

Cédulas Como Fômites: Estudo Da Diversidade Bacteriana Em Cédulas Monetárias Circulantes Em Feira Na Capital Do Maranhão

Tatiana Elenice Cordeiro Soares¹, Francielle Costa Moraes², Jaqueline Maria Maranhão Pinto Lima³, Monica Maria Rêgo Costa⁴ Daisson José Trevisol¹

¹ (Universidade Sul de Santa Catarina, Brasil)

²(Hospital Universitário HUUFMA, Brasil)

³(Centro Universitário Dom Bosco UNDB, Brasil)

⁴ (Universidade Sul de Santa Catarina)

RESUMO

As cédulas de papel-moeda são objetos de uso cotidiano que podem atuar como vetores de microrganismos, incluindo bactérias patogênicas e multirresistentes, devido à sua composição fibrosa e ampla circulação em ambientes comunitários. Este estudo teve como objetivo identificar e caracterizar as bactérias presentes em cédulas de R\$ 2,00 e R\$ 5,00 coletadas em uma feira livre de São Luís-MA, avaliando seu potencial de contaminação e resistência antimicrobiana. Foram analisadas 20 amostras por meio de técnica de swab e incubação em caldo Brain Heart Infusion (BHI) a 37 °C por 24 horas. Todas as amostras apresentaram crescimento bacteriano, totalizando 53 isolados, com predominância de *Citrobacter freundii* (43%) e *Staphylococcus aureus* (30%). Também foram identificadas *Serratia liquefaciens*, *Escherichia coli*, *Proteus penneri* e *Klebsiella pneumoniae*. A diversidade microbiana observada foi influenciada por fatores como desgaste físico das notas, tempo de circulação e condições de manuseio. Conclui-se que as cédulas de papel-moeda circulantes em ambientes informais apresentam elevada carga microbiana, incluindo espécies oportunistas e resistentes, representando risco à saúde pública. Os resultados evidenciam a necessidade de medidas de higiene, campanhas educativas e estratégias de descontaminação em locais de comércio popular.

Palavras-Chave: Identificação de Bactérias, Cédulas de papel moeda, Feira.

ABSTRACT

Banknotes are everyday objects that can serve as vectors for microorganisms, including pathogenic and multidrug-resistant bacteria, due to their fibrous composition and widespread circulation in community environments. This study aimed to identify and characterize bacteria present on R\$ 2.00 and R\$ 5.00 banknotes collected from a street market in São Luís, Maranhão, Brazil, assessing their contamination potential and antimicrobial resistance. Twenty samples were analyzed using swab techniques and incubation in Brain Heart Infusion (BHI) broth at 37 °C for 24 hours. All samples showed bacterial growth, yielding 53 isolates, with *Citrobacter freundii* (43%) and *Staphylococcus aureus* (30%) as the most prevalent species. Other identified bacteria included *Serratia liquefaciens*, *Escherichia coli*, *Proteus penneri*, and *Klebsiella pneumoniae*. Microbial diversity was influenced by factors such as physical wear, circulation time, and handling conditions. In conclusion, banknotes circulating in informal commercial environments carry a high microbial load, including opportunistic and resistant species, posing a public health risk. These findings underscore the need for hygiene measures, educational campaigns, and decontamination strategies in popular marketplaces.

Keywords: Identification of Bacteria, Paper currency notes, Fair.

Date of Submission: 11-11-2025

Date of Acceptance: 23-11-2025

I.Introdução

As superfícies de objetos de uso cotidiano podem atuar como reservatórios de micro-organismos, favorecendo sua transmissão entre indivíduos via contato indireto (1). Dentre esses objetos, as cédulas de papel-moeda apresentam características próprias, como composição fibrosa, presença de fibras de algodão e poliéster, relevo e absorção de umidade, que criam microhábitats propícios à retenção de partículas orgânicas e colonização bacteriana (2). A porosidade e textura das notas facilitam a aderência de biofilmes e aumentam a probabilidade de sobrevivência de bactérias em ambientes secos por períodos que podem variar de horas a semanas, em função da temperatura e umidade relativas (1).

