



## IV – 068 - QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO LINDÓIA, LONDRINA (PR) - UM CORPO HÍDRICO PREDOMINANTEMENTE URBANO

### **Stephanie Luana Urata<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Apucarana-Londrina/Paraná.

### **Ana Caroline Zago Pestana<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

### **Thiago Andrade Marques<sup>(3)</sup>**

Biólogo pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Londrina. Técnico de Laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

### **Kátia Valéria Marques Cardoso Prates<sup>(4)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida dos Pioneiros, 3131 – Jardim Morumbi – Londrina – PR – CEP: 86036-370 – Brasil – Tel: (43) 3315-6100 – e-mail: [stephanieurata@alunos.utfpr.edu.br](mailto:stephanieurata@alunos.utfpr.edu.br)

## **RESUMO**

No contexto urbano, os corpos d'água são suscetíveis à degradação, seja por meio de poluentes existentes no ar ou no solo que são precipitados ou escoados com a água da chuva, pelos resíduos sólidos no sistema de drenagem, pelo despejo de esgoto sanitário e efluentes industriais, por obras de engenharia, pela retirada das matas ciliares e entre outros. Em vista disso, a qualidade da água é um aspecto indispensável para a compreensão do papel das matrizes aquáticas na sociedade, sendo o monitoramento dos recursos hídricos uma importante ferramenta no controle da poluição destes ecossistemas. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água no ribeirão Lindóia, em Londrina/Paraná, utilizando análises físico-químicas de turbidez, condutividade elétrica e pH e análises microbiológicas de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), bem como a verificação da presença de resíduos sólidos descartados inadequadamente próximo ao corpo hídrico. Para isto, foram determinados cinco pontos amostrais no ribeirão Lindóia e feitas três campanhas de coleta de água, no mês de maio de 2023, sendo os resultados comparados com os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n° 357/2005 para corpos de água doce de classe III e com os valores de referência da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Além disso, levou-se em consideração a precipitação acumulada e a ocorrência de eventos chuvosos nos 10 dias anteriores à coleta de água, analisando se a precipitação teve influência nos parâmetros de qualidade. Durante as campanhas, observou-se o descarte irregular de resíduos sólidos próximo das vias públicas e do ribeirão, apesar da alta taxa de coleta de resíduos sólidos (97,4%) na cidade de Londrina. Com exceção do ponto 1, próximo da nascente do ribeirão Lindóia, os demais pontos ultrapassaram os valores de limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para *E. coli*, bem como os valores de referência de condutividade elétrica pela CETESB. Além disso, com exceção do ponto 1, houve elevada concentração de bactérias heterotróficas nos pontos amostrais, indicando aporte de fonte externa de matéria orgânica no corpo d'água. Os demais parâmetros estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação, com exceção do pH no ponto 1, sendo levemente ácido, mas comum em áreas próximo de nascentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descarte Inadequado; Parâmetros de Qualidade da Água; Precipitação; Resíduos Sólidos; Urbanização.

## INTRODUÇÃO

O uso de recursos naturais pelo ser humano tende a provocar alterações ecológicas no ambiente em que está inserido, sendo o meio formado pelo ambiente natural e urbano denominado como um ser vivo e dinâmico, gerando um conjunto de efeitos interligados (Tucci, 2008).

As atividades comerciais, industriais, agrícolas e de transporte geram pressão nos recursos hídricos, ocasionando, em geral, escassez, degradação na qualidade, perda de biodiversidade e contaminação das águas. Além disso, a impermeabilização do solo também é um dos principais fatores na precarização dos corpos d'água.

Em vista disso, a qualidade da água é um aspecto indispensável para a compreensão do seu papel na sociedade, tendo em vista a necessidade da gestão e conservação destes corpos, assim como a perspectiva da análise da bacia hidrográfica como um todo (Souza et al., 2014), sendo o monitoramento dos recursos hídricos é essencial para o controle da poluição dos corpos d'água (ANA, 2023).

