

ARTIGO ORIGINAL

Formigas (*Hymenoptera*: Formicidae) como vetores na transmissão de *Staphylococcus aureus* em um hospital público

Ants (*Hymenoptera*: Formicidae) as vectors in *Staphylococcus aureus* transmission in a public hospital

Hormigas (*Hymenoptera*: Formicidae) como vectores de transmisión de *Staphylococcus aureus* en un hospital público

Suellen Cristina Dias Emidio¹, Patricia Avello Nicola², Mateus Matiuzzi da Costa³, Gisele Veneroni Gouveia⁴, Andrea Vieira Colombo⁵, Joyce Millena Barbosa Teixeira Melo⁶

RESUMO:

Objetivo: analisar o potencial de formigas como veículos mecânicos de bactérias do gênero *Staphylococcus aureus* no centro cirúrgico e unidade de terapia intensiva de um hospital público. **Metodologia:** trata-se de um estudo descritivo. As formigas foram coletadas utilizando-se iscas atrativas que ficavam expostas por três horas sendo, após a exposição, incubadas por 24h a 35°C. A susceptibilidade aos antimicrobianos foi analisada através da técnica de disco-difusão. Os isolados de Cocos gram-positivos foram submetidos a Reação em Cadeia da Polimerase e observado os genes *nuc*, *mecA*, *blaZ* e *icaAD*. **Resultados:** foram coletadas 592 formigas pertencentes à espécie *Tapinoma melanocephalum* e *Pheidole sp.* Todos os isolados apresentaram o gene *mecA*, 93,7% apresentaram resultado positivo para o gene *blaZ* e 12,5% para o gene *icaA* e *icaD*. Sete isolados apresentaram multirresistência. **Conclusão:** os resultados sugerem que as formigas podem agir como veiculadoras de bactérias multirresistentes no ambiente hospitalar.

DESCRITORES: Staphylococcus Aureus; Genes Bacterianos; Infecção Hospitalar; Vetores de Doenças.

Informações do Artigo:
Recebido em: 18/10/2022
Aceito em: 16/11/2022

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Enfermagem. Endereço: Rua José Lourenço Kelmer - São Pedro, Juiz de Fora - MG, 36036-900. E-mail: suellen.emidio@ufjf.br

² Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: patinicola@gmail.com

³ Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: mateusmatiuzzi@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: gisele.veneroni@univasf.edu.br

⁵ Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: andrea.colombo@univasf.edu.br

⁶ Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: joycebtmelo@gmail.com

ABSTRACT:

Objective: to analyze the potential of ants as mechanical vehicles of bacteria of the genus *Staphylococcus Aureus* in the surgical center and intensive care unit of a public hospital. **Methodology:** this was a descriptive study. The ants were collected using attractive baits that were exposed for three hours and, after exposure, incubated for 24 hours at 35°C. The susceptibility to antimicrobials was analyzed using the disk-diffusion technique. Gram-positive Cocos isolates were subjected to Polymerase Chain Reaction and the *nuc*, *mecA blaZ* and *icaAD* genes were observed. **Results:** 592 ants belonging to the species *Tapinoma melanocephalum* and *Pheidole sp.* All isolates showed the *mecA* gene, 93.7% were positive for the *blaZ* gene and 12.5% for the *icaA* and *icaD* gene. Seven isolates showed multidrug resistance. **Conclusion:** the results suggest that ants can act as carriers of multidrug-resistant bacteria in the hospital environment.

DESCRIPTORS: *Staphylococcus Aureus*; Genes, Bacterial; Cross Infection; Disease Vectors.

RESUMEN:

Objetivo: analizar el potencial de las hormigas como vehículos mecánicos de bacterias del género *Staphylococcus Aureus* en el centro quirúrgico y unidad de cuidados intensivos de un hospital público. **Metodología:** este fue un estudio descriptivo. Las hormigas se recolectaron mediante cebos atractivos que se expusieron durante tres horas y, después de la exposición, se incubaron durante 24 horas a 35°C. La susceptibilidad a los antimicrobianos se analizó mediante la técnica de difusión en disco. Aislados de Cocos Gram positivos fueron sometidos a Reacción en Cadena de la Polimerasa y se observaron los genes *nuc*, *mecA blaZ* e *icaAD*. **Resultados:** 592 hormigas pertenecientes a las especies *Tapinoma melanocephalum* y *Pheidole sp.* Todos los aislamientos presentaron el gen *mecA*, el 93,7% fueron positivos para el gen *blaZ* y el 12,5% para el gen *icaA* e *icaD*. Siete aislamientos mostraron multirresistencia. **Conclusión:** los resultados sugieren que las hormigas pueden actuar como portadoras de bacterias multirresistentes en el ambiente hospitalario.

