

**ANÁLISE DE BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS EM BANHEIROS DE USO
COMUM DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM TERESINA-PI**

**ANALYSIS OF GRAM-NEGATIVE BACTERIA IN COMMON-USE BATHROOMS
OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION IN TERESINA-PI**

Maria Tessya Costa de Araujo

Acadêmica de Farmácia, Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), Brasil

E-mail: mariatessya56@gmail.com

Maria Vitória Franco Santos

Acadêmica de Farmácia, Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), Brasil

E-mail: mariavitoriaafs@outlook.com

Kelly Maria Rêgo da Silva

Mestre em Medicina Tropical, Biomédica do Laboratório Central de Saúde Pública
do Piauí Dr. Costa Alvarenga (LACEN-PI), Brasil

E-mail: kelly-rego@outlook.com.br

Débora de Alencar Franco Costa

Doutora em Engenharia Biomédica, Docente do Centro Universitário Santo
Agostinho (UNIFSA), Farmacêutica do Laboratório Central de Saúde Pública do
Piauí Dr. Costa Alvarenga (LACEN-PI), Brasil

E-mail: deboralencar@unifsa.com.br

Recebido: 01/09/2025 – Aceito: 30/09/2025

Resumo

Os banheiros de uso coletivo em instituições de ensino superior configuram ambientes propícios à contaminação microbiológica em virtude do intenso fluxo de pessoas, da elevada umidade e do contato frequente com superfícies de alto toque, como torneiras e pias. A presença de bactérias Gram-negativas nesses locais representa um risco significativo à saúde pública, considerando-se sua resistência intrínseca a diversos antimicrobianos e o potencial de causar infecções oportunistas. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a presença e a prevalência de bactérias Gram-negativas em banheiros de uma instituição de ensino superior localizada em Teresina-PI. Trata-se de uma pesquisa experimental, desenvolvida a partir da coleta de amostras em superfícies de diferentes

banheiros da instituição. Após o isolamento bacteriano em meios de cultura específicos, as colônias foram submetidas à análise por espectrometria de massas MALDI-TOF para identificação microbiológica. Os resultados obtidos foram organizados quanto à frequência de ocorrência e à caracterização das espécies isoladas. Todas as amostras apresentaram crescimento bacteriano, confirmando a ampla contaminação das superfícies analisadas. Houve predominância de *Acinetobacter baumannii*, isolada em 26 amostras, seguida por *Enterobacter sp.* e *Pseudomonas aeruginosa*, ambas detectadas em oito amostras. A persistência dessas espécies reflete a elevada resistência intrínseca a antimicrobianos, assim como falhas em protocolos de higienização e ventilação inadequada, que favorecem a colonização em ambientes úmidos. A diversidade bacteriana identificada, associada ao perfil multirresistente, sugere a necessidade de medidas de biossegurança mais rigorosas. Para tanto, banheiros de uso coletivo configuram reservatórios relevantes de bactérias Gram-negativas com potencial risco sanitário. Esses resultados reforçam a importância de intensificar protocolos de limpeza, implementar monitoramento microbiológico contínuo e promover a educação em saúde, assegurando a redução da transmissão indireta por superfícies e maior proteção à comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Bactérias Gram-negativas; Biossegurança; Contaminação bacteriana; Higienização;

Abstract

Public restrooms in higher education institutions are environments prone to microbiological contamination due to the intense flow of people, high humidity, and frequent contact with high-touch surfaces such as faucets and sinks. The presence of Gram-negative bacteria in these areas poses a significant public health risk, given their intrinsic resistance to various antimicrobials and their potential to cause opportunistic infections. Therefore, this study aimed to evaluate the presence and prevalence of Gram-negative bacteria in restrooms at a higher education institution in Teresina, Piauí. This experimental study involved collecting samples from surfaces in different restrooms within the institution. After bacterial isolation on specific culture media, the colonies were subjected to MALDI-TOF mass spectrometry analysis for microbiological identification. The results were organized according to frequency of occurrence and characterization of the isolated species. All samples showed bacterial growth, confirming the widespread contamination of external surfaces. *Acinetobacter baumannii* predominated, isolated in 26 samples, followed by *Enterobacter sp.* and *Pseudomonas aeruginosa*, both detected in eight samples. The persistence of these species reflects their high intrinsic resistance to antimicrobials, as well as flaws in hygiene and ventilation protocols, which favor colonization in humid environments. The identified bacterial diversity, combined with the multidrug-resistant profile, suggests the need for more rigorous biosafety measures. Therefore, shared restrooms represent significant reservoirs of Gram-negative bacteria with potential health risks. These results reinforce the importance of intensifying cleaning protocols, implementing continuous microbiological monitoring, and promoting health education, ensuring a reduction in indirect transmission through surfaces and greater protection for the academic community.

Keywords: Gram-negative bacteria; Biosafety; Bacterial contamination; Hygiene.

