




C A P Í T U L O 3

Avaliação da Qualidade da Água do Córrego Barro Preto Antes, Durante e Após a Festa do Divino Pai Eterno Em Trindade - GO

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.912112610033>

João Yago Pereira da Silva

Naielly Botelho Faria

Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall

Pedro Filipe De Luna Cunha

Vitória Régia Araújo Ribeiro

RESUMO: Com o advento de tecnologias e ensaios de monitoramento, o acompanhamento da qualidade das águas tornou-se uma ferramenta essencial de controle nas tomadas de decisão, tanto no âmbito de políticas públicas quanto na compreensão do comportamento da sociedade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da Festa do Divino Pai Eterno, realizada em Trindade-GO, na qualidade da água do Córrego Barro Preto, estabelecendo um comparativo antes, durante e após a realização do evento. Foram realizadas quatro campanhas de amostragem em três pontos do córrego, com análise das variáveis cor, turbidez, pH, fósforo total, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, nitrito, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e presença de coliformes e *Escherichia coli*, em conformidade com os parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA). As análises laboratoriais foram conduzidas em parceria com a empresa Saneamento de Goiás (SANEAGO). Os valores de IQA variaram entre 47,1 e 73,2, classificando a água predominantemente como “Boa”, com registro pontual de condição “Razoável”. Os resultados indicaram concentrações de coliformes e fósforo total acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Entretanto, observou-se que o aumento da população durante o período da festa exerceu pouca influência sobre a qualidade da água, que se manteve praticamente inalterada. Conclui-se que a degradação do Córrego Barro Preto está mais relacionada às pressões urbanas contínuas do que aos impactos temporários do evento.

PALAVRAS-CHAVE: águas superficiais; índice de qualidade da água; monitoramento; recursos hídricos; Trindade-GO.

Water Quality Assessment of the Barro Preto Stream Before, During, and After the Festa do Divino Pai Eterno in Trindade, GO, Brazil

ABSTRACT: With the advent of monitoring technologies and analytical tests, tracking water quality has become an essential control tool in decision-making, both in public policy and in understanding societal behavior. In this context, this study aimed to evaluate the influence of the Festa do Divino Pai Eterno, held in Trindade-GO, on the water quality of the Barro Preto Stream by comparing conditions before, during, and after the event. Four sampling campaigns were conducted at three monitoring points along the stream. Samples were analyzed for color, turbidity, pH, total phosphorus, dissolved oxygen, ammonia, nitrate, nitrite, electrical conductivity, total dissolved solids, and the presence of coliforms and *Escherichia coli*, according to the parameters of the Water Quality Index (WQI). Laboratory analyses were conducted in partnership with the Goiás Sanitation Company (SANEAGO). WQI values ranged from 47.1 to 73.2, predominantly classified as “Good,” with one campaign classified as “Fair.” Total phosphorus and coliform concentrations exceeded the limits established by CONAMA Resolution No. 357/2005. However, the population increase during the festival period had little influence on overall water quality. It is therefore concluded that the degradation of the Barro Preto Stream is more related to continuous urban pressures than to the temporary impacts of the event.

KEYWORDS: surface waters; water quality index; monitoring; water resources; Trindade-GO.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento urbano desordenado e as ações antrópicas têm exercido pressão significativa sobre os ecossistemas naturais, gerando consequências importantes para as bacias hidrográficas (TUCCI, 2011). Em áreas urbanizadas, a impermeabilização do solo, o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado e as alterações no curso natural dos rios são fatores que contribuem para a perda das características naturais dos cursos d'água. Esse processo de degradação resulta na alteração da qualidade da água e na redução da capacidade dos rios de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais (CARNEIRO et al., 2021).

Diante da pressão antrópica contínua e da degradação progressiva dos corpos hídricos urbanos, torna-se necessária a utilização de instrumentos de gestão ambiental que permitam acompanhar e controlar essas alterações. Nesse contexto, o monitoramento da qualidade da água constitui uma ferramenta fundamental para identificar o nível de degradação ao longo do tempo, por meio da análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos (MENEZES et al, 2010).

A aplicação do monitoramento transcende a simples obtenção de dados, consolidando-se como uma medida estratégica para a prevenção de problemas futuros, como surtos de doenças de veiculação hídrica, além de contribuir para a otimização da gestão dos recursos hídricos (CAMPLESI, 2010). A avaliação sistemática permite acompanhar o comportamento dos parâmetros de qualidade da água e fornecer subsídios técnicos para a tomada de decisão, contribuindo para evitar a degradação progressiva dos corpos hídricos e o aumento dos custos associados ao tratamento da água (FIGUEIREDO, 2008).

