



EDITORES

Odair Correa Bueno | Ana Eugênia de Carvalho Campos | Maria Santina de Castro Morini

Formigas em ambientes urbanos no Brasil

canal6 editora

unesp 



UMC
UNIVERSIDADE

EDITORES

Odaír Correa Bueno | Ana Eugênia de Carvalho Campos | Maria Santina de Castro Morini

Formigas em ambientes urbanos no Brasil

Conselho Editorial

Profª Drª Cássia Letícia Carrara Domiciano

Profª Drª Janira Fainer Bastos

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva

Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarelli

Prof. Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira

Profª Drª Maria Angélica Seabra Rodrigues Martins

Foto da capa - Instituto Biológico

Marcia M. Rebouças

F725 Formigas em ambientes urbanos no Brasil / Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos e Maria Santina de Castro Morini (Editores). — Bauru, SP: Canal 6, 2017.

685 p.; 26,5 cm.

ISBN 978-85-7917-456-8

1. Formigas. 2. Brasil. 3. Ambientes urbanos. I. Bueno, Odair Correa. II. Campos, Ana Eugênia de Carvalho. III. Morini, Maria Santina de Castro. IV. Título.

CDD: 577.34

Autores

Ana Eugênia de Carvalho Campos

Instituto Biológico, Unidade Laboratorial de Referência em Pragas Urbanas
Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252
Vila Mariana, São Paulo, SP - Brasil
CEP: 04014-002, Caixa-postal: 12898
E-mail: anaefari@biologico.sp.gov.br

Carin Guarda

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Comunitária da Região de Chapecó
Av. Senador Atílio Fontana, 591
Efapi, Chapecó, SC – Brasil
CEP: 89809-000, Caixa Postal: 1141
E-mail: carin@unochapeco.edu.br

Carla Mayumi Oliveira

Mestre em Biotecnologia. Universidade de Mogi das Cruzes
Av. Dr. Candido Xavier de Almeida e Souza, 200
Mogi das Cruzes, SP – Brasil
CEP: 08780-911
E-mail: carla_oliveira04@hotmail.com

Catarina de Bortoli Munhae

Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Educação
Avenida Universitária - lado ímpar
Ininga, Teresina, PI – Brasil
CEP: 64049-550
Email: cmunhae@gmail.com

Cladis Juliana Lutinski

Mestre em Ciências Ambientais. Universidade Federal da Fronteira Sul
Av. Fernando Machado, 108E
Chapecó, SC – Brasil
CEP: 89802-112
E-mail: cladis.lutinski@uffs.edu.br

Diana A. Ahuatzin-Flores

Programa de Pós-Graduação no Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecoetología
Carretera Antigua a Coatepec, 351 - Caixa-postal: 91070
El Haya, Xalapa, México
E-mail: abline542@gmail.com

Elisa Furtado Fernandes

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Juiz de Fora
Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário
São Pedro, Juiz de Fora, MG - Brasil
CEP: 36036-900
E-mail: elisafurtadofernandes@yahoo.com.br

Eliza Carneiro Batista

Mestre em Zoologia. UNESP- Campus de Rio Claro

Fotógrafa profissional freelancer – Natureza, Vida Selvagem e Documental; Fotógrafa colaboradora - Terra da Gente e National Geographic Brasil online

E-mail: elizacbatista@gmail.com

Eloá Pires Barbosa

Graduação em Ciências Biológicas. Universidade de Mogi das Cruzes

Av. Dr. Candido Xavier de Almeida e Souza, 200

Mogi das Cruzes, SP – Brasil

CEP: 08780-911

E-mail: eloapiresbarbosa@hotmail.com

Emília Zoppas de Albuquerque

Museu Paraense Emilio Goeldi, Diretoria, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia

Avenida Perimetral, 1901, Terra Firme

Belém, PA – Brasil

CEP: 66077-830

E-mail: emilia_albu@hotmail.com

Eraldo Medeiros Costa Neto

Universidade Estadual Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas

Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte

Feira de Santana, BA - Brasil

CEP: 44036-900, Caixa-postal: 252294

E-mail: eraldont@hotmail.com

Erick J. Corro-Mendez

Programa de Pós-Graduação no Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecoetología.
Carretera Antigua a Coatepec, 351 - Caixa-postal: 91070
El Haya, Xalapa, México
E-mail: joaker@outlook.com

Esmeraldina da Gama Bonfim-Kubatamaia

Programa de Pós-Graduação em de Biodiversidade e Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas
Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200
Coroado I, Manaus, AM - Brasil
CEP: 69067-005
E-mail: dinabomfim@yahoo.com.br

Fabio Prezoto

Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Campus Universitário Martelos
Juiz de Fora, MG - Brasil
CEP: 36036-631
E-mail: fabio.prezoto@ufjf.edu.br

Frederico Escobar

Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecoetología.
Carretera Antigua a Coatepec, 351 - Caixa-postal: 91070
El Haya, Xalapa, México
E-mail: federico.escobar@inecol.mx

Flávio Roberto Mello Garcia

Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética, Laboratório de Ecologia de Insetos
Pelotas, RS - Brasil
CEP: 96010-900, Caixa-postal: 354
E-mail: flaviormg@hotmail.com

Gabriela Castaño- Meneses

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Campus Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, UNAM
E-mail: gabycast99@hotmail.com

Gabriela Procópio Camacho

Universidade Federal do Paraná
Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, sala 389, Jd. das Américas
Curitiba, PR - Brasil
CEP: 81531-980, Caixa-postal: 19020
E-mail: gabipcamacho@ymail.com

Helba Helena Santos Prezoto

Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora
Rua Luz Interior, 345, Estrela Sul
Juiz de Fora, MG - Brasil
CEP: 36360-000
E-mail: helba.santos@ig.com.br

Henrique Americano Lanhoso

Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Experimental Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução dos Insetos Sociais

Avenida Professor Mello de Moraes, 1721

Butantan, São Paulo, SP - Brasil

CEP: 05508-030

E-mail: ikelanhoso@gmail.com

Ian Macgregor-Fors

Instituto de Ecología, A.C., Red de Ambiente y Sustentabilidad

Carretera Antigua a Coatepec, 351, El Haya

Xalapa, México, Caixa-postal: 91070

E-mail: ian.macgregor@inecol.mx

Igor Marques dos Santos

Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Experimental Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução dos Insetos Sociais

Avenida Professor Mello de Moraes, 1721

Butantan, São Paulo, SP - Brasil

CEP: 05508-030

E-mail: IgorMarSan@hotmail.com

Jacques Hubert Charles Delabie

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia Centro de Pesquisas do Cacau e

Centro de Tecnologia e Ciência Agrícola da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

A/C Itabuna. Centro, Itabuna, BA - Brasil

CEP: 45600-970, Caixa-postal: 7

E-mail: jacques.delabie@gmail.com

Jarbas Marçal de Queiroz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais
BR 465, km 7, Seropédica, RJ - Brasil
CEP: 23890-000
E-mail: jarquiz@gmail.com

Jéssica Paloma Ferreira

Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. Universidade de Mogi das Cruzes
Av. Dr. Candido Xavier de Almeida e Souza, 200
Mogi das Cruzes, SP – Brasil
CEP: 08780-911
E-mail: jessicaferreira_sjc@outlook.com

José Rodrigues de Almeida Neto

Centro de Educação Tecnológico de Teresina, Faculdade de Tecnologia de Teresina
Rua Rio Grande do Norte, 790
Pirajá, Teresina, PI - Brasil
CEP: 64003-420
E-mail: almeidanetobio@hotmail.com

Juliana Brito Santos

Graduanda em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
4ª Travessa, Avenida Rio Branco – Centro
Camamu, BA - Brasil
CEP: 45445-000
E-mail: jbsantoslife@hotmail.com

Junir Antonio Lutinski

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
Avenida Senador Atílio Francisco Xavier Fontana, 591 E- E - até 799/800
Efapi, Chapecó, SC - Brasil
CEP: 89809-000
E-mail: junir@unochapeco.edu.br

Karine Santana Carvalho

Departamento de Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Av. José Moreira Sobrinho S/N, Jequiezinho
Jequié, BA – Brasil
CEP: 45200-000
E-mail: ksczool@yahoo.com.br

Leonardo Menino

Mestre em Biotecnologia. Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de Ciências Ambientais, Laboratório de Mirmecologia
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200
Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil
CEP: 08701-970
E-mail: leo_spider@hotmail.com

Kelly Polyana Pereira dos Santos

Secretaria da Educação do Estado do Maranhão e Universidade Estadual do Piauí
Centro de Ensino Senador Carvalho Guimarães, SEDUC
Praça José Costa Sobrinho, Centro
Buriti Bravo, MA - Brasil
CEP: 65685-000
E-mail: kellypolyana@hotmail.com

Lilian Boccardo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Av. José Moreira Sobrinho, s/n – Jequiezinho
Jequié, BA - Brasil
CEP: 45200-000
E-mail: lboccardo@hotmail.com

Lívia Pires do Prado

Programa de Capacitação Institucional do CNPQ, Museu Paraense Emílio Goeldi Avenida Perimetral - de 1901, Terra Firme
Belém, PA – Brasil
CEP: 66077-830
E-mail: livia.pires7@gmail.com

Luan Dias Lima

Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Paulo Gama, n. 110, Bairro Farroupilha
Porto Alegre, RS - Brasil
CEP: 91501-970
E-mail: luandiaslima@hotmail.com

Lúcia Carvalho Neco

Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Experimental Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução dos Insetos Sociais
Avenida Professor Mello de Moraes, 1721
Butantan, São Paulo, SP - Brasil
CEP: 05508-030
E-mail: lucia.neco@hotmail.com

Marcus Nascimento Santos

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Fitossanidade
Rua Jardim Botânico, 1008
Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil
CEP: 22460-000
E-mail: santosmn1@yahoo.com.br

Maria Santina de Castro Morini

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de Ciências Ambientais, Laboratório de Mirmecologia
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200
Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil
CEP: 08701-970
E-mail: mscmorini@gmail.com

Mariana Monteiro de Castro

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Barbacena
Rua Monsenhor José Augusto, 203
São José, Barbacena, MG - Brasil
CEP: 36205-018
E-mail: marimc.jf@gmail.com

Márlon César Pereira

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade na Universidade Federal da Grande Dourados
Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Zona Rural
Dourados, MS - Brasil
CEP: 79800-000
E-mail: marloncesarp@yahoo.com.br

Moacir Wuo

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de Políticas Públicas
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200
Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil
CEP: 08700-000
E-mail: moacir@umc.br

Nathalia Sampaio da Silva

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade de Mogi das Cruzes
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200
Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil
CEP: 08701-970
E-mail: nathaliasampaio90@gmail.com

Nicolas Gérard Châline

Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Experimental, Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução dos Insetos Sociais
Avenida Professor Mello de Moraes, 1721
Butantan, São Paulo, SP - Brasil
CEP: 05508-030
E-mail: nclaline@hotmail.fr

Odair Correa Bueno

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Rio Claro, Departamento de Biologia
Av. 24-A, 1515, Bela Vista
Rio Claro, SP - Brasil
CEP: 13506-900, Caixa-postal: 199
E-mail: odaircb@rc.unesp.br

Priscila Cintra-Socolowski

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, Núcleo de Higienização, Distrito de Rubião Júnior, s/n. Botucatu, SP - Brasil

CEP: 18618-970

E-mail: priscilacindra@yahoo.com.br

Raquel Luiza Carvalho

Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Laboratório de Ecologia de Insetos Sociais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Rua Ceará, S/N, Campus Umuarama, Bloco 2D, Sala 18

Umuarama, Uberlândia, MG – Brasil

CEP: 38400-902

E-mail: raqueluly@gmail.com

Raquel Mendonça Daniel

Graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Juiz de Fora

Rua José Lourenço Kelmer, S/n - Martelos, Juiz de Fora, MG - Brasil

CEP: 36036-330

E-mail: raquelmendoncarj94@gmail.com

Renata Pacheco

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Biomédicas, Instituto de Biologia

Rua Ceará, S/N, Campus Umuarama, Bloco 2D, Sala 18

Umuarama, Uberlândia, MG - Brasil

CEP: 38400-902

E-mail: rpneco@yahoo.com.br

Ricardo Harakava

Instituto Biológico, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Laboratório de Bioquímica Fitopatológica
Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252, Vila Mariana
São Paulo, SP - Brasil
CEP: 04014-002
E-mail: harakava@biologico.sp.gov.br

Rodrigo Machado Feitosa

Universidade Federal do Paraná
Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, sala 389, Jd. das Américas
Curitiba, PR - Brasil
CEP: 81531-980, Caixa-postal: 19020
E-mail: rsmfeitosa@gmail.com

Rogério Rosa Silva

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia
Av. Perimetral, nº 1901, Terra Firme
Belém, PA - Brasil
CEP: 04263-000
E-mail: rogeriorosas@gmail.com

Rogério Soares Cordeiro

Doutor em Biotecnologia. Universidade de Mogi das Cruzes
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200
Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil
CEP: 08700-000
E-mail: rocordeiro1@yahoo.com.br

Ronara Souza Ferreira-Châline

Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Biologia, Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal

Alegre, ES - Brasil

CEP: 29500-000, Caixa-postal: 16

E-mail: ronara.ferreira@gmail.com

Roseli Farias Melo Barros

Universidade Federal do Piauí

Campus Senador Petrônio Portela, s/nº

Ininga, Teresina, PI - Brasil

CEP: 64049-550

E-mail: rbarros.ufpi@gmail.com

Tae Tanaami Fernandes

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade de Mogi das Cruzes

Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200

Centro Cívico, Mogi das Cruzes, SP - Brasil

CEP: 08700-000

E-mail: taetf@hotmail.com

Tércio da Silva Melo

Programa em Ecologia e Biomonitoramento na Universidade Federal da Bahia

Rua Barão de Geremoabo, s/n, Ondina, Salvador, BA – Brasil

CEP: 40170-115

E-mail: terciosilvamelos@hotmail.com

Terezinha Maria Castro Della Lucia

Universidade Federal de Viçosa
Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário
Viçosa, MG - Brasil
CEP: 36570-900
E-mail: tdlucia@ufv.br

Wesley Dáttilo

Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecoetología.
Carretera Antigua a Coatepec, 351, El Haya
Xalapa, México, Caixa-postal: 91070
E-mail: wdattilo@hotmail.com

William Fernando Antonialli-Junior

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Laboratório CINAM
Rodovia Dourados-Itahum, km 12,5
Dourados, MS - Brasil
CEP: 79804-970
E-mail: williamantonialli@yahoo.com.br

Yves Quinet

Universidade Estadual do Ceará. Centro de Ciências da Saúde, Instituto Superior de Ciências Biomédicas
Laboratório de Entomologia-Unidade de Mirmecologia
Avenida Dr. Silas Munguba, 1700
Fortaleza, CE - Brasil
CEP: 60714-903
E-mail: yvesq@terra.com.br

Assessores

Ana Eugênia de Carvalho Campos

Instituto Biológico

Arrilton Araújo de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Carla Rodrigues Ribas

Universidade Federal de Lavras

Cristina Schmidt Silva Portéro

Universidade de Mogi das Cruzes

Grazieli de França Dueli

Universidade Federal de Ouro Preto

Jarbas Marçal de Queiroz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Kleber Del Claro

Universidade Federal de Uberlândia

Luci Mendes de Melo Bonini

Universidade de Mogi das Cruzes

Manuela de Oliveira Ramalho Sanchez

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Maria Fernanda Brito de Almeida

Universidade Federal de Viçosa

Maria Santina de Castro Morini

Universidade de Mogi das Cruzes

Moacir Wuo

Universidade de Mogi das Cruzes

Orlando Tobias Silveira

Museu Paraense Emílio Goeldi

Rita de Cássia Frenedo

Universidade Cruzeiro do Sul

Rodrigo dos Santos Machado Feitosa

Universidade Federal do Paraná

Rogério Silvestre

Universidade Federal da Grande Dourados

Sérvio Pontes Ribeiro

Universidade Federal de Ouro Preto

Agradecimentos especiais à...



Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP)

pela confiança e apoio financeiro.

Apresentação

A urbanização é crescente em todo o mundo, não sendo diferente no Brasil. Em 2017 a população urbana no país ultrapassa os 80%, sendo que em algumas regiões este número é maior que 90%. Algumas espécies de animais associam-se ao ambiente humano, suas casas, jardins, praças, fábricas, entre outros. As formigas estão entre os três grupos de artrópodes mais comuns, juntamente com as baratas e cupins.

Até então, as informações sobre formigas em ambientes urbanos no Brasil encontravam-se dispersas em artigos científicos e técnico-científicos, boletins técnicos, informativos, especialmente da região sudeste.

Desta forma, com a intenção de reunir o conhecimento acumulado neste assunto e sabendo sobre a importância ecológica, econômica e na saúde pública das formigas, os especialistas das mais diferentes áreas do conhecimento colaboraram com esta obra.

Como resultado, são apresentados 27 capítulos com a colaboração de 60 autores, sendo seis deles do México, que possuem interface com pesquisadores brasileiros.

O material reunido, rico em informações, versa sobre a necessidade do conhecimento da biologia das diferentes espécies para um manejo adequado, sobre a falta de padronização de técnicas de coleta, sobre as coleções que estão dispersas em diferentes instituições, com a maioria dos exemplares em nível de morfoespécie, sobre a questão das espécies invasoras e sobre a distribuição das espécies nas diferentes regiões do país e as lacunas de conhecimento existentes. O livro culmina com a discussão de novas perspectivas de estudos na área, dentre elas o estudo de redes complexas de

interações ecológicas, comportamento e de biologia da conservação. Sob uma ótica diferente, mas não menos importante, traz também informações sobre o uso das formigas na educação, na cultura e entretenimento.

Espera-se que esta obra amplie o conhecimento para diferentes estudiosos das formigas, desde iniciantes, pesquisadores especialistas, até os profissionais que atuam no controle destes insetos. Neste último caso, especialmente, que conheçam as espécies pragas que efetivamente exigem manejo, sem a promoção da fragmentação e dispersão de colônias, preservando as espécies nativas e que exercem papel fundamental para o equilíbrio no ecossistema urbano.

Os Editores.

ODAIR CORREA BUENO – Centro de Estudos de Insetos Sociais, UNESP, Rio Claro, SP

ANA EUGÊNIA DE CARVALHO CAMPOS – Instituto Biológico, São Paulo, SP

MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI – UMC Universidade, Mogi das Cruzes, SP

Sumário

PARTE 1 – CARACTERIZAÇÃO GERAL

FORMIGAS QUE VIVEM NO AMBIENTE URBANO	31
Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos	
BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DE FORMIGAS.....	49
Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos	
TÉCNICAS DE COLETA DE FORMIGAS NO AMBIENTE URBANO	87
Catarina de Bortoli Munhae	
COLEÇÕES DE FORMIGAS URBANAS	111
Rodrigo M. Feitosa	
CRIAÇÃO DE FORMIGAS EM LABORATÓRIO.....	125
Odair Correa Bueno	
MÉTODOS DE ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE FORMIGAS-URBANAS	143
Nicolas Châline, Ronara Souza Ferreira-Châline, Raquel Luiza De Carvalho, Lúcia Carvalho Neco, Henrique Americano Lanhoso, Igor Marques dos Santos	

PARTE 2 – FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS E BIODIVERSIDADE

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS.....189
Tércio da Silva Melo, Jacques Hubert Charles Delabie

FORMIGAS EXÓTICAS EM DIFERENTES PAISAGENS URBANAS241
Renata Pacheco, Catarina de Bortoli Munhae, Gabriela Procópio Camacho

**REDES COMPLEXAS NO ESTUDO DAS INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE FORMIGAS E PLANTAS EM
AMBIENTES URBANOS: UM NOVO MODELO CONCEITUAL.....265**
Wesley Dáttilo, Diana A. Ahuatzin-Flores, Erick J. Corro-Mendez, Federico Escobar, Ian MacGregor-Fors

ÁREAS VERDES URBANAS: GALHOS NA SERAPILHEIRA COMO RECURSO PARA FORMIGAS285
Tae Tanaami Fernandes, Eloá Pires Barbosa, Carla Mayumi Oliveira, Rogério Rosa Silva, Maria Santina de Castro Morini

**BIOLOGIA MOLECULAR COMO FERRAMENTA EM ESTUDOS DE
DIVERSIDADE DE FORMIGAS-URBANAS E DA MICROBIOTA ASSOCIADA319**
Ricardo Harakava

ESTUDO DE CASO

PARQUES URBANOS NA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE DE FORMIGAS: ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO.....337
Marcus Nascimento Santos, Jacques Hubert Charles Delabie, Jarbas Marçal de Queiroz

**PARQUES URBANOS NA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE DE FORMIGAS:
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOGI DAS CRUZES (SÃO PAULO).....363**
Esmeraldina da Gama Bonfim-Kubatamaia, Nathalia Sampaio da Silva, Leonardo Menino, Maria Santina de Castro Morini

PARTE 3 – PESQUISAS SOBRE FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO BRASIL

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUL DO BRASIL	397
Junir Antônio Lutinski, Carin Guarda, Cladis Juliana Lutinski, Flávio Roberto Mello Garcia	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: MINAS GERAIS	423
Fabio Prezoto, Elisa Furtado Fernandes, Raquel Mendonça Daniel, Terezinha Della Lucia	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: RIO DE JANEIRO	435
Marcus Nascimento Santos	
REGISTROS DE INVASÕES DE FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO	451
Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: SÃO PAULO	465
Fabio Prezoto, Helba Helena Santos-Prezoto, Mariana Monteiro de Castro	
FORMIGAS-URBANAS DO ESPÍRITO SANTO: HISTÓRICO, CULTURA E ESTADO DA ARTE	481
Ronara Souza Ferreira-Châline, Nicolas Châline	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL.....	499
William Fernando Antonialli-Junior, Luan Dias Lima, Márlon César Pereira	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NA REGIÃO NORTE: O ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS FUTURAS	523
Emília Zoppas de Albuquerque, Lívia Pires do Prado	
FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO NORDESTE DO BRASIL	555
Yves Quinet	

PARTE 4 – FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO COTIDIANO

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE FORMIGAS NA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ	567
José Rodrigues de Almeida Neto, Kelly Polyana Pereira dos Santos, Roseli Farias Melo de Barros, Eraldo Medeiros Costa Neto	

PARTE 5 – FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS COMO TEMA DE ENSINO E CULTURA

FORMIGAS EM ÁREAS VERDES DAS ESCOLAS: AULA PRÁTICA PARA O ENSINO DE BIODIVERSIDADE.....	593
Rogério Soares Cordeiro, Jéssica Paloma Ferreira, Maria Santina de Castro Morini, Moacir Wu	

FORMIGAS E HUMANIDADE: UMA LONGA JORNADA ADAPTATIVA E CULTURAL	623
Karine Santana Carvalho, Gabriela Castaño-Meneses, Lilian Boccardo, Juliana Brito Santos	

FORMIGAS NO AMBIENTE URBANO: OLHAR DO FOTÓGRAFO.....	649
Eliza Carneiro	

PARTE 6 – CONTROLE

FORMIGAS EM AMBIENTES HOSPITALARES.....	667
Priscila Cintra-Socolowski, Odair Correa Bueno	

Parte 1

CARACTERIZAÇÃO GERAL

FORMIGAS QUE VIVEM NO AMBIENTE URBANO

ODAIR CORREA BUENO
ANA EUGÊNIA DE CARVALHO CAMPOS

“Temos que aprender a conviver com as formigas”
Edward Wilson

Resumo

O ambiente urbano nas áreas tropicais tem se mostrado como ilhas isoladas em diversidade de formigas. Como qualquer outro lugar, ele contém centenas de espécies; algumas delas bem adaptadas ao ambiente modificado e que podem acarretar incômodo para o ser humano, plantas e animais que aí vivem. As espécies que ocorrem nas áreas verdes, como praças e jardins residenciais, exercem papel fundamental na regulação de outras formigas e outros artrópodes, fazendo com que ocorra um crescimento de suas populações e grande interesse dos pesquisadores para entender seu papel nesse ecossistema. Neste capítulo serão apresentados os conceitos básicos da terminologia utilizada em trabalhos com formigas no ambiente urbano; como também as principais espécies que ocorrem no Brasil e suas características biológicas.

O ambiente urbano

Os locais onde ocorre atividade humana, principalmente áreas urbanizadas, constituem ambientes com fatores abióticos próprios, o que em termos biológicos favorecem algumas espécies animais em detrimento de outras, especialmente pela grande concentração humana e disponibilidade de água e alimento. Desta forma, as relações ecológicas nos ambientes antropizados possuem modelos próprios e específicos para os diferentes padrões de urbanização.

Dentre as várias populações de animais que habitam áreas urbanizadas estão centenas de espécies de formigas. Muitas causam apenas incômodo, enquanto outras ocupam equipamentos eletrônicos, ferroam ou são vetores de microrganismos patogênicos que podem afetar o homem e seus animais.

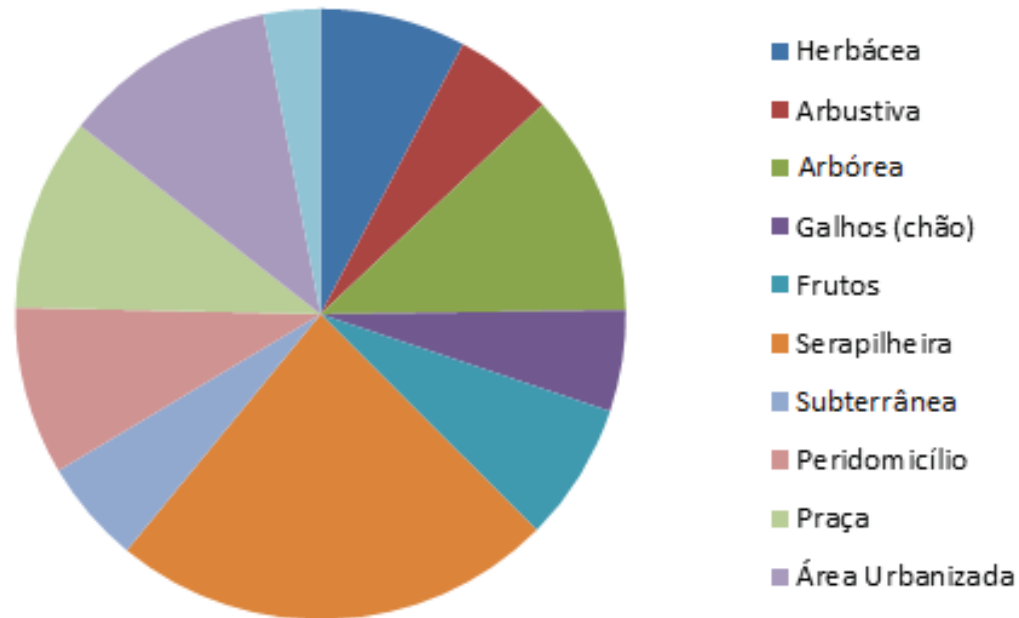
Na tentativa de minimizar o problema, produtos químicos são cada vez mais utilizados. As formigas, entretanto, são particularmente favorecidas com o uso desses produtos, cujos resultados podem ser o inverso do esperado. Além do alto risco de contaminação humana e ambiental, inseticidas provocam a dispersão destes insetos para novos locais restando as espécies que causam mais problemas.

Além dos diferentes fatores abióticos particulares do ambiente urbano, a biologia das formigas difere entre uma espécie e outra, de maneira que as tentativas de manejo também não podem ser as mesmas; pelo contrário, devem ser específicas para cada situação. Ainda, as condições de vida nos ambientes urbanizados das regiões tropicais são muito diferentes daquelas do clima temperado, o que requer estratégias de controle próprias, e quando necessário, deve-se usar inseticidas adequados, nas doses corretas e no momento certo.

A maioria dos estudos sobre a biologia, mecanismos de dispersão e métodos de controle de algumas espécies de formigas-urbanas foi realizada em países de clima temperado (TSUTSUI; CASE, 2001; VEGA; RUST, 2003; KLOTZ et al., 2007), ao passo que nos países de clima tropical ainda existem poucos registros sobre esse tema. As informações disponíveis mostram que as relações ecológicas estão alteradas nessa região quando comparadas com àquelas mais frias, especialmente quanto à disponibilidade de alimento e, principalmente, quanto às competições intra e interespecíficas das formigas.

Um levantamento das espécies de formigas em áreas de mata e urbanizadas do Estado de São Paulo, coordenado pela Dra. Maria Santina de Castro Morini, resultou no livro *Formigas do Alto Tietê*, 2015 (SUGUITURU, SS; MORINI, MSC; FEITOSA, RM; SILVA, RR). A lista taxonômica apresentada merece reflexão: 1. o estudo envolveu espécimes coletados a partir da mata nativa até o centro das cidades, portanto com diferentes níveis de urbanização; 2. a lista inclui 241 espécies/morfoespécies de formigas, totalizando 763 registros devido a ocorrência da mesma espécie/morfoespécie nas diferentes áreas; 3. a análise da distribuição de espécies por área mostrou que a serapilheira possui maior índice de ocorrência, seguida da arbórea; porém, merecem destaque as áreas urbanizadas: praça, peridomicílio e área urbana residencial (Figura 1); 4. a comparação dos dados apenas entre áreas naturais e áreas com atividade humana, revelou alto índice de ocorrência de formigas próximo ao homem (38%); 5. as áreas com atividade humana apresentaram 32 espécies/morfoespécies exclusivas (26,2%); entre elas, sem dúvida, estavam aquelas caracterizadas como formiga-urbana, mas outras espécies nativas também exploravam esse ambiente. Desta forma, esta análise sugere que os espaços urbanos constituem áreas de refúgio de formigas ou como proposto por Fonseca et al. (1997) as praças das cidades na região tropical estariam funcionando como ilhas isoladas de diversidade.

Figura 1 – Distribuição relativa de espécies de formigas em diferentes extratos da paisagem entre a mata nativa e o centro urbanizado.