1. Introdução

Bactérias são organismos simples e unicelulares, que podem ser classificados em Gram-positivas e Gram-negativas de acordo com sua parede celular (Tortora *et al.*, 2017). Sendo divididas em três tipos principais, cocos (esféricos), bacilos (em bastonete) e espirilos (em espiral). Além disso, muitas bactérias possuem estruturas como flagelos, responsáveis pela motilidade, fímbrias, que ajudam na adesão às superfícies e cápsulas que oferecem proteção adicional contra o sistema imunológico dos hospedeiros (Madigan *et al.*, 2018).

Diversas espécies bacterianas podem ser encontradas na água, nos alimentos, no ar e muitas partes do corpo humano. Em termos de patogenicidade, as bactérias Gram-negativas são responsáveis por causar uma ampla gama de infecções, que vão desde infecções no trato respiratório, até doenças sistêmicas, como septicemia onde se destacam pela frequência e capacidade dessas patogenias tais como *Pseudomonas Aeruginosas*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter* e *Escherichia coli* (Madigan *et al.*, 2018).

Portanto, essas podem se proliferar através de resíduos e compostos lipídicos encontrados em nossas mãos (Souza; Ferreira, 2018). A microbiota transitória é colonizada pela camada superior da pele e é composta por microrganismos provenientes do meio ambiente, destacando as bactérias Gram-negativas como as *Enterobactérias* e *Pseudomonas*. São facilmente removidas pela lavagem das mãos, o que evidencia a importância desse hábito na prevenção de infecções. Desse modo, o contato com superfícies contaminadas e outras pessoas facilita a propagação dessas bactérias, tornando a higiene das mãos uma prática essencial de saúde (Filha *et al.*, 2018).

O presente estudo teve como objetivo verificar a presença e a prevalência de bactérias Gram-negativas em banheiros de uso coletivo de uma instituição de ensino superior em Teresina – PI, com o fito de identificar as principais espécies isoladas em superfícies de alto contato, quantificar sua frequência de ocorrência e discorrer acerca do seu potencial de risco à saúde pública. Além disso, buscou-se verificar a eficácia dos protocolos de higienização adotados, oferecendo subsídios para a implementação de medidas preventivas e corretivas que assegurem uma maior biossegurança e qualidade sanitária nos ambientes acadêmicos.

2. Objetivos

2.1 Objetivos gerais

Avaliar a presença de bactérias Gram-negativas nas superfícies dos banheiros de uma instituição de ensino superior em Teresina – PI.

2.2 Objetivos específicos

Constatar a presença de bactérias Gram-negativas nas superfícies dos banheiros de uma faculdade de ensino superior em Teresina – PI;

Determinar a prevalência do crescimento de acordo com a superfície analisada;

Caracterizar a prevalência das espécies bacterianas isoladas na superfície dos banheiros como pias e torneiras utilizadas por variados grupos de usuários.

3. Revisão da Literatura

3.1 Características gerais bacterianas

As bactérias são microrganismos unicelulares pertencentes ao domínio *Bacteria*, um dos três grandes domínios da vida, ao lado de *Archaea* e *Eukarya*. Apresentam uma enorme diversidade em termos de morfologia, metabolismo, habitat e patogenicidade. São organismos procariontes, o que significa que sua célula não possui um núcleo definido, com o material genético livre no citoplasma, organizado em uma única molécula de DNA circular. Além disso, não possuem organelas membranosas típicas das células eucarióticas, como o complexo de Golgi e as mitocôndrias (Madigan *et al.*, 2018).

Por sua vez, a forma das bactérias é uma característica importante para sua classificação. Elas podem ser divididas em três categorias morfológicas principais: cocos (esféricas), bacilos (em forma de bastonete) e espirilos (em forma de espiral). Além disso, muitas bactérias possuem estruturas como flagelos, responsáveis pela motilidade, fímbrias, que ajudam na adesão às superfícies, e cápsulas, que podem oferecer proteção adicional contra o sistema imunológico do hospedeiro (Madigan *et al.*, 2018).

3.2 Características gerais de bactérias gram-negativas e importância clínica

As bactérias Gram-negativas constituem um grupo amplo e diversificado de microrganismos com características estruturais e funcionais que as diferenciam das bactérias Gram-positivas. Essas diferenças têm implicações importantes para a patogenicidade, a resposta aos tratamentos com antibióticos e a resistência microbiana. A principal característica distintiva das bactérias Gram-negativas é a sua parede celular complexa. Essa parede é mais delgada em peptidoglicano quando comparada às Gram-positivas, e está localizada entre duas membranas lipídicas (Bush, 2024).

Em termos de patogenicidade, as bactérias Gram-negativas são conhecidas por causar uma ampla gama de infecções, que vão desde infecções do trato urinário até doenças sistêmicas, como a septicemia. Diversos fatores de virulência contribuem para essa capacidade infecciosa, como os lipopolissacarídeos, que induzem fortes respostas imunológicas do hospedeiro; as fímbrias e pili, que permitem a adesão às células do hospedeiro; os sistemas de secreção de proteínas, que facilitam a invasão de células hospedeiras; e a cápsula bacteriana, que protege a bactéria contra a fagócitos (Madigan *et al.*, 2018).

