

## MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DE ÁGUAS DE PARQUES E BOLSÕES URBANOS UTILIZANDO INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL.

## MICROBIOLOGICAL MONITORING OF URBAN PARKS AND RETENTION BASINS USING FECAL CONTAMINATION INDICATORS.

### AUTORES:

Aires Nogueira Faria<sup>1</sup>, Lizandra Ferreira de Almeida e Borges<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia/Graduando em Ciências Biológicas Licenciatura, Uberlândia/MG, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia/Docente do Departamento de Microbiologia, Uberlândia/MG, Brasil

### RESUMO

A gestão dos recursos hídricos urbanos, incluindo parques e sistemas de drenagem pluvial como os bolsões de contenção, é fundamental para mitigar riscos epidemiológicos em matrizes urbanas. Este estudo teve como objetivo caracterizar e avaliar a ocorrência de bactérias *Staphylococcus* spp. e indicadoras de contaminação fecal *Escherichia coli*, em águas de parques públicos e bolsões de contenção no perímetro urbano de Uberlândia-MG. Realizou-se uma pesquisa experimental, com a coleta de 28 amostras distribuídas em 10 pontos estratégicos em três campanhas amostrais (dezembro de 2025 e março de 2026). As amostras foram submetidas ao isolamento bacteriano em meios seletivos e diferenciais (Ágar Manitol Salgado, Ágar Baird-Parker e Ágar EMB). Nenhuma das colônias isoladas confirmou a presença de *Staphylococcus aureus*. Contudo, as análises microbiológicas revelaram contaminação por coliformes em 15 amostras, sendo que em 40% dos pontos monitorados (pontos B, C, H e I) confirmou-se a presença de *Escherichia coli*. Observou-se expressivo aumento da carga bacteriana durante o período de precipitação pluviométrica, com destaque para o ponto H, que atingiu crescimento superior (1.000.000 UFC) nos bolsões. Os dados demonstram que corpos d'água recreativos e estruturas de contenção pluvial na cidade atuam como reservatórios de microrganismos indicadores de contaminação fecal. Os achados representam um alerta para a saúde pública local e evidenciam a necessidade urgente de melhorias na infraestrutura de saneamento, cercamento físico e proteção ambiental dessas áreas.

Palavras-chave: Análise da água; Saneamento ambiental; Saúde pública; *Staphylococcus* spp.; *Escherichia coli*.

## ABSTRACT

The management of urban water resources, including parks and stormwater drainage systems like retention basins, is essential to mitigate epidemiological risks in urban matrices. This study aimed to characterize and evaluate the occurrence of *Staphylococcus* spp. and the fecal contamination indicator *Escherichia coli* in water bodies from public parks and retention basins within the urban perimeter of Uberlândia, MG. An experimental study was conducted, collecting 28 samples across 10 strategic points during three sampling campaigns (December 2025 and March 2026). The samples underwent bacterial isolation using selective and differential media (Mannitol Salt Agar, Baird-Parker Agar, and EMB Agar). None of the isolated colonies confirmed the presence of *Staphylococcus aureus*. However, microbiological analyses revealed coliform contamination in 15 samples, with the presence of *Escherichia coli* confirmed in 40% of the monitored sites (points B, C, H, and I). A significant increase in bacterial load was observed during periods of rainfall, particularly at point H, which exhibited substantially higher (1,000,000 CFU) in the retention basins. The data demonstrate that recreational water bodies and stormwater retention structures in the city act as reservoirs for microorganisms indicative of fecal contamination. These findings represent a public health alert for the local community and highlight the urgent need for improvements in sanitation infrastructure, physical fencing, and environmental protection of these areas.

Keywords: Water analysis; Environmental sanitation; Public health; *Staphylococcus* spp.; *Escherichia coli*.

## INTRODUÇÃO

A água cobre a maior parte da superfície planetária, contudo, os recursos de água doce utilizáveis são extremamente limitados. Estima-se que 97,5% da água mundial seja salina e, dos 2,5% restantes de água doce, em que sua maior parte está retida em geleiras e calotas polares (Shiklomanov, 1993). Este cenário de disponibilidade restrita é agravado pela poluição e pelas mudanças climáticas, fazendo com que 2,4 bilhões de pessoas vivam em países com escassez hídrica (UN-WATER, 2023).

O Brasil, apesar de deter uma parcela significativa dos recursos hídricos mundiais, enfrenta desafios crônicos relacionados à distribuição desigual desses recursos em seu território e à

gestão da qualidade da água, especialmente em áreas urbanizadas (ANA, 2024). Segundo a legislação brasileira, a água é classificada como não potável quando sua composição apresenta contaminação, seja ela química, física ou biológica, em níveis de risco à saúde. A legislação define padrões rigorosos para a ausência de microrganismos patogênicos e indicadores (CONAMA, 2000).