Para a determinação da qualidade da água são levados em conta critérios físico-químicos e microbiológicos. Os parâmetros físico-químicos caracterizam a composição e pureza da água, representados pela condutividade elétrica, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos suspensos e dissolvidos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e nutrientes (ANA, 2013). J

Nos parâmetros microbiológicos utilizam-se microrganismos indicadores, ou seja, microrganismos não patogênicos ou com baixa patogenicidade cujas características assemelham-se aos patógenos, representados pelas bactérias do grupo coliformes (Von Sperling, 2007), sendo a *Escherichia coli* (*E. coli*) considerada o mais específico indicador de contaminação fecal (Brasil, 2021). Outro grupo de indicadores microbiológicos são as bactérias heterotróficas, que estão em maior quantidade em relação às bactérias do grupo coliforme devido à possibilidade de presença natural nas águas (Bartram et al., 2003), indicando indiretamente a quantidade de matéria orgânica no corpo hídrico.

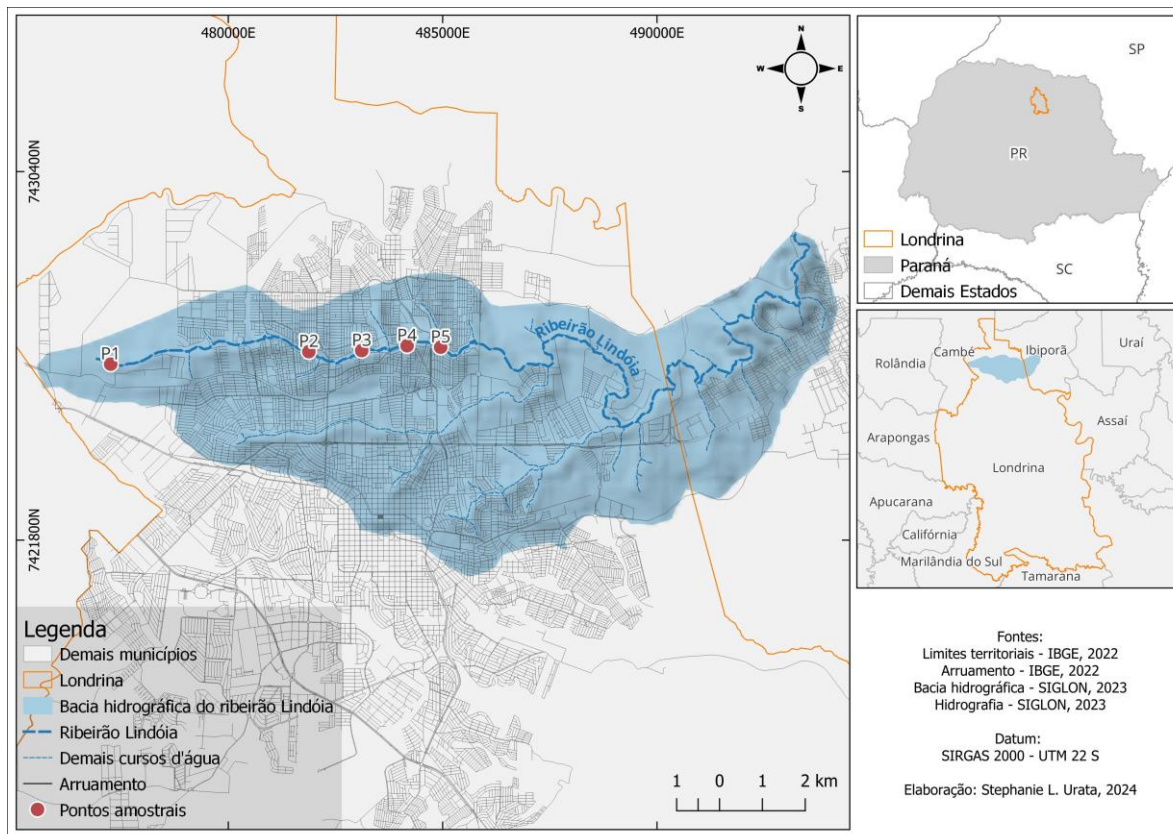
Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água no ribeirão Lindóia, em Londrina no norte do Paraná, utilizando análises físico-químicas de turbidez, condutividade elétrica e pH, além de análises microbiológicas de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *E. coli*. Esses resultados foram comparados com os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n° 357/2005 para corpos de água doce de classe III (Brasil, 2005), bem como com os valores de referência da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (CETESB, 2021).