DESCRIPTORES: *Staphylococcus Aureus*; Genes Bacterianos; Infección Hospitalaria; Vectores de Enfermedades.

INTRODUÇÃO

As formigas são artrópodes que podem se beneficiar com a presença do homem na zona urbana, bem como na zona rural. Algumas espécies de formigas são consideradas pragas por ocasionar problemas à agricultura, armazenamento de alimentos, afetar estruturas residenciais e risco de carrear doenças que podem afetar a saúde pública⁽¹⁾.

No Brasil, principais espécies consideradas pragas urbanas são exóticas, destacando-se *Monomorium pharaonis* (L.), *Monomorium floricola* Jerdon, *Paratrechina longicornis* (Latreille) e *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius). Estes artrópodes vivem, normalmente, nas áreas urbanas e no interior das construções, sendo de tamanho corporal pequeno, com colônias móveis, polígineas e unicolnialistas^(2,3).

Por sua adaptabilidade, grande densidade populacional, ausência de competidores e pouca pressão de predadores e parasitoides, as formigas estão presentes nos mais diversos ambientes, inclusive nos hospitalares. Muitas áreas como quartos de pacientes, salas de exames, salas de estudo, armazéns, cozinhas, lavanderias, armazéns, salas de reunião, refeitórios, banheiros e banheiros podem ser ambientes ideais para vetores. Especialmente o centro cirúrgico e unidades de terapia intensiva são os locais em que mais atenção deve ser dada à luta de vetores entre essas áreas. Muitas substâncias como sangue, suor, lágrimas, urina, escarro e fezes de pacientes podem ser materiais utilizados por espécies de vetores para nutrição e desenvolvimento^(2,3).

Em hospitais e outros serviços de saúde, áreas como rachaduras que aparecem com o envelhecimento da edificação, danos nas instalações hidráulicas e elétricas, desgaste nas tubulações de esgoto e esgoto, áreas de armazenamento de lixo, canais de cabos, estações de reciclagem são os esconderijos de vetores de moscas, baratas, formigas e ratos, eles criam novos ambientes que permitem que eles se reproduzam e se desenvolvam. Além disso, as unidades utilizadas para esterilização podem ser uma fonte de vetores em alimentos e roupas trazidos aos hospitais por trabalhadores e familiares de pacientes. Nesses locais, a importância dos formicídeos está relacionada ao potencial risco de carreamento de microrganismos patogênicos que podem contaminar instrumentos cirúrgicos, aparelhos, roupas de cama, como lençóis, além de alimentos e medicamentos. Além disso, diversos estudos têm demonstrado bactérias multirresistentes presentes em formigas encontradas no ambiente hospitalar⁽⁴⁾.

Salienta-se que, a presença de formicídeos no ambiente hospitalar não indica ausência de higienização do ambiente. Alguns tipos de formigas têm predileção por locais extremamente higienizados e podem ser consideradas bioindicadores de limpeza. Contudo, estes artrópodes podem, ainda, carrear microrganismos patogênicos em seus corpos⁽²⁾.

O gênero *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) é um dos microrganismos mais comuns no ambiente hospitalar, sendo responsáveis por muitas das infecções adquiridas no hospital. Este patógeno possui vários mecanismos de virulência, incluindo a formação de biofilme e a multirresistência à antibióticos. Estudos relatam que os *S. aureus* são responsáveis por 15% das infecções relacionadas à assistência à saúde. Quanto à sua associação com vetores, pesquisas já demonstraram que este microrganismo pode ser carreado por formigas^(3,4).

Apesar da importância da temática, os estudos que avaliaram os vetores, especialmente formigas, nos ambientes hospitalares são antigos na literatura nacional e internacional. O enfermeiro, por estar à frente da gestão das unidades de saúde, tem papel fundamental na verificação das condições físicas dos ambientes em que se prestam a assistência. Sua avaliação quanto ao ambiente, gestão de resíduos e controle de vetores colabora para o controle das infecções hospitalares.

Este artigo tem como objetivo analisar o potencial de formigas gênero *Staphylococcus aureus* seu potencial como veiculadoras mecânicas de *S. aureus* multirresistentes na unidade de terapia intensiva e no centro cirúrgico e de um hospital público.

METODOLOGIA

Desenho, local do estudo e período

Trata-se de uma pesquisa descritiva de abordagem quantitativa, realizada em um hospital público do interior do estado do Pernambuco no período de outubro de 2013 a abril de 2014.

