MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ORGÂNICA EM TRECHO URBANO DO RIO BITURY (PE): RELAÇÕES ENTRE DBO, OD, COLIFORMES E PRECIPITAÇÃO

Thaise de Souza Santos [1]; Fernando Jeferson de Macêdo Nascimento [2]; Fabrício Eduardo Silva de Lima[3]; Thamires Carolayne Cavalcanti Moura [4]; João Lucas Alves Callou de Sá [5]; Elizabeth Pastich Amaral Gonçalves [6]; Sávia Gavazza [7]; Osmar Luiz Moreira Pereira Fonseca de Menezes [8]; Anderson Luiz Ribeiro de Paiva [9]

RESUMO – A poluição orgânica constitui uma das principais causas de degradação da qualidade da água em rios urbanos. Este estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica da poluição orgânica em trecho urbano do rio Bitury (PE), por meio da análise da demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), do oxigênio dissolvido (OD), dos coliformes termotolerantes (CT) e da precipitação. Foram realizadas campanhas mensais entre setembro de 2024 e agosto de 2025 em quatro pontos representativos das condições de montante, trecho urbano e jusante. Os resultados evidenciaram um gradiente espacial de degradação da qualidade da água, caracterizado pela redução do OD e aumento da $DBO_{5,20}$ e dos CT nos trechos urbanos. O ponto localizado no centro urbano apresentou as condições mais críticas, com OD médio de 1,42 mg L^{-1} e $DBO_{5,20}$ média de 24,75 mg L^{-1}, enquanto o ponto a jusante registrou as maiores concentrações de CT. As análises de correlação indicaram que a precipitação exerceu influência secundária sobre os parâmetros avaliados, enquanto as fontes antrópicas associadas à ocupação urbana e ao lançamento de efluentes foram os principais fatores responsáveis pela degradação observada. Os resultados fornecem subsídios para o monitoramento e a gestão dos recursos hídricos na microbacia do rio Bitury.

ABSTRACT– Organic pollution is one of the main causes of water quality degradation in urban rivers. This study aimed to evaluate the dynamics of organic pollution in an urban stretch of the Bitury River (PE, Brazil) through the analysis of biochemical oxygen demand ($BOD_{5,20}$), dissolved oxygen (DO), thermotolerant coliforms (TC), and precipitation. Monthly monitoring campaigns were conducted between September 2024 and August 2025 at four sampling sites representing upstream, urban, and downstream conditions. The results revealed a spatial gradient of water quality

[1]) Afiliação: Doutoranda do PPGEC/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, thaise.santos@ufpe.br
[2]) Afiliação: Engenheiro Hídrico da UFRPE-UABJ, Rodovia PE-166, Km 03, José Maciel, Belo Jardim, PE, CEP: 55156-580, fernando.jeferson@ufrpe.br
[3]) Afiliação: Doutorando do PPGEC/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, fabricio.eduardo@ufpe.br
[4]) Afiliação: Doutoranda do PPGEC/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, thamires.cavalcanti@ufpe.br
[5]) Afiliação: Mestrando do PPGEC/UFPE, Av. da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, joao.callou@ufpe.br
[6]) Afiliação: Doutora e docente do PPGECAM/UFPE, Av. Marielle Franco, KM 59, Nova Caruaru, CEP 55014-900, Caruaru, PE, elizabeth.goncalve@ufpe.br
[7]) Afiliação: Doutora e docente do PPGEC/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, savia@ufpe.br
[8]) Afiliação: Doutor e vinculado ao Laboratório de Saneamento Ambiental LSA/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, osmar.menezes@ufpe.br
[9]) Afiliação: Doutor e docente do PPGEC/UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, anderson.paiva@ufpe.br

degradation, characterized by decreasing DO concentrations and increasing $BOD_{5,20}$ and TC levels in urban reaches. The site located in the urban center presented the most critical conditions, with an average DO concentration of 1.42 mg L^{-1} and an average $BOD_{5,20}$ of 24.75 mg L^{-1}, while the downstream site showed the highest TC concentrations. Correlation analyses indicated that precipitation exerted a secondary influence on the evaluated parameters, whereas anthropogenic sources associated with urban occupation and wastewater discharges were the main factors responsible for the observed degradation. The results provide support for water resources monitoring and management actions in the Bitury River watershed.