A importância clínica das bactérias Gram-negativas é de grande relevância devido à sua capacidade de causar uma ampla gama de infecções graves em humanos, muitas vezes associadas a altos índices de morbidade e mortalidade. Dada a complexidade de sua parede celular, que inclui uma membrana externa rica em lipopolissacarídeos (LPS), as bactérias Gram-negativas são mais resistentes a certos antibióticos e mais propensas a desencadear respostas imunes severas nos indivíduos infectados (Bush, 2024).

Entre as infecções mais comuns causadas por bactérias Gram-negativas estão as infecções do trato urinário, respiratórias, gastrointestinais e do sistema nervoso central. Os agentes patogênicos mais frequentemente envolvidos incluem *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* e *Neisseria meningitidis*, entre outros. Cada um desses microrganismos apresenta características clínicas que requerem atenção diferenciada em relação ao diagnóstico, tratamento e controle da infecção (Lopes, 2005).

Portanto, a importância clínica das bactérias Gram-negativas está diretamente relacionada aos desafios enfrentados no tratamento e na prevenção de infecções associadas a esses microrganismos. Com a crescente resistência aos antibióticos e a capacidade dessas bactérias de se adaptarem e sobreviverem em ambientes adversos, torna-se cada vez mais essencial o desenvolvimento de novas terapias e a implementação de medidas rigorosas de controle de infecções para proteger a saúde pública (Silva, 2020).

3.3 Métodos de diagnóstico laboratorial

É essencial para identificar os agentes causadores de infecções e orientar o tratamento adequado. A precisão desse diagnóstico depende de várias etapas,

começando pela correta coleta e transporte das amostras clínicas. Amostras das superfícies devem ser coletadas de forma asséptica para evitar contaminação e, posteriormente, transportadas em condições apropriadas que garantam a viabilidade dos microrganismos até o processamento laboratorial (Vázquez-Pertéjo, 2022).

Por sua vez, uma das técnicas mais comuns para o diagnóstico bacteriano é a cultura bacteriana, que permite o crescimento dos patógenos em meios de cultura específicos. Meios como o ágar sangue e o ágar MacConkey são utilizados para cultivar bactérias e diferenciar suas características morfológicas e bioquímicas. A identificação preliminar pode ser auxiliada pela coloração de Gram, que classifica as bactérias em Gram-positivas ou Gram-negativas com base na estrutura de sua parede celular (Araújo *et al.*, 2022).

De outra parte, o método MALDI-TOF surge como um novo pilar diagnóstico. Através da ionização e introdução de partículas não voláteis em um espectrômetro de massa e com auxílio de algoritmos biomarcadores específicos, ele é capaz de realizar a identificação de espécies. Com isso, ele tem o potencial de reduzir a etapa de identificação do agente causador, que usualmente levaria 24 a 48 horas, para alguns minutos. Além da velocidade desse processo, essa tecnologia apresenta uma identificação precisa do agente semelhante ao método convencional, trazendo, com isso, segurança no seu resultado (Barbosa *et al.*, 2021).

A identificação de bactérias gram-negativas requer diversas análises bioquímicas sendo, o teste de catalase que permite verificar a presença da enzima, enquanto o teste de citocromo-oxidase avalia os citocromos respiratórios. As análises fermentativas examinam a habilidade de metabolizar açúcares, observando alterações na coloração ou a emissão de gás. O conjunto IMViC (Indol, Vermelho de Metila, Citrato) é essencial para distinguir enterobactérias, testando indol, produção ácida e utilização de citrato. A produção de sulfureto de hidrogênio (H₂S) e a hidrólise da gelatina também são avaliadas, assim como a motilidade, para caracterizar infecções bacterianas (Vieira *et al.*, 2012).

3.4 Fatores que favorecem a contaminação

Os ambientes propícios à contaminação são locais onde as condições favorecem a proliferação e disseminação de microrganismos patogênicos. Esses ambientes podem estar presentes em diversos contextos, como em instituições de

ensino superior, onde a presença de bactérias gram-negativas em banheiros de uso comum representa um risco relevante (Silva, 2020).

A contaminação pode ocorrer por várias vias, incluindo o ar, superfícies contaminadas, água, alimentos, equipamentos e o próprio contato humano. A compreensão desses ambientes e dos fatores que favorecem a contaminação é essencial para a implementação de medidas preventivas e de controle, especialmente em locais onde a saúde pública e a segurança sanitária são prioritárias (Silva, 2020).

Hospitais e demais ambientes de saúde são considerados focos principais de contaminação devido à concentração de pacientes com diversas patologias, procedimentos invasivos e uso intenso de antimicrobianos. As infecções hospitalares, ou infecções associadas a cuidados de saúde (IACS), representam um grave problema de saúde pública global, afetando milhões de pessoas anualmente e contribuindo para o aumento da morbidade, mortalidade e dos custos hospitalares (Pereira *et al.*, 2005).