Protocolo do estudo

A coleta das formigas foi realizada na Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) e no Centro Cirúrgico (CC) em intervalos de 15 dias, totalizando 12 eventos amostrais. Para cada evento amostral, foram dispostas iscas para formigas em quatro horários: 06:00h-09:00h; 12:00h-15:00h; 18:00h-21:00h e 24:00h-03:00h, sendo 19 iscas por horário na UTI e 12 iscas por horário no CC, totalizando 1488 iscas de esforço amostral. A cada coleta eram realizadas aferições da temperatura, umidade relativa do ar (URA) e precipitação média. O número de iscas foi calculado de acordo com a metragem das unidades, considerando a movimentação de até três metros das formigas.

As formigas foram coletadas através de armadilhas, seguindo a metodologia proposta por Schuller, Matte e Matte⁽⁵⁾. Após o intervalo de exposição, as armadilhas eram recolhidas e incubadas durante 24:00h a 37°C para o crescimento dos microrganismos. Após o período de incubação, as formigas eram retiradas das placas e transferidas para tubos de vidro com etanol a 70% para posterior identificação das espécies.

Dentre as armadilhas com presença de colônias bacterianas, realizou-se a semeadura por esgotamento de cada colônia em meio Ágar Sangue com 5% de sangue ovino e uma segunda em meio contendo Ágar Müller-Hinton, sendo coloração pelo método de Gram. Os isolados Gram-positivos foram submetidos a testes bioquímicos para a caracterização do gênero *Staphylococcus* através dos testes bioquímicos catalase, coagulase livre, DNase e Manitol hipertônico⁽⁶⁾.

A identificação molecular da espécie *S. aureus* foi realizada pela detecção do gene nuc. Já a análise do potencial genético para resistência aos antimicrobianos foi realizada pela amplificação dos genes *mecA* e *blaZ* relacionados a resistência a meticilina e aos beta-lactâmicos, respectivamente. O potencial genético para produção de biofilme foi avaliado pela amplificação dos genes *icaD* e *icaA*. A presença desses genes foi avaliada por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) seguida de eletroforese em gel de agarose 1,5% corado com brometo de etídeo. Os iniciadores utilizados estão representados no Quadro 1:

Quadro 1. Iniciadores utilizados na caracterização molecular dos isolados de *Staphylococcus aureus*.

Iniciador	Sequência (5'- 3')	Fragmento amplificado em pares de bases	Referência
NucF	GCGATTGATGGTGATACGGTT	279	Kateete ⁽⁷⁾
NucR	AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC		
MecAF	AAAATCGATGGTAAAGGTTGGC	217	Kateete ⁽⁷⁾
MecAR	AGTTCTGCAGTACCGGATTTGC		
BlaZF	AAGAGATTTGCCTATGCTTC	517	Sawant ⁽⁸⁾
BlaZR	GCTTGACCACTTTTATCAGC		
icaAF	CCTAACTAACGAAAGGTAG	1315	Vasudevan ⁽⁹⁾
icaAR	AAGATATAGCGATAAGTGC		
IcaDF	AAGCCCAGACAGAGGCAATATCCA	230	Vasudevan ⁽⁹⁾
IcaDR	AGTACAAACAACTCATCCATCCGA		

Fonte: dados dos pesquisadores.

Para extração do DNA uma alçada de cultivo foi transferida para um microtubo do tipo Eppendorf (3 mL) contendo 300µL de TE (Tris-EDTA) e foi levado ao vórtex brevemente para homogeneizar. Acrescentou-se 70µL de SDS 10%, e novamente foram homogeneizadas. Posteriormente, acrescentou-se 100µL de NaCl₂ 5M e 80µL CTAB/NaCl e incubadas a 65°C por 10 minutos. Em seguida, foram adicionados 700µL de clorofórmio/álcool isoamílico (24:1) homogeneizando os microtubos por inversão na capela de exaustão. Depois, as amostras foram centrifugadas a 11.750g por 5 minutos. Após este período, foi possível visualizar uma solução trifásica no interior dos microtubos, onde a primeira fase das amostras foi transferida para outro microtubo acrescentando-se 450µL de isopropanol. Os tubos foram homogeneizados por inversão e deixados em gelo por 20 minutos. Após esse período as amostras foram centrifugadas a 11.750g por 15 minutos, desprezando-se o sobrenadante, e acrescentando-se 500µL de etanol 70%. Em seguida, as amostras foram novamente centrifugadas a 11.750 g por 10 min, sendo o sobrenadante desprezado, os microtubos foram mantidos abertos para secagem por aproximadamente 1 hora. Após a secagem, as amostras foram ressuspensas em 80µL de TE (pH 8,0) e deixadas à 65°C por 1 h. Ao término as amostras foram armazenadas à -20°C.

