REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HÍDRICA DA SANGA UBIRITAMA, INSERIDA NA MICROBACIA DO CÓRREGO GAVIÃO: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO COM FOCO EM FÓSFORO TOTAL E DBO_5

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE UBIRITAMA STREAM, WITHIN THE GAVIÃO STREAM MICROBASIN: A PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STUDY FOCUSING ON TOTAL PHOSPHORUS AND BOD_5

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA SANGA UBIRITAMA, INSERTADA EN LA MICROCUENCA DEL ARROYO GAVIÃO: ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO CENTRADO EN EL FÓSFORO TOTAL Y LA DBO_5

João Paulo Muzika Hansen
Doutorando e Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
joaopaulohansen946@gmail.com
ORCID iD: 0009-0005-0290-5350
http://lattes.cnpq.br/9909047215713863

Arlindo Fabrício Corrêia
Doutor em Agronomia e Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
arlindo.correia@unioeste.br
ORCID iD: 0000-0001-8020-5425
http://lattes.cnpq.br/4011585851433886

Armin Feiden
Doutor em Agronomia e Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
armin.feiden@gmail.com
ORCID iD: 0000-0001-8068-5422
http://lattes.cnpq.br/4810085662102214

Este artigo constitui uma síntese dos resultados da dissertação de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), intitulada “A caracterização da qualidade da água da Sanga Ubiritama no Córrego Gavião: uma análise a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos com

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

ênfase no monitoramento do fósforo e da DBO_5".

Resumo

A ocupação e o uso do solo constituem fatores determinantes na modulação da qualidade da água em sistemas de drenagem, uma vez que a intensificação das atividades produtivas pode provocar alterações nos recursos hídricos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a qualidade da água da Sanga Ubiritama, curso hídrico inserido na microbacia do Córrego Gavião, declarada área crítica quanto ao uso dos recursos hídricos pelo Instituto Água e Terra (IAT). A metodologia adotada baseou-se na avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com ênfase na quantificação do fósforo total (PT) e da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5). As amostragens foram realizadas em três pontos distintos (NP3, IP2 e FP1), representativos de diferentes usos do solo, incluindo agricultura, agropecuária e piscicultura. Na única campanha em que o nitrato e os indicadores microbiológicos foram determinados, as concentrações de nitrato (NO_3^-) foram de 1,25 mg L^{-1} em NP3, 13,19 mg L^{-1} em IP2 e 11,16 mg L^{-1} em FP1, com valores superiores a 10 mg L^{-1} em IP2 e FP1. Coliformes totais e *E. coli* foram interpretados como indicadores microbiológicos da campanha analisada, sem conclusão de conformidade legal. O fósforo total apresentou valores superiores a 0,10 mg L^{-1} em 23 das 24 determinações, enquanto a DBO_5 excedeu o padrão de 5 mg L^{-1} da Classe 2 em parte das campanhas, principalmente nos pontos IP2 e FP1. A análise espacial indicou maiores concentrações de PT e DBO_5 em trechos com maior diversidade de atividades produtivas, sem permitir discriminar a contribuição relativa de cada fonte. Recomenda-se o fortalecimento do monitoramento e a adoção de medidas de manejo conservacionista e de controle do aporte de nutrientes e matéria orgânica, visando à melhoria da qualidade da água.
Palavras-chave: Piscicultura; Agricultura; Águas residuárias; Afluente.

Abstract

Land use and land cover are key factors in influencing water quality in drainage systems, since the intensification of productive activities can cause changes in water resources. In this context, the present study aimed to characterize the water quality of the Sanga Ubiritama, a watercourse located within the Gavião Stream microbasin, which has been designated a critical area for water resource use by the Water and Land Institute (IAT). The methodology employed was based on the assessment of physicochemical and microbiological parameters, with an emphasis on quantifying total phosphorus (TP) and biochemical oxygen demand (BOD_5). Samples were collected at three distinct points (NP3, IP2, and FP1), representative of different land uses, including agriculture, livestock farming, and fish farming. In the only campaign in which nitrate and microbiological indicators were determined, nitrate concentrations were 1.25 mg L^{-1} at NP3, 13.19 mg L^{-1} at IP2, and 11.16 mg L^{-1} at FP1, exceeding 10 mg L^{-1} at IP2 and FP1. Total coliforms and *E. coli* were interpreted as microbiological indicators of the sampled campaign, without a conclusion of regulatory compliance. Total phosphorus exceeded 0.10 mg L^{-1} in 23 of the 24 determinations, while BOD_5 exceeded the Class 2 standard of 5 mg L^{-1} in part of the campaigns, mainly at IP2 and FP1. Spatial analysis indicated higher TP and BOD_5 concentrations in sections with greater diversity of productive activities, without allowing the relative contribution of each source to be distinguished. Given this context, monitoring efforts should be strengthened and conservation-oriented management measures adopted to control nutrient and organic matter inputs and improve water quality.

Keywords: Fish farming; Agriculture; Wastewater; Tributary.

Resumen

El uso y la ocupación del suelo constituyen factores determinantes en la modulación de la calidad del agua en los sistemas de drenaje, ya que la intensificación de las actividades productivas puede provocar alteraciones en los recursos hídricos. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la calidad del agua de la Sanga Ubiritama, un curso de agua situado en la microcuenca del arroyo Gavião, declarada zona crítica en cuanto al uso de los recursos hídricos por

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

el Instituto Água e Terra (IAT). La metodología adoptada se basó en la evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos, haciendo hincapié en la cuantificación del fósforo total (PT) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5). Los muestreos se realizaron en tres puntos distintos (NP3, IP2 y FP1), representativos de diferentes usos del suelo, entre ellos la agricultura, la ganadería y la piscicultura. En la única campaña en la que se determinaron el nitrato y los indicadores microbiológicos, las concentraciones de nitrato (NO_3^-) fueron de 1,25 mg L^{-1} en NP3, 13,19 mg L^{-1} en IP2 y 11,16 mg L^{-1} en FP1, con valores superiores a 10 mg L^{-1} en IP2 y FP1. Los coliformes totales y *E. coli* se interpretaron como indicadores microbiológicos de la campaña analizada, sin concluir sobre el cumplimiento normativo. El fósforo total superó 0,10 mg L^{-1} en 23 de las 24 determinaciones, mientras que la DBO_5 superó el patrón de 5 mg L^{-1} de la Clase 2 en parte de las campañas, principalmente en IP2 y FP1. El análisis espacial indicó mayores concentraciones de PT y DBO_5 en tramos con mayor diversidad de actividades productivas, sin permitir discriminar la contribución relativa de cada fuente. En este contexto, se recomienda reforzar el seguimiento y adoptar medidas de gestión conservacionista y de control de la aportación de nutrientes y materia orgánica, con el fin de mejorar la calidad del agua.

Palabras clave: Piscicultura; Agricultura; Aguas residuales; Afluente.

1. Introdução

A preservação dos recursos hídricos constitui um dos principais desafios ambientais contemporâneos, considerando que todas as formas de vida dependem, direta ou indiretamente, da disponibilidade e da qualidade da água. Nesse contexto, a degradação dos ambientes aquáticos tem se intensificado nas últimas décadas, afetando significativamente rios, lagos e cursos d'água de pequeno porte. Tal deterioração está associada, principalmente, ao lançamento de poluentes provenientes de atividades antrópicas nos ambientes urbanos e rurais.

A qualidade da água dos corpos hídricos está diretamente relacionada ao uso e à ocupação do solo na bacia de drenagem, uma vez que as alterações promovidas pelas atividades humanas influenciam a dinâmica física, química e biológica dos ecossistemas aquáticos (Sperling, 2014). Por se tratar de ambientes abertos e dinâmicos, os corpos hídricos permanecem continuamente expostos a diferentes fontes de perturbação, tanto de origem natural quanto antrópica, tornando-os suscetíveis à introdução de nutrientes, matéria orgânica, sedimentos e microrganismos que comprometem a qualidade ambiental e a biodiversidade aquática.

Nesse cenário, torna-se indispensável o monitoramento sistemático dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, visto que tais variáveis

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

constituem importantes indicadores das condições ambientais dos mananciais. A análise desses parâmetros fornece subsídios técnicos para a avaliação dos impactos decorrentes das atividades antrópicas, contribuindo para a implementação de medidas mitigadoras, ações de recuperação ambiental e estratégias de gestão dos recursos hídricos.

Nesse contexto, destaca-se a situação da Sanga Ubiritama, curso hídrico inserido na microbacia do Córrego Gavião, declarada pelo Instituto Água e Terra (IAT), em 2021, como área crítica quanto ao uso dos recursos hídricos. A classificação decorreu da necessidade de adoção de medidas voltadas à melhoria da qualidade da água do manancial, em razão das pressões ambientais exercidas sobre o ecossistema aquático (Paraná, 2021).

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão científica: em que medida a presença e a intensidade das atividades agropecuárias e aquícolas ao longo da Sanga Ubiritama estão associadas à variação espacial e temporal da qualidade da água, particularmente em relação às concentrações de fósforo total (PT) e à demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a associação entre as atividades agropecuárias e aquícolas e a variação espacial da qualidade da água da Sanga Ubiritama, por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com ênfase nas concentrações de fósforo total (PT) e de demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5). A variação temporal foi descrita a partir das oito campanhas de monitoramento, enquanto as diferenças espaciais foram avaliadas inferencialmente.