Em nível mundial, meta-análises revelam que aproximadamente 88% das cédulas examinadas em ambientes públicos e mercados apresentam contaminação bacteriana, com contagens que podem ultrapassar 10^4 UFC/cm² em notas de alta rotatividade (3). Estudos de revisão sistemática destacam a predominância de bactérias Gram-negativas da família Enterobacteriaceae e de *Staphylococcus* spp. em cédulas circulantes, indicando diversidade de gêneros como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, além de *Staphylococcus aureus* e outras espécies coagulase-negativas (4).

Em cenário hospitalar, pesquisas multicêntricas demonstram que até 70% das cédulas recolhidas em unidades de terapia intensiva exibem carga microbiana capaz de incluir cepas multirresistentes, como Enterobacteriaceae produtoras de beta-lactamase de espectro estendido (BLEE) e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) (5,6). A manipulação simultânea de dinheiro e instrumentos clínicos, bem como a higienização inadequada das mãos, são fatores que agravam esse cenário, contribuindo para contaminação cruzada entre pacientes e profissionais de saúde.

Em estudos regionais brasileiros, a prevalência de Enterobacteriaceae em cédulas varia entre 40% e 65%, sendo identificados *Escherichia coli* (12–33%), *Klebsiella pneumoniae* (5–15%) e *Citrobacter freundii* (3–7%) (7,4). A presença de *Staphylococcus aureus* atinge, em média, 25% das notas analisadas, refletindo sua ocorrência fisiológica na microbiota da pele e das fossas nasais, mas também sinalizando potencial de veiculação de agentes patogênicos em ambientes comunitários (6).

A disseminação de genes de resistência antimicrobiana em microrganismos isolados de notas bancárias tem sido documentada com crescente frequência. Estudos recentes relatam a detecção de marcadores de resistência a beta-lactâmicos, tetraciclinas e aminoglicosídeos em cepas de Enterobacteriaceae provenientes de cédulas em circulação, sugerindo que o dinheiro pode funcionar como vetor na propagação de clones resistentes fora do ambiente hospitalar (8,2).

O manuseio simultâneo de dinheiro e alimentos em feiras livres e estabelecimentos comerciais também representa risco de contaminação cruzada. A transferência de bactérias de notas para superfícies alimentícias, seguida de ingestão, pode causar surtos de gastroenterites e outras infecções de origem alimentar, especialmente em condições de higiene inadequada e conservação precária dos alimentos (1).

Diante da elevada prevalência e diversidade microbiana em cédulas de papel-moeda, bem como da detecção de cepas multirresistentes, torna-se imprescindível aprofundar a caracterização bacteriológica desses objetos. Investigações direcionadas a diferentes faixas de valor facial permitem avaliar a influência da rotatividade na carga microbiana e orientar estratégias de prevenção e controle.

Devido à representatividade do dinheiro, a rápida circulação das cédulas facilita a propagação de microrganismos, principalmente em feiras de produtos alimentícios. Por possuírem fluxo diário de pessoas, torna-se possível observar a rotatividade da cédula e a relação alimentícia, podendo tornar frutas, legumes, carnes e peixes veículos de infecção bacteriana. A relevância desse estudo serve para analisar as interações humanas envolvendo o dinheiro e determinar o grau de comprometimento de cédulas de dinheiro como vetores de contaminação no desenvolvimento de patologias relacionadas aos humanos.

Este trabalho visa identificar as bactérias presentes nas cédulas de papel-moeda circulantes em uma feira em São Luís do Maranhão, e alertar a população sobre os riscos, visto que estes microrganismos podem ser patogênicos, trazendo consequências à saúde, além de ser indicativo higiênico-sanitário.