Para a realização da PCR do gene nuc foram utilizados 4 µL do DNA extraído dos isolados bacterianos e acrescidos a 11 µL de uma solução contendo 2mM de MgCl₂, 0,4pmol de cada primer, 0,4mM dos desoxirribonucleotídeos, tampão de enzima 1X e 1,5U de Taq DNA polimerase. A reação de amplificação do gene nuc foi realizada constando de desnaturação inicial a 94°C por 5 minutos, seguida por 37 ciclos, consistindo, cada um de 94°C por 1 minuto, hibridação do iniciador a 55°C por 30 segundos e extensão a 72°C por 1 minuto, seguidos por uma extensão final a 72°C por 7 minutos, segundo adaptações da metodologia proposta por Kateete et al⁽⁷⁾. Como controle positivo da reação foi utilizado uma cepa de *S. aureus* ATCC 25923.

A PCR dos genes mecA e blaZ seguiu o método proposto por Swant et al⁽⁸⁾. Foram utilizados 4µL de DNA extraído e acrescidos a 11µL de solução contendo 2 mM de MgCl₂, 0,4 pmol de cada primer, 0,4

mM dos desoxirribonucleotídeos, tampão de enzima 1X e 1,5 U de Taq DNA polimerase. O gene *mecA* foi amplificado através da desnaturação inicial a 94°C por 1 minuto, seguida por 15 ciclos, que consistiam de uma desnaturação a 94°C por 30 segundos, 68°C por 30 segundos e 72°C por 30 segundos, seguidos por mais 20 ciclos constituídos de 30 segundos a 94°C, 30 segundos a 60°C, 30 segundos a 72°C e uma extensão final a 72°C por 2 minutos⁽¹⁰⁾. A reação de amplificação do gene *blaZ* constou de uma desnaturação inicial a 94°C por 4 minutos, seguida por 30 ciclos, que consistiram em 94°C por 1 minuto, 50,5°C por 30 segundos e 72°C por 30 segundos e, uma extensão final a 72°C por 5 minutos⁽¹⁰⁾. Como controles positivos das reações, utilizou-se uma cepa de *Staphylococcus* spp. resistente à metilina (MRSA) para o gene *mecA* e o *S. aureus* ATCC 25923 para o gene *blaZ*.

A amplificação do gene *icaA* foi feita através da adição de 5 µL do DNA extraído a 20 µL de uma solução contendo 2,5 mM de MgCl₂, 1 pmol de cada primer, 0,28 mM dos desoxirribonucleotídeos, tampão de enzima 1X e 2,5U de Taq DNA polimerase. A reação de amplificação do gene seguiu o protocolo com adaptações proposto por Vasudevan et al⁽⁹⁾ consistiu na desnaturação inicial a 94°C por 2 minutos, seguida por 30 ciclos constituídos por 45 segundos a 92°C; 58,6°C por 45 segundos; e 1 minuto a 72°C e uma extensão final a 72°C por 7 minutos.

A PCR do gene *icaD* consistiu na adição de 2 µL de DNA extraído a 13 µL de uma solução contendo 1,33 mM de MgCl₂, 1 pmol de cada primer, 0,2 mM dos desoxirribonucleotídeos, tampão de enzima 1X e 1,5U de Taq DNA polimerase. Sendo então, submetido à desnaturação inicial a 94°C por 2 minutos, seguida por 30 ciclos constituídos por 45 segundos a 92°C; 49,8°C por 45 segundos e 1 minuto a 72°C e uma extensão final a 72 ° C por 7 minutos⁽⁹⁾.

A susceptibilidade aos antimicrobianos foi analisada através da técnica disco-difusão⁽¹¹⁾ e de acordo com a metodologia do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). Os antibióticos (Newprov® e Sensibiodisc®) utilizados foram Ampicilina (10µg), Penicilina (10µg), Oxacilina (1µg), Cefotaxima (30µg), Ceftriaxona (30µg), Ciprofloxacino (5µg), Norfloxacino (10µg), Gentamicina (30µg), Vancomicina (30µg), Eritromicina (15µg), Tetraciclina (30µg), Sulfametoxazol (25µg), Rifampicina (15µg). Estes antibióticos foram escolhidos por serem de uso frequente no hospital pesquisado, conforme descrito pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar.