Palavras-Chave – qualidade de água, poluição orgânica, rio urbano.

1 - INTRODUÇÃO

A poluição orgânica é uma das principais causas de degradação da qualidade da água em rios urbanos, sendo intensificada pelo lançamento de esgotos domésticos e pelo transporte de resíduos por escoamento superficial em áreas com deficiência de saneamento (Tucci, 2004; Sperling, 2014; WHO, 2023). Nesse contexto, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o oxigênio dissolvido (OD) e os coliformes termotolerantes (CT) são amplamente utilizados como indicadores da poluição orgânica e da contaminação fecal (Sperling, 2014).

Em regiões semiáridas, a elevada variabilidade climática, associada à baixa disponibilidade hídrica e às altas taxas de evapotranspiração, reduz a capacidade de autodepuração dos corpos hídricos (Braga et al., 2021; Araújo *et al*., 2024). Além disso, a expansão urbana e a deficiência na segregação entre drenagem pluvial e esgotamento sanitário favorecem o transporte de poluentes durante eventos de chuva (Peng *et al*., 2019).

A microbacia do rio Bitury, inserida na bacia hidrográfica do rio Ipojuca, possui importância estratégica para o abastecimento hídrico do município de Belo Jardim (Paiva, 2005). Entretanto, a ocupação urbana, o lançamento de efluentes e as alterações no uso do solo têm contribuído para a degradação da qualidade da água (Pedrosa e Corrêa, 2022; Rodrigues *et al*., 2024; Silva Júnior, 2015; Santos *et al*., 2025). Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica da poluição orgânica em trecho urbano do rio Bitury (PE), por meio da análise integrada da DBO, do OD, dos CT e da precipitação.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

O estudo foi realizado na microbacia do rio Bitury, localizada em Belo Jardim, Pernambuco, inserida na bacia hidrográfica do rio Ipojuca. A região apresenta clima tropical com verão seco (As),

segundo Köppen, com chuvas concentradas entre março e julho (Andrade, 2003). O rio Bitury possui importância estratégica para o abastecimento hídrico local por estar associado ao Açude Engenheiro Severino Guerra, principal manancial do município (COMPESA, 2020). Entretanto, a ocupação urbana e o lançamento de efluentes têm contribuído para a degradação da qualidade da água (Silva Júnior, 2015; Santos *et al*., 2025).

2.2 - Coleta e análise de dados

Foram selecionados quatro pontos de monitoramento de qualidade de água distribuídos ao longo do rio Bitury representando diferentes condições de influência antrópica como também a seleção do posto pluviométrico inserido na microbacia (Tabela 1; Figura 1).

Tabela 1 – Postos de monitoramento da qualidade de água e posto pluviométrico

Código	**Referência descritiva**	**Referência geográfica**
M	ponto localizado a montante da área urbana	8°18'37.8"S 36°25'30.5"W
I-1	ponto localizado em área urbana com pouco adensamento populacional	8°19'32.9"S 36°25'27.4"W
I-2	ponto localizado no centro urbano	8°20'22.4"S 36°25'07.7"W
J	ponto localizado a jusante da cidade	8°12'08.1"S 36°15'02.8"W
Estação pluviométrica	Estação de monitoramento pluviométrico dentro da microbacia do rio Bitury	8°20'26.70"S 36°27'06.80"W

