



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LAISSA KAROLLINE GOMES DE MORAIS**

**MICROBIOTA ASSOCIADA A FORMIGAS COLETADAS EM UM HOSPITAL DE  
CAMPINA GRANDE (PB): DIVERSIDADE E SENSIBILIDADE A ANTIBIÓTICOS**

**CAMPINA GRANDE  
2019**

LAISSA KAROLLINE GOMES DE MORAIS

**MICROBIOTA ASSOCIADA A FORMIGAS COLETADAS EM UM HOSPITAL DE  
CAMPINA GRANDE (PB): DIVERSIDADE E SENSIBILIDADE A ANTIBIÓTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação de Ciências Biológicas, do Departamento de Biologia, da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Carla de Lima Bicho.

**Coorientadora:** Profa. Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos

**CAMPINA GRANDE  
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M827m    Morais, Laissa Karolline Gomes de.  
Microbiota associada a formigas coletadas em um Hospital de Campina Grande (PB) [manuscrito] : diversidade e sensibilidade a antibióticos / Laissa Karolline Gomes de Morais. - 2019.  
35 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2019.  
"Orientação : Profa. Dra. Carla de Lima Bicho , Departamento de Biologia - CCBS."  
"Coorientação: Profa. Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos , Departamento de Biologia - CCBS."  
1. Microbiota. 2. Bactérias resistentes. 3. Unidades de Tratamento Intensivo. 4. Tapinoma melanocephalum. I. Título  
21. ed. CDD 579.3

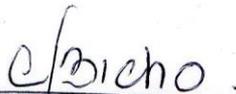
LAISSA KAROLLINE GOMES DE MORAIS

**MICROBIOTA ASSOCIADA A FORMIGAS COLETADAS EM UM HOSPITAL DE  
CAMPINA GRANDE (PB): DIVERSIDADE E SENSIBILIDADE A ANTIBIÓTICOS**

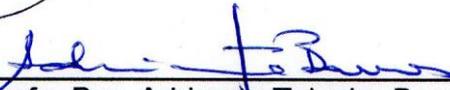
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado a Coordenação de Ciências  
Biológicas, do Departamento de Biologia,  
da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 21/08/19.

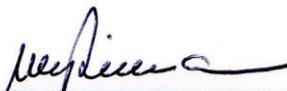
**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Carla de Lima Bicho (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Adrianne Teixeira Barros  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Maria José Lima Silva  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha mãe, pela dedicação, empenho e apoio, que não mediu esforços para que eu chegasse até aqui, à senhora DEDICO.

“A quem me pergunta se sou pessimista ou otimista, respondo que o meu conhecimento é de pessimista, mas a minha vontade e a minha esperança são de otimista.” Albert Schweitzer

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Esquema do procedimento de coleta das formigas em um hospital de Campina Grande (PB) .....	13
Figura 2 –	Esquema do procedimento de semeadura por esgotamento do caldo BHI (Brain Heart Infusion Broth) em placas com meios de cultura seletivos para o isolamento de colônias de bactérias.....	14
Figura 3 –	Esquema da preparação do esfregaço para a coloração de Gram a partir das placas de Petri com crescimento de colônias isoladas e a seguir, os testes bioquímicos.....	15
Figura 4 –	Esquema do processo para avaliar a resistência ou sensibilidade bacteriana frente a diferentes antibióticos (antibiograma).....	17
Figura 5 –	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Insecta, Formicidae) coletada em hospital de Campina Grande (PB), 2019. (A) Vista dorsal (B) Vista lateral (C) Vista ventral.....	17
Figura 6 –	<i>Bacillus</i> spp. observados em microscópio óptico (1.000x). (A) Morfotipo I de <i>Bacillus</i> spp.; (B) Endósporos (C); Morfotipo II de <i>Bacillus</i> spp. ....	18
Figura 7 –	<i>Staphylococcus</i> spp., cocos Gram-positivos observados em microscópio óptico (1000x) .....	19
Figura 8 –	Bacilos Gram-negativos observados em microscópio óptico (1000x) .....	19
Figura 9 –	Identificação de <i>Pantoea agglomerans</i> (A) e <i>Citrobacter freundii</i> (B) por meio dos testes bioquímicos .....	19
Figura 10 –	Antibiograma realizado para a amostra de <i>Citrobacter freundii</i> evidenciando o perfil de resistência da cepa .....	21
Figura 11 –	Antibiograma realizado para <i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa) quanto resistência à Oxacilina. As bactérias que tiveram formação de halos foram classificadas como sensíveis, e como resistentes as que não formaram halos .....	21

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Frequência absoluta e relativa das bactérias isoladas de *Tapinoma melanocephalum* (Insecta, Formicidae) coletada em hospital de Campina Grande (PB), 2019 ..... 18
- Tabela 2 – Relação entre os isolados bacterianos, o ponto de amostragem e abundância de espécimes de *Tapinoma melanocephalum* (Insecta, Formicidae) coletados em hospital de Campina Grande (PB), 2019. 20
- Tabela 3 – Perfil de resistência das amostras de bactérias isoladas frente aos 13 antibióticos testados ..... 22

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Local de amostragem.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Coleta das formigas.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Análise da diversidade microbiana .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Identificação do material biológico .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5</b>	<b>Antibiograma .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
	<b>APÊNDICE A – CARACTERIZAÇÃO DOS ANTIBIÓTICOS</b>	
	<b>UTILIZADOS NO TESTE DE RESISTÊNCIA .....</b>	<b>33</b>

## MICROBIOTA ASSOCIADA A FORMIGAS COLETADAS EM UM HOSPITAL DE CAMPINA GRANDE (PB): DIVERSIDADE E SENSIBILIDADE A ANTIBIÓTICOS

Laissa Karolline Gomes de Morais\*

### RESUMO

A presente pesquisa objetiva investigar a diversidade da microbiota associada a formigas coletadas em um hospital de Campina Grande (PB) e averiguar a sensibilidade dessas bactérias a antibióticos. Foram realizadas três coletas em maio e junho de 2019, no período matutino. A coleta ativa das formigas foi realizada com papel Kraft e pinças estéreis em três Unidades de Tratamento Intensivo. As formigas capturadas, em diferentes locais, foram colocadas em frascos estéreis de boca larga, devidamente etiquetados. Em laboratório, cada frasco coletor recebeu 10 ml de caldo BHI e foi incubado em estufa por 18/24h a 35/37°C. Os frascos com crescimento microbiano foram semeados por esgotamento em meios de cultura seletivos (Ágar Sangue, Ágar de Mac Conkey, Ágar Eosina Azul de Metileno e Ágar Mannitol Sal), em placas de Petri descartáveis, e incubados por 24h a 37°C. As placas com crescimento seguiram para a identificação bacteriana e as com crescimento negativo, ressemeadas. As colônias bacterianas isoladas com diferentes características foram submetidas à coloração de Gram. Nas Gram-positivas foi realizado o teste de coagulase em tubo, consideradas negativas as que não apresentaram formação de coágulos. Nas Gram-negativas foram feitos testes bioquímicos em diferentes substratos. Para o antibiograma, três a quatro colônias isoladas de cada cultura pura foram retiradas e suspensas em tubo de ensaio com solução fisiológica salina estéril. A suspensão salina das bactérias foi espalhada na superfície de uma placa de Petri contendo Agar Mueller Hinton. Após, discos de papel com os antibióticos foram adicionados na superfície do meio de cultura (metodologia de disco-difusão). A resistência das cepas de *Staphylococcus* spp. foi testada para a Oxacilina, enquanto que 13 antibióticos foram avaliados nas Gram-negativas. Foram coletados 126 espécimes de uma única espécie de formiga, a *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius). Foram identificadas 20 cepas de bactérias, cujas Gram-positivas foram *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa) (55%) e *Bacillus* spp. (25%) e as Gram-negativas foram *Pantoea agglomerans* (15%) e *Citrobacter freundii* (5%). As Gram-positivas estiveram presentes em todos os pontos de amostragem. Quanto à resistência a antibióticos, 27,3% das cepas de *Staphylococcus* spp. foram resistentes à Oxacilina. Todas as cepas Gram-negativas foram resistentes à Ceftazidima, Cefoxitina, Cefepime e ao Imipenem. *C. freundii* apresentou a maior diversidade de resistência frente aos 13 antibióticos testados (84,3%) e sensibilidade somente à Polimixina. No estado da Paraíba, o estudo é pioneiro nesta temática e comprova a capacidade de as formigas carrear microrganismos resistentes em ambiente hospitalar.

**Palavras-chave:** *Tapinoma melanocephalum*. Unidades de Tratamento Intensivo. *Staphylococcus* spp. Bactérias multirresistentes.

---

\* Aluna da Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) na Universidade Estadual da Paraíba – campus I. E-mail: kaarolmorais@outlook.com

## ABSTRACT

This research aims to investigate the diversity of microbiota associated with ants collected in a hospital in Campina Grande (PB) and investigate the sensitivity of these bacteria to antibiotics. Three collections were realized in May and June 2019 in the morning. The ants were collected with sterilized kraft paper and tweezers in three Intensive Care Units. The ants captured, in different locations, were placed in aseptic bottles, properly labeled. In the laboratory, each collecting bottles received 10 ml of BHI broth and was incubated for 18/24h at 35/37°C. Bottles with bacterial growth were plating in selective culture media (Blood Agar, Mac Conkey Agar, Methylene Blue Eosin Agar and Mannitol Salt Agar) in disposable Petri dishes and incubated for 24h at 37°C. Plaques with growth were followed for a bacterial identification and negative growth plaques were plating again. Isolated bacterial colonies with different characteristics were subjected to Gram stain testing. In the Gram-positives were realized a tube coagulase tests and those with no clot formation were considered negative. In the Gram-negative were realized biochemical tests on different substrates. For the antibiogram, three or four colonies isolated from each pure culture were removed and suspended in a test tube with sterile saline solution. The bacterial saline suspension was spread on the surface of a Petri dish containing Mueller Hinton Agar. The bacterial saline suspension was spread on the surface of a Petri dish containing Mueller Hinton Agar. Afterwards, paper discs with antibiotics were added to the surface of the culture medium (disc diffusion method). The resistance of *Staphylococcus* spp. was tested for Oxacillin, while 13 antibiotics were evaluated in Gram-negative. We collected 126 specimens of a single ant species, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius). Twenty strains of bacteria were identified, whose Gram-positive were *Staphylococcus* spp. (coagulase negative) (55%) and *Bacillus* spp. (25%) and Gram-negative were *Pantoea agglomerans* (15%) and *Citrobacter freundii* (5%). The Gram positives were present at all sampling points. Regarding antibiotic resistance, 27.3% of *Staphylococcus* spp. were resistant to Oxacillin. All Gram-negative strains were resistant to Ceftazidime, Cefoxitin, Cefepime and Imipenem. *C. freundii* presented the highest diversity of resistance against the 13 tested antibiotics (84.3%) and sensitivity only to Polymyxin. In the state of Paraíba, the study is a pioneer in this theme and proves the ability of ants to carry resistant microorganisms in a hospital ambience.