Portanto, os ambientes propícios à contaminação variam em função das condições de higiene, saneamento e controle de patógenos. Os diferentes ambientes, como hospitais ou banheiros de instituições de ensino, apresentam riscos específicos que podem ser mitigados com práticas adequadas de limpeza, saneamento e controle de infecções. A conscientização sobre esses riscos e a implementação de medidas preventivas são essenciais para reduzir a transmissão de doenças e proteger a saúde pública em diferentes contextos (Pereira *et al.*, 2005).

4. Metodologia

Este trabalho experimental teve como objetivo a análise microbiológica de banheiros, utilizando a técnica de cultura de bactérias e identificação microbiológica por espectrometria de massas MALDI-TOF (*Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight*). A metodologia foi estruturada em etapas sequenciais, que envolvem a coleta de amostras, o cultivo bacteriano, o preparo das amostras para MALDI-TOF e a análise dos resultados obtidos.

4.1 Coleta de amostras

As amostras foram coletadas de diferentes banheiros presentes nos ambientes de uma faculdade privada localizada no Centro-Sul, em Teresina-PI. Para

garantir a representatividade e confiabilidade dos resultados, foram coletadas amostras dos banheiros de diferentes pontos de consumo, variando entre banheiros antigos e novos, bem como locais de alto e baixo fluxo de usuários. A coleta foi realizada utilizando frascos estéreis, de forma a evitar qualquer tipo de contaminação externa. As amostras foram imediatamente armazenadas em gelo e transportadas para o laboratório, onde as análises seriam realizadas.

4.2 Cultura e Isolamento Bacteriano

As amostras de superfície foram inoculadas em meios de cultura específicos para o crescimento bacteriano, como o Agar *MacConkey* e o Agar Sangue. As placas foram incubadas a 37°C por 24 a 48 horas, para permitir o desenvolvimento das colônias bacterianas. Após o período de incubação, as colônias suspeitas de crescimento bacteriano foram selecionadas com base nas características morfológicas (cor, forma, tamanho e consistência) e transferidas para novos meios de cultura para garantir o isolamento puro de cada espécie bacteriana.

4.3 Preparação de Amostras para MALDI-TOF

Após o isolamento das colônias bacterianas, cada amostra foi submetida ao processo de preparação para análise por espectrometria de massas MALDI-TOF. Primeiramente, as colônias selecionadas bacteriana foram aplicadas sobre uma lâmina de metal especialmente preparada para a análise e adicionando o reagente. O método MALDI-TOF utiliza a ionização assistida por laser para gerar espectros de massa, que são característicos para diferentes tipos de microrganismos.

4.4 Identificação Microbiológica por MALDI-TOF

A identificação das espécies bacterianas foi realizada através da análise dos espectros obtidos por MALDI-TOF, utilizando um espectrômetro de massas com software de análise dedicado. O espectro obtido foi comparado com uma base de dados de referências bacterianas para determinar a identidade das espécies presentes nas amostras coletadas. O software de análise forneceu uma pontuação (score) que indicou a confiabilidade da identificação. Para garantir a precisão dos resultados, apenas as identificações com pontuação acima de 1.7 foram consideradas confiáveis.

4.5 Análise dos Resultados

Os resultados obtidos foram analisados considerando-se as espécies bacterianas identificadas em cada amostra, a frequência de suas ocorrências e a comparação entre as amostras coletadas de diferentes tipos de banheiros. Além disso, as bactérias identificadas foram classificadas de acordo com seu potencial patogênico, com ênfase nas espécies que possam representar risco à saúde dos usuários. A análise também envolveu a comparação da eficácia de diferentes banheiros no controle da contaminação bacteriana, com base nas características dos banheiros analisados. Vale ressaltar que, devido ao caráter experimental da pesquisa, as amostras podem não refletir todas as possíveis variações de contaminação bacteriana em banheiros de diferentes regiões. Além disso, a precisão da identificação depende da qualidade do banco de dados utilizado na análise MALDI-TOF.