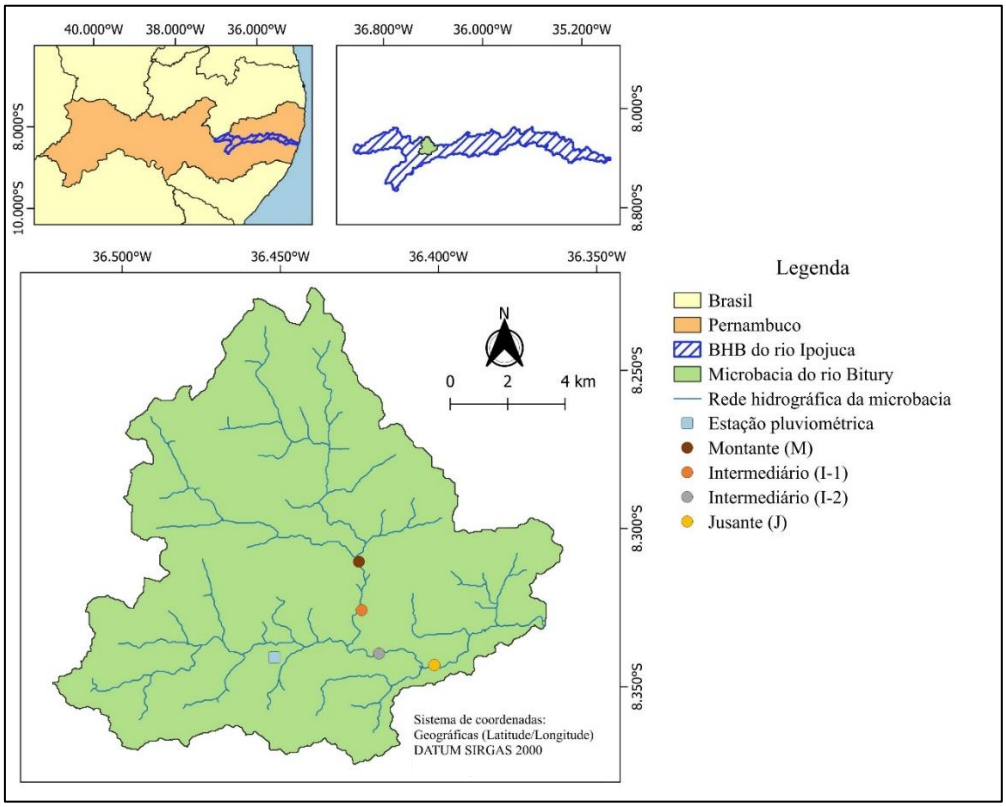


Figura 1 – Pontos de monitoramento de qualidade de água e estação pluviométrica localizados na microbacia do rio Bitury em Belo Jardim, Pernambuco

As campanhas de monitoramento foram realizadas mensalmente entre setembro de 2024 e agosto de 2025 em quatro pontos distribuídos ao longo do rio Bitury. As amostras foram coletadas em duplicatas de frascos apropriados para cada análise, seguindo os procedimentos de preservação e transporte recomendados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Para a avaliação da poluição orgânica foram utilizados os parâmetros de demanda biológica de oxigênio de cinco dias aos 20ºC ($DBO_{5,20}$), OD e CT. O OD foi determinado em campo utilizando sonda multiparamétrica previamente calibrada. As análises $DBO_{5,20}$ e CT foram realizadas em laboratório, seguindo metodologias padronizadas descritas pela APHA (2012).

Os resultados foram comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de Classe 2, enquadramento utilizado como referência para a interpretação da qualidade da água ao longo do trecho monitorado (Brasil, 2005).

2.3 - Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados neste estudo foram obtidos a partir da estação automática do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2026), identificada pelo código 260170601A (Tabela 1; Figura 1), localizada bem próxima ao rio no município de Belo Jardim, Pernambuco. A estação foi utilizada como referência para a caracterização das condições pluviométricas durante o período de monitoramento da qualidade da água, compreendido entre setembro de 2024 e agosto de 2025.

Para avaliar a influência da precipitação sobre a qualidade da água, foram consideradas a precipitação mensal acumulada (PAM) e a precipitação acumulada nos sete dias anteriores à coleta (PA7). Essas variáveis permitiram analisar tanto os efeitos sazonais quanto a influência de eventos recentes de chuva sobre a dinâmica da poluição orgânica, uma vez que a precipitação pode atuar na diluição ou no transporte de poluentes por meio do escoamento superficial (Tucci, 2004).

