

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de  
Recursos Naturais

Mariana Monteiro de Castro

**Ecologia comportamental da mirmecofauna em ambiente hospitalar como  
subsídios para estratégias de controle**

Juiz de Fora  
2015

Mariana Monteiro de Castro

**Ecologia comportamental da mirmecofauna em ambiente hospitalar como  
subsídios para estratégias de controle**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto

Juiz de Fora

2015

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Castro, Mariana Monteiro de.

Ecologia comportamental da mirmecofauna em ambiente hospitalar como subsídios para estratégias de controle / Mariana Monteiro de Castro. -- 2015.

82 p. : il.

Orientador: Fábio Prezoto

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2015.

1. Diversidade. 2. Formicidae. 3. Hábitos de nidificação. 4. Infestação. I. Prezoto, Fábio, orient. II. Título.

**“ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DA MIRMECOFAUNA EM AMBIENTE  
HOSPITALAR COMO SUBSÍDIOS PARA ESTRATÉGIAS DE CONTROLE”**

**MARIANA MONTEIRO DE CASTRO**

Orientador: Dr. Fábio Prezoto

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Aprovado em 15 de maio de 2015.



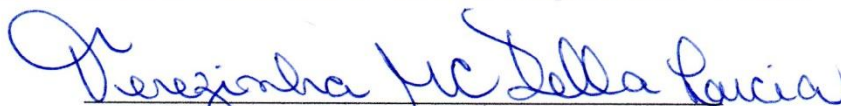
---

Prof. Dr. Fábio Prezoto  
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF



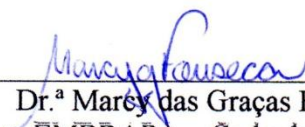
---

Prof. Dr. Odair Correa Bueno  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha Maria Castro Della Lucia  
Universidade Federal de Viçosa - UFV



---

Dr.<sup>a</sup> Marcy das Graças Fonseca  
EMBRAPA – Gado de Leite



---

Prof. Dr. Roberto Júnio Pedrosa Dias  
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Dedico a todas as pessoas que acreditam  
na transformação através da ciência

## AGRADECIMENTOS

Ao Fábio, por toda dedicação e carinho com a construção da tese. Não tenho palavras para agradecer ao companheirismo e confiança durante esses anos. Além de grande exemplo profissional e orientador dedicado, hoje posso dizer que tenho um amigo e espero poder continuar a aprender e conviver com você.

Ao Prof. Odair por toda ajuda e por abrir as portas do Laboratório, juntamente com a Ita e as demais meninas, para nosso crescimento profissional.

Ao Prof. Delabie pelas identificações das formigas com muita presteza e agilidade.

Ao Hospital Regional João Penido (HRJP) pela oportunidade para o desenvolvimento do trabalho juntamente à Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH), especialmente ao médico Eduardo Carvalho Siqueira por toda ajuda e atenção no decorrer do trabalho.

Ao Gustavo, pela dedicação, amor e, principalmente, pela paciência. Obrigada por entender minhas ausências e sempre me apoiar. Essa tese também é sua!

Aos meus pais e minha avó, pelos conselhos valiosos e por toda dedicação e carinho, sempre. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus irmãos pelo apoio e incentivo. E aos demais familiares, principalmente aos queridos seis sobrinhos, por tornar esses anos mais leves.

Aos colegas que me ajudaram em campo, vocês foram fundamentais. Marcílio, Viviane, Elisa, Flávio e Tayrine, obrigada por tornar este trabalho possível!

Aos colegas do LABEC pela ajuda, pelos momentos de diversão e especialmente pelo aprendizado constante sobre a convivência.

Aos parceiros da primeira turma de Doutorado do PGEcol, por todos os momentos de desespero, aprendizado e diversão! Tati e Vívian, vocês foram fundamentais...

Aos amigos Marcílio e Neilton por todos os momentos de alegrias e à Fernanda, que mesmo de longe, continua se fazendo presente, sempre que necessário.

Aos amigos Laura e Bruno pelos muitos momentos de diversão e por terem nos proporcionado tantas alegrias com a chegada do Miguel.

À Helba, pela grande ajuda, carinho e amizade durante todos esses anos e por ter me presenteado com a oportunidade de acompanhar o crescimento dos meninos.

Ao Prof. Carlos Sarmiento pelo exemplo de profissionalismo, humildade e dedicação. Uma das pessoas mais valiosas que encontrei na vida acadêmica.

À Luciana Falci pela ajuda com as análises estatísticas.

Aos professores e funcionários da UFJF, especialmente do PGEcol, por todo o empenho para que esse trabalho pudesse ser realizado da melhor maneira possível.

À FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudo e à UFJF pelo suporte para a realização da pesquisa.

Aos membros da banca pela gentileza em aceitar o convite e pelas valiosas sugestões.

“Apesar dos esforços contínuos, o conhecimento sobre a biodiversidade brasileira pode ser sintetizado como um oceano de dados, rios de informações, igarapés de conhecimento, gotas de compreensão e gotículas de uso sustentável”

C.A. Joly – Biota Educação - Fapesp



## RESUMO

Com o processo de urbanização, algumas espécies de formigas encontraram ambiente ideal para a sobrevivência nas cidades. Na área urbana, a ocorrência em hospitais se configura como um risco pelo transporte de micro-organismos patogênicos. Diversas pesquisas sobre o assunto foram conduzidas no Brasil, contudo muitas lacunas ainda permanecem desconhecidas. Com o intuito de preencher parte desse conhecimento, este trabalho buscou ampliar os conhecimentos sobre a ecologia comportamental da mirmecofauna que habita ambientes hospitalares. Este trabalho está formatado em quatro capítulos: (i) o primeiro capítulo teve como objetivo discutir a importância das formigas em ambientes urbanos, destacando o processo de urbanização e sua ocorrência, a importância nas áreas hospitalares e na saúde pública; (ii) o objetivo do segundo capítulo foi realizar um levantamento da literatura sobre formigas em ambiente hospitalar no Brasil nos últimos 20 anos, visando o progresso do conhecimento desta questão através de uma discussão sobre os avanços e prioridades de pesquisa; (iii) e (iv) os capítulos três e quatro trouxeram análises de um conjunto de informações sobre a ecologia e o comportamento da mirmecofauna em ambiente hospitalar, coletada ao longo de dois anos de monitoramento (2012 – 2014) no Hospital Regional João Penido localizado no município de Juiz de Fora – MG, sudeste do Brasil. As amostragens foram realizadas bimestralmente por meio de iscas atrativas não tóxicas nos períodos diurno e noturno e nas áreas interna e externa do hospital. Foram encontrados 10342 indivíduos, pertencentes a 26 espécies de formigas, representando quase a totalidade da fauna esperada para o local. *Pheidole susannae* Forel, 1886 foi a espécie mais abundante (21,87%) e, juntamente com *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851) foi também a mais constante (100%). O índice de dominância encontrado foi baixo (0,1395), demonstrando não haver dominância de nenhuma espécie. Abundância e riqueza não diferiram entre as estações climáticas, o que representa a estabilidade da mirmecofauna no local. Houve diferença entre a abundância para o período noturno ( $t = -2,2067$ ;  $p = 0,038$ ) e também entre riqueza ( $U = 9,000$ ;  $p = 0,01$ ) e abundância ( $U = 70,500$ ;  $p < 0,0001$ ) das espécies entre as áreas interna e externa. Os setores Casa de Gestante, Recepção e UTI Neonatal se mostraram mais similares em relação à fauna encontrada na área

interna e externa. O índice geral de infestação foi de 48,87%, sendo superior no período noturno e na área externa e a espécie *P. susannae* apresentou o maior índice. Foram localizados 25 ninhos em três substratos: fissura em alvenaria (80%), madeira (12%) e tubulação de esgoto (8%). A identificação de maior abundância à noite reforça a ideia de que há grande necessidade dos monitoramentos contemplarem também esse horário, visto que algumas espécies possuem hábitos exclusivamente noturnos. E a infestação no interior do hospital ratifica a preocupação existente com a possibilidade de infecção nosocomial decorrente do transporte de micro-organismos patogênicos. Soma-se a isso, o registro de nidificações no interior do hospital, o que aumenta a preocupação em se estabelecer estratégias alternativas de controle. Com estes resultados, profissionais da área da saúde e que prestam serviços de controle de pragas estarão mais bem norteados para atuar na redução da infestação de formigas nesses ambientes, visto que estratégias de controle mais eficientes poderão ser implementadas.

Palavras-chave: diversidade, Formicidae, hábitos de nidificação, infestação.

## ABSTRACT

Along with the urbanization process, some ant species have found in cities an ideal environment. Among these areas, occurrence in hospitals represents risk due to the transport of pathogenic microorganisms. Many research studies have been carried out in Brazil, and still there are many gaps to explore. Intending to fill some lacks on that knowledge, this work studied the behavioral ecology of hospitals' ant fauna. This study is formatted into four chapters: (i) the first chapter aimed to discuss the importance of ants in urban environments, highlighting the process of urbanization and its occurrence, the importance in hospital areas and public health; (ii) the objective of the second chapter was to survey the literature on ants in hospitals in Brazil in the last 20 years, aimed at advancing the knowledge of this issue through a discussion of advances and research priorities; (iii) and (iv) the three and four chapters presented analysis of a set of information on the ecology and behavior of the ant fauna in the hospital, collected over two years of monitoring (2012-2014) in a public hospital located in Juiz de Fora, southeastern Brazil. Samples were taken every two months through non-toxic baits attractive day and night periods and the internal and external areas of the hospital. We found 10342 individuals of 26 species of ants, representing almost all the expected fauna to the site. *Pheidole susannae* Forel, 1886 was the most abundant species (21.87%) and, together with *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851) was also the most constant (100%). The dominance index found was low (0.1395), stating no dominance for any species. Abundance and richness did not differ between seasons, which is the stability of the ant fauna in the area. There were differences between the abundance for the night period ( $t = -2.2067$ ,  $p = 0.038$ ) and also between richness ( $U = 9.000$ ,  $p = 0.01$ ) and abundance ( $U = 70.500$ ,  $p < 0.0001$ ) of species between internal and external areas. The sectors "Casa da Gestante", "Recepção" and "UTI Neo Natal" were more similar in terms of fauna found in the internal and external area. The infestation index was 48.87%, higher than at night and in the outdoor area and the species *P. susannae* had the highest index. We found 25 nests on three substrates: fissure in masonry (80%), wood (12%) and sewer pipe (8%). The finding of greater abundance at nighttime reinforces the need of monitoring in such time, since some species are exclusively nocturnal. The infestation of some species in the inner hospital area

confirms the concerns with the possibility of pathogenic microorganism transporting. In addition, the register of nesting inside the hospital increases the need of establishing alternative pest control strategies. Therewith, health professionals and pest control service providers will be better guided to reduce ant infestations in those environments, since better control strategies may be implemented.

Key words: diversity, Formicidae, nesting habits, infestation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Número de artigos publicados por ano, em periódicos nacionais e internacionais, com formigas em ambientes hospitalares no Brasil, entre o período de 1993 a 2014 ..... 33
Figura 3.2	Espécies de formigas registradas em ambientes hospitalares e número de artigos publicados por estado brasileiro entre 1993 e 2014. Veja Tabela 3.2 para códigos das espécies ..... 37
Figura 3.3	Número de artigos publicados, com ênfase na análise microbiológica em formigas em ambientes hospitalares no Brasil, entre o período de 1993 e 2014 ..... 38
Figura 4.1	Mapa esquemático e vista aérea do local de estudo ..... 48
Figura 4.2	Curva de acumulação de espécies amostradas e estimadas no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014 ..... 51
Figura 4.3	Subfamílias e riqueza de espécies de formigas encontradas no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014 ..... 52
Figura 5.1	Representação da similaridade de formigas entre setores do hospital em estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (ADM= Administração, COR= Corredor, CTI= Centro de Tratamento Intensivo, GES= Casa da Gestante, EM1= Enfermaria Masculina 1, EM2= Enfermaria Masculina 2, LAB= laboratório, REC= recepção, REF= Refeitório, UTI= Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal; i= interno e e= externo)..... 66
Figura 5.2	Orifícios de entrada de dois ninhos localizados em fissuras na alvenaria de estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil: (a) <i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886 na área interna em rodapé com piso; (b) <i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp. Mayr, 1861 na área externa entre pedras de parede de revestimento. .... 68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Principais espécies de formigas que ocorrem em ambientes urbanos no Brasil .....	24
Tabela 3.1	Artigos científicos publicados sobre formigas em ambientes hospitalares no Brasil, durante o período de 1993 a 2014: autor/ano, Revista de publicação, local de estudo (estado), duração do estudo (meses), Horário de coleta, número de gêneros e espécies (D - coletas diurnas; N - coletas noturnas; D/N - coletas diurnas e noturnas).....	34
Tabela 3.2	Espécies de formigas, abreviações, métodos de coletas e referencias de trabalhos publicados com formigas em ambientes hospitalares no Brasil, durante o período de 1993 e 2014 (A – isca de carboidrato; B – isca de carboidrato e proteína; C – busca ativa; D – <i>pitfall</i> ; E – aspirador de pó; *espécies exóticas tradicionais) .....	40
Tabela 4.1	Espécies de formigas encontradas, abundância, constância e ocorrência entre as estações do ano (chuvosa e as) em estudo no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014.....	52
Tabela 4.2	Índices Ecológicos de Dominância (D), Shannon (H) e Equitabilidade (J) para todo o período de estudo e entre as estações do ano (chuvosa e seca) no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014.....	54
Tabela 5.1	Espécies de formigas encontradas e sua ocorrência em relação ao período do dia (diurno e/ou noturno), áreas (interna e/ou externa) e quanto aos substratos utilizados para nidificação (n) em estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (D: diurno; N: noturno; I: interna; E: externa; FE= fissura na alvenaria, M= madeira e TE= tubulação de esgoto; Presença: + e Ausência: -).....	65

Tabela 5.2	Abundância (%) e Índices de infestação (%) geral, entre os períodos do dia - diurno e noturno (%) e entre as áreas - interna e externa (%) para as quatro espécies mais abundantes de estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (G: geral; D: diurno; N: noturno; I: interna; E: externa) ..... 67
------------	---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 CAPÍTULO 1 – FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS: IMPORTÂNCIA E RISCO À SAÚDE PÚBLICA</b> .....	19
2.1 RESUMO .....	19
2.2 INTRODUÇÃO .....	19
2.3 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E A EMERGÊNCIA DAS FORMIGAS URBANAS .....	21
2.4 IMPORTÂNCIA DAS FORMIGAS EM ÁREAS HOSPITALARES.....	26
2.5 FORMIGAS URBANAS E SAÚDE PÚBLICA .....	28
2.6 CONCLUSÃO .....	29
<b>3 CAPÍTULO 2 – MIRMECOFAUNA DE AMBIENTES HOSPITALARES: AVANÇOS NA SAÚDE PÚBLICA E PRIORIDADES DE PESQUISA NO BRASIL</b> .....	30
3.1 RESUMO .....	30
3.2 INTRODUÇÃO .....	31
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
<b>4 CAPÍTULO 3 – FORMIGAS EM AMBIENTE HOSPITALAR: PARÂMETROS ECOLÓGICOS COMO SUBSÍDIOS PARA ESTRATÉGIAS FUTURAS DE MANEJO</b> .....	45
4.1 RESUMO .....	45
4.2 INTRODUÇÃO .....	46
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
<b>4.3.1 Área e período de estudo</b> .....	47
<b>4.3.2 Coleta dos dados</b> .....	49
<b>4.3.3 Análises dos dados</b> .....	49
4.4 RESULTADOS.....	51
4.5 DISCUSSÃO .....	55
<b>5 CAPÍTULO 4 – MIRMECOFAUNA EM AMBIENTE HOSPITALAR: DISTRIBUIÇÃO, INFESTAÇÃO E HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO</b> .....	60
5.1 RESUMO .....	60
5.2 INTRODUÇÃO .....	61



5.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
<b>5.3.1 Área e período de estudo .....</b>	<b>62</b>
<b>5.3.2 Coleta dos dados .....</b>	<b>63</b>
<b>5.3.3 Análise dos dados.....</b>	<b>63</b>
5.4 RESULTADOS.....	64
5.5 DISCUSSÃO .....	69
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada tem contribuído para a incidência de pragas. A antropogenia favorece a disseminação de espécies invasoras em todo o mundo de tal forma que algumas espécies são comuns em centros urbanos. Neste contexto, os insetos sociais, e em especial as formigas, representam um grande impacto econômico e social nas cidades (RUST; SU, 2012).

Medidas para controlar as formigas nas áreas urbanas vêm sendo testadas e aplicadas, com grandes demandas financeiras em todo o mundo. Dentre as espécies urbanas de interesse econômico, as formigas do gênero *Solenopsis* Westwood, 1840, por exemplo, se configuram como importantes representantes desse grupo (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; DELLA LUCIA, 2003). Para se ter uma ideia de custos são estimados com o controle das lava-pés cerca de 400 milhões a quase 1 bilhão de dólares por ano somente na Califórnia, EUA (JETTER et al., 2002).

Um ambiente particularmente importante inserido nas áreas urbanas é representado pelos hospitais, cuja presença de formigas gera grande interesse do ponto de vista médico, social, econômico e ambiental. A falta de controle dessas pragas nos ambientes hospitalares, bem como práticas inadequadas acarretam graves consequências como, por exemplo, a possibilidade de transmissão de doenças e a contaminação ambiental pelo uso indiscriminado de pesticidas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Diversas pesquisas sobre o assunto têm sido desenvolvidas no Brasil desde a década de 1990 (FOWLER et al., 1993; ZARZUELA et al., 2002; CINTRA-SOCOLOWSKI et al., 2014). No entanto, algumas lacunas do conhecimento sobre a mirmecofauna em hospitais ainda permanecem desconhecidas, principalmente porque a maioria dos estudos não contempla um período longo de amostragem, ou seja, não leva em consideração, por exemplo, a sazonalidade. Neste caso, a coleta de informações mais precisas e detalhadas sobre a ecologia e o comportamento das espécies é dificultada. Monitoramentos de longa duração que enfoquem essas características em um ambiente peculiar, como o hospitalar, poderão auxiliar no delineamento de estratégias eficientes de controle (por exemplo, o horário para o controle de determinada espécie), uma vez que possibilitam um registro mais preciso

da dinâmica do ambiente com as espécies. Com o intuito de gerar informações para preencher essas lacunas, esta tese teve como objetivo principal ampliar os conhecimentos sobre a ecologia comportamental da mirmecofauna que habita ambientes hospitalares.

A presente tese está formatada em quatro capítulos como forma de facilitar a discussão e análises dos dados. A seguir, é apresentada uma descrição sucinta de cada um dos capítulos com os respectivos objetivos.

O capítulo 1 traz uma revisão geral, cujo objetivo foi discutir a importância das formigas em ambientes urbanos, destacando o processo de urbanização e a ocorrência das formigas, a importância nas áreas hospitalares e na saúde pública. O manuscrito foi publicado em 2014 na *CES Revista*.