## MATERIAL E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o ribeirão Lindóia, principal curso d'água da bacia hidrográfica de mesmo nome. O ribeirão possui nascente próxima à divisa de Londrina e Cambé, em uma área rural. Ao longo de seu percurso, possui contribuição de 39 tributários, passando por áreas urbanas e agrícolas até se unir com o ribeirão Jacutinga em Ibiporã, um dos principais mananciais da cidade ibiporanense. Em Londrina, o ribeirão abrange uma das regiões mais populosas do município, representando 25% da população total (Londrina, 2019).

Para este estudo, considerou-se a abrangência do ribeirão Lindóia apenas no município de Londrina. Para isto, foram determinados cinco pontos amostrais para as campanhas de coleta (Figura 1), considerando a viabilidade de acesso ao ribeirão, uma vez que a bacia hidrográfica do ribeirão Lindóia possui altitudes de 470 a 660 metros, com declividades de 0 a 10%, consideradas moderadamente onduladas.



**Figura 1: Localização geográfica e pontos amostrais do ribeirão Lindóia, em Londrina/PR**

O primeiro ponto de amostragem de água está inserido em uma propriedade privada rural, distante 400 metros da nascente do ribeirão. O segundo ponto está localizado em área residencial. O terceiro ponto é próximo ao Instituto Federal do Paraná - IFPR. O quarto ponto é representado pelo Lago Norte. O quinto ponto (determinado a partir da 2ª campanha) está localizado próximo à Rodovia Carlos João Strass.

## CAMPANHAS DE COLETA DE ÁGUA

As coletas de água foram realizadas em três campanhas, nos dias 2, 16 e 29 de maio de 2023, seguindo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). As amostras de água foram coletadas, em duplicata, utilizando um coletor de aço inoxidável e de um balde de alumínio e foram transferidas para frascos de vidro âmbar de 500 mL para as análises físico-químicas e para frascos estéreis de 100 mL para as análises microbiológicas, sendo acondicionados em caixa térmica com gelo seco.

Para a análise da qualidade da água foram medidos os parâmetros físico-químicos de turbidez, pH, condutividade elétrica por equipamentos de bancada e parâmetros microbiológicos pela contagem de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *E. coli* utilizando placas 3M *Petrifilm* (3M, 2021). Ainda, levou-se em consideração a precipitação acumulada e a ocorrência de eventos chuvosos nos 10 dias anteriores da coleta, com dados do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR no aplicativo IDR Clima (Paraná, 2023).

## RESULTADOS

A precipitação acumulada nos 10 dias anteriores às campanhas foram respectivamente 23,7 mm, 12,2 mm e 17,6 mm. Nas duas primeiras choveu 6 dias antes da realização da coleta, e, na última 1 dia antes (Paraná, 2023.).

Durante as campanhas, observou-se o descarte irregular de resíduos sólidos próximo das vias públicas e do ribeirão, conforme visualizado na Figura 2.