Entre as metodologias utilizadas para a avaliação integrada da qualidade da água destaca-se o Índice de Qualidade da Água (IQA), que reúne diferentes variáveis físicas, químicas e biológicas em um único indicador sintético. Esse índice permite classificar a qualidade da água com base em parâmetros previamente estabelecidos, facilitando a interpretação dos resultados e a comunicação das condições ambientais dos corpos hídricos (CETESB, 2022). Dessa forma, o IQA tem sido amplamente aplicado em estudos de engenharia sanitária e ambiental para avaliar impactos decorrentes do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas (ZHOU et al, 2018).

Entretanto, um aspecto ainda pouco explorado na literatura refere-se à variação da qualidade da água associada a eventos pontuais de grande porte, caracterizados por aumentos temporários e expressivos da população. Nesses casos, a ampliação momentânea da demanda por serviços urbanos pode exercer pressão adicional sobre a infraestrutura de saneamento e sobre os recursos naturais locais.

Nesse contexto, destaca-se a Festa do Divino Pai Eterno, realizada anualmente no município de Trindade-GO. De caráter religioso, o evento ocorre entre os meses de junho e julho e reúne milhões de visitantes ao longo de sua realização. Esse fluxo populacional contrasta com a população fixa do município, estimada em aproximadamente 150 mil habitantes (IBGE, 2024). O aumento temporário da população pode intensificar a demanda por recursos hídricos e sobrecarregar a infraestrutura de saneamento e de gestão de resíduos, potencializando o risco de impactos sobre os corpos hídricos locais.

O Córrego Barro Preto, um dos principais mananciais do município, atravessa áreas urbanizadas e recebe contribuições provenientes do escoamento superficial urbano e de possíveis lançamentos de efluentes. Diante desse cenário, torna-se pertinente investigar se o aumento populacional associado à realização do evento interfere de forma significativa na qualidade de suas águas.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da Festa do Divino Pai Eterno na qualidade da água do Córrego Barro Preto, por meio da aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) antes, durante e após o evento. Dessa forma, busca-se contribuir para a compreensão dos impactos de eventos temporários de grande porte sobre a qualidade dos corpos hídricos urbanos, no contexto da engenharia sanitária e ambiental.

2 METODOLOGIA

Para a obtenção dos resultados referentes à problemática proposta, realizou-se inicialmente uma revisão bibliográfica com base em publicações científicas e normas técnicas aplicáveis à avaliação da qualidade de águas superficiais, com o objetivo de fundamentar a definição dos procedimentos metodológicos adotados.

As análises laboratoriais foram conduzidas com base nos parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água (IQA), conforme metodologia estabelecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011; 2022). Os ensaios foram realizados nas dependências da Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), que disponibilizou infraestrutura laboratorial, reagentes, equipamentos calibrados e suporte técnico especializado.

O cálculo do IQA seguiu a metodologia oficial adotada pela CETESB (2022), baseada no produtório ponderado de nove parâmetros físicos, químicos e biológicos, conforme a Equação (1):

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1)$$

Onde:

IQA= Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100);

qi= qualidade do i-ésimo parâmetro (número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida);

wi= peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, fixado em função da sua importância para a qualidade global da água, sendo um número entre 0 e 1.

A soma dos pesos atende à condição:

$$\sum_{i=1}^n wi = 1 \quad (2)$$

em que n representa o número total de parâmetros considerados no cálculo do IQA.

Cada parâmetro recebeu um peso (w_i) proporcional à sua importância para a avaliação global da qualidade da água, como apresentado no Quadro 1.

| i | Parâmetro | Peso (w_i) |
|----|--|----------------|
| 1 | Coliformes termotolerantes | 0,15 |
| 2 | Potencial hidrogeniônico - pH | 0,12 |
| 3 | Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20} | 0,10 |
| 4* | Nitrogênio total | 0,10 |
| 5 | Fósforo total | 0,10 |
| 6 | Temperatura da água | 0,10 |
| 7 | Turbidez | 0,08 |
| 8 | Sólido total | 0,08 |
| 9 | Oxigênio dissolvido | 0,17 |

Nota: * o símbolo representa que o parâmetro realizado na pesquisa é parcial

Quadro 1 – Pesos atribuídos no cálculo do IQA. (Adaptado de CETESB, 2022)

A metodologia do Índice de Qualidade da Água (IQA), essencial para este estudo, baseia-se no produtório ponderado dos nove parâmetros já representados no quadro acima.

Para ampliar a avaliação da qualidade hídrica em contexto urbano, também foram analisados os parâmetros complementares cor aparente e condutividade elétrica (CE), por fornecerem informações adicionais sobre matéria dissolvida e presença de íons.

Todas as unidades foram expressas no Sistema Internacional (SI), utilizando $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para concentrações, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para condutividade elétrica e $^{\circ}\text{C}$ para temperatura.

2.1 Procedimentos de Coleta

Antes da realização das análises laboratoriais, os métodos e pontos de coleta foram previamente definidos. A escolha criteriosa dos locais e das técnicas de amostragem pode influenciar diretamente os resultados obtidos, sendo a etapa de amostragem crucial para que o material coletado represente de forma fidedigna o local monitorado (CETESB, 2011).