O segundo capítulo apresenta uma análise detalhada do tema central da tese. O objetivo foi realizar um levantamento da literatura sobre formigas em ambiente hospitalar no Brasil nos últimos 20 anos, visando o progresso do conhecimento desta questão através de uma discussão sobre os avanços e prioridades de pesquisa. O primeiro trabalho foi publicado na década de 1990 e desde então vários estudos têm abordado o assunto, contudo ainda existem lacunas a serem preenchidas que foram destacadas pelo manuscrito e que servirão de base para nortear estudos futuros. O manuscrito foi publicado em 2015 na *Revista Brasileira de Entomologia*.

Os capítulos três e quatro trazem análises de um conjunto de informações sobre a mirmecofauna em ambiente hospitalar, coletada ao longo de dois anos de monitoramento (2012 – 2014) em um hospital público localizado no município de Juiz de Fora – MG, sudeste do Brasil.

Mais especificamente, o terceiro capítulo apresenta uma análise ecológica da mirmecofauna e teve como objetivos: avaliar a mirmecofauna presente em ambiente hospitalar com relação a parâmetros ecológicos (riqueza, abundância, constância, diversidade, dominância e equitabilidade) e sua variação entre as estações climáticas, além de destacar as espécies exóticas presentes nesse ambiente.

O quarto capítulo, mais voltado para a área comportamental, traz informações que podem subsidiar estratégias para o setor de prevenção de infecção hospitalar. Os objetivos deste capítulo foram analisar a existência de variação das espécies de formigas entre os períodos diurno e noturno e entre as áreas interna e externa do hospital, verificando se existe semelhança das espécies presentes nos diferentes

setores e na área externa mais próxima, além de analisar a infestação e as nidificações presentes na área.

Esse conjunto de informações servirá de base para nortear futuras estratégias de controle da mirmecofauna em ambiente hospitalar, seja pelo horário ou época do ano mais adequados para controle de determinadas espécies, seja pela reparação dos locais mais propensos de serem localizados ninhos no interior do hospital. Com isso, profissionais da área da saúde e profissionais que prestam serviços de controle de pragas estarão mais bem norteados para atuar na redução da infestação de formigas nesses ambientes.

## 2 CAPÍTULO 1 – FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS: IMPORTÂNCIA E RISCO À SAÚDE PÚBLICA<sup>1</sup>

### 2.1 RESUMO

As formigas formam um grupo muito diverso e podem ser encontradas em quase todos os ambientes terrestres. Possuem papel importante nos ecossistemas, participando desde a aeração do solo até a polinização. Contudo, com o processo crescente de urbanização, as formigas têm se destacado por provocarem prejuízos ao ser humano em diversos setores, como o econômico, a saúde pública e o bem-estar. No ambiente urbano as formigas podem habitar residências, escolas, comércio e indústrias. São também relatadas em ambientes hospitalares, onde podem atuar como vetores de micro-organismos patogênicos associados às infecções hospitalares. Algumas espécies são responsáveis por um grande número de acidentes (através de ferroadas), afetando o bem-estar humano e de animais de companhia. Com a expectativa de crescimento da população que reside em áreas urbanas, faz-se necessária a realização de estudos sobre o comportamento, biologia e ecologia de formigas urbanas, a fim de se gerar subsídios para a elaboração de estratégias eficientes de controle e manejo desses insetos nesse ambiente, visando a redução de custos operacionais e a preservação do ambiente.

Palavras-chave: bem-estar, formigas urbanas, pragas urbanas, saúde pública.

### 2.2 INTRODUÇÃO

As formigas são insetos pertencentes à família Formicidae (Ordem Hymenoptera), que compreende mais de 290 gêneros. Estima-se que existam aproximadamente 25.000 espécies de formigas no mundo (WARD, 2010), das quais

---

<sup>1</sup>Publicado na CES Revista (Castro MM, Fernandes EF, Santos-Prezoto HH, Prezoto F. 2014. Formigas em ambientes urbanos: importância e risco à saúde pública. CES Revista, 28: 103-117).

cerca de 12.500 são conhecidas (BOLTON et al., 2006). No Brasil ocorrem cerca de 2500 espécies (BRANDÃO, 1999), mas esse número pode dobrar quando as áreas tropicais forem mais bem estudadas (BRANDÃO, 2008). Devido à alta capacidade adaptativa, as formigas ocorrem em quase todos os ambientes terrestres, desde desertos, florestas tropicais, montanhas e vales (FOWLER et al., 1991), exceto em algumas ilhas oceânicas, grandes altitudes (WARD, 2006) e nos polos (WILSON, 1987).

Os representantes da Família Formicidae são todos sociais, sendo possível reconhecer as três características típicas da eusocialidade: (1) cuidado cooperativo entre os indivíduos (adultos e prole), (2) divisão reprodutiva do trabalho e (3) sobreposição de gerações (WILSON, 1971). A organização social das formigas favorece a sobrevivência da espécie, uma vez que facilita a busca por alimento, defesa da colônia e o cuidado com a prole (WILSON, 1987).

As formigas desempenham diversas funções nos ecossistemas, participam ativamente das interações ecológicas com outros animais e vegetais (DEL-CLARO, 2008), além de contribuir na ciclagem de nutrientes (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), aeração do solo (DELLA LUCIA; SOUZA, 2011), e na cadeia alimentar, podendo atuar como herbívoras, carnívoras e onívoras (FOWLER et al., 1991; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Algumas espécies estabelecem uma relação mutualística com plantas, atuando na polinização e dispersão de sementes e proporcionando uma redução na herbivoria foliar e floral, o que aumenta o valor adaptativo das plantas (DEL-CLARO, 2012).

Nas últimas décadas houve um aumento considerável no número de estudos utilizando formigas como indicadores de qualidade ambiental (COUTO et al., 2010), devido a alta abundância e riqueza de espécies, presença de táxons especializados e ampla distribuição geográfica. Além disso, são sensíveis às mudanças ambientais, podendo ser facilmente amostradas e separadas em nível de morfoespécies (ALONSO; AGOSTI, 2000; HOFFMANN; ANDERSEN, 2003; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; SILVA; BRANDÃO, 1999).

A maioria das formigas é onívora, entretanto algumas espécies são carnívoras, alimentando-se principalmente de insetos e suas secreções, enquanto outras se alimentam de seiva ou néctar de plantas. Existe um grupo de formigas que cultiva um fungo sobre substrato vegetal (conhecidas como formigas cortadeiras – gêneros *Atta* Fabricius, 1804 e *Acromyrmex* Mayr, 1865), que são a base da

alimentação da colônia (WILSON, 1971). As formigas que ocorrem em residências utilizam-se dos mesmos recursos alimentares humanos para sua manutenção, incluindo carnes, cereais, açúcares e frutas, além de insetos vivos ou mortos, típicos desse ambiente (BUENO; BUENO, 2007).

Essas formigas constroem desde ninhos pequenos e simples até ninhos grandes e complexos, formados por labirintos de galerias e diversas câmaras (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). A maioria dos ninhos é subterrâneo, porém existem espécies que nidificam em galhos e troncos de árvores, enquanto outras constroem seus ninhos no interior de residências. Algumas poucas espécies não constroem ninhos por serem “parasitas sociais” ou por apresentarem comportamento nômade, como as formigas de correição (LONGINO; HANSON, 1995).

As colônias podem conter desde dezenas até milhares de indivíduos e são formadas por imaturos (ovos, larvas e pupas) e adultos. Os adultos são separados por várias castas, como as rainhas e operárias. As rainhas são fêmeas férteis e responsáveis pela reprodução da colônia. Inicialmente são aladas, mas perdem suas asas após o vôo nupcial. Os machos também são alados, aparecem somente na época da cópula, e possuem vida curta, morrendo logo após fecundarem as rainhas. As operárias são fêmeas estéreis e ápteras e são responsáveis pelas demais funções da colônia, como forrageamento, cuidado com a prole, defesa da colônia, construção e manutenção do ninho (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

### 2.3 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E A EMERGÊNCIA DAS FORMIGAS URBANAS

A partir da segunda metade do século passado ocorreu o mais acentuado crescimento populacional humano mundial, que continua até hoje. Apenas nas últimas décadas, a população mais que dobrou, passando de cerca de 2,5 para mais de 7 bilhões de pessoas. Com o rápido desenvolvimento econômico surge a urbanização e as pessoas migram cada vez mais das áreas rurais para as cidades. Pela primeira vez, em 2008, registrou-se mais da metade da população mundial vivendo em cidades. E estima-se que em 2025, quase dois terços da população estarão vivendo em áreas urbanas (BOTKIN; KELLER, 2011).

O processo de urbanização propiciou o surgimento de novos abrigos e alimentos para diferentes espécies animais, com a conseqüente proliferação de animais sinantrópicos – aqueles que possuem associação com o homem (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; PINTO et al., 2007). Com grande adaptação aos ambientes urbanos, muitos desses animais agora são comumente encontrados nas cidades (RUST; SU, 2012), acarretando vários problemas econômicos, de saúde pública e bem-estar (FOWLER; BUENO, 1998), podendo provocar acidentes através de mordidas e ferroadas (FUNASA, 2001).

Dentre as espécies sinantrópicas, as formigas têm se destacado, pois causam prejuízos a diversos setores econômicos e inclusive à saúde humana (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; CAMPOS-FARINHA et al., 2002; FOWLER; BUENO, 1998). No Brasil, menos de 50 espécies de formigas ocorrem nas áreas urbanas e o grande sucesso dessas espécies se deve principalmente pelo comportamento social elaborado e hábito alimentar onívoro (BUENO; BUENO, 2007), somado à abundância de recurso alimentar, abrigo, temperaturas e umidade em condições ideais (SCHÜLLER, 2008).

Formigas urbanas representam basicamente formigas exóticas, ou seja, que vivem fora de sua área de distribuição original (BUENO; BUENO, 2007). As formigas exóticas que apresentam mais facilidade de serem veiculadas pelo comércio e que mantêm estreita associação com o homem em busca de abrigo e alimento, são denominadas '*formigas andarilhas*' ou '*tramp ants*'. Essas espécies possuem algumas características em comum, como poliginia (presença de várias rainhas em uma mesma colônia), baixa agressividade intra-específica, migração (mudança do local de nidificação) e associação com o homem (PASSERA, 1993; RUST; SU, 2012).

No Brasil, cerca de 20 espécies de formigas são consideradas pragas urbanas (DELLA LUCIA, 2003), seja pelos prejuízos causados diretamente aos bens materiais, transmissão de doenças ou incômodo (PINTO et al., 2007). Embora a maioria destas espécies seja exótica, como *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Monomorium floricola* Jerdon, 1851, *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758) e *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793), existem também espécies nativas, como *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862), *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), *Linepithema humile* (Mayr, 1868) e espécies dos











gêneros *Camponotus* Mayr, 1861, *Solenopsis* (Westwood, 1840) e *Crematogaster* Lund, 1831 (DELLA LUCIA, 2003).

Atualmente as principais espécies de formigas que ocorrem em ambientes urbanos no Brasil, bem como suas características, hábitos e danos causados ao ser humano já possuem certo grau de conhecimento oriundo de vários estudos já realizados (Tabela 2.1). Apesar dessas espécies e outras ainda menos conhecidas apresentarem uma distribuição quase mundial, ainda são escassos os estudos que aprofundam o conhecimento acerca de seus impactos como pragas na América Latina (ULLOA, 2003).

Tabela 2.1 Principais espécies de formigas que ocorrem em ambientes urbanos no Brasil. Fonte: compilado de CAMPOS-FARINHA et al., 1997; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; COSTA, 2007.

Figuras disponíveis em: [www.antweb.org](http://www.antweb.org)

<b>Espécie</b>	<b>Características</b>	<b>Hábitos</b>	<b>Danos</b>
<p><i>Camponotus</i> spp. Formiga Carpinteira</p> 	<p>Coloração variada (amarelo ao preto); operárias de diferentes tamanhos; possuem um nó na cintura; podem apresentar muitos pelos</p>	<p>Geralmente de hábito noturno; alimentam-se de substâncias açucaradas; a maioria nidifica em cavidades no solo, madeira viva ou morta</p>	<p>Podem estabelecer os ninhos no interior das residências, em batentes de janelas e portas e infestar aparelhos eletrônicos</p>
<p><i>Crematogaster</i> spp. Formiga Acrobática</p> 	<p>Coloração variando do marrom ao preto; possuem dois nós na cintura; abdômen em forma de coração</p>	<p>Podem nidificar no solo ou sob pedras, além de troncos de madeira; são onívoras</p>	<p>Podem morder e picar dolorosamente e causar incômodo ao nidificar nas residências</p>
<p><i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868) Formiga Argentina</p> 	<p>Coloração marrom (claro e escuro); possuem um nó na cintura</p>	<p>Ninhos ficam próximos à fonte alimentar; podem expulsar outras espécies, o que favorece a dispersão; são onívoras</p>	<p>Nidificam no interior das casas; como a dispersão é facilitada por comportamentos territorialistas, o controle é dificultado</p>
<p><i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758) Formiga Faraó</p> 	<p>Coloração do amarelo ao marrom claro com dois nós na cintura</p>	<p>Nidificam em cavidades e a alimentação é variada, com substâncias ricas em gorduras e açúcares</p>	<p>Em ambiente doméstico, nidifica em cavidades pré-existent e causam danos a aparelhos eletrônicos</p>
<p><i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802) Formiga Louca</p> 	<p>Coloração variando do marrom escuro ao preto; possuem apenas um nó na cintura; correm rapidamente e rodam durante a movimentação</p>	<p>Podem nidificar no solo e a alimentação é variada</p>	<p>Nidificam no exterior e interior das residências, sob objetos, pedras de revestimento, janelas e forros</p>
<p><i>Pheidole</i> spp. Formiga Cabeçuda</p>	<p>Coloração do vermelho-amarelado ao marrom-avermelhado; apresentam dois nós na cintura; soldados</p>	<p>Nidificam no solo e o forrageamento é próximo ao local do ninho; alimentam-se de produtos ricos em</p>	<p>Os ninhos podem ser encontrados na parte interna das edificações, nos rodapés e na área</p>

	possuem a cabeça muito grande	proteínas	externa, em calçadas	
<p><i>Solenopsis</i> spp. Formiga Lava-pés</p>	<p>Coloração varia do amarelo-claro até o preto brilhante; possuem dois nós na cintura</p>	<p>Os ninhos formam um murundum de terra solta, geralmente em locais abertos; são onívoras, ou seja, alimentam-se de plantas e animais</p>	<p>Infestam aparelhos eletrônicos; a ferroada e a fixação das mandíbulas são dolorosas e causam bolhas, alergias e em situações extremas choque anafilático</p>	
	<p><i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793) Formiga Fantasma</p>	<p>Possuem abdômen e pernas bem claras em relação ao resto do corpo e apenas um nó na cintura; andam em zigue-zague</p>	<p>São encontradas no solo, madeiras e cavidades; preferem alimentos ricos em açúcares</p>	<p>Podem nidificar no interior das edificações, atrás de azulejos, batentes e rodapés</p>
	<p><i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863) Pequena Formiga de Fogo</p>	<p>Coloração marrom claro dourado; apresentam dois nós na cintura</p>	<p>São onívoras e os ninhos podem ser encontrados no solo ou nas árvores</p>	<p>Em residências, podem infestar roupas, camas e alimentos; a ferroada é dolorosa, podendo causar alergias</p>

As *tramp ants* se encontram muito bem adaptadas ao ambiente urbano, e sua disseminação é facilitada pelo intenso tráfico de mercadorias, modernas habitações e o uso inadequado de inseticidas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). No ambiente urbano são encontradas nidificando em jardins urbanos, escolas, fábricas, estabelecimentos comerciais (OLIVEIRA e CAMPOS-FARINHA, 2005), além de atuarem como vetores mecânicos de micro-organismos patogênicos em indústrias de alimento e em ambiente hospitalar (BUENO e CAMPOS-FARINHA, 1999).

Nas residências, as formigas causam grandes incômodos e danos econômicos por nidificarem em cozinhas, banheiros, despensas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999), rachaduras, frestas, tomadas e aparelhos eletrônicos (MAGRO et al., 2007). Sua atração por aparelhos eletrônicos se deve, pelo fato desses objetos

oferecerem condições adequadas para a nidificação como proteção, temperatura e umidade adequadas (PEREIRA; UENO, 2008). Nesses locais, as formigas causam sérios danos como curto circuito e remoção do isolamento de fios elétricos, além de liberarem secreções como o ácido fórmico que acaba inutilizando o equipamento (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Cabe ressaltar ainda que as formigas cortadeiras, embora em menor escala, podem provocar uma série de danos estruturais, uma vez que para a construção de seus ninhos, as formigas removem grandes quantidades de terra do subsolo (DELLA LUCIA et al., 2011), ocasionando assim o afundamento de pavimentos, passeios e inclusive o aparecimento de trincas e rachaduras em edificações.

#### 2.4 IMPORTÂNCIA DAS FORMIGAS EM ÁREAS HOSPITALARES

Diversos estudos retratam as espécies de formigas que podem ser encontradas nesses ambientes e os problemas desencadeados, sendo as infecções hospitalares um dos mais relevantes (BRAGANÇA; LIMA, 2010; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; COSTA et al., 2006; FOWLER et al., 1993; GARCIA et al., 2011; SANTOS et al., 2009; ZARZUELA et al., 2002). Por isso, algumas espécies têm se tornado um grande problema de saúde pública em diversas localidades, inclusive no exterior (RUST; SU, 2012).

De acordo com o Ministério da Saúde, Portaria 930 de 1992 (BRASIL, 1992), as infecções hospitalares, também conhecidas como infecções nosocomiais, são infecções adquiridas pelo paciente durante a internação ou até mesmo após a alta, quando puderem ser relacionadas com a internação ou com os procedimentos hospitalares. Costa (2007) aponta que essas infecções podem ser provocadas por bactérias, fungos e vírus e que no Brasil são consideradas um dos principais problemas de saúde. Cerca de 10% dos pacientes podem se envolver com essas infecções.

As vias de transmissão das infecções hospitalares podem ocorrer de quatro formas básicas: de contato (direto, indireto, gotículas oro-nasais), de veículos comuns (mãos e objetos contaminados), de mecanismos aéreos (gotículas e poeiras contaminadas) e vetor (artrópodos). Assim, as formigas estão associadas ao tipo

classificado como 'transmissão por meio de vetores' (BRASIL, 1995) e, portanto, atuam como vetores mecânicos dentro de uma unidade hospitalar pela capacidade de transporte de micro-organismos patogênicos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Devido à morfologia, as formigas se movimentam facilmente pelos ambientes, através de orifícios, frestas e fendas, levando consigo os micro-organismos (COSTA, 2007). Podem estar presentes em todos os locais, desde o abrigo de resíduos de serviços de saúde até o material cirúrgico esterilizado (BUENO; BUENO, 2007). Movimentam-se de locais contaminados para locais não contaminados, em busca de abrigo e alimento e, por isso, representam um risco potencial na infecção hospitalar (COSTA, 2007).