Partiu-se da hipótese de que os trechos submetidos à maior intensidade e diversidade de atividades agropecuárias e aquícolas apresentariam maiores concentrações de fósforo total e DBO_5 em comparação ao ponto localizado a montante, caracterizado pela predominância agrícola e pela ausência de piscicultura no trecho imediatamente adjacente.

A pesquisa justifica-se pela necessidade de compreender a associação entre as atividades produtivas e a qualidade da água, bem como fornecer subsídios

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

técnicos e científicos para o monitoramento ambiental, a gestão dos recursos hídricos e o planejamento de medidas voltadas à conservação do Córrego Gavião.

2. Revisão da Literatura

2.1 Monitoramento da qualidade da água e legislação

As crescentes pressões antrópicas, intensificadas pelo crescimento populacional, industrial e agropecuário, têm provocado alterações significativas na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, comprometendo a qualidade e a disponibilidade hídrica (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2020). Nesse contexto, o monitoramento da qualidade da água constitui ferramenta essencial para a avaliação ambiental, permitindo a identificação de fontes poluidoras e a caracterização de contaminantes por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (Silva e Goveia, 2019).

A análise desses parâmetros possibilita a compreensão dos impactos decorrentes do lançamento de cargas poluidoras, subsidiando estratégias de controle e gestão ambiental (Sperling, 2014). Além disso, fornece suporte técnico para a adoção de medidas preventivas e corretivas pelos órgãos de fiscalização, visando à manutenção da qualidade da água dentro dos padrões legais (Itaipu, 2024; Glória, 2020).

No Brasil, a gestão da qualidade das águas é orientada principalmente pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece a classificação dos corpos hídricos e os limites máximos permitidos para diversos parâmetros (Brasil, 2005). Complementarmente, a Resolução CONAMA nº 430/2011 dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (Brasil, 2011). O arcabouço legal é fundamentado pela Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o SINGREH (Brasil, 1997). No âmbito estadual, destacam-se a Lei nº 12.726/1999 e o Decreto nº 9.957/2014 no Paraná (Paraná, 1999; 2014). Mais recentemente, a Resolução SEDEST nº 48/2024 estabeleceu critérios para o lançamento de efluentes da aquicultura (Paraná, 2024).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

A integração entre monitoramento ambiental e instrumentos legais é fundamental para a gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos, considerando as interações entre processos naturais e atividades produtivas (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2020).

2.2 Atividades antrópicas do meio rural

2.2.1 Agricultura

O uso e a ocupação do solo em áreas rurais, especialmente nas proximidades de corpos hídricos, constituem fatores relevantes na degradação da qualidade da água (Sperling, 2014). A agricultura destaca-se como importante fonte de poluição difusa, principalmente em função da aplicação de fertilizantes minerais solúveis (NPK) e de adubação orgânica baseada em dejetos animais, cujos nutrientes podem ser transportados pelo escoamento superficial para os corpos hídricos (Tundisi, 2009; Libâno, 2010; Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2020).

A configuração topográfica, com áreas agrícolas em posições elevadas e cursos d'água em vales, favorece o escoamento superficial, intensificado por eventos pluviométricos, promovendo o transporte de nutrientes e sedimentos para os corpos hídricos (Resende, 2002). Esse processo contribui para o assoreamento e a degradação dos mananciais.

Práticas conservacionistas, como plantio direto, manutenção da cobertura do solo, curvas de nível e preservação da vegetação ciliar, são fundamentais para a mitigação desses impactos (Flach et al., 2023; Melo et al., 2019; Teles, Santos e Pinheiro, 2022). As Áreas de Preservação Permanente (APPs) desempenham papel essencial na proteção dos recursos hídricos, embora alterações promovidas pela Lei nº 12.651/2012 tenham ampliado a pressão sobre corpos hídricos de pequeno porte (Brasil, 2012).

2.2.2 Suinocultura

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

A suinocultura constitui uma atividade com significativo potencial de impacto ambiental devido à geração de resíduos ricos em matéria orgânica, nutrientes e microrganismos (Ito et al., 2016; Basso et al., 2005). Esses resíduos incluem excretas, urina, restos de ração e água de manejo, sendo frequentemente destinados à aplicação no solo como fertilizante (Vargas, 2023).

Apesar de seu potencial agronômico, a aplicação inadequada desses dejetos, especialmente em áreas próximas a corpos hídricos, pode favorecer o carreamento de matéria orgânica e nutrientes pelo escoamento superficial durante eventos de elevada precipitação (Barros et al., 2019). Esse processo pode contribuir para o aumento das concentrações de fósforo e para a degradação da qualidade da água.

O aporte de matéria orgânica proveniente dos dejetos pode aumentar o consumo de oxigênio pelos microrganismos, elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5). Da mesma forma, o excesso de fósforo pode favorecer processos de eutrofização, comprometendo o equilíbrio dos ambientes aquáticos (Basso et al., 2005).

Dessa forma, o manejo adequado dos dejetos e o controle da aplicação de nutrientes são fundamentais para minimizar os impactos ambientais da atividade, reduzindo o aporte de matéria orgânica e nutrientes aos corpos hídricos (Barros et al., 2019; Vargas, 2023).

2.2.3 Piscicultura

A piscicultura apresenta crescimento expressivo no Brasil, impulsionada por condições ambientais favoráveis e pela demanda por proteína animal (IBGE, 2024; Corrêa, Monte e Nascimento, 2020). No entanto, trata-se de uma atividade intensiva que depende diretamente da qualidade da água, fator determinante para o desempenho produtivo (Lopes et al., 2021).

Os sistemas de cultivo geram efluentes ricos em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, provenientes de resíduos de ração e excretas dos peixes (Sátiro, Zacardi e Almeida Neto, 2022). O acúmulo desses nutrientes pode desencadear processos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

de eutrofização e comprometer o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (Conde et al., 2020).

Práticas de manejo, como a despesca, podem intensificar a liberação de sedimentos e nutrientes, agravando a degradação da qualidade da água (Coldebella, 2018). Em sistemas compartilhados, produtores localizados a jusante podem ser impactados pela menor qualidade da água (Corrêa, Monte e Nascimento, 2020).

Nesse contexto, medidas mitigadoras, como a implantação de tanques de sedimentação e sistemas de absorção de nutrientes, são fundamentais para reduzir o lançamento de poluentes e promover a sustentabilidade da atividade (Henry-Silva e Camargo, 2008).

2.3 Parâmetros físico-químicos monitorados

2.3.1 demanda bioquímica de oxigênio – DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) é um dos principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água, sendo amplamente empregada como indicador da presença de matéria orgânica e do grau de poluição em corpos hídricos (Libâno, 2010). Esse parâmetro expressa o consumo de oxigênio dissolvido decorrente da degradação da matéria orgânica por microrganismos aeróbios, refletindo a carga orgânica biodegradável presente no meio (Poersch et al., 2019). A matéria orgânica, composta por substâncias como proteínas, carboidratos, gorduras e outros compostos, é utilizada no metabolismo bacteriano, resultando no consumo de oxigênio durante o processo de estabilização (Sperling, 2014; Esteves, 2011).

A intensidade desse processo depende das condições ambientais, especialmente da temperatura, que influencia diretamente a atividade microbiológica e a taxa de decomposição da matéria orgânica (Poersch et al., 2019). Em cenários de elevada carga orgânica, o consumo excessivo de oxigênio pode levar à redução significativa do oxigênio dissolvido, podendo ocasionar condições de hipóxia ou anóxia, com impactos diretos sobre a biota aquática, incluindo a mortalidade de organismos sensíveis (Sperling, 2014).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

A DBO_5, usualmente determinada como DBO_5 a 20 °C, representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação biológica da matéria orgânica carbonácea em um período padronizado de cinco dias (Libâno, 2010). Em ambientes naturais pouco impactados, seus valores tendem a ser inferiores a 5 mg L^{-1}, enquanto em corpos hídricos sujeitos ao lançamento de efluentes domésticos, industriais ou agropecuários, podem apresentar valores significativamente mais elevados (Sperling, 2014; Libâno, 2010). Dessa forma, a DBO_5 constitui um indicador fundamental para o monitoramento da poluição orgânica e para a gestão dos recursos hídricos.

2.3.2 Fósforo (P)

O fósforo é um elemento essencial aos sistemas biológicos, desempenhando papel fundamental em processos como armazenamento de energia, estruturação de membranas celulares e metabolismo (Esteves, 2011). No ambiente aquático, ocorre nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, sendo os ortofosfatos as formas mais diretamente assimiláveis pelos organismos. A distribuição dessas espécies químicas depende do pH, com predominância do íon HPO_4^{2-} na faixa de pH entre 5 e 8 (Sperling, 2014; Esteves, 2011). Em estudos limnológicos, destacam-se o fósforo total (P-total), utilizado na avaliação do estado trófico, e o fósforo ortofosfato (P-orto), principal forma biodisponível para algas, bactérias e plantas aquáticas (Esteves, 2011).

