

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM
CORPOS HIDRICOS URBANOS: ESTUDO
DE CASO NO MUNICÍPIO DE RIO
VERDE, GOIÁS**

HELLANE LIMA DOS SANTOS

Rio Verde, GO

2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM
CORPOS HIDRICOS URBANOS: ESTUDO
DE CASO NO MUNICÍPIO DE RIO
VERDE, GOIÁS**

HELLANE LIMA DOS SANTOS

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Câmpus
Rio Verde, como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Bacharel
em 2025.

Orientador: Dr. Edio Damásio da
Silva Junior

**Rio Verde – GO
2025**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

L732 Lima dos Santos, Hellane
 AVALIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM CORPOS
 HIDRICOS URBANOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE
 RIO VERDE, GOIÁS / Hellane Lima dos Santos. Rio Verde Goiás
 2025.

 33f. il.

 Orientador: Prof. Dr. Edio Damásio da Silva Junior.
 Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220074 -
 Bacharelado em Engenharia Ambiental - Integral - Rio Verde
 (Campus Rio Verde).

 1. Qualidade da água. 2. DBO. 3. DQO. 4. Poluição orgânica. 5.
 Drenagem urbana. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
☐ Dissertação (mestrado)
☐ Monografia (especialização)
☒ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Hellane Lima dos Santos

Matrícula:

2019102200740484

Título do trabalho:

Avaliação da Materia Orgânica em corpos hídricos urbanos: Estudo de caso no município de Rio Verde, Goiás

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 04 / 09 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) 3 IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 02 dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 14:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Édio Damásio da Silva Junior (orientador), Prof. Andriane de Melo Rodrigues (membro interno) e Prof. Bruno de Oliveira Costa Couto (membro interno), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado <AVALIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM CORPOS HIDRICOS URBANOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE, GOIÁS" de HELLANE LIMA DOS SANTOS, estudante do curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2019102200740484. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Rio Verde, 02 de setembro de 2025.

(Assinado eletronicamente)

Edio Damasio da Silva Junior

Orientador

(Assinado eletronicamente)

Andriane de Melo Rodrigues

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Bruno de Oliveira Costa Couto

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Edio Damasio da Silva Junior**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 02/09/2025 15:42:24.
- **Bruno de Oliveira Costa Couto**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 02/09/2025 15:43:41.
- **Andriane de Melo Rodrigues**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 03/09/2025 09:36:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/09/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 739622

Código de Autenticação: 869b890e39



AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser meu alicerce e fonte de força nos momentos mais desafiadores desta caminhada acadêmica, iluminando meus passos e guiando minhas decisões.

À minha família, por todo apoio e incentivo ao longo desta jornada. Em especial Djane, Rafael, Miguel, Elvira, Eva, que sempre acreditaram no meu potencial e estiveram presentes em cada etapa.

Ao meu orientador Edio, pela dedicação, paciência, atenção e valiosas orientações que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao laboratório de Saneamento e Meio Ambiente, pela infraestrutura, recursos e suporte que possibilitaram a realização das análises necessárias para esta pesquisa, tornando este trabalho viável e enriquecedor.

Aos meus professores, por compartilharem não apenas conhecimento, mas também experiências e valores que ultrapassam as fronteiras da sala de aula. Cada ensinamento foi um tijolo essencial na construção da profissional que me tornei.

A todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste sonho, deixo aqui meu mais profundo e sincero agradecimento. Este trabalho é também fruto da dedicação, generosidade e apoio de cada um de vocês.

RESUMO

A qualidade da água em áreas urbanas sofre forte influência de pressões antrópicas, como lançamentos de esgoto doméstico, poluição difusa e alterações no uso do solo. Entre os parâmetros mais utilizados para avaliar a carga orgânica destacam-se a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO), além da razão DBO/DQO, que auxilia na caracterização da biodegradabilidade da matéria orgânica. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água em dois pontos de um curso d'água urbano em Rio Verde–GO, com diferentes características de uso e ocupação. O Ponto 1, situado sob ponte com galeria pluvial e vegetação ciliar parcial, apresentava indícios de acúmulo de resíduos; já o Ponto 2 estava localizado próximo a área rural, com mata ciliar mais densa e menor acesso humano. As coletas ocorreram entre abril e junho de 2025 e as análises seguiram os métodos 5210 B e 5220 B/D do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados mostraram que a DBO variou de 2,434 a 6,928 mg/L no Ponto 1 (média 4,9 mg/L) e de 1,816 a 6,408 mg/L no Ponto 2 (média 3,8 mg/L), valores abaixo do limite de 3 mg/L da Resolução CONAMA 357/2005, mas com influência contínua de poluição orgânica. A DQO apresentou maior variabilidade, oscilando entre 4,33 e 114,33 mg/L, com médias de 50,3 mg/L (P1) e 54,0 mg/L (P2). A razão DBO/DQO manteve-se entre 0,04 e 0,11, indicando predominância de compostos de baixa biodegradabilidade e presença de poluição difusa urbana, associada ao fenômeno do *first flush*. Conclui-se que ambos os pontos estão vulneráveis a aportes orgânicos, com instabilidade maior no Ponto 1 e episódios críticos no Ponto 2, reforçando a necessidade de medidas integradas de saneamento, manejo da drenagem e preservação da vegetação ripária.

Palavras-chave: qualidade da água; DBO; DQO; poluição orgânica; drenagem urbana.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	8
3.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	10
4. METODOLOGIA	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS	27

LISTA DE SIGLAS

APHA — *American Public Health Association*

ANA — Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

A/M — Relação alimento/microrganismo

BDI — Índice de Biodegradabilidade (relação DBO/DQO)

CBH-SMT — Comitê da Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê

CETESB — Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente

COT — Carbono Orgânico Total

DBO — Demanda Bioquímica de Oxigênio

DBO₅ — Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias

DQO — Demanda Química de Oxigênio

ETE / ETES — Estação(ões) de Tratamento de Esgoto

IQA — Índice de Qualidade das Águas

IWA — *International Water Association*

K_a — Coeficiente de reaeração (s⁻¹)

OD — Oxigênio Dissolvido

USEPA — *United States Environmental Protection Agency*

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água em ambientes urbanos é fortemente influenciada pela interação entre fatores naturais e pressões antrópicas, incluindo lançamentos pontuais de efluentes domésticos, poluição difusa e alterações no uso e ocupação do solo (JORDÃO; ROCHA; PEREIRA, 2007). Entre os parâmetros empregados no monitoramento da qualidade da água, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) destacam-se como indicadores essenciais para avaliação da carga orgânica e da presença de compostos oxidáveis, fornecendo subsídios para diagnósticos ambientais e gestão dos recursos hídricos (SPERLING, 1998; MARTINS; TAFFARELLO, 2015).

Em cursos d'água urbanos e periurbanos, a infraestrutura de drenagem pluvial pode desempenhar um papel relevante no transporte de poluentes, especialmente durante eventos de precipitação, quando ocorre o fenômeno do *first flush*, caracterizado pela alta concentração inicial de contaminantes no escoamento superficial (MARTINS; TAFFARELLO, 2016), onde a conservação da vegetação ciliar influencia diretamente na capacidade de autodepuração dos corpos hídricos, atuando como barreira física e bioquímica para retenção de sedimentos e matéria orgânica (BEGA; SILVA; MONTEIRO, 2021). No entanto, a presença de resíduos sólidos e a ocupação irregular das margens comprometem essa função protetora (ARAGÃO *et al.*, 2014; RIGHETTO *et al.*, 2017).

A relação DBO/DQO também constitui ferramenta valiosa para identificação da natureza da carga orgânica (LOPES; OLIVEIRA; ANDRADE, 2021; SILVA). Estudos indicam que, mesmo em concentrações consideradas baixas, a presença contínua de matéria orgânica pode causar desequilíbrios ecológicos significativos em corpos hídricos de pequena vazão (POUDEL; SRINIVASAN; SINGH, 2013).