Para diferenciar a água potável, da não potável é necessária uma série de análises laboratoriais. Além das características físicas e químicas, a microbiológica é essencial. A presença de coliformes, especificamente, a bactéria *Escherichia coli*, principal indicador microbiológico de contaminação fecal (Jumbo Maza et al., 2025). A detecção de *E. coli* serve como um alerta para a possível presença de outros patógenos de origem fecal, como *Salmonella* ou *Campylobacter*, cuja detecção direta é mais complexa e de custos altos (Ghazy et al., 2024). A presença e proliferação desses microrganismos de origem fecal em águas urbanas podem acarretar graves consequências à saúde humana e animal. Em humanos, o contato primário ou a ingestão acidental dessa água pode provocar distúrbios gastrointestinais agudos (diarreias, cólicas, náuseas) e infecções dermatológicas (WHO, 2003). Nos animais, incluindo a fauna silvestre e doméstica, que interage com esses ambientes, a contaminação pode desencadear infecções entéricas e respiratórias, além de transformá-los em vetores que retroalimentam a disseminação desses patógenos epidemiológicos no ambiente urbano (Soreto-Martins et al., 2014).

A qualidade microbiológica da água em ambientes urbanos pode ser severamente comprometida por fontes de contaminação difusa e pontual. O escoamento de águas pluviais (enxurradas), que lavam superfícies urbanas, é uma das principais fontes de contaminação difusa, carregando resíduos de origem humana e animal ao longo do leito e reservatórios (Silva; Nóbrega, 2025). A gestão de águas pluviais urbanas, incluindo estruturas como bolsões de contenção, é um desafio crescente, visto que o manejo inadequado pode permitir que esses sistemas acumulem poluentes e se tornem focos de proliferação microbiana (Tucci, 2005).

A cidade de Uberlândia, localizada na região do Triângulo Mineiro, é a segunda maior cidade do estado, com uma população aferida de mais de 700 mil habitantes (IBGE, 2023). O município é banhado pela bacia hidrográfica do rio Araguari, sendo seu principal afluente urbano o rio Uberabinha, que drena a maior parte da mancha urbana (Santos; Ribeiro, 2020). Estudos recentes já identificaram contaminação bacteriana significativa em águas de parques urbanos, indicando a presença de microrganismos de importância epidemiológica (Riceto et al., 2011).

Diante desse cenário, a hipótese principal deste estudo baseia-se na premissa de que os bolsões de contenção, por constituírem estruturas abertas, desprovidas de manejo constante e altamente

suscetíveis a descartes irregulares e enxurradas, apresentam uma carga de contaminação bacteriana significativamente maior do que as águas presentes no interior de parques urbanos recreativos, os quais, teoricamente, possuem maior controle estrutural e restrições de acesso. Considerando os riscos associados à drenagem pluvial e às nascentes urbanas neste cenário estratégico, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica da água de parques públicos e bolsões de contenção |localizados na área urbana de Uberlândia-MG, por meio da pesquisa e quantificação de *Staphylococcus* spp. e *Escherichia coli*, comparando a ocorrência desses microrganismos entre diferentes pontos de coleta e períodos de amostragem.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas 28 coletas, em um total de 10 localizações (93,3%); sendo 2 locais não coletados na última visita, devido a drenagem dos bolsões (G e H). Foram 21 (75%) coletas em parques recreativos e 7 (25%) em bolsões de contenção.

### Experimentos Laboratoriais

#### 1. Amostragem

10 amostras em triplicata com um total de 28 coletas.



#### 2. Transporte

As amostras foram dispostas em caixa de isopor, com gelo reutilizável.



#### 3. Semeadura

Esgotamento em meios de cultura Ágar Manitol Salgado(I), Baird-Parker(C) e Eosina Azul de Metileno (EMB)



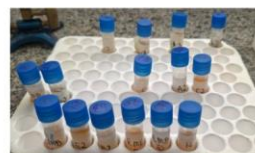
#### 4. Incubação

Estufa bacteriológica a 37° por 24h (contagem) e 48h (isolamento)