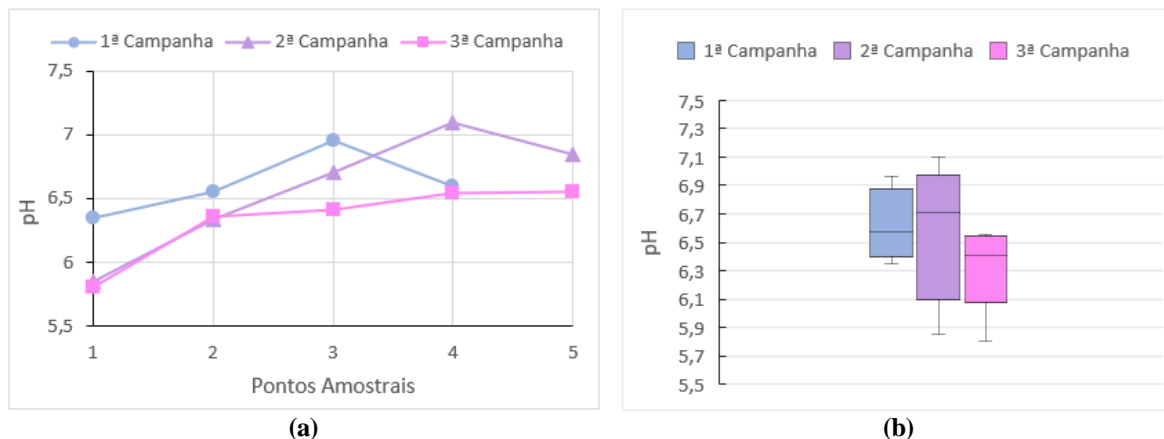




**Figura 2: Descarte inadequado de resíduos sólidos em vias públicas próximo do ribeirão Lindóia**

O descarte inadequado de resíduos sólidos está sujeito a multas, conforme a Lei nº 9.605/1998 de Crimes Ambientais. Embora Londrina possua a coleta de resíduos sólidos em 97,4% dos domicílios e a coleta seletiva de materiais recicláveis atender integralmente à população urbana, o descarte inapropriado de resíduos sólidos é uma questão recorrente na área estudada, abrangendo 45 pontos de descarte ilegais (Londrina, 2021). Foram encontrados diversos tipos de resíduos sólidos, como embalagens plásticas de comida e de bebida, embalagens cartonadas, vidro, sacolas plásticas, restos de construção civil, pôsteres de supermercados, embalagens de tintas, vaso sanitário, metais, panos e estofados; além dos resíduos queimados. Essa prática está sujeita a multas, conforme a Lei nº 9.605/1998 de Crimes Ambientais.

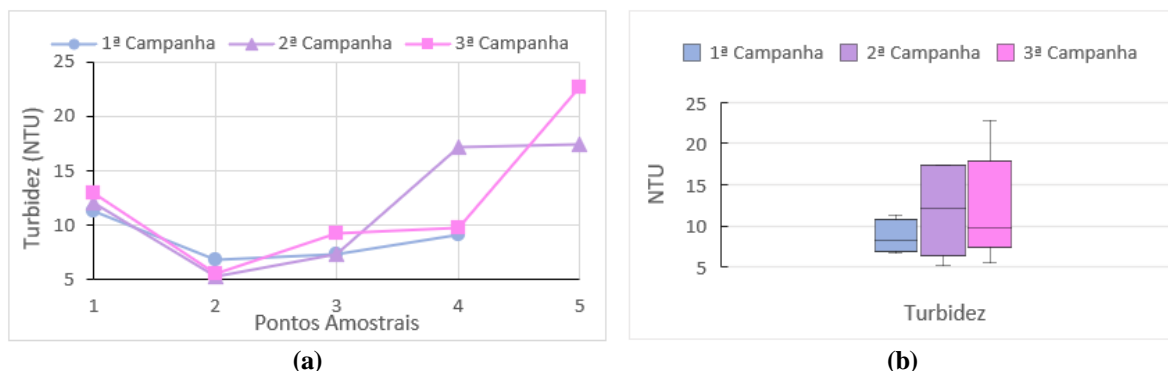
Os resultados das análises físico-químicas de pH estão dispostos na Figura 3, com os valores de cada parâmetro nos pontos amostrais e gráficos *box plot* das campanhas de coleta.



**Figura 3: Resultados físico-químicos de pH nos – (a) pontos amostrais e (b) box plot das campanhas**

No que tange à qualidade da água, o pH no ponto 1 está abaixo do mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, com média de 5,85 nas últimas duas campanhas. Entretanto, é uma característica comum corpos hídricos próximos a nascentes serem mais ácidos, especialmente em áreas rurais (Pinto et al., 2009; Agrizzi, 2018). Os demais pontos estão dentro da faixa de pH estabelecida pela legislação.

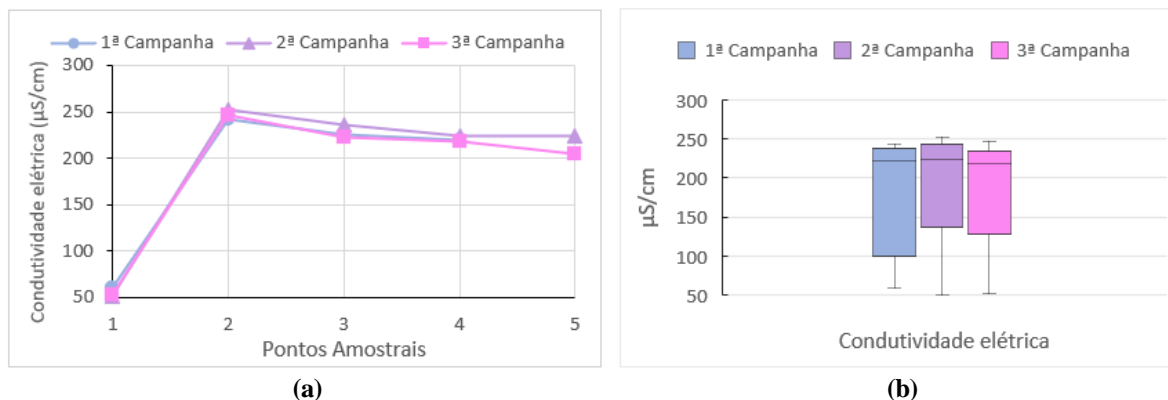
A turbidez está relacionada ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre devido à presença de sólido em suspensão; pode influenciar as comunidades biológicas aquáticas, sendo os valores obtidos neste estudo dispostos na Figura 4.