**Keywords:** *Tapinoma melanocephalum*. Intensive Care Units. *Staphylococcus* spp. Multiresistant bacteria.

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os insetos, as formigas constituem um dos mais proeminentes grupos de organismos terrestres em termos de diversidade, abundância relativa e biomassa animal (KAMINSKI et al., 2009), com aproximadamente um milhão de espécies descritas (CONSTANTINO; DINIZ; MOTTA, 2002). Já foram inventariadas 17 subfamílias, 408 gêneros e 15.570 espécies de formigas no mundo, apesar de estimativas proporem 21.847 espécies em 574 gêneros com distribuição cosmopolita (ANTWIKI, 2019).

A região Neotropical detém 3.000 das espécies descritas, distribuídas em 142 gêneros e 13 subfamílias, abrangendo quase 30% das espécies do mundo, o qual torna esse local um berço de diversidade em relação à mirmecofauna. O Brasil assume uma posição importante, uma vez que abriga metade dessas espécies, contabilizando 1.458 distribuídas em 111 gêneros (BACCARO et al., 2015).

As formigas são conhecidas por serem insetos sociais verdadeiros, ou seja, apresentam sobreposição de gerações, cuidado cooperativo com a prole e divisão de trabalho. Distribuem-se abundantemente por todos os ambientes terrestres do planeta, desde o círculo ártico às partes mais remotas do hemisfério sul (HOLLDOBLER; WILSON, 1990).

Em meio aos insetos sociais, as formigas são os organismos que mais se adaptaram ao ambiente urbano, pois compartilham habitats com a espécie humana e se beneficiam dos recursos disponibilizados pela mesma, tais como abrigo, alimento e locais propícios para a construção de seus ninhos, o que as caracteriza como animais sinantrópicos (MORAIS, 2007; BARBOSA et al, 2014; SOARES et al., 2006).

Estudos sobre a ocorrência de formigas em ambientes urbanos, realizados desde a década de 1980, elencam mais de duas dezenas de espécies que podem ser consideradas pragas e causar sérios danos nos locais em que são encontradas, como em residências, estabelecimentos comerciais e hospitais (CAMPOS et al., 2002).

Nesse âmbito, são consideradas formigas urbanas as espécies que ocupam o mesmo espaço que o homem nas áreas urbanizadas e vivem em suas construções, tanto no interior como no exterior e nos seus arredores (BUENO; CAMPOS, 2017). As características comuns das formigas-urbanas foram listadas inicialmente por Passera (1994), sendo compiladas posteriormente por Bueno e Campos-Farinha (1999) e atualizadas por Passera e Aron (2005) e são elas: associação com o homem, migração, populações unicoloniais, alta agressividade interespecífica, poliginia, longevidade das rainhas, ausência de voo nupcial e tamanho pequeno das operárias.

Dentre as espécies consideradas pragas urbanas, estudos têm se voltado para um grupo de espécies que possuem um conjunto de hábitos e de características específicas que possibilitaram dominar esse ambiente e são conhecidas por “espécies andarilhas” (*tramp species*).

Os hospitais estão frequentemente integrados à estrutura urbana e desta forma são colonizados por animais sinantrópicos, assim como as demais edificações. O transporte de materiais e alimentos, a existência de equipe interna numerosa, o fluxo de visitantes, a estrutura arquitetônica e alguns equipamentos hospitalares proporcionam condições favoráveis à dispersão de pragas, especialmente de insetos (SAWICKA, 1993; TANAKA et al. 2007).

Uma das características desses insetos de grande importância para a saúde pública é a capacidade de realizar o transporte de outros organismos. Atuam, portanto, como vetores mecânicos, uma vez que os agentes etiológicos carregados por eles não são capazes de se multiplicar e, quando presentes em grande quantidade no ambiente, são transportados mecanicamente de um local ao outro por meio de suas pernas, asas e outras partes do corpo. O vetor mecânico é considerado um vetor acidental, que constitui apenas uma das modalidades de transmissão de doenças (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; REYS, 2003).

O reconhecimento das formigas como vetores associados ao transporte de microrganismos patogênicos é importante e evidencia um sério perigo à saúde coletiva e, em particular, a dos pacientes internados, que estão com o sistema imune comprometido pela doença (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005). O entendimento sobre a presença desses artrópodes como vetores mecânicos em hospitais foi inicialmente demonstrado por Beatson (1972) e por Edwards e Backer (1981), na Inglaterra, Chadee e Maitre (1990), na ilha de Trinidad, Šrámová et al. (1992), em Praga na República Tcheca, e por Fowler et al. (1993), no Brasil.

Formigas podem contaminar-se no ambiente por bactérias, fungos, protozoários e helmintos e, com isso, dispersá-los. Por se deslocarem rapidamente, percorrem grandes áreas, chegando a atingir 3 cm/s. Podem transitar e adquirir bactérias em ambientes contaminados, como banheiros, recepção, ambulatórios, enfermarias, e transportá-las para aqueles setores mais restritos e com maior necessidade de condições extremas de assepsia, tais como UTI's, centros cirúrgicos, berçários e laboratórios, muitas vezes sem serem notadas (PEÇANHA, 2000; PESQUERO et al, 2008).

Esses insetos aparecem também em locais que não apresentam qualquer risco à saúde. Entretanto, nos ambientes hospitalares e laboratoriais as formigas ocasionam transtornos e podem causar diversos problemas, como, o falseamento de resultados laboratoriais devido à sua passagem por diferentes locais e meios de cultura, seu trânsito em feridas cirúrgicas, incubadoras e berços de recém-nascidos. As formigas podem ser atraídas pelos pontos de inserção de agulhas de soro, principalmente o soro glicosado, por gotas de sangue, medicamentos e leite (CINTRA-SOCOŁOWSKI; BUENO, 2017).

Portanto, representam um fator de risco à saúde pública, uma vez que aumentam as possibilidades de infecções hospitalares (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005). A infecção hospitalar ou nosocomial é definida pela portaria do Ministério da Saúde nº 2616, de 12 de maio de 1998, como sendo aquela adquirida após a admissão do paciente e que se manifeste durante a internação ou após a alta, quando pode ser relacionada com a internação ou os procedimentos hospitalares (BRASIL, 1998).

As vias de transmissão das infecções hospitalares podem ocorrer de quatro formas básicas: de contato (direto, indireto, gotículas oronasais), de veículos comuns (mãos e objetos contaminados), de mecanismos aéreos (gotículas e poeiras contaminadas) e por vetor (artrópodes). Assim, as formigas estão associadas ao tipo classificado como “transmissão por meio de vetores” (BRASIL, 1995).

A infecção hospitalar tem despertado grande interesse no meio científico devido à elevação das taxas de morbimortalidade de pacientes hospitalizados. Sua ocorrência depende das condições sanitárias do ambiente, como a presença de vetores de microrganismos patogênicos, que são a causa principal do aumento do tempo de permanência dos pacientes no hospital e, conseqüentemente, dos custos do tratamento (PITTET, 2005).

A Lei nº 9.431, de 6 de janeiro de 1997, decretou no Brasil a obrigatoriedade dos hospitais a manter o Programa de Controle de Infecções Hospitalares (PCIH) (BRASIL, 1997). Em 12 de maio de 1998, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 2.616, que regulamenta a criação da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) com ações que implementam a melhoria da qualidade da assistência à saúde, a redução de esforços, problemas, complicações e recursos (BRASIL, 1998).

Em virtude de a presença de formigas em ambientes hospitalares constituírem um sério problema de saúde pública, especialmente por atuarem como vetores mecânicos de microrganismos potencialmente patogênicos, alguns inclusive multirresistentes (MOREIRA et al., 2005; RODOVALHO et al., 2007), torna-se importante ampliar os estudos sobre esses agentes, visando à definição e implantação de métodos apropriados para que se reduza a incidência de infecções intrahospitalares (OLIVEIRA et al., 2017).

A principal causa do aparecimento das cepas resistentes que vem a ser carregadas por esses insetos é o mau uso dos antibióticos, sendo utilizados em muitos casos de maneira desnecessária. A resistência bacteriana aos antibióticos, estudada desde a introdução da penicilina, é um grande problema mundial atual de saúde pública que preocupa os profissionais e pesquisadores da área médica (HORR et al., 1978; ZIMERMAN, 2010). Em 1990, 90% das cepas de *Staphylococcus aureus* já produziam a enzima que confere resistência à penicilina (FIOL; MATTOS FILHO; GROppo, 2000).

Outro ponto associado ao uso desses fármacos é o fato de que eles podem causar alterações da microbiota comensal estável do sistema digestório, processo conhecido como disbiose, que afeta negativamente o estado de saúde do indivíduo por causar a perda de importantes fatores de proteção contra agentes externos (CASALS-PASCUAL; VERGARA; VILA, 2018).

O conhecimento acerca da especificidade do antibiótico a ser administrado para determinada infecção é importante, uma vez que aqueles de amplo espectro não possuem alvo único entre os microrganismos a serem atacados, agindo também na microbiota comensal do próprio corpo. Os graus de alteração produzidos pela administração do medicamento dependem do seu modo de ação e do grau de resistência da comunidade microbiana alvo. Dessa forma, quando se eliminam as linhagens microbianas sensíveis se eleva a prevalência daquelas resistentes aos antibióticos. Tal fato aumenta o potencial de propagação de múltiplos genes resistentes entre as bactérias patogênicas, e, por efeito, reduzem as possibilidades de futuros tratamentos com antibióticos. Como consequência, haverá um incremento com as despesas relacionadas ao desenvolvimento de novas drogas (JERNBERG et al., 2010; WILLING et al. 2011).