Fonte: SUGUITURU et al. (2015)

Invasões biológicas

O processo de invasão biológica pode ser caracterizado em etapas:

- **DESLOCAMENTO** - a primeira estratégia das espécies invasoras deve ser contornar as barreiras geográficas. O próprio homem pode realizar essa tarefa de forma intencional, mas na maioria das vezes isso ocorre de forma não intencional. As facilidades de deslocamento da população humana pelo turismo ou comércio existentes favorecem as mudanças de áreas de ocupação de algumas espécies de animais. Por exemplo, o Havaí não possui mirmecofauna nativa, mas hoje apresenta cerca de 50 espécies que foram introduzidas no século XX (KRUSHELNYCKY et al., 2005);
- **SOBREVIVÊNCIA** – o novo local da introdução deve ter condições abióticas e bióticas favoráveis para a sobrevivência da população invasora;
- **REPRODUÇÃO** – o novo ambiente deve ser favorável à reprodução, tanto em permitir o aumento da população como a formação de novas colônias. Várias características das espécies invasoras podem favorecer o aumento das populações, como a poliginia, ausência de voo nupcial e redução no tempo do desenvolvimento pós-embrionário;
- **DISPERSÃO** – para grandes distâncias (intercontinentais, por exemplo) há dependência exclusiva do homem e mesmo no novo ambiente, e a dispersão para médias distâncias dependem da atividade humana, uma vez que apenas deslocamentos curtos podem ocorrer naturalmente;
- **IMPACTO** – o impacto das formigas invasoras no ambiente e na comunidade local depende das condições ambientais, além da competição com outras espécies de formigas.

As formigas, desta maneira, fazem parte do grupo de animais que realizam invasões biológicas, sendo esse um dos principais fatores para a redução da biodiversidade local. Na lista da “Global Invasive Species” consta as espécies

comumente encontradas no ambiente urbano. Atualmente são relacionadas 19 espécies altamente problemáticas, sendo que cinco delas estão entre as 100 piores espécies invasoras.

Elas podem se deslocar em habitats perturbados ou não, e podem ser introduzidas de forma intencional ou não. Por exemplo, no início do século XX, a formiga lava-pé (*Solenopsis invicta*) foi introduzida de forma não intencional no Sul dos Estados Unidos por meio do transporte marítimo (CREIGHTON, 1930) e a formiga-louca-ruiva (*Nylanderia fulva*) foi levada intencionalmente do Brasil para as regiões madeireiras da Colômbia para combater as saúvas e/ou a presença de cobras (ZENNER POLANIA, 1990; 1994). Nos dois locais, essas espécies se tornaram dominantes de amplas áreas territoriais.

A literatura mundial sobre as formigas invasoras mostra que a maioria dos estudos está concentrada em duas espécies: *Linepithema humile* e *S. invicta* (SANTOS, 2016). As espécies de formigas-urbanas predominantes no Brasil, pela frequência de ocorrência e distribuição, não fazem parte desses estudos: *Tapinoma melanocephalum* e *Paratrechina longicornis*.

No intuito de conceituar os termos utilizados em estudos de formigas no ambiente urbano, listam-se abaixo os grupos funcionais e a caracterização das espécies dentro de cada um deles.

Formigas-oportunistas (generalistas)

Compreendem as espécies que ocorrem em vários tipos de habitats, mas preferem locais perturbados e pouca oferta de alimento. Não necessitam de alimentação especializada, apresentam baixa competitividade e atividade reprodutiva, são pouco diversas e possuem reduzido comportamento dominante.

Formigas-invasoras

Espécies que ocupam novas áreas fora de sua distribuição original, pois se movem entre diferentes habitats naturais ou não e passam a competir com as espécies nativas.

Formigas-exóticas

Espécies não nativas (que não tem origem) de um determinado habitat. Podem ser consideradas aquelas que se deslocam entre os continentes, biomas ou mesmo regiões geográficas.

Formigas-andarilhas (“tramp ants”)

Espécies mais próximas ao homem, associadas diretamente com as atividades humanas, nidificam em suas construções tanto interna como externamente. Apresentam a mais ampla distribuição no planeta. Algumas espécies são nativas do Brasil.

Formigas-urbanas

Neste grupo são consideradas as espécies que ocupam o mesmo espaço que o homem nas áreas urbanizadas e vivem em suas construções, tanto no interior como no exterior e nos seus arredores. Sem dúvida, há sobreposição de espécies com os demais grupos. O espaço urbano por mais modificado que seja, abriga várias espécies de formigas que necessariamente não apresentam tais características (invasora ou exótica ou andarilha). Assim, é importante distinguir entre as espécies oportunistas daquelas que vivem no espaço urbano como refúgio.

As características comuns das formigas-urbanas foram listadas inicialmente por Passera (1994), sendo compiladas posteriormente por Bueno e Campos-Farinha (1999) e atualizadas por Passera e Aron (2005). São elas:

- (i) **associação com o homem:** principalmente devido à disponibilidade de locais para a construção de ninhos, alimento de fácil obtenção e dispersão para longas distâncias. As espécies preferem áreas modificadas ou perturbadas pela atividade humana, onde a competição interespecífica é menor.

- (ii) **migração:** tendência em mudar frequentemente o ninho de local. Algumas espécies, quando mantidas em laboratório, demonstram inquietação constante, onde o mínimo distúrbio, como choque mecânico, simples manipulação ou luminosidade provocam a mudança do ninho. Em campo, observa-se tendência em mudar constantemente o ninho de lugar, ocupando novas áreas; em consequência, os ninhos são pouco estruturados com pouca defesa.
- (iii) **populações unicoloniais:** implica na ausência de comportamento agressivo entre indivíduos de uma espécie pertencente a ninhos diferentes que ocupam uma mesma área.
- (iv) **alta agressividade interespecífica:** leva a competição com outras espécies de formigas, especialmente com as nativas, desalojando-as. Entre elas pode haver convivência no mesmo ambiente, ou uma ser dominante e a outra oportunista, ou ainda, ocorrer forte competição e uma dominar totalmente sendo exclusiva no local.
- (v) **poliginia:** presença de várias rainhas na mesma colônia, sem qualquer agressividade entre elas, nem tentativa de dominância. Mais de 200 rainhas podem conviver em um único ninho.
- (vi) **longevidade das rainhas:** em geral as rainhas das espécies poligínicas vivem menos do que aquelas das espécies monogínicas, variando, em média entre 20 semanas até um ano. A pouca longevidade é compensada pela grande capacidade da colônia em produzir novas rainhas, várias vezes no ano.
- (vi) **ausência de voo nupcial:** Em algumas espécies o voo nupcial é abolido e ocorre dentro da própria colônia, ou em sua entrada. Pode ainda ocorrer a sociotomia, ou seja, a colônia é fragmentada. As operárias migram, com ou sem rainhas, levando consigo as crias, ocupando novos locais, a poucos metros de distância. Geralmente, a dispersão a grandes distâncias depende do homem, que leva, inadvertidamente, objetos com pequenas colônias de formigas para outras regiões.
- (vii) **tamanho pequeno das operárias:** a maioria das espécies que ocorre nas estruturas humanas possui indivíduos de tamanho pequeno, geralmente de 2 a 5mm, passando muitas vezes despercebidas no ambiente.

Lista das principais espécies de formigas que ocorrem no Brasil, segundo o grupo funcional.

Espécie	Invasora	Andarilha	Urbana	Brasil
Dolichoderinae				
<i>Linepithema humile</i>	X	X	X	N
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	-	X	X	I
Formicinae				
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	?	X	X	?
<i>Camponotus rufipes</i>	-	-	X	N
<i>Camponotus atriceps</i>	?	?	X	N
<i>Nylanderia fulva</i>	X	X	X	N
<i>Paratrechina longicornis</i>	X	X	X	I
Myrmicinae				
<i>Crematogaster</i> spp.	?	X	X	N
<i>Monomorium floricola</i>	-	X	X	I
<i>Monomorium pharaonis</i>	-	X	X	I
<i>Pheidole megacephala</i>	X	X	X	I
<i>Solenopsis invicta</i>	X	X	X	N
<i>Solenopsis saevissima</i>	X	-	X	N
<i>Tetramorium bicarinatum</i>	X	X	X	I
<i>Wasmannia auropunctata</i>	X	X	X	N

N= nativa; I= introduzida

Formigas consideradas pragas no ambiente urbano

Em 1964 William Brown Jr., do Departamento de Entomologia da Universidade de Cornell nos Estados Unidos, em viagem a Manaus, AM, registrou *Tetramorium guineense*, *Monomorium pharaonis*, *M. floricola* e *P. longicornis*. Segundo o autor, essa foi uma coleta surpreendente, uma vez que ele havia notado que formigas nativas não eram observadas em estruturas humanas recém-construídas. Além disso, este autor revelou que, naquela época, não havia registros na literatura da América do Sul tropical, de espécies denominadas “tramp ants”, ou formigas urbanas.

Mas, Monte (1931) estava atento às questões das formigas-urbanas, tendo respondido a uma consulta sobre elas em um jornal da época. O consultante solicitava explicação sobre a forma mais eficaz para o controle de formigas doces que apareciam após às 18 horas. Em resposta, o pesquisador informava que havia várias espécies no Brasil, como *L. humile*, *N. fulva*, *M. pharaonis*, *Camponotus cingulatus* e *C. atriceps*. Provavelmente, tratava-se de algumas espécies de *Camponotus* pelo horário de atividade das formigas.

Alguns anos mais tarde, Kempf (1972) lista em seu catálogo, a distribuição de algumas espécies exóticas e também com “status” de invasoras, e que são encontradas em áreas urbanas no Brasil: *M. floricola* - AM, PE, BA, RJ, SP, PR, *M. pharaonis* - RS, SC, SP, RJ, ES, MG, GO, MT, CE, PA, AM, AC, *P. longicornis* - PA, AM, MT, GO, MA, CE, RN, PE, AL, BA, MG, ES, RJ, SP e Ilha Fernando de Noronha; *Pheidole megacephala* - AM, RJ, SP, SC e Ilha de Fernando de Noronha, *T. melanocephalum* - AP, RD, MA, MG, ES, RJ, SP e Ilha Fernando de Noronha; *T. guineense* nos Estados - AM, ES, RJ, SP, SC e *T. simillimum* - AM, MA, CE, PB, GO, RJ, SP.

No entanto, nem todas as espécies de formigas consideradas pragas são exóticas. Grande parte é nativa, estão dispersas em várias regiões brasileiras e também em outros continentes. Algumas delas têm “status” de invasoras e estão na lista das 100 piores espécies invasoras do mundo (LOWE et al., 2000), como *S. invicta*, *L. humile* e *Wasmannia auropunctata*.

Diante do número de formigas conhecidas, cerca de 16 mil espécies (ANTWEB, 2017), poucas apresentam o “status” de praga, isto é, que ocasionam incômodo, ferroam, causam danos em equipamentos ou veiculam patógenos em

áreas limpas, como hospitais e de alimentação. As áreas verdes, por exemplo, abrigam uma diversidade de espécies desses insetos, contribuindo para a manutenção da mirmecofauna do bioma em que a cidade está inserida. Algumas espécies de formigas conseguem utilizar a vegetação urbana, como as árvores viárias e as de praças e jardins, mas ainda são pouco conhecidas. Inventários desta mirmecofauna precisam ser realizados, em diversas regiões do nosso país. Alguns capítulos neste livro trazem um compilado do que já foi realizado nas diferentes regiões e estados brasileiros e a lacuna do conhecimento é grande.

Para facilitar a compreensão, sobre as espécies consideradas pragas em áreas urbanas, vamos dividi-las em categorias.

Formigas-cortadeiras

Sem dúvida alguma, as formigas que causam danos econômicos significativos, até mesmo no ambiente urbano, são as formigas-cortadeiras (parte das espécies que compõem a Tribo Attini), representadas pelos gêneros *Atta* (saúva) e *Acromyrmex* (quenquém). Elas são características do Continente Americano e são pragas importantes por causarem danos diretos às plantas cultivadas, tanto ornamentais, quanto comestíveis.

As formigas-cortadeiras no ecossistema urbano nidificam em canteiros centrais de avenidas, parques, jardins e cortam uma variedade de plantas. Geralmente há necessidade de intervenção humana para controlar o foco, uma vez que as plantas podem morrer por conta do corte de suas folhas. Algumas vezes é possível identificar na paisagem urbana ninhos de saúvas relativamente grandes, com montes de terra solta de tamanho considerável. Também é possível registrar voos nupciais, às vezes em avenidas movimentadas com trânsito pesado de veículos e pessoas. Tais eventos, que ocorrem nas estações quentes e chuvosas, assustam os transeuntes, uma vez que o tamanho dos reprodutores, especialmente os bitus e tanajuras (içás), atingem cerca de 2 cm de comprimento. Durante a revoada, centenas de formigas aladas saem da colônia para o acasalamento, causando um efeito inesperado no dia a dia do cidadão.

Ninhos de saúvas antigos, quando localizados próximo a construções humanas podem ocasionar abalo estrutural, promovendo rachaduras e até risco de quedas. Isto se dá pela remoção intensa de terra do subsolo pelas formigas que

realizam tais escavações para a confecção de câmaras que abrigam o fungo simbiote utilizado na alimentação e para depósito do lixo gerado na colônia. Mariconi (1970) relatou danos às construções (prédios, represas, pontes, pontilhões, mausoléus e túmulos) e estradas (rodoviárias e ferroviárias).

Formigas associadas a outros insetos

Algumas espécies de formigas protegem insetos sugadores de seiva vegetal como pulgões, cochonilhas e cigarrinhas, que em troca, fornecem alimento para as formigas. Trata-se de substância liberada pelo ânus desses insetos como gotículas de um líquido rico em açúcares conhecido como “honeydew”, que é derivado da seiva da planta e é parcialmente digerido, formando uma fonte nutriente rica e estável para todos os insetos que o coletam (BUCKLEY, 1987). Sobre o “honeydew”, cresce um fungo negro do gênero *Capnodium* conhecido por fumagina. A grande quantidade deste fungo sobre as folhas impede que a planta realize normalmente suas funções, reduzindo a taxa fotossintética, deixando-a debilitada. As formigas acabam por espalhar este fungo no ato de caminhar sobre a planta, causando, desta forma, prejuízo indireto para o vegetal.

Formigas na saúde pública

Algumas espécies de formigas possuem ferrão, que está associado a uma glândula de veneno e seu conteúdo pode ter composição variada dependendo da espécie de formiga. A ferroada, isto é, a perfuração da pele da vítima com o aparelho de ferrão, seguida da injeção de veneno (MALASPINA et al., 2009), serve como proteção do inseto ou auxilia na caça. A inoculação do veneno pode afugentar a vítima pela dor ocasionada, pode paralisá-la e também pode ser letal.