Com base nessa premissa, foram estabelecidos três pontos de coleta de amostras de água ao longo do córrego Barro Preto, no município de Trindade-GO, distribuídos de modo a abranger diferentes condições ambientais e antrópicas do manancial, conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Distribuição dos pontos de coleta no percurso do manancial.

Vale salientar que os pontos de coleta foram selecionados estrategicamente em função de suas localizações ao longo do curso do córrego. O Ponto de Coleta 1 foi definido de modo a representar as condições da água próximas à nascente, com mínima interferência urbana. O Ponto de Coleta 2 foi estabelecido em um trecho posterior à presença de três represas situadas na região central do município, permitindo avaliar possíveis influências antrópicas intermediárias. Por fim, o Ponto de Coleta 3 foi definido no final da Alameda de canalização do córrego, após o manancial percorrer grande parte da área residencial da cidade, possibilitando a análise dos efeitos acumulados da ocupação urbana sobre a qualidade da água.

As amostras foram identificadas como Amostra 1, Amostra 2 e Amostra 3, correspondendo respectivamente aos três pontos de coleta. Foram realizadas quatro coletas que ocorreram em três momentos distintos: antes da Festa do Divino Pai Eterno, duas durante o evento religioso, e uma última após, possibilitando avaliar as variações temporais na qualidade da água. A coleta das amostras seguiu rigorosamente os procedimentos descritos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CETESB (2011) e pela empresa de Saneamento de Goiás (SANEAGO) visando assim, garantir a fidedignidade dos resultados obtidos, evitando contaminações e alterações nas características físico-químicas e biológicas das amostras.

2.2 Parâmetros Analisados

Os parâmetros analisados citados anteriormente, foram definidos com base na metodologia do Índice de Qualidade da Água (IQA) adotada pela CETESB (2011; 2022), abrangendo variáveis físicas, químicas e biológicas representativas das condições do manancial. Esses parâmetros representam indicadores sensíveis às alterações físico-químicas e biológicas da água, permitindo avaliar a influência das atividades antrópicas sobre o manancial.

O cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), conforme proposto pela metodologia oficial, requer o uso do parâmetro Nitrogênio Total. Contudo, visto que o laboratório utilizado para a realização das análises não disponibiliza o ensaio de Nitrogênio Total, optou-se por somar as concentrações medidas de Nitrito, Nitrato e Amônia para obter um valor de Nitrogênio Parcial. Este valor de Nitrogênio Parcial foi, então, empregado no cálculo do IQA como substituto, mantendo a representatividade do impacto dos compostos nitrogenados na qualidade da água (APHA, 2017).

As análises laboratoriais seguiram procedimentos padronizados e reconhecidos internacionalmente. Os métodos utilizados pela SANEAGO estão descritos no Quadro 2, todos baseados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)* e outras normas específicas quando aplicável.

| Parâmetros ensaiados no estudo | Métodos utilizados |
|--|----------------------------------|
| Oxigênio Dissolvido (OD) | SMEWW 4500 O-C |
| Potencial hidrogeniônico (pH) | SMEWW 4500 H B |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO ₅) | SMEWW 4500 O-C |
| Cor Aparente | SMEWW 2120 E |
| Temperatura da água | SMEWW 2550 B |
| Nitrito | USEPA8507 SMEWW 4110 B |
| Nitrato | SMEWW 4500 NO3 D |
| Amônia | SMEWW 4500-NH, D SMEWW 4110 B |
| Fósforo total | SMEWW 4500-P B |
| Turbidez | SMEWW 2130 B |
| Condutividade elétrica (CE) | SMEWW 2510 B |
| Sólidos totais dissolvidos (STD) | SMEWW 2510 B |
| Coliformes totais | SMEWW 9222 B |
| Escherichia coli (E. coli) | SMEWW 9221 F |

Quadro 2 – Parâmetros analisados e métodos laboratoriais empregados

As técnicas de análise também seguiram as recomendações da CETESB (2011) e da Resolução CONAMA nº 357/2005, garantindo a padronização dos resultados e o enquadramento da água em sua respectiva classe de qualidade.

Para se obter o resultado da demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) que representa o consumo de oxigênio de uma amostra durante 5 (cinco) dias em uma temperatura de 20 °C, é necessário se calcular a diferença entre a quantidade de oxigênio dissolvido ao chegar no laboratório, aqui chamada de OD ou ODI e a quantidade de oxigênio dissolvido ao final de 5 (cinco) dias, nomeada ODF, além da multiplicação por um fator de correção (Fa) que varia de acordo com a quantidade de dias em que amostra se manteve armazenada. O cálculo foi realizado conforme a equação a seguir:

$$DBO_{5,20} = (ODI - ODF) \times Fa \quad (3)$$

Para a obtenção dos valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), utilizou-se o parâmetro Condutividade Elétrica (CE) como indicador. A relação entre a CE e o teor de STD é reconhecida (LIMA *et al.*, 2017), sendo a estimativa do STD frequentemente realizada pela conversão da medida de Condutividade Elétrica por um fator que pode variar entre 0,54 e 0,96 (PARRON, MUNIZ e PEREIRA, 2011). Com base nessa relação, o Sólido Total Dissolvido (STD) foi determinado pela seguinte equação:

$$STD = 0,55 \times CE \quad (4)$$

com CE expressa em $\mu S \cdot cm^{-1}$ e STD em $mg \cdot L^{-1}$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice de Qualidade da Água