Por possuírem grande mobilidade, circularem por vários ambientes dos hospitais, atraídas por alimentos ou medicamentos, levanta-se a hipótese de que as formigas funcionam como vetores mecânicos de bactérias potencialmente patogênicas. Conjectura-se que esses microrganismos apresentam resistência a mais de um antibiótico, uma vez que o uso intensivo desses medicamentos seleciona as cepas multirresistentes, enquanto as sensíveis são eliminadas.

Tendo em vista a capacidade de as formigas transportarem e disseminarem microrganismos, o presente trabalho tem como objetivo investigar a diversidade da microbiota associada a formigas coletadas em um hospital de Campina Grande (PB) e averiguar a sensibilidade dessas bactérias a antibióticos.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Local de amostragem

A cidade de Campina Grande (7°13'51"S; 35°52'54"W) está localizada no Agreste Paraibano no Planalto da Borborema, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, com 407.472 habitantes (IBGE, 2018).

Destaca-se na área da saúde por dispor de uma rede hospitalar composta de 19 hospitais, dentre públicos, privados e filantrópicos, duas Unidades de Pronto Atendimento, Unidades Básicas de Saúde localizadas em vários bairros e três Centros de Saúde e Serviço Municipal de Saúde, na categoria de policlínica.

A pesquisa em questão foi realizada em um hospital público do município. A escolha desse centro de saúde teve como critério principal o grande porte do hospital, que nos cinco primeiros meses do ano corrente prestou atendimento a mais de 42 mil pessoas. O hospital presta suporte não apenas a população local, mas recebe diariamente pessoas de cidades vizinhas, pelos diversos tipos de procedimentos médico-hospitalares que o mesmo oferece.

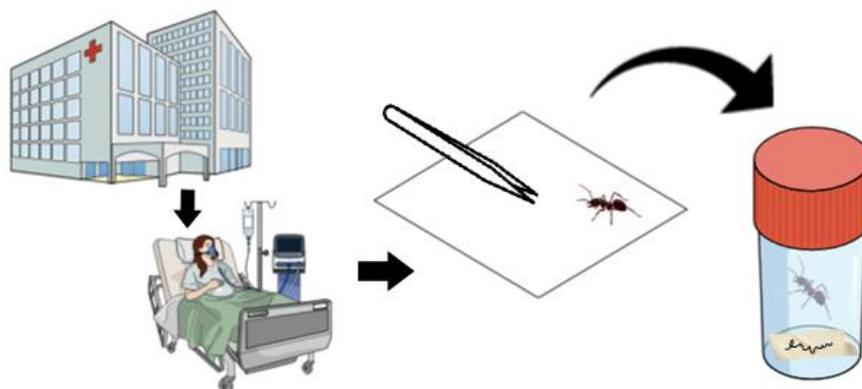
### 2.2 Coleta das formigas

As coletas das formigas foram realizadas nos meses de maio e junho de 2019. Foram realizadas três coletas, em semanas distintas, no período diurno, das 08 horas e 30 minutos às 11 horas 30 minutos, antes da limpeza dos ambientes. As coletas foram estabelecidas pela manhã, uma vez que foi o horário preferencial observado em estudos compilados por Castro (2015).

Os espécimes foram coletados nas três Unidades de Tratamento Intensivo (UTI's) do hospital por se tratar de locais em que os pacientes se encontram, geralmente, com o sistema imune deprimido e estão mais susceptíveis a infecções hospitalares. Em cada UTI, foram definidos dois pontos de coleta: a Sala dos Leitos (Ponto 1) e a Sala de Serviços (Ponto 2).

O método de coleta escolhido foi a busca ativa com o auxílio de papel Kraft e pinça, ambos estéreis. As formigas foram capturadas nos pisos, em balcões, nas mesas, nos leitos e nas paredes. Em cada amostragem, foram colocadas em frascos estéreis de boca larga, etiquetados com o local correspondente, a hora da coleta e o número de espécimes (Figura 1).

**Figura 1** – Esquema do procedimento de coleta das formigas em um hospital de Campina Grande (PB).



Fonte: Autor.

Após a coleta, o material foi transportado em caixa de isopor para o Laboratório de Microbiologia, do Centro de Ciências Biológicas e Saúde (CCBS), do *campus I*, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

### 2.3 Análise da diversidade microbiana

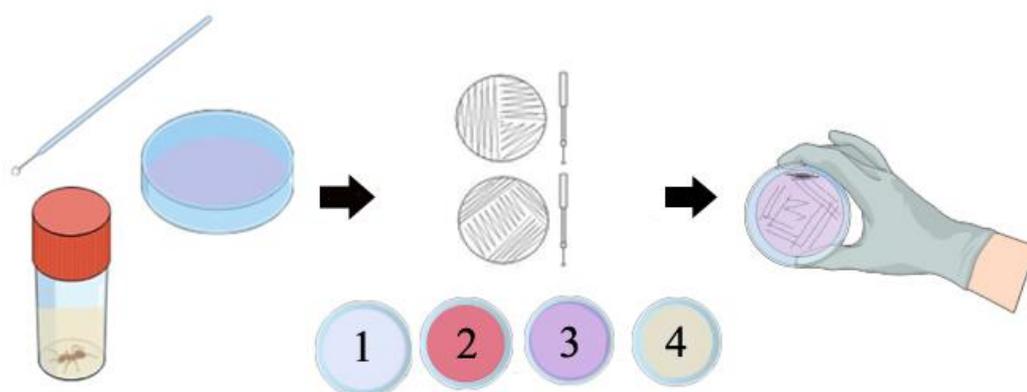
Em laboratório, cada frasco coletor recebeu 10 ml de caldo BHI (Brain Heart Infusion Broth) de modo a “lavar” as formigas e fornecer um meio nutritivo para o crescimento das bactérias presentes no seu corpo. Os frascos com o caldo BHI foram incubados em estufa por 18/24 horas a 35/37°C.

Após a incubação, os frascos com crescimento microbiano (que apresentavam turvação do caldo) foram semeados por esgotamento com alça bacteriológica em placas de Petri descartáveis contendo os seguintes meios de cultura sólidos, Ágar Sangue (5% sangue humano), Ágar de MacConkey, Ágar Eosina Azul de Metileno, Ágar Sal Manitol (Figura 2). Todos os procedimentos foram feitos em ambiente asséptico. Após a inoculação das placas, essas foram incubadas por 24 horas a 37°C.

O método de semeadura escolhido possibilita obter colônias isoladas, o que permitiu distinguir as diferentes morfologias das colônias formadas pelas diferentes espécies bacterianas.

As placas que apresentaram crescimento seguiram para a observação do tipo de colônia e identificação bacteriana. Já as placas que apresentaram crescimento negativo foram ressemeadas e levadas novamente à estufa por 24 horas a 37°C. Caso nessa segunda semeadura houvesse crescimento, era submetida ao conjunto de testes da metodologia.

**Figura 2** – Esquema do procedimento de semeadura por esgotamento do caldo BHI (Brain Heart Infusion Broth) em placas com meios de cultura seletivos para o isolamento de colônias de bactérias.



**Legenda:** (1) Ágar de MacConkey; (2) Ágar Sangue; (3) Ágar Eosina Azul de Metileno; (4) Ágar Sal Manitol.

**Fonte:** Autor.

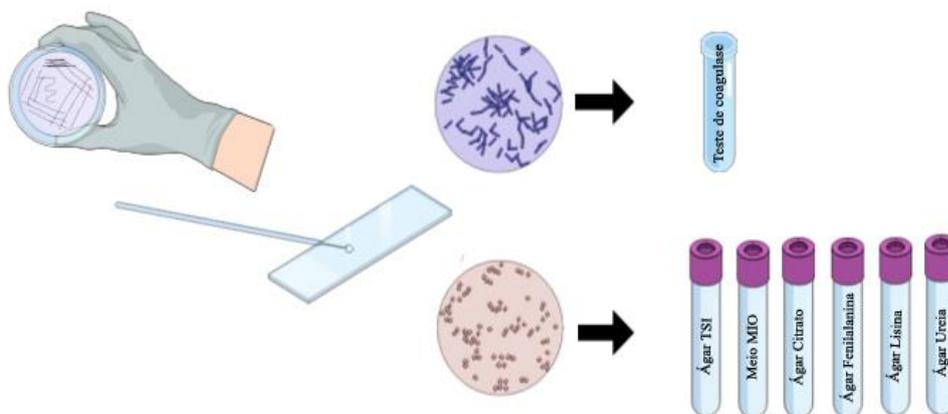
### 2.4 Identificação do material biológico

As colônias bacterianas isoladas com diferentes características foram submetidas à coloração de Gram. Aquelas identificadas como Gram-positivas seguiram para o teste de coagulase em tubo, em que algumas colônias foram adicionadas a 0,3 mL de plasma sanguíneo. Após a adição da cultura, os tubos foram incubados em estufa a 37°C, realizando a leitura após quatro horas. Foram

consideradas coagulase negativa as amostras que não apresentaram formação de coágulos.

Nas amostras Gram-negativas foram realizados testes bioquímicos. Esses testes permitem conhecer *in vitro* as atividades metabólicas específicas das bactérias ao utilizar diferentes substratos cuidadosamente selecionados, os quais auxiliam na identificação de grupos e até das espécies. Assim, foi investigada a fermentação de três açúcares (glicose com produção de gás, sacarose e lactose); a produção de H<sub>2</sub>S por bactérias a partir de aminoácidos sulfurados ou compostos sulfurados inorgânicos; a utilização de citrato como única fonte de carbono; a capacidade de desaminação da fenilalanina; a produção de indol; a motilidade; a atividade de urease e a descarboxilação da lisina e ornitina (Figura 3).

**Figura 3** – Esquema da preparação do esfregaço para a coloração de Gram a partir das placas de Petri com crescimento de colônias isoladas e a seguir, os testes bioquímicos.