As espécies de formigas que ocorrem no ambiente urbano e que podem causar acidentes pela ferroada são do grupo das Poneromorfas (DELABIE et al., 2015), representadas pelos gêneros *Pachycondyla*, *Odontomachus*, *Ectatomma* e a espécie *Paranoponera clavata*; *Solenopsis* e *Wasmannia* (Myrmicinae); e Formigas-de-correição, pertencentes a subfamília

Dorylinae, representadas pelos gêneros *Eciton*, *Labidus* e *Neivamyrmex*. O encontro com estas últimas formigas ocorre especialmente em bairros urbanizados próximos a áreas naturais, principalmente nos biomas Cerrado e Mata Atlântica. Outras espécies de formigas podem causar ferimentos pelo uso de suas mandíbulas (“mordidas”), como as saúvas e algumas espécies de *Camponotus*. Infelizmente, há poucos dados confiáveis relativos às estatísticas de acidentes com ferroadas/mordidas de formigas no Brasil, algo que precisa ser melhor estudado.

Deve ser destacado o perigo potencial à saúde pública quando ocorre infestação de formigas, de qualquer espécie, em hospitais, pela capacidade de transportarem microrganismos patogênicos, atuando como vetores mecânicos (veja parte VI desta obra). Em 1932, Lorenz destacou a presença de formigas em hospitais, discutindo as questões sobre o controle de *M. pharaonis*.

Registros iniciais deste fato foram feitos na Inglaterra quando Beatson (1972) mostrou o potencial de algumas espécies de formigas atuarem como vetores de bactérias. Após esses primeiros estudos, o mesmo fato foi verificado no Chile (IPINZA-REGLA et al., 1981), na Alemanha (EICHLER, 1990), em Trinidad (CHADEE; MAITRE, 1990) e mais tarde no Brasil (FOWLER et al., 1993).

Comparadas com as baratas, moscas e mosquitos, as formigas devido ao seu pequeno tamanho, apresentariam probabilidade muito menor de atuar como vetor. Entretanto, justamente devido ao tamanho reduzido da maioria das espécies, elas conseguem entrar em quase todos os locais, mesmo naqueles totalmente esterilizados.

É importante ressaltar que algumas das espécies de formigas-urbanas são indicadoras de limpeza, mostrando que, ao contrário do que se imagina, elas vivem muito bem em ambientes extremamente limpos e não vivem muito bem em ambientes sujos.

Formigas associadas às estruturas humanas

A atenção nos últimos anos se voltou para as formigas denominadas “tramp ants” ou “tramp species”, incluídas na lista das formigas-urbanas. Trata-se de um grupo de formigas que exhibe um conjunto próprio de características. Inclui as espécies de formigas distribuídas largamente pelo comércio por todo o mundo, vivendo em íntima associação com o homem.

Como os demais insetos que ocorrem em áreas urbanas, as formigas podem causar dois tipos de problemas:

1. **Impacto psicológico:** incômodo pela sua presença, especialmente quando aparecem em grande quantidade nos cômodos das residências ou seus arredores.
2. **Danos diretos:** provoca perda de alimentos, de equipamentos e eletrodomésticos, artigos de madeiras entre outros, resultando em gastos de tempo e dinheiro no controle.

As formigas-urbanas invadem alimentos armazenados, aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos, tais como refrigeradores, máquinas de lavar roupas, televisores, aparelhos de som, toca DVs e CDs, computadores, telefones, entre outros. Causam também danos e contaminações na indústria de alimento, padarias e restaurantes. Em cabines de eletricidade, centrais telefônicas, sinais de trânsito, instituições de pesquisas, biotérios, zoológicos e museus são comuns e ocasionam problemas diversos.

A presença de formigas em residências, apesar de causar bastante incômodo, não é considerada um perigo à saúde, a menos que os moradores sejam alérgicos à sua saliva ou ao veneno daquelas espécies que apresentam a capacidade de ferroar. Em relação aos hospitais, além do incômodo, elas podem ser vetores mecânicos como já relatado.

Um gênero importante de formigas-urbanas é *Camponotus*, cujas espécies são comumente conhecidas por formigas carpinteiras. Nos Estados Unidos e em menor escala na Europa, provocam danos nas estruturas residenciais, principalmente escavando madeira. No Brasil há registros de danos causados por essa formiga em eletrodomésticos (BUENO;

CAMPOS-FARINHA, 1999) e algumas espécies realizam severos ataques a colmeias de abelhas, chegando a exterminar todo o apiário (MARCOLINO et al., 2000). São muito comuns em árvores urbanas, onde os ninhos principais são encontrados, podendo servir de foco para infestações de ninhos satélites dentro das estruturas humanas (ZORZENON, 2009).

Referências

ANTWEB. Disponível em <http://www.antweb.org>. Acesso em 10 de junho de 2017.

ARONSON, M.F.J.; LA SORTE, F.A.; NILON, C.H.; KATTI, M.; GODDARD, M.A. et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B*, 281:20133330, 2014.

BEATSON, S.H. Pharaoh's ants as pathogens vectors in hospitals. *The lancet*, n.19, v.1, p.425-427, 1972.

BROWN Jr. W.L. Some tramp ants of old world origin collected in tropical Brazil. *Entomological News*, v.LXXV, n.1, p.14-15, 1964.

BUCKLEY, R.C. Interactions involving plants, homoptera, and ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*.v.8, p.111-135, 1987.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. As Formigas Domésticas. In: MARICONI, F.A.M. (Org.). *Insetos e outros invasores de Residências*. 1a.ed.Piracicaba: FEALQ, 1999, v.1, p.135-138.

CHADEE, D.D.; LE MAITRE, A. Ants: potential mechanical vectors of hospital infections in Trinidad. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. v.84, n.2, p.297, 1990.

CREIGHTON, W.S. The New World species of the genus *Solenopsis*. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, v.66, p.39-151, 1930.

DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

DELABIE, J.H.C.; FEITOSA, R.M.; SERRÃO, J.E.; MARIANO, C.S.F.; MAJER, J.D. As formigas Poneromorfas do Brasil. Ilhéus, BA: Editus, 2015. 477p.

EICHLER, W. Health aspects and control of *Monomorium pharaonis*. Applied Myrmecology, a World Perspective, Boulder, CO, Westview Press, 1990, p.671-675.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. Insect Science and its applications, v.14, p.367-370, 1993.

KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical. Studia Entomologica (N.S) v.15, p.3-344, 1972.

KLOTZ, J.H.; RUST, M.K.; GREENBERG, L.; FIELS, H.C.; KUPFER, K. An evaluation of several urban pest management strategies to control argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, v.50, n.1, p.1-8, 2007.

KRUSHELNYCKY, P.D.; LOOPE, L.L.; REIMER, N.J. The ecology, policy, and management of ants in Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomology Society, v.37, p.1-25, 2005.

LORENZ, H. Die Pharaoameise und ihre Bekämpfung in Krankenanstalten. Zeitschriftgesamte Krankenhauswes, v.15, p.343-348, 1932.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2000. 12p.

MALASPINA, O.; BUENO, O.C.; AUGUSTO A.V.L.; PALMA, M.S. Biologia dos himenópteros sociais. In: CASTRO F.F.M.; PALMA, M.S. (Eds.). Alergia a venenos de insetos. Barueri: Manole, 2009. p.5-36.

MARCOLINO, M.T.; OLIVEIRA-JUNIOR, W.P.; BRANDEBURGO, M.A.M. Aspectos comportamentais da interação entre formigas *Camponotus atriceps* Smith (Hymenoptera, Formicidae) e abelhas africanizadas *Apis mellifera* (L.) (Hymenoptera, Apidae). Naturalia, v.25, p.321-330, 2000.

MARICONI, F. As saúvas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1970. 167p.

- MONTE, O. Formigas doceras. Boletim de Agricultura, Zootecnia e Veterinária, v.4, 1931. 94p.
- PASSERA L. 1994. Characteristics of tramp species. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.). Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species. Boulder, CO: Westview. 1994. p.23-43.
- PASSERA, L.; ARON, S. Le formis: comportement, organization sociale et évolution. Ottawa: CNRC-NRC, 2005. 479p.
- SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. Insectes Sociaux, v.63, p.359-371, 2016.
- SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C.; FEITOSA, R.M.; SILVA, R.R. Formigas do Alto Tietê. Bauru: Canal 6. 456p.
- TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. Population genetics and colony structure of the argentine ant (*Linepithema humile*) in its native and introduced ranges. Evolution, v.55, n.5, p.976-985, 2001.
- VEGAS, S.Y.; RUST, M.K. Determining the foraging range and origin of resurgence after treatment of argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas. Journal of Economic Entomology, v.96, n.3, p.844-849, 2003.
- ZENNER POLANIA, I. Biological aspects of the "Hormiga Loca," *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. In: VANDER MEER, R.K.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Eds.) Applied myrmecology, a world perspective, Boulder: Westview Press, p.1990, 290-297.
- ZENNER POLANIA, I. Impact of *Paratrechina fulva* on other ant species. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.) Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species. Boulder: Westview Press, 1994. p.121-132.
- ZORZENON, F.J. Levantamento, dimensionamento de danos e manejo de cupins subterrâneos e formigas carpinteiras em arborização urbana. Instituto Biológico. Dissertação (Mestrado). 2009. 157p.

BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DE FORMIGAS

ODAIR CORREA BUENO
ANA EUGÊNIA DE CARVALHO CAMPOS

Resumo

Neste capítulo fazemos um apanhado da biologia das formigas, com ênfase nas espécies consideradas formigas-urbanas e formigas andarilhas. Uma chave pictórica com imagens de microscopia eletrônica, aprimorada a partir de Bueno e Campos-Farinha (1999), é apresentada.

Organização social das formigas

A vida em sociedade favorece a luta pela sobrevivência, pois facilita a busca do alimento, melhora as oportunidades de defesa contra os predadores e competidores e facilita o cuidado com a cria e construção de refúgios. Os himenópteros sociais, por excelência, correspondem em parte as abelhas e vespas e todas as formigas. Todas as espécies de formigas conhecidas são altamente sociais (eussociais). As características básicas desse comportamento são: 1. Sobreposição de gerações: várias gerações convivem no mesmo ninho ou pelo menos ocorrem duas gerações num determinado momento do

desenvolvimento da colônia. 2. Cuidado com a cria: alimentação e proteção da cria (cuidado cooperativo com a prole). 3. Divisão de trabalho: Indivíduos reprodutivos e fêmeas estéreis que desempenham as demais atividades (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

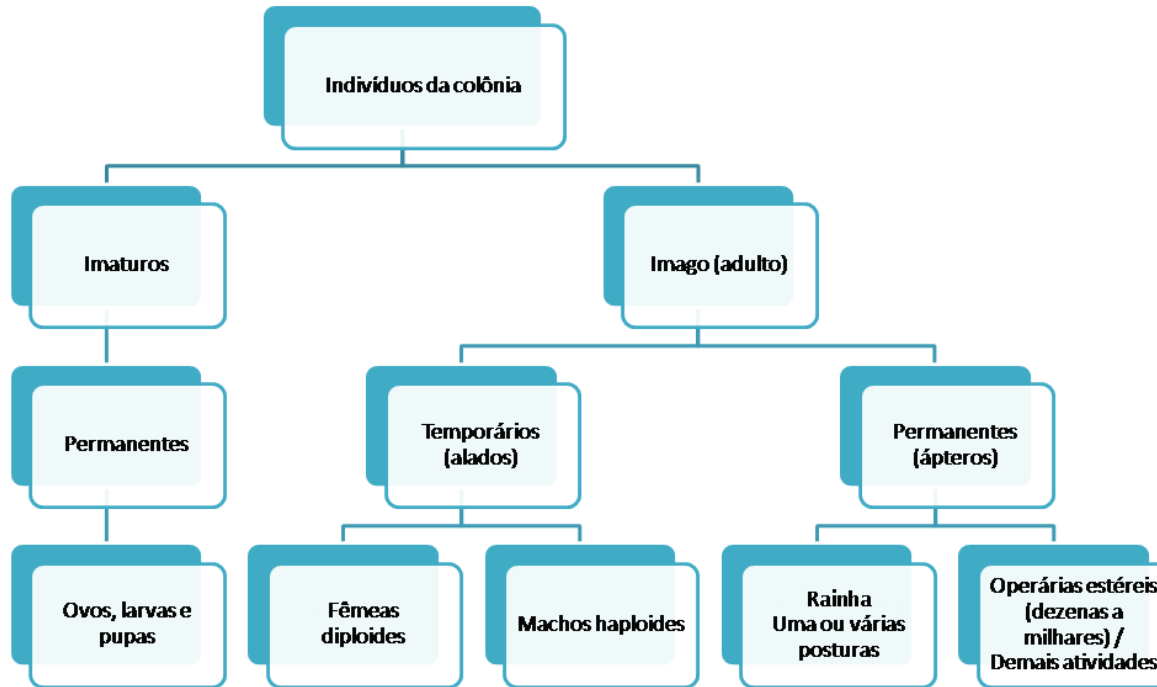
As colônias

As colônias de formigas variam em tamanho, podendo ser formadas por algumas dezenas até milhões de indivíduos. Elas contêm tanto indivíduos adultos quanto pupas, larvas e ovos. Entre os adultos, as formas aladas correspondem aos indivíduos reprodutores, que ocorrem várias vezes ao ano, ou em algum período específico, dependendo da espécie. As formas ápteras são fêmeas estéreis - operárias. O sistema de determinação de sexo é haplodiploide, sendo os machos haploides, originados de óvulos (ovos não fecundados), sistema de reprodução por partenogênese arrenótoca e as fêmeas diploides, originadas de ovos (óvulos fecundados).

Fournier et al. (2005) verificaram em populações introduzidas de *Wasmannia auropunctata* a partenogênese telítoca na formação de rainhas e a partir delas a partenogênese arrenótoca na produção de machos, ou seja, verdadeira produção clonal. Foucaud et al. (2006) encontraram em populações nativas, desta mesma espécie, o sistema de determinação de sexo haplodiploide tradicional e também o sistema clonal.

A população adulta fixa de uma colônia é formada exclusivamente por fêmeas, que são representadas por duas castas: rainha e operária (Quadro 1). Os conhecimentos atuais indicam que a quantidade de alimento fornecido a larva é o que determina a formação de castas, tendo como mediador o hormônio juvenil. No adulto, esse mesmo hormônio atua na regulação da produção de ovos pelas rainhas.

Quadro 1 – Composição da colônia de formigas.



As rainhas são responsáveis pela postura de ovos, são os maiores indivíduos da colônia e são aladas antes do acasalamento, mas logo depois as asas são retiradas pela própria rainha. Excepcionalmente, *Monomorium floricola* não possui fêmeas virgens aladas, apenas ápteras (i.e. ergatoides) (CAMPOS et al., 2011)

Em várias espécies de formigas as rainhas podem viver vários anos; algumas chegam a 20 ou mais anos. Entretanto em outras, como as formigas-urbanas, vivem entre cinco e 12 meses. Por outro lado, os machos também são alados e

consideravelmente menores do que as rainhas. Têm vida curta (14 - 30 dias), pois morrem após o acasalamento ou são mortos pelas operárias.

As operárias são fêmeas estéreis, não possuem asas e constituem a grande maioria dos indivíduos da colônia. Podem viver de três a quatro meses, dependendo da espécie, até cerca de um ano. Elas podem ser todas do mesmo tamanho (monomórficas) ou apresentarem dois ou mais tamanhos (polimórficas). Neste caso, as maiores são responsáveis pela defesa da colônia e as menores realizam a maioria das tarefas. Elas constroem e reparam os ninhos, defendem a colônia, coletam alimento e água, alimentam e limpam a rainha e cuidam da cria, realizando sua alimentação, limpeza e transporte.