II. Metodologia

2.1. Delineamento do Estudo

Este trabalho caracteriza-se como uma investigação experimental de natureza descritiva e quantitativa, com o objetivo de analisar a diversidade bacteriológica de cédulas de papel-moeda em circulação em ambiente aberto de comercialização de alimentos. A abordagem experimental permitiu controlar variáveis relacionadas ao processo de coleta e isolamento microbiano, enquanto a dimensão descritiva possibilitou a identificação de taxas de ocorrência e perfil taxonômico das bactérias. A quantificação absoluta e relativa dos isolamentos viabilizou comparações entre diferentes valores faciais das notas, fornecendo subsídios para inferências sobre a influência da rotatividade no grau de contaminação.

2.2 Área e Amostragem

As amostras foram obtidas na Feira Livre do bairro João Paulo, em São Luís (MA). Selecionaram-se 20 cédulas, sendo 10 de R\$ 2,00 e 10 de R\$ 5,00, devido à maior rotatividade observada nos valores inferiores. As notas foram coletadas em barracas distribuídas de modo equidistante ao longo de todo o perímetro da feira, garantindo o alcance de diferentes pontos de comercialização de alimentos. Esse critério espacial assegurou amostragem por conveniência representativa das condições de manuseio e fluxo de consumidores, minimizando vieses por concentração de vendas em setores específicos.

2.3 Coleta de Material Microbiológico

A análise das amostras seguiu metodologia descrita por Koneman et al, 2008⁹, a coleta do material biológico seguiu o método do swab estéril, previamente umedecido em solução salina fisiológica a 0,85 %. Cada face da cédula foi friccionada com movimentos circulares cobrindo totalmente a área da nota. Em seguida, o swab foi imediatamente transferido para tubo contendo 5 mL de caldo Brain Heart Infusion (BHI) estéril, onde foi homogeneizado por suave agitação. Os tubos foram mantidos sob refrigeração (4 – 8 °C) durante o transporte e encaminhados para processamento em até quatro horas após a coleta, de forma a preservar a viabilidade dos micro-organismos e evitar crescimento excessivo que pudesse distorcer as contagens iniciais.

2.4 Cultura e Isolamento

Após incubação inicial em BHI a 37 °C por 24 horas, todas as amostras que apresentaram turbidez foram consideradas positivas e submetidas a subcultivo. Utilizou-se técnica de esgotamento com alça de platina de 10 µL, inoculando-se cada caldo turvo em placas com quatro tipos de meio de cultura: Ágar MacConkey, seletivo para bacilos Gram-negativos; Ágar Manitol Salgado, indicado para isolamento de *Staphylococcus* spp.; Ágar Sangue a 5 %, empregado para avaliação de padrões de hemólise; e Ágar Nutriente, usado como meio geral de crescimento. As placas foram incubadas a 37 °C por mais 24 horas, permitindo o desenvolvimento de colônias típicas de diferentes grupos bacterianos.

2.5. Identificação Bacteriana

A tipificação inicial das colônias isoladas em Ágar Nutriente, Manitol Salgado e Sangue foi realizada por coloração de Gram, classificando-as em Gram-positivas ou Gram-negativas. Para as colônias Gram-positivas, procedeu-se ao teste de catalase, adicionando-se gotas de peróxido de hidrogênio a 3 % e observando a liberação de bolhas, sendo o resultado positivo indicativo de *Staphylococcus* spp. As amostras catalase-positivas foram submetidas ao teste de coagulase com plasma de coelho, incubado a 37 °C por até quatro horas para distinguir *Staphylococcus aureus* (coagulase positiva) de estirpes coagulase-negativas. Nas colônias Gram-negativas crescidas em MacConkey, realizou-se teste de oxidase em papel-filtro impregnado com tetrametil-p-fenilenodiamina. As linhagens oxidase-negativas foram identificadas com painel enterobacteriáceo (Enterotest), avaliando fermentação de carboidratos, produção de urease, uso de citrato e motilidade, enquanto as oxidase-positivas foram submetidas a painel NF-Test, destinado a bactérias não fermentadoras de lactose. Como controle de qualidade, empregaram-se cepas de referência *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 25922 para validar os resultados enzimáticos e bioquímicos.