O fósforo pode estar presente nas formas dissolvidas e particuladas, tanto orgânicas quanto inorgânicas, sendo o fósforo total correspondente ao somatório dessas frações (Libâno, 2010; Sperling, 2014). Sua origem nos corpos hídricos pode ser natural, associada à dissolução de minerais, como a apatita, decomposição de matéria orgânica e carreamento de solos, ou antrópica, decorrente do lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais, fertilizantes agrícolas, detergentes e dejetos animais (Esteves, 2011; Parron, Muniz e Pereira, 2011; Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2020). Uma vez no ambiente aquático, o fósforo pode ser

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

assimilado pelos organismos, exportado pelo fluxo hídrico ou sedimentado (Carmo, 2000).

Apesar de sua importância ecológica, o excesso de fósforo constitui um dos principais fatores responsáveis pela eutrofização de ambientes aquáticos, atuando como nutriente limitante da produtividade primária (Esteves, 2011; Parron, Muniz e Pereira, 2011). Em conjunto com o nitrogênio, promove a proliferação de algas, cianobactérias e macrófitas, podendo resultar na produção de toxinas e na degradação da qualidade da água (Sperling, 2014; Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2020). Esse processo compromete usos múltiplos da água, afetando atividades como abastecimento, pesca, recreação e geração de energia, além de provocar alterações na estrutura e biodiversidade dos ecossistemas aquáticos (Sabedra, Rodrigues e Souza, 2020).

3. Metodologia

A pesquisa foi realizada na Sanga Ubiritama, curso hídrico inserido na microbacia do Córrego Gavião, localizado entre os municípios de Nova Santa Rosa e Toledo, região oeste do Estado do Paraná. As amostras de água foram coletadas em três pontos (NP3, IP2 e FP1), localizados sob as coordenadas geográficas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas e altimetria dos pontos de amostragem na Sanga Ubiritama.

Pontos de coleta	Latitude	Longitude
NP3	24°31'05"S	53°54'03"W
IP2	24°30'44"S	53°55'21"W
FP1	24°30'49"S	53°56'04"W

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Os aspectos limnológicos e morfológicos dos pontos de amostragem na Sanga Ubiritama: (A) Ponto NP3 (nascente); (B) Ponto IP2 (seção intermediária); (C) Ponto FP1 (seção jusante final) podem ser visualizados na figura 1.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Figura 1, (A, B e C) mostra os aspectos físicos dos pontos de coleta NP3, IP2 e FP1 na Sanga Ubiritama



Fonte: registrada pelos autores (2025).

Os pontos de coleta foram definidos ao longo do trecho estudado do Córrego Gavião, considerando sua posição no curso hídrico e as características de uso e ocupação do solo em seu entorno.

O Ponto NP3 corresponde ao início do trecho estudado do Córrego Gavião, com predominância de atividades agrícolas, principalmente cultivo de soja e milho. Nas proximidades, existem granjas de suínos, residências e lagoas de tratamento de dejetos, localizadas a jusante do ponto de coleta. Assim, o NP3 foi considerado ponto a montante, com ausência de piscicultura no trecho imediatamente adjacente e predominância agrícola, não sendo tratado como área de controle ou referência ambiental não impactada.

O ponto IP2 está localizado na porção intermediária do trecho estudado, entre NP3 e FP1. A área de influência apresenta diferentes usos do solo, incluindo agricultura, piscicultura, criação de suínos e aves, lagoas de dejetos, galpões, estradas rurais, residências, áreas de preservação e matas ciliares. A rodovia PR-589 também está localizada nas proximidades do ponto.

O ponto FP1 está localizado a jusante de IP2, próximo ao curso principal do Córrego Gavião, cujo exutório ocorre no Rio Guaçu. O entorno apresenta características semelhantes às observadas em IP2, com predominância de atividades agrícolas e agropecuárias, além de áreas residenciais, estradas rurais e vegetação ciliar.

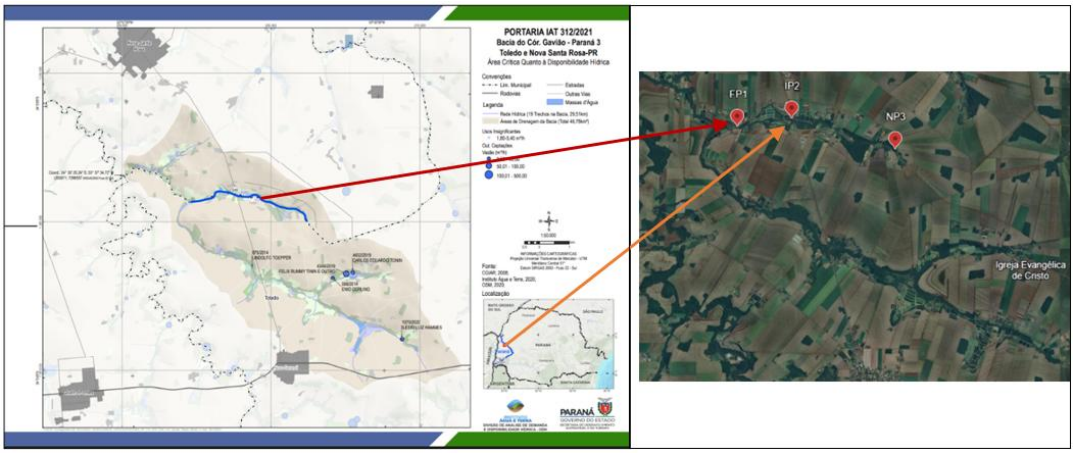
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

O enquadramento cartográfico da área crítica de disponibilidade hídrica na bacia do Córrego Gavião (à esquerda) e a localização espacial dos pontos de amostragem (NP3, IP2 e FP1) ao longo da Sanga Ubiritama, sobre imagem de satélite (à direita), conforme pode ser observado na figura 2.

Figura 2 - localização dos pontos de coleta na Sanga Ubiritama no Córrego Gavião



Nota: linha azul no mapa corresponde a Sanga Ubiritama;
Fonte: Adaptado de IAT (2021) e Google Earth (2025).

A porção hídrica objeto desta pesquisa apresenta extensão total aproximada de 3.540 m, abrangendo os pontos de amostragem NP3, IP2 e FP1. O segmento compreendido entre NP3 e IP2 possui extensão aproximada de 2.340 m, correspondendo ao maior trecho analisado, enquanto o segmento entre IP2 e FP1 apresenta extensão de aproximadamente 1.200 m

As coletas foram realizadas em oito campanhas, sendo uma vez por mês, na última semana de cada mês, no horário das 7h00 às 8h00 da manhã e entregues no laboratório até as 10h00, no período de julho de 2024 a fevereiro de 2025. A primeira campanha foi destinada à análise das seguintes variáveis físico-químicas e microbiológicas: pH, alcalinidade total (AT), condutividade elétrica (CE), dureza total (DT), sólidos totais (ST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), nitrogênio total (NT), nitrato (NO_3^-), cloretos totais (CT), fósforo total (PT) e coliformes totais e termotolerantes. As outras sete campanhas foram destinadas exclusivamente ao monitoramento contínuo das variáveis fósforo total (PT) e demanda bioquímica de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

oxigênio (DBO_5). Dessa forma, nitrato, NT e os parâmetros microbiológicos representam resultados de uma única campanha.

As amostras foram acondicionadas em frascos de 1,5 litros e armazenadas numa caixa térmica, à temperatura (≤ 6 °C), até a entrega no laboratório do GERPEL (Laboratório de Águas e Sedimentos) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, que procedeu às análises. A investigação analítica foi norteada pelo manual APHA (2023), conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros analíticos, unidades de medida, limites de quantificação do método (LQM) e metodologias empregadas na análise de água.

Parâmetros	Unidades de Medidas	LQM	Metodologia de análise
Alcalinidade Total	mg L^{-1}	0,98	SMWW - Método: 2320 B
Cloretos	mg L^{-1}	1,18	SMWW - Método: 4500-Cl-C
Coliformes Fecais (*Escherichia coli*)	NMP/100mL	1,00	SMWW - Método: 9223-B
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,00	SMWW - Método: 9223-B
Condutividade Elétrica	µS cm^{-1}	1,04	SMWW - Método: 2510 B
DBO_5	mg L^{-1}	1,00	SMWW - Método: 5210-B
Dureza Total	mg L^{-1}	2,30	SMWW - Método: 2340-C
Fósforo Total	mg L^{-1}	0,001	SMWW - Método: 4500-PB, E
Nitrato (NO_3^-)	mg L^{-1} de NO_3^-	0,27	MQA-22 (HACH)
Nitrogênio Total	mg L^{-1}	-	SMWW - (4500-NH3-F; 4500-Norg B; Nitra Ver 8039-Hach)
pH	-	-	SMWW - Método: 4500 H+
Sólidos Totais	mg L^{-1}	0,50	SMWW - Método: 2540-B

Legenda: LQM - Limites de Quantificação do Método (LQM); SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; mg L^{-1} - miligramas por litro; µS cm^{-1} - microsiemens por centímetro; NMP – número mais provável; *E. coli – Escherichia coli.*
Fonte: Laboratório GERPEL/INEO (2025).