Análise dos resultados e estatística

O Índice de Infestação de formigas foi calculado utilizando o número de iscas com formigas multiplicado por 100 e dividido pelo total de iscas expostas. Foi realizada a Análise de Regressão Linear Múltipla e Correlação de Spearman em um intervalo de confiança de 95%, com valor de $p < 0,05$, através do pacote estatístico BioEstat 5.0.

RESULTADOS

Identificação das formigas e os fatores abióticos

De 1488 iscas, 36 apresentaram formigas totalizando 592 formicideos no hospital estudado, sendo 465 na UTI e 127 no CC. Dentre as formigas capturadas 94,9% (n=562) pertenciam a espécie *Tapinoma melanocephalum* e 5,1% (n=30) ao gênero *Pheidole* sp.

O índice de infestação total de formigas foi de 2,41%, sendo que na UTI foi de 2,74% e no CC foi de 1,9%. O mês de novembro apresentou maior quantidade de formigas coletadas em relação aos outros meses, sendo a frequência relativa 72,89% na UTI e 77,95% no CC, bem como a maior precipitação. O teste de regressão linear múltipla ($F= 46,700$; $p= 0,005$) indicou que pelo menos uma das variáveis independentes - precipitação (mm), temperatura média (°C) ou URA (%) - influenciam na frequência de ocorrência de formigas na UTI e CC. Entre os coeficientes parciais de regressão somente b_1 foi estatisticamente significativo ($t= 0,766$; $p= 0,0017$). O coeficiente de Correlação de Spearman revelou que há correlação positiva entre a precipitação pluviométrica média e o número de formigas capturadas por mês de amostragem ($r_s= 0,408$; $p= 0,363$).

Em relação ao horário de atividade das formigas, a maior frequência de coletas foi no período compreendido entre as 06:00h as 09:00h para as iscas dispostas na UTI (n=8). No CC os horários de 06:00h as 09:00h, 12:00h as 15:00h e 18:00h as 21:00h tiveram a mesma frequência de coleta (n=3). Tanto na UTI quanto no CC, o horário em que ocorreu menor frequência de coleta de formigas foi das 24:00h às 03:00h. Tanto a *T. melanocephalum* quanto a *Pheidole* sp. tiveram maior ocorrência no período diurno.

Identificação dos microrganismos presentes nas formigas

Foram encontradas 36 iscas com presença de formigas e com crescimento bacteriano após incubação. Destes isolados, 25 foram obtidos na UTI e 11 no CC. Dos 36 isolados, 44,4% (n=16) foram sugestivos de *S. aureus* ou *Staphylococcus* spp. Coagulase Negativo (ECN) através dos testes bioquímicos, sendo 12 da UTI e quatro do CC. Além de cocos Gram-positivos, houve crescimento de bacilos Gram-positivos em 13,8% das amostras, bacilos Gram-negativos em 16,6% e cocos Gram-negativos em 25,1%. Alguns fungos filamentosos também foram observados após a incubação (5,6%).

Dos 16 isolados sugestivos de *S. aureus* e ECN, 35,7% apresentaram β -hemólise e 78,5% foram positivas para a prova da coagulase, sendo dois testes utilizados para identificação de estafilococos. A catalase foi positiva para 100% das amostras analisadas. Na prova do Ágar Manitol Hipertônico foram identificadas três amostras negativas, sendo duas da UTI e uma do CC, resultado sugestivo de *Micrococcus* spp. Na prova da coagulase, 78,5% das amostras foram positivas e 85,5% foram positivas na prova da DNase. Apenas 21,4% das amostras apresentaram positividade para todas as provas, sendo todas da UTI.

Perfil de resistência aos antimicrobianos

Todas as amostras apresentaram resistência a Ampicilina, seguido da Penicilina com 90,0% na UTI e 66,6% no CC e da Eritromicina com 72,7% na UTI e 66,6% no CC. Em relação aos demais antibióticos, as bactérias demonstraram menores graus de resistência, sendo que 45,5% dos isolados na UTI foram resistentes a Cefotaxima e Rifampicina e 18,8% e 9,09% (UTI) a Sulfametoxazol e Tetraciclina, respectivamente. Tanto no CC como na UTI, nenhuma amostra apresentou resistência a Ceftriaxona, Norfloxacino, Gentamicina e Vancomicina. Os isolados apresentaram resistência intermediária a eritromicina e a rifampicina e baixa resistência a ceftriaxona. Os isolados Gram-positivos avaliados apresentaram baixa resistência às fluoroquinolonas e alta taxa de sensibilidade ao ciprofloxacino (82,15%). Quanto à vancomicina, 100% das amostras foram sensíveis. Quanto ao perfil de multirresistência, os *S. aureus* encontrados apresentaram sete isolados multirresistentes sendo quatro da UTI e três do CC.

