



Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Como Vetores Mecânicos e Agentes de Contaminação Cruzada por *Staphylococcus Aureus* e Outras Bactérias em Cozinhas Residenciais de Barretos, SP

Ants (Hymenoptera: Formicidae) as Mechanical Vectors and Agents of Cross-Contamination by Staphylococcus Aureus and Other Bacteria in Residential Kitchens in Barretos, SP

Kaique Gonçalves Avelar

Rosângela de Carvalho Goulart Guedes Prado

Resumo: As formigas são insetos sociais altamente adaptados ao ambiente urbano, onde encontram condições favoráveis para nidificação e acesso a alimentos. Essa proximidade com o ser humano favorece sua atuação como potenciais vetores mecânicos de microrganismos, incluindo bactérias de relevância clínica. O presente estudo teve como objetivo identificar bactérias carreadas por formigas coletadas em cozinhas residenciais da cidade de Barretos, SP. Entre março e junho de 2025, foram realizadas coletas utilizando potes estéreis contendo mel como isca atrativa. As amostras foram processadas em condições assépticas, inoculadas em caldo Brain Heart Infusion (BHI) e posteriormente cultivadas em Ágar Nutriente. A identificação bacteriana foi realizada por meio de coloração de Gram e testes bioquímicos complementares. Foram detectados *Bacillus subtilis*, *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus*, microrganismos comumente associados a ambientes clínicos e comunitários. Foram realizadas caracterizações morfofisiológicas que possibilitaram o agrupamento das colônias por características morfológicas e a identificação de possíveis espécies. Em seguida, aplicaram-se testes bioquímicos complementares para a confirmação e identificação das bactérias isoladas. Os resultados obtidos reforçam a importância dos testes bioquímicos clássicos na microbiologia clínica e ambiental, bem como destacam o papel das formigas como potenciais vetores de bactérias patogênicas em ambientes domésticos. Esses achados evidenciam a necessidade de medidas de biossegurança e controle de pragas, visando reduzir os riscos de contaminação alimentar e de disseminação de microrganismos multirresistentes.

Palavras-chave: formigas; bactérias; vetores mecânicos; microbiologia; saúde pública.

Abstract: Ants are social insects highly adapted to urban environments, where they find favorable conditions for nesting and access to food sources. This proximity to humans favors their role as potential mechanical vectors of microorganisms, including clinically relevant bacteria. The present study aimed to identify bacteria carried by ants collected in residential kitchens in the city of Barretos, SP, Brazil. Between March and June 2025, collections were carried out using sterile containers with honey as an attractive bait. Samples were processed under aseptic conditions, inoculated into Brain Heart Infusion (BHI) broth, and subsequently cultured on Nutrient Agar. Bacterial identification was performed through Gram staining and complementary biochemical tests. *Bacillus subtilis*, *Proteus mirabilis*, and *Staphylococcus aureus* were detected, microorganisms commonly associated with both clinical and community environments. Morphophysiological characterizations were carried out, enabling the grouping of colonies by morphological characteristics and the identification of possible

species. Subsequently, complementary biochemical tests were applied for the confirmation and identification of the isolated bacteria. The results reinforce the importance of classical biochemical tests in clinical and environmental microbiology, as well as highlight the role of ants as potential vectors of pathogenic bacteria in domestic environments. These findings emphasize the need for biosafety measures and pest control to reduce the risks of food contamination and the spread of multidrug-resistant microorganisms.

Keywords: ants; bacteria; mechanical vectors; microbiology; public health.

INTRODUÇÃO

Dentre os insetos sociais, as formigas destacam-se por serem os que melhor se adaptaram ao ambiente urbano. Essa capacidade adaptativa está diretamente relacionada à facilidade de acesso a alimento, umidade e locais propícios para a construção de seus ninhos (Buczowski, 2010). Em virtude dessa plasticidade ecológica, formigas estão amplamente distribuídas em ambientes domésticos e institucionais, tornando-se um desafio constante para o controle populacional.

Esses insetos podem causar sérios problemas quando ocorrem em fábricas de alimentos, padarias, restaurantes, escritórios, instituições de pesquisa, biotérios, zoológicos, museus, cabines de eletricidade e centrais telefônicas. Além disso, constituem um perigo potencial à saúde pública quando a infestação ocorre em hospitais, devido à capacidade de transportar microrganismos patogênicos, atuando como vetores mecânicos de diferentes bactérias (Fowler *et al.*, 1993; Pereira; Ueno, 2008).