**Figura 4: Resultados físico-químicos de turbidez nos – (a) pontos amostrais e (b) box plot das campanhas**

Pela análise dos resultados verifica-se que a turbidez se manteve dentro do limite da Resolução CONAMA ( $\leq 100$  NTU) em todos os pontos durante as três campanhas. Contudo, houve um aumento na última campanha, possivelmente devido ao aporte de substâncias arrastadas pela chuva, com 25% dos pontos apresentando turbidez superior a 9,8 NTU.

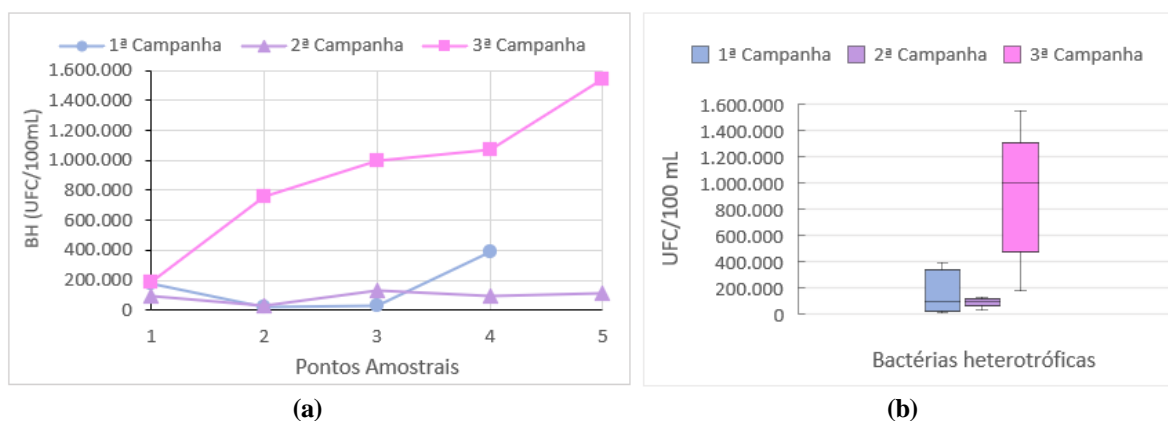
A condutividade elétrica (Figura 5) fornece uma medida indireta da concentração de poluentes, sendo valores acima de  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  indicativos de ambientes impactados (CETESB, 2021). Os menores valores foram encontrados no ponto 1, com média de  $54,7 \mu\text{S}/\text{cm}$  durante as três campanhas, valor esperado em locais próximos a nascentes, evidenciando a preservação das características naturais do corpo hídrico. No entanto, em outros pontos urbanos, 50% registraram valores acima de  $220 \mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando que o corpo hídrico tem sido impactado por seu entorno urbano.



**Figura 5: Resultados físico-químicos de condutividade elétrica nos – (a) pontos amostrais e (b) *box plot* das campanhas**

De modo geral, todos os parâmetros microbiológicos (Figura 6 e 7) possuíram valores superiores na 3ª Campanha, na qual a coleta foi realizada logo após um evento chuvoso. As fontes de poluição em áreas urbanas no período de maior pluviosidade se dão principalmente por escoamento superficial e, em menor pluviosidade, por lançamento de esgotos (Menezes, 2016).

Não há legislação para o monitoramento e quantificação de bactérias heterotróficas em ambientes aquáticos, sendo um indicativo indireto da quantidade de matéria orgânica presente no corpo d'água. Os resultados das concentrações deste indicador podem ser conferidos na Figura 6.

