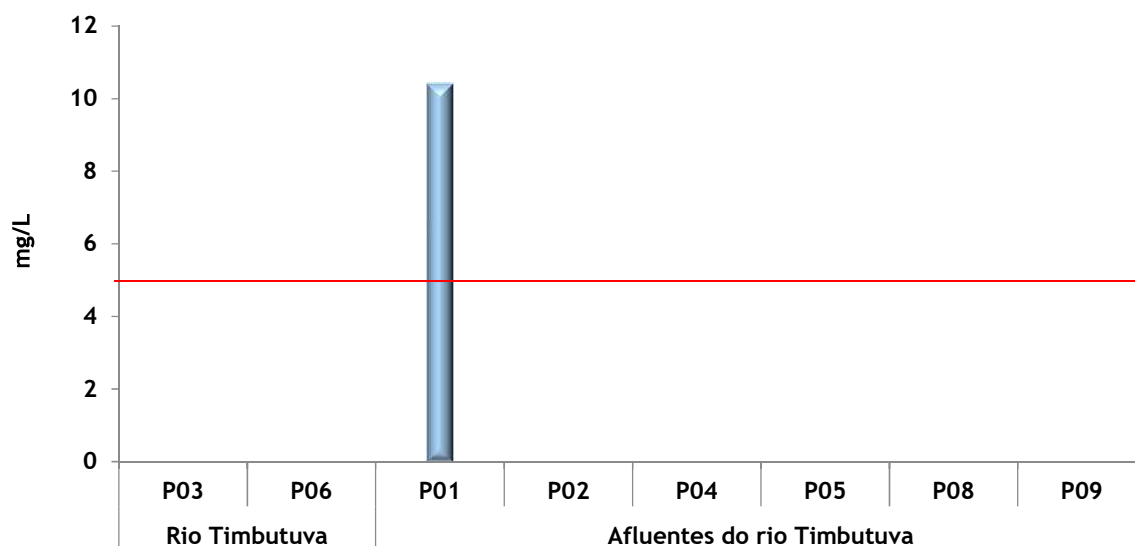


Gráfico 13. DBO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (5,0 mg/L).

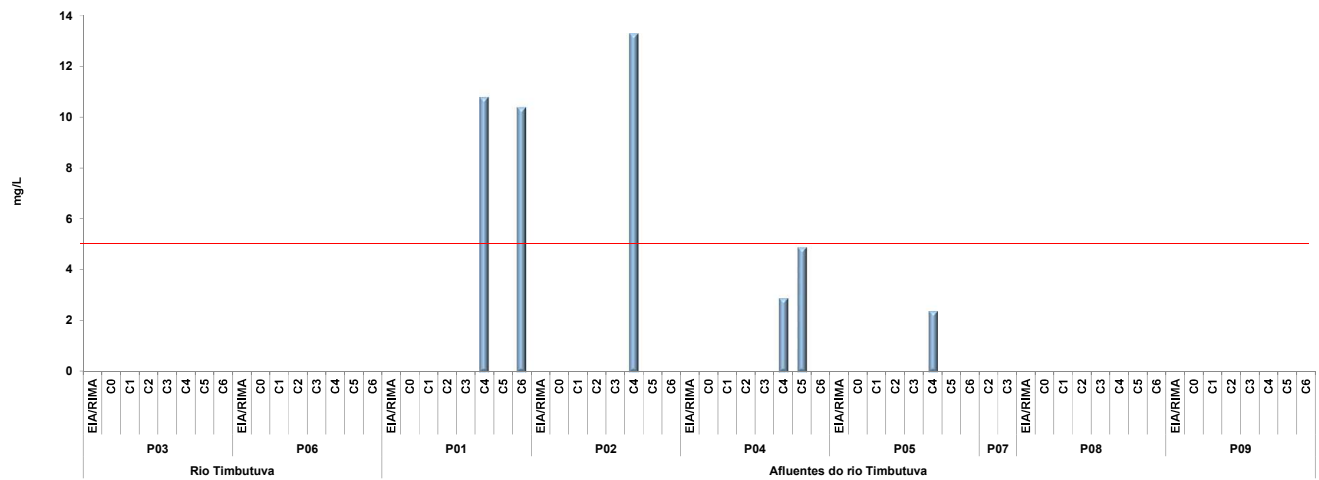


Gráfico 14. DBO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (5,0 mg/L).