Formigas dos gêneros *Brachymyrmex* Mayr, 1868, *Camponotus*, *Linepithema* (Mayr, 1868), *Monomorium* Mayr, 1855, *Paratrechina* Motschoulsky, 1863, *Pheidole*, *Tapinoma* Foerster, 1850, *Solenopsis* e *Wasmannia* Forel, 1853 já foram encontradas forrageando e algumas vezes até nidificando em áreas hospitalares (BICHO et al., 2007; BRAGANÇA; LIMA, 2010; GARCIA et al., 2011; SANTOS et al., 2009; ZARZUELA et al., 2002). Essas formigas podem ser encontradas em diversos locais dentro dos hospitais e sua ocorrência é influenciada por alguns fatores como a estrutura arquitetônica, embalagens de alimentos e medicamentos, imediação com áreas residenciais e circulação de grande número de pessoas (ZARZUELA et al., 2002).

Dentre os micro-organismos vetorados pelas formigas, os fungos são os menos conhecidos, embora alguns gêneros de importância médica, como *Aspergillus* Micheli, 1729, *Fusarium* Link, 1809, e *Purpureocillium* Luangsa-Ard, Mywel-Jones, Houbraken & Samson 2011 já tenham sido isolados de formigas presentes em instalações hospitalares (AQUINO et al., 2013; COSTA et al., 2006; PANTOJA et al., 2009; SANTOS et al., 2011).

As formigas coletadas nos hospitais em geral apresentam uma maior contaminação e uma alta diversidade de espécies de bactérias oportunistas, algumas vezes resistentes a antibióticos, quando comparadas com bactérias isoladas de formigas coletadas em outros ambientes (MAIA et al., 2009). Em ambientes hospitalares, alguns dos gêneros isolados são importantes para a saúde pública, como *Enterobacter* Hormaeche & Edwards, 1960, *Escherichia* Castellani & Chalmers, 1919, *Klebsiella* Trevisan, 1885, *Pseudomonas* Migula, 1894 e

*Staphylococcus* Rosenbach, 1884 (FONTANA et al., 2010; LISE et al., 2006; MAIA et al., 2009; MOREIRA et al., 2005).

Portanto, pela presença de formigas em áreas críticas e pela alta taxa de micro-organismos associados, seu controle e manejo adequados em ambientes hospitalares são de fundamental importância, já que podem ser consideradas como riscos em potencial na transmissão de agentes causadores de infecção hospitalar (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

## 2.5 FORMIGAS URBANAS E SAÚDE PÚBLICA

Além dos riscos na vetoração de agentes patogênicos, algumas espécies de formigas do gênero *Solenopsis* podem atuar como agentes causadores de acidentes com humanos, visto que podem ferir e inocular seu veneno, e suas feridas e mordidas podem ser dolorosas. Causam incômodos como ardência, prurido e vermelhidão ou até mesmo reações alérgicas graves e complicações, como anafilaxia e necrose tecidual. Como consequência indireta, as áreas lesionadas tornam-se um local de entrada de micro-organismos, pelo ato de coçar. Tal situação leva ao risco de infecções secundárias (BUENO; BUENO, 2007; FUNASA, 2001; HADDAD JUNIOR, 2009).

Segundo Barraviera (1999), a composição das toxinas produzidas como, por exemplo, pela formiga carpinteira (*Camponotus*), é constituída de grandes quantidades de ácido fórmico, que é um agente corrosivo e citotóxico para vertebrados. Já o veneno de formiga lava-pés (*Solenopsis*) é constituído por 10% de proteína e 90% de alcalóides oleosos, onde a fração mais importante é a *Solenopsin* A, de efeito citotóxico (FUNASA, 2001). Os efeitos à reação das feridas e à ação das toxinas dependem diretamente do número de feridas e do grau de alergia da pessoa atacada (CAMPOS-FARINHA et al., 1997). Processos alérgicos em diferentes graus podem ocorrer, sendo inclusive causa de óbitos (FUNASA, 2001).

Em ambientes urbanos, as formigas lava-pés apresentam grande importância médica, devido aos riscos de acidentes (DRESS et al., 2012; HADDAD JUNIOR, 2009; ZERINGÓTA et al., 2014). Os acidentes geralmente ocorrem quando a vítima pisa ou se acomoda sobre o ninho, ocasionando um ataque defensivo e em grande

número. Devido ao fato das colônias serem compostas por muitos indivíduos, acidentes envolvendo múltiplos ataques são comuns, principalmente em crianças e incapacitados, por não se protegerem dos ataques (FUNASA, 2001).

As formigas lava-pés são responsáveis pela maior incidência de acidentes com seres humanos. São capazes de ferroar até 12 vezes a vítima, através da fixação das mandíbulas na pele e múltiplas ferroadas em torno do seu eixo, levando a uma lesão dupla no centro de várias lesões pustulosas. Logo após a ferroadada, forma-se uma pápula urticariforme no local, com intensa dor inicial, que cessa horas depois, mas a lesão se torna pruriginosa. Uma glândula ligada ao ferrão produz a toxina, que é constituída de alcalóides oleosos (90%), com efeito citotóxico. A fração proteica (10%) possui pouco efeito local (FUNASA, 2001), mas é capaz de provocar reações alérgicas em determinados indivíduos (BARRAVIERA, 1999).

Cabe destacar ainda que algumas espécies de formigas urbanas, como espécies dos gêneros *Solenopsis*, *Camponotus* e *Crematogaster*, podem se tornar um problema para animais de estimação, pelo fato de infestarem as bandejas de alimentação e locais de dormitório, ocasionando eventualmente acidentes devido ao risco de ferroadadas.

## 2.6 CONCLUSÃO

O crescente processo de urbanização e o conseqüente aumento de espécies sinantrópicas vêm favorecendo a associação entre as formigas e os seres humanos, o que leva ao aumento do risco de acidentes e de vetoração de micro-organismos patogênicos, demonstrando a importância desses insetos para a saúde pública.

A chave para a prevenção de acidentes com formigas urbanas está na busca pela compreensão de seus hábitos, comportamentos, ecologia e interações. O conhecimento produzido por meio de pesquisas sobre essas abordagens gera subsídios importantes para a construção de estratégias eficientes para o controle desses insetos nesse ambiente, reduzindo custos operacionais e os impactos ambientais dessa atividade.

## 3 CAPÍTULO 2 – MIRMECOFAUNA DE AMBIENTES HOSPITALARES: AVANÇOS NA SAÚDE PÚBLICA E PRIORIDADES DE PESQUISA NO BRASIL<sup>2</sup>

### 3.1 RESUMO

As formigas habitam diversos tipos de ambientes naturais e urbanos, onde apresentam grande sucesso de nidificação. Em áreas urbanas, os ambientes hospitalares podem ser locais de grande importância para estudos, uma vez que elas constituem risco a saúde humana, por possuírem potencial de carrear micro-organismos patogênicos. O presente trabalho visou realizar uma análise bibliográfica dos estudos publicados em revistas indexadas com formigas em ambiente hospitalar no Brasil, nos últimos 20 anos. Foram encontrados 40 artigos científicos publicados em 22 periódicos distintos, sendo o primeiro estudo publicado em 1993. Entre eles, 26 avaliaram a presença de micro-organismos patogênicos nas formigas. Foram encontradas 59 espécies, sendo *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) a mais comum. Os estados de Minas Gerais e São Paulo apresentaram o maior número de artigos publicados. Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul foram os estados que apresentaram o maior número de espécies registradas. Espécies de formigas consideradas exóticas foram registradas em todos os estados, exceto Goiás. Considerando o potencial de vetoração de micro-organismos patogênicos e a importância de estudos que investiguem de forma mais detalhada a ecologia dessas espécies, os resultados apresentados neste estudo poderão subsidiar e nortear futuras pesquisas sobre o tema no Brasil.

Palavras-chave: controle de pragas, Infecção hospitalar, micro-organismos, transmissão de doenças.

---

<sup>2</sup>Publicado na Revista Brasileira de Entomologia (Castro MMonteiro, Santos-Prezoto HH, Fernandes EF, Bueno OC, Prezoto F. 2015. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, 59: 77-83. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2015.02.011](https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.02.011)).



### 3.2 INTRODUÇÃO

A família Formicidae é considerada um dos grupos com maior diversidade, figurando como um dos taxa de insetos mais bem sucedidos. Seus representantes ocorrem em quase todos os ambientes terrestres (WILSON, 1987). Possuem hábito alimentar variado, existindo desde espécies predadoras até verdadeiras especialistas e a maioria constrói ninhos que variam de simples e pequenos à complexos e grandes (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; LONGINO; HANSON, 1995).

As formigas despertam interesse em estudos sobre o impacto ecológico nos ecossistemas porque atuam na ciclagem de nutrientes, aeração do solo, polinização, dispersão de sementes e participam da cadeia alimentar, atuando ativamente nas interações tróficas (DEL-CLARO, 2012; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; MELO et al., 2012). Além disso, algumas espécies possuem grande importância econômica, seja pelos danos causados à agricultura ou por se apresentarem nocivas ao ser humano (DELLA LUCIA, 2003; RUST; SU, 2012). As formigas do gênero *Solenopsis* Westwood, 1840, por exemplo, podem causar acidentes graves pelas ferroadas e mordidas, já que suas colônias são bastante populosas (DRESS et al., 2012) em relação a outras espécies, e facilmente encontradas no território brasileiro (ZERINGÓTA et al., 2014).

As formigas denominadas “tramp species” (formigas-andarilhas, formigas vagabundas) vivem em íntima associação com o homem e são distribuídas por todo o mundo, especialmente no ambiente urbano (PASSERA, 1994; PASSERA; ARON, 2005). Algumas espécies causam incômodos em locais variados, como: residências, escolas e jardins, além de acarretarem sérios prejuízos quando presentes em fábricas de alimentos, restaurantes, escritórios e museus (FOWLER; BUENO, 1998). Os estudos de formigas em hospitais têm despertado grande interesse desde o primeiro relato realizado na Inglaterra (BEATSON, 1972) e na Alemanha (EICHLER, 1990), devido à sua capacidade de transporte de micro-organismos patogênicos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999), responsável por infecções nosocomiais. No Brasil, os estudos com formigas em ambientes hospitalares são recentes, tendo sido iniciados na década de 1990 (BUENO; FOWLER, 1994; FOWLER et al., 1993; FOWLER et al., 1995a). Desde então, a tônica desses estudos tem sido a habilidade

das formigas em explorar esse tipo de ambiente, além de capacidade de associação com bactérias e fungos.

O controle de formigas em ambiente hospitalar exige o emprego de tecnologias especializadas, devido às particularidades de seus comportamentos de forrageio e nidificação, além da necessidade de monitoramento constante. Em decorrência disso, as formas convencionais de controle, na maioria das vezes, apresentam efeitos temporários, pois eliminam apenas parte dos indivíduos da colônia. O controle eficiente deve envolver a eliminação completa da colônia e dentre as estratégias atuais, as iscas tóxicas têm se destacado pela incorporação do inseticida no ciclo alimentar da colônia (BUENO; BUENO, 2007). Por isso, pesquisas sobre biologia, comportamento e ecologia de formigas em ambiente hospitalar se tornam imprescindíveis para subsidiar métodos eficientes de controle.

Desta forma, o objetivo do presente levantamento foi realizar uma análise detalhada dos estudos publicados com formigas em ambiente hospitalar no Brasil nos últimos 20 anos, visando ampliar o conhecimento acerca dessa temática nos estudos conduzidos, por meio de uma discussão sobre os avanços e prioridades de pesquisa com os resultados produzidos.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foi adaptada a metodologia proposta por Garcia e Lise (2013), que realizaram um estudo de revisão de artigos nacionais sobre a associação de formigas e micro-organismos patogênicos em hospitais no sul e sudeste do Brasil. Conduzimos uma revisão sistemática, permitindo descrever o conhecimento atual, indicando os aspectos que são baseadas em ciência e aqueles que não têm uma base sólida de apoio e requerem mais investigação.

Os critérios para seleção e inclusão dos trabalhos foram: (i) os documentos que abordavam o tema; (ii) títulos indexados nas bases de dados Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), MEDLINE (Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica) e SciELO (Scientific Electronic Library Online); e (iii) artigos publicados em revistas dentro do tempo definido (1993-2014). As

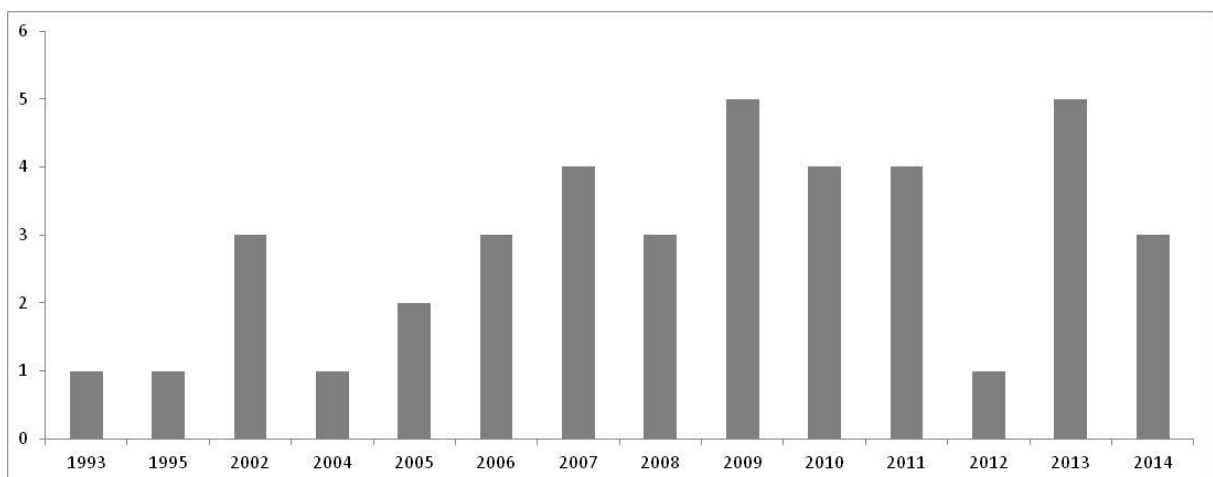
palavras-chave utilizadas para procura nos bancos de dados foram: formigas e hospital.

Os artigos foram lidos para se recuperar as seguintes informações: ênfase do estudo, local, duração, métodos de amostragem e o número de espécies de formigas identificadas. Com base nessas informações foram gerados um mapa com a distribuição das publicações e das espécies de formigas devidamente identificadas pelos estados brasileiros, e uma tabela com as espécies de formigas e o método de coleta pelo qual foram amostradas.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 40 artigos científicos publicados em periódicos, todos com realização de estudos práticos. A primeira publicação de um estudo com formigas em ambiente hospitalar no Brasil data de 1993 (FOWLER et al., 1993), seguido de outra publicação em 1995 (FOWLER et al., 1995a). Posteriormente, houve uma lacuna nas publicações até 2002, quando três artigos foram publicados. A partir de 2004, passou-se a haver uma regularidade nas publicações, sendo os anos de 2009 e 2013 os mais produtivos (ambos com cinco artigos publicados) (Figura 3.1, Tabela 3.1).

Figura 3.1 Número de artigos publicados por ano, em periódicos nacionais e internacionais, com formigas em ambientes hospitalares no Brasil, entre o período de 1993 a 2014.



Fonte: a autora.

Tabela 3.1 Artigos científicos publicados sobre formigas em ambientes hospitalares no Brasil, durante o período de 1993 a 2014: autor/ano, Revista de publicação, local de estudo (estado), duração do estudo (meses), Horário de coleta, número de gêneros e espécies (D - coletas diurnas; N - coletas noturnas; D/N - coletas diurnas e noturnas).

<b>Autor/Ano</b>	<b>Revista de publicação</b>	<b>Local de estudo (estado)</b>	<b>Duração do estudo (meses)</b>	<b>Horário de coleta</b>	<b>Número de gêneros</b>	<b>Número de espécies</b>
Fowler et al. (1993)	Insect Science and its Application	SP	-	-	11	14
Fowler et al. (1995a)	Naturalia	SP	-	-	4	8
Delabie et al. (2002)	O Biológico	BA	-	-	-	-
Santos et al. (2002)	O Biológico	MG	10	D/N	-	44
Zarzuela et al. (2002)	Arquivos do Instituto Biológico	SP	3	D/N	7	10
Cintra et al. (2004)	Revista Âmbito Hospitalar	SP	-	D/N	10	10
Moreira et al. (2005)	Neotropical Entomology	RJ	6	D	4	4
Silva et al. (2005)	Revista Médica de Minas Gerais	MG	5	N	3	-
Belei et al. (2006)	Nursing	PR	3	-	-	-
Costa et al. (2006)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	MG	42	D	3	3
Lise et al. (2006)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	SC	12	-	6	6
Bicho et al. (2007)	Arquivos do Instituto Biológico	RS	4	D	7	11
Gazeta et al. (2007)	Revista de Patologia Tropical	RJ	6	-	7	7
Rodvalho et al. (2007)	Neotropical Entomology	MG	-	N	2	2
Tanaka et al. (2007)	Arquivos Médicos do ABC	SP	-	-	2	2
Ferreira et al. (2008)	Sociobiology	MS	1	D/N	8	13
Pereira e Ueno (2008)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	SP	6	-	-	-
Pesquero et al. (2008)	Neotropical Entomology	GO	9	D	8	9

Pantoja et al. (2009)	Journal of Medical Entomology	CE	12	D/N	5	13
Rando et al. (2009)	Arquivos do Instituto Biológico	PR	3	D/N	7	11
Santos et al. (2009a)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	MG	6	D	8	10
Santos et al. (2009b)	Sociobiology	MS	2	D/N	9	15
Teixeira et al. (2009)	Neotropical Entomology	MG	13	-	1	1
Bragança e Lima (2010)	Neotropical Entomology	TO	6	D/N	9	12
Fonseca et al. (2010)	Acta Scientiarum Health Sciences	MG	12	D	10	-
Fontana et al. (2010)	Neotropical Entomology	BA	-	D	4	4
Roxo et al. (2010)	Arquivos do Instituto Biológico	SP	-	-	2	2
Carvalho et al. (2011)	Revista de Biologia e Ciências da Terra	MA	12	D/N	8	-
Garcia et al. (2011)	Acta Scientiarum. Health Sciences	RS	12	-	11	19
Gonçalves et al. (2011)	Arquivos do Instituto Biológico	RS	4	D/N	5	7
Santos et al. (2011)	Sociobiology	MS	10	D/N	14	21
Silva et al. (2012)	Revista de Patologia Tropical	MA	3	-	3	4
Aquino et al. (2013)	Journal of Hospital Infection	BA	12	D	11	12
Lima et al. (2013)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	MA	12	D/N	10	14
Pelli et al. (2013)	SaBios: Revista de Saúde e Biologia	MG	13	-	8	11
Pereira e Ueno (2013)	Revista Biotecnologia	SP	-	-	-	-
Vieira et al. (2013)	Revista Pan-Amazônica de Saúde	RO	4	-	1	1
Cintra-Socolowski	Indoor and Built	SP	36	-	7	3

et al. (2014)	Environment					
Máximo et al. (2014)	BMC Research Notes	SP	12	D	5	1
Silveira et al. (2014)	Revista da Universidade Vale do Rio Verde	MG	-	D/N	2	-

A maior parte dos artigos publicados (n= 22; 55%) ocorreu nos últimos seis anos (de 2009 a 2014) (Figura 3.1) e essa concentração se deve provavelmente ao fato de que recentemente outros grupos de pesquisa passaram a atuar nessa temática no Brasil. Pode-se observar também que a maioria das publicações (n= 32; 80%) realizou a identificação das espécies de formigas coletadas e apenas oito artigos (20%) não contém essa informação (Tabela 3.1).