**Fonte:** Autor.

Em relação aos testes bioquímicos, é importante entender como as distintas espécies bacterianas possuem diferentes vias metabólicas que agem sobre os substratos dos meios de cultura, o que permite a sua identificação. Assim, usando a referência ANVISA (2013), seguem breves descrições dos resultados para enterobactérias nos diferentes testes bioquímicos usados na presente pesquisa:

- **Ágar TSI** (Ágar três açúcares ferro) diferencia bacilos Gram-negativos com base na fermentação de três carboidratos, na produção H<sub>2</sub>S e de CO<sub>2</sub>. O meio possui em sua composição glicose, lactose e sacarose, o qual é biodegradado em anaerobiose por fermentação. Ao visualizar as cores dos produtos formados no meio de cultura do tubo do teste, tem-se que a cor vermelha indica fermentação positiva dos açúcares. Já a detecção da produção do gás sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) é feita pela formação do precipitado preto de sulfeto ferroso (FeS), causado pela reação do H<sub>2</sub>S com ferro ferroso presente no meio de cultura.

- **Ágar Citrato** é utilizado na identificação das enterobactérias e verifica a capacidade do microrganismo em utilizar o citrato de sódio como única fonte de carbono. Quando as bactérias metabolizam o citrato alcalinizam o meio. O pH básico faz o meio, originalmente verde, ficar azul devido à presença do indicador de pH Azul de Bromotimol, incluído no meio de cultura.

- **Ágar Fenilalanina** verifica a capacidade da bactéria de produzir ácido fenilpirúvico, a partir da fenilalanina, por ação enzimática da fenilalanina desaminase que desamina oxidativamente o substrato. O meio originalmente amarelo muda para

uma coloração esverdeada na sua superfície após a adição do cloreto férrico, e, quando negativo, permanece inalterado.

- Ágar Ureia é utilizado para determinar a habilidade do microrganismo de degradar a ureia pela ação da enzima urease, liberando amônia e CO<sub>2</sub>, o que resulta na alcalinização do meio de cultura. O indicador do meio, Vermelho de Fenol, muda de cor com a alteração do pH de neutro para básico e passa da cor amarela para a cor rosa.

- O meio MIO (Motilidade, Indol, Ornitina) é utilizado para a diferenciação das enterobactérias com base na motilidade, atividade de ornitina descarboxilase e produção de indol. A diminuição do pH durante a fermentação acidifica o meio de cultura, o que causa mudança da sua coloração de roxo para amarelo, devido ao indicador Púrpura de Bromocresol. Quando a bactéria possui a enzima ornitina descarboxilase, a descarboxilação transforma a ornitina em putrescina, o que propicia o aumento do pH e a mudança na coloração, de amarelo para roxo. O indicador Púrpura de Bromocresol facilita a detecção da atividade descarboxilase ao produzir a alteração da cor. A motilidade é indicada pela turvação do meio com crescimento bacteriano que se estende a partir da linha de inoculação (ACUMEDIA, 2014).

- Ágar Ferro Lisina é utilizado para a diferenciação de bactérias entéricas com base na sua capacidade de descarboxilação ou desaminação da lisina, formando ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S). No tubo de ensaio, o meio de cultura Ágar Ferro Lisina apresenta uma base vertical, enquanto que a parte superior está inclinada. As culturas de bacilos entéricos que produzem H<sub>2</sub>S causam o escurecimento do meio na base vertical devido à produção de sulfuretos férricos. As culturas que produzem lisina descarboxilase causam uma reação alcalina (de cor púrpura) ou neutra no fundo do tubo de ensaio com o meio de cultura. Os microrganismos que causam a desaminação da lisina crescem na superfície inclinada do tubo que fica de cor vermelha sobre um fundo ácido. Poderá ocorrer a formação de gás, que é muitas vezes irregular ou suprimida (BD, 2014).

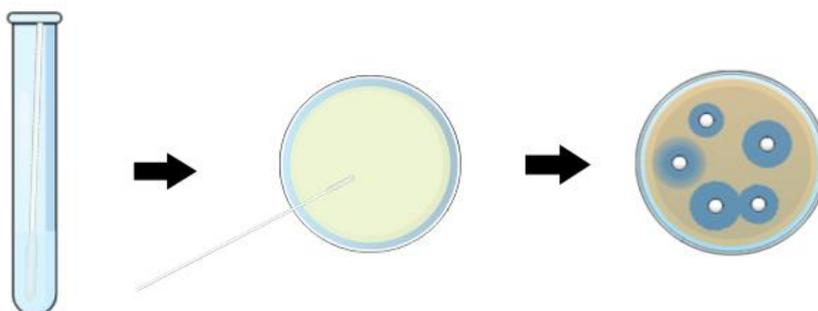
Foram também coletadas, separadamente, formigas para a sua identificação taxonômica. Essas formigas foram armazenadas a seco em frascos com tampas de rosca e seguiram para o Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Insetos (UEPB). A identificação foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópio e em nível de subfamília e gênero, de acordo com a chave de identificação "Guia para os gêneros de formigas do Brasil" (BACCARO et al., 2015). A identificação em nível de espécie foi realizada por meio do site Antwiki (2019) e de Guerrero (2018).

## 2.5 Antibiograma

Três a quatro colônias isoladas na placa de Petri de cada cultura pura foram retiradas com alça bacteriológica e suspensas em tubo de ensaio contendo 2/3 ml de solução fisiológica salina estéril a 0,9%. A suspensão deve atingir turbidez equivalente à escala 0,5 de Mac Farland, que representa aproximadamente a concentração de  $1,5 \times 10^8$  unidades formadoras de colônias.

A seguir, com o auxílio de um *swab* estéril, a suspensão salina das bactérias foi espalhada na superfície de uma placa de Petri com meio de cultura Agar Mueller Hinton, preenchendo todos os espaços, de forma que, após o crescimento das bactérias, formou-se um denso tapete (Figura 4).

**Figura 4** – Esquema do processo para avaliar a resistência ou sensibilidade bacteriana frente a diferentes antibióticos (antibiograma).



Fonte: Autor.

Logo após a inoculação da suspensão bacteriana, discos de papel contendo os antibióticos foram adicionados na superfície do meio de cultura, seguindo a metodologia de disco-difusão idealizada por Bauer et al. (1966). O procedimento, em condições de assepsia, foi repetido para todas as bactérias identificadas, e a seguir, se procedeu a sua incubação na estufa de cultura bacteriológica por 24 horas a 37°C.

Depois de decorrido o tempo de incubação, se procedeu à leitura dos tamanhos dos halos de inibição formados ao redor dos discos de antibióticos. De acordo com o tamanho dos halos, as bactérias foram classificadas em sensíveis (S), intermediárias (I) ou resistentes (R) ao antibiótico específico (LABORCLIN, 2013).

As bactérias Gram-positivas foram testadas somente para verificar a sua resistência à Oxacilina, antibiótico comumente utilizado para o tratamento de estafilococos, uma vez que é efetivo até contra estafilococos produtores de penicilinase. As bactérias Gram-negativas foram testadas para treze antibióticos de variadas formas de ação, que podem causar alteração na parede celular, na membrana citoplasmática, interferência na replicação cromossômica, na inibição da síntese proteica ou na inibição metabólica (MELO; DUARTE; SOARES, 2012) (ANEXO A).

### 3 RESULTADOS

Foram coletados 126 espécimes de uma única espécie de formiga, a *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) (Figura 5).

**Figura 5** – *Tapinoma melanocephalum* (Insecta, Formicidae) coletada em hospital de Campina Grande (PB), 2019. (A) Vista dorsal (B) Vista lateral (C) Vista ventral.



Fonte: Autor.

Todos os frascos contendo as amostras de formigas coletadas apresentaram contaminação por bactérias, o que indica o potencial de vetor mecânico que esses insetos possuem. Porém, nem todas as placas semeadas nos diferentes meios de cultura apresentaram crescimento.

Ao todo foram isoladas 20 cepas com três morfotipos diferentes, sendo mais da metade de cocos Gram-positivos (Tabela 1).

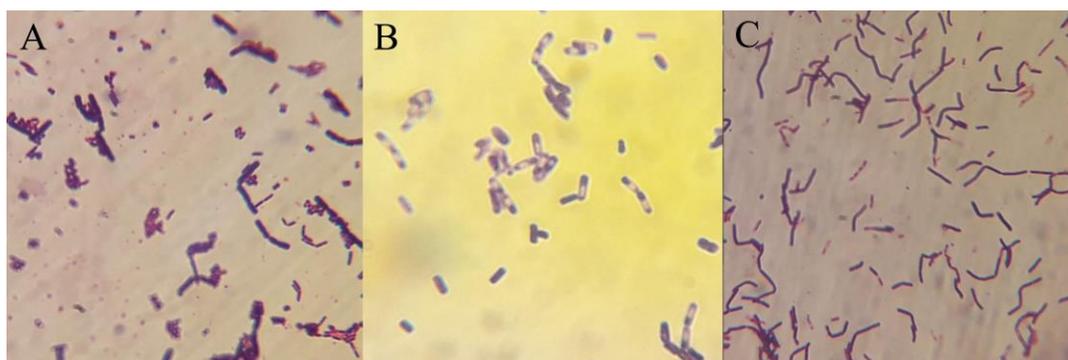
**Tabela 1** – Frequência absoluta e relativa das bactérias isoladas de *Tapinoma melanocephalum* (Insecta, Formicidae) coletada em hospital de Campina Grande (PB), 2019.

MORFOLOGIA E GRAM DOS MICRORGANISMOS ISOLADOS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA (N)	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
Cocos Gram-positivos	11	55
Bacilos Gram-positivos	5	25
Bacilos Gram-negativos	4	20
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Pelas características coloniais apresentadas na placa de Petri, e após a coloração de Gram, as bactérias observadas como bacilos Gram-positivos foram classificadas como *Bacillus* spp., apresentando dois morfotipos, o denominado morfotipo I, que apresentou endósporos, e o morfotipo II, sem endósporos (Figura 6).

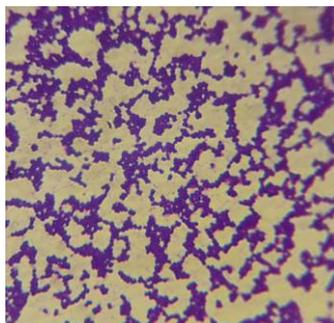
**Figura 6** – *Bacillus* spp. observados em microscópio óptico (1.000x). (A) Morfotipo I de *Bacillus* spp.; (B) Endósporos (C); Morfotipo II de *Bacillus* spp.