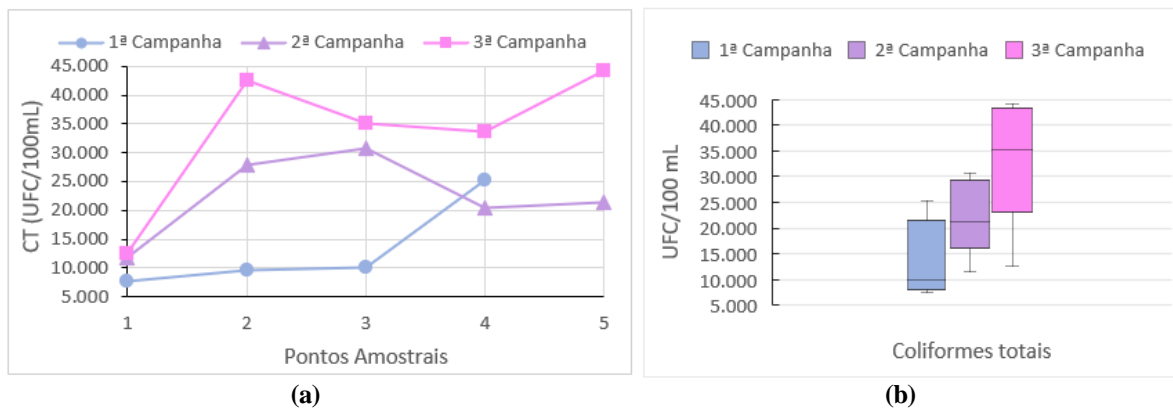


**Figura 6: Resultados microbiológicos de bactérias heterotróficas (BH) nos – (a) pontos amostrais e (b) campanhas**

Neste estudo, as bactérias heterotróficas possuem valores mais elevados em relação aos outros indicadores microbiológicos. Com exceção do ponto 1 próximo a nascente, todos os pontos amostrais tiveram aporte de fonte externa de matéria orgânica. Observa-se concentrações elevadas com 50% dos valores abaixo ou iguais a  $1.10^6$  UFC/100 mL na última campanha, e um valor máximo de  $1,55.10^6$  UFC/100 mL no ponto 5. A segunda campanha mostrou variações menores nos resultados, possivelmente influenciada pelo menor índice pluviométrico, sem ter o efeito do carreamento de matéria orgânica para o corpo hídrico.

Os valores de coliformes totais (Figura 7) aumentaram progressivamente durante as coletas, com medianas de 9.580, 21.350 e 35.150 UFC/100 mL nas três campanhas.

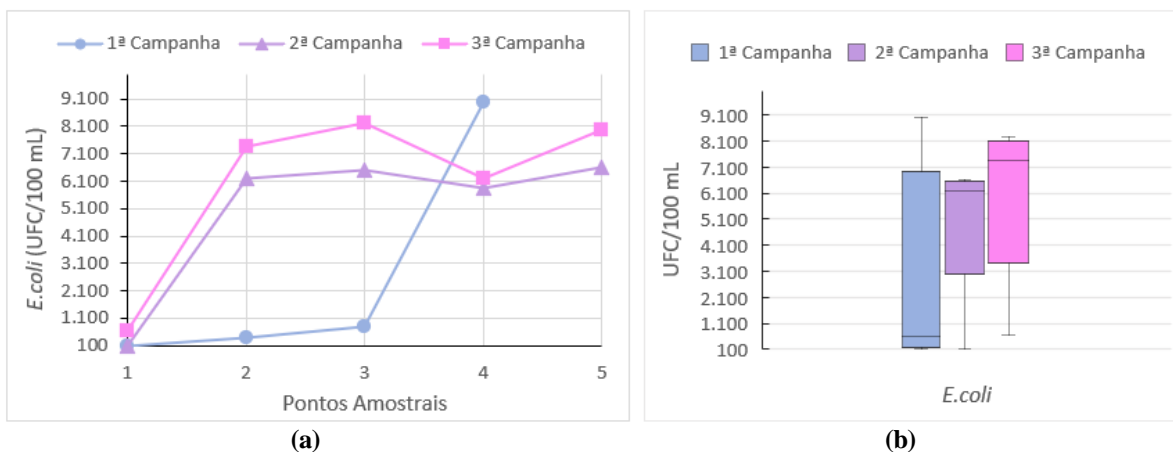




**Figura 7: Resultados microbiológicos de coliformes totais (CT) nos – (a) pontos amostrais e (b) box plot das campanhas**

O grupo de coliforme totais não possui relação quantitativa entre os organismos patogênicos, sendo consideradas como coliformes “ambientais”, abrangendo microrganismos de vida livre e de origem fecal (Von Sperling, 2007). Deste modo, pode ser considerado como outro indicador de matéria orgânica na água.