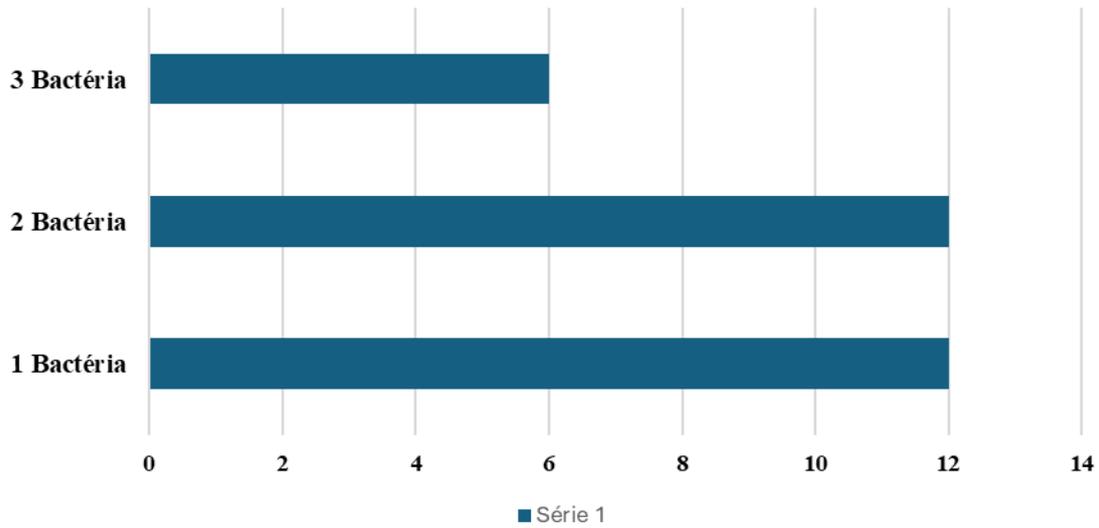
4.6 Considerações éticas

Este trabalho respeitou todas as normas éticas para a coleta e análise das amostras. As instalações onde as amostras foram coletadas foram previamente informadas sobre o propósito da pesquisa, e as autorizações necessárias foram obtidas para a realização das análises.

5. Resultados e Discussão

Foram realizadas as coletas em seis banheiros onde foram identificados como: B0, B1, B2, B3, B4 e B5, em cada um deles foram coletados cinco pontos variando de localidade. Das amostras analisadas todas tiveram crescimento bacteriano, isso significa que em 30 amostras tiveram o crescimento de pelo menos uma bactéria, como demonstrado no gráfico a seguir. Foi observado também que em doze amostras tiveram o crescimento de uma bactéria, em mais doze de duas bactérias diferentes e ainda em seis a presença de três bactérias diferentes, como demonstrado no Gráfico 1.

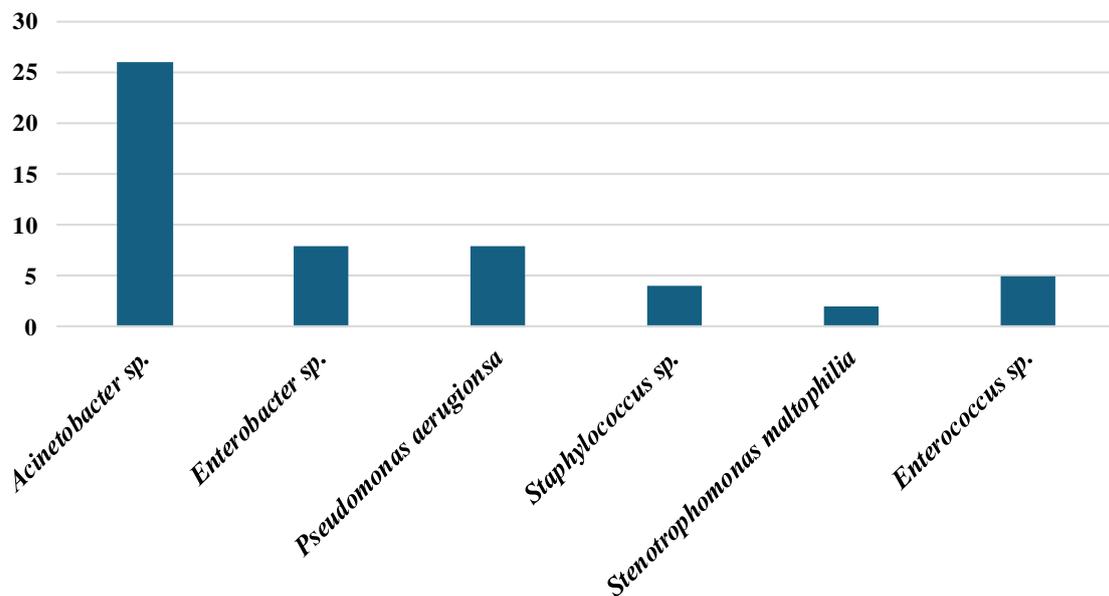
Gráfico 1. Relação do crescimento bacteriano nas amostras analisadas de acordo com a quantidade de crescimento



Fonte: Autoria Própria, 2025

Houve crescimento de diversas espécies bacterianas tanto Gram positivas, quanto Gram negativas. Foi observado também, o crescimento de bactérias com resistência intrínseca a diversos antibióticos. Houve também crescimento de enterobactérias e até mesmo bactérias oportunistas, como demonstrados no Gráfico 2.

Gráfico 2. Prevalência bacteriana das amostras analisadas



Fonte: Autoria Própria, 2025

Entre os microrganismos identificados nas amostras, constatou-se *Acinetobacter baumannii* (26), *Enterobacter sp.* (8), *Pseudomonas aeruginosa* (8), *Staphylococcus sp.* (4), *Stenotrophomonas maltophilia* (2) e *Enterococcus sp.* (5). As bactérias encontradas são patogênicas aos seres humanos, com grande resistência intrínseca, o que pode dificultar o seu tratamento.