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos a partir dos registros históricos disponibilizados pelas estações de monitoramento agroclimático da empresa Agrícola Horizonte e pela rede pluviométrica do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), vinculado ao Instituto Água e Terra (IAT) do Estado do Paraná (antigo ÁguasParaná). A caracterização geográfica das estações meteorológicas utilizadas no estudo, englobando as coordenadas de latitude/longitude e os respectivos municípios de abrangência, está detalhada na Tabela 2.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Tabela 2 – Locais de captação pluviométrica, coordenadas geográficas e as estações de monitoramento da Agrícola Horizonte e do Instituto Águas Paraná

Pontos de captação pluviométrica	Município de abrangência	Latitude	Longitude
Agrícola Horizonte - Novo Três Passos	Marechal Cândido Rondon	24°28'56"S	54°01'36"W
Agrícola Horizonte - Novo Sarandi	Toledo	24°33'52"S	53°53'36"W
Agrícola Horizonte - Quatro Pontes	Quatro Pontes	24°34'21"S	53°58'13"W
Instituto Águas Paraná - Dois Irmãos	Toledo	24°37'13"S	53°55'34"W

Fonte: Agrícola Horizonte e Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Águas Paraná (2025).

Diante desse cenário, adotou-se a estação pluviométrica de Novo Sarandi, município de Toledo (PR), por apresentar a menor distância espacial em relação à área de estudo, estimada em aproximadamente 6.000 m, conforme mensuração realizada no Google Earth, utilizando-se da ferramenta de medição linear.

A delimitação da área de captação pluviométrica foi realizada por meio do uso de dados da Base Cartográfica de 2006, do Serviço Social Autônomo Paraná Cidade, Consórcio Geoambiente/Fototerra, especificamente da região de estudo abrangida por partes da Folha SG-22-V-A-IV-1, Ortocarta Imagem MI-2817-1 e da Folha SG-22-V-A-I-3, Ortocarta Imagem MI-2800-3.

As áreas destinadas à piscicultura foram delimitadas com auxílio do software Google Earth, utilizando-se as ferramentas de medição para estimativa da área superficial de cada viveiro escavado. O procedimento permitiu identificar e quantificar espacialmente os corpos hídricos utilizados para a produção de pescado no trecho estudado, conforme observado na figura 3.

Figura 3 - delimitação das áreas destinadas à atividade aquícola na Sanga Ubiritama.



Fonte: Adaptado pelos autores (2025)

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Para compreender a influência da piscicultura na qualidade da água, separou-se a área de estudo em dois trechos principais: de NP3 a IP2 e de IP2 a FP1. No trecho correspondente ao NP3, não existem áreas destinadas ao manejo piscícola.

O tratamento estatístico da DBO_5 e do fósforo total, obtidos nos três pontos de coleta (NP3, IP2 e FP1) durante oito meses de monitoramento, foi submetido ao teste não paramétrico de Friedman, considerando as campanhas como blocos e os pontos como medidas repetidas. Adotou-se um nível de significância de 5%. Quando o teste global de Friedman foi significativo, foram realizadas comparações par a par pelo teste de Wilcoxon para amostras pareadas, com ajuste de Holm para múltiplas comparações. Para a descrição das distribuições, foram apresentadas a média e a mediana, acompanhadas do intervalo interquartil (Q1–Q3).

4. Resultados e Discussão

A área de estudo localizada ao longo da Sanga Ubiritama, no Córrego Gavião, caracteriza-se pela presença de diferentes atividades produtivas em suas áreas adjacentes, incluindo agricultura, suinocultura, avicultura, bovinocultura e piscicultura. No trecho hídrico investigado, não foram identificadas fontes antrópicas de origem urbana, de modo que as principais pressões ambientais observadas estão vinculadas às atividades desenvolvidas no meio rural.

Para fins de interpretação dos resultados e aplicação dos padrões de qualidade, a localização dos três pontos de pesquisa (NP3, IP2 e FP1) foi considerada integrante do trecho do Córrego Gavião enquadrado como Classe 2 na Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (BP3), conforme o enquadramento e os critérios estabelecidos nas Deliberações nº 05/2020 e nº 7/2023 do Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (Paraná, 2020; 2023).

A avaliação da qualidade da água foi realizada em três pontos amostrais com diferentes características de uso e ocupação do solo. O ponto NP3 foi adotado como ponto a montante, por apresentar, no trecho imediatamente adjacente, predominância da atividade agrícola e ausência de empreendimentos destinados à

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

piscicultura. O ponto IP2, localizado em posição intermediária na área de estudo, encontra-se sob influência de múltiplas atividades produtivas, incluindo agricultura, piscicultura, suinocultura, avicultura e criação de animais soltos. O ponto FP1, situado a jusante, apresenta características antrópicas e ambientais semelhantes às observadas no entorno do ponto IP2.

O estudo quantificou as áreas destinadas às atividades piscícolas. No entorno do ponto NP3 não foram identificadas áreas piscícolas. No trecho entre NP3 e IP2, a área total de lâmina d'água foi de 86.010,49 m², enquanto, no trecho entre IP2 e FP1 foi de 81.643,57 m². Esses resultados evidenciam que os pontos IP2 e FP1 estão inseridos em um contexto territorial caracterizado por maior presença de atividades produtivas, especialmente empreendimentos aquícolas, quando comparados ao ponto NP3.

Também foram analisados os índices pluviométricos registrados nas proximidades da área de estudo entre julho de 2024 e fevereiro de 2025, considerando-se as estações de monitoramento mais próximas do trecho hídrico investigado. Conforme apresentado na Tabela 3, observou-se expressiva variação da precipitação ao longo do período, com destaque para dezembro de 2024, que apresentou os maiores volumes registrados em todas as estações avaliadas. A precipitação foi utilizada como variável contextual, sem análise estatística de sua relação com os parâmetros de qualidade da água.

Tabela 3 – Precipitação média mensal (mm) em distritos próximos aos pontos de coleta (NP3, IP2 e FP1).

Mês/Ano	Novo Sarandi (mm)	Novo Três Passos (mm)	Quatro Pontes (mm)	Dois Irmãos (mm)
jul/24	112	114	134	118
ago/24	42	35	38	45,7
set/24	96	89	88	77,1
out/24	120	92	89	78,2
nov/24	86	77	105	89,4
dez/24	505	412	464	511,6
jan/25	36	50	55	23,5
fev/25	86	114	119	64,1

Fonte: Agrícola Horizonte e Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Águas Paraná (2025).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

A variabilidade pluviométrica constitui variável contextual para a interpretação dos resultados de qualidade da água, uma vez que eventos de maior precipitação podem intensificar o escoamento superficial e favorecer o transporte de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica das áreas agrícolas adjacentes para o curso hídrico. Contudo, como não foi realizada análise estatística da relação entre precipitação e qualidade da água, essa variável não foi utilizada para estabelecer associação quantitativa com as concentrações observadas.

Desse modo, a precipitação foi utilizada apenas como variável contextual à avaliação da qualidade da água, sem atribuir a ela efeito causal ou relação estatística com as concentrações de fósforo total e DBO_5.

4.1 Caracterização físico-química da água

No que se refere ao potencial hidrogeniônico (pH), os resultados foram: NP3 (6,37), IP2 (6,80) e FP1 (6,81). Os valores estão levemente ácidos, tendendo à neutralidade quando o pH é 7. Os resultados estão de acordo com o padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece faixa de 6 a 9 para o parâmetro.

No que tange à alcalinidade total, os resultados foram em NP3 (14,28), IP2 (25,7) e FP1 (30,19) mg L^{-1}. Os dados demonstraram um crescimento da alcalinidade à medida que se intensifica a densidade de atividades produtivas adjacentes nos pontos IP2 e FP1, em especial pela presença da piscicultura. Já em NP3, o local das primeiras nascentes do afluente é vulnerável a perturbações antrópicas da agricultura e a fatores naturais; o resultado foi menor. Uma possível justificativa para os valores encontrados nos pontos de pesquisa pode estar relacionada a procedimentos de calagem, tanto na agricultura como nos viveiros escavados de manejo piscícola.

Os resultados para dureza total foram NP3 (11,83), IP2 (22,85) e FP1 (30,19) mg L^{-1}. A dureza total avalia a concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} na água. Percebe-se que os valores foram superiores nos pontos IP2 e FP1. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece padrão de qualidade para dureza. No entanto, Sperling

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

(2014) recomenda que os valores não sejam superiores a 500 mg L^{-1}. Portanto, a faixa na qual se obtiveram os resultados pode ser considerada como água mole ou branda, quando os valores são inferiores a 50 mg L^{-1}, condição observada nas amostras analisadas (Sperling, 2014).

Com relação à presença de cloretos totais, obteve-se para NP3 (1,19), IP2 (8,91) e FP1 (8,31) mg L^{-1}. As concentrações encontradas para esta variável permaneceram abaixo do padrão de qualidade de 250 mg L^{-1} estabelecido pela legislação. De acordo com Coldebella (2018), os valores observados nos pontos IP2 e FP1 podem estar associados a diferentes práticas de manejo aquícola, entre elas o uso de cloreto de sódio (NaCl) nos viveiros escavados para controle do íon nitrito e a presença de resíduos de ração.