Análise dos genes relacionados com a identificação de *S. aureus*, resistência a antimicrobiano e formação de biofilme

Os 16 isolados que se apresentaram sugestivos para *S. aureus* e ECN nas análises bioquímicas foram submetidos à caracterização molecular, por meio da PCR, para identificação do gene nuc. O gene nuc esteve presente em 68,7% (n=11), confirmando os isolados como *S. aureus*, sendo que as amostras nuc negativo (n=5) são sugestivas de serem ECN. Todos os isolados de *S. aureus* (n=11) apresentaram-se positivos para o gene mecA

Todos os *S. aureus* positivos apresentaram resistência a oxacilina e possuíam o gene mecA. Os genes bla_Z associados a expressão de beta-Lactamases de amplo espectro foram encontrados em 93,7% (n=10) dos isolados.

Nesta pesquisa, em relação aos genes envolvidos na produção de biofilme, 12,5% dos isolados foram positivos para os genes icaA e icaD. Todos os isolados multirresistentes também apresentaram a presença simultânea dos genes mecA e icaAD.

DISCUSSÃO

Os resultados identificaram formigas da espécie *T. melanocephalum* e *Pheidole* no CC e UTI em todas as coletas. Essas espécies de formicídeos são altamente adaptáveis e apresentam dieta generalista, o que facilita sua disseminação. Além disso, possuem uma organização social bastante desenvolvida, podendo fazer ninhos em locais como frestas de portas, pisos, armários e até em caixas de redes elétricas^(1,3). Observou-se que as áreas dentro do setor em que havia alimentos, preparação de medicação e maior circulação de pessoas foram os que tiveram maior frequência de coleta de formigas^(1,3,11,12). Por esta razão, é importante que o enfermeiro gestor da Comissão de Controle da

Infecção Hospitalar (CCIH) possui um cronograma de manutenção preventiva predial e dedetização. Esse controle reduz o risco de criação de colônias de formigas. Também são ações importantes a gestão adequada de resíduos, a restrição de pessoas e alimentos a setores críticos e a limpeza terminal regular⁽¹²⁾.

O índice de infestação encontrado neste estudo foi considerado baixo quando comparados com outros estudos em instituições hospitalares com características semelhantes^(3,4), podendo estar associado a estrutura predial, rotinas hospitalares e se a própria área do hospital possui restrição à entrada de alimentos e pessoas.

Os dados estatísticos mostraram que a temperatura e a umidade podem influenciar no aparecimento dos formicídeos. A relação entre precipitação pluviométrica média e a infestação de formigas nos resultados desse estudo divergem de outros realizados em diferentes unidades de saúde. Oliveira et al⁽³⁾ não observaram diferença estatística entre as estações chuvosa e seca, sendo coletadas praticamente o mesmo número de formigas. Os resultados divergentes entre as diferentes pesquisas reforçam a hipótese de que as formigas são altamente adaptáveis podendo existir infestação no ambiente hospitalar com pouca dependência de fatores abióticos como a precipitação⁽³⁾. Não houve diferença estatística entre a precipitação (mm) e os gêneros de formigas coletados nesta pesquisa.

A temperatura e a URA foram medidas dentro dos setores estudados, pois nestes ambientes há controle dessas variáveis ambientais por meio do uso de condicionares de ar. De acordo com Santos⁽²⁾ há redução da atividade das formigas no inverno e baixa atividade das formigas em repartições com ar refrigerado como os consultórios médicos, o que pode favorecer o controle pontual da formiga através da climatização de repartições estratégicas⁽¹⁾. Os horários de forrageio das formigas podem variar de acordo com a espécie da formiga demonstrando a plasticidade dos formicídeos⁽²⁾.

O crescimento bacteriano nas iscas que apresentaram formigas demonstra a possibilidade de veiculação mecânica e/ou biológica de patógenos sendo um risco a saúde pública⁽¹⁾. Os isolados presuntivos de ECN têm se tornado um patógeno cada vez mais associado a infecções hospitalares multirresistentes⁽¹⁴⁾. Além das bacteremias associadas a cateteres, estudos têm demonstrado que os ECN podem formar biofilme em materiais hospitalares, sendo responsáveis por 65% das infecções relacionadas à assistência⁽¹⁵⁾.