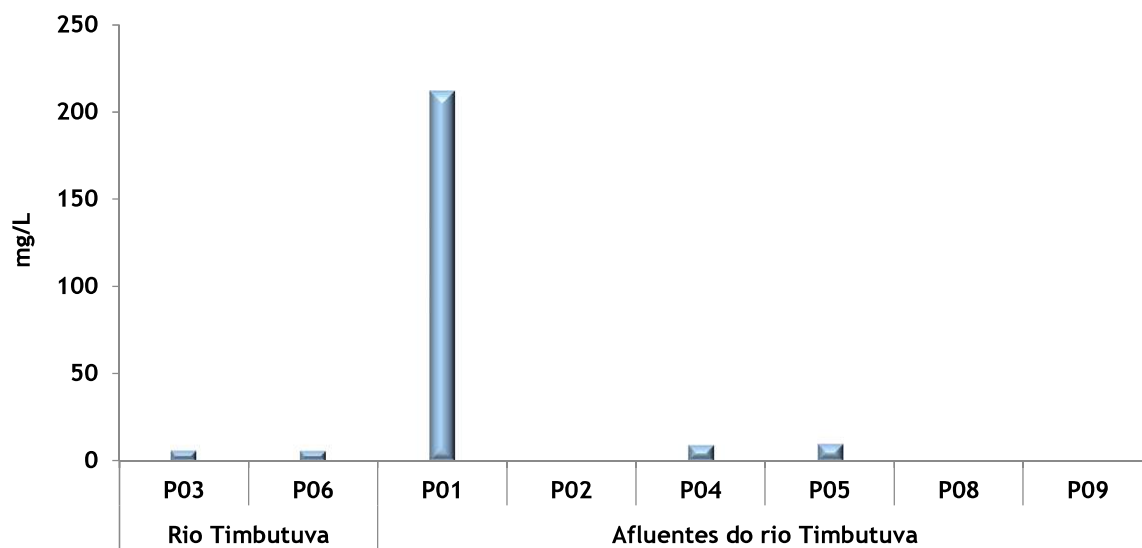


Gráfico 15. DQO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

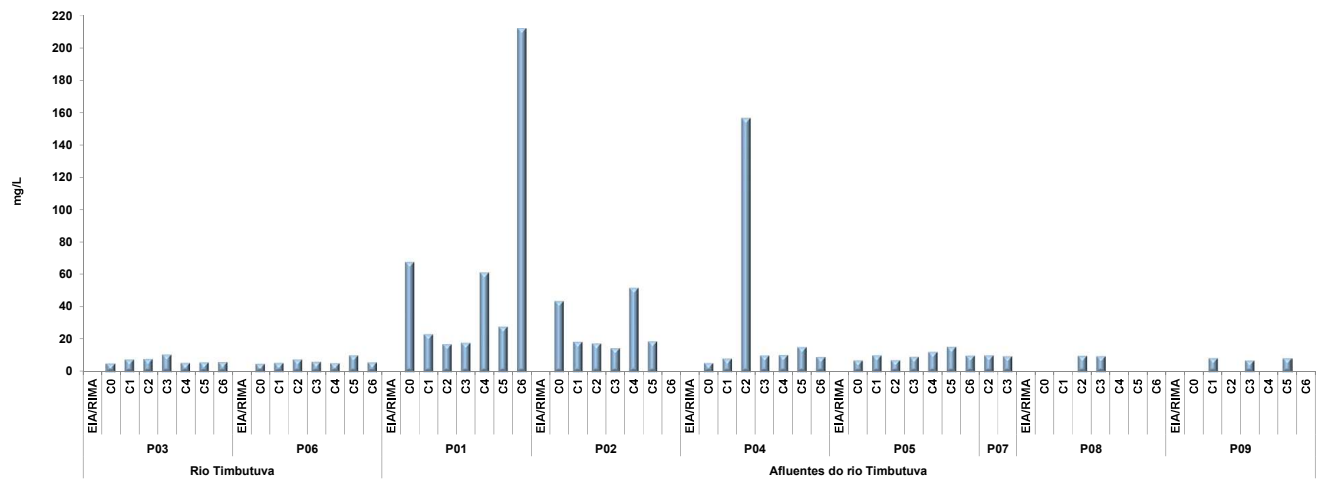


Gráfico 16. DQO nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.

– Oxigênio Dissolvido

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 para águas doces classe 2 que a concentração mínima de OD seja igual ou maior a 5 mg/L, considerada adequada aos organismos aquáticos aeróbios.

Em dezembro de 2025 (C6), os níveis de oxigênio dissolvido no rio Timbutuva e seus afluentes apresentaram não conformidades em alguns pontos em relação ao padrão estabelecido para águas doces classe 2 (P03 = 4,28 mg/L; P01 = 1,7 mg/L; P02 = 1,83 mg/L; P05 = 4,82 mg/L), com mínimo de 1,7 mg/L (P01) e máximo de 6,29 mg/L (P04 e P08) (**Gráfico 17**).

A menor concentração observada em P01 pode estar associada aos valores elevados de DQO e DBO registrados no mesmo ponto, indicando maior carga de matéria orgânica biodegradável e, conseqüentemente, maior consumo de oxigênio pela atividade microbiana.

Considerando que os pontos monitorados correspondem a cursos d'água lóticos de baixa ordem (1ª a 3ª), com menores vazões e menor capacidade de diluição, esses sistemas tornam-se mais sensíveis a aportes pontuais e difusos, favorecendo variações mais acentuadas de DBO e OD. Ressalta-se que, nas proximidades de P01, a influência direta das obras é atualmente reduzida, sendo as alterações observadas possivelmente relacionadas às condições do entorno, como vias não pavimentadas com intenso tráfego e uso rural do solo a montante.

No histórico de monitoramento, os teores de OD permaneceram acima de 5 mg/L na maioria das campanhas. Entretanto, ocorreram não conformidades recorrentes em P01, P02 e P07 na fase prévia à implantação (C0, dezembro/2022), nas campanhas da fase de implantação (C1, junho de 2023, C2, dezembro de 2023 e C4, dezembro de 2024) e, de forma mais abrangente, em todos os pontos na campanha de junho de 2025 (C5) possivelmente associadas aos mesmos fatores de aporte de matéria orgânica e condições hidrológicas locais (**Gráfico 18**).

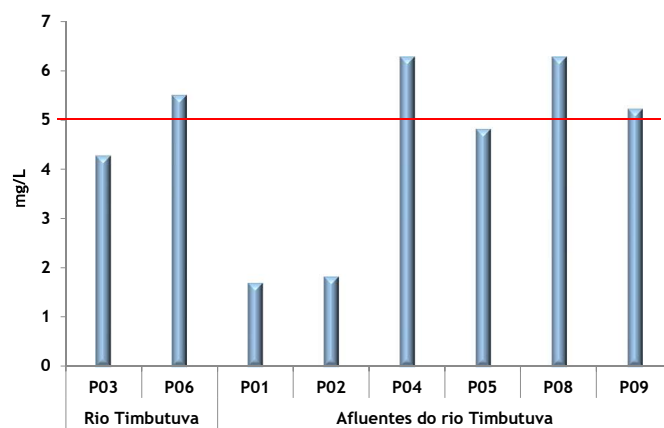


Gráfico 17. Oxigênio dissolvido nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (5,0 mg/L).

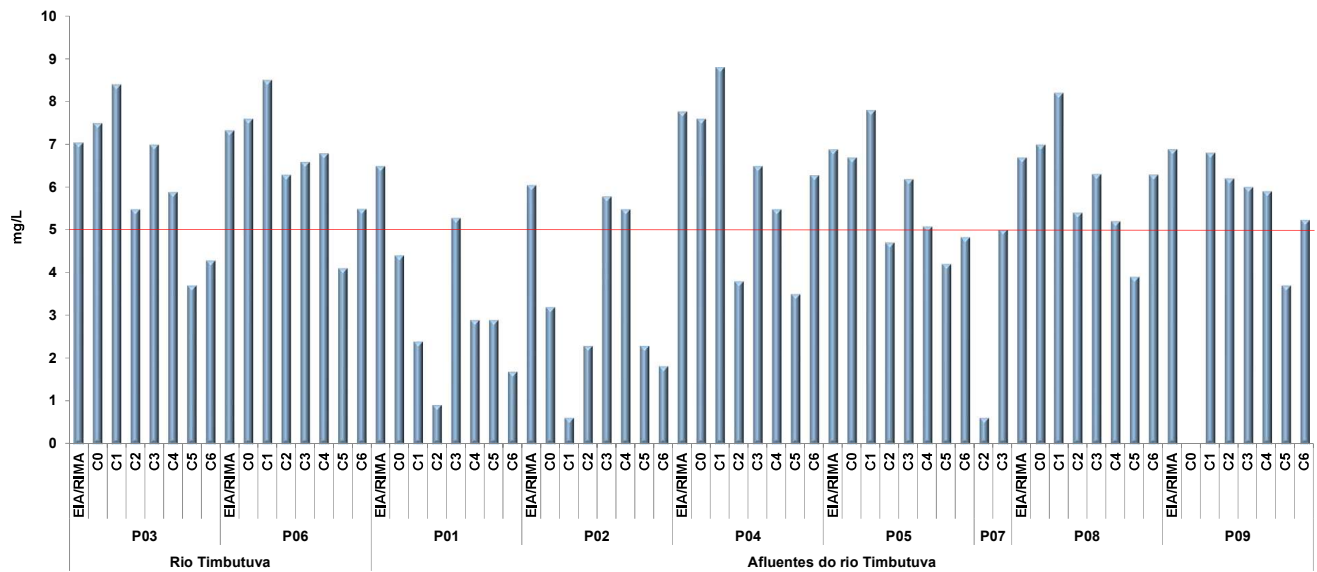


Gráfico 18. Oxigênio dissolvido nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (5,0 mg/L).