A análise da distribuição das publicações no território brasileiro revelou uma evidente carência de artigos sobre formigas em ambiente hospitalar nas regiões Norte e Nordeste, onde a maioria dos estados não possuem estudos publicados em revistas indexadas ou constituem em parte de publicações de trabalhos finais de graduação ou pós-graduação (dissertações e teses). Os estados de São Paulo (n= 10) e Minas Gerais (n= 9) apresentaram o maior número de publicações (Figura 3.2), o que pode ser explicado pelo fato de que eles possuem os principais núcleos científicos, como universidades e institutos de pesquisa, que desempenharam um papel extremamente importante no início dos estudos e na nucleação de novos grupos de pesquisa que, posteriormente, se espalharam para outros estados do país.

Figura 3.2 Espécies de formigas registradas em ambientes hospitalares e número de artigos publicados por estado brasileiro entre 1993 e 2014. Veja Tabela 3.2 para códigos das espécies.



Fonte: a autora.

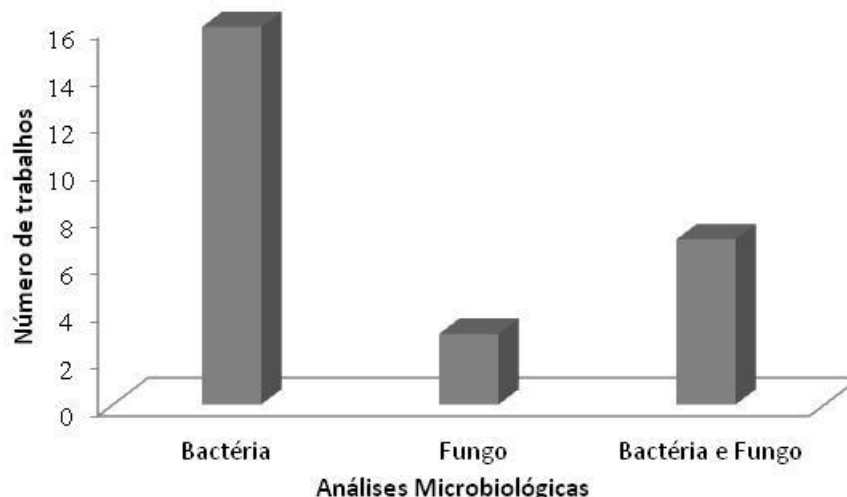
No que se refere ao veículo utilizado para publicação foram registrados 22 periódicos distintos. Dentre estes, os mais utilizados foram: *Neotropical Entomology* (n= 6), *Arquivos do Instituto Biológico* (n= 5) e *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* (n= 5) (Tabela 3.1). A análise da temática dos artigos e do escopo das revistas utilizadas para publicação revelou que os artigos que investigam a diversidade de formigas são geralmente publicados em revistas ligadas à área de Zoologia/Entomologia, por exemplo, *Insect Science and its Application*, *Neotropical Entomology* e *Sociobiology*.

Os artigos que analisaram a associação das formigas com micro-organismos foram publicados em revistas ligadas à área da saúde (*Journal of Hospital Infection*, *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* e *Revista de Patologia Tropical*). Contudo, foi possível verificar que algumas publicações envolvendo o

estudo da ocorrência de formigas (FONSECA et al., 2010; GARCIA et al., 2011; GAZETA et al., 2007) também foram publicados em revistas que tradicionalmente divulgam trabalho na área da saúde humana e não da entomologia, demonstrando a relevância deste tema para a saúde. Esse fenômeno também pode ser observado pelo destaque que a mídia (jornais, revistas e programas de televisão) oferece para esse tipo de informação (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998; FOWLER et al., 1995b; GARCIA et al., 2011).

A maioria das publicações analisadas (n= 26) avaliou a associação das formigas com micro-organismos patogênicos, como bactérias (n= 16; 61,5%), fungos (n= 3; 11,5%) e bactérias/fungos (n= 7; 27%) (Figura 3.3). O estudo pioneiro realizado por Fowler e colaboradores em 1993 já destacava a preocupação com a vetoração de bactérias pelas formigas em ambiente hospitalar e desde então a maioria dos estudos tem abordado essa temática. Em contrapartida, a preocupação de se estudar os fungos vetorados pelas formigas só foi contemplada a partir de 2005, com a publicação do trabalho de Silva et al. (2005).

Figura 3.3 Número de artigos publicados, com ênfase na análise microbiológica em formigas em ambientes hospitalares no Brasil, entre o período de 1993 e 2014.



Fonte: a autora.

Cabe destacar que 13 publicações (BICHO et al., 2007; BRAGANÇA; LIMA, 2010; CARVALHO et al., 2011; CINTRA-SOCOWLOSKI et al., 2014; FERREIRA et al., 2008; FONSECA et al., 2010; FOWLER et al., 1995a; GARCIA et al., 2011; GAZETA et al., 2007; PELLI et al., 2013; SANTOS et al., 2002; SANTOS et al.,



2009b; ZARZUELA et al., 2002) não realizaram análises microbiológicas em formigas, e sim um enfoque ecológico/sistemático sobre as espécies presentes nesse ambiente. Desses trabalhos, dez foram publicados em revistas incluídas dentro da área de entomologia e/ou saúde (Arquivos do Instituto Biológico, Biológico, Naturalia, Neotropical Entomology, Revista de Biologia e Ciência da Terra, SaBios: Revista de Saúde e Biologia e Sociobiology).

Informações sobre a duração do período de estudo esteve presente em 30 dos 40 artigos analisados e variou de um a 42 meses, sendo que em média a duração dos estudos foi de 12 meses (Tabela 3.1). Dentre estes estudos, somente quatro tiveram duração superior a 12 meses, enquanto que em 18 deles a duração foi menor do que o tempo médio de experimentação. Esses resultados indicam que não houve uniformidade no período estabelecido para coleta de dados, sendo necessária a padronização da duração dos estudos a fim de se minimizar os efeitos de algumas variáveis sobre os métodos de coletas e os resultados obtidos. Um bom exemplo disso pode ser ilustrado pela influência das estações climáticas sobre a alteração da abundância e diversidade de formigas nesse tipo de ambiente, como relatado por Carvalho et al. (2011), Lima et al. (2013) e Pelli et al. (2013).

Também não houve padronização no horário de coleta das formigas. Foi possível identificar que alguns estudos realizaram coletas somente no período diurno (n= 9), outros somente noturno (n= 2) e alguns realizaram coletas tanto diurnas como noturnas (n= 13). Contudo, 16 trabalhos não informaram o horário de coleta.

Deve-se levar em conta que os trabalhos que utilizaram exclusivamente a metodologia de coleta no período diurno podem conter informações sub amostradas, já que existem espécies que possuem hábitos exclusivamente noturnos (SUITER, 2012), como as formigas-carpinteiras do gênero *Camponotus* Mayr, 1861. A informação corrobora os dados encontrados por Silva et al. (2005) e Rodovalho et al. (2007), que realizaram coletas exclusivamente noturnas e registraram a ocorrência desse gênero. Surpreendentemente, nenhum dos trabalhos relacionou as espécies de formigas encontradas com o seu hábito (diurno e/ou noturno). Essa informação é de extrema importância no que se refere à escolha da melhor técnica de controle a ser aplicada no ambiente hospitalar.

Outra falta de padronização se refere à utilização de diferentes metodologias de captura das espécies de formigas, como iscas atrativas com carboidrato/proteína

(n=14), carboidrato (n= 9), além de busca ativa (n= 10), uso de armadilha de queda – *pitfall* (n=1) e captura por aspirador de pó (n= 1) (Tabela 3.2), e 10 trabalhos não informaram a metodologia de coleta. Dos 30 trabalhos que informaram a metodologia de coleta, 13 utilizaram mais de uma técnica, o que pode representar um aumento das chances de captura de maior número de espécies, favorecendo trabalhos de levantamento e diversidade. As iscas atrativas contendo carboidrato e/ou proteína foram as metodologias que obtiveram maior riqueza de espécies (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 Espécies de formigas, abreviações, métodos de coletas e referencias de trabalhos publicados com formigas em ambientes hospitalares no Brasil, durante o período de 1993 e 2014 (A – isca de carboidrato; B – isca de carboidrato e proteína; C – busca ativa; D – *pitfall*; E – aspirador de pó; \*espécies exóticas tradicionais).

Espécie/Abreviação <sup>a</sup>	Método de coleta	Referência
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890) - Ab	C	Aquino et al. (2013)
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899 - Ah	C	Bicho et al. (2007)
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Méneville, 1838) - Al	C	Bicho et al. (2007)
<i>Acromyrmex niger</i> (Smith, 1858) - An	-	Garcia et al. (2011)
<i>Acromyrmex rugosus</i> (Smith, 1858) - Ar	B	Lima et al. (2013)
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863) - As	C	Bicho et al. (2007)
<i>Anochetus targionii</i> Emery, 1894 - Ant	A	Santos et al. (2009b); Santos et al. (2011) Santos et al. (2011);
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758) - Ats	A	Cintra-Socolowski et al. (2014)
<i>Brachymyrmex incisus</i> Forel, 1912 - Bi	A	Santos et al. (2009b)
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868 - Bp	A	Santos et al. (2009b) Fowler et al. (1993);
<i>Camponotus arboreus</i> (Smith, 1858) - Ca	B	Fowler et al. (1995a); Pantoja et al. (2009)
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858) - Cat	B	Rando et al. (2009); Lima et al. (2013)
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862 - Cc	A/C	Santos et al. (2011); Aquino et al. (2013)
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894 - Cm	A/B	Pantoja et al. (2009); Santos et al. (2011)
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894 - Cre	B	Pantoja et al. (2009) Fowler et al. (1993);
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775) - Cru	B	Cintra et al. (2004); Garcia et al. (2011)
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1838) - Cs	-	Garcia et al. (2011) Rodvalho et al. (2007);
<i>Camponotus vittatus</i> Forel, 1904 - Cv	B/C	Pantoja et al. (2009); Aquino et al. (2013); Lima et al. (2013)
<i>Cardiocondyla emeryi</i> Forel, 1881 - Cae	B	Gonçalves et al. (2011)

<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804) - Cec	A	Santos et al. (2009b)
<i>Cephalotes palustri</i> De Andrade & Baroni Urbani, 1999 – Ceba	A	Santos et al. (2011)
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824) - Cepu	A	Santos et al. (2009b); Santos et al. (2011)
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858 - Crv	A/B	Santos et al. (2009b); Lima et al. (2013)
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851) - Cyr	C	Aquino et al. (2013)
<i>Dorymyrmex flavus</i> McCook, 1879 - Df	A	Santos et al. (2009b); Santos et al. (2011)
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863) - Dp	B/D	Pesquero et al. (2008)
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858 - Eb <sup>b</sup>	C/E	Gazeta et al. (2007); Aquino et al. (2013)
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863) - Ee	B/D	Zarzueta et al. (2002); Pesquero et al. (2008)
<i>Ectatomma suzanae</i> Almeida Filho, 1986 - Es	A	Pelli et al. (2013)
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802) - Lc	-	Garcia et al. (2011)
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858) - Lp	A	Santos et al. (2011)
* <i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868) - Lih	B	Fowler et al. (1993); Zarzueta et al. (2002); Santos et al. (2009a) Fowler et al. (1993); Fowler et al. (1995a); Zarzueta et al. (2002); Cintra et al. (2004);
* <i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851) - Mf	A/B	Santos et al. (2011); Pelli et al. (2013); Cintra- Socolowski et al. (2014); Máximo et al. (2014) Fowler et al. (1993); Moreira et al. (2005);
* <i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758) - Mp	B	Lise et al. (2006); Rando et al. (2009); Garcia et al. (2011) Bicho et al. (2007); Pesquero et al. (2008); Rando et al. (2009); Garcia et al. (2011); Gonçalves et al. (2011); Lima et al. (2013)
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862) - Nf	B/C/D	
<i>Odontomachus brunneus</i> (Patton, 1894) - Ob	A	Pelli et al. (2013)
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758) - Oh	C	Aquino et al. (2013) Fowler et al. (1993); Zarzueta et al. (2002); Cintra et al. (2004); Moreira et al. (2005); Silva et al. (2005); Costa et al. (2006); Lise et al. (2006); Gazeta et al. (2007); Tanaka et al. (2007); Pantoja et al. (2009); Bragança & Lima (2010); Fontana et al. (2010); Roxo et al. (2010); Garcia et al. (2011); Aquino et al. (2013); Pelli et al. (2013); Cintra-Socolowski et al.
* <i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802) - Pl	A/B/C/E	

		(2014)
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868 - Pha	B	Zarzueta et al. (2002)
<i>Pheidole diligens</i> (Smith, 1858) - Phd	B	Pantoja et al. (2009)
<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1870 - Phf	A/B	Pantoja et al. (2009); Pelli et al. (2013)
<i>Pheidole impressa</i> Mayr, 1870 - Phi	B	Pantoja et al. (2009)
* <i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793) - Phm	A/C	Santos et al. (2009b); Fontana et al. (2010); Santos et al. (2011); Aquino et al. (2013)
<i>Pheidole nubila</i> Emery, 1906 - Phn	B	Gonçalves et al. (2011)
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908 - Pho	A	Santos et al. (2009b); Santos et al. (2011)
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884 - Phr	A/B	Pantoja et al. (2009); Pelli et al. (2013)
<i>Pheidole spininodis</i> Mayr, 1887 - Phs	B	Gonçalves et al. (2011)
<i>Pseudomyrmex curacaensis</i> (Forel, 1912) - Psc	A	Santos et al. (2009b)
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804) - Psg	A	Santos et al. (2011)
<i>Pseudomyrmex rochai</i> (Forel, 1912) - Psr	A	Santos et al. (2009b)
<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i> (Emery, 1906) - Pst	A	Santos et al. (2009b)
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804) - Sg	C	Delabie et al. (2002)
<i>Solenopsis globularia</i> (Smith, 1858) - Sgl	A/B	Pantoja et al. (2009); Bragança & Lima (2010); Fontana et al. (2010)
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972 - Si	A	Santos et al. (2009b); Santos et al. (2011) Moreira et al. (2005); Lise et al. (2006); Bicho et al. (2007); Pantoja et al. (2009); Bragança & Lima (2010); Gonçalves et al. (2011); Aquino et al. (2013); Lima et al. (2013)
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855) - Ss	B/C	Fowler et al. (1993); Fowler et al. (1995a); Cintra et al. (2004); Moreira et al. (2005); Costa et al. (2006); Lise et al. (2006); Gazeta et al. (2007); Rodovalho et al. (2007); Tanaka et al. (2007); Pantoja et al. (2009); Rando et al. (2009); Santos et al. (2009a); Teixeira et al. (2009); Bragança & Lima (2010); Fontana et al. (2010); Garcia et al. (2011); Aquino et al. (2013); Lima et al. (2013); Pelli et al. (2013); Vieira et al. (2013)
* <i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793) - Tm	A/B/C/E	Fowler et al. (1993); Fowler et al. (1995a); Cintra et al. (2004); Moreira et al. (2005); Costa et al. (2006); Lise et al. (2006); Gazeta et al. (2007); Rodovalho et al. (2007); Tanaka et al. (2007); Pantoja et al. (2009); Rando et al. (2009); Santos et al. (2009a); Teixeira et al. (2009); Bragança & Lima (2010); Fontana et al. (2010); Garcia et al. (2011); Aquino et al. (2013); Lima et al. (2013); Pelli et al. (2013); Vieira et al. (2013)
* <i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander, 1846) - Teb	B	Gonçalves et al. (2011)
<i>Tetramorium simillimum</i> (Smith, 1851) - Tes	C	Aquino et al. (2013)

*Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) - Wa C; B Fowler et al. (1993); Cintra et al. (2004); Bicho et al. (2007); Santos et al. (2009a)

<sup>a</sup> As abreviações à frente dos nomes científicos correspondem àquelas utilizadas na Figura 3.2.

<sup>b</sup> A espécie *Ectatomma quadridens* Fabricius, 1793, citada por Gazeta et al. (2007) é considerada como um sinônimo de *Ectatomma brunneum* Smith, 1858, como proposto por Bolton (1995).

Com base nos estudos que realizaram a devida identificação das espécies de formigas, foram registrados 23 gêneros e 59 espécies, sendo que as prevalentes foram: *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) (n= 20 trabalhos), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) (n= 17) e *Solenopsis saevissima* (Smith, 1855) (n= 8). A maioria dos estudos que identificaram as espécies de formigas (27; 87%) registrou a presença de espécies exóticas. Dentre o total de espécies identificadas, sete (11,5%) foram consideradas como exóticas tradicionais, sendo elas: *Linepithema humile* (Mayr, 1868), *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758), *P. longicornis*, *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793), *T. melanocephalum* e *Tetramorium bicarinatum* (Nylander, 1846) (Tabela 3.2).

Com relação à distribuição das espécies de formigas devidamente identificadas no território brasileiro, pode-se afirmar que metade dos estados (n= 13) ainda não possuem informações (Figura 3.2) e que Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul foram os estados com o maior número de espécies registradas (20 e 18, respectivamente), seguidos pelo Ceará e Bahia, ambos com 12 espécies cada e por São Paulo (n= 11). Já Rondônia foi o estado com menor número encontrado (n= 1 espécie). A formiga *T. melanocephalum*, foi a que obteve maior distribuição entre os estados estudados, sendo ausente somente em Goiás e Mato Grosso do Sul (Figura 3.2).

Com base nessa distribuição, pode-se observar que as espécies consideradas como exóticas tradicionais estão presentes na maioria dos estados, exceto em Goiás, mas isso pode ser explicado pela falta de observação experimental. Os estados de São Paulo e Bahia foram os que mais apresentaram registro dessas espécies (cinco e quatro, respectivamente), sendo *P. longicornis* e *T. melanocephalum* as que ocorreram em ambos os estados (Figura 3.2).

Considerando o potencial de vetoração de micro-organismos patogênicos pelas formigas, cabe ressaltar a importância de estudos que investiguem de forma detalhada a ecologia dessas espécies no ambiente hospitalar, a fim de buscar métodos mais eficazes de controle, visto que este, quando realizado de forma

inadequada, pode levar a uma condição de explosão populacional, pois reduz a diversidade e gera uma menor competição entre as espécies (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Além disso, um dos grandes problemas talvez seja a associação entre o comportamento da sociedade humana em relação às formigas, que pode variar desde uma exagerada entomofobia, quando associam as formigas diretamente aos índices de infecção hospitalar, até um descaso, quando acreditam que não existe necessidade de um monitoramento e controle efetivos (CINTRA-SOCOLOWSKI, 2007). Neste sentido as análises apresentadas poderão subsidiar e nortear futuras pesquisas sobre a ocorrência de formigas em ambiente hospitalar.