Embora não seja tão facilmente observado, as operárias das formigas apresentam polietismo etário, ou seja, divisão de trabalho por idade. No entanto, as alterações das atividades não estão obrigatoriamente ligadas às idades como se verifica nas abelhas.

Existem basicamente três fases de atividades entre as operárias de uma colônia:

- Fase de amas: quando desempenham atividade gerais sobre a cria, fornecendo alimento, limpando-as e transportando-as.
- Fase de atividades internas: quando permanecem no interior do ninho mas fora da área onde fica a cria, podendo exercer atividades específicas, tais como: cuidado com a rainha, trofalaxia, limpeza entre as adultas, permanência no depósito de lixo e na entrada do ninho.
- Fase de atividades externas: atividades exploratórias e coleta de água e alimento, ou seja, forrageio ou forrageamento. Estima-se que no máximo 30% de uma população adulta de uma colônia exerçam atividades externas ao mesmo tempo. Geralmente, este valor não ultrapassa 5 a 10%.

Como são insetos holometábolos, todos os indivíduos da colônia passam por três estágios de desenvolvimento até atingir a fase adulta. São eles: ovo, larva e pupa. O adulto (imago) é o quarto estágio.

O desenvolvimento embrionário, corresponde ao estágio de ovo, estando o embrião envolvido por uma membrana protetora denominada cório. O desenvolvimento pós-embrionário pode ser subdividido em:

- Estágio larval: período em que ocorre o crescimento do indivíduo, pelo acúmulo de reservas, principalmente no corpo gorduroso. O inseto passa por vários instares larvais, separados de muda, momento em que perde seu exoesqueleto; ocorre o crescimento efetivo e a formação de novo esqueleto. O número de instares larvais é variável entre as espécies de formigas, podendo ser de 3 a 5 instares. As mudas são reguladas pela ação dos hormônios juvenil e ecdisona.

As larvas de formigas não apresentam apêndices locomotores, e tanto sua movimentação como alimentação dependem das operárias. Elas são esbranquiçadas e alongadas, com a região da cabeça notavelmente distinta do resto do corpo. O formato das larvas varia de acordo com a subfamília a qual a espécie pertence.

Quando a larva atinge crescimento máximo (último instar larval) sofre metamorfose, passando por uma fase intermediária, a pré pupa, momento em que o indivíduo perde as características de larva e passa a adquirir a forma de adulto.

- Estágio pupal: neste período, os indivíduos não se alimentam e não apresentam movimentos. Externamente são cada vez mais semelhantes aos adultos, e gradativamente mudam a cor do olho de branco para um marrom ou preto. A cutícula definitiva do adulto é formada e seus órgãos internos completam a diferenciação. Ao final desse estágio que termina com uma ecdise, o último estágio de desenvolvimento é atingido e é denominado imago ou forma adulta. Algumas espécies apresentam um casulo de seda produzido no último instar larval.

A grande maioria das formigas tem uma duração dos estágios de desenvolvimento em torno de 35 a 50 dias, podendo variar com a temperatura ou com a necessidade da colônia, pois as operárias podem regular o tempo de desenvolvimento alterando a frequência de fornecimento de alimento.

As colônias, nas várias espécies, podem ter uma única rainha (monogínicas), ou podem ter várias rainhas (poligínicas). As rainhas podem se acasalar com um ou vários machos. Geneticamente, convivem numa colônia mãe, operárias irmãs, meias-irmãs, primas ou sem qualquer grau de parentesco, constituindo, mesmo assim, a unidade colonial.

Em geral, as rainhas das espécies poligínicas vivem menos do que aquelas das espécies monogínicas. A menor longevidade é compensada pela grande capacidade de produzir novas rainhas que ocorre várias vezes no ano.

Ninhos

A maioria das espécies de formigas constrói seu ninho no chão, podendo ser tanto superficial como subterrâneo. Algumas constroem seus ninhos sobre as plantas, outras escavam ou ocupam cavidades em madeiras ou tronco de árvores, enquanto outras nidificam no interior das residências, sob azulejos, batentes de portas, sob o piso, aparelhos eletrodomésticos e mobiliário. Um ninho, local em que está instalada a colônia, constitui um sistema de passagens e cavidades que se comunicam umas com as outras e com o exterior.

Os ninhos de formigas estabelecidos no solo podem ser simples ou bem elaborados, sendo formados por um labirinto de galerias e diversas câmaras. Dependendo da espécie de formiga, essas galerias atingem mais de um metro de profundidade. As câmaras são utilizadas para o armazenamento de alimento, depósito de lixo ou criadouro de larvas de formigas.

As estruturas do ninho podem ser altamente complexas ou simples, como ocorre com as formigas-urbanas.

Geralmente, as colônias se instalam num ninho único e compacto (monodômico), mas podem estar distribuídas em vários ninhos interligados (polidômicos), cada um com uma ou mais rainhas. Pode ocorrer uma situação intermediária em que a rainha permanece num local e partes da colônia são distribuídas em outros lugares, contendo operárias adultas e cria, que são transportadas pelas primeiras. Estes ninhos distribuídos são chamados ninhos satélites.

Quando polidômicos, formam populações unicoloniais (a sociedade se estabelece em vários ninhos) e os indivíduos não apresentam agressividade (comportamento agressivo ou combate) entre aqueles de diferentes ninhos que ocorrem numa mesma área. Eles podem transitar livremente entre eles.

Colônias imensas de formigas foram evidenciadas em outros países. Uma colônia de 450 km lineares de *W. auropunctata* foi registrada na Nova Caledônia, um arquipélago na Oceania (FOUCAUD et al., 2006). Mas, o mais impressionante é o registro de duas super colônias da formiga-argentina na Europa. A colônia possui 6000 km lineares, sendo registrada da costa do Atlântico à costa do Mediterrâneo, da Itália, até a Espanha. Outra super colônia chamada da Catalônia, é aparentemente menor e restrita ao nordeste da Espanha. As operárias da mesma colônia não são agressivas umas com as outras, apesar da grande distância geográfica, porém alta agressividade foi registrada entre as duas colônias, levando a morte de uma das operárias das duas protagonistas em testes de agressividade (GIRAUD et al., 2002). Um estudo detalhado, evidenciou que as duas apresentam conjuntos gênicos completamente separados, mesmo tendo ninhos separados a uma distância de apenas 30 m (JAQUIÉRY et al., 2005)

Fundação de novas colônias

Nas formigas em geral, em determinadas épocas do ano, que podem variar de espécie para espécie, mas geralmente, na primavera ou no início do verão, aparecem os indivíduos alados. Após atingirem a plenitude sexual, o acasalamento ocorre em pleno voo, fenômeno chamado voo nupcial. Neste momento as fêmeas são inseminadas por um ou vários machos, sendo os espermatozoides armazenados em uma estrutura interna da rainha, denominada spermateca.

Após o acasalamento, as rainhas retornam ao solo, recortam as asas, procuram um local adequado ou realizam escavações para fundar um novo ninho.

Uma vez estabelecido o ninho, a rainha realiza a postura de dois tipos de ovos: ovos de alimentação, também conhecidos como ovos tróficos e ovos de desenvolvimento, sendo muito diferentes estruturalmente. O primeiro é notavelmente maior, sendo utilizado como alimento pela própria rainha.

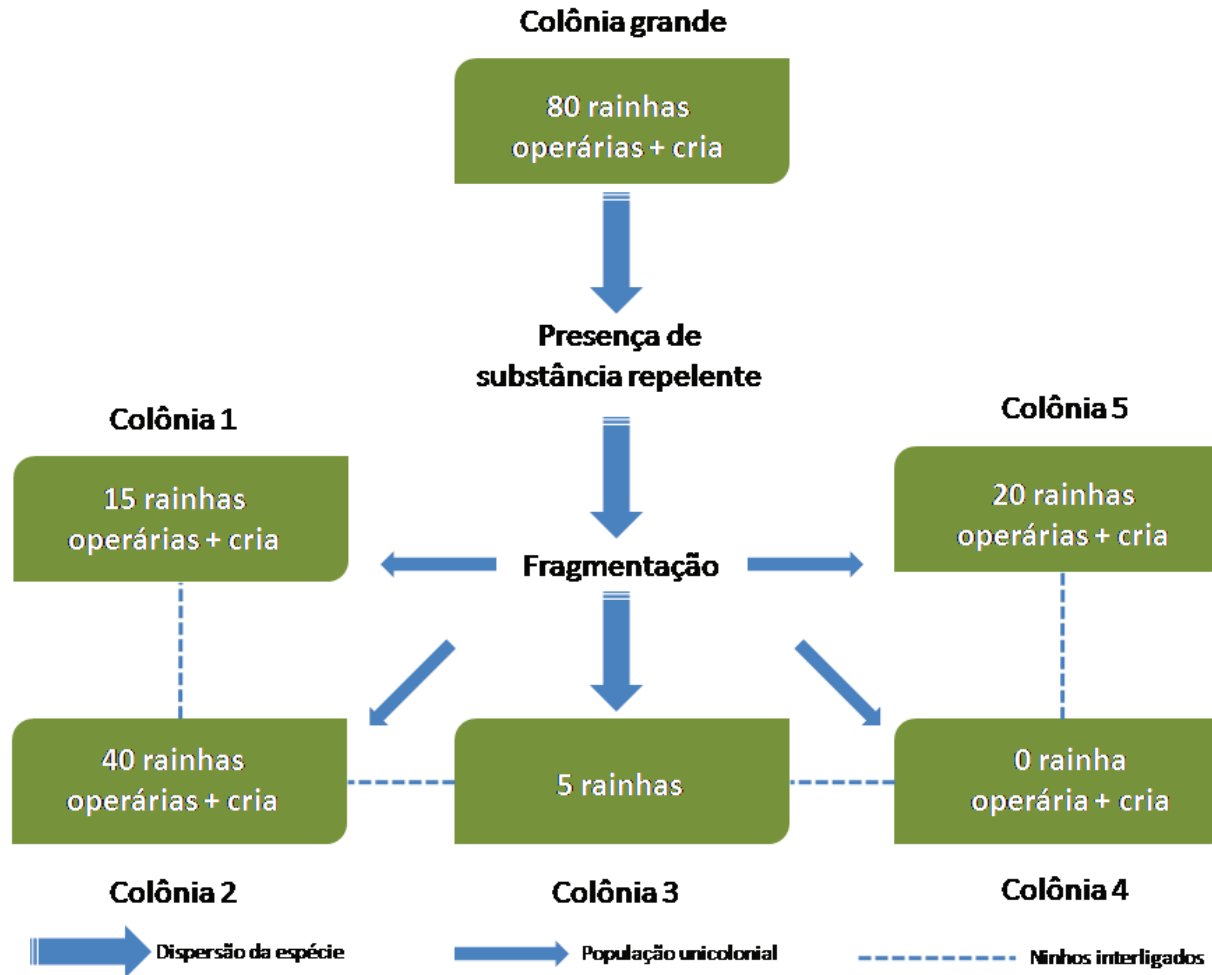
As primeiras larvas que eclodem dos ovos de desenvolvimento são alimentadas pela rainha dando origem a operárias. A partir desse momento, a rainha passa a realizar, exclusivamente, postura de ovos de desenvolvimento e as primeiras operárias saem à procura de alimento, alimentam as novas larvas e desempenham as demais atividades da colônia.

Algumas espécies de formigas entre elas as formigas-urbanas aboliram o voo nupcial, e o acasalamento ocorre dentro do próprio ninho, ou nas proximidades de sua entrada. A formação de novas colônias surge pela fragmentação das colônias antigas, fenômeno chamado sociotomia. Em alguns casos, não há necessidade da presença de rainhas para fundar novas colônias; basta conter operárias adultas e crias, principalmente larvas e ovos. A partir de larvas jovens, as operárias podem produzir novas rainhas oferecendo grande quantidade de alimento.

Na formiga-do-faraó, *M. pharaonis*, a colônia emigrante (propágulo) possui, em média, de 1 a 3 rainhas, de 20 a 100 operárias, além de cria (entre 100 e 200, divididas em ovos, larvas e pupas) transportada pelas operárias. Experimentalmente, verificou-se que a fundação de uma nova colônia pode se dar com um número mínimo de cinco operárias adultas, 30 ovos, 19 larvas e três pupas.

Ao perturbar uma colônia, o próprio homem pode provocar a sociotomia, a forma natural de reprodução dessas formigas. Na situação hipotética do Quadro 2, num determinado ambiente existe uma colônia completa e bem estabelecida num único ninho de uma espécie de formiga urbana. Próximo ao ninho é provocada uma ação que afete a colônia, que pode ser agito mecânico, presença de luz ou substâncias químicas. Considerando que seja a aplicação de um inseticida da forma tradicional, parte da colônia pode ser atingida e ocorrer morte das formigas, mas a parte principal da colônia não é afetada e mesmo assim ocorre um grande alvoroço, e na tentativa de se salvar, as operárias fogem para diferentes locais transportando cria e alimento, acompanhada pelas rainhas ou não. Desta forma, nas proximidades do local original da colônia passa a ocorrer cinco ninhos de diferentes tamanhos. Havendo disponibilidade de alimento, eles vão sobreviver, crescer e depois de um tempo vão existir na área cinco ninhos de formigas, onde as operárias transitam livremente entre eles, verdadeira população unicolonial. Se a intervenção no ninho foi uma tentativa de controle, o resultado é totalmente ao contrário do esperado, no lugar do controle provoca a dispersão das formigas, formando novos ninhos, de uma mesma colônia, agora muito maior.

Quadro 2 – Comportamento de uma colônia de *Monomorium pharaonis* na presença de substância repelente.



Hábito alimentar

A dieta alimentar das formigas é muito variada. A maioria é onívora, isto é, alimenta-se do que encontra, seja doce ou salgado, animal ou vegetal, a base de água ou de óleo. Algumas são carnívoras e se alimentam de outros animais (mortos ou vivos), principalmente de outros insetos e de suas secreções, enquanto que outras se alimentam de seiva ou néctar de plantas ou de fungos.

As formigas adultas possuem antes da boca verdadeira a cavidade infra bucal e antes de atingir a faringe passa por um sistema de filtro que retém partículas sólidas muito pequenas. Então, pode-se considerar que as formas adultas ingerem somente líquidos, enquanto que as larvas ingerem tanto líquidos como sólidos.

Outra característica peculiar das formigas é a presença das glândulas pós-faríngeas, localizadas na cabeça, na transição entre a faringe e o esôfago, cuja função recente estabelecida (VIEIRA; BUENO, 2017) é de nutrição ao absorver substâncias lipídicas e metabolizá-las.