– Fósforo Total

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 em ambientes lóticos, característica dos corpos d'água monitorados.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), nos trechos avaliados do rio Timbutuva, as concentrações de fósforo total permaneceram em conformidade com o padrão legal, variando de valores abaixo do limite de quantificação do método ($< 0,01$ mg/L no ponto P03) até 0,022 mg/L (P06). Nos afluentes, os resultados oscilaram entre valores não quantificados (P08 e P09) e máximo de 0,149 mg/L no ponto P01, sendo este o único registro em não conformidade no período (Gráfico 19).

O valor elevado observado em P01 acompanha os picos de DBO, DQO, sólidos totais e turbidez registrados na mesma campanha, indicando influência das condições do entorno e do acúmulo de detritos vegetais em trecho de baixa vazão. A utilização de fertilizantes e a presença de dejetos de animais nas propriedades adjacentes podem ter contribuído para o aumento do fósforo, especialmente pelo carreamento de nutrientes intensificado no período chuvoso (**Gráfico 19**).

No histórico de monitoramento, os níveis de fósforo total atenderam majoritariamente ao padrão estabelecido, com exceção de dois registros pontuais: P04 em dezembro de 2023 (C2) com 0,126 mg/L, e P01 em dezembro de 2024 (C4) com 0,31 mg/L, conforme apresentado **Gráfico 20**. Esses incrementos também podem estar associados ao aporte difuso de nutrientes, especialmente em períodos chuvosos.

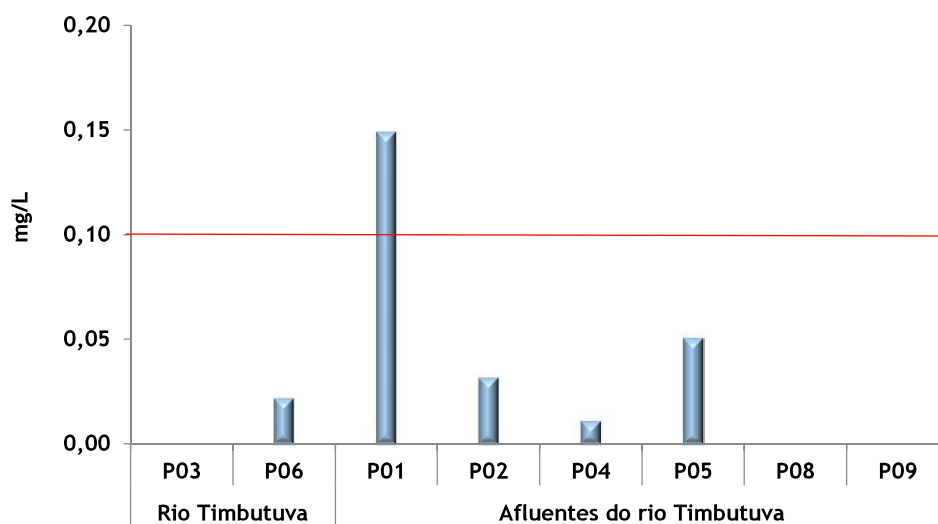


Gráfico 19. Fósforo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (0,1 mg/L em ambiente lótico).

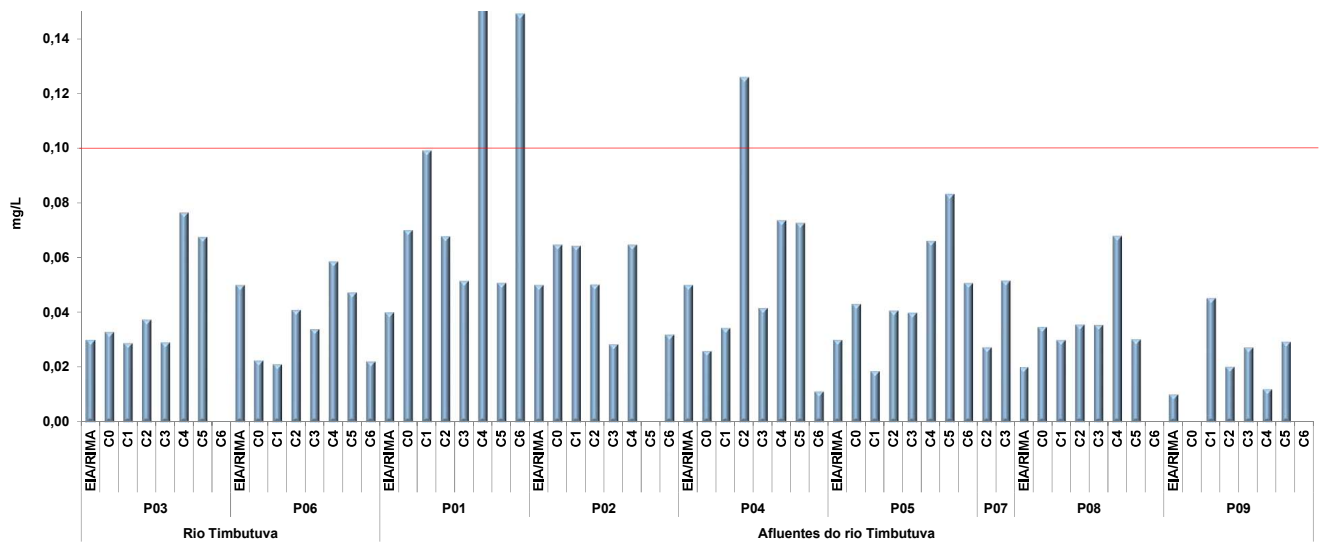


Gráfico 20. Fósforo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (0,1 mg/L em ambiente lótico).

– Série de Nitrogênio

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 variadas, destacando-se os esgotos sanitários como principal contribuição, além de efluentes industriais, tais como gerados por frigoríficos e curtumes.

Para águas doces classe 2, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limite de 10 mg/L para nitrato e 1 mg/L para nitrito. Para o nitrogênio amoniacal, os valores máximos permitidos variam conforme o pH do meio, sendo: 3,7 mg/L para pH inferior a 7,5; 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e < 8,0; 1,0 mg/L para pH entre 8,0 e < 8,5; e 0,5 mg/L para pH superior a 8,5. Não há critérios legais estabelecidos para nitrogênio Kjeldahl total.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), os níveis de nitrato foram baixos e, em alguns pontos, não quantificados, atendendo integralmente ao padrão legal. O valor máximo foi de 0,62 mg/L no ponto P05, afluente do rio Timbutuva, e o mínimo de 0,36 mg/L no ponto P09, desconsiderando-se os resultados abaixo do limite de quantificação do método (**Gráfico 21**).