Sobre a condutividade elétrica, os valores obtidos foram NP3 (28,6), IP2 (96,1) e FP1 (94,1) µS cm^{-1}. Este parâmetro avalia a capacidade do meio aquoso de conduzir corrente elétrica; isto decorre da presença dos íons de sais dissolvidos. Percebe-se que os pontos IP2 e FP1 foram os mais elevados. Esses valores podem estar associados a diferentes fontes presentes na área de contribuição, entre elas, atividades aquícolas e agrícolas, não sendo possível discriminar a contribuição relativa de cada atividade a partir do desenho amostral.

Os valores de sólidos totais aferidos nos pontos NP3 (59), IP2 (173) e 122,5 mg L^{-1} em FP1. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o padrão de qualidade de 500 mg L^{-1} para corpos hídricos nas classes 1 a 3, e os resultados permaneceram abaixo desse valor. Coldebella (2018) destaca que as águas residuárias de manejo aquícola podem contribuir para o aporte de matéria orgânica, nutrientes e sólidos totais. O mesmo autor comenta que, em casos de despesca, a concentração de sólidos totais pode aumentar nos afluentes receptores; contudo, esse processo não foi mensurado diretamente no presente estudo.

No que se refere ao nitrogênio total, foram registradas concentrações de (1,85) em NP3, (17,76) em IP2 e (14,08) mg L^{-1} em FP1. Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabeleça padrões para diferentes formas de nitrogênio, incluindo o nitrogênio amoniacal, os valores determinados neste estudo correspondem ao nitrogênio total, obtido pela análise conjunta das frações

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

nitrogenadas. Dessa forma, não é possível estabelecer uma comparação direta entre os resultados obtidos e os padrões específicos estabelecidos pela legislação para as diferentes formas de nitrogênio, o que limita a interpretação normativa desse parâmetro. As concentrações observadas podem estar relacionadas à contribuição conjunta de diferentes fontes existentes nas respectivas áreas de contribuição da bacia de drenagem, incluindo atividades agrícolas, pecuárias e aquícolas. Entretanto, o desenho amostral adotado não permite discriminar a contribuição relativa de cada uma dessas fontes para as concentrações de nitrogênio total observadas.

Em relação à concentração de nitrato (NO_3^-), foram observados valores de 1,25 mg L^{-1} em NP3, 13,19 mg L^{-1} em IP2 e 11,16 mg L^{-1} em FP1, na única campanha em que esse parâmetro foi determinado. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece padrão de qualidade de 10 mg L^{-1} para nitrato em águas doces das Classes 1 a 3. Assim, na campanha analisada, IP2 e FP1 apresentaram concentrações superiores ao padrão, enquanto NP3 apresentou valor inferior. Esses resultados devem ser interpretados como uma caracterização pontual. As concentrações observadas podem estar relacionadas à contribuição antrópica conjunta de diferentes fontes existentes nas respectivas áreas de contribuição, incluindo atividades agrícolas, pecuárias e aquícolas (Reis et al. 2015; CETESB 2018).

No estudo, também se investigou a qualidade microbiológica da água por meio da presença de coliformes totais. Os resultados encontrados para os pontos NP3 (24.196), IP2 (816) e FP1 (24.196) em NMP/100 mL. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não contempla essa variável dessa forma. O que se observa nos resultados são valores similares nos pontos NP3 e FP1, devido ao limite máximo de bactérias coliformes detectado pelo método de análise laboratorial. Para Sperling (2014), as bactérias coliformes podem estar presentes em diferentes ambientes, como solo, plantas e água, e não necessariamente decorrem de fezes de animais de sangue quente.

Em relação à detecção de bactérias coliformes termotolerantes *(E.coli)*, identificou-se, nos pontos NP3 (221), IP2 (20) e FP1 (98), NMP/100 mL. Como a

CC BY

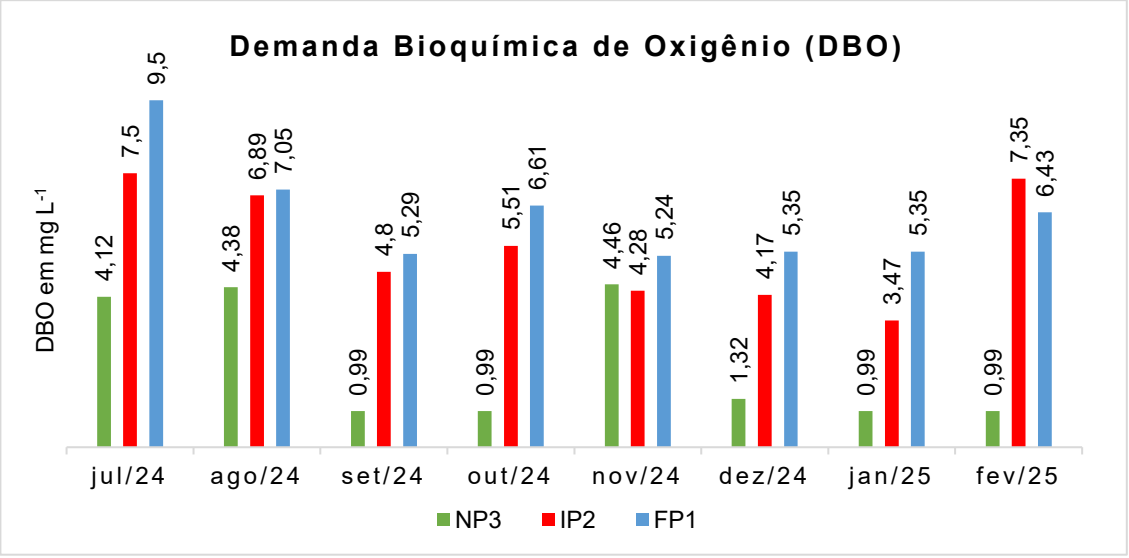
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

análise microbiológica foi realizada apenas na primeira campanha, uma única determinação não permite caracterizar conformidade ou não conformidade com o critério temporal estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Os valores observados devem, portanto, ser interpretados como indicadores microbiológicos da campanha analisada e, neste caso, os valores do ponto NP3 foram os mais elevados. Uma possível explicação para o valor mais elevado observado em NP3 pode estar relacionada à presença de atividades agrícolas e ao uso de adubação orgânica em áreas agrícolas adjacentes ao ponto de coleta.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) foi monitorada de julho de 2024 a fevereiro de 2025, conforme a Figura 3. Para a interpretação normativa, foi adotado o padrão de qualidade correspondente à Classe 2 do trecho estudado (Paraná, 2020; 2023). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece, para águas doces, DBO_5 a 20 °C de até 3 mg L^{-1} na Classe 1, 5 mg L^{-1} na Classe 2 e 10 mg L^{-1} na Classe 3 (Brasil, 2005).

Figura 3 - Valores da DBO_5 para os pontos de amostragem NP3, IP2 e FP1, monitorados no período de julho de 2024 a fevereiro de 2025



Fonte: os autores (2025)

O ponto NP3 permaneceu em conformidade com o padrão da Classe 2 em todas as oito campanhas de amostragem, apresentando concentrações inferiores ao limite de 5 mg L^{-1}. Em contrapartida, o ponto IP2 excedeu o limite da Classe 2 nas campanhas de julho, agosto, outubro e fevereiro, registrando não atendimento à

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

norma nesses meses específicos. Por sua vez, o ponto FP1 não atendeu ao padrão de qualidade para Classe 2 em nenhuma das campanhas avaliadas, com valores superiores a 5 mg L^{-1} durante todo o período monitorado.

Os dados espaciais evidenciam maiores concentrações de DBO_5 nos pontos IP2 e FP1 em relação a NP3. A avaliação pelo teste de Friedman indicou diferença global entre os pontos (χ^2F = 12,25; gl = 2; p exato = 0,00086). Comparações par a par pelo teste de Wilcoxon, com ajuste de Holm, foram observadas diferenças entre NP3 e IP2 (p = 0,0313), NP3 e FP1 (p = 0,0234) e IP2 e FP1 (p = 0,0391). O padrão observado é compatível com maior demanda de oxigênio associada à matéria orgânica biodegradável nos trechos intermediários e finais, sem permitir inferir redução do oxigênio dissolvido, que não foi medido.

Tabela 4 – Tratamento estatístico não paramétrico de Friedman para a variável DBO_5 nos pontos de coleta NP3, IP2 e FP1

Pontos de coleta	Média	Mediana [Q1–Q3] (mg L^{-1})
NP3	2,2800	1,155 [0,990-4,185]
IP2	5,4962	5,155 [4,253-7,005]
FP1	6,3525	5,890 [5,335-6,720]

Nota: Friedman: χ^2F = 12,25; gl = 2; p exato = 0,00086. Pós-teste: Wilcoxon pareado com ajuste de Holm; p ajustados: NP3–IP2 = 0,0313; NP3–FP1 = 0,0234; IP2–FP1 = 0,0391. São apresentadas a média e a mediana [Q1–Q3]. O teste de Friedman avalia a diferença global; Comparações par a par foram realizadas pelo teste de Wilcoxon pareado, com ajuste de Holm para múltiplas comparações.
Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A análise estatística indicou diferença global entre os pontos para DBO_5. Comparações par a par ajustadas mostraram diferenças significativas entre NP3 e IP2, NP3 e FP1 e IP2 e FP1. Descritivamente, NP3 apresentou a menor média e mediana, enquanto FP1 apresentou os maiores valores. Esse padrão pode estar associado às características de uso e ocupação do solo no entorno dos pontos, marcadas pela presença conjunta de atividades agrícolas, agropecuárias e aquícolas, embora o desenho amostral não permita isolar a contribuição relativa de cada fonte para o aumento da matéria orgânica no curso hídrico.