Nesse contexto, compreender a dinâmica de variação da DBO e DQO em ambientes urbanos e de transição rural é fundamental para a elaboração de estratégias de mitigação, que podem incluir desde intervenções baseadas em infraestrutura verde, como *wetlands* construídas e pavimentos permeáveis (VON SPERLING, 2002; OLIVEIRA; PEREIRA; LOPES, 2023), até ações de restauração de matas ciliares.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade da água em dois pontos de um curso d'água urbano com diferentes características de uso e ocupação do solo no município de Rio Verde – GO, por meio da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO), e como objetivos específicos interpretar a relação entre esses parâmetros e identificar as possíveis fontes e padrões de poluição orgânica, com base em referências consolidadas da literatura.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um ensaio empírico que quantifica o oxigênio consumido por microrganismos na oxidação da matéria orgânica biodegradável, sendo amplamente usada para caracterizar cargas orgânicas em águas naturais, efluentes e escoamentos urbanos. Em termos operacionais, a DBO₅ expressa o decréscimo de oxigênio dissolvido após incubação controlada por cinco dias, servindo como indicador integrado da pressão orgânica sobre o meio aquático (APHA, 2017; VON SPERLING, 2014).

Historicamente, a DBO consolidou-se como parâmetro-chave nos sistemas de saneamento por traduzir em uma métrica única a interação entre substrato orgânico e atividade microbiana, permitindo estimar cargas lançadas e dimensionar tratamentos. No Brasil, sua adoção se conectou à expansão de ETEs e ao enquadramento de corpos hídricos, articulando-se a normas e índices oficiais de qualidade (JORDÃO; PESSÔA, 2011; CETESB, 2019).

Do ponto de vista cinético, a taxa de consumo de oxigênio depende de fatores como temperatura, disponibilidade de nutrientes, população microbiana e natureza do substrato. Modelos clássicos descrevem a remoção da DBO como processo de primeira ordem, enquanto o reaeramento e o balanço de OD em rios modulam a recuperação do sistema após aportes, influenciados pelo coeficiente de reaeração K_a (VON SPERLING, 2007; BARROS, 2016).

Metodologicamente, a determinação de DBO₅ exige amostragem representativa, preservação, sementeira quando necessário, controle de pH e temperatura de incubação. O método padrão recomenda análise em até seis horas,

frascos sem bolhas, e cálculo pela diferença entre OD inicial e final, incorporando correções por diluição e semeadura (APHA, 2017; USEPA, 2015).

Interferências comuns incluem nitrificação (que pode superestimar DBO caso não inibida), presença de tóxicos que inibem a atividade microbiana (subestimando a DBO), e oxidação química residual. O uso de inibidores de nitrificação, semeadura adequada e ensaios de controle são medidas de boa prática laboratorial para mitigar tais vieses (APHA, 2017).

A relação entre DBO, DQO e carbono orgânico total (COT) é recorrente na literatura como forma de inferir biodegradabilidade. Em geral, razões DBO/DQO > 0,4 indicam predominância de matéria orgânica facilmente degradável, enquanto razões muito baixas sugerem compostos recalcitrantes ou interferentes tóxicos, úteis em diagnósticos e no planejamento de tratamento (SAMUDRO, MANGKOEDIHARDJO, 2010; WEI *et al.*, 2023; IWA/BDI, 2024).

No âmbito regulatório, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece diretrizes de enquadramento de corpos d'água e limites orientativos de qualidade (incluindo DBO por classe), enquanto a CONAMA nº 430/2011 define padrões para lançamento de efluentes. A leitura conjunta desses normativos é base para gestão e fiscalização ambiental no país (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011).

Para monitoramento, diretrizes nacionais de amostragem e preservação recomendam protocolos específicos para DBO, contemplando frascos apropriados, ausência de bolhas, acondicionamento térmico e tempos máximos até a análise, a fim de evitar perdas ou artefatos analíticos (ANA/CETESB, 2011; FUNASA/CETESB, 2004).

Em ambientes urbanos, eventos de chuva produzem o “first flush”, em que as primeiras frações do escoamento carregam cargas concentradas de poluentes, elevando temporariamente a DBO em córregos receptores. Esse comportamento não linear exige alta resolução temporal nas coletas e integração com dados hidrometeorológicos (MARTINS, TAFFARELLO, 2017).

Relatórios de qualidade hídrica regionais no Brasil reiteram que DBO integra o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e auxilia no rastreio de fontes, especialmente quando analisada com coliformes, nutrientes e sólidos. Séries temporais robustas permitem distinguir aportes crônicos de pulsos episódicos (CETESB, 2016; CBH-SMT, 2017).

No dimensionamento de ETEs, a DBO é parâmetro de referência para projetar processos biológicos (lodos ativados, lagoas, reatores anaeróbios). A estimativa de cargas afluentes e a eficiência requerida por etapa são balizadas por DBO, condicionando volumes, tempos de detenção e necessidades energéticas (VON SPERLING, 2014; JORDÃO; PESSÔA, 2011).

A interpretação ambiental da DBO em rios deve considerar a capacidade de autodepuração, a geometria do canal, a vegetação ripária e as trocas ar-água. Em trechos com reaeração limitada, mesmo cargas moderadas de DBO podem conduzir a quedas de OD e risco à biota, exigindo planos de controle de fonte e soluções baseadas na natureza (VON SPERLING, 2007; BARROS, 2016).

Quanto à garantia de qualidade, laboratórios devem empregar curvas de controle, duplicatas, brancos e materiais de referência, além de auditorias internas. Documentos técnicos reforçam validação de métodos, cálculo de incerteza e rastreabilidade metrológica para assegurar comparabilidade interlaboratorial (APHA, 2017; CETESB, 2014).

Aplicações recentes combinam DBO com sensores, respirometria e modelagem para estimar cinéticas e prever respostas do sistema a cenários de uso do solo e clima. A integração com DQO e indicadores biológicos tem ampliado o poder diagnóstico em bacias urbanas (APHA, 2017; CETESB, 2019).

No planejamento urbano, reduzir DBO em corpos receptores demanda controle de ligações clandestinas, manejo de resíduos, retenção/infiltração de escoamentos e ampliação de coleta e tratamento. Medidas de baixo impacto e infraestrutura verde tendem a suavizar picos e reduzir cargas difusas, refletindo em melhoras consistentes do IQA (CETESB, 2016; MARTINS & TAFFARELLO, 2017).

A DBO permanece central na avaliação de poluição orgânica, desde a concepção de ETEs até a vigilância ambiental. Seu uso crítico atento a limitações metodológicas, interferências e contexto hidrológico e associado a DQO, nutrientes e indicadores microbiológicos, fornece base sólida para gestão adaptativa e tomada de decisão (APHA, 2017; CONAMA, 2005; CONAMA, 2011).

3.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro amplamente utilizado na caracterização de águas naturais, efluentes e resíduos líquidos, representando a

quantidade total de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica e parte da inorgânica presente em uma amostra, por meio de um agente oxidante forte. Diferente da DBO, a DQO abrange tanto a fração biodegradável quanto a recalcitrante, oferecendo uma visão mais abrangente da carga oxidável total (APHA, 2017; CETESB, 2019).

O método clássico de determinação da DQO utiliza dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido (H_2SO_4), catalisado por sulfato de prata, em refluxo ou digestão a alta temperatura. O consumo de dicromato é proporcional à quantidade de matéria oxidável presente, sendo a leitura final obtida por titulação com sulfato ferroso amoniacal ou por espectrofotometria (APHA, 2017).

A DQO apresenta vantagens significativas sobre a DBO em termos de rapidez, pois pode ser obtida em poucas horas, contra os cinco dias requeridos para a DBO5. Isso a torna especialmente útil em monitoramentos de rotina, balanços de massa e controle operacional de estações de tratamento (VON SPERLING, 2014).