De forma similar, nas campanhas anteriores também foram registrados baixos teores de nitrato, compatíveis com o padrão legal, com valor máximo de 5,98 mg/L no ponto P02, em junho de 2025 (C5), conforme **Gráfico 22**.

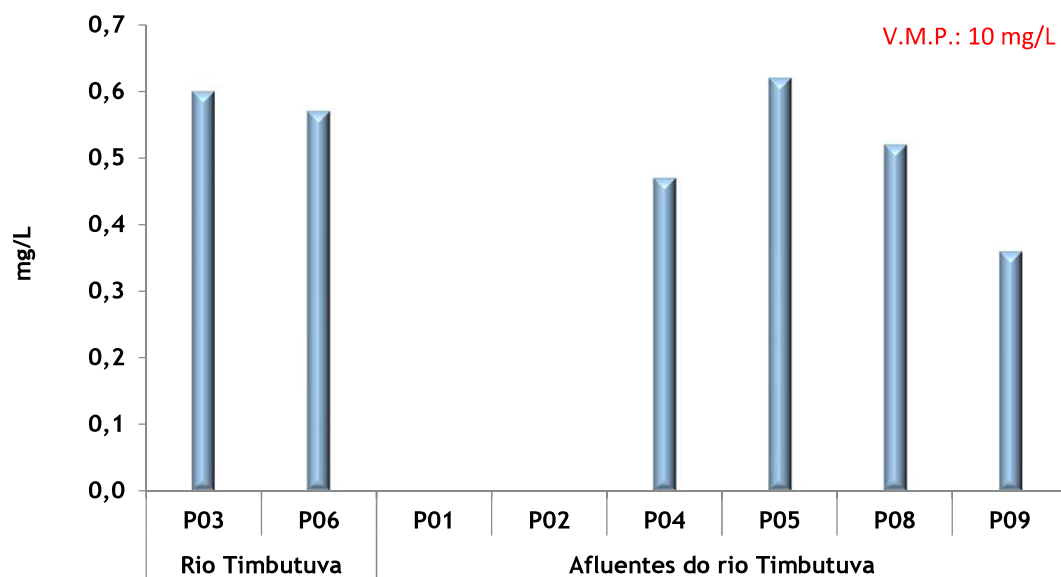
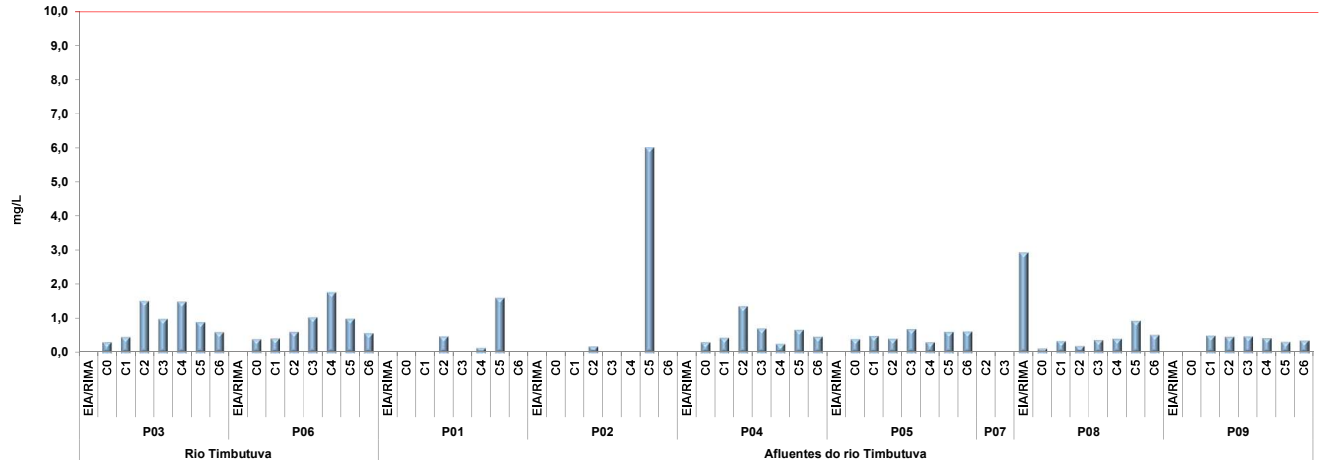


Gráfico 21. Nitrato nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: Em vermelho, o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (10 mg/L).



As concentrações de nitrito atenderam ao padrão estabelecido pela legislação em todos os pontos monitorados na campanha de dezembro de 2025 (C6), variando entre 0,01 mg/L em P05 e 0,02 mg/L em P08. Nos demais pontos, o nitrito permaneceu abaixo do limite de quantificação do método (**Gráfico 23**).

De forma similar, no histórico do monitoramento, o nitrito apresentou concentrações reduzidas. Não houve registros quantificáveis nas campanhas do EIA maio de 2016, pré-implantação dezembro de 2022 (C0) e início da implantação junho de 2023 (C1). A partir de dezembro de 2023 (C2), passaram a ser observadas concentrações quantificáveis, sempre em conformidade com o padrão legal, no rio Timbutuva e em seus afluentes. Ainda assim, ao longo da série, ocorreram registros pontuais abaixo do limite de quantificação, inclusive na campanha de dezembro de 2025 (C6), conforme **Gráfico 24**.

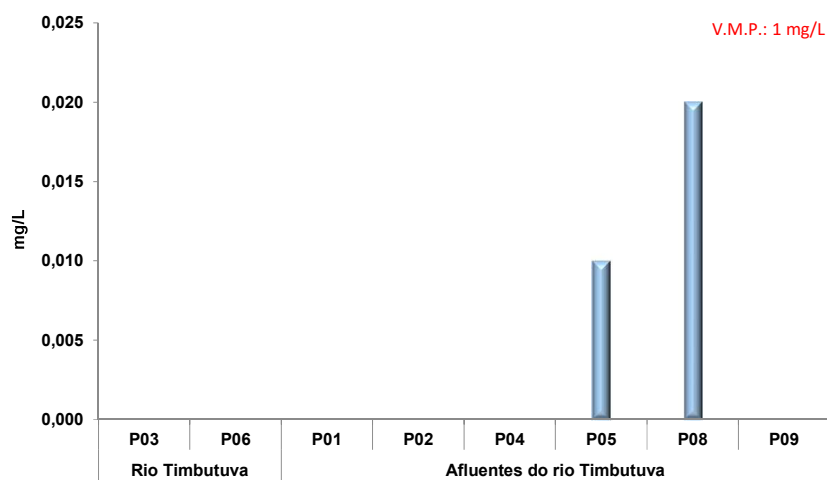


Gráfico 23. Nitrito nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (1,0 mg/L).