2.6. Tratamento e Análise dos Dados

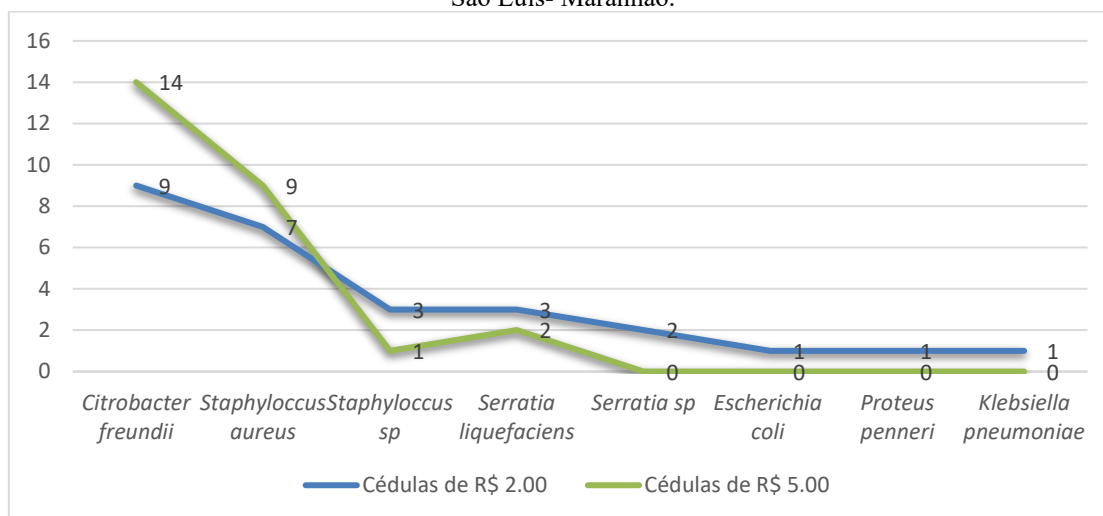
Os resultados foram registrados em planilha eletrônica, na qual se tabularam o número absoluto de isolamentos e a frequência relativa de cada gênero e espécie em cédulas de R\$ 2,00 e R\$ 5,00. A partir desses dados, geraram-se gráficos descritivos para visualizar comparativamente as taxas de contaminação por valor facial. A análise quantitativa permitiu avaliar se havia diferença estatisticamente relevante na prevalência de Enterobacteriaceae e Staphylococcaceae entre os dois grupos de notas, bem como estimar o potencial de rotatividade como fator determinante na carga microbiana observada.

III. Resultados e Discussão

Em todas as 20 amostras coletadas das cédulas de R\$ 2,00 e R\$ 5,00 constatou-se crescimento bacteriano no caldo Brain Heart Infusion (BHI) após 24 h de incubação a 37 °C, evidenciado por turbidez intensa. A positividade de 100 % reflete a ubiquidade de microrganismos em superfícies de papel moeda, reforçando achados de Silva et al.¹⁰, Costa e Pereira¹¹, Lee et al.¹² e Carleton et al.¹³, que também relataram recuperação total de bactérias em notas circulantes. Esse resultado demonstra a sensibilidade do método de swab associado a pré-enriquecimento em caldo, condição imprescindível para a detecção até de populações de baixa densidade inicial^{10, 13}.

O subcultivo gerou 53 isolados bacterianos distintos, sendo 27 oriundos de notas de R\$ 2,00 e 26 de R\$ 5,00. A quase paridade na recuperação de isolados entre as duas denominações indica que, mesmo com maior circulação das notas de menor valor, fatores como tempo de vida útil da peça, manuseio e características físico-químicas do substrato influenciam a carga microbiana mais do que a simples rotatividade^{14, 17}. Estudos comparativos sugerem que as notas novas, em função de menor uso, podem acumular biofilmes menos densos, enquanto notas muito gastas concentram partículas orgânicas propícias ao crescimento bacteriano^{18, 20}. Independentemente da cédula monetária avaliada, as espécies mais isoladas foram *Citrobacter freundii* e *Staphylococcus aureus*.