Estudos apontam que as formigas podem carrear tanto bactérias *endossimbiontes* como bactérias patogênicas de relevância clínica (Da Costa *et al.*, 2006). Essa transmissão está associada a variadas situações, como alimentos estocados e lixo (doméstico, hospitalar e em geral) em ambientes de grande circulação, favorecendo a contaminação cruzada (Fontana *et al.*, 2010; Salyer; Bennett; Buczowski, 2014). Pesquisas realizadas em hospitais, por exemplo, já demonstraram que espécies de formigas estão relacionadas à disseminação de patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, microrganismos responsáveis por infecções hospitalares de difícil controle (Rodrigues *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2019).

No ambiente domiciliar, a presença de formigas na cozinha representa risco adicional, visto que este é o local de preparo, manipulação e armazenamento de alimentos. A circulação desses insetos entre superfícies contaminadas, lixo doméstico e utensílios de cozinha cria condições ideais para o transporte de bactérias, elevando o potencial de contaminação alimentar (Oliveira; Campos-Farinha, 2005; Moreira *et al.*, 2021).

Além disso, a proximidade das formigas com o ambiente humano tem sido associada à veiculação de bactérias multirresistentes, representando um desafio ainda maior para a saúde pública. Pesquisas recentes apontam que espécies de formigas coletadas em ambientes urbanos carregam cepas resistentes a antibióticos

como β -lactâmicos e aminoglicosídeos, o que pode contribuir para a disseminação da resistência bacteriana (Lopes *et al.*, 2020; Freire *et al.*, 2022). Esse achado reforça a importância de considerar esses insetos como potenciais agentes na cadeia epidemiológica das infecções.

Do ponto de vista ecológico, a interação das formigas com diferentes micro-habitats dentro das residências, como ralos, frestas, pias e depósitos de lixo, amplia a diversidade de microrganismos transportados por esses insetos (Nascimento *et al.*, 2014). Essa plasticidade comportamental, somada à sua grande capacidade de mobilidade, favorece a dispersão rápida de bactérias em ambientes domésticos e institucionais.

A relevância de estudos sobre formigas em ambientes urbanos não se restringe apenas ao impacto direto na saúde, mas também ao aspecto socioeconômico. Infestações em indústrias alimentícias, por exemplo, podem ocasionar perdas financeiras, interdições sanitárias e riscos de surtos de doenças de origem alimentar (Buczowski; Bennett, 2007). Assim, compreender o papel desses insetos como vetores de microrganismos é fundamental para subsidiar medidas de biossegurança e controle.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo detectar as bactérias carregadas por formigas coletadas em diferentes residências da cidade de Barretos, SP, com foco específico no ambiente da cozinha domiciliar, bem como identificar e classificar os diferentes tipos de bactérias transportadas por esses insetos.

OBJETIVO GERAL

Investigar o potencial das formigas como vetores de bactérias em ambientes domésticos, por meio da coleta, isolamento e identificação de microrganismos presentes nesses insetos.

Objetivos Específicos

- Realizar coletas de formigas em cozinhas residenciais utilizando mel como isca atrativa.
- Processar as amostras em condições assépticas para o isolamento das bactérias.
- Caracterizar morfolologicamente as colônias obtidas em meio de cultura.
- Identificar as bactérias isoladas por meio de coloração de Gram e provas bioquímicas.
- Avaliar a relevância dos microrganismos encontrados em relação à saúde pública e ao risco de contaminação alimentar.

Materiais e Métodos

Entre os meses de março e junho de 2025, foram realizadas coletas de formigas em sete casas residenciais na área da cozinha na cidade de Barretos,

SP. Para a captura, utilizaram-se potes estéreis contendo mel como isca atrativa, posicionados sobre a pia da cozinha de diferentes residências. Após a entrada dos insetos, os recipientes foram cuidadosamente fechados e transportados ao laboratório para posterior processamento.

A transferência das formigas para os meios de cultivo foi realizada com auxílio de swabs estéreis, garantindo a assepsia durante o procedimento. Todas as etapas foram conduzidas na zona asséptica formada pela chama do bico de Bunsen. Em seguida, grupos de três formigas foram inoculados em tubos contendo caldo Brain Heart Infusion (BHI) e incubados a 37 °C por 24 horas, com o objetivo de promover o enriquecimento bacteriano.

Decorrido o período de incubação, o caldo BHI apresentou-se visivelmente turvo. Posteriormente, procedeu-se ao semeio em placas de Ágar Nutriente, utilizando a técnica de esgotamento, a fim de obter colônias bacterianas isoladas. Durante todas as manipulações, os procedimentos foram realizados dentro da zona de segurança da chama do bico de Bunsen, evitando contaminações cruzadas. Além disso, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) foi rigorosamente seguido, em conformidade com as normas de biossegurança vigentes, assegurando tanto a segurança do pesquisador quanto a integridade das amostras.