2.4 - Tratamento estatístico

Inicialmente, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise exploratória. Devido à elevada amplitude dos valores de coliformes termotolerantes, os dados foram transformados para escala logarítmica de base 10 ($\log_{10}$), procedimento amplamente utilizado para reduzir a assimetria de variáveis microbiológicas (Box e Cox, 1964). As relações entre $DBO_{5,20}$, OD, CT, PAM e PA7 foram avaliadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r), calculado individualmente para cada ponto de monitoramento (Johnson e Bhattacharyya, 2010). Os resultados foram apresentados em tabelas e gráficos, permitindo analisar a dinâmica da poluição orgânica e a influência da precipitação na qualidade da água ao longo do trecho estudado.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Variabilidade temporal dos parâmetros

Os valores médios e desvios padrões dos parâmetros monitorados ao longo do período de estudo são apresentados na Tabela 2, enquanto a variação temporal de OD, $DBO_{5,20}$, CT e precipitação é apresentada na Figura 2.

Tabela 2 – Média e desvio padrão dos parâmetros analisados da qualidade de água do rio Bitury em Belo Jardim, Pernambuco no período de setembro de 2024 a agosto de 2025

Pontos	OD (mg.L⁻¹)	DBO₅,₂₀ (mg.L⁻¹)	CT (NMP.100 mL⁻¹)
M	5,93 ± 0,56	6,92 ± 9,30	14.566,67 ± 45.816,20
I-1	2,99 ± 0,96	8,25 ± 9,75	204.933,33 ± 273.712,80
I-2	1,42 ± 1,16	24,75 ± 12,20	1.785.666,67 ± 1.985.494,092
J	1,03 ± 0,37	20,50 ± 14,88	2.292.416,67 ± 1.583.029,63