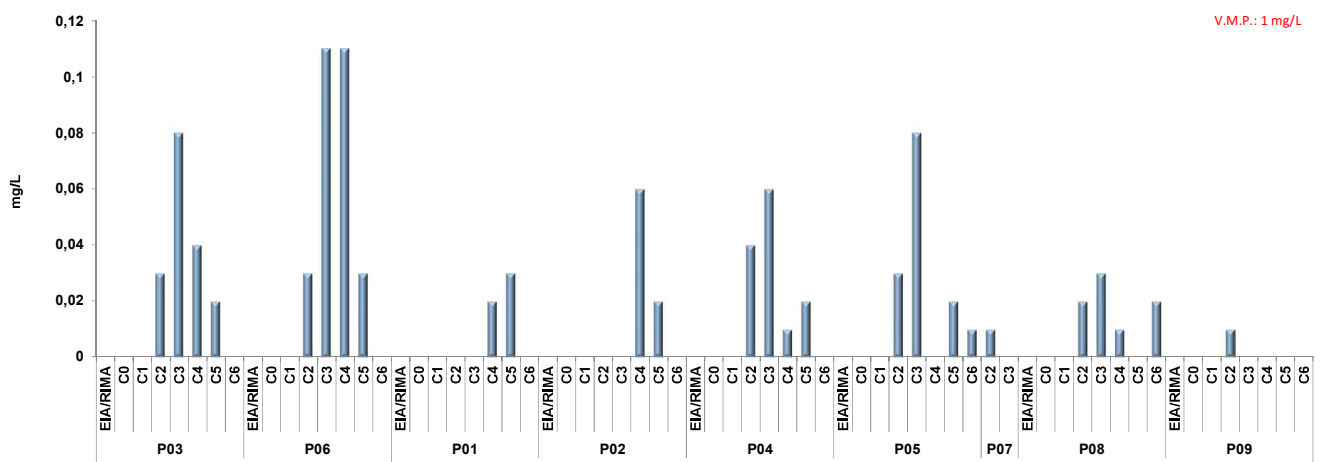


Gráfico 24. Nitrito nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: Em vermelho, valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (1,0 mg/L).

O nitrogênio amoniacal manteve-se em conformidade com a legislação na campanha de dezembro de 2025 (C6), permanecendo abaixo do limite de quantificação do método ($< 0,1$ mg/L) na maior parte da malha amostral (P03, P04, P05, P06, P07 e P09). Nos demais pontos, as concentrações variaram entre 0,549 mg/L em P01 e 0,75 mg/L em P08.

Considerando que todos os pontos apresentaram pH inferior a 7,5, faixa para a qual a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece valor máximo permitido de 3,7 mg/L para nitrogênio amoniacal em águas doces classe 2, toda a malha amostral esteve em conformidade com o padrão normativo (**Gráfico 25**).

Situação semelhante foi observada nas campanhas anteriores, entre maio de 2016 e junho de 2025, quando a maioria dos resultados também permaneceu abaixo do limite de quantificação. O maior valor histórico foi de 1,13 mg/L em P01, na campanha de dezembro de 2024 (C4), mantendo-se igualmente conforme, uma vez que o pH do período foi inferior a 7,5 (**Gráfico 26**).

O nitrogênio Kjeldahl total, que corresponde à soma das frações orgânica e amoniacal, indica, tanto nas campanhas pretéritas quanto na atual, predomínio da forma orgânica no ambiente aquático.

De modo geral, os resultados sugerem que o nitrogênio não se configura como fator potencial de eutrofização nas águas do rio Timbutuva e de seus afluentes, nas condições monitorada

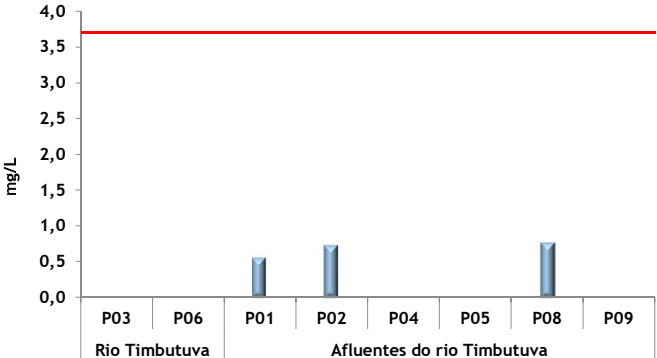


Gráfico 25. Nitrogênio amoniacal total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 com pH inferior a 7,5 (3,7 mg/L).

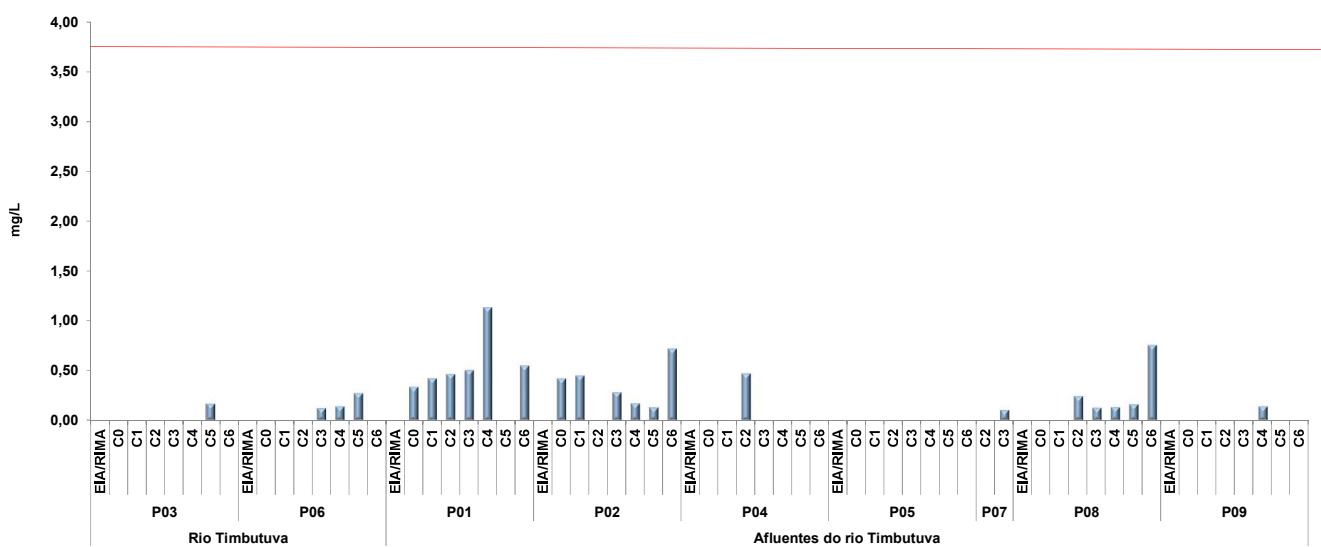


Gráfico 26. Nitrogênio amoniacal total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 com pH inferior a 7,5 (3,7 mg/L).

Em dezembro de 2025 (C6), as maiores concentrações de nitrogênio total foram registradas em P01 (10,6 mg/L) e P02 (5,63 mg/L), enquanto nos demais pontos os valores permaneceram em níveis inferiores, com mínimo de 1,02 mg/L em P09 (**Gráfico 27**).