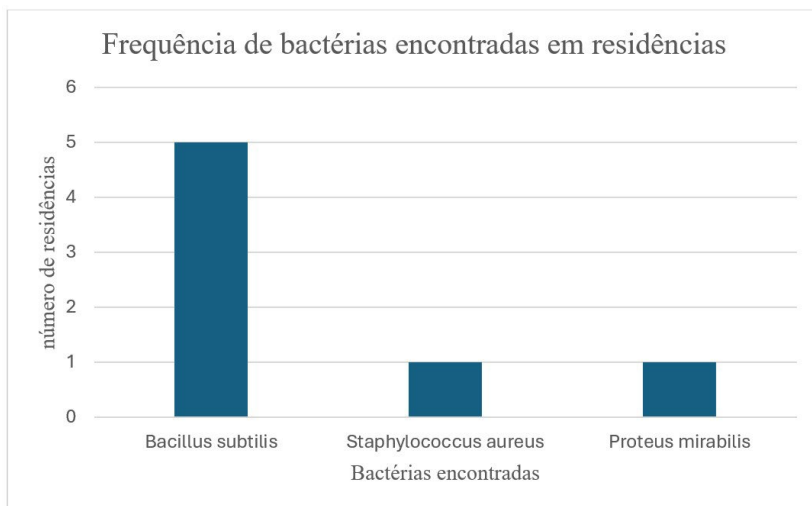
Na sequência, as amostras foram incubadas por 24 horas a 37 °C. As colônias resultantes foram avaliadas inicialmente por inspeção visual, considerando características como textura, forma e bordas. Em seguida, realizou-se a coloração de Gram para identificação preliminar. Nas quatro primeiras análises, observou-se a predominância de bastonetes Gram-positivos (coloração roxa), compatíveis com *Bacillus subtilis*. Já na quinta análise, constatou-se coloração vermelha, indicando a presença de bacilos Gram-negativos.

Diante dessa variação morfológica, foram realizadas-se testes bioquímicos complementares, com a finalidade de confirmar a identidade bacteriana e possibilitar uma caracterização mais detalhada dos microrganismos associados às formigas coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação bacteriana por meio de provas bioquímicas constitui uma ferramenta fundamental na microbiologia clínica e ambiental, pois permite não apenas a diferenciação entre gêneros e espécies, mas também a compreensão de aspectos fisiológicos e metabólicos dos microrganismos analisados. No presente estudo, foram realizadas coletas de formigas em sete cozinhas residenciais da cidade de Barretos, SP. Destas, em cinco residências foi identificado *Bacillus subtilis*, em uma residência *Staphylococcus aureus* e em outra *Proteus mirabilis*. Cada um desses microrganismos apresentou características bioquímicas típicas que fortaleceram sua classificação taxonômica.

Gráfico 1 – Frequência de bactérias encontradas em cozinhas de residências em Barretos – SP.



Fonte: autoria própria, 2025.

Na figura 02, observamos que *Bacillus subtilis* é uma bactéria Gram-positiva, que se destaca por sua parede celular espessa, composta por uma camada de peptidoglicano e ácidos teicoicos. Durante o teste de coloração de Gram, essas bactérias retêm o corante cristal violeta, aparecendo em tons de azul-púrpura ao microscópio. *B. subtilis* é aeróbia estrita e formadora de esporos, comumente encontrada no solo e em ambientes laboratoriais. Nos testes bioquímicos, apresentou resultado positivo para catalase, evidenciando sua capacidade de decompor o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, característica marcante do gênero *Bacillus*. Além disso, destacou-se pela produção de enzimas extracelulares, como a amilase, detectada em ensaio de hidrólise de amido, confirmando sua habilidade de degradar macromoléculas. Resultados como estes estão de acordo com os achados de Silva *et al.* (2020), que descrevem *B. subtilis* como uma espécie de grande importância biotecnológica, utilizada em processos industriais e como modelo experimental em estudos genéticos e fisiológicos.

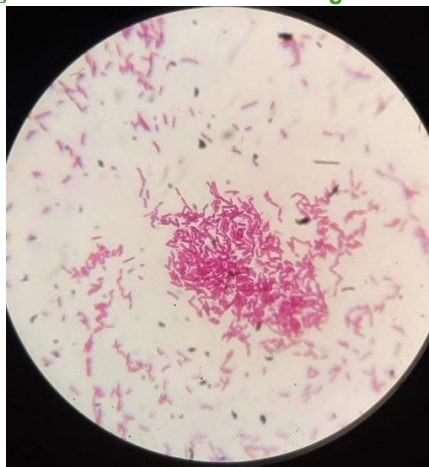
Figura 2 - Coloração de Gram de *Bacillus subtilis*.