Fonte: Autor.

Após a coloração de Gram, os cocos Gram-positivos foram classificados como *Staphylococcus* spp. (Figura 7), os quais foram submetidos ao teste de coagulase, que define se a cepa possui ou não o fator aglutinante, ou seja, se é coagulase positivo ou negativo. Como não houve a formação de fibrina, todas as cepas foram classificadas como *Staphylococcus* spp. coagulase negativa.

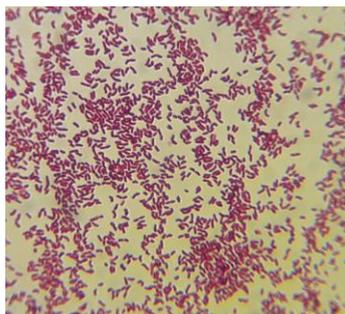
**Figura 7** – *Staphylococcus* spp., cocos Gram-positivos observados em microscópio óptico (1000x).



Fonte: Autor.

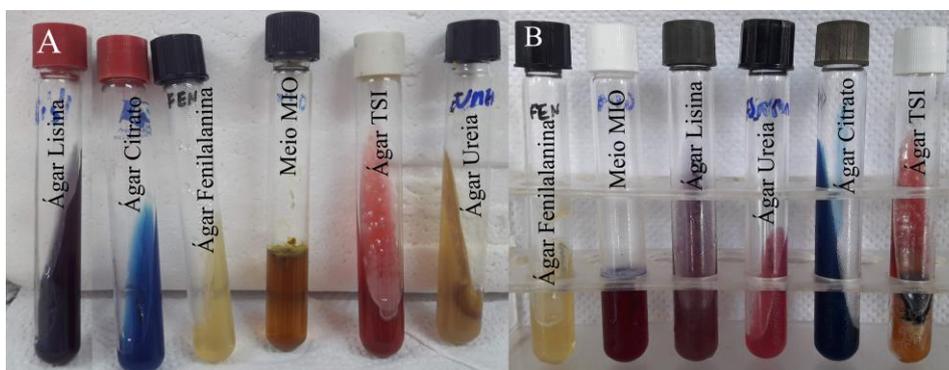
Os bacilos Gram-negativos (Figura 8) seguiram para a identificação através de testes bioquímicos, com consulta ao "Guia de detecção e identificação de bactérias de importância médica" (ANVISA, 2004). Das quatro cepas analisadas de bacilos Gram-negativos, três corresponderam a *Pantoea agglomerans* (Figura 9A) e uma foi de *Citrobacter freundii* (Figura 9B).

**Figura 8** – Bacilos Gram-negativos observados em microscópio óptico (1000x).



Fonte: Autor.

**Figura 9** – Identificação de *Pantoea agglomerans* (A) e *Citrobacter freundii* (B) por meio dos testes bioquímicos.



**Legenda:** Em (A) fermentação da Glicose, Lactose, Sacarose, descarboxilação ou desaminação da Lisina e utilização do Citrato como fonte de carbono com resultados positivos, fermentação da Glicose com gás, produção de Indol, produção de H<sub>2</sub>S, Motilidade, descarboxilação da Ornitina, desaminação da Fenilalanina e produção da urease com resultados negativos. Em (B) fermentação da Glicose, Glicose com gás, produção de H<sub>2</sub>S, utilização de Citrato como fonte de e produção da urease com resultados positivos, fermentação da Lactose e Sacarose, produção de Indol, Motilidade, descarboxilação ou desaminação da Lisina, descarboxilação da Ornitina e desaminação da Fenilalanina com resultados negativos. **Fonte:** Autor.

De forma geral, das bactérias isoladas nas formigas, 55% eram *Staphylococcus* spp. coagulase negativa, seguidas por *Bacillus* spp. (25%), *Pantoea agglomerans* (15%) e *Citrobacter freundii* (5%).

*Staphylococcus* spp. (coagulase negativo) e *Bacillus* spp. estiveram presentes em todos os pontos de amostragem, enquanto que *Pantoea agglomerans* e *Citrobacter freundii* ocorreram apenas em um ponto de amostragem (Tabela 2).

**Tabela 2** – Relação entre os isolados bacterianos, o ponto de amostragem e abundância de espécimes de *Tapinoma melanocephalum* (Insecta, Formicidae) coletados em hospital de Campina Grande (PB), 2019.

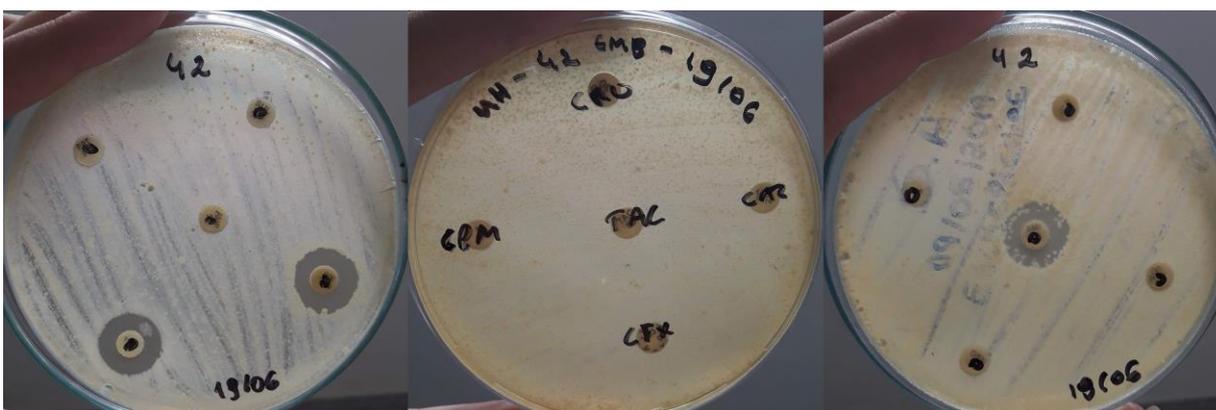
		AMOSTRA	ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIMES (N)	BACTÉRIA ISOLADA
UTI A	Ponto 1	1	4	<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		2		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		3		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
	Ponto 2	4	54	<i>Bacillus</i> spp. (morfolo tipo II)
		5		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		6		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
UTI B	Ponto 1	7	22	<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		8		<i>Bacillus</i> spp. (morfolo tipo I)
		9		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		10		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
	Ponto 2	11	7	<i>Bacillus</i> spp. (morfolo tipo I)
UTI C	Ponto 1	12	27	<i>Bacillus</i> spp. (morfolo tipo I)
		13		<i>Bacillus</i> spp. (morfolo tipo I)
		14		<i>Pantoea agglomerans</i>
		15		<i>P. agglomerans</i>
		16		<i>P. agglomerans</i>
		17		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		18		<i>Citrobacter freundii</i>
		19		<i>Staphylococcus</i> spp. (coagulase negativa)
		Ponto 2		20
	<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>126</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Quanto ao perfil de resistência (Tabela 3), as bactérias Gram-negativas *Pantoea agglomerans* e *Citrobacter freundii* foram testadas para 13 antibióticos. Todas elas foram resistentes a Ceftazidima, Cefoxitina, Cefepima e ao Imipenem.

*Citrobacter freundii* apresentou resistência a um maior número de antibióticos (11) (Tabela 3), sendo sensível apenas à Polimixina e com resposta intermediária a Tobramicina (Figura 10).

**Figura 10** – Antibiograma realizado para a amostra de *Citrobacter freundii* evidenciando o perfil de resistência da cepa.



Fonte: Autor

As cepas de *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa) foram testadas apenas com a Oxacilina (Figura 11), uma vez que esse antibiótico é geralmente utilizado em infecções por essas espécies, cujo 27,3% das amostras apresentaram resistência.

**Figura 11** – Antibiograma realizado para *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa) quanto resistência à Oxacilina. As bactérias que tiveram formação de halos foram classificadas como sensíveis, e como resistentes as que não formaram halos.



Fonte: Autor.

Com relação às espécies de *Bacillus* spp., como não foi possível a identificação a nível de espécie, foram testados os antibióticos utilizados em

infecções causadas por bactérias Gram-positivas, não sendo viável testar as cepas ao antibiótico específico para seu tratamento (Tabela 3).

**Tabela 3** – Perfil de resistência das amostras de bactérias isoladas frente aos 13 antibióticos testados.

AMOSTRA	ANTIBIÓTICOS TESTADOS													
	AMI	AMP	CAZ	CFX	CIP	CPM	CRO	GEN	IPM	OXI	POL	PPT	TOB	SUL
1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R	*	*	*	*
4	*	S (30)	R	*	S (36)	R	S (30)	S (18)	R	S	*	S (30)	*	S (18)
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
8	*	S	S	*	S	S	S	S	S	S	*	S	*	S
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R	*	*	*	*
11	*	S	S	*	S	S	S	S	S	S	*	*	*	S
12	*	S (42)	S (26)	*	S (42)	R	S (36)	S (24)	R	R	*	S (42)	*	S (24)
13	*	S (42)	S (26)	*	S (42)	R	S	S (24)	R	R	*	S (42)	*	S (24)
14	S (24)	R	R	R	R	R	I (22)	R	R	*	S (18)	S (24)	S (20)	R
15	S (20)	I (12)	R (18)	R	S (36)	R	I (24)	S (18)	R	*	R	R	R	S (30)
16	S (24)	S (18)	R (18)	R	S (42)	R	R (26)	S (18)	R	*	R	R	R	S (30)
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
18	R (12)	R	R	R	R	R	R	R	R	*	S (16)	R	I (14)	R
19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S	*	*	*	*

**Legenda:** 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 17, 19, 20 = *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa); 4 = *Bacillus* spp. (morfofoto II); 8, 11, 12, 13 = *Bacillus* spp. (morfofoto I); 14, 15, 16 = *Pantoea agglomerans*; 18 = *Citrobacter freundii*; AMI = Amicacina; AMP = Ampicilina; CAZ = Ceftazidima; CFX = Cefoxitina; CIP = Ciprofloxacina; CPM = Cefepima; CRO = Ceftriaxona; GEN = Gentamicina; IPM = Imipenem; OXI = Oxacilina; POL = Polimixina B; PPT = Piperacilina + Tazobactam; TOB = Tobramicina; SUL = Sulfonamidas; \* = Não testado; R = Resistente; I = Intermediária; S = Sensível.