A classificação dos resultados do IQA foi feita de acordo com a escala apresentada pelo Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA, um programa lançado pela Agência Nacional de Águas - ANA, para os diferentes estados do Brasil, os intervalos para Goiás são apresentados no quadro que se segue:

| Faixas de IQA utilizadas para os estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP | Avaliação da Qualidade da Água |
|---|--------------------------------|
| 80 - 100 | Ótima |
| 52 - 79 | Boa |
| 37 - 51 | Razoável |
| 20 - 36 | Ruim |
| 0 - 19 | Péssima |

Quadro 3 – Classificação do IQA (ANA, 2004).

Considerando os métodos e cálculos já mencionados, obteve-se para este estudo os seguintes valores de IQA para cada ponto de amostragem nos quatro períodos analisados:

| IQA | | | | |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pontos | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 73,2 | 65,3 | 65,2 | 47,1 |
| 2 | 64,8 | 64,7 | 62,0 | 65,5 |
| 3 | 56,5 | 56,6 | 52,7 | 61,7 |

Tabela 1 – Resultados do IQA

Dessa maneira, pôde-se observar que em todas as coletas e pontos analisados o IQA classificou a água como boa (células em verde), com exceção do primeiro ponto de amostragem da coleta mais recente, que ficou dentro dos parâmetros como uma água razoável (célula em amarelo). Seguindo a classificação dada no Quadro 3.

Entretanto, a análise integrada dos parâmetros individuais demonstrou que o enquadramento exclusivo pelo IQA não refletiu integralmente as limitações sanitárias do manancial. Embora o índice agregado tenha indicado condição satisfatória, parâmetros microbiológicos e nutricionais apresentaram não conformidade com os padrões da Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Esse resultado evidencia uma limitação inerente ao IQA: por ser um índice ponderado, pode suavizar impactos relevantes quando apenas alguns parâmetros apresentam valores críticos.

3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Os resultados obtidos para o Córrego Barro Preto demonstraram que a DBO em todos os três pontos de amostragem e nas quatro coletas realizadas se manteve dentro do limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2 ($\leq 5,0$ mg/L O₂).

| DBO = (ODI - ODF)*Fator de Correção | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 3,4 | 2,9 | 2,8 | 1,6 |
| 2 | 4,3 | 4,0 | 4,4 | 0,2 |
| 3 | 5,0 | 3,5 | 3,6 | 2,6 |

Tabela 2 – Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L O₂)

A constatação de valores de $DBO_{5,20}$ consistentemente baixos (Tabela 2) indicou reduzida presença de matéria orgânica biodegradável ao longo do período monitorado, estando os resultados em conformidade com o limite estabelecido para corpos hídricos de Classe 2. Esse comportamento sugere que eventuais aportes orgânicos foram assimilados e estabilizados de forma eficiente pelo sistema aquático, mantendo a qualidade da água compatível com o enquadramento vigente.

O DBO mede a demanda de oxigênio em cinco dias ($DBO_{5,20}$). Portanto, o baixo valor sugere que a poluição orgânica do evento, se existiu, foi assimilada e estabilizada nos meses anteriores ou que a poluição remanescente na água era de natureza não-biodegradável ou com cinética de decomposição muito lenta.

3.3 Temperatura da Água

A Tabela 3 apresenta os valores de temperatura da água no Córrego Barro Preto, indicando uma variação entre 19°C e 25°C ao longo das coletas.

| Temperatura da Água (°C) | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 21,0 | 19,0 | 19,0 | 23,0 |
| 2 | 24,0 | 20,0 | 22,0 | 25,0 |
| 3 | 23,0 | 21,0 | 22,0 | 24,0 |

Tabela 3 – Valores da Temperatura da Água (°C)

Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça um limite absoluto para a temperatura em Classe 2, a avaliação é crucial. As três primeiras coletas (junho/julho) registraram temperaturas médias menores que 23°C, indicando estabilidade térmica e ausência de efluentes térmicos significativos.

O aumento da temperatura na 4ª coleta, embora natural, foi o principal fator físico-químico que contribuiu para os valores de OD caírem abaixo do valor mínimo exigido para o enquadramento na Classe 2, conforme detalhado na seção subsequente.