Fonte: autoria própria, 2025.

Na figura 03, observa-se *Proteus mirabilis*, uma bactéria Gram-negativa que se apresenta em forma de bastonete, facultativamente anaeróbia, pertencente à família Enterobacteriaceae. Essa espécie é frequentemente isolada em infecções do trato urinário, especialmente em pacientes com cateteres de longa duração. Nos ensaios bioquímicos, *P. mirabilis* apresentou perfil positivo para urease, característica determinante da espécie, pois a enzima promove a hidrólise da ureia em amônia, elevando o pH do meio. Adicionalmente, demonstrou motilidade, exibindo o típico fenômeno de swarming em meios sólidos, conferindo rápida disseminação na superfície do ágar. Nos testes de fermentação, observou-se fermentação da glicose com produção de gás e indol negativo, reforçando sua diferenciação de outras enterobactérias. Esses resultados corroboram os achados de Costa *et al.* (2019), que destacam *P. mirabilis* como um patógeno oportunista relevante, principalmente em pacientes sondados ou com predisposição a infecções urinárias recorrentes.

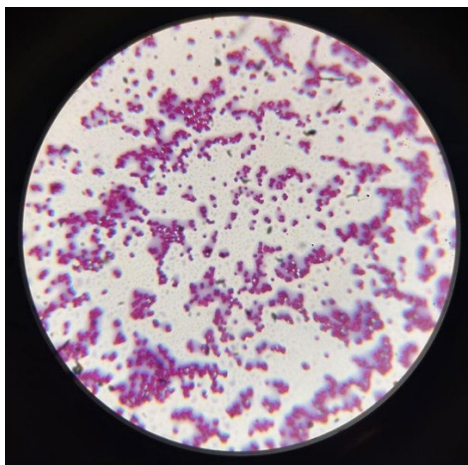
Figura 3 - Coloração e características morfológicas de *Proteus mirabilis*.



Fonte: autoria própria, 2025.

Na figura 04, observa-se *Staphylococcus aureus*, uma bactéria Gram-positiva de formato esférico (coco), frequentemente presente na microbiota de humanos e animais, especialmente na pele e nas narinas. Apesar de sua presença comum, pode causar infecções leves ou graves, como pneumonia, septicemia e síndromes tóxicas, principalmente quando há lesão ou imunidade comprometida. Nos testes bioquímicos, *S. aureus* apresentou resultado positivo para catalase e coagulase, permitindo distingui-lo de outros estafilococos coagulase-negativos e indicando maior patogenicidade. Além disso, fermentou manitol, alterando a coloração do meio para amarelo devido à produção de ácido, característica diferencial dessa espécie. Esses achados corroboram Oliveira *et al.* (2021), que descrevem *S. aureus* como um agente relevante de infecções hospitalares e comunitárias, incluindo casos de resistência antimicrobiana, como MRSA (Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*).

Figura 4 - Coloração e características morfológicas de *Staphylococcus aureus*.



Fonte: autoria própria, 2025.

De maneira geral, os resultados obtidos evidenciam a importância dos testes bioquímicos clássicos na identificação bacteriana, mesmo diante do avanço das técnicas moleculares. A caracterização de *Bacillus subtilis*, *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus* ilustra como o perfil metabólico e enzimático pode fornecer informações fundamentais para o diagnóstico microbiológico, a prevenção de contaminações e a compreensão da ecologia desses microrganismos. Além disso, ressalta-se que a correlação entre os resultados laboratoriais e os dados descritos na literatura fortalece a confiabilidade da identificação realizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que formigas coletadas em cozinhas residenciais da cidade de Barretos, SP, podem atuar como vetores mecânicos de

microrganismos de relevância clínica, entre eles *Bacillus subtilis*, *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus*. A utilização de técnicas microbiológicas clássicas, como coloração de Gram e testes bioquímicos, mostrou-se eficaz para a identificação bacteriana, ressaltando sua importância no diagnóstico laboratorial. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de medidas de biossegurança e controle de pragas em ambientes domésticos, uma vez que a circulação das formigas entre superfícies contaminadas e áreas de preparo de alimentos favorece a contaminação cruzada e amplia o risco de disseminação de patógenos. Dessa forma, a pesquisa contribui para o entendimento do papel desses insetos na cadeia epidemiológica das infecções e aponta para a relevância de estratégias preventivas e educativas voltadas à saúde pública.