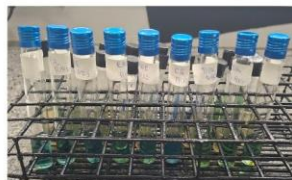
#### 5. Conservação dos Isolados

Caldo nutritivo 15-20% de glicerol. armazenagem à -20°C



#### 6. Confirmação

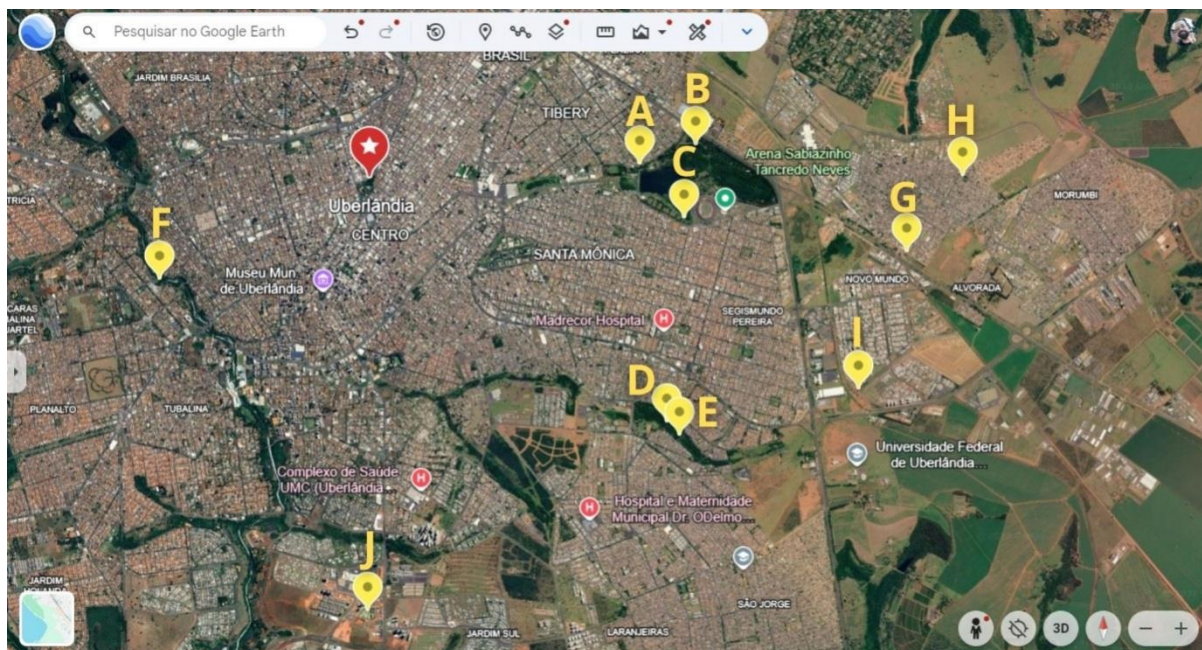
Catalase/Coagulase para Cocos e testes bioquímicos IMViC (Indol, Metil-Red, Voges-Proskauer e Citrato par Coliformes.



Foram realizadas coletas de água de nascentes e bolsões de contenção, de diferentes pontos na cidade de Uberlândia/MG, em triplicata (duas coletas em dezembro de 2025 e uma coleta em março de 2026), nas seguintes localizações (Figura 1):

Figura 1: Mapa da cidade de Uberlândia mostrando os 10 pontos de coleta [Entrada do Parque do Sabiá (A); Lagoa do Parque (B); Jardim Sabiá (C); Riacho do Parque Municipal de Santa Luzia (D); Anexo Lagoa do Parque Municipal de Santa Luzia (E); Parque Linear Rio Uberabinha (F); Bolsão de contenção, Rua Gonçalo Alves, Bairro Jardim Sucupira (G); Bolsão

de contenção, Rua Pastor Antônio Rita Coelho, Bairro Residencial Integração **(H)**; Bolsão de contenção, Avenida Dário Fagundes da Costa, Bairro Novo Mundo **(I)**; Parque UNA, Bairro Gávea **(J)**].



Fonte: Google Earth, com modificações. Acesso em 19/06/2026.

●Parque Municipal Virgílio Galassi (Parque do Sabiá), localizado na zona leste, Rua Haia s/n, Bairro Tibery, com área de 1.850.000m<sup>2</sup> de lagoas, bosque, trilhas e pista de caminhada. Neste local foram coletadas amostras em três pontos, na entrada principal, pequeno lago com fonte próximo aos aparelhos de exercícios **(A)** (18°54'29.2"S 48°14'28.1"W), área do zoológico, parte da lagoa principal do parque **(B)** (18°54'20.9"S 48°14'03.2"W) e Jardim Sabiá **(C)** (18°54'52.4"S 48°14'08.8"W).



## Parque do Sabiá



**Ponto A**



**Ponto B**



**Ponto C**

●Parque Municipal Santa Luzia, localizado na zona sul, na Avenida Alípio Abrão 602, Bairro Santa Luzia, com área total de 268.300m<sup>2</sup>, abriga a nascente do Córrego Lagoinha (importante afluente do Rio Uberabinha). Neste local foram coletadas amostras no riacho que corta o parque **(D)** (18°56'19.9"S 48°14'17.3"W) e em seu lago adjacente com aproximadamente 500m, coleta realizada em um ponto em que a cerca apresentou rompida **(E)** (18°56'26.2"S 48°14'10.5"W).

## Parque Santa Luzia



**Ponto D**



**Ponto E**

●Parque Linear do Rio Uberabinha, localizado na zona oeste, Rua Jatobá s/n, Bairro Jaraguá, com área total de 100.000m<sup>2</sup>, conta com áreas de recreação, pista de caminhada e academia. Ponto escolhido próximo à pista de caminhada. Neste local foram coletadas amostras à margem do Rio Uberabinha, onde se dá acesso a população. **(F)** (18°55'18.8"S 48°18'08.8"W).

## Parque Linear do Rio Uberabinha



### Ponto F

- Bolsão de contenção, localizado na zona leste, Rua Gonçalo Alves, Bairro Jardim Sucupira, neste local foram coletadas amostras diretamente no leito de retenção **(G)** ( $18^{\circ}55'07.2''S 48^{\circ}12'26.7''W$ ). Local escolhido pela facilidade de acesso, pois não possui cercas, e sim uma rampa de fácil acesso para pessoas e animais, descarte irregular de lixo.
- Bolsão de contenção, localizado na zona leste, Rua Pastor Antônio Rita Coelho, Bairro Residencial Integração, neste local foram coletadas amostras diretamente no leito de retenção **(H)** ( $18^{\circ}54'34.5''S 48^{\circ}12'02.4''W$ ). Local escolhido pela facilidade de acesso, não possui cercas, possui um assentamento, ao qual a população despeja dejetos diretamente no bolsão.
- Bolsão de contenção, localizado na zona leste, Avenida Dário Fagundes da Costa, Bairro Novo Mundo, neste local foram coletadas amostras diretamente no leito de retenção **(I)** ( $18^{\circ}56'05.5''S 48^{\circ}12'49.2''W$ ). Local escolhido pela facilidade de acesso, com uma rampa de terra que facilita chegar até o leito.