Por abranger substâncias que não são biodegradáveis, a DQO tende a apresentar valores superiores aos da DBO no mesmo corpo d'água ou efluente. A relação DBO/DQO é, portanto, um indicador da fração biodegradável da matéria orgânica, sendo comumente usada para avaliar a eficiência de tratamento e o potencial de impacto ambiental (SAMUDRO; MANGKOEDIHARDJO, 2010).

O método de dicromato pode sofrer interferências, como oxidação de cloretos, que elevam artificialmente a DQO. Para mitigar esse efeito, adiciona-se sulfato de mercúrio ($HgSO_4$) durante a digestão, formando complexos estáveis com cloretos e evitando sua oxidação (USEPA, 2015).

A DQO é frequentemente integrada a índices de qualidade da água e indicadores de desempenho de tratamento, sendo especialmente útil para quantificar cargas em lançamentos e balanços de massa em bacias hidrográficas. Por seu caráter integrador, é recomendada para o acompanhamento de poluição difusa e de descargas intermitentes (CETESB, 2019).

O uso combinado de DQO, DBO e Carbono Orgânico Total (COT) permite inferir sobre a biodegradabilidade e estabilidade de efluentes. Razões DBO/DQO próximas a 0,5 indicam matéria orgânica predominantemente biodegradável, enquanto valores inferiores a 0,3 sugerem predominância de compostos recalcitrantes ou de difícil degradação (WEI *et al.*, 2023).

Em águas superficiais, a DQO é sensível à entrada de compostos de origem urbana, agrícola e industrial, incluindo detergentes, solventes e óleos. Sua determinação periódica auxilia na detecção de mudanças súbitas na qualidade da água, servindo como alerta para descargas ilícitas ou acidentais (MARTINS; TAFFARELLO, 2017).

No controle de processos biológicos, a DQO é usada para calcular a relação alimento/microrganismo (A/M), determinante para o ajuste de cargas em sistemas de lodos ativados e reatores anaeróbios. O conhecimento da fração solúvel e particulada da DQO é essencial para o manejo eficiente do tratamento (VON SPERLING, 2014).

A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece padrões para lançamento de efluentes, incluindo valores máximos de DQO para determinadas tipologias, complementando os enquadramentos previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos receptores (CONAMA, 2011; CONAMA, 2005).

O avanço de métodos rápidos para DQO, como kits de digestão em bloco com leitura direta em espectrofotômetro, tem aumentado a eficiência de laboratórios e possibilitado o monitoramento quase em tempo real, inclusive em campo (APHA, 2017).

A determinação de DQO também é relevante para a modelagem de qualidade da água em rios, permitindo estimar o impacto de descargas e prever o tempo de recuperação após eventos de poluição (BARROS, 2016).

Em estudos de poluição difusa, a DQO auxilia na estimativa de cargas provenientes de escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas impermeabilizadas, onde o arraste de matéria orgânica e produtos químicos é significativo durante o first flush (MARTINS; TAFFARELLO, 2017).

O controle de DQO em efluentes industriais é essencial para evitar impactos cumulativos no corpo receptor, uma vez que compostos não biodegradáveis podem se acumular no sedimento e na biota, causando efeitos ecotoxicológicos a longo prazo (CETESB, 2019).

Por ser um parâmetro que integra compostos de diferentes naturezas químicas, a DQO deve ser interpretada em conjunto com outros indicadores para avaliação completa do estado trófico e da saúde ambiental de um ecossistema aquático (VON SPERLING, 2014).

4. METODOLOGIA

O município de Rio Verde (GO), um dos maiores produtores de soja do Brasil, combina elevada produtividade agrícola com sérios desafios ambientais decorrentes do uso intensivo da terra (PEDROSO, SILVA, 2005). A expansão da soja tem impactado diretamente as bacias hidrográficas, provocando assoreamento, contaminação química e alterações no ciclo hidrológico (DA ROCHA MENDES, 2024; ARIAS *et al.*, 2007). Embora os rios Verdinho e Doce sejam frequentemente citados em estudos, o abastecimento urbano de Rio Verde provém do Córrego Abóboras e do aquífero Lajes, ambos inseridos na bacia do rio São Tomás, essencial para a segurança hídrica local (DE CASTRO, 2014).

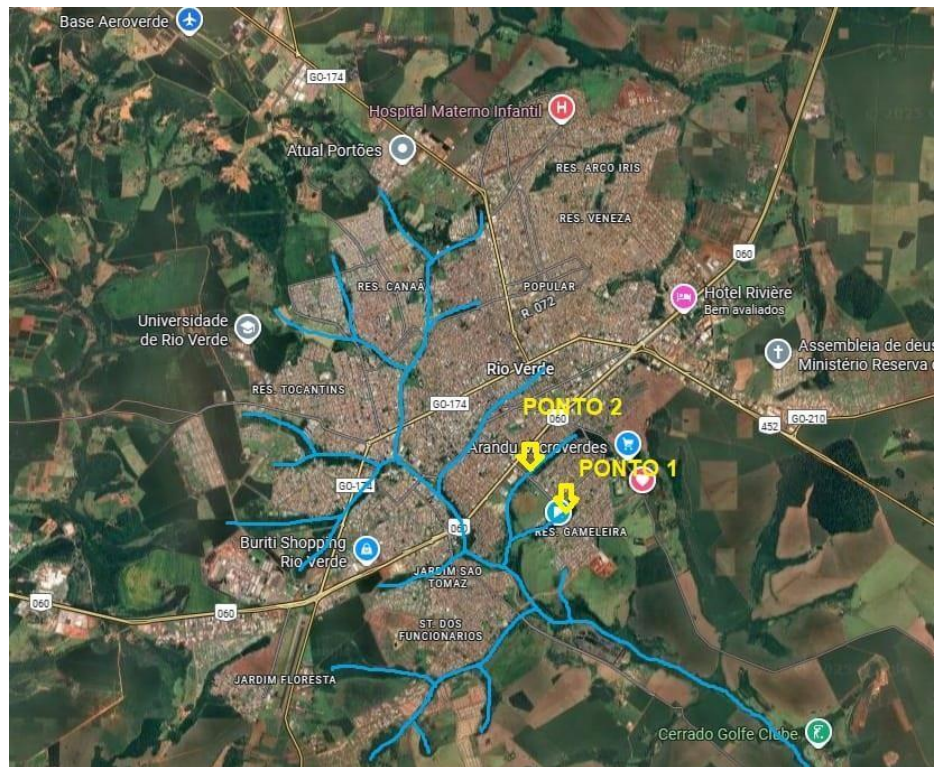
O monitoramento contínuo das vazões é indispensável para prevenir crises de abastecimento, permitindo ajustar práticas de irrigação, ampliar a capacidade de armazenamento e adotar tecnologias mais eficientes, sobretudo em períodos de seca (SOUSA, 2025; BALBINO, 2021). A relevância desse acompanhamento se amplia diante da importância estratégica do Centro-Oeste na produção de alimentos para o mercado interno e para exportação (RODRIGUES *et al.*, 2025). Nesse contexto, a soja representa um pilar econômico, mas seu cultivo deve respeitar os limites ecológicos das bacias, exigindo práticas de manejo que conciliem produção e conservação (BESSA *et al.*, 2006; ÁVILA *et al.*, 2016).

Assim, a gestão sustentável da água em regiões agrícolas como Rio Verde é condição essencial para manter o equilíbrio ecológico, garantir o abastecimento urbano e sustentar a continuidade das atividades econômicas (BARROS & AMIN, 2008; RAMOS *et al.*, 2024).

As amostragens foram realizadas em dois pontos distintos localizados em um curso d'água urbano com influência antrópica significativa, situado no município de Rio Verde – GO, de acordo com a figura 1 e figura 2 e figura 3.

Abaixo está sendo demonstrada a área de abrangência da bacia do Córrego do Sapo situado no município de Rio Verde e demonstrado em amarelo a localização dos dois pontos de amostragem.