3.4 Oxigênio Dissolvido

A análise do Oxigênio Dissolvido (OD) demonstrou alta qualidade hídrica nas três primeiras coletas, com todos os pontos apresentando valores acima do mínimo exigido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 ($\geq 5,0$ mg/L O₂), como apresentado na tabela 4 a seguir:

| Oxigênio Dissolvido (OD) | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 7,6 | 5,7 | 5,5 | 3,0 |
| 2 | 10,6 | 8,7 | 9,1 | 4,7 |
| 3 | 12,7 | 7,3 | 7,8 | 5,0 |

Tabela 4 – Valores de Oxigênio Dissolvido (mg/L O2)

O comportamento dos resultados sugere que a causa desta queda não se deveu a uma demanda orgânica imediata. Enquanto a queda do OD é tradicionalmente ligada ao aumento da DBO, a DBO não apresentou alta na 4ª coleta, mas sim a menor média de todas as amostragens.

Em contraste, a Temperatura da Água na 4ª coleta (28/09) registrou os maiores valores do período, atingindo 25°C na Amostra 2 (Tabela 3). Este fator é crucial, pois, conforme discutido por Esteves (1998), a solubilidade do Oxigênio Dissolvido é inversamente proporcional à temperatura. O aumento da temperatura para valores mais elevados (característicos do final do período de seca em Goiás) reduziu a capacidade de saturação de oxigênio da água, facilitando a dessaturação e o comprometimento da concentração de OD, especialmente nos pontos mais impactados.

Adicionalmente, a combinação de alta temperatura e provável baixa vazão em setembro (final do período seco) pode ter elevado a concentração de outros poluentes e diminuído o processo de reoxigenação e autodepuração. Portanto, a irregularidade do OD na 4ª coleta está mais fortemente ligada a fatores físico-químicos e hidrológicos do que à demanda orgânica biodegradável medida pelo DBO no momento da coleta.

3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Conforme apresentado na Tabela 5, os valores de pH medidos no Córrego Barro Preto permaneceram dentro da faixa esperada em todas as coletas e pontos de amostragem. A variação registrada situou-se entre 6,0 e 7,1 unidades de pH, atendendo ao intervalo estabelecido para corpos hídricos de Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (6,0 a 9,0).

| Potencial Hidrogeniônico | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 6,0 | 6,7 | 6,9 | 6,1 |
| 2 | 7,0 | 6,2 | 7,1 | 6,8 |
| 3 | 6,9 | 6,2 | 6,5 | 6,7 |

Tabela 5 – Valores de pH

Esses resultados indicaram estabilidade química do sistema durante o período avaliado, sem evidências de alterações significativas associadas a processos de acidificação ou alcalinização antrópica.

3.6 Nitrito, Nitrato e Amônia – Nitrogênio Parcial

Para a avaliação dos compostos nitrogenados, utilizou-se o valor de Nitrogênio Parcial (soma das concentrações de Nitrito, Nitrato e Amônia). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela a seguir:

| Nitrogênio Parcial - Nitrogênio Inorgânico | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 0,360 | 0,040 | 0,025 | 0,050 |
| 2 | 0,644 | 0,448 | 0,169 | 1,425 |
| 3 | 1,480 | 0,819 | 0,877 | 1,826 |

Tabela 6 – Valores de Nitrogênio (mg/L).

Os resultados obtidos demonstram uma tendência de crescimento nas concentrações de Nitrito e Nitrato em relação aos pontos do rio, do montante (Ponto 1) para a jusante (Ponto 3), em todas as campanhas de coleta. A Amônia (indicador de poluição recente e mais tóxica), por sua vez, manteve concentrações baixas e não seguiu a mesma tendência crescente observada para os demais compostos.

Esta elevação de Nitrito e Nitrato, à medida que o córrego avança para as áreas mais urbanizadas, é um indicativo claro de contribuição de efluentes sanitários ou escoamento superficial (VON SPERLING, 2005). Embora a Amônia (mais tóxica e indicativa de poluição recente) tenha variado, a conversão para Nitrato (forma mais estável) sugere que o córrego possui uma capacidade de autodepuração e oxidação desses compostos até certo ponto. No entanto, o aumento consistente dos nutrientes à jusante representa um risco de desequilíbrio ecológico e eutrofização do sistema.

A análise do Nitrogênio Inorgânico (Amônia, Nitrito e Nitrato) demonstrou que todos os índices individuais se mantiveram abaixo dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para a Classe 2, indicando boa capacidade de oxidação. Contudo, as concentrações do Nitrogênio Parcial (soma dos componentes) exibiram uma característica crescente dos pontos de montante para jusante. Este aumento gradual, mesmo dentro do padrão legal, sugere um aporte progressivo de nutrientes ao longo do córrego, com risco potencial de eutrofização futura (VON SPERLING, 2005).