Apesar de terem sido encontrados na literatura estudos sobre o carreamento de microrganismos pelas formigas, poucos estudos têm realizado análise molecular dos isolados encontrados, o que dificulta o conhecimento a cerca da resistência aos antimicrobianos. O *S. aureus* encontrado no ambiente hospitalar e carregado por formigas tem sido associado à infecção nosocomial^(1,3,4).

O gene *mecA*, encontrado em 11 isolados, é uma preocupação frequente dos órgãos sanitários especialmente por sua subsequente multirresistência aos antibióticos. O MRSA carregado por formigas

tem sido isolado em diversos hospitais brasileiros, sendo confirmada a participação na transmissão de infecções relacionadas à assistência^(1,16).

A resistência a oxacilina demonstra que existe cepas resistentes no ambiente hospitalar e que podem ser carregadas por formigas. Os isolados apresentaram elevada resistência aos antibióticos β -lactâmicos analisados, igualmente encontrados nos estudos Silva et al⁽¹⁷⁾ e Nascimento et al⁽¹⁾ em que bactérias Gram-positivas isoladas de formigas foram resistentes à ampicilina e a oxacilina, o mesmo encontrado nessa pesquisa. Tal fato tem aumentado o padrão de resistência a múltiplas drogas, dificultando o controle das infecções hospitalares. Assim, os mecanismos que conferem a resistência aos antimicrobianos podem ser multifatoriais, sendo essencial o uso racional de antimicrobianos baseado em evidências laboratoriais a fim de que se diminuam os índices de resistência antimicrobiana no ambiente hospitalar.

O aumento da resistência aos antibióticos β -lactâmicos está intimamente relacionada ao uso indiscriminado dessa classe, especialmente a penicilina desde sua descoberta nos anos 40⁽³⁾. Apesar da alta resistência na maioria dos ambientes e em pessoas, no Brasil, os β -lactâmicos ainda podem ser efetivos em algumas doenças como a pneumonia adquirida na comunidade. A fiscalização na venda de antibióticos, a educação popular e a sensibilização dos profissionais que prescrevem antibióticos são fundamentais para evitar o aumento de cepas resistentes.

A formação de biofilme de *S. aureus* isolados de insetos ainda é incipiente na literatura. Contudo, sabe-se que formação de biofilme é um dos principais fatores para infecções bacterianas persistentes ou crônicas, pois há diminuição da resposta imune do hospedeiro. Além disso, a formação de biofilme é uma das formas de resistência aos antibióticos, que acarreta em infecções de difícil tratamento^(12,14,15).

Limitações do Estudo

Não foi possível comprar o Índice de Infestação com as dedetizações, pois, este serviço era terceirizado e não havia um cronograma específico quanto ao período de realização do controle de vetores.

Contribuições para a Área da Enfermagem, Saúde ou Política Pública

O controle de vetores, em especial de formigas, é fundamental para a diminuição do risco de contaminação no ambiente hospitalar. Assim, o enfermeiro como gestor da CCIH pode auxiliar no controle destes vetores e, conseqüentemente, contribuir para o cuidado livre de infecções relacionadas à assistência à saúde.

CONCLUSÃO

Conclui-se, através dos resultados obtidos, que as formigas têm grande capacidade de carrear microrganismos patogênicos apresentar multirresistências a uma variedade de antibióticos sendo um fator de risco nas infecções relacionadas à assistência à saúde. Assim, a análise dos dados demonstra a necessidade da implantação de estratégias que combatam os formicídeos no ambiente hospitalar. É importante que o enfermeiro gestor da CCIH mantenha um controle efetivo de saneamento ambiental e manutenção de equipamentos, promovendo estratégias sistematizadas em parceria com todos os profissionais que atuam no hospital. O controle destes vetores é importante para a diminuição dos índices de infecção hospitalar a fim de se alcançar um nível satisfatório de qualidade dos serviços hospitalares.