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica e pontos de coleta em córrego urbano, Rio Verde – GO



Fonte: Google Earth Pro, abril 2025.

Figura 2: Localização do Ponto 1 de coleta em córrego urbano, Rio Verde – GO



Fonte: Google Earth Pro, abril 2025.

Figura 3: Ponto 2 de coleta georreferenciado.



Fonte: Google Earth Pro, abril 2025.

Tabela 1: Coordenada dos pontos de coleta.

Pontos	Coordenada de localização	
	Latitude (S)	Longitude (O)
Ponto 1	17° 48'38.77"S	50° 54'50.15"O
Ponto 2	17° 48'18.64"S	50° 55'9.87"O

Fonte: Autora, abril 2025.

O Ponto 1 está localizado nas proximidades de uma galeria sob uma ponte, representado na figura 2, o que indica a presença de um sistema de drenagem urbana canalizada. Durante as coletas, foi observada a presença esporádica de odor característico de esgoto doméstico, notado com maior intensidade em um dos dias de amostragem, sugerindo lançamentos intermitentes de efluentes sanitários. Nas margens, há vegetação ciliar parcialmente preservada, com presença de espécies arbóreas e herbáceas, mas também foi identificado acúmulo de resíduos sólidos, como plásticos, embalagens e outros materiais, indicando uso irregular da área por moradores ou transeuntes.

Figura 4: Amostragem de água em ponto de escoamento urbano para avaliação de DBO e DQO.



Fonte: Autora, abril 2025.

Figura 5: Saída de galeria pluvial com lançamento direto no curso d'água, evidenciando influência urbana no Ponto 1.



Fonte: Autora, abril 2025.

O Ponto 2, por sua vez, está localizado em um trecho próximo ao ponto 1, área urbana consolidada, situada nas imediações de uma fazenda, representado na figura 3 e 6,7. Assim como no ponto anterior, foi identificada a presença de estrutura de canalização por manilhas, que descarrega água pluvial diretamente no curso d'água. O odor de esgoto também foi percebido com frequência no local, embora de forma mais constante e intensa do que no Ponto 1. Este ponto apresenta mata ciliar densa, com vegetação que margeia ambos os lados do córrego, além de estar relativamente próximo a áreas com criação de gado e habitações dispersas. A coleta foi realizada apenas na margem acessível junto ao asfalto, devido à densa vegetação e à dificuldade de acesso ao interior da mata.

Figura 6: Ponto de coleta em galeria de drenagem urbana.



Fonte: Autora, abril 2025.

Figura 7: Coleta de água em ponto de amostragem.



Fonte: Autora, abril 2025.

Quadro 1: Datas e horários das coletas realizadas nos pontos de amostragem.

Data da coleta	Hora da coleta	
	Ponto 1	Ponto 2
10/04/2025	09:00 horas	09:20 horas
30/04/2025	09:40 horas	10:00 horas
08/05/2025	09:00 horas	09:15 horas
23/05/2025	13:30 horas	13:50 horas
30/05/2025	09:10 horas	09:30 horas
05/06/2025	14:25 horas	14:45 horas
13/06/2025	08:50 horas	09:10 horas
20/06/2025	13:20 horas	13:45 horas

Fonte: Autora, abril 2025.

Ambos os pontos de coleta compartilham características semelhantes, como a presença de infraestrutura urbana de drenagem, sinais de poluição difusa e contato com áreas de uso humano, demonstrados nas figuras 5 e 6. No entanto, observam-se diferenças na intensidade dos impactos ambientais, possivelmente atribuídas à variabilidade do uso do solo no entorno e à frequência de despejos. Essas características foram avaliadas por meio das análises da Demanda Bioquímica de

oxigênio (DBO) e Demanda Química de oxigênio (DQO), realizadas conforme o método 5210 B e 5220 B/D do Standard Methods for the Examination of water and wastewater, as amostras foram feitas em triplicata para melhor visualização dos dados e conformidade de confirmação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da qualidade da água em ambientes urbanos, pois indica a quantidade de oxigênio necessária para a degradação da matéria orgânica presente. Segundo Jordão, Rocha e Pereira (2007), esse indicador expressa diretamente a carga orgânica lançada em corpos hídricos e sua possível interferência na oxigenação aquática. Em áreas urbanizadas, mesmo lançamentos intermitentes de esgoto são suficientes para alterar esse parâmetro, sendo considerados sinais diretos de contaminação orgânica.

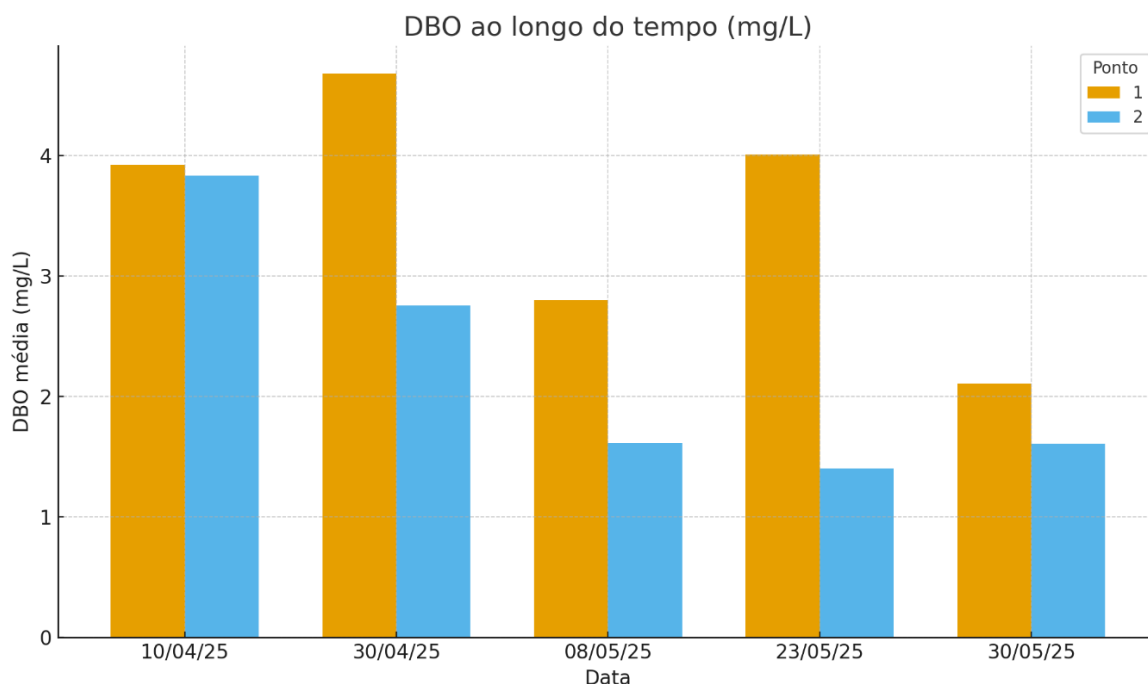
A tabela 2 e a figura 8 abaixo apresentam os valores de DBO obtidos nos dois pontos de amostragem, destacando suas variações ao longo das campanhas e as diferenças entre os locais monitorados.

Tabela 2: Dados coletados de DBO e DQO.

Data	OD Inicial	OD Final	DBO P1	OD Inicial	OD Final	DBO P2
	P1	P1	(mg/L)	P2	P2	(mg/L)
10/04/2025	5,5	3,8	4,999	4,7	3,0	6,408
30/04/2025	5,5	3,5	6,928	4,6	3,4	5,431
08/05/2025	5,7	4,3	4,347	4,7	4,0	2,497
23/05/2025	5,5	3,3	5,805	4,5	3,6	2,830
30/05/2025	5,4	4,3	2,434	5,4	4,6	1,816

Fonte: Autora, abril 2025.

Figura 8: Variação da DBO ao longo do tempo.