O alimento aquoso ingerido pelas operárias durante o forrageamento é armazenado no papo, órgão especial dentro de seu corpo. Este é transferido boca a boca de operárias para operárias, operárias para larvas, operárias para machos (quando presentes) e operárias para rainha(s). Este comportamento é denominado trofalaxia, que pode ocorrer em sentido inverso, ou seja, de larvas para operárias. Isto é explicado pelo fato de que muitas espécies adultas de formigas se alimentam basicamente de líquido, sendo incapazes de digerir partículas sólidas. As larvas dessas espécies secretam enzimas especiais que digerem o alimento sólido. Uma vez digerido, ele torna-se líquido e as operárias o ingerem passando para as outras e para a(s) rainha(s). Na maioria das vezes esse alimento digerido pelas larvas é rico em proteína, fonte essencial para que a rainha continue a produzir ovos férteis. No geral, as larvas requerem dieta rica em proteínas e os adultos em carboidratos e lipídios.

Existem ainda espécies de formigas que protegem insetos sugadores de seiva de plantas, tais como os pulgões, cochonilhas e cigarrinhas. Eles fornecem uma secreção adocicada, chamada “honeydew”. Este alimento faz parte da dieta

das formigas, pois é um complemento rico em carboidratos. Por sua vez, as formigas defendem esses insetos de seus predadores e também os transportam para novos locais com disponibilidade de alimento.

Várias espécies de formigas possuem operárias denominadas de repletas. Geralmente, são indivíduos jovens que ficam no interior do ninho e, quando uma operária chega do forrageio com o papo cheio de líquido, realiza trofalaxia com as demais operárias e também com a (s) rainha (s). Desta forma, a rainha não recebe alimento diretamente das forrageiras e se for um inseticida, ele não atinge rainha.

As formigas que ocorrem nas residências utilizam em sua alimentação o mesmo alimento que o homem, alimentos armazenados, açúcares, bolos, bolachas, cereais, frutas etc. Geralmente aproveitam alimentos desperdiçados que caem no chão. Outros insetos, vivos ou mortos, também podem servir de alimento.

Conhecer o hábito alimentar de uma dada espécie de formiga é muito importante para realizar um controle efetivo. Além disso, a observação dos carreiros (trilhas) formados pelas formigas durante o forrageamento é uma ótima pista para localizar o ninho. Muitas vezes a simples eliminação ou melhor proteção dos alimentos pode evitar a presença de formigas.

Identificação de formigas-urbanas

Iniciantes na identificação de formigas se assustam com a quantidade de termos morfológicos empregados e com o tamanho das chaves de identificação. Neste capítulo são apresentadas chaves de uma maneira simples e ilustradas com esquema e fotografias, que facilitam a visualização dos caracteres. No final, há um glossário, com a definição dos termos utilizados para a identificação.

Morfologia externa

O corpo das formigas é coberto por uma cutícula resistente que possui as funções de proteger o inseto mecanicamente e contra desidratação, receber estímulos e servir como exoesqueleto. Existem quatro divisões do corpo: cabeça, mesossoma, cintura (pedicelo) e gáster (Figura 1).

Na cabeça são observados: um par de antenas, do tipo geniculado (forma de cotovelo), com função sensorial; um par de olhos compostos, os quais possuem centenas de elementos unitários, chamados omatídeos e as partes bucais, incluindo as mandíbulas que apresentam formas diferenciadas, que auxiliam na identificação (Figura 2).

A antena é uma estrutura muito utilizada na identificação das formigas. O primeiro segmento (próximo à cabeça) é muito longo e denominado escapo, sendo seguido de um número variável de segmentos menores que constitui o funículo. Em muitas espécies a antena termina em forma de clava. Nestes casos os dois ou três últimos segmentos (apicais) são alargados (Figura 3).

Figura 1 – Esquema de formiga com as divisões do corpo.

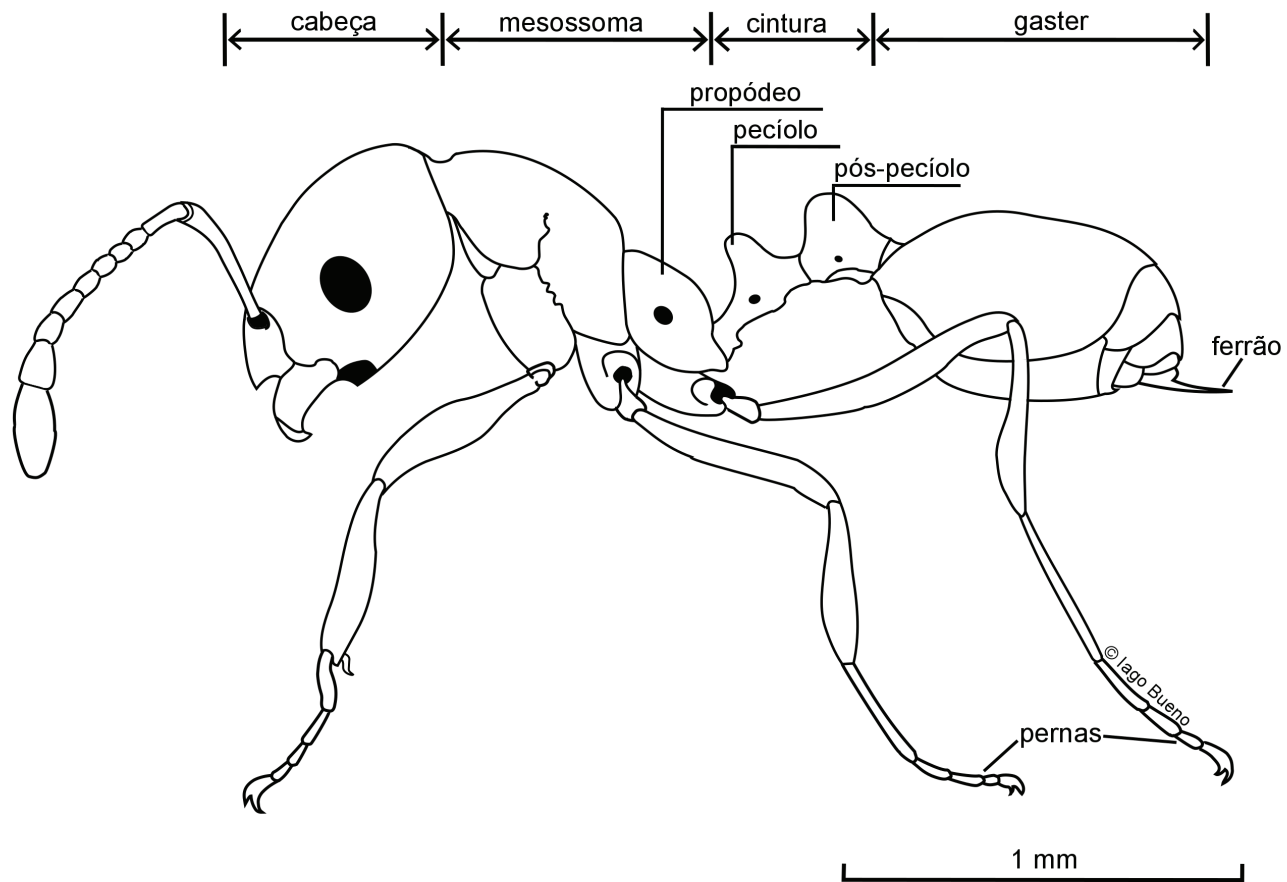


Figura 2 – Rainha de *Monomorium pharaonis*. Antenas, olhos compostos e mandíbulas.

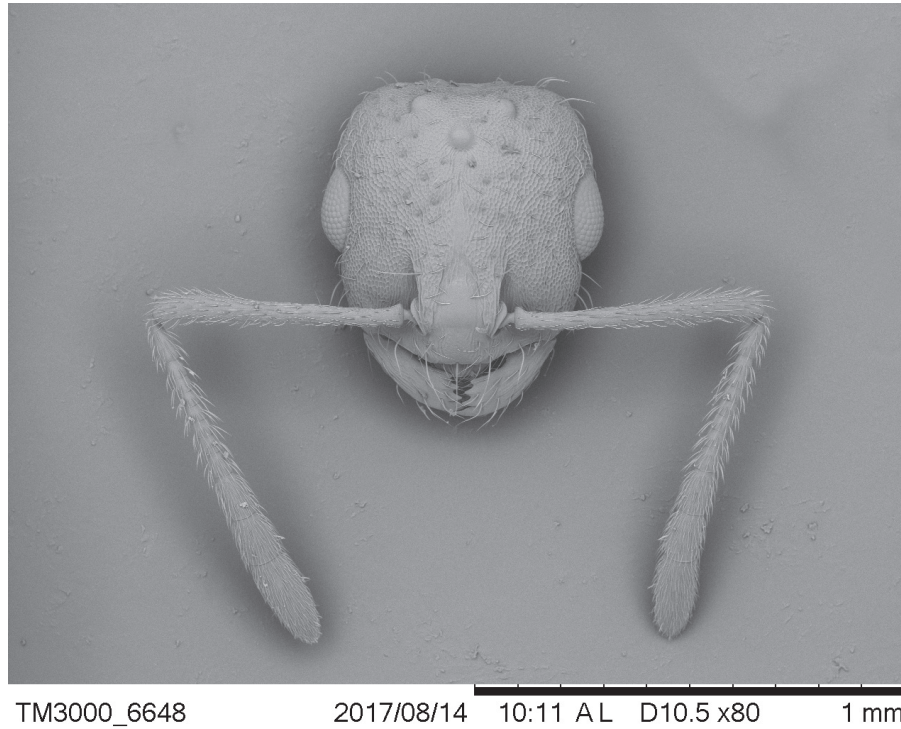
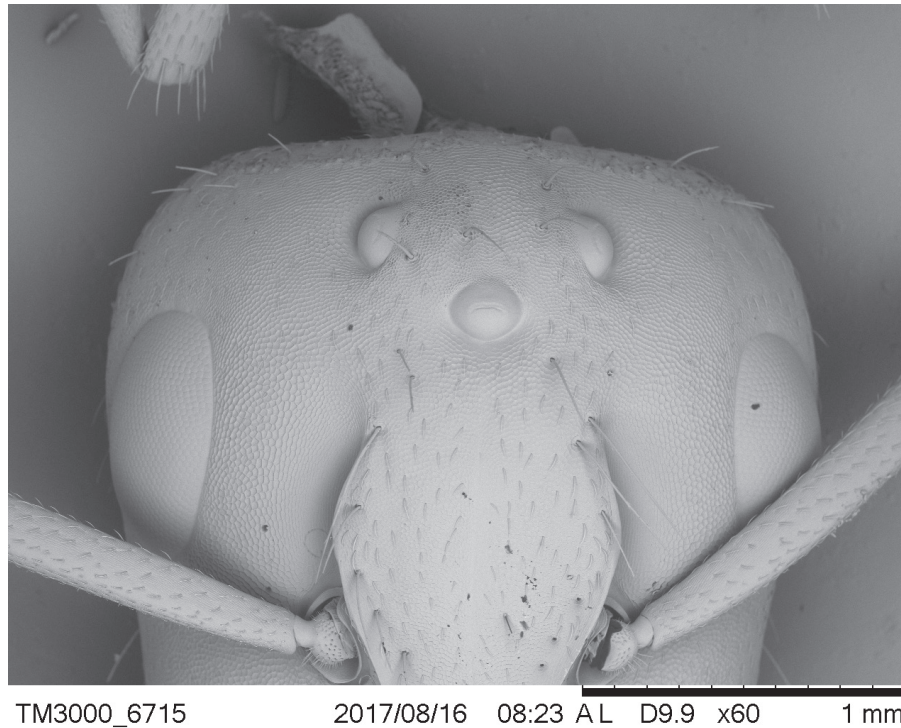


Figura 3 – Antena de formiga – *Wasmannia auropunctata*.



Os olhos compostos das rainhas e dos machos, geralmente, são mais desenvolvidos do que os das operárias e além disso apresentam três ocelos (olhos simples) bem visíveis na região frontal-superior da cabeça (Figura 4). Operárias de algumas espécies de formigas não têm olhos compostos ou são muito reduzidos.

Figura 4 – Detalhe dos ocelos na região frontal-superior de cabeça de rainha de formiga *Camponotus atriceps*.

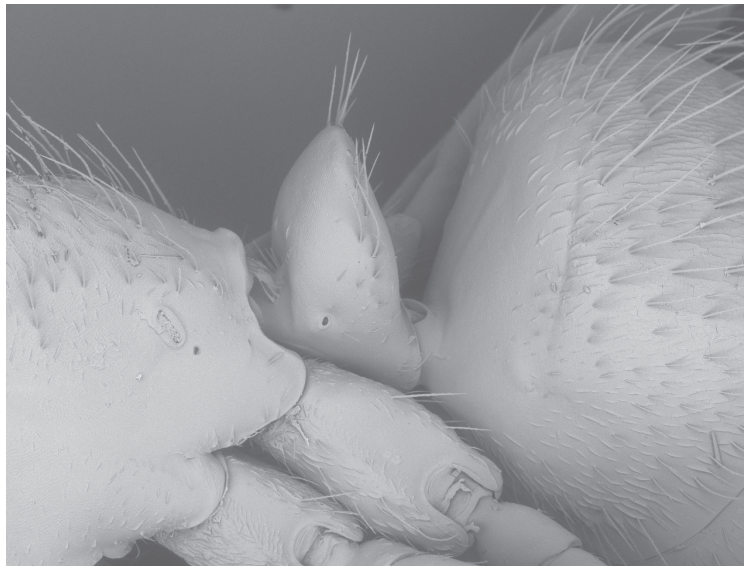


O tórax aparente, nas formigas e nos outros himenópteros, é formado por três segmentos (protórax, mesotórax e metatórax), os quais estão fundidos ao tergito do primeiro segmento abdominal (propodeo). Desta forma, o termo tórax não é morfológicamente correto para designar o propodeo mais o tórax verdadeiro. Os termos mesossoma ou alitrongo são mais adequados e o primeiro será adotado ao longo do texto.

A presença de espinhos na região dorsal do mesossoma é muito utilizado na identificação das formigas.

A cintura ou pedicelo segue o mesossoma e pode ser constituída de um ou dois segmentos abdominais (Figura 5). O pecíolo corresponde ao segundo segmento abdominal e geralmente, apresenta-se sob a forma de um nó (nodiforme), ou escama (escamiforme). No entanto, em alguns gêneros de formigas ele pode se apresentar como um segmento subcilíndrico que pode estar encoberto pelo gáster. O termo pós-pecíolo equivale ao terceiro segmento abdominal, que só é aplicado quando este é distintamente separado do pecíolo e do gáster, formando um segundo nó. A constituição da cintura é uma característica muito importante na identificação das formigas.

Figura 5 – Cintura de formiga. A. com um segmento; B. com dois segmentos.