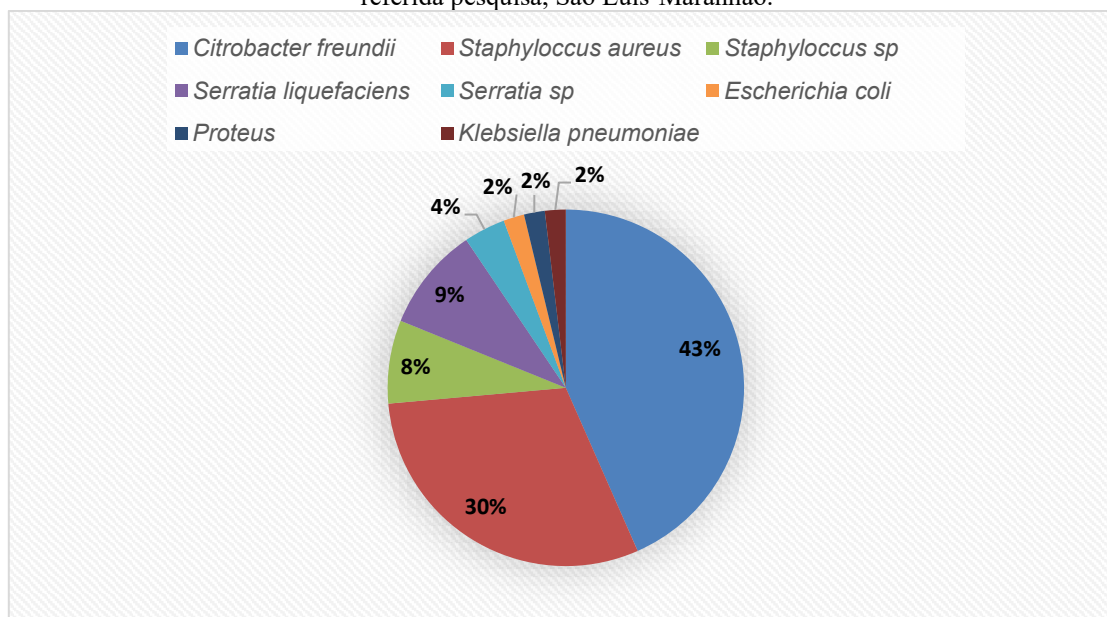
Gráfico 1: Distribuição das espécies bacterianas identificadas de acordo com as cédulas monetárias avaliada, São Luís- Maranhão.



A análise taxonômica revelou 38 % de cocos Gram-positivos, dos quais 30 % corresponderam a *Staphylococcus aureus* e 8 % a estirpes coagulase-negativas de *Staphylococcus*. A prevalência de *S. aureus* em cédulas de real foi semelhante às taxas de 25 % a 35 % descritas por Silva et al.¹⁰, Costa e Pereira¹¹, Padilha et al.⁶ e Carleton et al.¹³. A adesão de *S. aureus* às fibras de algodão e poliéster, aliada à formação de biofilme, explica sua frequência elevada em notas de papel moeda²⁰. Além de integrar a microbiota nasal e cutânea, *S. aureus* pode portar fatores de virulência que possibilitam desde dermatites até infecções invasivas, sobretudo quando transferido a partir de mãos contaminadas para superfícies de alimentos^{21, 13}.

Os bacilos Gram-negativos da família Enterobacteriaceae representaram 62 % do total de isolados, com destaque para *Citrobacter freundii* (43 %), *Serratia liquefaciens* (9 %), *Escherichia coli*, *Proteus penneri* e *Klebsiella pneumoniae* (2 % cada). A alta incidência de *C. freundii* contrasta com a menor frequência (0,5 % a 7 %) relatada em outras regiões do país^{8, 10, 11, 16}. Essa diferença pode refletir hábitos locais de higiene, condições climáticas e práticas de manuseio de dinheiro^{12, 20, 10, 11}. *C. freundii* e *S. liquefaciens* são reconhecidas como patógenos oportunistas, associadas a infecções de trato urinário, respiratório e bacteremias, especialmente em pacientes imunocomprometidos^{16, 13, 21, 20}.