Fonte: Autora, abril de 2025.

Os valores de DBO no Ponto 1 variaram entre 2,434 e 6,928 mg/L, com média de aproximadamente 4,9 mg/L, enquanto no Ponto 2 oscilaram entre 1,816 e 6,408 mg/L, com média de cerca de 3,8 mg/L. O maior valor foi registrado no Ponto 1 em 30/04/2025 (6,928 mg/L), e o menor em 30/05/2025 (2,434 mg/L); já no Ponto 2, o pico ocorreu em 10/04/2025 (6,408 mg/L) e a mínima em 30/05/2025 (1,816 mg/L). Esses resultados se alinham ao que é observado em cursos d'água sujeitos a pressões antrópicas difusas e pontuais, incluindo o esgoto doméstico, como também relataram Moreira *et al.* (2020) ao analisarem córregos urbanos com uso misto residencial e rural. As diferenças entre os pontos refletem tanto a intensidade de lançamentos quanto características locais de uso e cobertura do solo.

No Ponto 1, a presença de galerias de drenagem sob ponte e o acúmulo de resíduos favorecem o transporte rápido de poluentes, sobretudo em eventos de chuva. O aumento da DBO observado em 30/04 (6,928 mg/L), seguido por uma queda em 30/05 (2,434 mg/L), é coerente com o fenômeno conhecido como *first flush*, no qual o escoamento inicial carrega concentrações elevadas de matéria orgânica e sólidos suspensos para o corpo hídrico (Martins & Taffarello, 2016).

Já o Ponto 2, embora apresente sinais de esgoto de forma mais constante, mostrou valores médios de DBO inferiores aos do Ponto 1. A vegetação ciliar preservada nas margens atua como barreira natural, reduzindo o aporte de poluentes

e promovendo a autodepuração, efeito também descrito por Bega, Silva & Monteiro (2021) em estudos sobre córregos com ripária densa. Dessa forma, a mata ciliar contribui para uma maior resiliência ecológica, suavizando as oscilações de qualidade da água.

A menor urbanização no entorno do Ponto 2 também deve ter contribuído para os valores mais baixos, uma vez que áreas de baixa densidade populacional e atividades agrícolas de menor escala tendem a apresentar cargas orgânicas reduzidas, mesmo quando há presença de esgoto doméstico. Esse padrão já foi descrito por Haddad e Magalhães Júnior (2007) ao avaliarem córregos em diferentes contextos de ocupação humana.

Apesar de os valores estarem bem abaixo do limite de 3 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de Classe 1, não se pode considerar desprezível o impacto. Estudos como o de Poudel, Srinivasan & Singh (2013) demonstram que concentrações relativamente baixas, quando persistentes, podem gerar desequilíbrios ecológicos em corpos d'água de pequena vazão e baixa capacidade de renovação. No presente caso, a recorrência de valores detectáveis em todas as coletas indica uma influência crônica de poluição orgânica.

Ferramentas de modelagem, como o HydroPol2D de Gomes Júnior, Mendiondo; Giacomoni (2023), reforçam que a variação temporal da DBO é explicada pela interação entre uso do solo, regime de vazão e lançamentos, mesmo em cenários com cobertura vegetal parcial.

No campo das soluções, destacam-se as infraestruturas verdes. Von Sperling (2002) mostrou que wetlands construídas podem remover até 87% da DBO de águas pluviais contaminadas, enquanto Oliveira, Pereira & Lopes (2023) evidenciaram que telhados verdes e pavimentos permeáveis reduziram em até 21% a vazão superficial, com impacto direto na diminuição da DBO em descargas urbanas. No caso dos pontos estudados em Rio Verde–GO, a restauração de áreas ripárias e a adoção de técnicas de drenagem sustentável poderiam reduzir os picos registrados no Ponto 1 e manter os valores mais estáveis, como se observa no Ponto 2.

Conclui-se que, mesmo abaixo do limite legal, os dados obtidos revelam a presença contínua de carga orgânica, associada a lançamentos difusos e pontuais. O Ponto 1 apresentou maior variabilidade em função da drenagem urbana e da descarga

intermitente de esgoto, enquanto o Ponto 2 beneficiou-se da vegetação ciliar e de menor urbanização, resultando em condições mais estáveis.

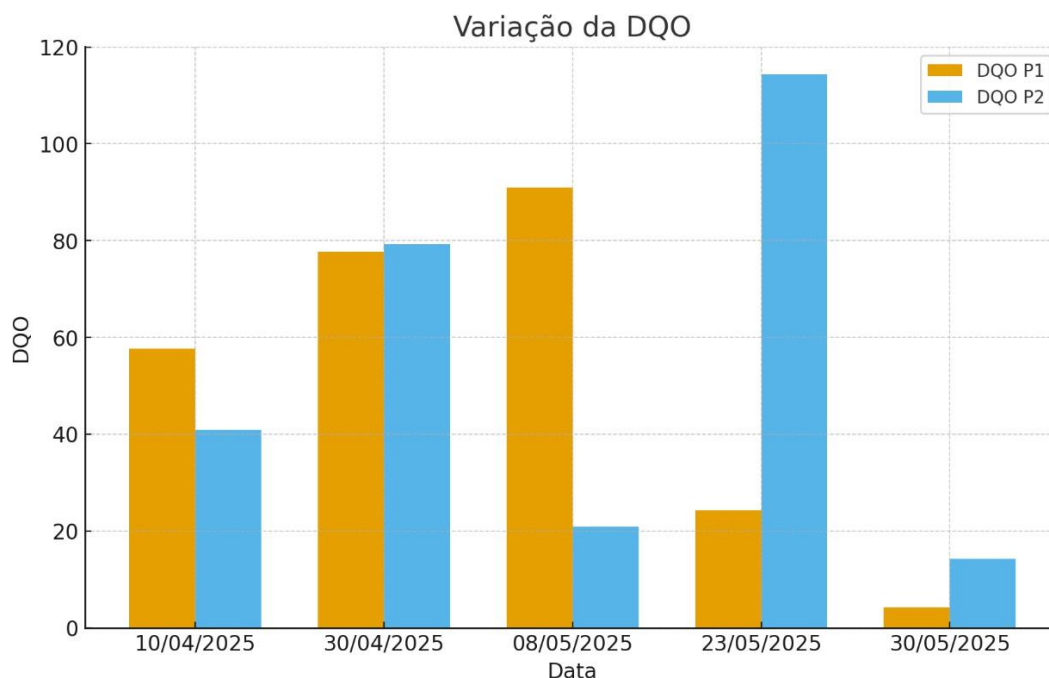
A tabela 3 e a figura 9 abaixo apresentam os valores de DQO obtidos nos dois pontos de amostragem, destacando suas variações ao longo das campanhas e as diferenças entre os locais monitorados.

Tabela 3: DQO média (mg/L) nos Pontos 1 e 2.

Data	DQO P1	DQO P2
10/04/2025	57,67	41,00
30/04/2025	77,67	79,33
08/05/2025	91,00	21,00
23/05/2025	24,33	114,33
30/05/2025	4,33	14,33

Fonte: Autora, abril 2025

Figura 9: Comparativo de DQO no ponto 1 e 2.



Fonte: Autora, abril 2025.

Os valores médios de DQO obtidos foram de aproximadamente 50,3 mg/L no Ponto 1 e 54,0 mg/L no Ponto 2, com maior dispersão no primeiro ponto (desvio

padrão de 36,6 mg/L). Esse comportamento indica a ocorrência de descargas intermitentes de carga orgânica, possivelmente associadas ao lançamento irregular de esgoto doméstico. Valente *et al.* (1997) e Martins e Taffarello (2015) observaram comportamento semelhante em cursos d'água urbanos de Botucatu e São Carlos, onde valores elevados de DQO estavam relacionados à presença de ligações clandestinas de esgoto em redes pluviais.