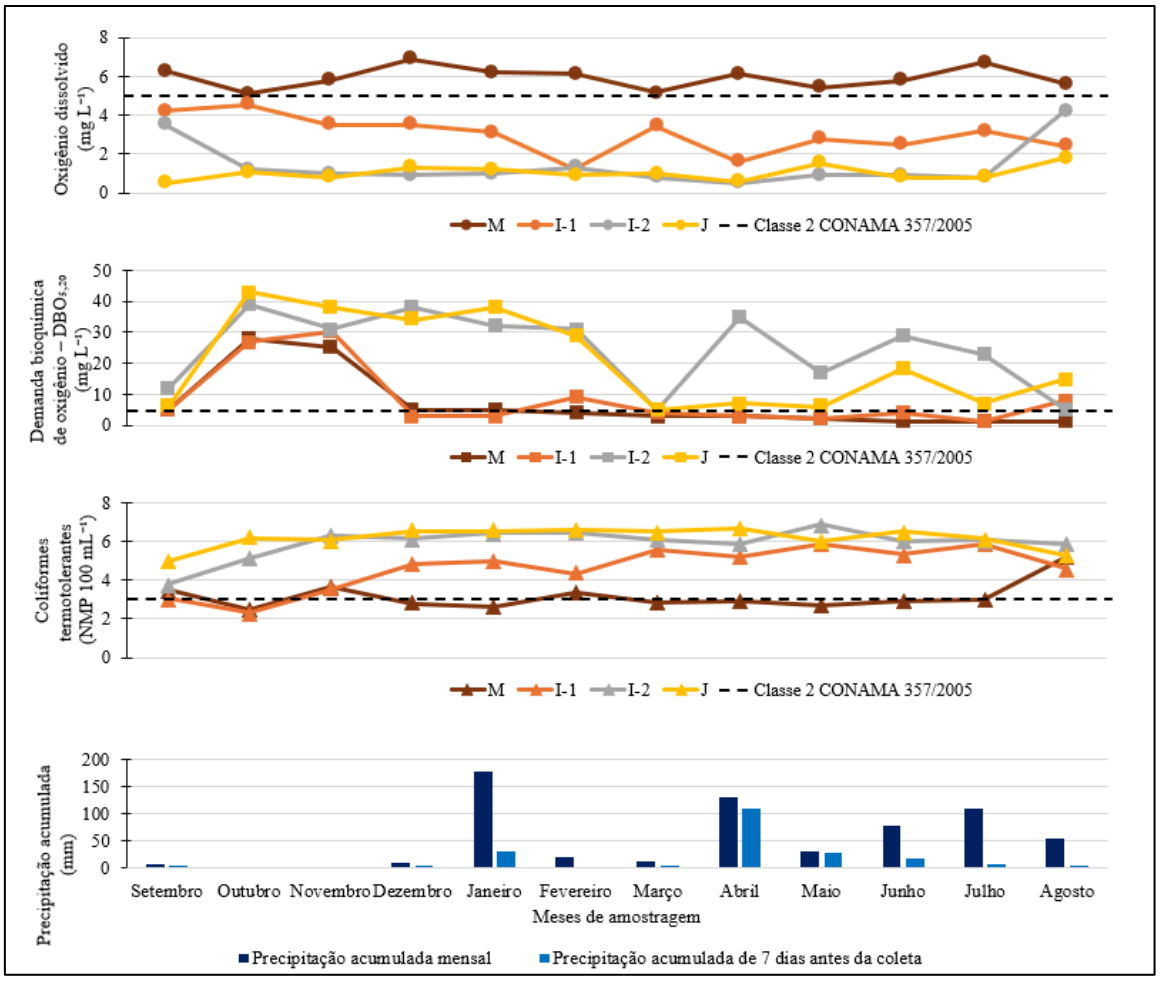


Figura 2 – Gráficos dos parâmetros analisados da qualidade de água e precipitação do rio Bitury em Belo Jardim, Pernambuco no período de setembro de 2024 a agosto de 2025

Os resultados evidenciaram um gradiente espacial de degradação da qualidade da água ao longo do rio Bitury (Tabela 2; Figura 2). O ponto de montante (M), localizado na barragem Engenheiro Severino Guerra, apresentou as melhores condições, com OD médio de 5,93 mg L^{-1}, $DBO_{5,20}$ média de 6,92 mg L^{-1} e CT de 3,16 log_{10} NMP 100 mL^{-1}, favorecidas pela acumulação de água e maior capacidade de diluição. A partir de outubro, com a interrupção do vertimento do reservatório,

observou-se redução da renovação hídrica e da capacidade de diluição dos poluentes nos outros pontos de monitoramento.

Nos trechos urbanos ocorreu deterioração progressiva da qualidade da água. O ponto I-2 apresentou as condições mais críticas (OD = 1,42 mg L^{-1} e $DBO_{5,20}$ = 24,75 mg L^{-1}), associadas à elevada carga orgânica e à contribuição de afluente sob pressão antrópica (Sperling, 2014). O ponto J apresentou o menor OD médio (1,03 mg L^{-1}) e a maior concentração de CT, evidenciando a persistência dos impactos a jusante.

No ponto a jusante (J), observou-se o menor OD médio (1,03 mg L^{-1}) e a maior concentração de CT (6,17 $\log_{10}$ NMP 100 mL^{-1}), indicando persistência dos impactos gerados ao longo do trecho urbano. Conforme observado na Figura 2, os pontos urbanos e a jusante apresentaram frequentemente valores de OD inferiores a 5 mg L^{-1} e $DBO_{5,20}$ superiores a 5 mg L^{-1}, limites estabelecidos para águas doces de Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005). Os CT também apresentaram aumento progressivo ao longo do gradiente espacial, reforçando a influência de fontes de contaminação fecal associadas ao lançamento de esgotos domésticos e à deficiência dos serviços de saneamento (Brasil, 2005; Marcheggiani *et al*., 2008).

3.2 - Influência da precipitação

A PAM e a PA7 apresentaram elevada variabilidade ao longo do monitoramento, com maiores volumes registrados em janeiro, abril, junho e julho (Figura 2). Apesar disso, os parâmetros de qualidade da água não responderam de forma uniforme aos eventos pluviométricos.

Os valores de OD e $DBO_{5,20}$ mantiveram um padrão espacial consistente, com melhores condições no ponto M e maiores níveis de degradação nos pontos I-2 e J, indicando maior influência das fontes contínuas de poluição orgânica do que das variações pluviométricas. Uma exceção foi observada em setembro de 2024, quando todos os pontos apresentaram melhora na qualidade da água, possivelmente em função do vertimento do Açude Bitury, que aumentou a vazão e favoreceu a diluição dos poluentes. Ainda assim, alguns parâmetros permaneceram em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005).