Quanto à *E. coli*, está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais de homotérmicos e é raramente detectada na ausência de poluição fecal (Brasil, 2005). As concentrações deste indicador neste estudo podem ser conferidas na Figura 8.



**Figura 8: Resultados microbiológicos de *Escherichia coli* (*E. coli*) nos – (a) pontos amostrais e (b) campanhas**

Todos os pontos, com exceção do primeiro, ultrapassam o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n°357/2005 para água de classe III ( $4.10^3$  UFC/100 mL), indicando um aumento da contaminação fecal influenciado por eventos de precipitação. A maior concentração foi de  $9.10^3$  UFC/100 mL no ponto 4, na 1ª Campanha, sendo mais que o dobro da legislação.

## CONCLUSÕES

A bacia do ribeirão Lindóia encontra-se em uma área altamente urbanizada, o que gera pressões significativas sobre o ambiente, impactando diretamente na qualidade ambiental da região. Apesar da alta taxa de coleta de resíduos sólidos na cidade de Londrina, ainda persistem problemas relacionados à disposição inadequada desses materiais, resultando na identificação de pontos concentrados de descarte inadequado na área de estudo.



Com exceção do ponto 1, próximo da nascente do ribeirão Lindóia, os demais pontos ultrapassaram os valores de limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para *E. coli*, particularmente nas duas últimas campanhas de amostragem, bem como os valores de referência de condutividade elétrica pela CETESB.

O corpo hídrico reflete o que acontece em seu entorno, que em conjunto com a declividade da região aumenta a velocidade do escoamento superficial, potencialmente transportando matéria orgânica para dentro do corpo d'água.

Portanto, concluiu-se que uma gestão apropriada dos recursos hídricos desempenha um papel crucial na mitigação dos impactos na qualidade da água e na redução dos níveis de contaminação, visando preservar os ecossistemas aquáticos em áreas urbanas. Isso pode ser alcançado por meio de políticas de planejamento urbano, promoção de infraestrutura verde, educação ambiental e outras estratégias igualmente relevantes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA Campus Apucarana e Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 3M do Brasil. *3M™ Petrifilm™ Aqua Heterotrophic Count*. Sumaré-São Paulo. 2021.
2. 3M do Brasil. *3M™ Petrifilm™ para Contagem de E. coli e Coliformes (EC)*. Sumaré-São Paulo. 2021.
3. ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual*. Brasília: ANA, 2023.
4. ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. São Paulo: CETESB, 326 p. Brasília, 2011.
5. AGRIZZI, et al. Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. *Eng Sanit. Ambient.* v. 23, n.3, p. 557-568, 2018.
6. BRASIL. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) *Resolução n°357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.
7. CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem 2021. In: *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo*. Apêndice C. 66 p, 2021.
8. LONDRINA (cidade). Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Tecnologia. *Caderno censitário do perfil de Londrina*. Londrina, 2019.
9. LONDRINA (cidade). *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: 2021-2041*. Londrina, 2021.
10. MENEZES, J.P.C. et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Eng Sanit Ambient*, v.21, n.3, p. 519-534. 2016
11. PARANÁ (Estado). Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PARANÁ). *IDR Clima*. Aplicativo Android. 2023.
12. PEREIRA, C.S. et al. Identificação de impactos ambientais provocados pelo lançamento de resíduos sólidos e líquidos no Rio Itapecuru. *Nature and Conservation*, v. 13, n. 2, p. 58-66, 2020.
13. PINTO, A.G.N. et al. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. *Acta Amazônica*, v. 39, n.3, p. 627-638, 2009.
14. SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos). Atlas Esgoto. *Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal: Londrina*. 2017.
15. TUCCI, C.E.M. Gestão integrada das águas urbanas. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v.5, n.2, p. 71-81. 2008.
16. VON SPERLING, M. *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. London: IWA Publishing, v.1, 2007.