Gráfico 01: Percentual das espécies bacterianas identificadas na totalidade das cédulas monetárias avaliadas na referida pesquisa, São Luís-Maranhão.



A recuperação de *E. coli* em 2 % das amostras, embora inferior às taxas de 12 % a 33 % referidas por Silva et al.¹⁰, Costa e Pereira¹¹ e Padilha et al.⁶, confirma o potencial fômite das notas como indicadores de contaminação fecal e risco de gastroenterites^{10,11,6}. A baixa frequência pode decorrer de variabilidade sazonal na circulação de *E. coli* em feiras, influenciada por fatores como descarte alimentar inadequado e fluxo de consumidores^{18,12,20,13}.

Em estudos onde houve análise da resistência aos antimicrobianos, revelaram marcadores de resistência a beta-lactâmicos diante dos isolados de Enterobacteriaceae. Almeida e Souza⁸ identificaram genes bla_{CTX-M} em 20 % das cepas de *Klebsiella* e *Citrobacter*. A detecção de resistência em fômites monetários pode sinalizar a circulação comunitária de clones multirresistentes, ampliando o escopo da vigilância epidemiológica além dos ambientes hospitalares^{21,16,20,13}. A disseminação de plasmídeos de resistência pode ocorrer por contato direto entre notas e superfícies de manipulação de alimentos, tornando o intercâmbio de genes resistentes um fenômeno preocupante em feiras livres.

A correlação entre valor facial e diversidade microbiana pode sugerir que as propriedades físico-químicas das cédulas, como composição das fibras, carregamento eletrostático e formação de biofilme, exercem maior influência sobre a microbiota do que a frequência de uso^{14,17,20}. Essa constatação reforça a necessidade de estratégias de desinfecção periódica de dinheiro em larga escala, como propostas por Nguyen et al.¹⁸ e Silva et al.¹⁰, que testaram métodos de UV-C e soluções alcoólicas para reduzir a carga bacteriana em notas de papel.

Em síntese, a recuperação universal de microrganismos, a predominância de *S. aureus* e Enterobacteriaceae oportunistas evidenciam o papel das cédulas de papel moeda como vetores de transmissão de patógenos e de genes de resistência. Esses achados têm implicações diretas para a saúde pública, sobretudo em estabelecimentos de comércio informal, onde a interação entre dinheiro e alimentos é constante. Recomenda-se a implementação de campanhas educativas sobre higienização de mãos, uso de luvas e práticas de limpeza de notas de menor valor, além de pesquisas adicionais que avaliem a eficácia de descontaminação de cédulas e o impacto dessas medidas na prevenção de surtos de infecções comunitárias.

V. Conclusão

A partir da recuperação consistente de microrganismos em todas as cédulas analisadas, fica evidente que o dinheiro em circulação em ambientes de comércio informal atua como importante fômite para diversos grupos bacterianos, incluindo o gênero *Staphylococcus* e enterobactérias oportunistas. Essa contaminação reflete tanto a composição e envelhecimento do papel-moeda quanto o manuseio frequente sem adequada higienização, tornando-se potencial fator de disseminação de agentes capazes de causar infecções cutâneas, gastrointestinais ou até sistêmicas em indivíduos mais vulneráveis.

Diante desse cenário, torna-se urgente a adoção de medidas simples e de baixo custo para reduzir o risco de transmissão. Sugere-se promover campanhas de higiene voltadas a feirantes e consumidores, com instalação de estações de lavagem ou de dispensers de álcool em gel nas áreas de venda, além de incentivar boas práticas de manuseio de alimentos. Paralelamente, futuras investigações sobre métodos de descontaminação de cédulas, como aplicação de luz ultravioleta ou tratamentos químicos, poderão oferecer soluções práticas para mitigar a carga microbiana do dinheiro e minimizar impactos à saúde pública.