Os CT apresentaram maior variabilidade temporal, porém seus maiores valores ocorreram tanto em períodos chuvosos quanto secos, indicando que a contaminação microbiológica esteve mais associada às fontes permanentes de contaminação fecal do que à precipitação. Esses resultados indicam que a precipitação atuou como fator secundário na dinâmica dos parâmetros avaliados, enquanto a degradação da qualidade da água esteve predominantemente associada às pressões antrópicas presentes ao longo do trecho urbano do rio Bitury.

3.3. - Correlação entre parâmetros

Os resultados da correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade da água e as variáveis pluviométricas são apresentados na Tabela 3. De modo geral, observou-se elevada variabilidade nas correlações entre os pontos monitorados, indicando que os processos responsáveis pela degradação da qualidade da água não atuam de forma homogênea ao longo do rio Bitury.

Tabela 3 – Correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade da água e as variáveis pluviométricas da microbacia do rio Bitury em Belo Jardim, Pernambuco

Correlação	M	I-1	I-2	J
DBO X OD	-0,36	0,37	**-0,59**	0,16
DBO X CT	-0,14	**-0,76**	0,17	0,27
OD X CT	-0,04	**-0,50**	**-0,55**	-0,14
DBO X PAM	-0,42	**-0,47**	0,18	-0,10
OD X PAM	0,32	-0,36	-0,22	-0,06
CT X PAM	-0,15	**0,49**	0,26	0,32
DBO X PA7	-0,27	-0,34	0,25	-0,31
OD X PA7	0,09	**-0,47**	-0,32	-0,25
CT X PA7	-0,23	0,33	0,10	0,35

A relação entre $DBO_{5,20}$ e OD apresentou correlação negativa moderada no ponto I-2 (r = -0,59), indicando que o aumento da carga orgânica esteve associado à redução do oxigênio dissolvido, comportamento típico de ambientes sob influência de aportes contínuos de matéria orgânica biodegradável (Sperling, 2014). No ponto I-1, foi observada forte correlação negativa entre $DBO_{5,20}$ e coliformes termotolerantes (r = -0,76), sugerindo que esses parâmetros responderam de forma distinta à dinâmica hidrológica local, com redução da DBO em decorrência da diluição e manutenção da contaminação microbiológica pelo escoamento superficial (Araújo *et al.*, 2024). Além disso, correlações negativas moderadas entre OD e CT foram verificadas em I-1 (r = -0,50) e I-2 (r = -0,55), reforçando a influência da contaminação fecal sobre a qualidade da água (Sperling, 2014).

As relações entre precipitação e qualidade da água foram predominantemente fracas a moderadas. O principal destaque ocorreu em I-1, onde os CT apresentaram correlação positiva moderada com a precipitação acumulada mensal (r = 0,49), enquanto a $DBO_{5,20}$ apresentou correlação negativa moderada (r = -0,47), sugerindo influência do escoamento superficial e da diluição da matéria orgânica durante eventos chuvosos (Tucci, 2004).

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da $DBO_{5,20}$, do OD, dos CT e da precipitação permitiu caracterizar a dinâmica da poluição orgânica no trecho urbano do rio Bitury, evidenciando a degradação da qualidade da água ao longo do percurso urbano. Os CT e a $DBO_{5,20}$ foram os indicadores mais sensíveis às pressões antrópicas, enquanto o OD apresentou comportamento inverso. Embora o vertimento do Açude Engenheiro Severino Guerra tenha influenciado pontualmente a qualidade da água, a degradação esteve predominantemente associada ao lançamento de efluentes e às deficiências do saneamento básico. Os resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo como suporte à gestão dos recursos hídricos da microbacia. Como limitações, destacam-se o número de pontos de coleta e a periodicidade do monitoramento. Estudos futuros devem ampliar a rede amostral e investigar a contribuição relativa de fontes pontuais e difusas de poluição.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE pelas bolsas concedidas à primeira autora (IBPG-1141-3.01/24) e ao terceiro autor (IBPG-1398-3.01/24), ao CNPq pela bolsa de doutorado da primeira autora (Processo nº 140531/2026-2), à CAPES pela bolsa de mestrado do quarto autor e ao Parque Tecnológico Itaipu (PTI Paraguai) pelo apoio ao segundo autor. O suporte dessas instituições foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.C. (2003). *Atlas escolar de Pernambuco: espaço geo-histórico e cultural*. Grafset, João Pessoa – PB.