A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que, para águas doces classes 1 e 2, o valor de 2,18 mg/L para nitrogênio total em ambientes lóticos aplica-se apenas quando o nutriente for definido como fator limitante para eutrofização pelo órgão ambiental competente. Até o momento, não há definição formal dessa condição para a bacia do rio Timbutuva, não sendo possível enquadrar automaticamente os valores observados como não conformidades.

No histórico do programa, os resultados de nitrogênio total apresentaram, em geral, concentrações moderadas, com registros pontuais mais elevados associados a campanhas específicas. O maior valor foi observado em P02 na campanha de junho de 2025 (C5), com 6,97 mg/L. Na campanha prévia à implantação, em dezembro de 2022 (C0), também foi registrado valor elevado em P02 (5,5 mg/L). No período chuvoso de dezembro de 2024 (C4), verificaram-se concentrações superiores em diferentes pontos da malha, tanto no rio Timbutuva (P03 = 2,8 mg/L; P06 = 2,56 mg/L) quanto em seus afluentes (P01 = 5,66 mg/L; P02 = 3,35 mg/L; P04 = 2,76 mg/L), sugerindo influência sazonal e aporte difuso (**Gráfico 28**). Ressalta-se que o nitrogênio total não foi avaliado na campanha do EIA (maio de 2016).

De forma integrada, considerando os baixos teores das espécies nitrogenadas dissolvidas e as concentrações de fósforo total majoritariamente em conformidade com o padrão legal, os resultados não indicam condições favoráveis ao desenvolvimento de processo de eutrofização no rio Timbutuva e em seus afluentes.

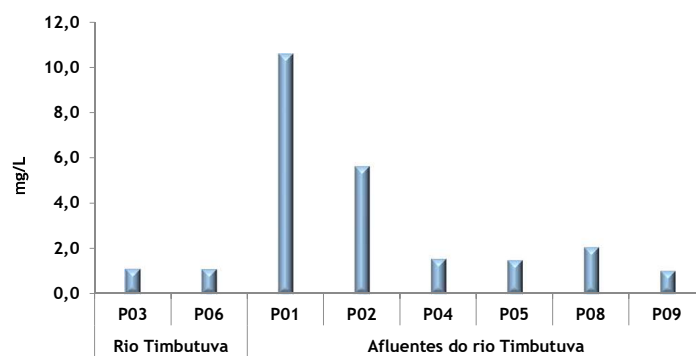


Gráfico 27. Nitrogênio total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

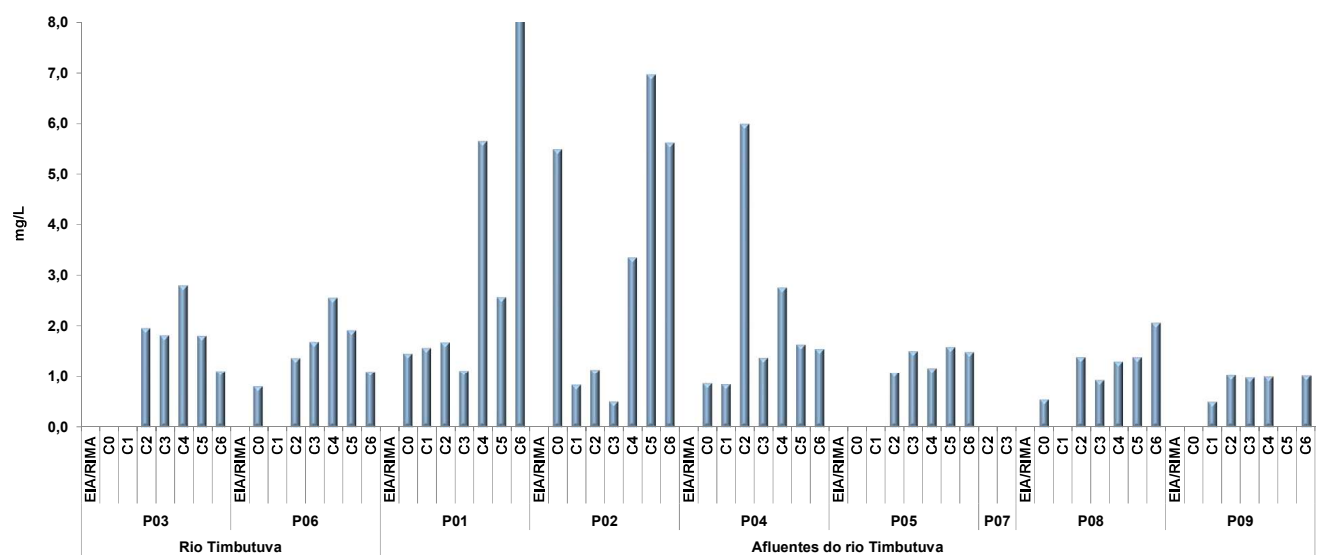


Gráfico 28. Nitrogênio total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre dezembro/2022 e dezembro/2025.

– 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.

De acordo com o **Gráfico 29**, os resultados de pH aferidos em campo em dezembro de 2025 (C6) se enquadram integralmente no intervalo estabelecido pela legislação, entre 6,1 em P02 e 6,2 em P01 até 7,3 em P06, caracterizando águas com pH majoritariamente em torno da neutralidade. Os menores valores em P01 e P02 podem estar associados aos processos de decomposição da matéria orgânica nesses trechos, contribuindo para discreta redução do pH.

No histórico das campanhas, verificou-se que todos os resultados também permaneceram em conformidade com o padrão legal, oscilando entre 6,02 no ponto P07 na campanha de dezembro de 2023 (C2) e 8,22 no ponto P03 em junho de 2023 (C1), conforme **Gráfico 30**.

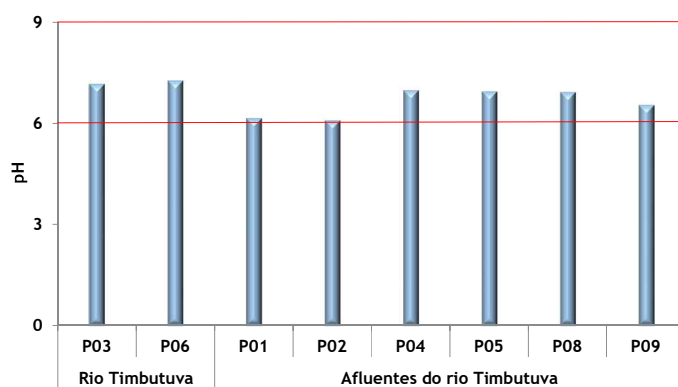


Gráfico 29. pH nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: As linhas vermelhas correspondem à faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (6 a 9).