Finalmente, a rotina do corpo clínico dos hospitais (médicos e enfermeiros) é complexa e está associada ao atendimento dos pacientes. Desta forma, torna-se cada vez mais importante a presença de um profissional com conhecimento e formação dirigidos ao monitoramento e controle de formigas e também de outras pragas.

## 4 CAPÍTULO 3 – FORMIGAS EM AMBIENTE HOSPITALAR: PARÂMETROS ECOLÓGICOS COMO SUBSÍDIOS PARA ESTRATÉGIAS FUTURAS DE MANEJO<sup>3</sup>

### 4.1 RESUMO

As formigas urbanas podem gerar vários prejuízos ao ser humano e, em ambientes hospitalares, sua presença pode representar um perigo potencial à saúde pública, pela capacidade de transporte de micro-organismos patogênicos. Por isso, nosso estudo visou avaliar a mirmecofauna presente em ambiente hospitalar com relação a parâmetros ecológicos (riqueza, abundância, constância, diversidade, dominância e equitabilidade) e sua variação entre as estações climáticas, além de destacar as espécies exóticas presentes nesse ambiente. O trabalho foi realizado em hospital público de Juiz de Fora, região sudeste do Brasil (abril/2012 a março/2014). Foram realizadas coletas bimestrais com iscas atrativas (manhã e noite). Foram encontrados 10.342 indivíduos, pertencentes a seis subfamílias e 26 espécies. Myrmicinae apresentou maior riqueza (n= 12) e abundância (n= 7.336), sendo *Pheidole susannae* Forel, 1886 a mais abundante. *P. susannae* e *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851) foram as espécies mais constantes (100%). Dentre as espécies mais abundantes, *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum* são consideradas espécies exóticas tradicionais. Sobre a sazonalidade, não houve diferença entre riqueza (p= 0,3938) e abundância das espécies (p= 0,1811). O índice de Shannon ficou representado por 2,247, o de dominância por 0,1395 e o de equitabilidade por 0,6897. Os dados encontrados constituem um conjunto inovador de informações, trazendo uma abordagem ecológica de longa duração como subsídio para estratégias futuras de manejo no ambiente hospitalar, permitindo a promoção de um controle mais eficiente.

Palavras-chave: diversidade, Formicidae, sazonalidade.

---

<sup>3</sup>Submetido à Revista Neotropical Entomology (Castro MM, Almeida M, Fernandes EF, Prezoto F. Ants in hospital environment: ecological parameters as subsidy to future management strategies. Neotropical Entomology).

## 4.2 INTRODUÇÃO

A Família Formicidae é bastante diversa e está representada por 21 subfamílias e 283 gêneros (ANTWEB), e só no Brasil existem mais de 2.500 espécies conhecidas (BRANDÃO, 1999; BOLTON et al., 2006). É um grupo bastante variado em termos de morfologia, habitats e alimentação (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) e a maioria das espécies confere uma série de vantagens ao ambiente em que estão inseridas, como aeração do solo, ciclagem de nutrientes e interações tróficas (DEL CLARO, 2008; DELLA LUCIA; SOUZA, 2011; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Apenas poucas dezenas de espécies podem ocasionar algum incômodo ou prejuízo ao ser humano (FOWLER; BUENO, 1998) e algumas dessas têm obtido grande sucesso nos ambientes urbanos, se tornando pragas (DELLA LUCIA, 2003). Isso ocorreu principalmente com o processo de urbanização, que continua em ascensão, o que proporcionou a disponibilidade de novos abrigos e alimentos para esses animais (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; RUST; SU, 2012).

Nos ambientes urbanos, os hospitais configuram-se como locais onde a presença das formigas representa um perigo à saúde, pela capacidade de transporte de micro-organismos patogênicos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; CAMPOS-FARINHA et al., 2002; FOWLER et al., 1993). Estudos com formigas em áreas hospitalares já foram realizados, primeiramente na Inglaterra (BEATSON, 1972) e Alemanha (EICHLER, 1990). No Brasil, essas investigações se iniciaram na década de 1990 (BUENO; FOWLER, 1994; FOWLER et al., 1993, 1995) e persistem até os dias atuais (CINTRA-SOLOWSKI et al., 2014; MÁXIMO et al., 2014; SILVEIRA et al., 2014), contudo alguns aspectos ainda não foram contemplados nos trabalhos, principalmente sobre a ecologia comportamental desses insetos e as variações ao longo do tempo.

Um trabalho recentemente publicado faz uma abordagem de todas as 40 publicações de pesquisas desenvolvidas no Brasil sobre o tema (CASTRO et al., 2015) e destaca que em mais da metade delas a temática seguiu a associação das formigas com micro-organismos, sejam bactérias e fungos separadamente ou em conjunto (por exemplo AQUINO et al., 2013; COSTA et al., 2006; LIMA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014; MOREIRA et al., 2005; PANTOJA et al., 2009; PEREIRA;



UENO, 2008; SANTOS et al., 2011;). Os demais trabalhos tiveram um enfoque ecológico-sistemático sobre as espécies de formigas presentes nas áreas hospitalares (por exemplo BICHO et al., 2007; BRAGANÇA; LIMA, 2010; CARVALHO et al., 2011; CINTRA-SOCOWLOSKI et al., 2014; FERREIRA et al., 2008; PELLI et al., 2013; ZARZUELA et al., 2002), abordando principalmente a identificação e distribuição das espécies no ambiente, porém com metodologias e períodos de estudo bastante distintos.

Apesar de haver uma série de estudos com a ocorrência de formigas em ambiente hospitalar (CASTRO et al., 2015), informações sobre características da biologia, ecologia e comportamento desses insetos nesse tipo de ambiente têm sido pouco exploradas. Além disso, trabalhos de longa duração quase não foram explorados. O conhecimento dessas características básicas, aliado a um longo monitoramento são fundamentais, pois podem auxiliar no planejamento de estratégias mais eficientes de controle, refletindo na redução de custos e de contaminação ambiental. Por isso, o presente estudo visou avaliar a mirmecofauna presente em ambiente hospitalar com relação a parâmetros ecológicos (riqueza, abundância, constância, diversidade, dominância e equitabilidade) e sua variação entre as estações climáticas, além de destacar as espécies exóticas presentes nesse ambiente. Essas informações constituem um conjunto inovador de informações, trazendo uma abordagem ecológica de longa duração como subsídio para estratégias futuras de manejo no ambiente hospitalar, permitindo a promoção de um controle mais eficiente.

## 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.3.1 Área e período de estudo

O estudo foi realizado entre abril de 2012 e março de 2014 no Hospital Regional João Penido (21°40'45.40''S; 43°20'50.63''O), um hospital público estadual localizado no município de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. A autorização para realização da pesquisa foi fornecida pela Gerência de

Ensino e Pesquisa (DIGEPE) da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG) e está inscrita sob o Parecer Técnico 23/2012.

O hospital possui como característica marcante a edificação totalmente horizontal, além do entorno ser praticamente cercado por vegetação (Figura 4.1). Segundo informações prestadas pela equipe do setor de infecções hospitalares, o local possui aproximadamente 15.000 m<sup>2</sup> de área construída e 54.000 m<sup>2</sup> de área total. Apresenta 202 leitos e cerca de 1200 funcionários, dentre efetivos e terceirizados e o número de pessoas que circulam por dia no local gira em torno de 600 a 700. O controle de pragas realizado no hospital por empresa terceirizada se manteve ativo ao longo de todo o período de estudo, não havendo alterações nessas rotinas em virtude da realização do trabalho.

De acordo com a classificação climática de Köppen (1970), a região apresenta clima subtropical de altitude – Cwa, com duas estações climáticas definidas: uma seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril). A temperatura média anual é de cerca de 19 °C e a precipitação média anual de aproximadamente 1600 mm (INMET, 2014).

Figura 4.1 Mapa esquemático e vista aérea do local de estudo.



Fonte: Google Earth

### 4.3.2 Coleta dos dados

As coletas das informações aconteceram bimestralmente, com instalação de iscas atrativas por duas horas no período diurno (entre oito e 12 horas) e duas horas no período noturno (entre 18 e 22 horas) (adaptado de PESQUERO et al., 2008), nas áreas interna (n= 35) e externa do hospital (n= 35), com 70 pontos fixos de coleta em cada amostragem, totalizando 24 amostras.

As iscas foram compostas por carboidrato e proteína: mel, bolo sabor abacaxi e fígado bovino desidratado (proporções de 1:1:1). Foram inseridas nas extremidades de tubos plásticos (canudos de refrigerante) de cinco centímetros de comprimento e colocadas no solo, próximas aos rodapés na área interna e no calçamento ao redor da edificação na área externa do hospital (adaptado de ZARZUELA et al., 2002; PESQUERO et al. 2008).

As formigas encontradas nos tubos plásticos foram coletadas com auxílio de algodão embebido em álcool 70% e pinças entomológicas e acondicionadas em *ependorfs*. Os espécimes foram triados em laboratório com auxílio de chave dicotômica proposta por Fernández (2003) e identificados pelo Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie, sendo os espécimes depositados na coleção do Laboratório de Mirmecologia CEPEC-CEPLAC – Centro de Pesquisas do Cacau, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia – Brasil, sob número de tombo #5756.

### 4.3.3 Análises dos dados

As informações ecológicas foram analisadas para verificação de diferenças entre os parâmetros estudados. Os dados de riqueza foram utilizados para a construção da curva de acumulação de espécies em relação ao esforço amostral. No eixo das abcissas foram distribuídas as 24 unidades amostrais (coletas) e no eixo das ordenadas, o número cumulativo de espécies amostradas (CAIN, 1938). Para a estimativa da riqueza de espécies de formigas foi utilizado o estimador Chao 1 e o cálculo foi desenvolvido no programa EstimateS (Versão 8) (COLWELL, 2006), baseado em 200 aleatorizações. Tal cálculo leva em consideração o número de espécies representadas por um único indivíduo. Para a construção da curva e

cálculo dos intervalos de confiança foi utilizado o programa Statistica 7 (STATSOFT, 2004).

Os seguintes parâmetros foram estimados para análise da mirmecofauna, segundo Silveira-Neto et al. (1976), Krebs (1978) e Magurran (2013):

**Riqueza:** número total de espécies observadas na comunidade.

**Abundância absoluta:** representação numérica de uma espécie na comunidade.

**Constância:** porcentagem de amostras em que determinada espécie esteve presente.

$C = p * 100 / N$ , onde  $p$  é o número de amostras com a espécie e  $N$  é o total de amostras

Classificação das espécies quanto à constância:

Espécie constante: presente em mais de 50% das amostras;

Espécie acessória: presente em 25 a 50% das amostras;

Espécie acidental: presente em menos de 25% das amostras.

**Dominância (D):** refere-se a dominância de uma ou mais espécies em determinada comunidade.

**Índice de Shannon-Wiener (H):** utilizado para medir a diversidade levando em consideração a uniformidade na abundância das espécies.

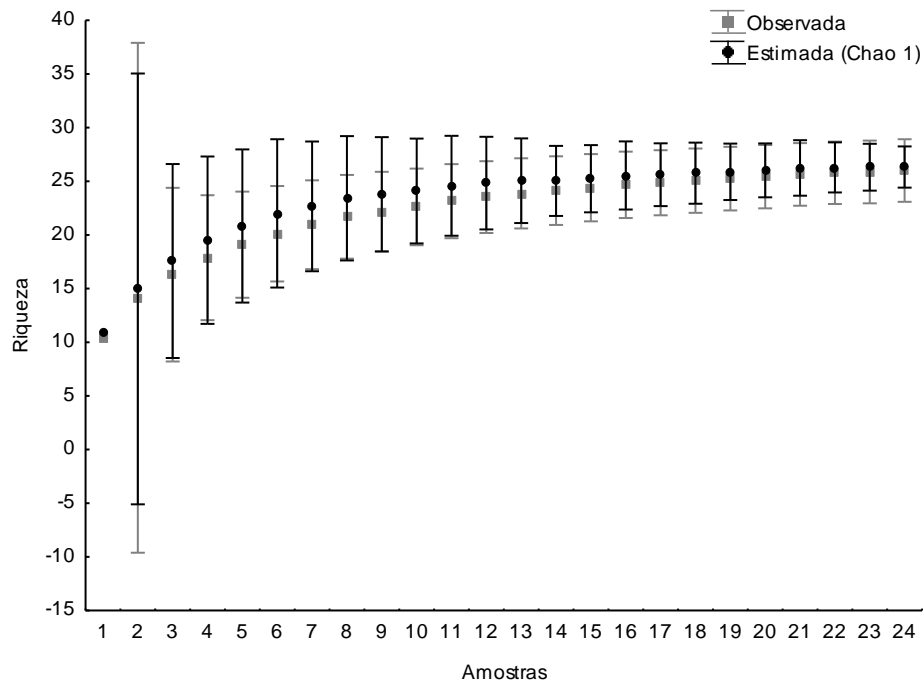
**Equitabilidade (J):** padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo geralmente proporcional a diversidade.

Para a realização das análises, os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade das variâncias (Levene), com  $p > 0,05$ . Os parâmetros ecológicos foram obtidos pelo programa Past 2.04 (HAMMER et al., 2001). Os valores de abundância e riqueza foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para verificar diferenças entre as subfamílias de formigas, utilizando o mesmo programa. Para verificar se houve diferença na abundância e riqueza entre as estações climáticas (seca e chuvosa) foi utilizado o Teste-t por meio do programa Statistica 7 (STATSOFT, 2004).

#### 4.4 RESULTADOS

Foram encontrados 10.342 indivíduos, pertencentes a seis subfamílias, 20 gêneros e 26 espécies, sendo 22 identificadas em nível específico. A curva de acumulação de espécies (Figura 4.2) revelou uma tendência de se atingir uma assíntota, demonstrando sinal de estabilização. O estimador Chao 1 apresentou uma riqueza estimada de 28 espécies, enquanto a riqueza observada foi de 26 espécies.

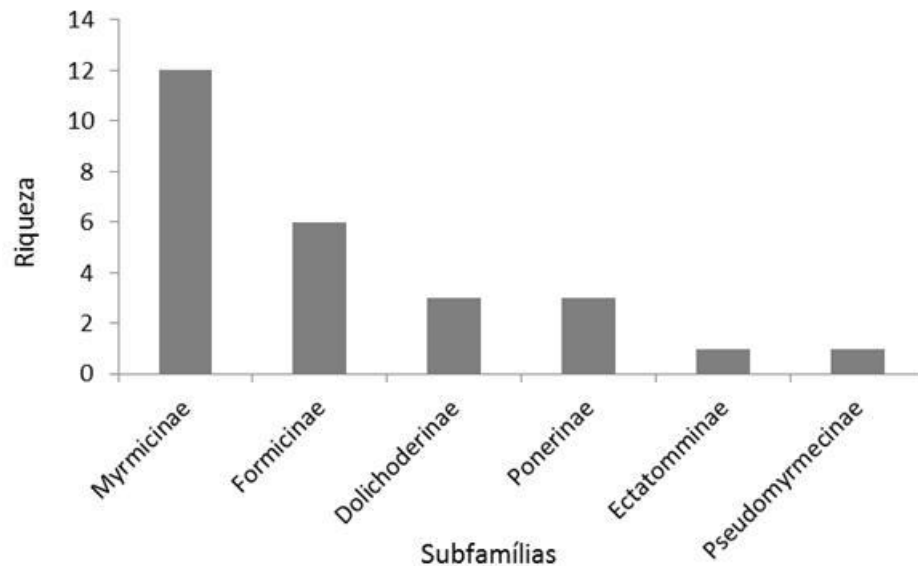
Figura 4.2 Curva de acumulação de espécies amostradas e estimadas no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014.



Fonte: a autora.

Myrmicinae foi a subfamília que apresentou maior riqueza ( $n=12$ ), enquanto Pseudomyrmecinae e Ectatomminae foram representadas por apenas uma espécie cada (Figura 4.3, Tabela 4.1). Houve diferença significativa da riqueza entre as subfamílias ( $H=109,7$ ;  $p<0,001$ ), exceto entre Dolichoderinae e Formicinae ( $p=0,5879$ ) e Pseudomyrmecinae com Ectatomminae ( $p=0,5641$ ).

Figura 4.3 Subfamílias e riqueza de espécies de formigas encontradas no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014.



Fonte: a autora.

Tabela 4.1 Espécies de formigas encontradas, abundância, constância e ocorrência entre as estações do ano (chuvosa e seca) em estudo no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014.

Subfamília/Espécie	Abundância (n)	Constância (%)	Estações do ano	
			Chuvosa	Seca
<b>Dolichoderinae</b>				
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	359	62,5	+	+
* <i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	146	25	+	-
* <i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	1552	83,33	+	+
<b>Ectatomminae</b>				
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	2	8,33	+	+
<b>Formicinae</b>				
<i>Brachymyrmex</i> sp.	199	25	+	+
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868	62	25	+	+
<i>Camponotus</i> sp.	1	4,17	+	+
<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.	208	70,83	+	+
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	152	50	+	-
<i>Nylanderia</i> sp.	265	50	+	+
<b>Myrmicinae</b>				
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	7	12,5	+	+
<i>Cardiocondyla minutior</i> Forel, 1899	2	4,17	-	+
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	164	50	+	+

<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	1	4,17	+	+
* <i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	1894	66,67	+	+
* <i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)	63	8,33	+	+
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886	2262	100	+	+
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	53	25	+	-
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	3	12,5	+	+
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	830	91,67	+	+
<i>Tetramorium simillimum</i> (Smith, 1851)	1594	100	+	+
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	463	66,67	+	+
<b>Ponerinae</b>				
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	42	62,5	+	+
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	6	16,67	+	+
<i>Pachycondyla verena</i> (Forel, 1922)	8	20,83	+	+
<b>Pseudomyrmecinae</b>				
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	4	12,5	+	+

Presença: +; Ausência: -

\*Espécies exóticas tradicionais (Castro et al., 2015)

Myrmicinae também foi a subfamília mais abundante (n= 7.336), representando 70,93% do total de indivíduos amostrados durante o estudo. Em contrapartida, Pseudomyrmecinae e Ectatomminae registraram o menor número de indivíduos (quatro e dois, respectivamente), cujas representações foram de apenas 0,04 e 0,02% do total, respectivamente. A subfamília Formicinae, apesar de ter apresentado maior riqueza que Dolichoderinae, se mostrou menos abundante, com menos de 10% de representação de todos os indivíduos, enquanto Dolichoderinae ficou representada por 19,89% (Figura 4.3, Tabela 4.1). As subfamílias diferiram quanto à abundância de espécies (H= 119,3;  $p < 0,001$ ), contudo, entre Dolichoderinae e Formicinae ( $p = 0,9958$ ) e Pseudomyrmecinae e Ectatomminae ( $p = 0,6266$ ) essa diferença não foi significativa.

Em relação às espécies encontradas, quatro delas se destacaram por terem sido mais abundantes: *Pheidole susannae* Forel, 1886 (21,87%; n= 2262), *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851) (18,31%; n= 1.894), *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851) (15,41%; n= 1594) e *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) (15,01%; n= 1552). As espécies *Camponotus* sp. e *Cyphomyrmex transversus* Emery, 1894, em contrapartida, foram as menos abundantes, com um único registro

cada uma (0,01%). Houve diferença significativa entre as abundâncias das espécies ( $H= 252,2$ ;  $p<0,001$ ). Dentre as espécies mais abundantes, *M. floricola* e *T. melanocephalum* são consideradas espécies exóticas tradicionais.