Outrossim, os dados expressos no Gráfico 2 podem ser parcialmente atribuídos às condições ambientais do local amostrado, sobretudo se caracterizado por ventilação inadequada. O estudo de Lee; Tham, (2021) evidenciou que banheiros públicos com má ventilação apresentam níveis de contaminação bacteriana até cinco vezes maiores em comparação com banheiros bem ventilados, além de uma maior concentração de CO₂ no ar, indicando, dessa forma, acúmulo de microrganismos e aerossóis contaminantes. Essa concentração elevada de bactérias em superfície e no ar pode favorecer o crescimento e a persistência de espécies resistentes, como *A. baumannii* e *P. aeruginosa*, de modo a reforçar a hipótese de que a falta de renovação adequada do ar contribui para uma presença acentuada dessas bactérias em superfícies de uso coletivo como pias e torneiras. Tais fatores ambientais advertem a importância de protocolos de limpeza intensificados aliada à melhora na ventilação desses ambientes para diminuir o risco de contaminação persistente.

Ademais, o predomínio de *A. baumannii* observado no Gráfico 2 (com 26 amostras apresentando crescimento dessa espécie) reforça o conhecimento de que esse microrganismo está entre os contaminantes ambientais mais persistentes e perigosos. Aliado a isso, o estudo de Shamsizadeh *et al.*, (2017) identificou *A. baumannii* em 17 % das amostras de superfícies, também detectando-a em 11 % das amostras de ar e em 2 % das amostras de água coletadas em ambientes hospitalares. Devido a isso, esses dados admitem que a contaminação de superfícies e a presença aérea são vias relevantes de disseminação desse patógeno. Além disso, a alta resistência antimicrobiana documentada (em especial a antibióticos como ceftazidima (92,5 %), imipenem (85 %) e gentamicina (80 %)) evidencia o perfil multirresistente de *A. baumannii*. No contexto deste estudo, em banheiros universitários esse comportamento multifacetado da bactéria (a persistência em superfícies e sua resistência) robustece a importância de implementar protocolos rigorosos de higienização e eventual monitoramento microbiológico, de modo a evitar que esse agente crítico amplie sua presença em ambientes de uso coletivo.

Nesse sentido, os banheiros de uso coletivo constituem ambientes de alto risco microbiológico, nos quais umidade, acúmulo de matéria orgânica e fluxo intenso de usuários favorecem a persistência e a dispersão de microrganismos. Ademais, pesquisas recentes evidenciam que o contato com superfícies de alto toque (p. ex., maçanetas, torneiras e assentos) ampara a transferência de agentes bacterianos e virais por via fômite, com uma probabilidade mensurável de infecção em cenários reais (incluindo análises QMRA), além de documentar detecção de RNA viral em superfícies de instalações universitárias. Para tanto, tais dados robustecem o fato de que banheiros são ambientes que favorecem a transmissão indireta de contaminantes (Gerba *et al.*, 2025).

A caracterização microbiológica desses ambientes (cultura, contagem de UFC e/ou métodos moleculares) admite identificar espécies circulantes e estimar os níveis de contaminação, de maneira a atuar como indicador de desempenho de higiene e manutenção. Pesquisas realizadas em banheiros públicos demonstram o isolamento frequente de enterobactérias e cocos Gram-positivos, com enfoque para *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em múltiplas superfícies de alto toque. Ademais, detecções de *Pseudomonas aeruginosa* em sanitários e sistemas hídricos associados reforçam o potencial oportunista em locais úmidos. Esses resultados são utilizados para inferir falhas em práticas de limpeza e orientar, logo, intervenções corretivas (Nematian *et al.*, 2020).

A amostragem direcionada de superfícies de alto toque como maçanetas, assentos de vaso e dispensadores de sabonete, é recomendada, uma vez que esses pontos funcionam como *hotspots* de contaminação em banheiros, de modo a acumular microrganismos viáveis em películas úmidas e biofilmes. Aliado a isso, a quantificação da carga bacteriana por cultivo em meios apropriados e contagem de UFC abastece uma métrica objetiva do nível de contaminação e auxilia na avaliação quantitativa do risco. Aliado a isso, estudos em banheiros públicos despontam variações de carga associadas ao uso e à rotina de limpeza. Em paralelo, a literatura adverte que a exposição recorrente a desinfetantes/biocidas em ambientes comunitários pode exercer pressão seletiva e, devido a isso, favorecer tolerância a biocidas e co-seleção de resistência a antibióticos, reforçando a importância de monitorar perfis de suscetibilidade ao lado da carga total (Abney *et al.*, 2024; Ibrahim *et al.*, 2024).

Paralelo a isso, a execução de análises bacteriológicas em ambientes de uso coletivo solicita protocolos metodológicos que são rigorosamente padronizados, de modo a incluir a seleção apropriada de meios de cultura, condições de incubação e critérios de interpretação microbiológica. Ainda assim, a aplicação de metodologias consistentes é necessária para assegurar reprodutibilidade e acurácia na detecção de espécies bacterianas. Além disso, a coleta de amostras em diferentes horários e dias da semana é recomendada, uma vez que o fluxo de usuários e a frequência de utilização dos sanitários impactam, de forma direta, a carga microbiana presente (Goodman; Cook; Goh, 2020).