No Ponto 1, registraram-se picos de DQO de 57,67 mg/L em 10/04/2025, 77,67 mg/L em 30/04/2025 e 91,00 mg/L em 08/05/2025, seguidos por quedas expressivas para 24,33 mg/L em 23/05/2025 e 4,33 mg/L em 30/05/2025. A presença de uma galeria de concreto sob uma ponte, aliada ao odor de esgoto detectado em algumas coletas, reforça a hipótese de lançamento pontual de efluente doméstico. Jordão e Pessoa (2011) destacam que a relação DBO/DQO em drenagens urbanas pode indicar a presença de esgoto fraco quando se encontra entre 0,4 e 0,6, o que condiz com padrões urbanos de baixa capacidade de tratamento. De forma semelhante, Soares Cruz *et al.* (2014) ressaltam que a variação do odor e da concentração de carga orgânica em córregos urbanos está diretamente relacionada à irregularidade dos despejos, especialmente em redes mistas de drenagem e esgoto.

Embora exista vegetação ciliar, sua conservação é parcial no Ponto 1, onde foi identificado acúmulo de resíduos e indícios de uso humano, como trilhas e lixo plástico. Aragão *et al.* (2014) demonstraram que matas ciliares preservadas reduzem significativamente o aporte de matéria orgânica e sedimentos, mas a eficácia desse filtro natural diminui quando há atividades humanas nas margens. Righetto *et al.* (2017) reforçam que áreas urbanas com uso do solo desordenado contribuem para o escoamento difuso de contaminantes, mesmo na presença de vegetação.

No Ponto 2, os resultados revelaram valores de 41,00 mg/L em 10/04/2025, 79,33 mg/L em 30/04/2025, 21,00 mg/L em 08/05/2025, 114,33 mg/L em 23/05/2025 e 14,33 mg/L em 30/05/2025. Apesar da presença de manilhas de drenagem e odor semelhante ao detectado no Ponto 1, a DQO média foi ligeiramente superior e apresentou grande variação, indicando aporte orgânico irregular. Ferreira *et al.* (2022) relataram que nascentes canalizadas próximas a áreas agropecuárias apresentaram menores valores de DQO do que trechos urbanos diretamente impactados. Nesse caso, a vegetação mais densa e o acesso restrito ao interior da mata podem ter

limitado o aporte direto de resíduos, embora o pico em 23/05/2025 (114,33 mg/L) sugira contribuição pontual expressiva.

A relação entre DBO e DQO é reconhecida como indicador da biodegradabilidade da matéria orgânica. Segundo Sperling (1998), a proporção DBO5/DQO em efluentes domésticos varia de 0,4 a 0,6, apontando predominância de compostos facilmente biodegradáveis. Silva e Aguiar (2020) reforçam que essa relação é válida para córregos com baixa influência industrial, como nos pontos avaliados, em especial no Ponto 1, onde os picos de DQO se aproximam de padrões de despejos domésticos.

Os picos observados no Ponto 1, especialmente em abril e início de maio, podem estar relacionados ao fenômeno do *first flush*, caracterizado pela alta concentração inicial de poluentes no escoamento superficial após eventos de chuva. Martins e Taffarello (2015) verificaram que, nas primeiras frações de tempo de uma precipitação, ocorre transporte intensivo de carga poluente, aumentando a DQO, a condutividade e a quantidade de sólidos suspensos.

A presença de lixo nas margens também é um fator de incremento da carga orgânica, mesmo em períodos sem chuvas. Toniolo *et al.* (2024) aplicaram modelos de risco de poluição difusa na bacia do rio Cotia e constataram que a disposição inadequada de resíduos em áreas urbanizadas eleva significativamente os valores de DQO e nutrientes, mesmo na ausência de fontes pontuais visíveis. Esse tipo de poluição, somada ao uso irregular das margens, caracteriza o que os autores definem como pressão antrópica difusa de médio impacto.

Em regiões com drenagem urbana deficiente, como áreas periféricas ou com ocupações irregulares, as galerias pluviais frequentemente funcionam como canais para transporte de água servida. Ainda que intermitente, esse aporte mantém padrões relativamente constantes de DQO ao longo do tempo.

A vegetação ciliar, embora essencial, não é suficiente para impedir a poluição orgânica quando há fontes próximas e contínuas de contaminação. Aragão *et al.* (2014) e Righetto *et al.* (2017) apontam que mesmo matas aparentemente densas podem coexistir com níveis consideráveis de resíduos e poluição de fundo. Isso reforça a importância de estratégias integradas de manejo, combinando a conservação das margens com ações de controle de despejos e educação ambiental.

Assim, os resultados indicam que o Ponto 1 apresenta maior risco de poluição orgânica, com picos expressivos em abril e maio de 2025 e evidências de lançamentos esporádicos de esgoto doméstico. O Ponto 2, embora impactado, apresentou o valor mais alto de toda a série (114,33 mg/L em 23/05/2025), mas em geral manteve maior estabilidade associada à proteção relativa da vegetação e à menor acessibilidade humana. Conforme destacado por Valente *et al.* (1997) e Silva e Aguiar (2020), a DQO é um parâmetro sensível para detectar pressão antrópica e deve ser complementada por outros indicadores, como coliformes, nitrogênio e fósforo, para uma avaliação abrangente da qualidade da água.

A análise integrada da DBO e da DQO revelou contrastes importantes entre a biodegradabilidade da matéria orgânica e a presença de poluentes refratários nos dois pontos monitorados. Enquanto a DBO oscilou entre 1,816 e 6,928 mg/L, a DQO variou de 4,33 a 114,33 mg/L, evidenciando uma disparidade marcante entre a fração orgânica biodegradável e a carga total de matéria oxidável. Essa discrepância resultou em uma razão DBO/DQO entre 0,04 e 0,11, valores muito abaixo da faixa típica de esgoto doméstico bruto (0,4–0,6), sugerindo que parte significativa da carga orgânica corresponde a compostos de baixa ou lenta degradação.

Esse resultado é coerente com o que Zhang *et al.* (2019) identificaram em cursos d'água urbanos da China, onde a baixa relação DBO/DQO foi atribuída à presença de detergentes, microplásticos e hidrocarbonetos derivados da atividade urbana, de difícil biodegradação. No presente estudo, a maior dispersão da DQO, principalmente no Ponto 1, reforça a hipótese de que, além do esgoto doméstico, há contribuição relevante de fontes difusas e poluentes sintéticos, transportados pela drenagem pluvial.

Os picos observados no Ponto 1, especialmente em abril e maio, podem estar relacionados ao fenômeno do *first flush*, quando o escoamento superficial inicial carrega compostos altamente concentrados. Lee e Bang (2000) já haviam descrito esse processo como responsável por transportar nutrientes e matéria orgânica recalcitrante logo no início das chuvas, esse mecanismo explica a elevação repentina da DQO, sem correspondente aumento proporcional da DBO, indicando a predominância de contaminantes pouco biodegradáveis.

No Ponto 2, embora os valores médios de DBO tenham se mantido mais baixos (3,8 mg/L), a ocorrência do maior valor de DQO da série (114,33 mg/L em 23/05/2025)

evidencia aporte pontual de elevada carga orgânica refratária. Rathnayake *et al.* (2016) destacam que esse padrão é típico de cursos d'água com galerias de drenagem conectadas a múltiplas fontes, onde poluentes acumulados durante períodos secos são liberados em alta intensidade após eventos de precipitação, esse processo, somado à morfologia fechada do ponto e à presença de manilhas, favorece o acúmulo e a liberação irregular de poluentes.

A divergência entre DBO e DQO também pode estar relacionada à natureza química da matéria orgânica presente. Enquanto a DBO representa a fração biodegradável rapidamente assimilada por microrganismos, a DQO contabiliza substâncias recalcitrantes como lignina, óleos, graxas e surfactantes, que exigem maior tempo de degradação. Tchobanoglous, Burton e Stensel (2014) ressaltam que, em ambientes urbanos, a baixa razão DBO/DQO é frequentemente associada à mistura de esgoto doméstico com águas residuárias não tratadas de origem comercial e resíduos sólidos lixiviados.