Em relação à constância, 12 espécies foram consideradas constantes, quatro acessórias e dez acidentais. *P. susannae* e *T. simillimum* foram as mais constantes (100%), enquanto *Camponotus* sp., *Cardiocondyla minutior* Forel, 1899 e *C. transversus* foram as menos constantes, com apenas 4,17% (Tabela 4.1). Dentre as espécies que foram consideradas constantes, todas as quatro espécies mais abundantes estão incluídas: *P. susannae* e *T. simillimum* com 100%, *T. melanocephalum* com 83,33% e *M. floricola* com 66,67%.

Sobre a sazonalidade foram encontradas 25 espécies na estação chuvosa, com quatro de ocorrência exclusiva: *Camponotus* sp., *C. transversus*, *Linepithema humile* (Mayr, 1868) e *Pheidole radoszkowskii* Mayr, 1884. Na estação seca foram 22 espécies, sendo apenas *C. minutior* exclusiva, com um único registro. A estação chuvosa apresentou o maior número de espécimes coletados ( $n= 7590$ ), com uma média de 474 indivíduos por coleta. Na estação seca essa média foi de 344 indivíduos, perfazendo um total de 2752 indivíduos coletados. Apesar da superioridade na estação chuvosa, não houve diferença significativa com relação à riqueza ( $t= 0,8697$ ;  $p= 0,3938$ ), assim como aconteceu com a abundância das espécies ( $t= 1,381$ ;  $p= 0,1811$ ) entre as estações.

Os índices ecológicos de dominância, diversidade e equitabilidade são demonstrados na Tabela 4.2, que evidencia os valores durante todo o período de estudo e entre as estações climáticas.

Tabela 4.2 Índices Ecológicos de Dominância (D), Shannon (H) e Equitabilidade (J) para todo o período de estudo e entre as estações do ano (chuvosa e seca) no Hospital Regional João Penido, Juiz de Fora, Brasil, entre 2012 e 2014

Índice	Total	Estação	
		Chuvosa	Seca
Dominância (D)	0,1395	0,1381	0,1469
Shannon (H)	2,247	2,257	2,161
Equitabilidade (J)	0,6897	0,701	0,6991



## 4.5 DISCUSSÃO

O número de espécies encontradas neste estudo foi superior ao encontrado em todos os 40 outros publicados com formigas em hospitais no Brasil (1993 – 2014), exceto ao amostrado por Santos et al. (2002), que encontraram um total de 44 espécies. Entretanto, o trabalho citado foi realizado em dois hospitais de um município do sudeste do país e a metodologia de captura diferiu do presente estudo porque, além da coleta com iscas atrativas, houve coleta manual dos exemplares. Além disso, o esforço amostral não foi equiparado, já que o trabalho foi realizado com quatro coletas ao longo do período.

A abundância foi relatada em menos da metade dos trabalhos publicados e somente em dois deles (BRAGANÇA; LIMA, 2010; CARVALHO et al., 2011) o número de indivíduos foi superior ao deste estudo, com 34.309 e 10.423 indivíduos, respectivamente. Embora o número de indivíduos relatado por Bragança e Lima (2010) tenha sido muito superior, o número de espécies foi inferior ( $n= 12$ ), assim como aconteceu com o estudo de Carvalho et al. (2011), que encontraram praticamente a mesma quantidade de indivíduos que o presente trabalho, mas também um número inferior de espécies ( $n= 8$ ). Em ambos os trabalhos, a espécie *T. melanocephalum* se mostrou mais abundante, podendo sugerir até uma dominância em relação às demais. Outro fator que deve ser levado em consideração são as diferenças nas metodologias e esforços amostrais, que são distintos em vários pontos.

A Curva de Acumulação de espécies demonstrou que o esforço amostral foi suficiente para informar que a amostra utilizada é representativa da comunidade de formigas em estudo. Assim, ficou evidenciado que o número de coletas foi adequado para se atingir o número próximo ao da riqueza estimada para o local. Essas informações são relevantes para que os profissionais competentes possam traçar estratégias adequadas de manejo das formigas no ambiente hospitalar, se atentando para a importância de um monitoramento de longa duração, como destacado de maneira oportuna no trabalho de Cintra et al. (2004).

Embora relevantes para o controle na área em questão, esses dados se tornam difíceis de serem analisados para fins comparativos com a riqueza encontrada em outros trabalhos com formigas em ambientes hospitalares brasileiros.

Segundo Gaston (1996), a dependência do esforço amostral se torna um grande problema com estimativas de riqueza, sendo o esforço raramente documentado. Essa falta de informações impede comparações entre riquezas de diferentes áreas. Magurran (2013) aponta que uma alternativa possa estar ligada à aplicação de novos e adequados estimadores de riqueza, em que os autores precisam informar explicitamente a metodologia e o tamanho amostral.

A difícil comparação entre as diferentes pesquisas pela falta de padronização nas metodologias de coleta e a discrepância de esforço amostral está evidenciado por Castro et al. (2015). Além desses pontos, os objetivos são, em muitos casos, diferentes de um trabalho para outro. Poucos trabalhos abordam a parte ecológica (por exemplo BRAGANÇA; LIMA, 2010; ZARZUELA et al., 2002), mas a maioria deles utilizam as formigas apenas como um veículo para estudar os micro-organismos 'carregados' por elas (por exemplo AQUINO et al., 2013; PANTOJA et al., 2009; PEREIRA; UENO, 2008), o que se reflete na falta de informações disponíveis sobre a ecologia e os comportamentos das espécies de formigas (CASTRO et al., 2015).

Além dos aspectos já citados, o maior número de espécies encontrado no local do presente estudo pode ser explicado pela área onde o hospital está inserido. Ao redor da edificação, há uma área com grande concentração de vegetação, diferentemente dos demais hospitais estudados, que geralmente estão inseridos em regiões mais populosas e urbanizadas das cidades, rodeados quase exclusivamente por edificações, sendo a vegetação ao redor restrita ou inexistente. Essa proximidade com a área verde pode refletir uma dificuldade de manejo e controle desta comunidade de formigas, superior em relação aos demais trabalhos, o que demanda estratégias de controle diferenciadas para cada espécie.

No trabalho de Carvalho et al. (2011), um ponto interessante é que os autores também relatam que o hospital em questão possui ampla área verde nas imediações, assim como este trabalho, e apesar das amostragens terem sido distintas, o número de indivíduos foi semelhante. Outros fatores podem também contribuir para a composição e distribuição espacial da fauna de formigas no ambiente hospitalar, como a infraestrutura do local (FOWLER et al., 1995), já que o hospital estudado é completamente horizontal, o que permite o acesso mais facilmente dos indivíduos para a área interna do hospital.

A espécie mais abundante deste trabalho representada por *P. susannae* não havia sido registrada para nenhum dos trabalhos publicados com ocorrência de formigas em ambiente hospitalar, sendo descrita pela primeira vez para esse tipo de ambiente. Apesar de não ter sido relatada anteriormente, é uma espécie nativa, ocorrendo em habitats variados, que inclui ambientes altamente perturbados, com os ninhos podendo ser localizados oportunisticamente em pequenas cavidades (LONGINO, 2009).

As espécies *M. floricola* e *T. melanocephalum* são amplamente relatadas em outros trabalhos, como discutido por Castro et al. (2015), porém poucos deles mencionam sua abundância absoluta (AQUINO et al., 2013; BRAGANÇA; LIMA, 2010; FONTANA et al., 2010; LIMA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014; MOREIRA et al., 2005; PANTOJA et al., 2009; TANAKA et al., 2007). Em contrapartida, *T. simillimum* foi encontrada por Aquino et al. (2013), cuja representatividade foi de 10% dos 106 indivíduos coletados. Além desses autores, Santos et al. (2002) também mencionaram a espécie.

Um ponto interessante sobre o índice de constância utilizado no trabalho é que as quatro espécies mais abundantes são consideradas constantes, tendo sido registradas ao longo de todo o período de estudo. Entretanto, mesmo encontrando espécies muito abundantes e constantes, o índice de dominância evidenciou uma baixa dominância de espécies, sendo complementado pelo índice de equitatividade, que se mostrou elevado, demonstrando uma uniformidade na distribuição das espécies ao longo do período de estudo.

Além de *P. susannae*, outras oito espécies foram amostradas exclusivamente neste trabalho: *Dorymyrmex brunneus* Forel, 1908; *Camponotus senex* (Smith, 1858); *C. minutior*, *C. transversus*; *Pogonomyrmex naegelii* Emery, 1878; *Pachycondyla harpax* (Fabricius, 1804); *Pachycondyla verena* (Forel, 1922); *Pseudomyrmex termitarius* (Smith, 1855). A ocorrência dessas espécies já foi relatada em ambientes urbanos (por exemplo LUTINSKI et al., 2013) e seu encontro pode ter sido favorecido pela localização do hospital, que pode ter disponibilizado mais opções de abrigos e alimentos, pela estruturação horizontal e pelo entorno com vegetação.

Curiosamente, a espécie exótica *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), muito relatada na maioria dos trabalhos desenvolvidos em hospitais não foi descrita para o presente estudo. Sua ausência pode ter relação com a presença abundante e

constante de *Ph. susannae*, que pode ter inibido a presença de *Pa. longicornis* por meio de interações agressivas (Comunicação pessoal Prof. Odair Bueno). Já é sabido que espécies do gênero *Pheidole* possuem esse comportamento agressivo diante de outras espécies (BUENO; BUENO, 2007; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; MAY; HETERICK, 2000).

Apesar de não ter sido relatada a espécie exótica citada, quatro outras espécies exóticas tradicionais, destacadas por Castro et al. (2015), foram encontradas: *L. humile*, *T. melanocephalum*, *M. floricola* e *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758). Essas formigas, denominadas *formigas andarilhas* ou *tramp ants*, vivem fora de sua área de distribuição original (BUENO; BUENO, 2007), possuindo maior facilidade de veiculação e íntima associação com o homem, sempre em busca de abrigo e alimento. Além disso, possuem algumas características em comum, como poliginia (várias rainhas na mesma colônia), baixa agressividade intraespecífica e migração (PASSERA, 1993; RUST; SU, 2012). Por se tratarem de animais sinantrópicos, as *tramp ants* se encontram muito bem adaptadas ao ambiente urbano, incluindo os ambientes hospitalares (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Com relação à sazonalidade, as estações climáticas parecem não ser o fator determinante para a diferença entre a riqueza e entre a abundância das espécies no hospital, demonstrando que a distribuição das mesmas é significativamente semelhante ao longo de todo o ano. Isso também se comprova pela semelhança entre os índices ecológicos, que praticamente se mantiveram entre as estações. As características encontradas no ambiente urbano podem ter favorecido o sucesso e a manutenção de algumas espécies, como a maior disponibilidade de água, oferta de abrigo e alimentos (PINTO et al., 2007), assim como maior proteção contra intempéries.

Pelli et al. (2013) também encontraram resultados semelhantes, afirmando que não houve diferenças na diversidade entre inverno e verão. Em contrapartida, Carvalho et al. (2011) e Lima et al. (2013) verificaram influência das variáveis climáticas sobre a abundância e diversidade das espécies. Isso pode ter acontecido em parte pela falta de padronização entre os períodos de amostragem (CASTRO et al., 2015), o que pode 'mascarar' a influência de algumas variáveis climáticas na composição da diversidade. Outro ponto interessante é o grande significado ecológico da amostragem de formigas durante a estação seca, que pode representar

um potencial mecanismo vetorial de organismos também nesse período do ano (LIMA et al., 2013).

Com base nas informações obtidas, fica evidente que há variações significativas entre os parâmetros ecológicos abordados. O fato do período de estudo envolver dois anos de esforço, provavelmente foi o principal responsável pelo maior número de espécies encontradas aqui quando comparado com a literatura. O local do estudo possui características que favorecem o sucesso de algumas espécies, inclusive as exóticas tradicionais.

Os dados encontrados constituem um conjunto inovador de informações, trazendo uma abordagem ecológica de longa duração como subsídio para estratégias futuras de manejo no ambiente hospitalar, permitindo a promoção de um controle mais eficiente por meio de um monitoramento constante da mirmecofauna. Esse monitoramento demonstra a estabilização da comunidade de formigas na área durante todo o ano e a existência de espécies exóticas, permitindo a incorporação de estratégias específicas para o controle mesmo nos meses mais frios e que contemple a inibição da presença dessas espécies exóticas e não somente as espécies nativas. Essas informações, além disso, devem chegar ao conhecimento dos agentes de controle de pragas e dos profissionais da área da saúde, devendo nortear suas atividades para lidar direta ou indiretamente com os pacientes pelo risco de veiculação de micro-organismos patogênicos pelas formigas.

## 5 CAPÍTULO 4 – MIRMECOFAUNA EM AMBIENTE HOSPITALAR: DISTRIBUIÇÃO, INFESTAÇÃO E HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO<sup>4</sup>

### 5.1 RESUMO

O ambiente urbano favorece o estabelecimento de algumas espécies de formigas que se adaptaram também às áreas hospitalares. Pela importância médica e econômica que representam no ambiente hospitalar, este trabalho procurou analisar a existência de variação das espécies de formigas entre os períodos diurno e noturno e entre as áreas interna e externa do hospital, verificando se existe semelhança das espécies presentes nos diferentes setores e na área externa mais próxima, além de analisar a infestação e as nidificações presentes na área. O estudo foi realizado em hospital da região sudeste do Brasil (2012 e 2014). Iscas atrativas foram oferecidas bimestralmente para a amostragem. A riqueza foi semelhante entre os períodos do dia, mas houve diferença entre abundância para a noite. Houve diferença entre riqueza e abundância das espécies entre as áreas interna e externa. Os setores Casa de Gestante, Recepção e Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal se mostraram mais similares em relação à fauna encontrada na área interna e externa. O índice geral de infestação foi de 48,87%, sendo superior no período noturno e na área externa e a espécie *Pheidole susannae* Forel, 1886 apresentou o maior índice. Foram localizados 25 ninhos em três substratos: fissura em alvenaria (80%), madeira (12%) e tubulação de esgoto (8%). As informações encontradas contribuem para traçar estratégias futuras de controle por meio de: (i) monitoramento no período noturno para identificação de todas as espécies; (ii) controle na área externa para a redução do trânsito no interior; (iii) identificação dos locais de nidificação para reparos nas estruturas.

Palavras-chave: controle de pragas, Formicidae, monitoramento.

---

<sup>4</sup>Manuscrito em preparação para submissão na Revista Journal of Medical Entomology.

## 5.2 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem modificado as paisagens e, com a expansão das áreas ocupadas pelo ser humano, algumas espécies conseguiram vantagens habitando o “novo” ambiente. Novos abrigos e fontes alimentares passaram a determinar a sobrevivência desses animais nesse ambiente alterado (PINTO et al., 2007). Muitas espécies se tornaram pragas urbanas e hoje se sabe que algumas formigas são importantes representantes desse grupo (DELLA LUCIA, 2003; RUST; SU, 2012; ULLOA, 2003).

A presença de formigas no ambiente urbano pode causar desde um simples incômodo até sérios prejuízos materiais (CAMPOS-FARINHA et al., 2002; FOWLER; BUENO, 1998). Por exemplo, os gastos com o controle da formiga lava-pés (gênero *Solenopsis* Westwood, 1840), praga introduzida na América do Norte, são enormes, sendo estimados de 400 milhões a quase 1 bilhão de dólares por ano somente na Califórnia (JETTER et al., 2002).

Além da grande importância econômica, as formigas no geral podem afetar a saúde humana, por serem agentes causadores de acidentes devido às ferroadas, provocando feridas e reações alérgicas (FUNASA, 2001). Quando presentes em hospitais, podem atuar como vetores de micro-organismos patogênicos (por exemplo AQUINO et al., 2013; LIMA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014; SILVA et al., 2012), participando dos processos de infecções nosocomiais (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

A diversidade de formigas encontrada em hospitais brasileiros é extremamente variável (CASTRO et al., 2015), podendo chegar a quase 50 espécies (SANTOS et al., 2002). A infestação é bastante relatada, mas é considerada de difícil controle. A eliminação pode ser ineficiente pelas reinfestações, difícil localização das colônias e particularidades ecológicas e comportamentais de cada espécie (BUENO; BUENO, 2007), o que é pouco focado nas pesquisas (CASTRO et al., 2015).

Por isso, a realização de monitoramentos de um determinado ambiente hospitalar deve levar em consideração, além da mirmecofauna presente na área, os hábitos dessas espécies, como seu período de atividade. A correta identificação dos hábitos comportamentais e preferências alimentares das formigas obtidos pelos

monitoramentos contribuirão para a definição de estratégias de controle mais eficientes (CASTRO et al., 2015).

Com o intuito de gerar informações que contribuam para a melhoria da qualidade dos serviços de saúde, por meio da redução da infestação de formigas em hospitais, este trabalho procurou analisar a existência de variação das espécies de formigas entre os períodos diurno e noturno e entre as áreas interna e externa do hospital, verificando se existe semelhança das espécies presentes nos diferentes setores e na área externa mais próxima, além de analisar a infestação e as nidificações presentes na área. As respostas para essas questões irão fornecer um conjunto valioso de informações que poderão subsidiar estratégias futuras de controle dessas espécies, tornando-o mais eficiente.

### 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 5.3.1 Área e período de estudo

O estudo foi realizado no Hospital público João Penido (21°40'43,75"S; 43°20'53,7"O), situado no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, região sudeste do Brasil. O período de coleta foi de abril de 2012 a março de 2014, totalizando dois anos de amostragem. A autorização para realização da pesquisa foi fornecida pela Gerência de Ensino e Pesquisa da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (Parecer Técnico 23/2012).

O hospital possui 202 leitos e cerca de 1200 funcionários (efetivos e terceirizados), com circulação de cerca de 700 pessoas por dia. A edificação é horizontal e o entorno é predominantemente cercado por vegetação. Possui aproximadamente 54.000 m<sup>2</sup> de área total e 15.000 m<sup>2</sup> de área construída. O controle de pragas é realizado por empresa terceirizada e se manteve ativo durante o período de estudo, não havendo alterações nessas rotinas em virtude da realização do trabalho.



### 5.3.2 Coleta dos dados

Para a coleta das formigas foram instaladas bimestralmente iscas atrativas no hospital. Setenta iscas foram disponibilizadas em pontos fixos a cada amostragem, sendo 35 na área interna e 35 na área externa. O período de permanência foi de duas horas no período diurno (entre 8 e 12 horas) e duas horas no período noturno (entre 18 e 22 horas) (adaptado de PESQUERO et al., 2008).

As iscas foram compostas por carboidrato e proteína: mel, bolo sabor abacaxi e fígado bovino desidratado (proporções de 1:1:1) e inseridas nas extremidades de tubos plásticos de cinco centímetros de comprimento. Foram colocadas no solo, próximas aos rodapés na área interna e no calçamento ao redor da edificação na área externa do hospital (adaptado de ZARZUELA et al., 2002; PESQUERO et al., 2008).