TM3000_6718

2017/08/16 08:44 AL D12.1 x50 2 mm



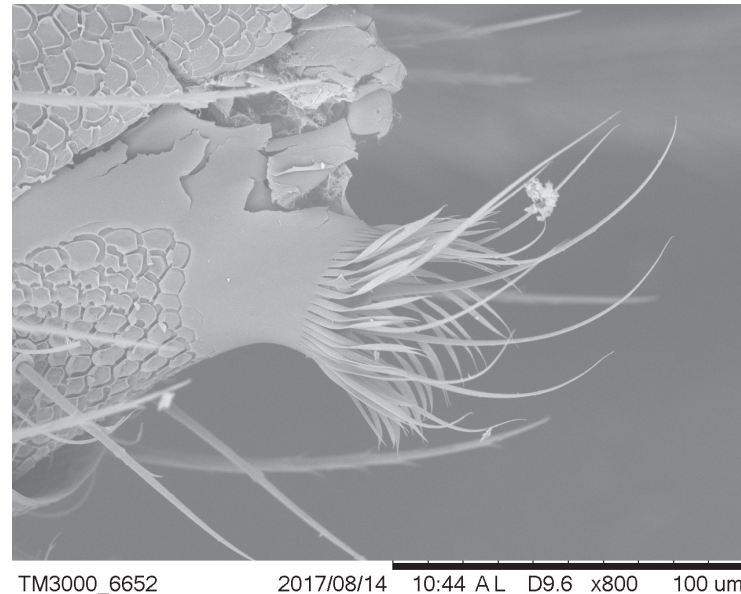
TM3000_6722

2017/08/16 09:17 AL D13.9 x50 2 mm

Morfológicamente, o gáster é constituído do 3º ao 7º segmentos do abdome quando só existe o pecíolo (um nó) e, do 4º ao 7º segmentos quando pecíolo e pós-pecíolo são nitidamente visíveis (dois nós). Na porção apical do gáster estão a abertura anal e do aparelho reprodutivo (no caso dos machos e fêmeas reprodutivas). Muitas formigas também apresentam um ferrão na extremidade do gáster.

Quando o ferrão está ausente, a presença ou ausência de um círculo de pelos na extremidade posterior do gáster também é utilizada na identificação das formigas. Esse círculo de pelos, quando presente, está envolvendo o acidóporo (Figura 6), que corresponde à abertura da glândula ácida.

Figura 6 – Acidóporo de formiga em detalhe.



Coleta de formigas para identificação

Os espécimes coletados devem ser colocados diretamente em álcool 70%. Caso uma análise molecular seja necessária para confirmação da espécie, o melhor é depositar os exemplares em álcool a 90%.

Antes de se dar início ao processo de identificação, os exemplares devem ser retirados do álcool e colocados em papel absorvente para que o material esteja devidamente seco e todos os caracteres possam ser bem observáveis. Devem ser colocados de perfil, com a cabeça voltada para a esquerda e observado sob lupa, regulando o aumento de acordo com o tamanho da formiga. Uma boa lupa de mão também pode auxiliar na identificação.

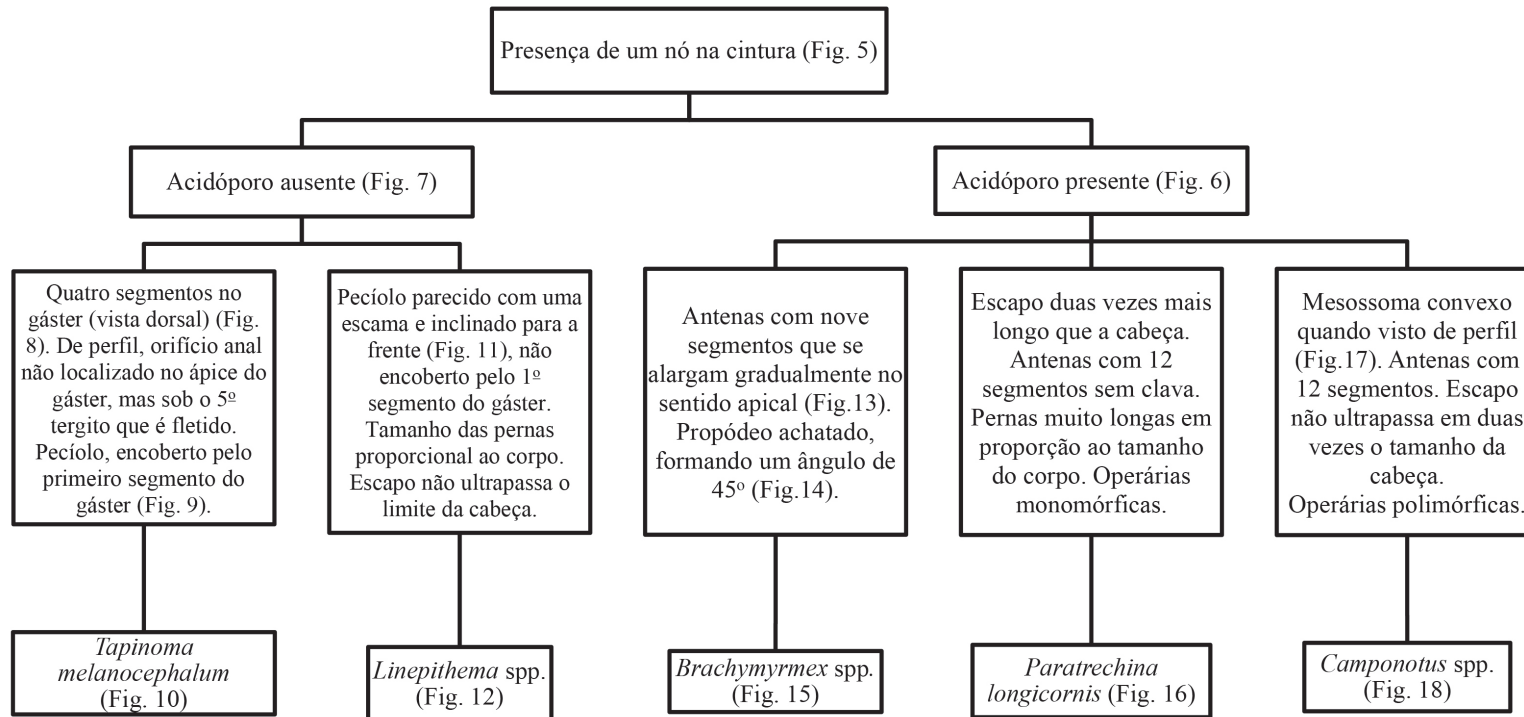
A montagem em alfinetes auxilia na identificação. Para tanto, cola-se o exemplar de formiga em um triângulo de papel e este é espetado em alfinete entomológico, geralmente de números 2 ou 3. As formigas montadas são então inseridas em coleções científicas. Para mais detalhes, veja o capítulo Coleções de Formigas Urbanas.

É importante salientar que nem todas as espécies de formigas encontradas próximo às residências foram incluídas na chave; muitas delas não invadem as residências.

Por outro lado, as formigas cortadeiras (saúvas e quenquéns) foram incluídas devido a sua grande importância econômica e serem comuns nos jardins, apesar de, geralmente, não invadirem residências.

Se não for possível identificar a espécie utilizando a chave apresentada, deve-se colocar vários exemplares em frasco com etanol 70% e encaminhar para especialistas em taxonomia de formigas. Se houver mais de um tamanho de operária, coletar todos eles, especialmente os maiores.

Chave pictórica simplificada para a identificação de formigas urbanas (Adaptada de BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).



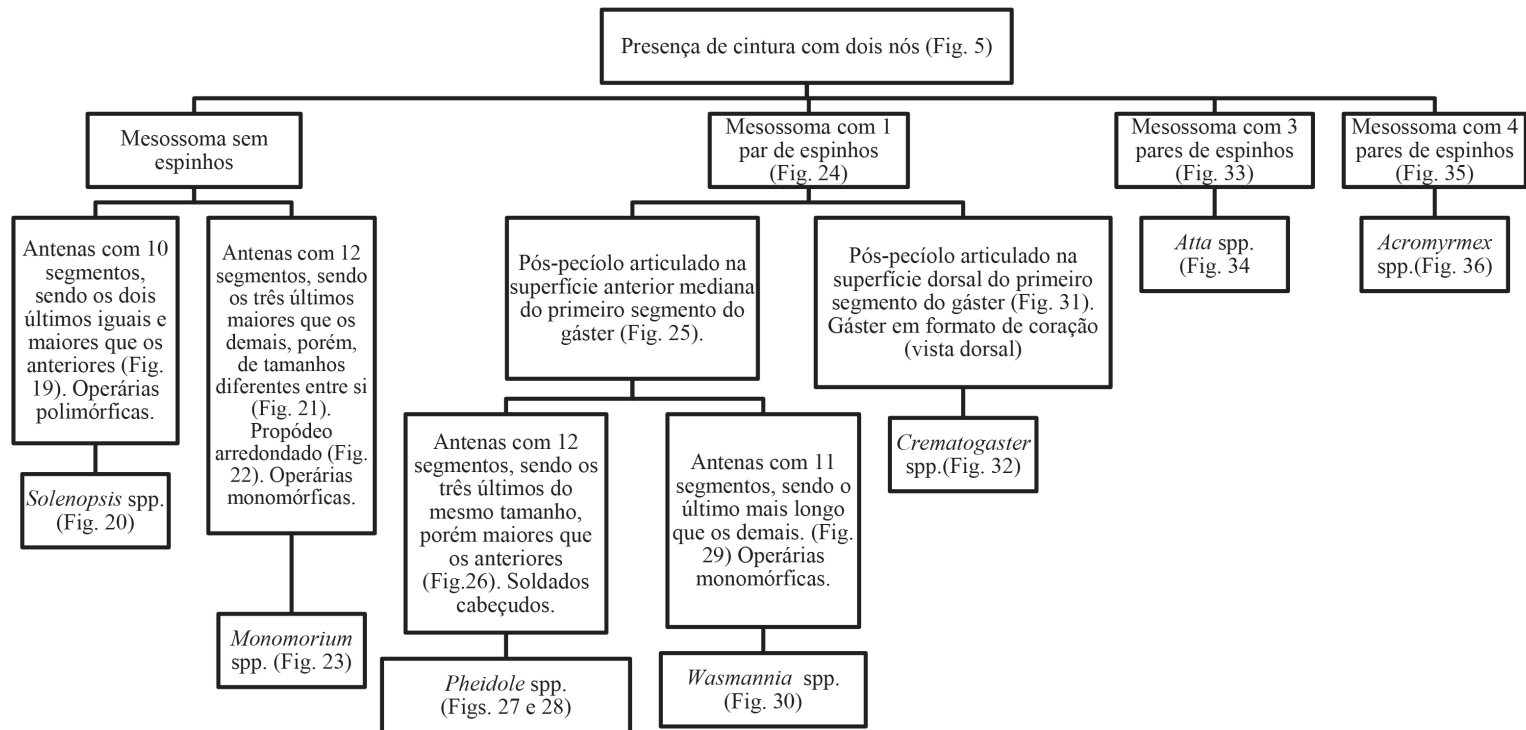
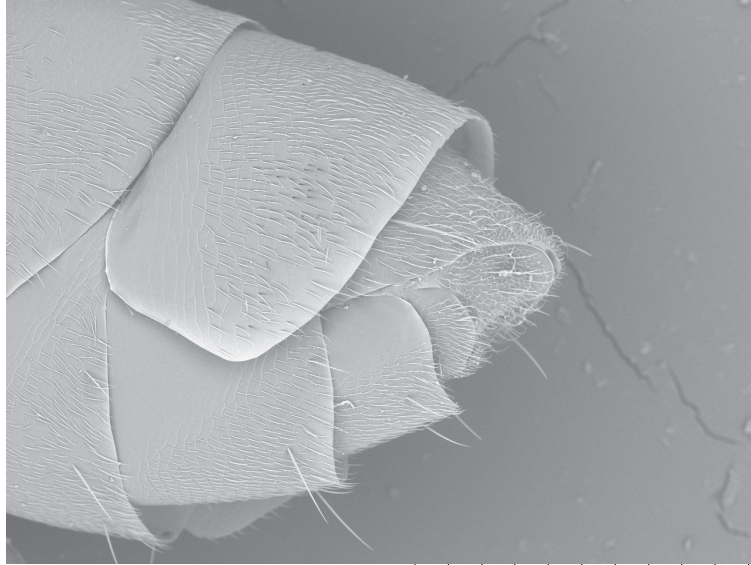
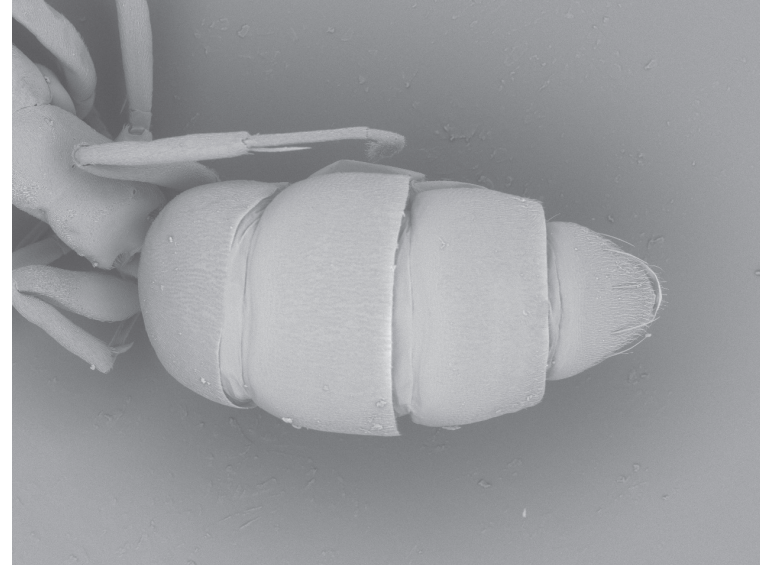


Figura 7 – Extremidade de gáster de formiga sem acidóporo.



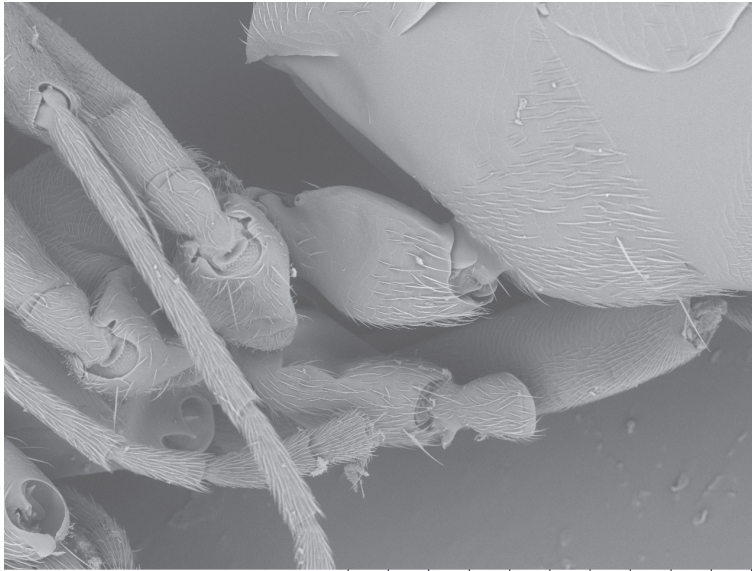
TM3000_6815 2017/09/04 09:02 AL D8.6 x250 300 um

Figura 8 – Vista dorsal mostrando quatro segmentos gástrais.



TM3000_6651 2017/08/14 10:29 AL D10.9 x100 1 mm

Figura 9 – Pecíolo encoberto pelo primeiro segmento gastral.