### Bolsões de Contenção



#### Ponto G

Jardim Sucupira



#### Ponto H

Residencial Integração



Foto Google Street View

#### Ponto I

Novo Mundo

●Parque UNA, localizado na zona sul, Rua Nininha Rocha 125, Bairro Gávea, parque novo, neste local foram coletadas amostras diretamente no lago do parque **(J)** (18°57'41.5"S 48°16'32.7"W). Parque escolhido por se uma área aberta, onde a população local tem como lazer, fácil acesso ao lago para pessoas e animais.

## Parque UNA



## Ponto J

Quadro 1- Datas das coletas nos parques recreativos e bolsões de contenção, levando em consideração o volume pluviométrico em dezembro/2025 e março/2026 na cidade de Uberlândia/MG.

| IDENTIFICAÇÃO                          | DATAS DAS COLETAS               |                                |                                |
|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                        | DATA DA<br>COLETA 1             | DATA DA<br>COLETA 2            | DATA DA<br>COLETA 3            |
| A - SABIÁ 1 - ENTRADA TIBERY           | 02/12/2025<br>15 dias sem chuva | 08/12/2025<br>3 dias sem chuva | 04/03/2026<br>5 dias sem chuva |
| B - SABIÁ 2 - PERTO DA BICA            | 02/12/2025<br>15 dias sem chuva | 08/12/2025<br>3 dias sem chuva | 04/03/2026<br>5 dias sem chuva |
| C - SABIÁ 3 – JARDIM SABIÁ             | 02/12/2025<br>15 dias sem chuva | 08/12/2025<br>3 dias sem chuva | 04/03/2026<br>5 dias sem chuva |
| D - STA. LUZIA 1 –<br>PARQUE PRINCIPAL | 02/12/2025<br>15 dias sem chuva | 08/12/2025<br>3 dias sem chuva | 04/03/2026<br>5 dias sem chuva |



|                                               |                   |                  |                  |
|-----------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                                               | 02/12/2025        | 08/12/2025       | 04/03/2026       |
| E - STA. LUZIA 2 - ANEXO                      | 15 dias sem chuva | 3 dias sem chuva | 5 dias sem chuva |
|                                               | 02/12/2025        | 08/12/2025       | 04/03/2026       |
| F - PARQUE UBERABINHA LINEAR                  | 15 dias sem chuva | 3 dias sem chuva | 5 dias sem chuva |
|                                               |                   | 10/12/2025       | 04/03/2026       |
|                                               | 08/12/2025        | Durante dias de  | Vazio/Dreno foi  |
| G – BOLSÃO DA RUA GONÇALO ALVES               | 3 dias sem chuva  | chuva            | realizado        |
|                                               |                   | 10/12/2025       | 04/03/2026       |
| H – BOLSÃO DA RUA PASTOR ANTÔNIO RITA COELHO  | 08/12/2025        | Durante dias de  | Vazio/Dreno foi  |
|                                               | 3 dias sem chuva  | chuva            | realizado        |
|                                               |                   | 10/12/2025       |                  |
| I – BOLSÃO DA AVENIDA DÁRIO FAGUNDES DA COSTA | 08/12/2025        | Durante dias de  | 04/03/2026       |
|                                               | 3 dias sem chuva  | chuva            | 5 dias sem chuva |
|                                               |                   | 10/12/2025       |                  |
|                                               | 08/12/2025        | Durante dias de  | 04/03/2026       |
| J – PARQUE UNA                                | 3 dias sem chuva  | chuva            | 5 dias sem chuva |

Para as coletas foram utilizadas luvas de látex de procedimento e coletores universais estéreis (80 mL, J. Prolab®, lote 195571). Cada coletor foi imerso completamente na água do ponto amostral, permanecendo submerso por 10 segundos. Após a coleta, o frasco foi imediatamente fechado com sua própria tampa de rosca. Em casos de difícil acesso, fio de nylon genérico foi utilizado, amarrado ao frasco coletor para que o mesmo fosse levado até a área de coleta designada. As amostras foram dispostas em caixa de isopor, com gelo reutilizável, e encaminhadas imediatamente ao Laboratório de Bacteriologia (LABAC), da Universidade Federal de Uberlândia. O tempo máximo de transporte entre a coleta e o processamento, não ultrapassaram duas horas, ou ocorreu em até 24 horas após a coleta, sob refrigeração (8°C).

#### PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

As amostras de água foram cultivadas pela técnica de esgotamento por estrias em Ágar Manitol Salgado para contagem de *Staphylococcus* e Ágar Baird-Parker para isolamento dos *Staphylococcus aureus*. E em Ágar Eozina Azul de Metileno, uma placa para contagem de coliformes e outra para isolamento de *E. coli*.

Todos os cultivos foram realizados em estufa bacteriológica à 37°C por 24 (contagem) a 48 horas (isolamento).