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2019.

#### 4 DISCUSSÃO

O presente estudo verificou a capacidade de as formigas carrearem microrganismos em ambiente hospitalar e a capacidade dos mesmos de possuírem resistência a múltiplos antibióticos.

A espécie de formiga encontrada neste estudo, *Tapinoma melanocephalum*, faz parte do complexo de “formigas andarilhas”, por suas características comportamentais, morfológicas e fisiológicas, sendo considerada uma praga em ambientes hospitalares e habitações de todo o mundo (BACCARO et al., 2015). Elas consomem vários tipos de alimentos, tendo preferência por substâncias adocicadas. Possuem grande adaptabilidade para a formação de seus ninhos. No interior de

edificações podem nidificar em parede vazia ou nos espaços entre armários e rodapés, seguindo para outros locais, dias ou semanas depois, ao longo de trilhas de odor (NICKERSON et al., 2010).

Os resultados encontrados são coincidentes com os publicados por Costa et al. (2006), Gazeta et al. (2008), Silva (2009) e Lima et al. (2013), os quais destacaram a presença de formigas da espécie *T. melanocephalum* em instalações hospitalares. Segundo Rodovalho et al. (2007), *T. melanocephalum* e *Camponotus vittatus* Forel são consideradas importantes vetores de bactérias em ambiente hospitalar. Em uma revisão sistemática realizada por Castro et al. (2015), entre as 59 espécies coletadas em ambiente hospitalar, *T. melanocephalum* se mostrou a mais abundante.

Cerca de 60% das amostras de formigas coletadas por Moreira et al. (2005), nas enfermarias e UTI's de três instituições de saúde em Campo dos Goytacazes (RJ), correspondiam a *T. melanocephalum*. Costa et al. (2006), em estudo no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, identificaram a associação de *T. melanocephalum* com cepas de *Staphylococcus epidermidis*. Em pesquisa realizada nos meses de dezembro, março, maio e agosto de 2001 e 2002, no Hospital Municipal de Teixeira de Freitas (BA), Oliveira et al. (2017) verificaram cepas de *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* spp., *Arizona* spp., *Enterobacter* spp., *Staphylococcus* ssp. (coagulase negativa) e *Hafnia* spp. sendo carregadas por formigas dessa espécie, evidenciando o seu potencial vetorial.

No âmbito microbiológico, dados coletados por Marra et al. (2011) mostram que as bactérias Gram-negativas são a causa principal de infecções da corrente sanguínea em hospitais brasileiros (58,5%) e que as Gram-positivas são responsáveis por 35,4% das mortes. Em análise similar, Pereira e Ueno (2013), ao isolar 206 cepas bacterianas, relatam que 23% foram cocos Gram-positivos e 6,3% bacilos Gram-negativos, fortalecendo a proporção observada nos resultados da atual pesquisa.

O gênero mais abundante de microrganismos coletados em formigas de hospitais brasileiros é *Staphylococcus* (MOREIRA et al., 2005; SILVA, 2005; LISE; et al., 2006; RODOVALHO et al., 2007; PESQUERO et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009; ALVES et al., 2011; SILVA et al., 2012; PEREIRA; UENO, 2013; VIEIRA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014). Observa-se que nesta investigação ocorreu um resultado muito semelhante, em que *Staphylococcus* spp. (coagulase negativo) correspondeu a 55% das amostras isoladas.

É alarmante a presença de *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa) em infecções hospitalares, como também o número de cepas resistentes a Oxacilina, fator que pode ser relevante no aumento do risco de morbidade nos pacientes infectados (WOHOUSH et al., 2011; GABRIEL et al., 2013; PEREIRA; CUNHA, 2013). Destaca-se que 27,3% das cepas de *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa) nesta pesquisa foram resistentes ao medicamento, o que reforça a informação supramencionada.

Existe na literatura o registro de cepas de *Bacillus* spp. transportadas mecanicamente por formigas (MOREIRA et al., 2005; SILVA, 2005). Teixeira et al. (2009) e Fontana et al. (2010) fazem uma relação direta desse gênero sendo veiculado por *T. melanocephalum*.

O gênero *Bacillus* possui cerca de 60 espécies que produzem endósporos resistentes a fatores físicos nocivos, como elevada temperatura e desidratação (DIAZ, 2018), o que permite que as cepas se estabeleçam em locais de grande instabilidade ambiental (MÁXIMO et al., 2014). Algumas dessas espécies são

encontradas em alimentos contaminados, causando intoxicação alimentar que provoca vômito ou diarreia, como é o caso do *Bacillus cereus*. A espécie é frequentemente encontrada em alimentos desidratados e especiarias, cereais, produtos lácteos e carnes (MENDES; COELHO; AZEREDO, 2011; FONSECA; PEREIRA, 2013; BARRETO, 2016).

Entre as bactérias Gram-negativas, a espécie *Pantoea agglomerans* apresentou-se dominante. Pertencente à família *Enterobacteriaceae*, o bacilo foi descrito primeiramente em plantas e isolado posteriormente em animais e humanos (MURASCHI et al., 1965).

Em ambiente hospitalar, *P. agglomerans* pode ser responsável por causar artrite séptica, abscesso cerebral, endoftalmite, infecção urinária, abscessos cutâneos, peritonite, entre outros problemas. Trata-se de um organismo saprófito, mas, em algumas condições, pode ser considerado patógeno (TIWARI; BERIHA, 2015). Um relato de caso feito por Cuitiva et al. (2018) apresentou um neonato que desenvolveu septicemia causada por *P. agglomerans* sensível à Ampicilina, Gentamicina, Amoxicilina/Clavulanato, Amicacina, Piperacilina/Tazobactam, Trimetoprim/Sulfametoxazol e Imipenem; com sensibilidade intermédia ao Ertapenem e Levofloxacina e resistência à Ciprofloxacina, Ceftriaxona, Cefuroxima, Cefepima e Cefoxitina. Embora algumas cepas dessa espécie apresentem um amplo perfil de sensibilidade, em grande parte dos casos a resposta ao uso dos antibióticos é deficiente (ARENAS et al., 2012), fato que afirma a necessidade do conhecimento acerca das drogas utilizadas e da resistência da bactéria a ser combatida.

Um estudo realizado em uma urgência pediátrica no Distrito Federal, seis culturas de sangue mostraram resultado positivo para *P. agglomerans*, com diagnóstico de septicemia (BICUDO et al., 2007). Lima et al. (2013) isolaram cepas dessa espécie contaminando formigas e pacientes em um hospital público na cidade de São Luís, no Maranhão.

Em um Hospital Universitário do Vale do Paraíba, em São Paulo, cepas de *P. agglomerans* transportadas por formigas coletadas no hemonúcleo, clínica médica, ortopedia e lavanderia foram isoladas e os antibiogramas evidenciaram resistência a dez antibióticos – Oxacilina, Vancomicina, Teicoplanina, Gentamicina, Tobramicina, Amicacina, Azitromicina, Norfloxacina, Imipenem e Tetraciclina (PEREIRA; UENO, 2013). Um dos antibióticos usado para combater infecções por esse microrganismo é a Tobramicina (SASTRE et al., 2017). No entanto, na presente pesquisa, duas cepas se mostraram resistentes ao mesmo. De todos os antibióticos testados, apenas Amicacina obteve halo correspondente a uma resposta sensível em todas as cepas.

Os fatores de virulência de *P. agglomerans* para humanos ainda são desconhecidos. Porém, sabe-se que ela realiza transferência horizontal de genes, podendo adquirir o plasmídeo pPATH, que está associado à virulência de *P. agglomerans* para plantas, e também pode ser encontrado em outros gêneros de bactérias, como *Erwinia*, *Pseudomonas* e *Xanthomonas* (WEINTHAL et al., 2007; DELETOILE et al., 2008).

A espécie de menor prevalência, *Citrobacter freundii* (5%) encontra-se dentro de um amplo espectro de bactérias entéricas da biota normal do intestino humano, e também no grupo que inclui várias bactérias patogênicas, que são disseminadas por formigas em ambiente hospitalar (BOURSAUX-EUDE; GROSS, 2000). *C. freundii* e *C. koseri* são os microrganismos mais frequentemente associados à infecção em humanos, principalmente no sangue, sendo que nos Estados Unidos é considerada

entre uma das 15 principais causas de mortes (ANDERSON et al., 2018). Embora seja um bacilo Gram-negativo comensal do trato gastrointestinal humano, pode se comportar como um patógeno oportunista, associado particularmente a infecções da corrente sanguínea (septicemia), das vias urinárias e respiratórias e das meninges (meningites) (MAJEWSKI et al., 2017).

Uma análise realizada no Hospital Memorial MacKay, em Taiwan, destacou um alto grau de resistência dessa espécie a antibióticos. Foi identificada resistência para Cefazolina em 100% das cepas, para Cefoxitina (97,2%) e Cefuroxima (66,7%). No entanto, carbapenêmicos, cefalosporinas de quarta geração, Amicacina e quinolonas ainda foram reconhecidos como confiáveis para o tratamento de infecções com essa bactéria (LIU et al., 2018). Importante destacar que, nesse contexto, os resultados da corrente pesquisa revelaram uma cepa de *C. freundii* resistente à Amicacina, bem como também a outros 10 antibióticos testados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É comprovada a capacidade das formigas em carrear microrganismos em ambiente hospitalar, uma vez que esses insetos compartilham o mesmo ambiente que os seres humanos e podem adquirir a microbiota dos mesmos ou do meio ambiente. A pressão seletiva do hospital pode também ser causa da predominância de cepas resistentes desses microrganismos, o que favorece ainda a sobrevivência daqueles com resistência a múltiplos antibióticos. Isso dificulta o seu controle e aumenta os riscos de morbidade e mortalidade dos pacientes, sendo um grave problema de saúde pública.

Ainda não é possível estabelecer uma relação direta das formigas com a infecção nosocomial, mas é sem dúvidas uma questão importante a ser levada em consideração pelas Comissões de Controle de Infecções Hospitalares (CCIH).

Uma abordagem molecular nas bactérias isoladas na presente pesquisa pode determinar a correlação entre os microrganismos isolados das formigas com os pontos de ocorrência, buscando distinguir de forma específica as cepas identificadas.