3.7 Fósforo Total

Conforme observado na Tabela 7, as concentrações de Fósforo Total nas três primeiras coletas ultrapassaram consistentemente o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos lóticos de Classe 2, que é de 0,1 mg/L. Este resultado é um forte indicativo de qualidade insatisfatória para o parâmetro durante o período das festividades. Somente a quarta coleta apresentou valores abaixo do limite regulamentado.

| Fósforo Total | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 0,167 | 0,133 | 0,164 | 0,028 |
| 2 | 0,205 | 0,195 | 0,141 | 0,033 |
| 3 | 0,104 | 0,112 | 0,104 | 0,077 |

Tabela 7 – Valores de Fósforo Total (mg/L)

O Fósforo Total elevado observado nessas coletas é, portanto, um forte indicativo de contaminação por esgoto doméstico e outros despejos decorrentes da sazonalidade de alta concentração humana no período das festividades do Divino Pai Eterno. A queda dos valores na quarta coleta, realizada após o término do evento, corrobora essa hipótese, demonstrando que o córrego tem a capacidade de recuperação quando a pressão antrópica sobre a região diminui.

Este comportamento do Fósforo é particularmente importante, pois, embora o parâmetro DBO tenha se mantido baixo, a presença consistente de altos níveis de Fósforo nas primeiras coletas indica a chegada de efluentes sanitários que, mesmo que já estejam parcialmente estabilizados em relação à matéria orgânica (baixo DBO), representam um excesso de nutrientes que compromete o equilíbrio ecológico do manancial.

3.8 Turbidez

Os resultados obtidos no Córrego Barro Preto (Tabela 8) demonstraram que os valores de turbidez em todos os pontos amostrados apresentaram uma variação muito baixa, ficando entre 1,79 e 6,43 NTU.

| Turbidez | | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 6,25 | 4,33 | 5,02 | 6,43 |
| 2 | 4,00 | 4,25 | 4,96 | 3,37 |
| 3 | 4,82 | 2,34 | 3,54 | 1,79 |

Tabela 8 – Valores de Turbidez (NTU)

A manutenção da turbidez em níveis tão baixos e muito abaixo do limite máximo legal (≤ 100 NTU) confirma a boa qualidade sanitária da água do córrego. Este resultado confirma o enquadramento do trecho amostrado na Classe 2, sendo compatível com o uso para recreação de contato primário e proteção da biota aquática.

3.9 Condutividade Elétrica

Conforme a Tabela 9, os resultados de CE no Córrego Barro Preto variaram entre 32,3 e 161,2 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

| Condutividade | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 32,3 | 34,9 | 37,8 | 39,2 |
| 2 | 64,9 | 66,2 | 65,4 | 69,9 |
| 3 | 161,2 | 108,6 | 145,3 | 109,8 |

Tabela 9 – Valores de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

A diferença entre o Ponto 1 (mais a montante, com CE mais baixa) e o Ponto 3 (mais a jusante, com CE mais alta) é uma resposta direta ao uso e ocupação do solo. O Ponto 3 registra os valores máximos porque atua como o receptor final do escoamento de toda a bacia urbana analisada, acumulando a carga iônica oriunda de esgotos, lixiviação de superfícies impermeáveis e resíduos domésticos.

Esta variação é coerente com o aumento da carga de outros poluentes já discutidos (como Fósforo) e reforça o diagnóstico de que o Ponto 3 sofre maior influência antrópica ao longo de todas as campanhas.

3.10 Sólidos Totais Dissolvidos

Conforme demonstrado na Tabela 10, os resultados para Sólidos Totais no Córrego Barro Preto variaram em um intervalo muito baixo, permanecendo abaixo de 90 mg/L em todas as coletas e pontos amostrados.

| Sólidos Totais Dissolvidos | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 17,8 | 19,2 | 20,8 | 21,6 |
| 2 | 35,7 | 36,4 | 36,0 | 38,4 |
| 3 | 88,7 | 59,7 | 79,9 | 60,4 |

Tabela 10 – Valores de Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L).

A baixa concentração de STD reforça a boa condição da água no que tange à materiais dissolvidos. Este resultado está em consonância com os níveis de Condutividade Elétrica (CE) — que se manteve em faixas moderadas (Tabela 9) — e atende amplamente ao limite de 500 mg/L adotado para a Classe 2.

3.11 Cor Aparente

Os resultados apresentados na Tabela 11 mostram que a Cor Aparente no Córrego Barro Preto se manteve em níveis geralmente baixos, com a maioria dos valores abaixo de 30 uH.

| Cor Aparente | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 28,1 | 23,4 | 25,6 | 48,4 |
| 2 | 25,1 | 14,9 | 18,3 | 22,7 |
| 3 | 13,6 | 13,1 | 14,2 | 15,0 |

Tabela 11 – Valores de Cor Aparente (uH)

A baixa Cor Aparente, coerente com os baixos valores de Sólidos Totais Dissolvidos e reforça a boa qualidade visual e a baixa presença de partículas em suspensão no córrego.