A contagem foi realizada em contador de colônias e expressas de UFC (Unidade Formadora de Colônia), para *Staphylococcus* colônias puntiformes e cremosas. Para coliformes colônias com

coloração metálicas e com evidencia de fermentação da lactose. As contagens foram corrigidas pelo fator de diluição e expressas em UFC/mL.

A identificação de *S. aureus* ocorreu por meio de teste da catalase e coagulase e a confirmação de *E. coli* com os teste IMViC.

## ANALISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados em planilha do Excel®, com calculo de Média aritmética das contagens de UFC/mL, que foram comparados por teste de Kruskal-Wallis. As contagens foram apresentadas em  $\log_{10}$  (UFC/mL + 1), com Intervalo de Confiança de 95%.

Todas as análises foram executadas utilizando o software BioEstat versão 5.3 (Ayres et al., 2007).

## RESULTADOS

A média de todas as amostras para contagem de *Staphylococcus* spp. foi de 2,08  $\log_{10}$ (UFC/mL), para os coliformes foi de 0,19  $\log_{10}$ (UFC/mL + 1). Em apenas 4 (27%) amostras foram identificados *E. coli*. (B, C, H e I).

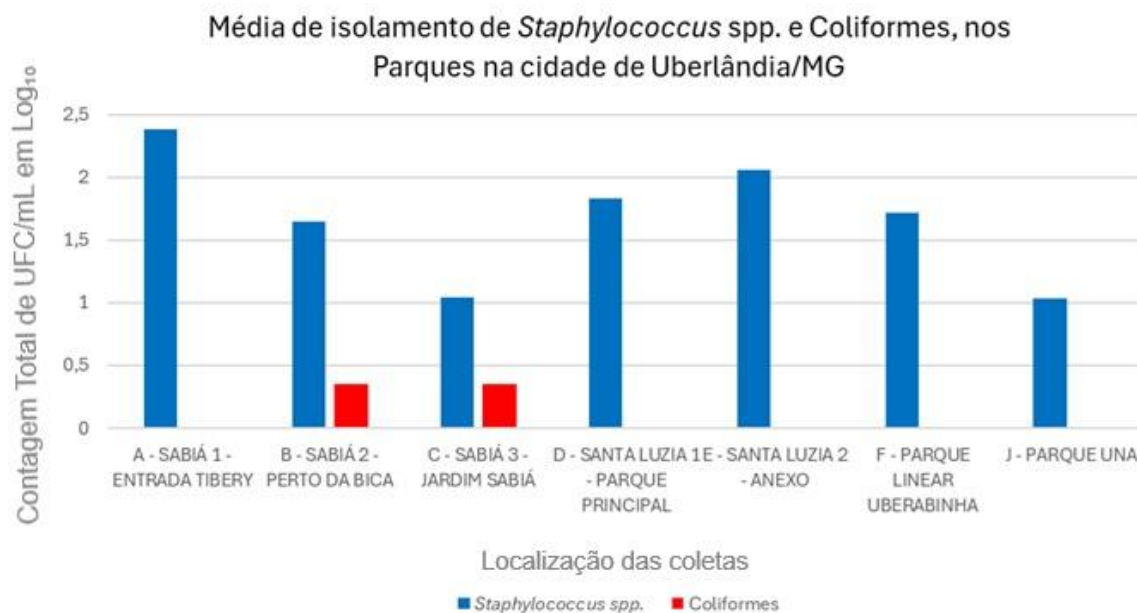
Na análise para *Staphylococcus*, a amostra H foi encontrada uma contagem muito superior, considerando o número >1.000.000 UFC/mL. Em nenhuma das amostras foi isolado *S. aureus*. Considerando os parques recreativos, a média para contagem de *Staphylococcus* spp. no Parque do Sabiá foi 1,89  $\log_{10}$  (UFC/mL), já no Santa luzia 1,93  $\log_{10}$  (UFC/mL). No Parque Uberabinha e UNA foram apenas de um ponto com média de 1,72  $\log_{10}$  (UFC/mL) e 1,03  $\log_{10}$  (UFC/mL), respectivamente.

Considerando a média para contagem de Coliformes, no Parque do Sabiá foi 0,23 $\log_{10}$  (UFC/mL + 1) e 0,00  $\log_{10}$  (UFC/mL + 1) e para todos os demais contagens nulas.

Tabela 1–Média para contagem (UFC/mL) de *Staphylococcus* spp. e Coliformes nos parques recreativos nos meses de dezembro/2025 e março/2026 na cidade de Uberlândia/MG.

| AMOSTRAS - PARQUES           | Contagem de                | Contagem de            |
|------------------------------|----------------------------|------------------------|
|                              | <i>Staphylococcus</i> spp. | Coliformes $\log_{10}$ |
|                              | $\log_{10}$ (UFC/mL)       | (UFC/mL + 1)           |
|                              | MÉDIA                      | MÉDIA                  |
| A - SABIÁ 1 - ENTRADA TIBERY | 2,38                       | 0,000                  |
| B - SABIÁ 2 - PERTO DA BICA  | 1,65                       | 0,347                  |

|                                      |      |       |
|--------------------------------------|------|-------|
| C - SABIÁ 3 - JARDIM SABIÁ           | 1,04 | 0,347 |
| D - SANTA LUZIA 1 - PARQUE PRINCIPAL | 1,83 | 0,000 |
| E - SANTA LUZIA 2 - ANEXO            | 2,06 | 0,0   |
| F - PARQUE LINEAR UBERABINHA         | 1,72 | 0,0   |
| J - PARQUE UNA                       | 1,03 | 0,0   |