A inserção de matéria orgânica nos corpos d'água pode elevar a demanda de oxigênio associada à atividade metabólica de bactérias decompositoras. Além disso, como salientam Coldebella et al. (2018), os efluentes e os impactos do manejo

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

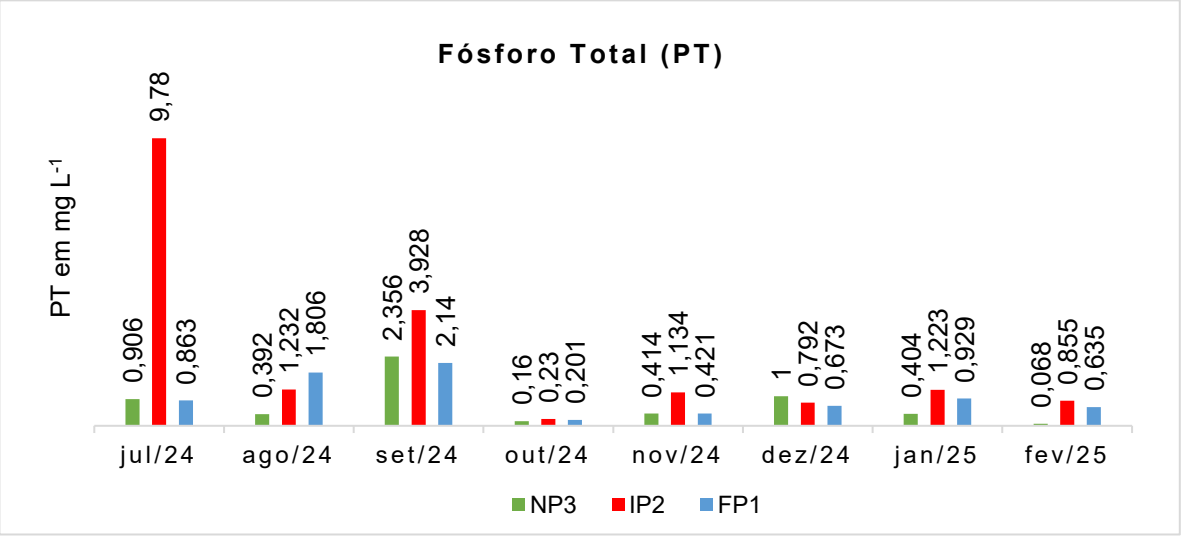
Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

aquícola podem contribuir para o incremento de matéria orgânica e para a presença de nitrogênio, fósforo e sólidos em suspensão. No presente estudo, entretanto, a contribuição relativa da atividade aquícola e das demais fontes não foi quantificada diretamente.

A concentração de fósforo total (PT) foi determinada ao longo das oito campanhas de monitoramento, no mesmo período da DBO_5, permitindo avaliar a ocorrência e a variação desse nutriente nos pontos amostrais NP3, IP2 e FP1, entre julho de 2024 e fevereiro de 2025. Para a interpretação normativa, foi adotado o padrão de qualidade correspondente à Classe 2 do trecho estudado. Em ambientes lóticos de Classe 2, o limite de fósforo total considerado é de 0,10 mg L^{-1} (Brasil, 2005).

Conforme apresentado na Figura 4, as concentrações de fósforo total (PT) apresentaram elevada variabilidade entre os pontos de monitoramento e ao longo das campanhas.

Figura 4 - Valores de fósforo total (PT), pontos NP3, IP2 e FP1, monitorados no período de julho de 2024 a fevereiro de 2025.



Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Na oitava coleta, realizada em fevereiro de 2025, o ponto NP3 apresentou concentração de 0,068 mg L^{-1}, inferior ao padrão de 0,10 mg L^{-1} estabelecido para águas doces de Classe 2 em ambientes lóticos. Nas demais determinações, as

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

concentrações excederam esse padrão. Assim, 23 das 24 determinações de PT realizadas nos três pontos apresentaram valores superiores ao padrão de qualidade aplicável ao trecho estudado, sem que isso implique alteração do enquadramento formal do corpo hídrico.

As elevadas concentrações de fósforo total (PT) registradas no ponto NP3, à exceção da oitava campanha, denotam uma variação de 0,068 a 2,356 mg L^{-1}, com média aproximada de 0,71 mg L^{-1}. Esse comportamento sugere influência de fontes antrópicas na área de contribuição, possivelmente associadas ao manejo agrícola e à aplicação de fertilizantes e adubação orgânica. O ponto NP3, situado na região das nascentes iniciais da área hídrica em estudo, caracteriza-se pela predominância de atividades agrícolas em seu entorno. Eventos de precipitação podem favorecer a mobilização e o transporte de nutrientes por escoamento superficial.

Na sexta campanha, realizada em dezembro de 2024, foram registrados os maiores volumes pluviométricos nas estações avaliadas. Esse dado é apresentado como informação contextual para a interpretação da dinâmica dos nutrientes, não sendo possível estabelecer relação quantitativa entre a precipitação e as concentrações de PT em razão da ausência de análise estatística e de dados de precipitação acumulada nos dias anteriores às coletas.

No ponto IP2, as concentrações de PT variaram de 0,230 a 9,780 mg L^{-1}, com média de 2,3967 mg L^{-1}, correspondente ao maior valor médio entre os pontos monitorados. Destaca-se a concentração de 9,780 mg L^{-1} registrada na primeira campanha, realizada em julho de 2024. Esse valor constitui um evento extremo em relação aos demais registros do ponto. Considerando a presença de viveiros escavados destinados à piscicultura a montante de IP2, a ocorrência pode estar associada a um aporte localizado de fósforo, possivelmente relacionado a procedimentos de manejo do sistema aquícola, como a despesca; entretanto, não há evidência documental ou registro de que o evento de despesca tenha ocorrido imediatamente antes ou durante a coleta.

De acordo com Coldebella et al. (2020), procedimentos de despesca que envolvem o esvaziamento de viveiros podem favorecer a ressuspensão de sedimentos e a liberação de fósforo previamente adsorvido. No entanto, no presente

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

estudo essa explicação deve ser tratada como hipótese, pois não foram realizadas medições de efluentes, sedimentos, vazão de descarga ou registros específicos de despesca. O valor extremo também pode estar relacionado a evento pontual, ressuspensão de sedimentos, variabilidade amostral ou outras condições não mensuradas, reforçando a necessidade de monitoramento com maior frequência para sua confirmação.

Temporalmente, as maiores concentrações de PT foram observadas nas três primeiras campanhas, realizadas em julho, agosto e setembro de 2024, com destaque para os pontos IP2 e FP1. A partir da quarta campanha, realizada em outubro, observou-se tendência descritiva de redução e relativa estabilização das concentrações, embora os valores tenham permanecido, em sua maioria, acima do padrão de 0,10 mg L^{-1} da Classe 2. Essa variação temporal é apresentada de forma descritiva, sem inferência estatística sobre tendência ou sazonalidade.

Além da análise descritiva, foi realizada análise estatística para verificar a existência de diferenças entre os pontos de monitoramento. As concentrações de PT obtidas nas oito campanhas foram submetidas ao teste não paramétrico de Friedman.

Tabela 5 - Tratamento estatístico não paramétrico de Friedman para a variável fósforo total (PT) nos pontos de coleta NP3, IP2 e FP1

Pontos de coleta	Média	Mediana [Q1–Q3] (mg L^{-1})
NP3	0,7125	0,409 [0,334 - 0,930]
IP2	2,3967	1,179 [0,839 - 1,906]
FP1	0,9585	0,768 [0,582 - 1,148]

Nota: Friedman: χ^2F = 12,25; gl = 2; p exato = 0,00086. Pós-teste: Wilcoxon pareado com ajuste de Holm; p ajustados: NP3–IP2 = 0,0313; NP3–FP1 = 0,0234; IP2–FP1 = 0,0391. São apresentadas a média e a mediana [Q1–Q3]. O teste de Friedman avalia a diferença global; Comparações par a par foram realizadas pelo teste de Wilcoxon pareado, com ajuste de Holm para múltiplas comparações.
Fonte: elaborada pelos autores (2025).

O teste de Friedman evidenciou diferença global entre os pontos de monitoramento para a variável fósforo total (χ^2F = 7,00; gl = 2; p exato = 0,0303). Nas comparações par a par pelo teste de Wilcoxon, com ajuste de Holm, apenas IP2 e FP1 apresentaram diferença estatisticamente significativa (p = 0,0234), enquanto NP3 e IP2 (p = 0,1563) e NP3 e FP1 (p = 0,8438) não diferiram entre si.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Descritivamente, IP2 apresentou a maior concentração média (2,3967 mg L^{-1}) e também a maior mediana, mas a diferença estatística deve ser interpretada conforme comparações par a par ajustadas.