Ainda, a presença de valores relativamente estáveis de DBO, mas fortemente variáveis de DQO, sugere que parte da poluição é oriunda de fontes contínuas (como infiltrações de esgoto), enquanto outra parcela é intermitente e difusa. Huang *et al.* (2022), ao analisarem rios urbanos em áreas de expansão metropolitana, confirmaram que esse tipo de comportamento é típico de bacias hidrográficas com ocupação irregular, nas quais a drenagem pluvial assume papel central no transporte de contaminantes de difícil degradação.

Portanto, a interação entre DBO e DQO nos dois pontos estudados indica não apenas a influência de esgoto doméstico biodegradável, mas principalmente a forte presença de compostos orgânicos recalcitrantes, oriundos da poluição difusa e do escoamento superficial urbano, onde esse quadro reforça a necessidade de considerar a razão DBO/DQO como ferramenta de diagnóstico da qualidade da água, especialmente em microbacias urbanizadas.

6. CONCLUSÃO

O monitoramento realizado no curso d'água urbano de Rio Verde – GO evidenciou a presença contínua de carga orgânica em ambos os pontos avaliados, ainda que em níveis variáveis. Os valores de DBO oscilaram entre 1,816 e 6,928 mg/L, com médias de 4,9 mg/L no Ponto 1 e 3,8 mg/L no Ponto 2, enquanto a DQO variou

de 4,33 a 114,33 mg/L, apresentando médias de 50,3 mg/L e 54,0 mg/L, respectivamente. Esses resultados revelam discrepância significativa entre a fração biodegradável e a carga total oxidável, refletida em uma baixa razão DBO/DQO, indicando a predominância de compostos recalcitrantes no escoamento urbano e observado também nas coletas.

Embora os valores de DBO permaneçam abaixo do limite de 3 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de Classe 1, a persistência de concentrações detectáveis ao longo de todas as campanhas reforça a influência crônica de fontes antrópicas, sobretudo lançamentos intermitentes de esgoto doméstico onde foi observado a descarga durante a coleta das amostras e poluição difusa como o descarte incorreto e transportada pela drenagem pluvial. A presença de vegetação ciliar densa no Ponto 2 demonstrou efeito positivo na atenuação das oscilações de qualidade, ao passo que o Ponto 1, localizado sob galeria de drenagem, apresentou maior variabilidade e picos associados ao fenômeno do *first flush*.

Dessa forma, conclui-se que a qualidade da água do córrego monitorado reflete uma condição de impacto urbano contínuo, marcada tanto por descargas pontuais quanto por fontes difusas, em que medidas de manejo integrado incluindo restauração de matas ciliares, controle de lançamentos e adoção de infraestrutura verde são fundamentais para reduzir cargas orgânicas e promover a resiliência ecológica do sistema hídrico.

7. REFERÊNCIAS

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Método 5210 B – BOD (5-day test). Washington, DC: APHA/AWWA/WEF, 2017. Disponível em: https://www.nemi.gov/methods/method_summary/5715/. Acesso em: 12 ago. 2025.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Método 5220 C – COD (Closed Reflux, Colorimetric Method). Washington, DC: APHA/AWWA/WEF, 2017. Disponível em: https://www.nemi.gov/methods/method_summary/5790/. Acesso em: 12 ago. 2025.

ARAGÃO, M. R. A.; ALMEIDA, T. P.; FERREIRA, R. A. Avaliação da influência da vegetação ciliar na qualidade da água do Rio Siriri – SE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 738–744, jul. 2014.

DOI: [10.1590/S1415-43662014000700016](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700016). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/rSjMX6jz9tvqD8fHqQsqRkr/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

ARIAS, A. R.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, p. 61-72, 2007.

ÁVILA, M. W.; HORA, M. A. G. M.; ÁVILA, C. R.; ALVES, F. V.; FARIA, M. M.; VIEIRA, M. R. Gestão qualitativa dos recursos hídricos: proposta metodológica para o planejamento de uma rede de estações para monitoramento da qualidade de águas superficiais. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Muriaé. *RBRH*, v. 21, p. 401-415, 2016.

BALBINO, Nataluzo da Silva. Conflito de uso entre abastecimento público e irrigação associado à crise hídrica na Bacia do Alto Descoberto, Distrito Federal. 2021.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 4, n. 1, 2008.

BARROS, J. C. *Avaliação de risco aplicado à qualidade da água em rios*. Fortaleza: UFC, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/21469/1/2016_dis_icbarros.pdf. Acesso em: 10 ago. 2025.

BEGA, João Marcos Martins; SILVA, Karine Aparecida; MONTEIRO, Ana Luíza. Avaliação da vegetação ciliar como fator de resiliência na qualidade da água em ambientes urbanos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 312–326, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/WyWFSqzqGPynyh8fMQshkkP/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BESSA, Lara Kênia de. As Plantações de Soja e o Impacto Ambiental causado na Água e Solo na Região do Cerrado/Centro Oeste/Cidade de Cristalina Goiás. 2006.

BRASIL. 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*. Brasília, 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=450&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 09 ago. 2025.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes*. Brasília, 2011. Disponível em: <https://conexaogua.mpf.mp.br/arquivos/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-430-2011.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2025.

CETESB. *Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas*. São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp->

[content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%Andice-D_-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf](#). Acesso em: 08 ago. 2025.

CETESB. *Decisão de Diretoria nº 217/2014/I*. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/documentos/manual-dd-217-14.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2025.

CETESB. *Manual de Ensaio de Laboratório – Determinação de DQO*. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/documentos/manual-laboratorio-dqo.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2025.

CETESB. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2016*. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/47f08a78-0d8d-4c21-a6d5-b08b6da5893b>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CETESB. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2019*. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/12/qualidade-das-aguas-interiores-2019.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CEZAR, Tiago Menezes; VANZELLA, Leandro Luis. Variação temporal de DBO e DQO em cursos d'água urbanos sob influência de sistemas de drenagem mista. *Revista Engenharia e Ambiente*, v.20, n. 3, p.49–62, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24023/rea.v20i3.234>. Acesso em: 6 ago. 2025.

DA ROCHA MENDES, Bruno. Quantificação da demanda de insumos para recuperação de pastagens degradadas no Cerrado da região de MATOPIBA. 2024.

DE CASTRO, César Nunes. A agropecuária na região Centro-Oeste: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros. *Texto para Discussão*, 2014.

FERREIRA, D. S.; GONÇALVES, P. H.; LOPES, M. C. Avaliação da qualidade da água em nascentes de áreas rurais e urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 27, e18, 2022. DOI: [10.1590/2318-0331.272220210081](https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220210081). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/zXHgk9m8L5qkb9MP4nQGJ4G>. Acesso em: 6 ago. 2025.

FUNASA; CETESB. *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Brasília: FUNASA, 2004. Disponível em: https://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf. Acesso em: 12 ago. 2025.

FURLAN, Amanda Cristina; PEREIRA, Juliano Matheus; RIBEIRO, Carina dos Santos. Avaliação de parâmetros físico-químicos em rios urbanos com diferentes níveis de impermeabilização do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental e Sustentável*, v.9, n.1, p.18–28, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2238-832X20220051>. Acesso em: 6 ago. 2025.

GOMES JÚNIOR, Manoel Nogueira; MENDIONDO, Eduardo Mario; GIACOMONI, Marília Heloísa. Aplicação do modelo HydroPol2D para simulação de qualidade da água em bacias urbanas. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 14–24, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/qYyfFKqt5z7sKVcXW7TmMSq/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

HADDAD, Eduardo Alves; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Relação entre uso do solo e qualidade da água em microbacias urbanas do sul de Minas Gerais. In: *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Belo Horizonte, 2007. p. 1–10. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318723275>. Acesso em: 2 mar. 2025.