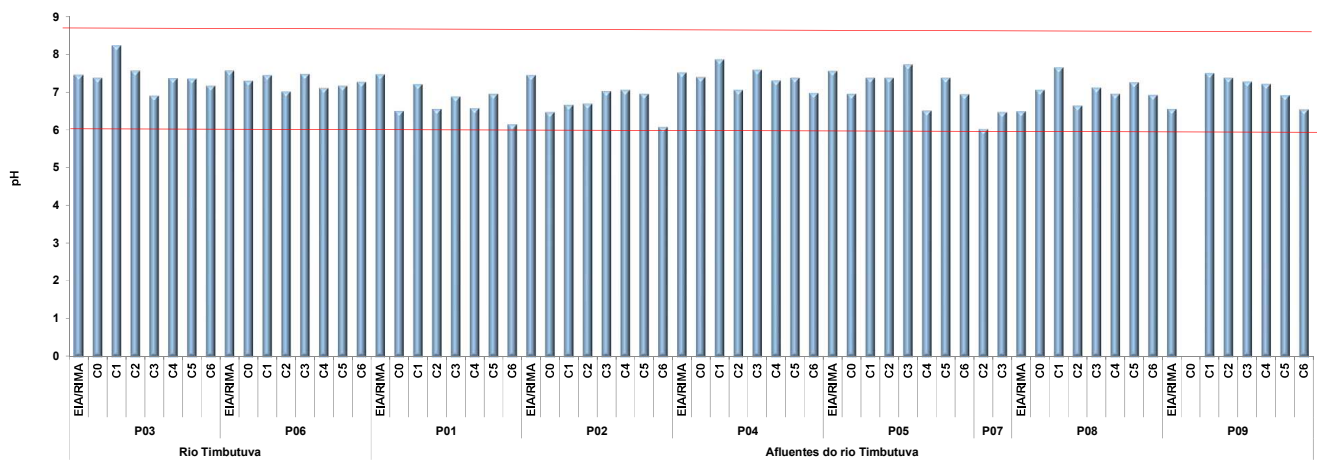


Gráfico 30. pH nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: As linhas vermelhas correspondem à faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (6 a 9).

– 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.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), os resultados oscilaram de 31 NMP/100 mL em P04 a 3.650 NMP/100 mL em P06, com não conformidades registradas em P02 (1.590 NMP/100 mL), P06 (3.650 NMP/100 mL) e P08 (1.350 NMP/100 mL) (**Gráfico 31**).

Ao longo do monitoramento, observou-se elevada variabilidade, com registros desde valores abaixo do limite de quantificação (< 10 NMP/100 mL em P02, junho de 2024) até superiores ao limite de quantificação do método (> 24.200 NMP/100 mL em P04 e P05, junho de 2025 – C5). As principais extrapolações ocorreram na campanha do EIA (maio de 2016), em dezembro de 2024 (C4) e junho de 2025 (C5), tanto no rio Timbutuva quanto em seus afluentes (**Gráfico 32**). Em junho de 2025 (C5), especificamente, os resultados mostram níveis de coliformes termotolerantes entre 134 NMP/100mL (P08) e > 24.200 NMP/100mL (P04 e P05), com registros de não conformidades em quase todos os pontos, exceto em P02 e P08.

Os picos de coliformes observados podem estar associados ao aporte de dejetos de origem animal presentes no entorno imediato e em propriedades rurais a montante, cujo carreamento para os cursos d'água tende a ser intensificado por eventos de precipitação.

Ressalta-se que os efluentes gerados durante as obras do empreendimento Alphaville Paraná são coletados por meio de estruturas sanitárias adequadas, com manutenção periódica e destinação final realizada por empresas ambientalmente licenciadas, de modo a minimizar o risco de contaminação dos corpos hídricos.

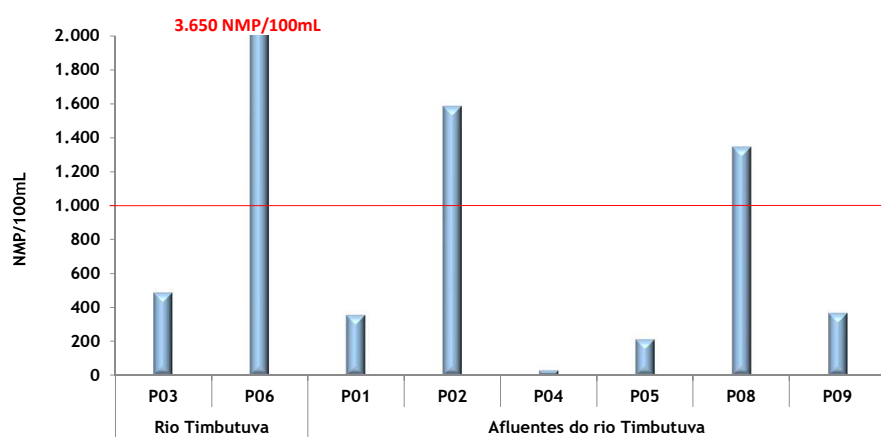


Gráfico 31. Coliformes termotolerantes nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (1.000 NMP/100mL).

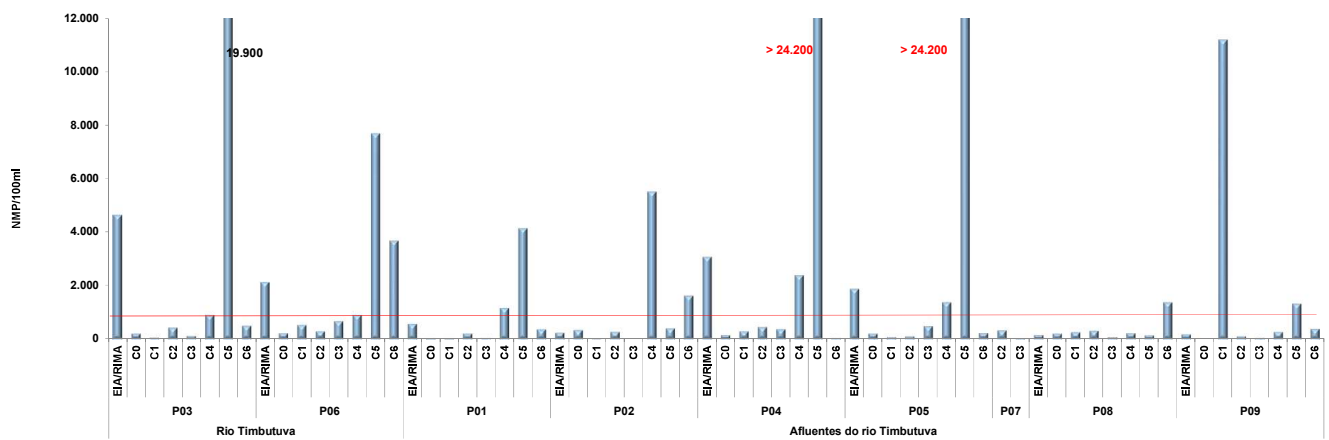


Gráfico 32. Coliformes termotolerantes nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (1.000 NMP/100mL).