Considerando os bolsões de contenção (G), (H) e (I), com um ponto de coleta em triplicata em cada, a média para contagem de *Staphylococcus* spp. foi 3,42 log<sub>10</sub> (UFC/mL) e para coliformes 0,35 log<sub>10</sub> (UFC/mL + 1)

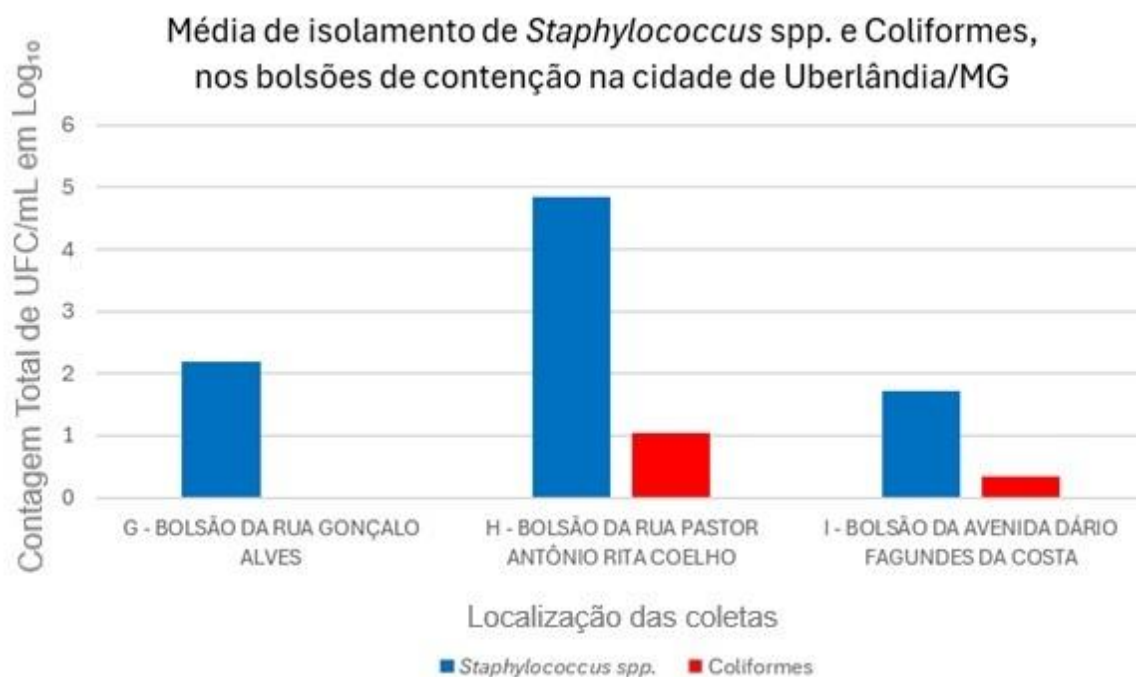
Tabela 2 – Média para contagem de *Staphylococcus* spp. e Coliformes nos bolsões de contenção nos meses de dezembro/2025 e março/2026 na cidade de Uberlândia/MG.

| AMOSTRAS - BOLSÕES                           | Contagem de<br><i>Staphylococcus</i> spp.<br>log <sub>10</sub> (UFC/mL)<br>MÉDIA | Contagem de<br>Coliformes log <sub>10</sub><br>(UFC/mL + 1)<br>MÉDIA |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| G - BOLSÃO DA RUA GONÇALO ALVES              | 2,20                                                                             | 0,0                                                                  |
| H - BOLSÃO DA RUA PASTOR ANTÔNIO RITA COELHO | 4,85                                                                             | 1,041                                                                |

I - BOLSÃO DA AVENIDA DÁRIO  
FAGUNDES DA COSTA

1,72

0,347



As contagens de *Staphylococcus* spp. apresentaram ampla variação entre os pontos de coleta. Após a transformação  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ , as médias variaram de 1,03 a 4,85  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ . O Bolsão Pastor Antônio Rita Coelho apresentou a maior média [4,85  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ], reflexo da ocorrência de uma amostra com crescimento acima do limite de contagem, cuja contagem foi estimada e corrigida pelo fator de diluição. Entre os parques, a maior média foi observada no Parque do Sabiá 1 [2,38  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ], seguido pelo Parque Santa Luzia 2 [2,06  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ] e pelo Bolsão Gonçalves Alves [2,20  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ] entre os bolsões. Apesar dessa variação nas contagens, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os parques (Kruskal–Wallis,  $p = 0,270$ ), entre os bolsões de retenção ( $p = 0,069$ ) ou considerando conjuntamente todos os locais avaliados ( $p = 0,089$ ), adotando-se nível de significância de 5% (IC95%).

As contagens de coliformes foram predominantemente nulas na maioria dos pontos de coleta. O Bolsão Pastor Antônio Rita Coelho apresentou a maior média de contagem [60 UFC/mL; 1,041  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ], enquanto os pontos Sabiá B, Sabiá C e Bolsão I apresentaram médias de 3,3 UFC/mL [0,347  $\log_{10}(\text{UFC/mL} + 1)$ ]. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os parques (Kruskal–Wallis;  $p = 0,511$ ), entre os bolsões



de retenção ( $p = 0,513$ ) ou considerando todos os locais avaliados ( $p = 0,573$ ), ao nível de confiança de 95%.