Quando possível e antes da retirada das iscas, as trilhas formadas pelas formigas foram acompanhadas até a localização do ninho e/ou orifício de entrada. Foram registradas informações sobre (a) distância da isca em relação ao ninho, (b) local de nidificação e (c) tipo de substrato utilizado para nidificação (dividido em três categorias: fissura na alvenaria; madeira e tubulação de esgoto).

As formigas foram coletadas e acondicionadas em *ependorfs* contendo álcool 70%. Os espécimes foram triados em laboratório e separados de acordo com chave dicotômica de Fernández (2003) e identificados pelo Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie, sendo os espécimes depositados na coleção do Laboratório de Mirmecologia CEPEC-CEPLAC – Centro de Pesquisas do Cacau, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia – Brasil (número de tombo #5756).

### 5.3.3 Análise dos dados

Para a realização das análises, os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade das variâncias (Levene), com  $p > 0,05$ . Os valores de abundância e riqueza foram submetidos ao Teste-t para

verificar diferenças entre os períodos do dia (diurno e noturno) por meio do programa Statistica 7 (STATSOFT, 2004).

Para verificar se houve diferença nos valores de abundância e riqueza entre as áreas (interna e externa) foi utilizado o Teste de Mann-Whitney. A similaridade (Distância Euclidiana) da composição da comunidade entre as áreas (interna e externa) foi obtida utilizando a Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrico (nMDS) por meio do Índice de Jaccard, que analisa a presença e ausência das espécies. Para essa análise, foram considerados apenas os setores onde foi registrada a presença de formigas na área interna e seu correspondente na área externa do hospital. Os setores analisados foram Administração (ADM), Corredor (COR), acesso ao Centro de Tratamento Intensivo (CTI), Casa da Gestante (GES), Enfermaria Masculina 1 (EM1), Enfermaria Masculina 2 (EM2), Laboratório (LAB), Recepção (REC), Refeitório (REF) e acesso à Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal (UTI). O Teste de Mann-Whitney e a análise de nMDS foram realizados no software Past 2.04 (HAMMER et al., 2001).

O índice de infestação foi calculado utilizando-se o número de pontos com presença de formigas em relação ao número total de pontos amostrados, conforme metodologia de Cintra et al. (2004). Esse mesmo índice também foi calculado para as quatro espécies mais abundantes do trabalho (abundância acima de 15%), que juntas somam mais de 70% dos indivíduos coletados.

## 5.4 RESULTADOS

Em relação à riqueza encontrada, não houve diferença estatística ( $t= 0$ ;  $p= 1$ ) entre o período noturno ( $n= 23$ ) e o diurno ( $n= 22$ ). Entretanto, em relação à abundância houve diferença significativa entre os períodos ( $t= -2,2067$ ;  $p= 0,038$ ), caracterizado pelo maior número de indivíduos encontrados à noite ( $n= 6285$ ), quando comparado ao período diurno ( $n= 4057$ ). Apesar do número de espécie ter sido similar entre os períodos foram constatadas espécies exclusivas tanto para o período diurno quanto para o noturno (Tabela 5.1).

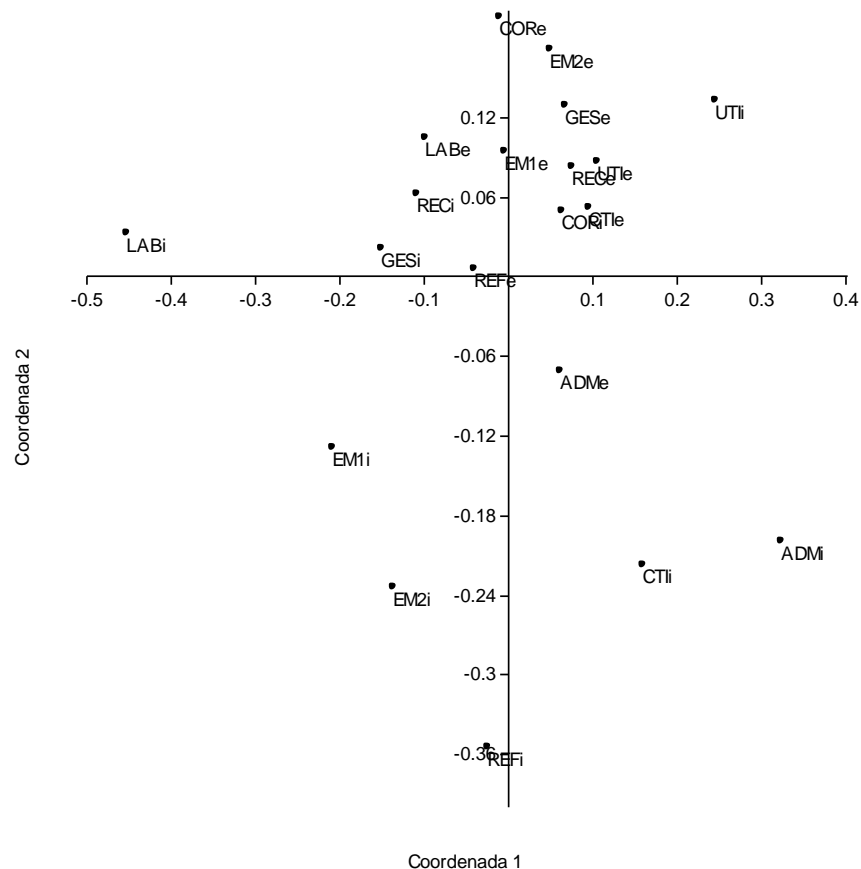
Tabela 5.1. Espécies de formigas encontradas e sua ocorrência em relação ao período do dia (diurno e/ou noturno), áreas (interna e/ou externa) e quanto aos substratos utilizados para nidificação (n) em estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (D: diurno; N: noturno; I: interna; E: externa; FE= fissura na alvenaria, M= madeira e TE= tubulação de esgoto; Presença: + e Ausência: -).

Subfamília/Espécie	Período		Área		Substratos de nidificação		
	D	N	I	E	FE	M	TE
	<b>Dolichoderinae</b>						
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	+	+	+	+	-	-	-
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+	+	1	-	-
<b>Ectatomminae</b>							
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	-	+	+	+	-	-	-
<b>Formicinae</b>							
<i>Brachymyrmex</i> sp.	+	+	+	+	-	-	-
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868	+	+	-	+	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.	-	+	+	-	-	-	-
<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.	+	+	+	+	1	-	-
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	+	+	+	+	-	1	-
<i>Nylanderia</i> sp.	+	+	+	+	1	-	-
<b>Myrmicinae</b>							
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Cardiocondyla minutior</i> Forel, 1899	+	-	-	+	-	-	-
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	+	+	+	+	-	-	-
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	-	+	-	+	-	-	-
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	+	+	+	+	1	1	-
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	+	-	-	-
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886	+	+	+	+	7	-	1
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	+	+	+	+	-	-	-
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	+	-	-	+	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	+	+	+	+	4	-	-
<i>Tetramorium simillimum</i> (Smith, 1851)	+	+	+	+	3	1	1
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	+	+	-	+	-	-	-
<b>Ponerinae</b>							
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2	-	-
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	+	+	+	+	-	-	-

<i>Pachycondyla verенаe</i> (Forel, 1922)	+	+	-	+	-	-	-
<b>Pseudomyrmecinae</b>							
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	+	-	-	+	-	-	-

Em relação às áreas interna e externa do Hospital, 25 espécies foram registradas na área externa e 16 na área interna, sendo apenas *Camponotus* sp Mayr, 1861 de ocorrência exclusiva na área interna (Tabela 5.1). Houve diferença significativa da abundância entre as áreas interna e externa ( $U= 74,500$ ;  $p<0,01$ ) e da riqueza de espécies entre as áreas interna e externa ( $U= 9,000$ ;  $p<0,01$ ). A similaridade entre os setores registrou um valor de 0,19 para o Índice de Jaccard. Os setores GES, REC e UTI se mostraram mais similares em relação à fauna de formigas encontrada na área interna e na área externa (Figura 5.1).

Figura 5.1. Representação da similaridade de formigas entre setores do hospital em estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (ADM= Administração, COR= Corredor, CTI= Centro de Tratamento Intensivo, GES= Casa da Gestante, EM1= Enfermaria Masculina 1, EM2= Enfermaria Masculina 2, LAB= laboratório, REC= recepção, REF= Refeitório, UTI= Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal; i= interno e e= externo).



Fonte: a autora.

O índice de infestação geral no hospital foi de 48,87%. O período noturno apresentou um índice de infestação superior (55,48%) ao diurno (42,26%). O valor do índice também se mostrou superior para a área externa (82,74%) em comparação com a interna (15%). *Pheidole susannae* Forel, 1886, além de ser a espécie mais abundante do estudo, também apresentou o maior índice de infestação no geral e também entre os períodos do dia e na área interna do hospital. A exceção aconteceu apenas para a área externa, cuja maior infestação se deu por *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851) (Tabela 5.2).

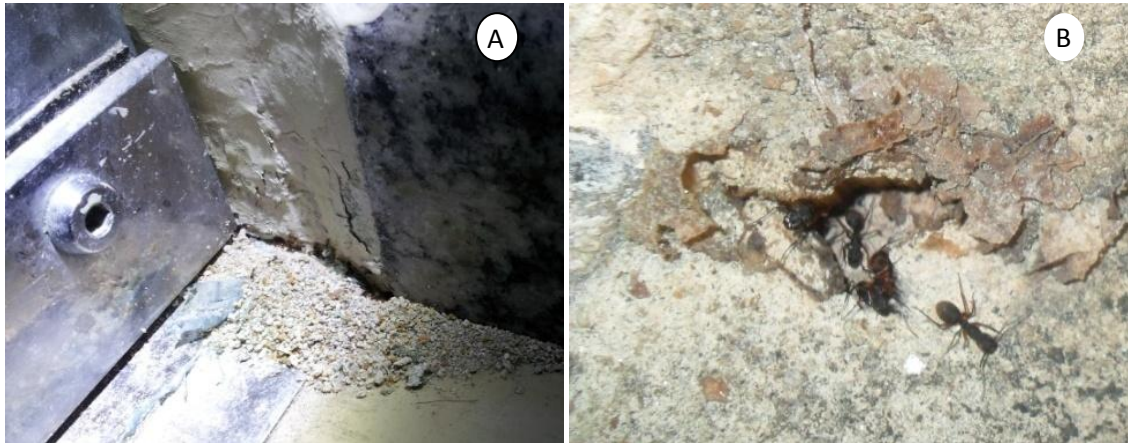
Tabela 5.2. Abundância (%) e Índices de infestação (%) geral, entre os períodos do dia - diurno e noturno (%) e entre as áreas - interna e externa (%) para as quatro espécies mais abundantes de estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil (G: geral; D: diurno; N: noturno; I: interna; E: externa).

Espécie	Abundância	Infestação				
		G	Período		Área	
			D	N	I	E
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	18,31	2,74	3,21	2,26	1,07	4,4
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886	21,87	9,82	8,33	11,31	4,17	15,48
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	15,01	3,21	2,74	3,7	3,09	3,33
<i>Tetramorium simillimum</i> (Smith, 1851)	15,41	9,05	6,78	11,31	2,38	15,71

Foram localizados 25 ninhos durante o período de estudo de nove espécies de formigas (Tabela 5.1). A distância média dos ninhos em relação às iscas foi de  $3,33 \pm 4,85$  (0,1-15) metros. Em relação às categorias utilizadas como substratos para nidificação, a categoria fissura na alvenaria foi a mais utilizada (n= 20; 80%) (Figura 5.2), seguida de madeira (n= 3; 12%) e tubulação de esgoto (n= 2; 8%) (Tabela 5.1).

As espécies *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *P. susannae* e *T. simillimum* foram as únicas a nidificar na área interna do hospital, cujos ninhos localizavam-se em fissuras (um ninho registrado para cada espécie). Os demais ninhos foram localizados na área externa, sempre associados com a estrutura física da edificação. O tempo de duração da colônia em determinado substrato foi registrado para 14 dos ninhos encontrados e teve uma média de  $9 \pm 6$  (2-18) meses.

Figura 5.2. Orifícios de entrada de dois ninhos localizados em fissuras na alvenaria de estudo realizado entre 2012 e 2014 no Hospital João Penido, em Juiz de Fora, sudeste do Brasil: (a) *Pheidole susannae* Forel, 1886 na área interna em rodapé com piso; (b) *Camponotus (Tanaemyrmex)* sp Mayr, 1861 na área externa entre pedras de parede de revestimento.



Fonte: a autora.

A colônia de *P. susannae* encontrada na área interna estava localizada em uma fissura entre o rodapé e o piso do corredor de acesso ao Centro de Tratamento Intensivo Adulto (CTI) e na parede de acesso à sala de esterilização. Além da localização do orifício de entrada, pode-se notar parte do substrato escavado (grânulos) próximo à entrada, o que amplia e adequa o espaço interno para o estabelecimento da colônia (Figura 5.2A). Essa colônia exibiu atividade de agosto de 2012 até fevereiro de 2014, com duração de quase dois anos.

A colônia de *M. floricola* encontrada na área interna se estabeleceu em uma fissura da parede do corredor central do hospital, próxima às enfermarias feminina e masculina e foi registrada durante quatro meses consecutivos. A colônia de *T. simillimum* estava localizada também em uma fissura entre o rodapé e a parede do corredor central, próxima à UTI Neonatal, sendo registrada apenas uma vez. Na área externa, colônias de *C. (Tanaemyrmex)* sp. Mayr, 1861 (Figura 5.2B), *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804), *T. simillimum* e *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) foram registradas em atividade por mais de um ano.

## 5.5 DISCUSSÃO

A maior ocorrência de indivíduos no período noturno se deve a diversos fatores, como o favorecimento da atividade da colônia sem que seja percebida devido à iluminação e ao reduzido número de pessoas circulando pelo local à noite. Além disso, existem espécies que possuem hábitos exclusivamente noturnos (SUITER, 2012), como representantes do gênero *Camponotus* Mayr, 1861. Nesse estudo, um bom exemplo *Camponotus* sp. encontrada somente no período noturno. Informações sobre o período de ocorrência são extremamente relevantes para dar suporte à elaboração de estratégias de controle, pois comprovam a importância de se conduzir trabalhos no período noturno e não somente no horário comercial.

No Brasil, poucas pesquisas com formigas em ambientes hospitalares abordaram a variação da mirmecofauna entre os diferentes períodos do dia (CASTRO et al., 2015). Dos trabalhos que tiveram essa abordagem (BRAGANÇA; LIMA, 2010; CARVALHO et al., 2011; FERREIRA et al., 2008), a maioria encontrou número de indivíduos superior no período da noite como o presente trabalho, sendo os gêneros *Acromyrmex* Mayr, 1865 (BRAGANÇA; LIMA, 2010) e *Tapinoma* Foerster, 1850 (CARVALHO et al., 2011) os mais relatados.

A maior ocorrência de formigas na área externa do hospital foi também relatada por Pesquero et al. (2008). Contudo, a alta diversidade encontrada na área interna se deve possivelmente às características peculiares do hospital, que apresenta uma edificação predominantemente horizontal. Por se apresentar em apenas um andar, a busca por recursos das formigas que se encontram na área externa para a interna é facilitada pela existência de conexões, como portas e janelas, como evidenciado por Santos et al. (2002). A análise da alta similaridade entre as áreas interna e externa de alguns setores do hospital sugere essa facilidade de movimentação das formigas entre essas áreas.

A ocorrência de formigas em determinadas áreas do hospital, como proximidade com CTI e sala de esterilização merecem destaque por representarem locais que demandam grandes cuidados de higiene. A presença também ocorreu em outros setores, como no Refeitório, e possivelmente se deu pela disponibilidade de alimento e abrigo, que facilitam a sobrevivência das formigas pela otimização alimentar, refúgio e ausência de competidores ou predadores (FONSECA et al.,

2010). Como são insetos que possuem alta capacidade de deslocamento para o forrageio e em busca de locais de nidificação (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998), a infestação em outros setores pode acontecer, caso medidas preventivas não sejam adotadas (GONÇALVES et al., 2011).

A simples presença de formigas no ambiente hospitalar pode representar graves problemas, como: (a) falseamento de exames laboratoriais pela passagem por meios de cultura; (b) alimentação em pontos de inserção de agulhas de soro; (c) passagem em feridas expostas; (d) trânsito em leitos, incubadoras ou berços de recém-nascidos; (e) presença nas salas de cirurgia, UTI's e salas de esterilização (CINTRA et al., 2004). Os micro-organismos carregados por essas formigas estão sempre presentes e merecem atenção, pois muitos deles são agentes etiológicos de infecções hospitalares (AQUINO et al., 2013; CINTRA et al., 2004; LIMA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014). Assim, a utilização do monitoramento das formigas e a análise do índice de infestação se mostram relevantes para a solução de problemas no meio.

Apesar de muitas espécies terem sido relatadas, o índice de infestação encontrado no presente estudo foi inferior ao de outros trabalhos (BRAGANÇA; LIMA, 2010; CINTRA et al., 2004; FERREIRA et al., 2008; SANTOS et al., 2009b; SANTOS et al., 2011). Essa situação é explicada porque o índice diminui com o aumento de espécies na área estudada, como relatado por Cintra et al. (2004) em monitoramento multipontual realizado em três etapas. Esses autores encontraram índices variados entre os monitoramentos (chegando a 73%), assim como o número de espécies (entre 3 e 10), com alternância de dominância entre *T. melanocephalum* e *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802).

No trabalho de Bragança e Lima (2010), as mesmas espécies apresentaram os maiores índices e no geral, a infestação foi de 40,3% para 12 espécies encontradas. Da mesma maneira, Ferreira et al. (2008) encontraram índice de 45,4% e 62,5% em dois hospitais, com registro de 11 e 10 formigas, respectivamente. Em relação ao período do dia, o índice encontrado no presente estudo se assemelha ao de Bragança e Lima (2010) que também foi superior no período noturno (58,7%).

Sobre as espécies encontradas neste trabalho, *P. susannae* merece atenção especial, pois pareceu estar bem adaptada e estabelecida no local. Além de ser a mais abundante do trabalho, também apresentou o maior índice de infestação,



inclusive na área interna do hospital. A superioridade na quantidade de colônias encontradas para a espécie também é relevante do ponto de vista de manejo e controle. A longa duração de algumas colônias na área interna reflete um ambiente propício ao estabelecimento da espécie possivelmente devida à oferta de recursos e ausência de predadores e/ou competidores.

*P. susannae* possui hábitos variados, que incluem ambientes altamente perturbados pela ação humana. É uma espécie nativa da região e seus ninhos oportunisticamente podem estar localizados em pequenas cavidades (LONGINO, 2009), como verificado no presente trabalho. Além dessas características, sua presença pode ter inibido a presença e atividade de outras espécies, o que já é conhecido na literatura para o gênero (BUENO; BUENO, 2007; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; PESQUERO et al., 2008).