A maior concentração média registrada em IP2 pode estar relacionada à influência conjunta das atividades presentes em sua área de contribuição. Entre as possíveis fontes de fósforo destacam-se resíduos de ração, excretas de peixes de manejo aquícola e fertilizantes de origem agrícola. Spadotto e Gomes (2021) destacam que o uso inadequado ou excessivo de fertilizantes pode favorecer o transporte de nutrientes para os corpos hídricos, contribuindo para alterações na qualidade dos ecossistemas aquáticos. No entanto, o desenho amostral não permite discriminar a contribuição relativa dessas fontes.

No contexto da piscicultura, as águas residuárias podem apresentar elevada carga de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo. Barcelos (2022) ressalta a importância da adoção de processos de ciclagem, retenção e decantação desses nutrientes antes de sua disposição no ambiente. Moro et al. (2013) também destacam o uso de tanques de sedimentação e estabilização como alternativas para a redução do aporte de fósforo aos corpos hídricos.

Nas áreas agrícolas adjacentes, a adoção de práticas conservacionistas, como a manutenção da vegetação ciliar, a implantação de curvas de nível e de estruturas de contenção do escoamento superficial, pode contribuir para reduzir o transporte de sedimentos e nutrientes para os cursos d'água. Os resultados obtidos indicam, portanto, a necessidade de estratégias integradas de manejo das atividades agrícolas e aquícolas, especialmente na área de contribuição do ponto IP2, visando à redução do aporte de fósforo e à melhoria da qualidade da água, sem atribuir o aporte observado a uma fonte específica.

4.2 Limitações do estudo

O estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Os parâmetros nitrato, nitrogênio total, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza, sólidos totais, cloretos e indicadores microbiológicos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

foram determinados apenas na primeira campanha, constituindo uma caracterização pontual. Não foram realizadas medições diretas de oxigênio dissolvido, efluentes de viveiros, vazão de descargas, cargas de nutrientes, fertilização agrícola, dejetos aplicados ao solo ou eventos de despesca, o que impede discriminar a contribuição relativa das diferentes fontes. A precipitação foi utilizada apenas como variável contextual, sem análise estatística ou cálculo de chuva antecedente à coleta. Também não foi aplicado teste específico para tendência temporal, sazonalidade ou diferenças entre meses. O estudo não registra, de forma detalhada, o horário aproximado das coletas, a condição de amostra simples ou composta, a existência de duplicatas ou triplicatas analíticas e o tempo transcorrido entre a coleta e o processamento laboratorial. Por fim, o resultado de (*E. coli)* foi obtido em uma única campanha, não permitindo inferência de conformidade temporal com critérios regulamentares que exigem múltiplas amostras.

5. Conclusão

Os resultados permitiram caracterizar a qualidade da água da Sanga Ubiritama, curso hídrico inserido na microbacia do Córrego Gavião, e evidenciaram diferenças espaciais e variações temporais descritivas ao longo do trecho monitorado. De modo geral, os pontos submetidos à maior diversidade de atividades produtivas, especialmente IP2 e FP1, apresentaram maiores concentrações médias de DBO_5 e PT em relação ao ponto NP3, situado a montante e caracterizado pela predominância agrícola e ausência de piscicultura no trecho imediatamente adjacente. Essa condição não caracteriza NP3 como ponto de controle ambiental não impactado.

Entre os parâmetros avaliados na primeira campanha, pH, alcalinidade, dureza, cloretos, condutividade elétrica e sólidos totais apresentaram concentrações compatíveis com os valores de referência adotados. Para nitrogênio total, não foi realizada comparação porque a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece padrão sobre essa variável.

Na única campanha em que o nitrato (NO_3^-) foi determinado, foram

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

observadas concentrações de 1,25 mg L^{-1} em NP3, 13,19 mg L^{-1} em IP2 e 11,16 mg L^{-1} em FP1. Os pontos IP2 e FP1 excederam o padrão de 10 mg L^{-1}, enquanto NP3 apresentou valor inferior. Esses resultados caracterizam apenas a condição observada nessa campanha. Os resultados de coliformes totais e *Escherichia coli* caracterizaram as condições microbiológicas observadas na única campanha realizada. Entretanto, a ausência de campanhas adicionais limita a avaliação temporal e a generalização dos resultados, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo.

A DBO_5 apresentou concentrações mais elevadas nos pontos IP2 e FP1 em relação a NP3. O teste de Friedman indicou diferença global entre os pontos (χ^2F = 12,25; gl = 2; p exato = 0,00086), e as comparações par a par com ajuste de Holm indicaram diferenças significativas entre todos os pares. O gradiente observado é compatível com maior demanda de oxigênio associada à matéria orgânica biodegradável nos trechos intermediários e finais, sem permitir concluir que houve menor concentração de oxigênio dissolvido, pois esse parâmetro não foi medido.

Os resultados evidenciaram elevada variabilidade nas concentrações de fósforo total (PT) entre os pontos e ao longo das oito campanhas, com 23 das 24 determinações acima do padrão de 0,10 mg L^{-1} estabelecido para águas doces de Classe 2 em ambientes lóticos. O ponto IP2 apresentou a maior concentração média (2,3967 mg L^{-1}), porém comparações par a par ajustadas indicaram diferença significativa apenas entre IP2 e FP1, não sendo observadas diferenças entre NP3 e IP2 ou entre NP3 e FP1.

A maior concentração de PT em IP2 pode estar relacionada à influência conjunta de atividades agrícolas, aquícolas e outras fontes presentes em sua área de contribuição, embora os dados não permitam atribuir o aporte a uma fonte específica. Os resultados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo e de adoção de práticas de manejo e conservação do solo e da água, especialmente na área de contribuição de IP2, visando reduzir o aporte de fósforo e contribuir para a manutenção da qualidade da água compatível com o enquadramento do trecho como Classe 2.

A distribuição espacial do fósforo e da DBO_5, associada às características de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

uso e ocupação do solo, sugere associação com a presença conjunta de atividades agrícolas, agropecuárias e aquícolas, especialmente no trecho correspondente ao ponto IP2. No entanto, os resultados devem ser interpretados como evidências de associação, uma vez que o estudo não realizou a quantificação direta das cargas provenientes de cada atividade, nem medições de efluentes, vazão de descargas, fertilização, dejetos aplicados ao solo ou eventos de despesca. A precipitação foi considerada apenas como variável contextual, sem análise estatística específica.

Diante dos resultados obtidos, destaca-se a necessidade de fortalecer o monitoramento contínuo da Sanga Ubiritama, especialmente nos trechos sob maior diversidade de atividades agrícolas, agropecuárias e aquícolas. A adoção de práticas conservacionistas do solo, manutenção e recuperação da vegetação ciliar, manejo adequado da fertilização, controle do escoamento superficial e implantação de sistemas de sedimentação em empreendimentos aquícolas constituem medidas que podem contribuir para reduzir o aporte de nutrientes e matéria orgânica ao corpo hídrico. Assim, o monitoramento sistemático associado ao manejo integrado das atividades produtivas apresenta-se como estratégia relevante para a conservação da qualidade da água e para o planejamento da gestão dos recursos hídricos no Córrego Gavião.

Referências

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO IBGE. Valor da produção da pecuária e da aquicultura chega a R$ 122,4 bilhões em 2023. **Agência de Notícias**, 19 set. 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41352-valor-da-producao-da-pecuaria-e-aquicultura-chega-a-r-122-4-bilhoes-em-2023. Acesso em: 15 de abril de 2025.

AGRÍCOLA – GRUPO HORIZONTE. **Registro de chuvas e geadas na área de atuação da Agrícola Horizonte**. Disponível em: https://www.agricolahorizonte.com.br/registro-de-chuvas-e-geadas/. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

LIPPS, William C., ELLEN BURTON BRAUN-HOWLAND, and Terry E. Baxter, editors. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 24th ed., American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, 2023.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

BARCELLOS, L. J. Gil. **Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022.

BARROS, E. C.; NICOLOSO, R. da S.; OLIVEIRA, Paulo Armando V. de; CÔRREA, Juliano Corulli. Potencial agronômico dos dejetos de suínos. Concórdia, SC: **Embrapa Suínos e Aves**, 2019. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117243/1/final9052.pdf. Acesso em: 19 de maio de 2025.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETTO, N.; GIROTTO, E. Dejeto líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1297–1305, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/T6RSQ9sTv4Pz5Gb7fkZJ7DR/. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 359, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó para uso em todo o território nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 03 de maio de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*: Brasília, DF, n. 18, 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2000/res_conama_274_2000_balneabilidade.pdf.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005 do CONAMA. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 92, p. 89-93, 16 de maio de 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 470–471, 9 jan. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Manual de Boas Práticas na Criação de Peixes de Cultivo**. Brasília: MAPA, 2022.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Disponível em: https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/arquivos/educacao-sanitaria/Manual_BP_cultivo_ISBN_ok2compressed-1.pdf.