HUANG, L. *et al.* Urbanization impacts on water quality: evidence from rapidly expanding metropolitan rivers. *Science of the Total Environment*, v. 806, p. 150–161, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150161>

IWA. *Biodegradability index (BDI) as an indicator for effluents*. 2024. Disponível em: <https://iwaponline.com/wpt/article/19/8/3092/103462/Biodegradability-index-BDI-as-an-indicator-for>. Acesso em: 11 ago. 2025.

IWA. *Chemical Oxygen Demand as a key performance indicator in wastewater treatment*. 2024. Disponível em: <https://iwaponline.com/wpt/article/19/5/2054/103222/Chemical-oxygen-demand-as-a-key-performance>. Acesso em: 11 ago. 2025.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/tratamento-de-esgotos-domesticos-eduardo-pacheco-jordao-constantino-arruda-pessoa-6-ediao-pdf-free.html>. Acesso em: 10 ago. 2025.

JORDÃO, Eunice Pereira da Silva; ROCHA, Jorge Carlos; PEREIRA, Marcelo R. *Análise de água: fundamentos físico-químicos e químicos*. 2. ed. São Paulo: Átomo, 2007.

LEE, J. H.; BANG, K. W. Characterization of urban stormwater runoff. *Water Research*, v. 34, n. 6, p. 1773–1780, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(99\)00325-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00325-5)

LOPES, André Felipe; OLIVEIRA, Júlia Marques; ANDRADE, Rodrigo Silva. Caracterização da matéria orgânica em águas superficiais urbanas por meio da razão DBO/DQO. *Revista Água e Saneamento*, v. 11, n. 2, p. 135–144, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29327/216817.11.2-12>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MARTINS, M. M.; TAFFARELLO, D. Qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Tijucu Preto (São Carlos - SP): relações com o uso e ocupação do solo. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 167–176, abr./jun. 2015. DOI: [10.1590/S1413-41522015020000101548](https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000101548). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/qYyfFKqt5z7sKVcXW7TmMSq/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

MARTINS, R. G.; TAFFARELLO, D. *Análise da ocorrência de first flush em bacia urbana brasileira*. 2017. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/60/PAP023191.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MARTINS, Rodrigo Gustavo; TAFFARELLO, Daniel. Avaliação de first flush em bacias urbanas utilizando polutogramas. In: *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, São Paulo, 2016. p. 1–8. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/60/PAP023191.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MOREIRA, Giselle Lima; SANTOS, Juliana Ramos; FIGUEIREDO, Rodrigo Costa. Qualidade da água em córregos urbanos com influência antrópica em Juiz de Fora – MG. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 15, n. 6, p. 1–14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2566>. Acesso em: 12 jul. 2025.

OLIVEIRA, Gabriel Rodrigues; PEREIRA, Talita Souza; LOPES, Amanda Cristina. Infraestrutura verde no controle do escoamento superficial e da poluição urbana. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 155–172, 2023. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v12e12023155-172>. Acesso em: 6 ago. 2025.

PEDROSO, I. L. P. B.; SILVA, A. P. P. O papel das políticas públicas no desenvolvimento agroindustrial de Rio Verde–GO. *Caminhos de Geografia*, v. 6, n. 15, p. 20-27, 2005.

POUDEL, Binod Narayan; SRINIVASAN, Raghavan; SINGH, Vijay P. Assessment of seasonal and spatial variation in water quality of agricultural watersheds. *Texas Water Resources Institute*, TR-453, 2013. Disponível em: <https://ssl.tamu.edu/media/82341/pouidel-assessment-of-seasonal-and-spatial-variation.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.

RATHNAYAKE, U. *et al.* Assessment of pollutant wash-off from urban surfaces: implications for stormwater quality management. *Journal of Environmental Management*, v. 184, p. 409–417, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.016>

RIGHETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1109–1120, nov./dez. 2017. DOI: [10.1590/S1413-41522017163504](https://doi.org/10.1590/S1413-41522017163504). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/qYyfFKqt5z7sKVcXW7TmMSq/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

RODRIGUES, Marcos Luis; SILVA, Mirian Correa da; SANTOS, Geyse Oliveira dos; TEIXEIRA, Núbia da Silva. Avaliação das políticas públicas voltadas para o agronegócio: desafios e perspectivas. 2025.

SAMUDRO, G.; MANGKOEDIHARDJO, S. *Review on BOD, COD and BOD/COD ratio*. 2010. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/228497615_Review_on_BOD_COD_and_BODCOD_ratio_a_triangle_zone_for_toxic_biodegradable_and_stable_levels. Acesso em: 08 ago. 2025.

SILVA, A. C.; AGUIAR, L. P. Avaliação da qualidade da água de córregos urbanos utilizando relações DBO/DQO como indicativo de biodegradabilidade. *Anais da ABQ*, Salvador, v. 3, p. 24361–24370, 2020. Disponível em: <https://www.abq.org.br/enquis/2023/trabalhos/136/24361-28977.html>. Acesso em: 6 ago. 2025.

SILVA, Rebeca Nogueira da; FONSECA, Marcos Tavares; MATOS, Guilherme Henrique. Influência do descarte de resíduos sólidos na variação de DQO em áreas urbanas com drenagem deficiente. *Revista Meio Ambiente Urbano*, v. 15, n. 4, p. 42–51, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/maurb.v15i4.74320>. Acesso em: 6 ago. 2025.

SOARES CRUZ, A. B.; RIBEIRO, P. D. A.; COSTA, M. A. Qualidade da água em córregos urbanos com influência de esgotos domésticos: estudo de caso em Marabá-PA. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 88–100, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341032120>. Acesso em: 6 ago. 2025.

SOUSA, Luiz Felipe Santos de. Medidas para Redução de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento de Água. 2025.

SOUZA, Mariana Ferreira; KOFFLER, Suelen Claudia. Efeitos da ocupação urbana sobre nascentes: avaliação por DBO e DQO em córregos de borda urbana. *Revista Ciências Ambientais*, v. 17, n. 2, p. 33–45, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15302/rca.v17i2.586>. Acesso em: 2 mar. 2025.

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1998. 243 p.

TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2014. ISBN 978-0073401188.

TONIOLO, A. M.; NASCIMENTO, F. S.; OLIVEIRA, A. L. R. Avaliação da poluição difusa urbana por meio de modelagem ambiental em sub-bacias da bacia do Rio Cotia, SP. *URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana*, Curitiba, v. 16, e20230061, 2024. DOI: [10.1590/2175-3369.2024e20230061](https://doi.org/10.1590/2175-3369.2024e20230061). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/kYKmmHfZMhHC6YN5PsTS4vG/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

USEPA. *Biochemical Oxygen Demand (BOD) – Standard Method 5210 B (DQI)*. 2015. Disponível em: <https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/5210dqi.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2025.

EPA. *Chemical Oxygen Demand (COD) – Method 410.4*. 2015. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/method_410-4_1983.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025.

VALENTE, C. E. L.; CAVALCANTE, J. R. P.; MELO, W. J. Qualidade da água em diferentes pontos de um córrego urbano sob influência de atividades agrícolas e domésticas. *Engenharia Química*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 41–50, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eq/a/8QYrd8YdJNYZ6SmTFyyJtRx>. Acesso em: 6 ago. 2025.

VON SPERLING, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Vol. 1*. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2804369>. Acesso em: 09 ago. 2025.

VON SPERLING, Marcos. *Lagoas de estabilização*. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 2002. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/marcos_von.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

WEI, Z. et al. *Evaluation of wastewater biodegradability using COD and BOD parameters*. *Journal of Water Process Engineering*, v. 54, p. 103804, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103804>. Acesso em: 10 ago. 2025.

ZHANG, Y. et al. Characteristics of organic matter and its relationship with water quality in urban rivers: implications for water management. *Environmental Pollution*, v. 252, p. 141–150, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpo.2019.05.042>