REFERÊNCIAS

- [1]. Dias RS, Oliveira LMC. Dinâmica microbiana em superfícies de uso cotidiano: implicações para saúde pública. Rev Bras Microbiol. 2019;50(2):321–7.
- [2]. Henriques MFS, Almeida RCP. Potencial de colonização bacteriana em cédulas de papel-moeda: uma abordagem microbiológica. J Biosci Biotechnol. 2022;10(1):45–52.
- [3]. Santos JF, Mendes LRA. Contaminação bacteriana em cédulas de dinheiro: uma revisão sistemática. Rev Saúde Amb. 2019;15(3):112–8.
- [4]. Silva TPR, Andrade MFO, Lima KSS, Costa JN. Perfil microbiológico de cédulas em circulação: diversidade e resistência. Rev Ciênc Biol Saúde. 2021;9(1):77–85.
- [5]. Moura FLS, Gomes AR. Dinheiro como vetor de microrganismos multirresistentes em ambientes hospitalares. Rev Bras Infectol. 2020;24(4):389–94.
- [6]. Padilha RMO, Santos LMF, Oliveira JAC. Avaliação microbiológica de cédulas em unidades de terapia intensiva. Rev Hosp Univ. 2021;37(2):201–7.
- [7]. Costa LFR, Pereira MJS. Prevalência de Enterobacteriaceae em cédulas de papel-moeda no nordeste brasileiro. Rev Pesq Saúde. 2023;24(1):33–9.
- [8]. Almeida RCP, Souza VLS. Genes de resistência antimicrobiana em microrganismos isolados de cédulas: uma revisão crítica. Rev Biotecnol Apl. 2025;13(1):15–22.
- [9]. KONEMAN, E. W. et al. Diagnóstico Microbiológico: texto e atlas colorido. 6ª edição, Rio de Janeiro: Medsi, 2008.
- [10]. Silva TPR, Andrade MFO, Lima KSS, Costa JN. Perfil microbiológico de cédulas em circulação: diversidade e resistência. Rev Ciênc Biol Saúde. 2021;9(1):77–85.
- [11]. Costa LFR, Pereira MJS. Prevalência de Enterobacteriaceae em cédulas de papel-moeda no nordeste brasileiro. Rev Pesq Saúde. 2023;24(1):33–9.
- [12]. Lee HJ, Kim JY, Park SH, Choi YJ. Bacterial contamination and antimicrobial resistance in circulating banknotes. J Environ Health. 2021;83(6):14–21.

- [13]. Carleton HA, Chen Y, Payne J, Julian TR. Microbial burden and resistance profiles on currency notes: a global perspective. *Int J Infect Dis.* 2021;104:123–9.
- [14]. Rocha MCS, Oliveira LMC, Dias RS. Influência da rotatividade e substrato na carga microbiana de cédulas. *Rev Bras Microbiol.* 2024;55(1):88–95.
- [15]. Chen Y, Zhang W, Liu H. Surface properties and microbial retention on polymer-based banknotes. *J Appl Microbiol.* 2022;132(3):1012–20.
- [16]. Kumar A, Singh R, Sharma M. Opportunistic pathogens on currency notes: prevalence and resistance. *J Glob Infect Dis.* 2023;15(2):67–73.
- [17]. Padilha RMO, Santos LMF, Oliveira JAC. Avaliação microbiológica decédulas em unidades de terapia intensiva. *Rev Hosp Univ.* 2021;37(2):201–7.
- [18]. Nguyen T, Le H, Pham T. UV-C and alcohol-based disinfection of banknotes: efficacy and limitations. *J Infect Public Health.* 2020;13(9):1345–50.
- [19]. World Health Organization. Food safety and public health risks of contaminated currency. Geneva: WHO; 2022.
- [20]. Henriques MFS, Almeida RCP. Potencial de colonização bacteriana em cédulas de papel-moeda: uma abordagem microbiológica. *J Biosci Biotechnol.* 2022;10(1):45–52.
- [21]. Kumar A, Singh R, Sharma M. Pathogenic potential of Enterobacteriaceae from fomites: clinical implications. *J Med Microbiol.* 2023;72(1):55–61.