Todos os valores se mantiveram amplamente abaixo do limite de 75 uH estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para águas doces de Classe 2. Embora a maioria das amostras tenha ficado acima do limite de 15 uH (Portaria de Potabilidade), o córrego apresenta boa qualidade visual para o seu enquadramento, resultando em valores de qualidade (qi) muito elevados no cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA).

3.12 Coliformes Totais, *Escherichia Coli* (*E. Coli*) – Coliformes Termotolerantes

Conforme a Tabela 12, os resultados para *E. Coli* ultrapassaram o limite de 1000 por 100 mL em quase a totalidade das amostras. A única exceção foi a primeira coleta no Ponto 1, que registrou um valor atípico e muito baixo de 75 por 100 mL. A persistência de valores tão elevados nos demais pontos e coletas, especialmente no Ponto 3, é um forte indício de poluição crônica por efluentes sanitários, o que representa uma grave não-conformidade com o padrão da Classe 2 para os usos de recreação de contato primário e abastecimento humano, demandando um tratamento mais rigoroso.

| Coliformes Totais | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Diluição | 10 ⁻¹ | | 10 ⁻² | |
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 1935,0 | 24196,0 | 2000,0 | 7270,0 |
| 2 | 24196,0 | 24196,0 | 9220,0 | 5794,0 |
| 3 | 24196,0 | 24196,0 | 24196,0 | 10462,0 |

| E. Coli | | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Diluição | 10 ⁻¹ | | 10 ⁻² | |
| Amostras | 1ª Coleta (23/06) | 2ª Coleta (29/06) | 3ª Coleta (06/07) | 4ª Coleta (28/09) |
| 1 | 75,0 | 1284,0 | 1500,0 | 19560,0 |
| 2 | 1039,0 | 1500,0 | 5240,0 | 1420,0 |
| 3 | 2851,0 | 11199,0 | 43740,0 | 3050,0 |

Tabela 12 – Valores de Coliformes Totais e *E. Coli* (NMP/100 mL)

A análise dos Coliformes Totais corrobora a intensa contaminação do córrego. Nas duas primeiras campanhas, as diluições de 10⁻¹ e 10⁻² não foram suficientes, resultando em valores que praticamente estouraram a capacidade de leitura do teste em todas as coletas.

A necessidade de aplicar diluições tão altas e a saturação dos resultados indicam uma concentração bacteriológica extremamente elevada. Isso sugere uma contribuição constante e significativa de esgoto sanitário ao longo do trecho monitorado.

Enquanto parâmetros como DBO e Turbidez indicaram uma qualidade dentro de parâmetros considerados aceitáveis, os resultados de *E. Coli* e Coliformes Totais demonstram que, do ponto de vista sanitário-biológico, o Córrego Barro Preto está comprometido. Embora o IQA geral possa ter enquadrado o córrego na Classe 2, o peso deste parâmetro bacteriológico é o principal responsável por comprometer a segurança da água para contato primário e exige atenção imediata das autoridades ambientais.

Em suma, embora o IQA geral mascare algumas deficiências, a falha categórica nos indicadores de saúde pública e de risco de eutrofização demonstra que o córrego não atende aos requisitos mínimos de qualidade da Classe 2, exigindo ações de controle e saneamento.

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho cumpre seu objetivo ao avaliar a qualidade hídrica do Córrego Barro Preto, no município de Trindade–GO, considerando o contexto do aumento populacional sazonal provocado pela Festa do Divino Pai Eterno. A pesquisa, fundamentada na metodologia do Índice de Qualidade da Água (IQA) e nos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, evidencia que a degradação do manancial resulta de um conjunto complexo de pressões antrópicas associadas à urbanização, com intensificação pontual durante o período do evento religioso.

A análise comparativa entre os resultados obtidos e os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 indica que o córrego, na prática, não atende plenamente aos requisitos de qualidade para corpos d'água enquadrados na Classe 2. Embora parâmetros como $DBO_{5,20}$, pH, turbidez e cor aparente tenham permanecido dentro dos limites máximos permitidos, a recorrente não conformidade dos indicadores biológicos e nutricionais sugere que o manancial apresenta condições mais compatíveis com a Classe 4, destinada apenas à navegação e à harmonia paisagística. Tal enquadramento restringe significativamente usos mais sensíveis da água, como a recreação de contato primário e o abastecimento humano, mesmo após tratamento convencional.

Entre os parâmetros avaliados, destacam-se como mais críticos as concentrações de *Escherichia coli* e de fósforo total. Os valores elevados de *E. coli*, que ultrapassam de forma consistente os limites estabelecidos para a Classe 2, indicam a presença de poluição sanitária persistente, possivelmente associada a deficiências estruturais no sistema de saneamento básico da região. Paralelamente, o aumento das concentrações de fósforo total durante o período de maior afluxo populacional confirma o impacto sazonal do aporte de nutrientes decorrente da intensificação temporária da carga orgânica na bacia hidrográfica.