REFERÊNCIAS

- BUCZKOWSKI, G. **Extreme life history plasticity and the evolution of invasive characteristics in a native ant**. *Biological Invasions*, v. 12, n. 9, p. 3343–3349, 2010.
- BUCZKOWSKI, G.; BENNETT, G. W. **Behavioral interactions between ants and their significance in urban ecosystems**. *Urban Ecosystems*, v. 10, n. 2, p. 149–162, 2007.
- COSTA, R. O.; MOURA, G. S.; LIMA, V. F. **Perfil bioquímico e importância clínica de *Proteus mirabilis***. *Jornal Brasileiro de Microbiologia Clínica*, v. 51, n. 3, p. 122–130, 2019.
- COSTA, R. O.; MOURA, G. S.; LIMA, V. F. **Perfil bioquímico e importância clínica de *Proteus mirabilis***. *Jornal Brasileiro de Microbiologia Clínica*, v. 51, n. 3, p. 122–130, 2019.
- DA COSTA, S. B. *et al.* **Formigas como vetores mecânicos de microrganismos em ambiente hospitalar**. *Revista de Saúde Pública*, v. 40, n. 6, p. 1049–1052, 2006.
- FONTANA, R.; WETTERER, J.; LOECK, A. E. **Urban ants as vectors of pathogens in hospitals and schools**. *Sociobiology*, v. 55, n. 2, p. 539–552, 2010.
- FOWLER, H. G. *et al.* **Pest ants in urban medical systems: hospital infestations by *Pheidole megacephala* (F.), *Solenopsis saevissima* (F. Smith) and *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)**. *Insect Science and its Application*, v. 14, n. 2, p. 237–244, 1993.
- FREIRE, J. C. *et al.* **Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in urban environments**. *Frontiers in Public Health*, v. 10, p. 834512, 2022.
- LOPES, R. B. *et al.* **Ants as vectors of multidrug-resistant bacteria in healthcare and community environments**. *Journal of Medical Microbiology*, v. 69, n. 10, p. 1282–1289, 2020.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BROCK, T. D. **Brock Biology of Microorganisms**. 15th ed. New York: Pearson, 2018.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BROCK, T. D. **Brock Biology of Microorganisms**. 15th ed. New York: Pearson, 2018.

MOREIRA, D. D. O. *et al.* **Household ants and bacterial contamination in food environments**. Journal of Food Protection, v. 84, n. 5, p. 819–825, 2021.

NASCIMENTO, F. S. *et al.* **Ant biodiversity and microbial association in urban habitats**. Urban Ecosystems, v. 17, n. 4, p. 1069–1079, 2014.

OLIVEIRA, A. G.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. **Formigas urbanas: importância e controle**. Biológico, v. 67, n. 1/2, p. 47–49, 2005.

OLIVEIRA, D. M.; SANTOS, J. P.; BARBOSA, A. M. **Caracterização fenotípica e resistência antimicrobiana em Staphylococcus aureus**. Revista Brasileira de Infectologia, v. 25, n. 4, p. 67-75, 2021.

OLIVEIRA, D. M.; SANTOS, J. P.; BARBOSA, A. M. **Caracterização fenotípica e resistência antimicrobiana em Staphylococcus aureus**. Revista Brasileira de Infectologia, v. 25, n. 4, p. 67-75, 2021.

PEREIRA, A. C. N.; UENO, M. **Formigas como vetores de microrganismos em ambiente hospitalar**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 41, n. 5, p. 501–504, 2008.

RODRIGUES, L. B. *et al.* **Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Luís, Maranhão State, Brazil**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 41, n. 5, p. 492–495, 2008.

SALYER, A.; BENNETT, G.; BUCZKOWSKI, G. **Behavioral and demographic changes in the odorous house ant, Tapinoma sessile, associated with urbanization**. PLoS ONE, v. 9, n. 3, e91636, 2014.

SANTOS, R. F. *et al.* **Disseminação de bactérias multirresistentes por formigas em hospitais: uma revisão**. Revista Brasileira de Análises Clínicas, v. 51, n. 2, p. 174–180, 2019.

SILVA, M. A.; PEREIRA, L. F.; ALMEIDA, R. S. **Bacillus subtilis: características fisiológicas e aplicações biotecnológicas**. Revista de Microbiologia Aplicada, v. 12, n. 2, p. 45-53, 2020.

SILVA, M. A.; PEREIRA, L. F.; ALMEIDA, R. S. **Bacillus subtilis: características fisiológicas e aplicações biotecnológicas**. Revista de Microbiologia Aplicada, v. 12, n. 2, p. 45-53, 2020.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.