Os resultados de coliformes totais representam, em cada amostra, a soma dos coliformes de origem fecal e não fecal, incluindo microrganismos de vida livre associados ao solo, à vegetação e à matéria orgânica em decomposição. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta limite para esse parâmetro.

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), os coliformes totais apresentaram densidades quantificadas entre 5.170 NMP/100 mL em P03 e 14.100 NMP/100 mL em P01. Adicionalmente, os pontos P02 e P08 apresentaram valores superiores ao limite máximo de quantificação do método (> 24.200 NMP/100 mL).

No histórico de monitoramento, observou-se variabilidade expressiva, com registros entre 1.240 NMP/100 mL em P07 (junho de 2024) e 17.300 NMP/100 mL em P02 (dezembro de 2022) e P09 (junho de 2023), conforme **Tabela 5**. Destaca-se que, nas campanhas de dezembro de 2024 (C4) e junho de 2025 (C5), foram registradas densidades elevadas, superiores a 16.000 NMP/100 mL na maior parte dos pontos, com quatorze amostras ultrapassando o limite máximo de quantificação do método (> 24.200 NMP/100 mL).

– 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).

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), o cádmio total e o mercúrio total permaneceram abaixo dos limites de quantificação dos respectivos métodos analíticos (0,0005 mg/L e 0,0001 mg/L), atendendo integralmente aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05 (**Tabela 5**). Os metais níquel e zinco foram quantificados em concentrações compatíveis com a legislação em todos os pontos monitorados. Para o cobre total, não há valor máximo permitido estabelecido para águas doces classe 2.

No histórico de monitoramento, desde a campanha do EIA (maio de 2016) até a campanha de junho de 2025 (C5), os metais avaliados mantiveram-se, em sua maioria, abaixo dos limites de quantificação e em conformidade com a normativa. Foram registradas exceções pontuais para chumbo nos pontos P01, P02 e P04 nas campanhas de dezembro de 2023 (C2) e dezembro de 2024 (C4); para cromo em P02 na campanha de dezembro de 2024 (C4); e para zinco em P04 na campanha do EIA (maio de 2016).

– Chumbo total

O chumbo pode estar presente nas águas em decorrência de deposição atmosférica, lixiviação do solo ou contribuições de efluentes industriais, sendo amplamente utilizado em processos industriais (CETESB, 2022). A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece, para águas doces classe 2, limite máximo de 0,01 mg/L de chumbo total

Na campanha de dezembro de 2025 (C6), as concentrações variaram de valores abaixo do limite de quantificação do método (0,0005 mg/L; P03, P04, P05, P06 e P09) até 0,0379 mg/L em P02, configurando uma única não conformidade no período (**Gráfico 33**).

No histórico do monitoramento, o chumbo permaneceu, na maioria das campanhas, abaixo do limite de quantificação ou em conformidade com a normativa.

Exceções pontuais foram registradas em dezembro de 2023 (C2), quando P04 apresentou 0,0531 mg/L; em dezembro de 2024 (C4), com excedências em P01 (0,0476 mg/L) e P02 (0,103 mg/L); e novamente na campanha atual (C6), em P02, porém com valor inferior ao registrado anteriormente. Nas campanhas subsequentes a cada ocorrência (junho de 2024 – C3 e junho de 2025 – C5), observou-se retorno à conformidade, indicando caráter episódico dos registros, conforme indicado no **Gráfico 34**.

As ultrapassagens em P01 e P02 podem estar relacionadas ao aporte difuso de partículas de solo e poeira provenientes da estrada não pavimentada, intensificado por escoamento superficial (**Gráfico 33**).

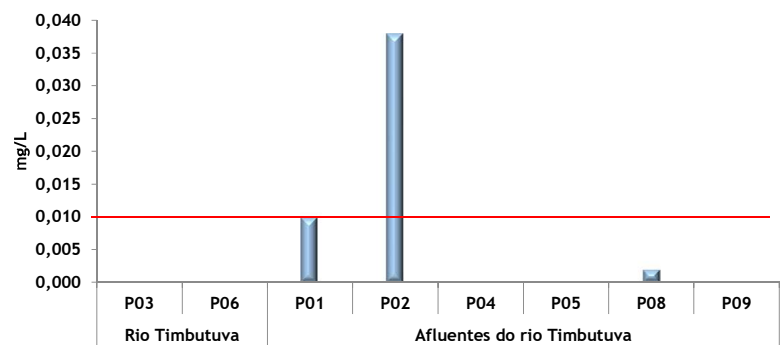


Gráfico 33. Chumbo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, em dezembro/2025.

Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (0,01 mg/L).

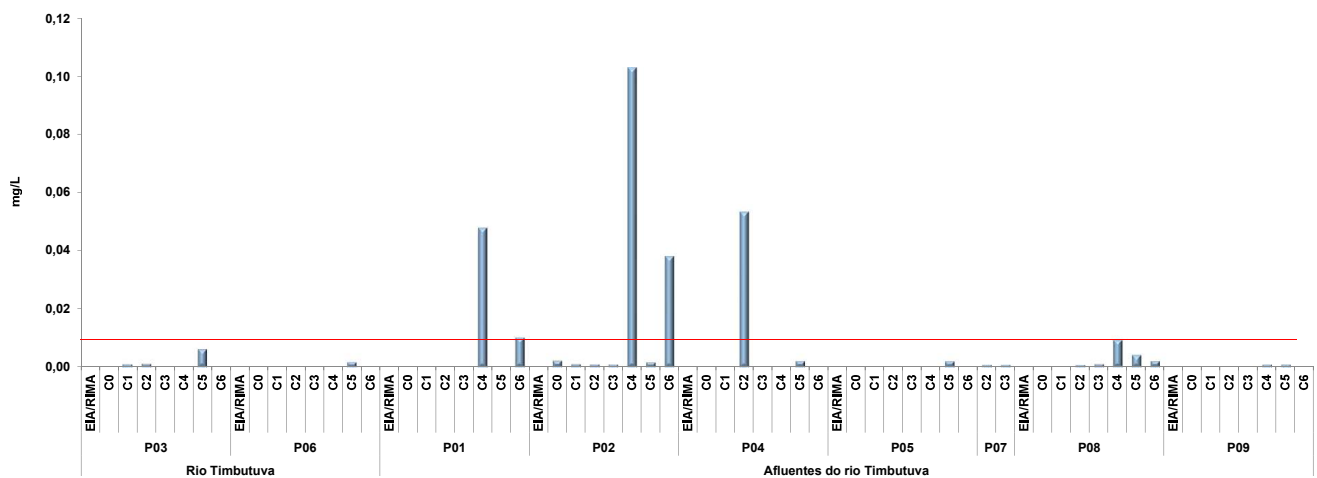


Gráfico 34. Chumbo total nas águas superficiais do rio Timbutuva e afluentes, entre maio/2016 e dezembro/2025.
Legenda: A linha vermelha corresponde ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces classe 2 (0,01 mg/L).