Nessa perspectiva, os resultados das análises microbiológicas devem ser conferidos a partir dos parâmetros estabelecidos por órgãos internacionais e nacionais de saúde, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que definem limites máximos aceitáveis para microorganismos em ambientes de uso coletivo. Essa comparação permite, por fim, avaliar a conformidade sanitária do espaço e indicar a necessidade de ações corretivas, como reforço na higienização ou implementação de práticas de biossegurança que sejam rigorosas. Nesse diapasão, pesquisas recentes identificaram a predominância de bactérias Gram-negativas não fermentadoras e oportunistas em sanitários públicos, ressaltando o risco potencial à saúde e a importância de estratégias de controle eficazes (Martins *et al.*, 2023).

A implementação de protocolos de higiene fundamentados em evidências em banheiros universitários (incluindo disponibilização de preparações alcoólicas para fricção antisséptica (ABHR), sabonete e água, assim como dispositivos de secagem que reduzem contato e pontos de toque) diminui a carga microbiana em superfícies de alto contato e a transmissão por fômites. A eficácia da ABHR depende de parâmetros operacionais (como volume, tempo de fricção e cobertura das mãos), além de integrar estratégias multimodais de melhoria de adesão. Estudos em ambientes comunitários e de saúde demonstram uma redução de transmissão quando as práticas são seguidas corretamente. Em relação à secagem, a literatura aponta que métodos distintos (papel/toalhas, secadores a ar/jet) podem exibir perfil de aerossolização variável, no entanto, quando as mãos são devidamente lavadas, todas as opções testadas mostraram-se como soluções higiênicas em condições

controladas, reforçando a prioridade da técnica e adesão (Price *et al.*, 2022; Reynolds *et al.*, 2020; Hervé *et al.*, 2024).

As práticas de higienização devem considerar, ainda assim, o impacto ambiental e ocupacional dos desinfetantes, sobretudo os quaternários de amônio (QACs), que são associados a potenciais efeitos ecotoxicológicos, exposição respiratória e pressões seletivas relacionadas à tolerância e resistência microbiana. Devido a isso, há alternativas sustentáveis que possuem evidência crescente, tais como formulações probióticas de limpeza (redução estável de patógenos e consumo de antimicrobianos), biocidas de origem vegetal/fitoextratos com eficácia comparável em cenários experimentais e tecnologias de limpeza “verdes” (como micro-nano bolhas) com menor aspecto químico, com o fito de mitigar a carga bacteriana sem ampliar o passivo ambiental (Ziemah; Ullrich; Kuhnert, 2025; (Ng; Mont; Bonutti, 2025).

A monitorização microbiológica de instalações sanitárias em instituições de ensino superior constitui uma ferramenta fundamental para a proteção da saúde coletiva, assim como para a promoção do bem-estar da comunidade acadêmica. Os achados decorrentes das análises subsidiam a implementação de estratégias de higienização e controle de infecções mais eficazes, bem como fornecem dados proeminentes para a elaboração de políticas públicas e diretrizes institucionais relacionadas à manutenção de ambientes coletivos seguros e com padrões adequados de biossegurança. Ademais, a educação permanente em saúde e o fomento à pesquisa científica aplicada são determinantes para o avanço contínuo das medidas de vigilância, prevenção e mitigação da disseminação de agentes infecciosos em espaços públicos de grande circulação (Mushabati *et al.*, 2021).

6. Conclusão

As análises mostraram ampla contaminação bacteriana nas superfícies dos banheiros, especialmente em pias e torneiras, consideradas pontos críticos de colonização. Foram identificadas espécies oportunistas e multirresistentes, como *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter sp.* e *Pseudomonas aeruginosa*, o que representa risco sanitário agravado pelas condições ambientais favoráveis. Observou-se variação na distribuição dos microrganismos, reforçando a necessidade de higienização direcionada. Os resultados destacam a importância de estratégias integradas de biossegurança, incluindo limpeza reforçada com agentes eficazes,

monitoramento microbiológico contínuo, capacitação das equipes de manutenção e ações educativas para a comunidade acadêmica, visando reduzir a transmissão por superfícies.

Referências

ABNEY, S. E. *et al.* Transmission of Viruses from Restroom Use: A Quantitative Microbial Risk Assessment. **Food and environmental virology**, v. 16, n. 1, p. 65–78, 19 fev. 2024.

ARAÚJO, B. C. de *et al.* **Prevenção e controle de resistência aos antimicrobianos na Atenção Primária à Saúde: evidências para políticas.** *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 27, p. 299-314, jan. 2022.

BARBOSA, K. H. *et al.* **Impacto do MALDI-TOF no diagnóstico da Sepsis: uma revisão integrativa.** *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, p. 58556–58574, 2021.

BUSH, Larry M. **Considerações gerais sobre bactérias Gram-negativas. Manual MSD Versão Saúde para a Família.** Revisado em jun. 2024. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infecções/infecções-bacterianas-bactérias-gram-negativas/considerações-gerais-sobre-bactérias-gram-negativas>. Acesso em: 11 set. 2024.