Com relação à espécie de formiga isolada na pesquisa, *Tapinoma melanocephalum*, não há registro sólido que comprove sua ocorrência na Paraíba, sendo colocado por Baccaro et al. (2015) como de possível ocorrência. Sendo assim, o presente estudo é pioneiro no estado e comprova a capacidade de as formigas transportarem bactérias multirresistentes em hospitais.

## REFERÊNCIAS

- ACUMEDIA. **Meio MIO**. 4. ed. Lansing, 2014. 3 p.
- ALVES, G. G. et al. Bactérias multidroga resistentes isoladas de formigas hospitalares. **Investigação**. São Paulo, v., 11, n., 2, 2011.
- ANDERSON, M. T. et al. *Citrobacter freundii* fitness during bloodstream infection. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p.1-14, 7 ago. 2018.
- ANTWIKI provides a wealth of information on the world's ants. Disponível em: <[http://www.antwiki.org/wiki/Welcome\\_to\\_AntWiki](http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki)>. Acesso em: 03 jul. 2019.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Deteção e identificação de bactérias de importância médica**. Brasília: Anvisa, 2004.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. Módulo 5: Tecnologias em Serviços de Saúde: descrição dos meios de cultura empregados nos exames microbiológicos. Brasília: Anvisa, 2013.
- ARENAS, A. S. et al. Pantoea agglomerans: ¿un nuevo patógeno en la unidad de cuidados intensivos neonatales?. **Archivos Argentinos de Pediatría**, v. 110, n. 4, p.77-79, 1 ago. 2012.
- BACCARO, F. B. et al. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: INPA, 2015. 388 p.
- BARBOSA, M. M. et al. Ensino de ecologia e animais sinantrópicos: relacionando conteúdos conceituais e atitudinais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 2, p.315-330, 2014.
- BARRETO, J. M. O. **Ocorrência de *Bacillus cereus* em produtos lácteos comercializados na microrregião de Viçosa, Minas Gerais, determinação de genes de virulência e produção de toxinas**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- BAUER, A.W. et al. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal Of Clinical Pathology**, v. 45, n. 4, p.493-496, abr. 1966.
- BD. **BBL Lysine Iron Agar Slants**. 9. ed. Nova Jersey, 2014. 4 p.
- BEATSON, S. H. Pharaoh's ants as pathogen vectors in hospitals. **The Lancet**, v. 299, n. 7747, p.425-427, fev. 1972.
- BICUDO, E. L. et al. Nosocomial outbreak of *Pantoea agglomerans* in a pediatric urgent care center. **Brazilian Journal Of Infectious Diseases**, v. 11, n. 2, p.281-284, abr. 2007.

BOURSAUX-EUDE, C.; GROSS, R. New insights into symbiotic associations between ants and bacteria. **Research In Microbiology**, v. 151, n. 7, p.513-519, set. 2000.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. C. As formigas domésticas. *In*: MARICONI, F.M. **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999.

BUENO, O. C.; CAMPOS, A. E. C.. Formigas que vivem no ambiente urbano. *In*: BUENO, O. C.; CAMPOS, A. E. C.; MORINI, M. S. C. **Formigas em ambientes urbanos no Brasil**. Bauru: Canal 6, 2017. p. 31-47.

BRASIL. Constituição (1997). Lei nº 9.431, de 6 de janeiro de 1997. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Assistência à Saúde. **Série Saúde & Tecnologia – Textos de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde – Arquitetura na prevenção de infecção hospitalar**. Brasília, DF, 1995.

BRASIL. Portaria nº 2616, de 12 de maio de 1998. **Dispõe sobre a obrigatoriedade da manutenção pelos hospitais do país, de Programa de Controle de Infecções Hospitalares**. Disponível em [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616\\_12\\_05\\_1998.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html) > Acesso em: 16 de outubro de 2018.

CAMPOS, A. E. C. et al. As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p.129-133, 2002.

CASALS-PASCUAL, C.; VERGARA, A.; VILA, J. Intestinal microbiota and antibiotic resistance: Perspectives and solutions. **Human Microbiome Journal**, v. 9, p.11-15, ago. 2018.

CASTRO, M. M. de et al. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 1, p.77-83, jan. 2015.

CASTRO, M. M. de. **Ecologia comportamental da mirmecofauna em ambiente hospitalar como subsídios para estratégias de controle**. 2015. 84 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada Ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

CHADEE, D. D.; MAITRE, A. L. Ants: potential mechanical vectors of hospital infections in Trinidad. **Transactions Of The Royal Society Of Tropical Medicine And Hygiene**, v. 84, n. 2, p.297, mar. 1990.

CINTRA-SOLOWSKI, P.; BUENO, O. C. Formigas em ambiente hospitalares. *In*: BUENO, O. C.; CAMPOS, A. E. C.; MORINI, M. S. C. **Formigas em ambientes urbanos no Brasil**. Bauru: Canal 6, 2017. p. 667-685.

CONSTANTINO, R.; DINIZ, I. R.; MOTTA, P. C. **Textos de entomologia**. 3ª ed. Brasília: UNB, 2002. 69p.

- COSTA, S. B. da et al. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p.527-529, dez. 2006.
- CUITIVA, E. A. G.; PALMEZANO, J. J. P.; LONNGI-ROJAS, G.. Sepsis temprana en un recién nacido pretérmino por *Pantoea agglomerans*: informe de caso y revisión de la literatura. **Acta Pediátrica de México**, v. 39, n. 1, p.52-59, 18 jan. 2018.
- DELETOILE, A. et al. Phylogeny and Identification of *Pantoea* Species and Typing of *Pantoea agglomerans* Strains by Multilocus Gene Sequencing. **Journal Of Clinical Microbiology**, v. 47, n. 2, p.300-310, 3 dez. 2008.
- DIAZ, P. A. E. **Bacillus spp. como promotores de crescimento na cultura do algodão**. 2018. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.
- EDWARDS, J.P.; BAKER, L.F. Distribution and importance of the Pharaoh's ant *Monomorium pharaonis* (L) in National Health Service Hospitals in England. **Journal Of Hospital Infection**, v. 2, p.249-254, jan. 1981.
- FIOL, F.S.D.; MATTOS-FILHO, T.R.; GROppo, F.C. Resistência Bacteriana. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 57, n.10, p. 1129:1132-1136-1129-1133-1138, out. 2010.
- FONSECA, J. G.; PEREIRA, M. G. Contaminação microbiana de sanduíches em lanchonetes: estudo transversal realizado em Brasília. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 3, p.509-516, set. 2013.
- FONTANA, R. et al. Disseminação de bactérias patogênicas por formigas (Hymenoptera: Formicidae) em dois hospitais do nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p.655-663, ago. 2010.
- FOWLER, H. G. et al. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. **International Journal Of Tropical Insect Science**, Cambridge, v. 14, n. 03, p.367-370, jun. 1993.
- GABRIEL, E.M.; COFFEY, A.; O'MAHONY, J.M. Investigation into the prevalence, persistence and antibiotic resistance profiles of staphylococci isolated from euro currency. **Journal Of Applied Microbiology**, v. 115, n. 2, p.565-571, 11 jun. 2013.
- GAZETA, G. S. et al. Artrópodes capturados em ambiente hospitalar do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 36, n. 3, p.254-264, 22 jan. 2008.
- GUERRERO, R.J. Taxonomic identity of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) (Formicidae: Dolichoderinae). **Zootaxa**, v. 4410, n. 3, p.497-510, abr. 2018.
- HOLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Belknap Press, 1990. 732 p.

HORR, L. et al. Comissão de controle de infecção hospitalar. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 31, n. 2, p.182-192, 1978.

IBGE. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2017**. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017

JACOBS, C.; ALVES, I. A. identificação de microrganismos veiculados por vetores mecânicos no ambiente hospitalar em uma cidade da região noroeste do estado Rio Grande do Sul. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 4, n. 4, p.1-5, 28 abr. 2015.

JERNBERG, C. et al. Long-term impacts of antibiotic exposure on the human intestinal microbiota. **Microbiology**, v. 156, n. 11, p.3216-3223, 12 ago. 2010.

KAMINSKI, L. A. et al. Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoro: interações entre formigas e lepidópteros. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p.27-44, jan. 2009.

LABORCLIN. **Manual de Antibiograma**. 7. ed. Pinhais, 2013. 32 p.

LIMA, W. R. dos S. et al. Ants in a hospital environment and their potential as mechanical bacterial vectors. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 46, n. 5, p.637-640, set. 2013

LISE, F.; GARCIA, F. R. M.; LUTINSKI, J. A. Association of ants (Hymenoptera: Formicidae) with bacteria in hospitals in the State of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p.523-526, dez. 2006.

LIU, L. et al. *Citrobacter freundii* bacteremia: Risk factors of mortality and prevalence of resistance genes. **Journal Of Microbiology, Immunology And Infection**, v. 51, n. 4, p.565-572, ago. 2018.

MAJEWSKI, P. et al. Emergence of a multidrug-resistant *Citrobacter freundii* ST8 harboring an unusual VIM-4 gene cassette in Poland. **International Journal Of Infectious Diseases**, v. 61, p.70-73, ago. 2017.

MARRA, A. R. et al. Nosocomial Bloodstream Infections in Brazilian Hospitals: Analysis of 2,563 Cases from a Prospective Nationwide Surveillance Study. **Journal Of Clinical Microbiology**, v. 49, n. 5, p.1866-1871, 16 mar. 2011.

MÁXIMO, H. J. et al. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo county, Brazil. **BMC Research Notes**, v. 7, n. 1, p.1-5, 20 ago. 2014.

MELO, V. V.; DUARTE, I. D. P.; SOARES, A. Q. **Guia de antimicrobianos**. Goiânia, 2012. 62 p.

MENDES, R. A.; COELHO, A. Í. M.; AZEREDO, R. M. C. de. Contaminação por *Bacillus cereus* em superfícies de equipamentos e utensílios em unidade de

alimentação e nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 9, p.3933-3938, set. 2011.

MORAIS, I. L. A.. **Controle de Animais Sinantrópicos em Estabelecimentos de Assistência à Saúde**: Proposta de Norma Técnica. 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, 2007.

MOREIRA, D. D. et al. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p.999-1006, dez. 2005.