Observa-se ainda que a redução dos níveis de oxigênio dissolvido registrada na última campanha de monitoramento está relacionada predominantemente a fatores físico-químicos e hidrológicos, como a elevação da temperatura da água e a redução da vazão no período seco, e não necessariamente a um aumento imediato da demanda bioquímica de oxigênio.

A principal contribuição deste estudo reside na avaliação sistemática da influência de um evento religioso de grande magnitude sobre a qualidade de um manancial urbano. Os resultados evidenciam que pressões sazonais associadas a eventos de grande concentração populacional podem agravar condições ambientais previamente comprometidas por problemas estruturais de saneamento e gestão urbana.

Do ponto de vista aplicado, os resultados reforçam a necessidade de intensificação do monitoramento da qualidade da água durante períodos festivos, bem como da ampliação da cobertura de saneamento básico e do fortalecimento das ações de fiscalização quanto ao lançamento irregular de efluentes. Como perspectiva para estudos futuros, recomenda-se a incorporação de medições de vazão, análises ecotoxicológicas e modelagem da dinâmica de nutrientes, de modo a compreender de forma mais abrangente o impacto cumulativo desses eventos e a capacidade de resiliência do sistema hídrico frente a pressões sazonais recorrentes.

5 REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23. ed. Washington, DC: APHA, 2017.

ANTUNES, C. M. M. et al. Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 32, p. 75-87, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Portal da Qualidade das Águas. Brasília, DF: ANA, 2024. Disponível em: <https://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em: 6 maio 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília, DF: CONAMA, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.

CAMPLESI, D. C. F. Remoção de coliformes totais e *Escherichia coli* utilizando a filtração em múltiplas etapas (FIME) em períodos de alta turbidez da água bruta. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 1, n. 1, 2010.

CARNEIRO, L. F. S. et al. Análise da qualidade da água de mananciais de abastecimento público no estado do Amapá. *Revista Brasileira de Saúde Ambiental*, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2021.

CARVALHO, G. L.; DE SIQUEIRA, E. Q. Qualidade da água do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 2, n. 1, 2011.

CETESB. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras*. São Paulo: CETESB, 2011.

CETESB. IET – Índice do Estado Trófico. São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 12 maio 2025.

CETESB. Apêndice D: Metodologia de cálculo dos índices de qualidade das águas 2022. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 15 agosto 2025.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). Índices e indicadores de qualidade da água – Seleção preliminar e material de apoio para aplicação. Recife: CPRH, 2006. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em: 30 novembro 2025.

CONCEIÇÃO OLIVEIRA, E. da et al. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade da água superficial em uma microbacia urbana. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 8, p. 57-69, 2018.

COSTA, F. B.; FERREIRA, V. O. Análise de parâmetros que compõem o Índice de Qualidade das Águas (IQA) na porção mineira da Bacia do Rio Paranaíba. *Revista Eletrônica de Geografia*, v. 7, n. 18, p. 22-47, 2015.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. v. 2. São Carlos: RiMa, 2005. 792 p.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FARAGE, J. A. P. et al. Determinação do índice de estado trófico para fósforo em pontos do Rio Pomba. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 18, n. 4, p. 322-329, 2010.

FIA, R. et al. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 1, p. 267-275, 2015.

FIGUEIREDO, P. A.; HONDA, E. A. Influência do uso do solo na vazão e na qualidade da água em três bacias hidrográficas do oeste paulista. *IF Série Registros*, n. 36, p. 181-186, 2008.

JIMÉNEZ CISNEROS, B.; GALIZIA TUNDISI, J. *Diagnóstico del agua en las Américas*. México: UNESCO, 2012.

LIMA, L. C. et al. Determinação da concentração de sólidos dissolvidos totais por meio da medição da condutividade elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2017, Maceió. Anais.. Maceió: CONBEA, 2017.

LISBOA, A. H. Projeto Manuelzão: uma experiência de revitalização de rios em Minas Gerais, Brasil. In: MACHADO, A. T. G. M. (org.). *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 13-16.

MARTINS, V. Romaria do Divino Pai Eterno 2023 chega ao fim neste domingo (2/7); público deve superar os 3 milhões. *Diário de Goiás*, Goiânia, 2 jul. 2023. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br>. Acesso em: 6 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Nova York: ONU, 2015.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. *Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água*. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). *Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

SOUZA, A.; BERTOSSI, A. P. A.; LASTORIA, G. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Córrego Bandeira, Campo Grande, MS. *Revista Agro@ambiente*, v. 9, n. 3, p. 227-234, 2015.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v. 59, p. 181-186, 2002.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de águas pluviais urbanas*. 2. ed. Brasília, DF: ABRH, 2011.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.

ZHOU, J. et al. A comparative study of the water quality index (WQI) and the improved water quality index (IWQI) for assessing surface water quality in different seasons. *Ecological Indicators*, v. 89, p. 18-26, 2018.