APHA – American Public Health Association (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22 ed. APHA, AWWA, WEF, Washington, DC.

ARAÚJO, J.S.; MARQUES, É.A.T.; OLIVEIRA, C.R.; CALDAS, H.F.M.; SOBRAL, M.C.M. (2024). "*Análise do índice de qualidade da água (IQA) do reservatório Cachoeira I, integrante do Ramal do Agreste em Pernambuco*". Revista Foco 17(2).

BOX, G.E.P.; COX, D.R. (1964). "An analysis of transformations". Journal of the Royal Statistical Society Series B (Statistical Methodology) 26, pp. 211-246.

BRAGA, H.A.; PENA, L.J.; CUNHA, A.P.M.A. (2021). "*Secas e variabilidade climática no semiárido brasileiro: tendências e impactos*". Revista Brasileira de Meteorologia 36(3), pp. 325-338.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2005). *Resolução CONAMA nº 357*, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília – DF.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (2026). Sistema de Monitoramento Hidrológico. Estação pluviométrica 260170601A, Belo Jardim – PE. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, São José dos Campos – SP.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento – (2020). *Produto 4 – Plano Regional de Saneamento Básico: Bacia do Rio Ipojuca*. Volume II. Recife – PE.

JOHNSON, R.A.; BHATTACHARYYA, G.K. (2010). Statistics: Principles and Methods. 6 ed. John Wiley & Sons, Hoboken, 784 p.

MARCHEGGIANI, S.; D'ANGELANTONIO, M.; MUGNAINI, L.; CORSETTI, A.; GATTI, M.; AMICARELLI, F.; BOCCIA, A. (2008). "*Detection of Clostridium perfringens spores in river sediments as indicators of fecal pollution*". Water Research 42(4-5), pp. 1339-1348.

PAIVA, A.C. (2005). *Dispersão de chumbo em ambientes aquáticos da região de Belo Jardim – PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE.

PEDROSA, I.V.; CORRÊA, C. (2022). "*Alterações ambientais em municípios do Agreste pernambucano e ações dos governos para minimizá-las, seguindo a percepção de gestores municipais*". International Journal of Environmental Resilience Research and Science 4(2), pp. 1-21.

PENG, Z.; KONG, J.; PENG, W.; ZHANG, X.; CHEN, Y. (2019). "*Effects of low-impact development on urban rainfall runoff under different rainfall characteristics*". Polish Journal of Environmental Studies 28(2), pp. 771-783.

RODRIGUES, A.B.; CARVALHO FILHO, J.A.A.; CABRAL, J.J.S.P. (2024). "*Diagnóstico socioambiental de riachos urbanos para traçar estratégias de revitalização: caso de estudo do riacho Perua Choca, Limoeiro-PE*" in Anais do XV Encontro Nacional de Águas Urbanas, Recife, 2024.

SANTOS, T.S.; ALMEIDA, F.F.; LIMA, F.E.S.; GONÇALVES, E.P.A.; GAVAZZA, S. (2025). "*Avaliação espacial da qualidade da água do rio Bitury (PE) com base no IQA e nos impactos antrópicos*" in Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, 2025.

SILVA JÚNIOR, L.G. (2015). "*Ação antrópica em torno das nascentes da Microbacia do Rio Bitury, Município de Belo Jardim (Região Agreste de Pernambuco)*". Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade 2(3), pp. 105-119.

SPERLING, M. VON (2014). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

TUCCI, C.E.M. (2004). *Gestão da água no Brasil*. ABRH/RHAMA, Porto Alegre – RS.

WHO - World Health Organization(2023). *Drinking-water*. Geneva.