## DISCUSSÃO

### DINÂMICA TEMPORAL E INFLUÊNCIA DAS CHUVAS NA CARGA BACTERIANA.

O presente estudo avaliou a ocorrência de contaminação bacteriana indicadora de contaminação fecal e de exemplares de Gram-positivos em águas de parques recreativos e bolsões de contenção na zona urbana do município de Uberlândia-MG, visando identificar potenciais riscos à saúde pública. Ademais, analisou-se a variação espacial e temporal da carga microbiana nos dez pontos amostrais, correlacionando os achados com os períodos de chuva e estiagem a partir de coletas realizadas nos meses de dezembro de 2025 e março de 2026.

A análise quantitativa dos dados evidenciou que a carga microbiana de *Staphylococcus* spp. sofreu variações significativas entre as coletas. Durante o período de chuvas em dezembro de 2025, observou-se um aumento expressivo na contagem de colônias com esta característica na maioria dos parques, além de contagem elevada nos bolsões de contenção. O caso mais severo manifestou-se no bolsão da Rua Pastor Antônio Rita Coelho (Ponto H), onde a amostragem sob chuva resultou em crescimento  $>1.000.000$  UFC. Esta taxa elevada reflete o comportamento dinâmico e agudo desse ecossistema, funcionando como um ambiente sujeito ao aporte de contaminantes e intermitente, de carga poluidora carregada superficialmente pelas enxurradas pluviais urbanas.

### RISCOS EPIDEMIOLÓGICOS E FALHAS DE ISOLAMENTO FÍSICO.

Ao agrupar os pontos amostrais por categorias de uso e manejo urbano, os dados revelam importantes assimetrias ecológicas. Por outro lado, a ausência de isolamento positivo para *Staphylococcus aureus* em todas as 28 amostras avaliadas indica que, embora suas espécies estejam amplamente distribuídas nas águas urbanas, os riscos epidemiológicos mais imediatos nesses corpos hídricos estão predominantemente vinculados a patógenos de origem fecal. A ocorrência de contaminação por coliformes e a confirmação de *Escherichia coli* em 40% dos pontos monitorados (especificamente nos pontos B, C, H e I), implica o contato direto com fezes humanas e/ou animais, e assemelham-se aos padrões observados em ecossistemas urbanos de outras regiões mineiras. Ao avaliar corpos d'água sob influência antropogênica no município de Divinópolis-MG, Fonseca et al. (2018) verificaram flutuações análogas na carga bacteriana, nas quais o escoamento superficial decorrente de chuvas intensas lavou as vias públicas e arrastou elevadas concentrações de coliformes para o interior de bacias de acumulação e riachos urbanos.

Essa correlação confirma que estruturas abertas e desprovidas de cercamento físico eficiente, como os bolsões de contenção de águas pluviais pesquisados em Uberlândia, atuam como receptores diretos de dejetos de animais, lixo doméstico e descarte irregular. A validação desses achados no cenário local de Uberlândia é corroborada por estudos prévios de monitoramento em áreas de preservação e lazer. Pesquisas focadas na bacia urbana modificada pela urbanização, como as conduzidas por Riceto et al. (2011), indicam que lagos e vertentes integrados a parques públicos sofrem pressões constantes devido ao crescimento das áreas do entorno, ligações clandestinas e deficiências no manejo de águas de drenagem. A detecção de *E. coli* nas lagoas do Parque do Sabiá (Pontos B e C) e nos bolsões periféricos reforça esse diagnóstico local.

No Parque Municipal Santa Luzia, as análises evidenciaram particularidades importantes em relação ao manejo estrutural e à carga bacteriana. No ponto (E), correspondente ao anexo da lagoa, a coleta foi realizada em uma área onde a cerca de proteção encontrava-se rompida. Essa falha na barreira física atua como um facilitador direto para a entrada de vetores e animais de rua no recinto hídrico.

#### O PARADOXO DO ISOLAMENTO URBANO (ESTE E HIPÓTESE).

Sob a perspectiva do planejamento urbano e da modelagem estatística, os resultados desta análise contrapõem-se à hipótese inicial deste estudo. A hipótese nula ( $H_0$ ) assumia que os bolsões de retenção, por serem estruturas abertas, propensas a descartes irregulares de lixo e desprovidas de manejo, apresentariam uma carga de contaminação bacteriana significativamente maior do que os parques urbanos. No entanto, a ausência de diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,089$  para *Staphylococcus* spp. e  $p = 0,573$  para coliformes) aceitou a hipótese alternativa ( $H_1$ ), comprovando que ambos os ambientes compartilham o mesmo nível de degradação microbiológica.