REFERÊNCIAS

1. Nascimento LE, Amaral RR, Ferreira RMDA, Trindade DVS, do Nascimento RE, da Costa TS, Souto RNP. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as Potential Mechanical Vectors of Pathogenic Bacteria in a Public Hospital in the Eastern Amazon, Brazil. *J Med Entomol.* 2020 Sep 7;57(5):1619-1626. doi: 10.1093/jme/tjaa062.
2. Santos MN. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Soc* 2016;63:359-71. doi: 10.1007/s00040-016-0483-1
3. Oliveira BRM, Sousa LF, Soares RC, et al. Ants as vectors of bacteria in hospital environments. *J Microbiol Res* 2017;7(1):1-7. doi: 10.5923/j.microbiology.20170701.01
3. Lopes GGC, Netto GPM, Silva LA, Júnior LNDS, Moura RS Bactérias associadas a formigas coletadas em hospitais em Anápolis – GO. *Rev Epidemiol Controle Infecç.* 2020; 10(3): 1-13. doi:10.17058/jeic.v10i2.14027
4. Martins MC, Paula Júnior JD. Identification of *Staphylococcus Aureus* and profile of oxacillin resistance in hospital environmental ants. *Int J Anim Sci Technol.* 2017;1(1):15-8. doi: 10.11648/j.ijast.20170101.13
5. Schuller L, Matte GR, Matte MH. A new sterile technique effective on capturing tramp ants for microbiological investigations. *Neotrop. Entomol.* 2009; 38(4):560-563. doi: 10.1590/S1519-566X2009000400023
6. Oxoid. *The Oxoid Manual.* 8nd ed. Shampire, Inglaterra: Oxoid Limited; 1998.
7. Kateete DP, Kimani CN, Katabazi FA, Okeng A, Okee MS, Nanteza A, Joloba ML, Najjuka FC. Identification of *Staphylococcus aureus*: DNase and mannitol salt agar improve the efficiency of the tube coagulase test. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2010, 23(9):896-915. doi:10.1186/1476-0711-9-23

8. Sawant AA, Gillespie BE, Oliver SP. Antimicrobial susceptibility of coagulase-negative *Staphylococcus* species isolated from bovine milk. *Vet Microbiol*. 2009, 16(134):73-81. doi: 10.1016/j.vetmic.2008.09.006.
9. Vasudevan P, Nair MK, Annamalai T, Venkitanarayanan KS. Phenotypic and genotypic characterization of bovine mastitis isolates of *Staphylococcus aureus* for biofilm formation. *Vet Microbiol*. 2003, 20(92):179-185. doi: 10.1016/s0378-1135(02)00360-7.
10. Murakami K, Minamide W, Wada K, Nakamura E, Teraoka H, Watanabe S. Identification of methicillin-resistant strains of staphylococci by polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol*. 1991, 29(6):2240-2244. doi: 10.1128/jcm.29.10.2240-2244.1991.
11. Vieira GD, Alves TC, Silva OB, Terassini FA, Paniágua NC, Teles CBG. Gram-positive bacteria carried by ants in hospital environment in the City of Porto Velho, Rondônia State, Brazil. *Rev Pan-Amaz Saude*. 2013, 4(3):33-36. doi: 10.5123/S2176-62232013000300005.
12. Castro MM, Almeida M, Fernandes EF, Prezoto F. Ants in the Hospital Environment: Ecological Parameters as Support for Future Management Strategies. *Neotrop Entomol*. 2016 Jun;45(3):320-5. doi: 10.1007/s13744-016-0371-4.
13. National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, 1999;p.19-104.
14. Al-Tamimi M, Abu-Raideh J, Himsawi N, Khasawneh A, Hawamdeh H. Methicillin and vancomycin resistance in coagulase-negative *Staphylococci* isolated from the nostrils of hospitalized patients. *J Infect Dev Ctries*. 2020 Jan 31;14(1):28-35. doi: 10.3855/jidc.11025
15. Shariati A, Dadashi M, Chegini Z, van Belkum A, Mirzaii M, Khoramrooz SS, Darban-Sarokhalil D. The global prevalence of Daptomycin, Tigecycline, Quinupristin/Dalfopristin, and Linezolid-resistant *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci strains: a systematic review and meta-analysis. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020 Apr 22;9(1):56. doi: 10.1186/s13756-020-00714-9.
16. Lima DB, Torres AF, Mello CP, de Menezes RR, Sampaio TL, Canuto JA, da Silva JJ, Freire VN, Quinet YP, Havt A, Monteiro HS, Nogueira NA, Martins AM. Antimicrobial effect of *Dinoponera quadricaps* (Hymenoptera: Formicidae) venom against *Staphylococcus aureus* strains. *J Appl Microbiol*. 2014 Aug;117(2):390-6. doi: 10.1111/jam.12548.
17. Silva GMS, Carmo MS, Moraes LS, Moraes FC, Barnabé AS, Figueiredo PMS. Formigas (hymenoptera: formicidae) como vetores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis – Maranhão. *Rev Patol Trop* 2012, 41(3):348-355. doi: 10.5216/rpt.v41i3.20750