BRASIL. **Ministério da Pesca e Aquicultura**. Produção aquícola aumenta 6,2% no Brasil e gera R$ 10,2 bilhões em 2023. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/producao-aquicola-aumenta-16-no-brasil-e-gera-r-10-2-bilhoes-em-2023. Acesso em: 03 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 14 dez. 2011.

CARMO, C. F. **Aporte de Nutrientes, Nitrogênio e Fósforo, e sua Relação com os Impactos Antropogênicos em um Lago Urbano**, São Paulo, SP, Brasil, 2000. Dissertação (Ciências da Engenharia Ambiental), São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

COLDEBELLA, A. **Efluentes da piscicultura intensiva em viveiros escavados**: caracterização e dinâmica dos nutrientes. 2018. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

COLDEBELLA, A.; GODOY, A. C.; GENTELINI, A. L.; PIANA, Pitágoras, A.; COLDEBELLA, P. F.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Nitrogen and phosphorus dynamics in Nile tilapia farming in excavated rearing ponds. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. e1319119699, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.9699. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9699. Acesso em: 3 de junho de 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. São Paulo. Governo do 354 Ambiência - **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais** V.15 N.2 Maio/Ago 2019 Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2018

CONDE, T. T.; CODOGNOTO, L. C.; FARIA, G. A.; MALTONI, K. L.; RIBEIRO, C. da S. Parâmetros limnológicos de corpos hídricos utilizados para produção de Tambaqui na Amazônia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 167–176, 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14n1e007789. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7789. Acesso em: 21 fev. 2025.

CORRÊA, E. S.; MONTE, C. N.; NASCIMENTO, T. S. R. Avaliação de impacto ambiental causado por efluentes da estação de piscicultura Santa Rosa, Santarém/Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.1, p.260-273, 2020. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0024.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

ESTEVES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª edição. Editora Interciência Ltda. 2011.

FEIDEN, A.; MACEDO, H. R.; VARGAS, J. M.; CHIDICHIMA, A. C.; LIRA, K. C.; PIRES, G. K. G.; SIGNOR, A. Produção e rendimento industrial de entrepostos de pescado de pequeno porte do oeste do Paraná. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, e426111133673, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33673.

FLACH, K. A.; BISOGNIN, R. P.; DA ROSA, G. M.; BONES, U. A.; SIPERT, W. W. Avaliação do uso e cobertura da terra e da qualidade da água da sub-bacia do Lajeado Pardo no noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 40, n. 3, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.51359/2238-6211.2023.258614. Acesso em: 19 de maio de 2025.

GLÓRIA, L. P. **Qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão São João do Município de Porto Nacional (TO)**. 1ª Edição. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2020.

HANSEN, J. P. M. **A caracterização da qualidade da água da Sanga Ubiritama no córrego Gavião: uma análise a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos com ênfase no monitoramento do fósforo e da DBO**. 2025. 92f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2025.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. **Impacto das atividades de aqüicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas: relato de caso**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 34, n. 1, p. 163–173, 2008

ITAIPU BINACIONAL. **Relatório Anual 2024**: um tratado, dois povos unidos. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2024. Disponível em: https://www.itaipu.gov.br/publicacoes/relatorio-anual-2024?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 3 de junho de 2025.

LIBÂNO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

LOPES, H. J.; CALDEIRA, T. M.; MACIEL, C. V. L.; GONÇALVES, V. G. F.; NUNES, V. S.; VELOSO, R. W. Análise físico-química da água em três sistemas de piscicultura localizados na linha 610, Jaru (RO). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.11, p.74-84, 2021. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0008.

MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas**. Ortofarma: Juiz de Fora- MG, 2000.

MELO, M. T.; QUEIROZ, T. M.; VINAGA, L.; FERREIRA, J. R. dos S.; MARCHETTO, M. Variabilidade das classes de água e índice de estado trófico do

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

Riacho Queima Pé. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 68–79, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.13083/reveng.v27i1.845. Acesso em: 7 de maio de 2025.

MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D.; MATOS, F. T. **Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas**. In: RODRIGUES, A. P. O. *et al*. (ed.). Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083545. Acesso em: 29 de julho de 2025.

PARANÁ. **COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ 3 (CBH PARANÁ 3)**. Deliberação nº 5, de 23 de julho de 2020. Aprova os critérios de enquadramento, a proposta de atualização do enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do Paraná 3, bem como o Programa para Efetivação do Enquadramento. Curitiba: CBH Paraná 3, 2020. Disponível em: IAT – Comitê da Bacia do Paraná 3. Acesso em: 2 out. 2026.

PARANÁ. **COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ 3 (CBH PARANÁ 3)**. Deliberação nº 7, de 2 de junho de 2023. Aprova a mudança dos critérios de outorga nos trechos declarados como Área Crítica no Córrego Gavião e Arroio Jaguarandi. Curitiba: CBH Paraná 3, 2023. Disponível em: Deliberação nº 07/2023 – PDF oficial. Acesso em: 2 de outubro. 2026.

PARANÁ. **Decreto Estadual nº 9.957, de 20 de maio de 2014**. Regulamenta a Lei Estadual nº 12.726/1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, PR, n. 9308, p. 1-5, 20 de maio de 2014.

PARANÁ. Instituto Água e Terra (IAT). ***Portaria nº 312, de 07 de outubro de 2021***. Declara área crítica quanto ao uso de recursos hídricos de parte do Córrego Gavião, nos municípios de Toledo e Nova Santa Rosa - PR. Curitiba: IAT, 2021. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2021-10/portaria_iat_312_2021_dac_cor_gaviao_toledo.pdf. Acesso em: 13 de novembro de 2025.

PARANÁ. Instituto Água e Terra (IAT). **Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos – SIGARH**. Curitiba: IAT.

PARANÁ. **Lei Estadual nº 12.726, de 26 de novembro de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, PR, n. 5714, p. 13, 26 nov. 1999.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST). **Resolução SEDEST nº 48, de 11 de outubro de 2024.** Estabelece normas,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental e a outorga de uso de recursos hídricos de empreendimentos e atividades de aquicultura e maricultura. Diário Oficial do Estado do Paraná: DOE-PR, Curitiba, 31 out. 2024.

PARRON, L. M.; Muniz, D. H. F. H.; Pereira, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Documentos 232.** 2011. Disponível em: Colombo: Embrapa Florestas: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf. Acesso em: 14 de março de 2025.

POERSCH, A. C. C.; SEBASTIEN, N. Y.; TABORDA, J.; NETO, J. C.; CAOVILLA, M. M.; FONSECA, C. Alexandre da. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e possíveis fatores de influência nos processos em águas superficiais do Rio São Francisco Verdadeiro – Paraná. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 8, n. 5 – Suplemento, p. 45-51, 2019. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23790. Acesso em: 11 de nov de 2025.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura**. Jaguariúna, SP: Embrapa Comunicado Técnico, n. 44, 2007.

REIS, C. S.; FRANÇA, H. T. D.; MOTYL, T.; CORDEIRO, T.; ROCHA, J. R. C. Avaliação da Atividade Antrópica no Rio Guaraguaçú (Pontal do Paraná, Paraná). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 389–394, jul. 2015.

RESENDE, Á. V. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p. (**Documentos / Embrapa Cerrados**, ISSN 1517-5111; n. 57).

SABEDRA, C. A. L. F.; RODRIGUES, L. M.; SOUZA, T. R. Qualidade das águas do Rio Santa Maria no município de Dom Pedrito-RS [**recurso digital**]. 1. ed. Belém: RFB Editora, 2020.

SÁTIRO, T. M.; ZACARDI, D. M.; ALMEIDA NETO, O. B. Reutilização do efluente de piscicultura para fertirrigação: uma alternativa ambiental e economicamente rentável. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes**, v. 16, n. 1, p. 161–180, 2022. DOI: 10.19180/2177-4560.v16n12022p161-180. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/15992. Acesso em: 25 de abril de 2025.

SILVA, C. DE O. F.; GOVEIA, D. Avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos urbanos utilizando análise multivariada. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, n. 3, p. 947–958, jul. 2019.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/09/2026 - **Accepted:** 09/10/2026
Vol: 13.21
DOI: 10.66104/ejh80v78
Pages: 1-34

SILVA, D. R. *et al*. Indicadores microbiológicos de qualidade da água: enfoque em coliformes. **Revista Científica de Saneamento e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 45–54, 2019.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. *Perdas de nutrientes* [online]. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec**. Conteúdo migrado em 22 dez. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/residuos/perdas-de-nutrientes. Acesso em: 11 de agosto de 2025.

SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

TELES, R. R.; SANTOS, J. C.; PINHEIRO, E. C. N. M. A importância da preservação de matas ciliares. ***Brazilian Journal of Development***, Curitiba, v. 8, n. 11, p. 75348-75360, nov. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-309. Acesso em 03 de outubro de 2025.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 3ª Edição. São Carlos/SP: 2009.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-T. T. **A água**. São Carlos, SP: Editora Scienza, 2020.

TUNDISI, José Galizia. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia. 1999.

VARGAS, P. R. **Contaminantes ambientais emergentes e variáveis físicas, químicas e microbiológicas de água de consumo humano**. 2023. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/29463. Acesso em: 25 de abril de 2025.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

CC BY