Esse equilíbrio na contaminação é alarmante e contradiz o que idealmente se esperaria de ambientes modificados pelo homem e destinados ao lazer. O cenário torna-se ainda mais paradoxal ao constatar que, dos quatro parques avaliados, dois deles são totalmente cercados, com monitoramento de entrada. O fato de áreas cercadas igualem-se em carga bacteriana a bolsões de drenagem completamente expostos evidencia que o isolamento perimetral incompleto ou a falta de manejo interno anulam o efeito de proteção que um parque fechado deveria garantir. Esse comportamento encontra amparo nos achados de Vieira et al. (2006) ao avaliarem lagos e nascentes em parque fechado na malha urbana de São Paulo; evidenciando que o isolamento físico torna-se inócuo diante do crescimento urbano desordenado e do aporte constante de matéria orgânica.

A detecção de *E. coli* no complexo do Sabiá, que proíbe contato com a água e animais, traz implicações epidemiológicas graves, sugerindo descumprimento das regras, contaminação do lençol freático ou infiltrações de esgoto. Em contrapartida, os bolsões monitorados (G, H e I), desprovidos de cercamento e sofrendo com descarte irregular, consolidam seu papel como depósitos fecais, cuja vulnerabilidade é corroborada pelo modelo de Poletto et al. (2019), demonstrando os impactos do escoamento superficial aliado à deposição inadequada de resíduos.

## CONCLUSÃO

O presente estudo rejeita a hipótese inicial, comprovando estatisticamente que não há diferença significativa na carga bacteriana entre bolsões de contenção abertos e parques recreativos (inclusive os fechados) na cidade de Uberlândia. Ambos os sistemas hídricos demonstraram níveis equivalentes e alarmantes de degradação microbiológica, atuando como reservatórios de indicadores de contaminação fecal (*Escherichia coli*). Fica evidente que o simples cercamento físico de parques urbanos é ineficaz sem políticas rigorosas de manejo de águas pluviais, manutenção estrutural e fiscalização interna. O contraste entre os períodos de chuva e estiagem ratifica a urgência de intervenções de saneamento básico e ambiental.

## REFERÊNCIAS:

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), 2024. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual. Brasília: ANA. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf/view>.

Ayres, M.; Ayres Júnior, M.; Ayres, D. L.; Santos, A. S., 2007. BioEstat 5.3: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas e médicas. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 324 p.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2000. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?res\\_id=274](http://conama.mma.gov.br/?res_id=274).

Fonseca, T. L.; Silva, M. R.; Oliveira, K. A.; Santos, H. L., 2018. Qualidade físico-química e microbiológica de nascentes do perímetro urbano de Divinópolis - MG. *Scientific Electronic Archives*, v. 11 (1), 62-68. <https://doi.org/10.36560/1112018441>.

Ghazy, A.; Al-Sharabi, A.; El-Kholy, A. M.; Salem-Bekhit, M. M., 2024. Gold Nanoparticle-Based Plasmonic Detection of *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Campylobacter jejuni*, and *Listeria monocytogenes* from Bovine Fecal Samples. *Microorganisms*, v. 12 (6), 1069. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/12/6/1069>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2023. Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>.

Jumbo Maza, N. M.; Quizhpe, M. E.; Guajala, B. A.; Torres, L. F., 2025. Detecção de *Escherichia coli* como um indicador de contaminação na água de cisternas domésticas. *Vive Revista de Salud*, v. 8 (23), 406-420.

Poleto, C.; Merten, G. H.; Minella, J. P. G.; Reichert, J. M., 2019. Modelagem da drenagem urbana e avaliação das cargas bacteriológicas em sistemas de microbacia. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação*, v. 4 (2), 285-296. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaelectronica/index.php/rbcti/article/view/8182>.

Riceto, A.; Silva, É. I.; Guimarães, A. A., 2011. Uma reflexão sobre os impactos em sistemas ambientais urbanos: estudo de caso da microbacia do Córrego Liso no município de Uberlândia – MG. *Caminhos de Geografia*, v. 12 (37), 230-238. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16178/9106>.

Santos, J. B.; Ribeiro, G., 2020. Avaliação da qualidade ambiental e dos impactos antrópicos na bacia hidrográfica do Rio Uberabinha em Uberlândia (MG). *Sociedade & Natureza*, v. 32, p. 412-427. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedenatureza/article/view/51244>.

Shiklomanov, I. A., 1993. World fresh water resources. Em: Gleick, P. H. (Ed.), *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, Nova York, pp. 13-24.

Silva, M.; Nóbrega, T., 2025. Qualidade das águas pluviais urbanas e rurais e fontes de contaminação: uma análise bibliométrica. *Geographia Opportuno Tempore*, v. 11 (1), 1-14. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/50672>.

Sotero-Martins, A.; Duarte, A. N.; Carvajal, E.; Sarquis, M. I. de M.; Fernandes, O. C. C., 2014. Controle da qualidade microbiológica e parasitária em áreas de recreação. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, v. 5 (4), 1475-1492. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/342>.

Tucci, C. E. M., 2005. Programa de drenagem urbana sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas. Ministério das Cidades, Brasília, 114 p.

UN-Water, 2023. The United Nations World Water Development Report 2023: partnerships and cooperation for water. UNESCO, Paris. Disponível em: <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2023/en>.

Vieira, M. S.; Moura, M. A. M.; Gil, F. G., 2006. Qualidade da água de lagos e nascentes do Parque Dr. “Fernando Costa” (Água Branca), São Paulo, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 73 (4), 475-483. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v73p4752006>.

WHO (World Health Organization), 2003. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: Coastal and Fresh Waters. World Health Organization, Genebra. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9241545801>.