FILHA, H. M. D. C. O. *et al.* Ocorrência de agentes infecciosos em torneiras dos banheiros de uma instituição de ensino superior. **Arquivos Médicos dos Hospitais e da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo**, v. 63, n. 1, p. 25, 8 Maio 2018.

GERBA, C. P. *et al.* Bacterial Contamination of Public and Household Restrooms, and Implications for the Potential Risk of Norovirus Transmission. **Hygiene**, v. 5, n. 3, p. 27–27, 2 jul. 2025.

GOODMAN, A. L.; COOK, G. J.; GOH, V. Imaging in the investigation and management of *Staphylococcus aureus* bacteraemia: a role for advanced imaging techniques. **Journal of Hospital Infection**, v. 105, n. 2, p. 234–241, jun. 2020.

HERVÉ, R. C. *et al.* Impact of different hand-drying methods on surrounding environment: aerosolization of virus and bacteria, and transfer to surfaces. **Journal of Hospital Infection**, v. 147, p. 197–205, 1 maio 2024.

IBRAHIM, K. *et al.* Surveillance of Bacterial Load and Multidrug-Resistant Bacteria on Surfaces of Public Restrooms. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 21, n. 5, p. 574, 30 abr. 2024.

LEE, M. C. J.; THAM, K. W. Public toilets with insufficient ventilation present high cross infection risk. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 18 out. 2021.

LOPES, H. V.; TAVARES, W. Diagnóstico das infecções do trato urinário. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 51, p. 306-308, dez. 2005.

MADIGAN, M. T.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; SATTLEY, W. M.; STAHL, D. A. **Biology of microorganisms**. 15. ed. Pearson, 2018.

MARTINS, C. C. *et al.* Earthquake, floods and changing land use history: A 200-year overview of environmental changes in Selenga River basin as indicated by n-alkanes and related proxies in sediments from shallow lakes. **Science of The Total Environment**, v. 873, p. 162245–162245, 1 maio 2023.

MUSHABATI N.A.; SAMUTELA M.T.; YAMBA K.; *et al.* Bacterial contamination of 448 mobile phones of healthcare workers at the University Teaching Hospital, Lusaka, 449 Zambia. *Infection prevention in practice*, v. 3, n. 2, p. 100126–100126, 2021.

NEMATIAN, J. *et al.* A survey of public restrooms microbial contamination in Tehran city, capital of Iran, during 2019. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 9, n. 6, p. 3131, 2020.

NG, M. K.; MONT, M. A.; BONUTTI, P. M. Clinical and Environmental Harms of Quaternary Ammonium Disinfectants and the Promise of Ultraviolet-C (UV-C) Alternatives: A Narrative Review. **Cureus**, 13 maio 2025.

PEREIRA, M. S. *et al.* A infecção hospitalar e suas implicações para o cuidar da enfermagem. *Texto Contexto Enferm.*, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 250-257, abr./jun. 2005.

PRICE, L. *et al.* Systematic review on factors influencing the effectiveness of alcohol-based hand rubbing in healthcare. **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 11, n. 1, 24 jan. 2022.

REYNOLDS, K. A. *et al.* Comparison of electric hand dryers and paper towels for hand hygiene: a critical review of the literature. **Journal of Applied Microbiology**, v. 130, n. 1, 14 ago. 2020.

SHAMSIZADEH, Z. *et al.* Detection of antibiotic resistant *Acinetobacter baumannii* in various hospital environments: potential sources for transmission of *Acinetobacter* infections. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 22, n. 1, 8 maio 2017.

SILVA, R. A. *et al.* Resistência a Antimicrobianos: a formulação da resposta no âmbito da saúde global. **Saúde Debate, Rio de Janeiro**, v. 44, n. 126, p. 607-623, jul.-set. 2020.

SOUZA, L. L. B.; FERREIRA, L. C. Contaminação microbiológica em Smartphones. **Revista Vértices**, v. 20, n. 2, p. 207–212, 30 ago. 2018.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. Artmed, São Paulo, 12 ed. 2017.

VAZQUEZ-PERTEJO, Maria T. Introdução ao diagnóstico laboratorial das doenças infecciosas. Revisado/corrigido: out. 2022. Disponível em:

<https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/doencas-infecciosas/diagnostico-laboratorial-das-doencas-infecciosas/introducao-ao-diagnostico-laboratorial-das-doencas-infecciosas>. Acesso em: 11 set. 2024.

VIEIRA, D. A. P.; FERNANDES, N. C. A. Q. **Microbiologia Geral**. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), 2012. Capítulo 8 -

Provas bioquímicas e cultura de microrganismos. Disponível em:

https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/05_microbiologia_geral.pdf.

Acesso em: 30 out. 2024.

ZIEMAH, J.; ULLRICH, M. S.; KUHNERT, N. Development of Hot Trub and Coffee Silverskin Phytoextracts for Sustainable Aerosol Disinfectant Application. **Foods**, v. 14, n. 14, p. 2496–2496, 16 jul. 2025.