Devido à morfologia e muitas vezes ao comportamento discreto, as formigas podem se estabelecer em locais onde outros animais não conseguem sucesso, como pequenas fissuras nas edificações (COSTA, 2007), como relatado para nidificações de *Pheidole* Westwood, 1839 no trabalho de Zarzuela et al (2002). Podem ser encontradas desde o Abrigo de Resíduos até centrais de material cirúrgico esterilizado (BUENO; BUENO, 2007). O fato de algumas espécies se estabelecerem na área interna do hospital potencializa o risco de infecção hospitalar, pois movimentam-se de locais contaminados para locais não contaminados com facilidade (COSTA, 2007).

O risco de contaminação pelas formigas é semelhante ao de outros veículos mecânicos de disseminação de micro-organismos, como acontece com as mãos de médicos e enfermeiros. Embora não sejam as principais fontes causadoras de infecção hospitalar, as formigas contribuem para esse processo e devem ser monitoradas e controladas adequadamente (CINTRA et al., 2004). Para um controle mais adequado, a implantação de um programa integrado de manejo de pragas, como o proposto por Cintra-Socolowski et al. (2014) representa um ponto de partida para a redução da infestação de formigas no ambiente hospitalar.

A presença de formigas durante o monitoramento no período noturno indica que os esforços também devem se concentrar nesse horário, inclusive porque algumas espécies possuem hábitos que se restringem à noite, só sendo possível seu registro neste período do dia. Além disso, o controle da mirmecofauna presente na área externa do hospital, conseqüentemente irá reduzir o trânsito e o

estabelecimento de formigas na área interna. E o maior conhecimento sobre os locais de nidificação utilizados pelas formigas pode auxiliar na redução da infestação pelos reparos nas estruturas físicas das edificações, como o selamento das fissuras. Essas informações fornecem um conjunto valioso para subsidiar estratégias futuras de manejo e controle, tornando-os mais eficientes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo fornece um conjunto de informações relevantes que ampliam o conhecimento sobre a ecologia comportamental da mirmecofauna presente em ambientes hospitalares brasileiros. Por meio de uma revisão detalhada do estado da arte sobre a relação das formigas com o ambiente urbano e pela análise das publicações sobre sua ocorrência em hospitais, foram percebidas ausências de informações imprescindíveis para tornar mais eficiente o controle desses animais.

A falta de padronização nas metodologias de coleta e a escassez de trabalhos que abordam características comportamentais e ecológicas das espécies relacionadas com a sazonalidade foram evidenciadas no segundo capítulo e são fatores que dificultam a implementação de estratégias adequadas para o controle da infestação.

A análise detalhada da fauna de formigas em um determinado hospital por um monitoramento de dois anos consecutivos em diferentes horários do dia proporcionou responder questões que antes não eram possíveis. Essas perguntas puderam ser respondidas com o terceiro e quarto capítulos, que trouxeram informações na forma de subsídios para futuras estratégias de controle.

Foi visto que o monitoramento durante dois anos possibilitou o registro de quase a totalidade da fauna de formigas esperada para o local, que se apresentou bastante diversa. As espécies mais constantes foram também as mais abundantes e algumas, inclusive, exóticas. Contudo, o índice de dominância se mostrou baixo, demonstrando não haver dominância de determinada espécie. Curiosamente, a abundância e a riqueza não diferiram entre as estações climáticas, demonstrando que a mirmecofauna está bem estabelecida no local. O estudo de longa duração demonstrou que a comunidade de formigas está bem estabelecida no local, inclusive nos meses mais frios do ano, o que reflete que o controle deve ser direcionado também a este período.

A identificação de maior abundância no período noturno reforça a ideia de que há grande necessidade dos monitoramentos contemplarem também esse horário, visto que algumas espécies possuem hábitos exclusivamente noturnos. E a infestação de algumas espécies no interior do hospital ratifica a preocupação existente com a possibilidade de transporte de micro-organismos patogênicos.

Soma-se a isso, o registro de algumas nidificações no interior do hospital, o que aumenta a preocupação em se estabelecer estratégias alternativas mais efetivas de controle, se preocupando também com a reparação das estruturas utilizadas para essa nidificação.

Esse conjunto de informações não só contribuirá para traçar futuras estratégias de controle, mas também para se começar a pensar em redução de gastos com essa operação, já que se tornará mais eficiente e aplicado. Além disso, a possibilidade da redução do uso de produtos químicos com um controle mais eficiente poderá reduzir as chances de contaminação ambiental. Assim, profissionais da área da saúde e profissionais que prestam serviços de controle de pragas estarão mais bem norteados para atuar na redução da infestação de formigas nesses ambientes.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, L. E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press. 2000. p. 1-8.

ANTWEB. Disponível em <http://www.antweb.org>. Acesso: 17 mar 2015.

AQUINO, R. S. S. et al. Filamentous fungi vectored by ants (Hymenoptera: Formicidae) in a public hospital in north-eastern Brazil. **Journal of Hospital Infection**, v. 83, p. 200-204, 2013.

BARRAVIERA, B. **Aspectos clínicos e terapêuticos dos acidentes por animais peçonhentos**. Rio de Janeiro: EPUB, 1999. 411p.

BEATSON, S. H. Pharaoh's ants as pathogens vectors in hospitals. **The Lancet**, v. 1, p. 425-427, 1972.

BELEI, R. A. Formigas: análise dos microorganismos carreados no ambiente hospitalar. **Nursing**, v. 9, p. 777-781, 2006.

BICHO, C. L.; BRANCÃO, M. L. C.; PIRES, S. M. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em hospitais e postos de saúde no município de Bagé, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, n. 4, p. 373-377, 2007.

BOLTON, B. **A New General Catalogue of the Ants of the World**. Cambridge: Harvard University Press, 1995. 504p.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI P. **Bolton's catalogue of ants of the world: 1758-2005**. Cambridge: Harvard University Press (CD-ROM), 2006.

BOTKIN, D.; KELLER, E. **Ciência Ambiental: Terra, um planeta vivo**. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 681p.

BRAGANÇA, M.; LIMA, J. Composição, abundância e índice de infestação de espécies de formigas em um hospital materno-infantil de Palmas, TO. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 124-130, 2010.

BRANDÃO, C. R. F. Formicidae. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. **Invertebrados Terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 213-223.

\_\_\_\_\_. O Estudo de Formigas em Cativeiro. In: DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F.; SABINO, J. **As distintas faces do comportamento animal**. Valinhos: Anhanguera Educacional, 2008. p. 55.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 930 de 27 de agosto de 1992**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1992.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde, Secretaria de Assistência à Saúde. **Série Saúde e Tecnologia – Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – Arquitetura na Prevenção de Infecção Hospitalar**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1995.

BUENO, O. C.; BUENO, F. C. B. Controle de formigas em áreas urbanas. In: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. **Manejo de Pragas Urbanas**. Piracicaba: CP2, 2007. p. 68-77.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Formigas urbanas: Comportamento das espécies que invadem as cidades brasileiras. **Vetores & Pragas**, v. 2, p. 13-16, 1998.

\_\_\_\_\_. As formigas domésticas. In: MARICONI, F. A. M. (orgs.). **Insetos e Outros Invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 136-180.

BUENO, O. C.; FOWLER, H. G. Exotic ants and native ant fauna of Brazilian Hospitals. In: WILLIAMS, D. F. **Exotic ants: biology, impact and control of introduced species**. Boulder: Western Press, 1994. p.191-198.

CAIN, S. A. The species-area curve. **American Midland Naturalist**, v. 119, p. 573-581, 1938.

CAMPOS-FARINHA, A. E. C. et al. Formigas urbanas. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, v. 8, p. 5-20, 1997.

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

CARVALHO, A. P. R.; SILVA, C. G.; FONSECA, A. R. Diversidade de formigas em um hospital público no município de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, p. 67-73, 2011.

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

CINTRA, P. et al. Monitoramento multipontual e controle da infestação de formigas no Hospital das Clínicas da FMB-UNESP. **Revista Âmbito Hospitalar**, v. 5, p. 28-34, 2004.

CINTRA-SOCOLOWSKI, P. Histórico sobre as pesquisas com formigas em ambientes hospitalares no Brasil. **Biológico**, v. 69, p. 35-38, 2007.

CINTRA-SOCOLOWSKI, P. et al. Integrated pest management programme in hospital environment. **Indoor and Built Environment**, v. 1, p. 1-8, 2014.

COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shares species from samples**. Version 8. Disponível em: [purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates). 2006.

COSTA, N. A. Controle de pragas em hospitais. In: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. **Manejo de Pragas Urbanas**. Piracicaba: CP2, 2007. p. 152-156.

COSTA, S. B. et al. Formigas como vetores mecânicos de microrganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p. 527-529, 2006.

COUTO, P. H. M. et al. Formigas como bioindicadores de qualidade ambiental em diferentes sistemas de cultivo de soja. **Revista Agrotecnologia**, v. 1, n. 1, p. 11- 20, 2010.

DEL-CLARO, K. Biodiversidade Interativa: a ecologia comportamental e de interações como base para o entendimento das redes tróficas que mantêm a viabilidade das comunidades naturais. In: SEIXAS, J.; CERASOLI, J. **UFU, ano 30 – tropeçando universos**. Uberlândia: EDUFU, 2008. p. 599-614.

\_\_\_\_\_. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 37-50.

DELABIE, J. H. C. et al. Infecção Hospitalar e formigas no Brasil: O caso de um hospital do Sudeste da Bahia. **Biológico**, v. 64, p. 1-122, 2002.

DELLA LUCIA, T. M. C. Hormigas de importancia económica em la región Neotropical. In: FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 337-349.

DELLA LUCIA, T. M. C. et al. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: \_\_\_\_\_. **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 173-188.

DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Importância e história de vida das formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 13-26.

DRESS, B. et al. **Managing imported fire ants in urban areas**. Bulletin 1191, University of Georgia, 2012. 20p.

EICHELER, W. Health aspects and control of *Monomorium pharaonis*. In: VAN DE MEER, R. K.; JAFFÉ, K.; CENDENO, A. **Applied myrmecology: a world perspective**. Boulder: Western Press, 1990. p. 671-675.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 424p.

FERREIRA, F. P.; SOARES, S. A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Communities of ants (Hymenoptera: Formicidae) in two hospitals of Ponta Porã, MS, Brazil. **Sociobiology**, v. 51, p. 783-794, 2008.

FONSECA, A. R. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas em um hospital no município de Luz, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 32, p. 29-34, 2010.

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, 2010.

FOWLER, H. G.; BUENO, O. C. O avanço das formigas urbanas. **Ciência Hoje**, v. 23, p. 73-80, 1998.

FOWLER, H. G. et al. Ants as potential vectors of pathogens in hospital in state of São Paulo, Brazil. **Insect Science and its Application**, v. 14, n. 3, p. 367-370, 1993.

FOWLER, H. G. et al. Ecologia Nutricional de formigas. In: PAZZINI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 131-209.

FOWLER, H. G.; ANARUMA-FILHO, F.; BUENO, O. C. Formigas nos hospitais. **Ciência Hoje**, v. 19, p. 12-13, 1995b.

FOWLER, H. G.; BUENO, O. C.; ANARUMA-FILHO, F. Spatial organization of the ant fauna (hymenoptera, formicidae) of a small private hospital in southeastern Brazil. **Naturalia**, v. 20, p. 83-87, 1995a.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2ed. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2001.

GARCIA, F. R. M. et al. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 33, n. 2, p. 203-209, 2011.

GARCIA, F. R. M.; LISE, F. Ants associated with pathogenic microorganisms in Brazilian hospitals: attention to a silent vector. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 35, p. 9-14, 2013.

GASTON, K. J. Species richness: measure and measurement. In: \_\_\_\_\_. **Biodiversity: a biology of numbers and difference**. Oxford: Oxford University Press, 1996. p. 77-113.

GAZETA, G. S. et al. Artrópodes capturados em ambiente hospitalar do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 36, p. 254-264, 2007.

GONÇALVES, M. G. et al. Associação entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e bactérias patogênicas em cinco hospitais do município de Pelotas, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 287-295, 2011.



HADDAD JUNIOR, V. Identificação de enfermidades agudas causadas por animais e plantas em ambientes rurais e litorâneos: auxílio à prática dermatológica. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 84, p. 343-348, 2009.

HAMMER, O.; HARPER, D.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. Version 2.04. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HOFFMANN, B.; ANDERSEN, A. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**, v. 28, p. 444-446, 2003.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 746p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – Brasil (1961-1990). Disponível em: <inmet.gov.br>. Acesso: 07 ago. 2014.

JETTER, K. M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J. H. Eradication costs calculated: red imported fire ants threaten agriculture, wildlife and homes. **California Agriculture**, v. 56, n. 1, p. 26-34, 2002.

KÖPPEN, W. **Roteiro para classificação climática**. 1970. 6p. [Mimeo]

KREBS, C. J. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance**. 2ed. New York: Harper & Row, 1978. 678p.

LIMA, W. R. S. et al. Ants in a hospital environment and their potential as mechanical bacterial vectors. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 46, p. 637-640, 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, 2006.

LONGINO, J. T. Additions to the taxonomy of new world *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa**, v. 2181, p. 1-90, 2009.

LONGINO, J. T.; HANSON, P. The ants (Formicidae). In: HANSON, P.; GAULD, I. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 588-620.

LUTINSKI, J. A.; LOPES, B. C.; MORAIS, A. B. B. Diversidade de formigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de dez cidades do sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n 3, p. 332- 342, 2013.

MAGRO, S. R.; RIBEIRO, L. J. R.; FLORIM, A. C. P. Controle de pragas em residências. In: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. **Manejo de Pragas Urbanas**. Piracicaba: CP2, 2007. p. 163-171.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2013. 261p.

MAIA, Z. P. G.; GUSMÃO, A. B.; BARROS, T. F. Formiga como fator de risco para infecções nosocomiais. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 2, p. 47-51, 2009.

MÁXIMO, H. J. et al. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo country, Brazil. **BMC Research Notes**, v. 7, p. 554-759, 2014.

MAY, J. E.; HETERICK, B. E. Effects of the coastal Brown ant *Pheidole megacephala* (Fabricius), on the ant fauna of the Perth Metropolitan Region, Western Australia. **Pacific Conservation Biology**, v. 6, p. 81-85, 2000.

MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. P.; GARCETE-BARRETT, B. R. Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2012. p. 810.

MOREIRA, D. D. O. et al. Ants as Carriers of Antibiotic-Resistant Bacteria in Hospitals. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 999-1006, 2005.

OLIVEIRA, M. F.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 1, p. 33-39, 2005.

PANTOJA, L. D. M. et al. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as Carriers of Fungi in Hospital Environments: An Emphasis on the Genera *Tapinoma* and *Pheidole*. **Journal of Medical Entomology**, v. 46, n. 4, p. 895-899, 2009.

PASSERA, L. Quels sont les caractères étho-physiologiques des "fourmis vagabondes"? **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, v. 8, p. 39-45, 1993.

\_\_\_\_\_. Characteristics of tramp species. In: WILLIAMS, D. F. **Exotic ants: biology, impact and control of introduced species**. Boulder: Western Press, 1994. p.191-198.

PASSERA, L.; ARON, S. **Les fourmis: comportement, organization sociale et evolution**. Ottawa: Les Presses scientifiques du CNRC, 2005. 480p.

PELLI, A.; TEIXEIRA, M. M.; REIS, M. G. Ocorrência de formigas em uma área urbana perihospitalar de Uberaba/Brasil. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v. 8, p. 107-113, 2013.

PEREIRA, R. S.; UENO, M. Formigas como veiculadoras de microorganismos em ambiente hospitalar. **Revista da Sociedade de Medicina Tropical**, v. 41, n. 5, p. 492-495, 2008.

\_\_\_\_\_. Presença de bactérias resistentes aos antimicrobianos em formigas de ambiente hospitalar. **Revista Biociências**, v. 19, p. 83-87, 2013.

PESQUERO, M. A. et al. Formigas em Ambiente Hospitalar e seu Potencial como Transmissoras de Bactérias. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 472-477, 2008.

PINTO, A. S. et al. O meio urbano e as pragas urbanas. In: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. **Manejo de Pragas Urbanas**. Piracicaba: CP2, 2007. p. 11-16.

RANDO, J. S. S. et al. Caracterização da mirmecofauna em estabelecimentos ligados à área da saúde no município de bandeirantes, PR. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 665-671, 2009.

RODOVALHO, C. M. et al. Urban Ants and Transportation of Nosocomial Bacteria. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 454-458, 2007.

ROXO, E. et al. Ants' role (Hymenoptera: Formicidae) as potential vectors of mycobacteria dispersion. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 359-362, 2010.

RUST, M.; SU, N. Y. Managing social insects of urban importance. **Annual Review of Entomology**, v. 57, p. 355-375, 2012.

SANTOS, M. F. S.; DELLA LUCIA, T. M.C.; DELABIE, J. H. C. A ocorrência de formigas em hospitais de Viçosa, MG. **Biológico**, v. 64, p. 1-122, 2002.

SANTOS, P. F.; FONSECA, A. R.; SANCHES, N. M. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores de bactérias em dois hospitais do município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 565-569, 2009a.

SANTOS, V. S. et al. Further Studies on Ant (Hymenoptera: Formicidae) Assemblages in Hospitals of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sociobiology**, v. 54, n. 3, p. 881-891, 2009b.

SANTOS, V. S. et al. Evaluation of methods of baiting ants and record of associated fungi occurring in hospitals in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sociobiology**, v. 57, n. 1, p. 1-10, 2011.

SCHÜLLER, L. **Manual descomplicado doméstico de controle de pragas urbanas**. São Paulo: All Print Editora, 2008. 199p.

SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestre. **Biotemas**, v. 12, p. 75-100, 1999.

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

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

SILVEIRA, G. A. et al. Presença de insetos da Família Formicidae (Insecta: Hymenoptera) em ambiente hospitalar, no município de Campos Gerais, Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, p. 3-14, 2014.

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de Ecologia de Insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 240p.

STATSOFT, I. Statistica: data analysis software system. Version 7. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso: 03 mar 2015.

SUITER, D. R. **Biology and Management of Carpenter Ants**. Bull. 1225. Georgia: University of Georgia – College Agricultural Environmental Science, 2012. 12p.

TANAKA, A. J. M.; VIGGIANI, A. M. F. S.; PERSON, O. C. Bactérias veiculadas por formigas em ambiente hospitalar. **Arquivos Médicos do ABC**, v. 32, p. 60-3, 2007.

TEIXEIRA, M. M. et al. Microbiota Associated with Tramp Ants in a Brazilian University Hospital. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 537-541, 2009.

ULLOA, P. C. Hormigas Urbanas. In: FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 351-362.

VIEIRA, G. 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, p. 33-36, 2013.

WARD, P. Ants. **Current Biology**, v. 16, p. 152-155, 2006.

\_\_\_\_\_. Taxonomy, phylogenetics, and evolution. In: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L.. **Ant Ecology**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 3-17.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: The Belknap Press Harvard University, 1971. 548p.

\_\_\_\_\_. Causes of ecological success: the case of the ants. **Journal of Animal Ecology**, v. 56, p. 1-9, 1987.

ZARZUELA, M. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E.C. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da Região Sudeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 85-87, 2002.

ZERINGÓTA, V. et al. Nesting of the fire ant *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Formicidae) in an urban environment. **The Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 668-673, 2014.