MURASCHI, T. F.; FRIEND, M.; BOLLES, D. *Erwinia*-Like microorganisms isolated from animal and human hosts. **Applied Microbiology**, v. 2, n. 13, p.128-131, mar. 1965.

NICKERSON, J. C.; BLOOMCAMP, C. L.; PEREIRA, R. M. **Ghost Ant, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae)**. 2010. 5 p.

OLIVEIRA, B. R. M. et al. Ants as Vectors of Bacteria in Hospital Environments. **Journal Of Microbiology Research**, v. 7, n. 1, p.1-7, 1 fev. 2017.

OLIVEIRA, M.F.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Formigas Urbanas do Município de Maringá-PR e suas Implicações. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p.33-39, jan. 2005.

PASSERA, L. Characteristics of tramp species. *In*: WILLIAMS, D.F. **Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species**. Boulder: Westview. 1994. p. 23-43.

PASSERA, L.; ARON, S. **Le formis**: comportement, organization sociale et évolution. Ottawa: CNRC-NRC, 2005. 479p.

PEÇANHA, M.P. **Formigas como vetor de propagação bacteriana no conjunto hospitalar de Sorocaba- SP**. 2000. Tese (Doutorado em Microbiologia Aplicada) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

PEREIRA, R. S.; UENO, M. Presença de bactérias resistentes aos antimicrobianos em formigas de ambiente hospitalar. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 19, n. 2, p.83-87, 2013.

PEREIRA, V. C.; CUNHA, M. de L. R. de S. da. Coagulase-negative staphylococci strains resistant to oxacillin isolated from neonatal blood cultures. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, n. 7, p.939-942, nov. 2013.

PESQUERO, M. A. et al. Formigas em ambiente hospitalar e seu potencial como transmissoras de bactérias. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 4, p. 472-477, 2008.

PITTET, D. Infection control and quality health care in the new millenium. **American Journal Of Infection Control**, v. 33, n. 5, p.258-267, jun. 2005.

REYS, L. M. **Baratas como Fonte Mecânica de Transmissão de Patógenos Hospitalares**. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas), Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/2478/2/9911504.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

RODOVALHO, C. M. et al. Urban ants and transportation of nosocomial bacteria. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 3, p.454-458, jun. 2007

SASTRE, A. et al. Peritonitis causada por *Pantoea agglomerans* em diálise peritoneal. **Nefrología**, v. 37, n. 1, p.108-109, jan. 2017.

SAWICKA, B. Insect vector diseases in hospitals. **Przeg**, v.47, n.4, p.451-457, 1993.

SILVA, E. E. N. F. da. **Avaliação do potencial de formigas (Hymenoptera: formicidae) como vetores mecânicos de bactérias do gênero Staphylococcus no ambiente hospitalar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, G. M. da et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis – Maranhão. **Revista de Patologia Tropical**, v. 41, n. 3, p.348-355, 22 out. 2012.

SILVA, L. T. et al. Formigas como veículo de patógenos no Hospital Universitário Alzira Velano, em Alfenas - MG. **Revista Médica de Minas Gerais**, Alfenas, v. 15, n. 1, p.13-16, dez. 2005.

SOARES, N. S. et al. Levantamento da Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Região Urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 3, n. 35, p.324-328, maio de 2006.

TANAKA, I. I.; VIGGIANI, A. M. F. S.; PERSON, O. C.. Bactérias veiculadas por formigas em ambiente hospitalar. **Arquivos Médicos do Abc**, v. 32, n. 2, p.60-63, out. 2007.

TEIXEIRA, M. M. et al. Microbiota associated with tramp ants in a Brazilian University Hospital. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p.537-541, ago. 2009.

TIWARI, S.; BERIHA, S. S. *Pantoea* species causing early onset neonatal sepsis: a case report. **Journal Of Medical Case Reports**, v. 9, n. 1, p.1-3, 4 set. 2015.

VIEIRA, G. de D. et al. Bactérias Gram positivas veiculadas por formigas em ambiente hospitalar de Porto Velho, Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Pan-amazônica de Saúde**, v. 4, n. 3, p.33-36, set. 2013.

WEINTHAL, D. M. et al. Distribution and Replication of the Pathogenicity Plasmid pPATH in Diverse Populations of the Gall-Forming Bacterium *Pantoea agglomerans*. **Applied And Environmental Microbiology**, v. 73, n. 23, p.7552-7561, 5 out. 2007.

WILLING, B. P.; RUSSELL, S. L.; FINLAY, B. B. Shifting the balance: antibiotic effects on host–microbiota mutualism. **Nature Reviews Microbiology**, v. 9, n. 4, p.233-243, 28 fev. 2011.

WOHOUSH, I. A. et al. Comparing clinical and microbiological methods for the diagnosis of true bacteraemia among patients with multiple blood cultures positive for coagulase-negative staphylococci. **Clinical Microbiology And Infection**, v. 17, n. 4, p.569-571, abr. 2011.

ZIMERMAN, R. A. **Uso indiscriminado de antimicrobianos e resistência microbiana. Uso racional de medicamentos:** Temas selecionados. Ministério da saúde, n. 3, 2010.

## ANEXO A – CARACTERIZAÇÃO DOS ANTIBIÓTICOS UTILIZADOS NO TESTE DE RESISTÊNCIA

<b>Antibiótico</b>	<b>Classe</b>	<b>Ação</b>	<b>Espectro de Ação</b>
Ampicilina	Penicilinas	Bactericida, atua na parede celular	Gram-positivos e Gram-negativos
Oxacilina	Penicilinas	Bactericida	Ativa contra a maioria dos cocos Gram-positivos, incluindo os estreptococos beta-hemolíticos, pneumococos e estafilococos não produtores de penicilinase
Piperacilina + Tazobactam	Penicilinas	Exerce atividade bactericida pela inibição da formação do septo e síntese da parede celular	Gram-positivos e Gram-negativos
Cefoxitina	Cefalosporinas (segunda geração)	Bactericida	Gram-positivos e Gram-negativos
Ceftazidima	Cefalosporinas (terceira geração)	Bactericida, é inibidor da síntese da parede celular bacteriana e resistente à maioria das beta-lactamases produzidas por organismos Gram-positivos e Gram-negativos	Gram-positivos e Gram-negativos
Ceftriaxona	Cefalosporinas (terceira geração)	Age por inibição da síntese da parede celular bacteriana	Ativo contra grande parte dos cocos Gram-positivos; boa atividade contra Gram-negativos
Cefepima	Cefalosporinas (quarta geração)	Age por inibição da síntese da parede celular bacteriana	Gram-positivos e Gram-negativos
Imipenem	Carbapenêmicos	Inibidor da síntese da parede celular bacteriana e é bactericida contra um amplo espectro de patógenos	Gram-positivos e Gram-negativos

Amicacina	Aminoglicosídeos	Ação bactericida altera a síntese proteica	Enterobactérias como <i>Citrobacter freundii</i> ; <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> e estafilococos
Gentamicina	Aminoglicosídeos	Bactericida	Bacilos Gram-negativos aeróbios e <i>Staphylococcus aureus</i>
Tobramicina	Aminoglicosídeos	Inibição da síntese proteica	Gram-negativos e <i>Staphylococcus spp.</i>
Ciprofloxacina	Quinolona	Inibição da topoisomerase bacteriana do tipo II (DNA girase) e topoisomerase IV, necessárias para a replicação, transcrição, reparo e recombinação do DNA bacteriano	Alguns microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos aeróbios
Polimixina B	Polimixina	Ação antimicrobiana bactericida atua primariamente nas membranas externa e citoplasmática, aumentando a permeabilidade	Todos os bacilos Gram-negativos, com exceção de <i>Proteus spp.</i>
Sulfonamidas	Sulfonamidas	Análogos estruturais do PABA, essencial para a síntese de ácido fólico nas bactérias, que por sua vez é importante para síntese dos precursores do DNA e do RNA	Gram-positivos e Gram-negativos

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dra. Carla Bicho, pela oportunidade de ingresso no Laboratório de Bioecologia de Insetos, me inserindo no mundo da ciência, no PIBIC, e por seguir comigo até hoje. A senhora é a peça chave do meu crescimento profissional.

À minha coorientadora, Dra. Beatriz Ceballos, que me recebeu de braços abertos com a ideia desse trabalho, sem a senhora nada disso teria sido possível. Obrigada por compartilhar de seu conhecimento comigo.

À Professora Dra. Patrícia Freitas, pelo auxílio nas identificações das bactérias e por todo conhecimento compartilhado.

Ao técnico do Laboratório de Microbiologia (UEPB), Augusto, que me aturou durante todas as análises com muita paciência, me ensinando além da prática do laboratório, sua ajuda foi essencial para mim, muito obrigada.

Ao Hospital, pela oportunidade e acolhimento e, em especial a equipe da Comissão de Infecção Hospitalar (CCIH), por toda atenção.

À Joanna Rayelle e Antônio Marques, pela amizade e ajuda nas coletas, obrigada e contem comigo sempre. À Maria do Socorro, por todas as pequenas ajudas somadas ao longo de todo esse tempo que resultaram numa imensa gratidão.

À Deus por guiar meus passos e me sustentar até aqui.

À minha mãe, Lusênia, que educou e não deixou faltar nada para mim e minha irmã. A senhora é responsável por essa conquista.

Ao meu pai, Eduardo (*in memoriam*), que embora não esteja presente, permanece vivo em memória.

À minha irmã, Eduarda, pela parceria sempre, agora você pode terminar seu filme!

À minha família, que sempre me ensinou que é através dos estudos que a gente ganha o mundo, esse é apenas meu primeiro passo.

Ao meu namorado, Ariosvaldo, por todo amor, companheirismo, preocupação e caronas (rs), obrigada.

Aos meus colegas de classe, Joelma, Karen e Luana por toda ajuda durante essa longa caminhada, pela menor risada, obrigada.

E finalmente, mas não menos importante, à Estefany Gabriela e Stephanie Evelyn por toda amizade compartilhada durante esses anos. Que apesar das brigas, se mostraram pessoas incríveis. Ah se todo mundo alguma vez na vida tivesse que ter a oportunidade de conhecer. Obrigada por todas as risadas, fofocas, puxões de orelha e outras tantas coisas, vocês são demais. Obrigada!