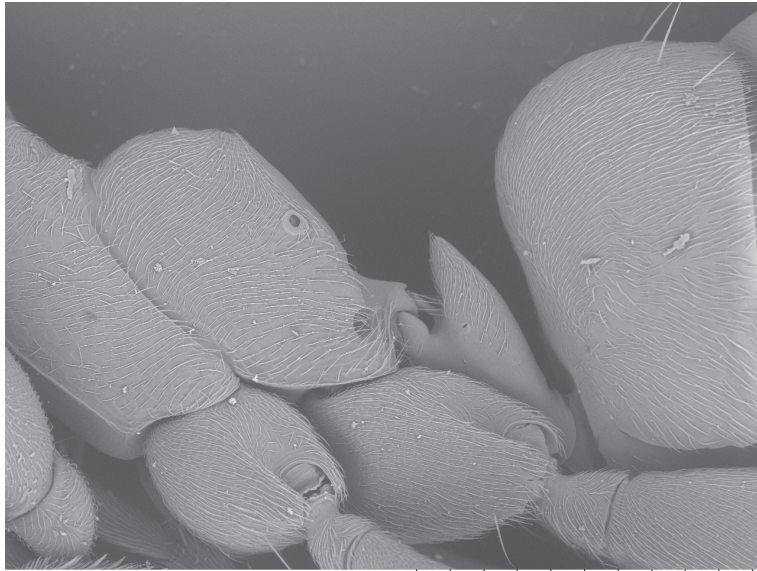
TM3000_6816 2017/09/04 09:04 AL D8.9 x300 300 um

Figura 10 – *Tapinoma melanocephalum*.



TM3000_7388 2017/09/25 08:53 AL D8.4 x80 1 mm

Figura 11 – Pecíolo escamiforme inclinado para frente.



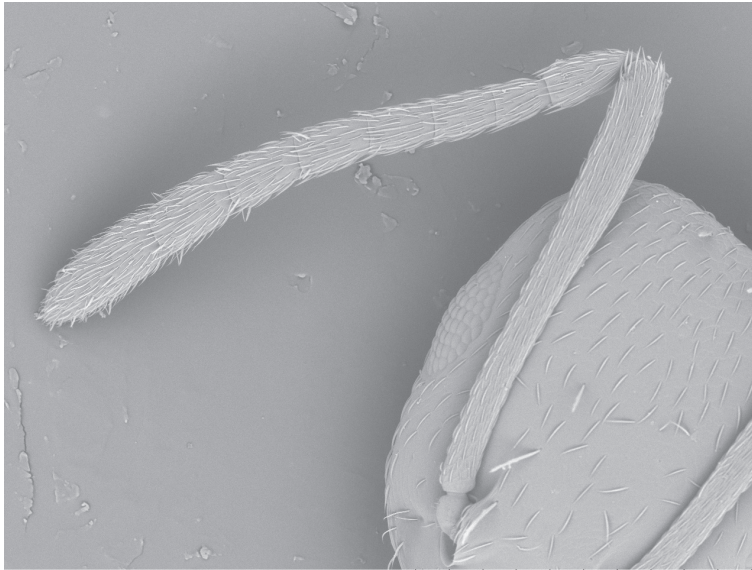
TM3000_6824 2017/09/04 09:58 A L D8.8 x250 300 um

Figura 12 – *Linepithema humile*.



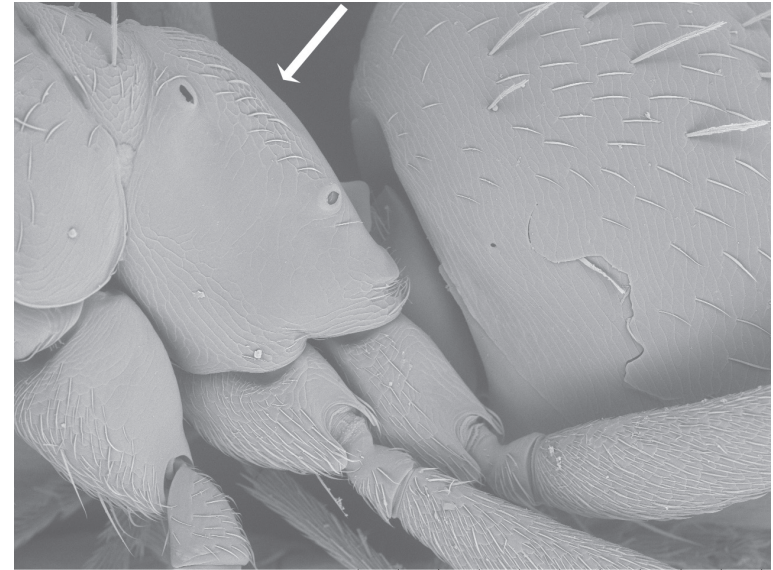
TM3000_7109 2017/09/19 08:30 A L D8.9 x60 1 mm

Figura 13 – Antena com nove segmentos.



TM3000_6825 2017/09/04 10:08 A L D8.7 x250 300 um

Figura 14 – Propodeo achatado em ângulo de 45 graus.



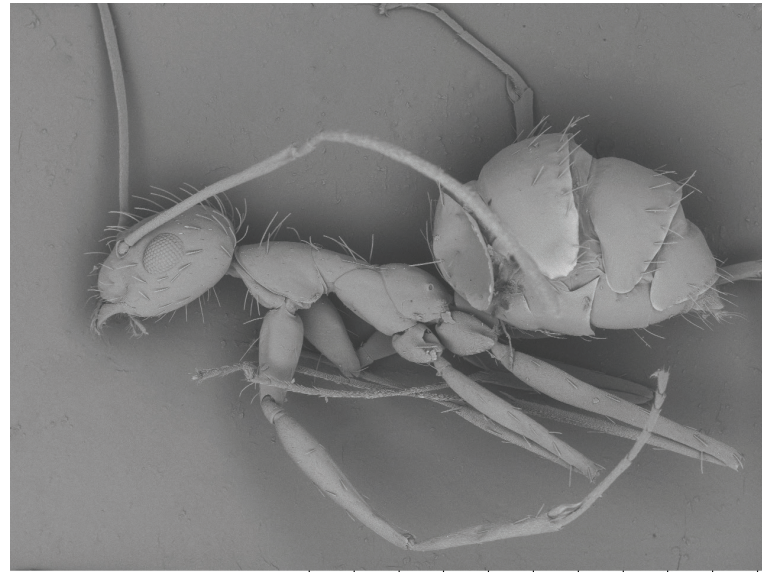
TM3000_6828 2017/09/04 10:18 A L D8.2 x300 300 um

Figura 15 – *Brachymyrmex* sp.



TM3000_7112 2017/09/19 08:44 AL D8.7 x80 1 mm

Figura 16 – *Paratrechina longicornis*.



TM3000_7413 2017/09/25 15:24 AL D9.3 x50 2 mm

Figura 17 – Detalhe do mesossoma convexo em perfil.



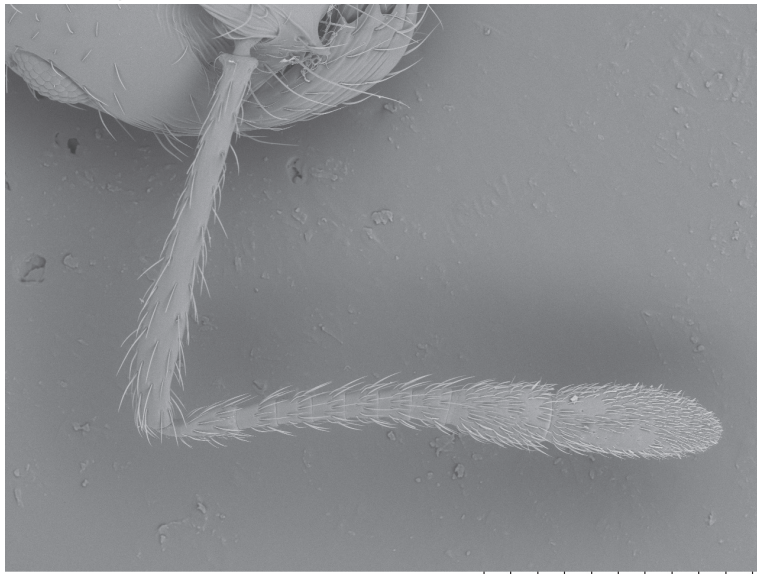
TM3000_6716 2017/08/16 08:34 AL D13.5 x30 2 mm

Figura 18 – *Camponotus* sp.



TM3000_7422 2017/09/28 10:14 AL D12.3 x40 2 mm

Figura 19 – Antena com 10 segmentos, sendo os dois últimos maiores que os anteriores.



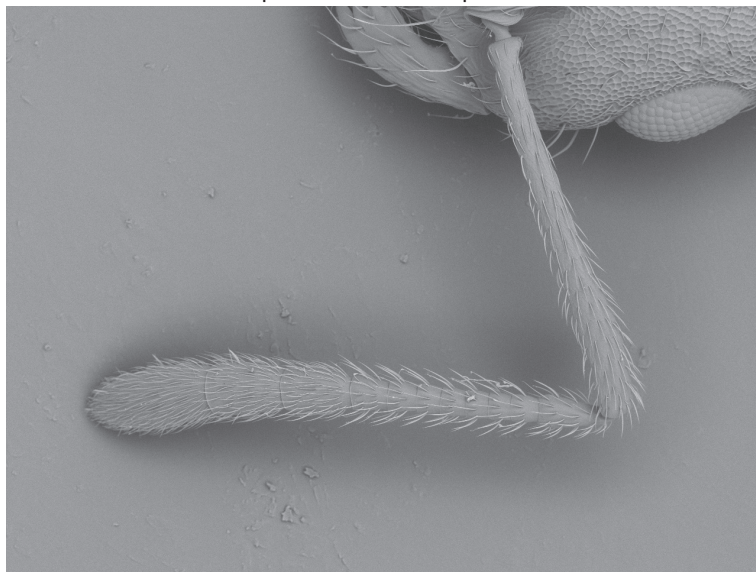
TM3000_6638 2017/08/14 09:27 A L D10.2 x120 500 um

Figura 20 – *Solenopsis* sp.



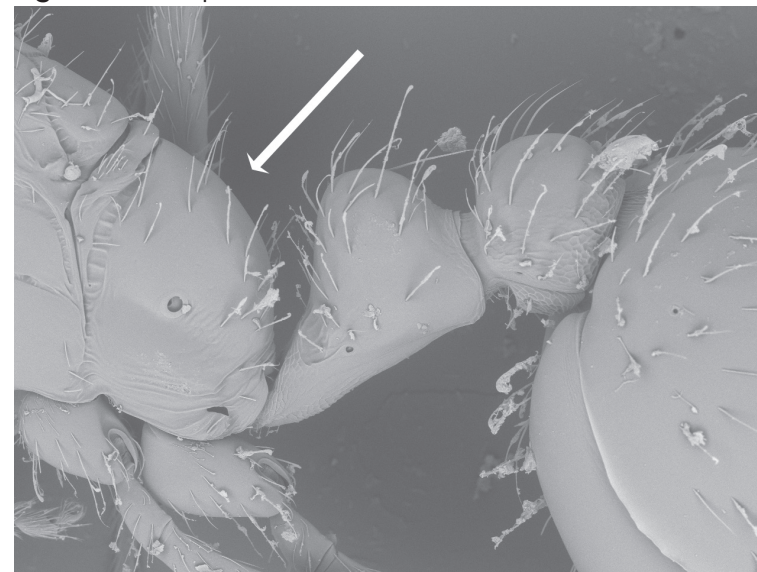
TM3000_7405 2017/09/25 14:25 A L D10.6 x50 2 mm

Figura 21 – Antena com 12 segmentos, sendo os três últimos do mesmo tamanho, porém maiores que os anteriores.



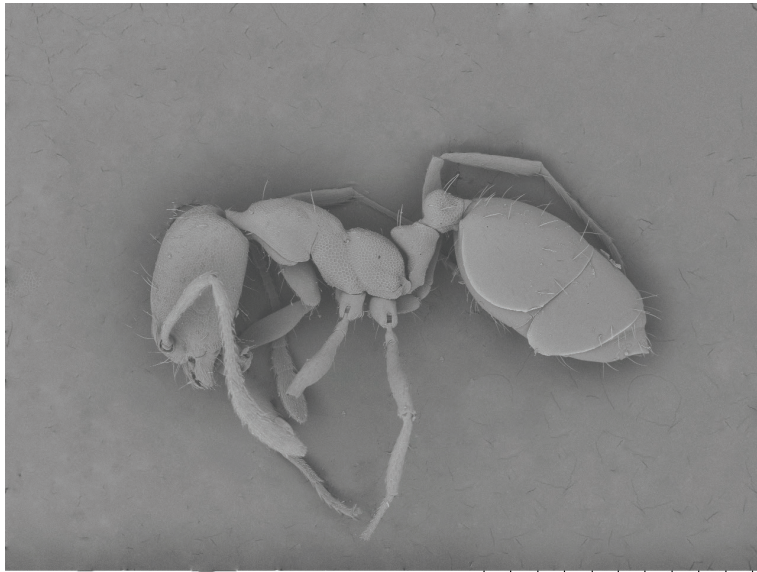
TM3000_6649 2017/08/14 10:15 AL D10.5 x150 500 um

Figura 22 – Propodeo arredondado.



TM3000_6644 2017/08/14 09:52 AL D10.5 x180 500 um

Figura 23 – *Monomorium* sp.



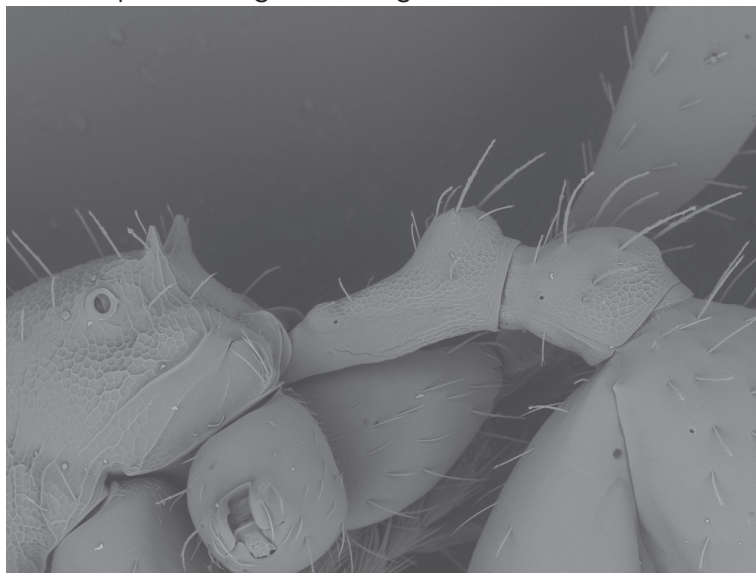
TM3000_7408 2017/09/25 14:48 AL D9.6 x60 1 mm

Figura 24 – Mesossoma com um par de espinhos.



TM3000_6633 2017/08/14 08:59 AL D10.3 x150 500 um

Figura 25 – Pós-pecíolo articulado na superfície anterior mediana do primeiro segmento do gáster.



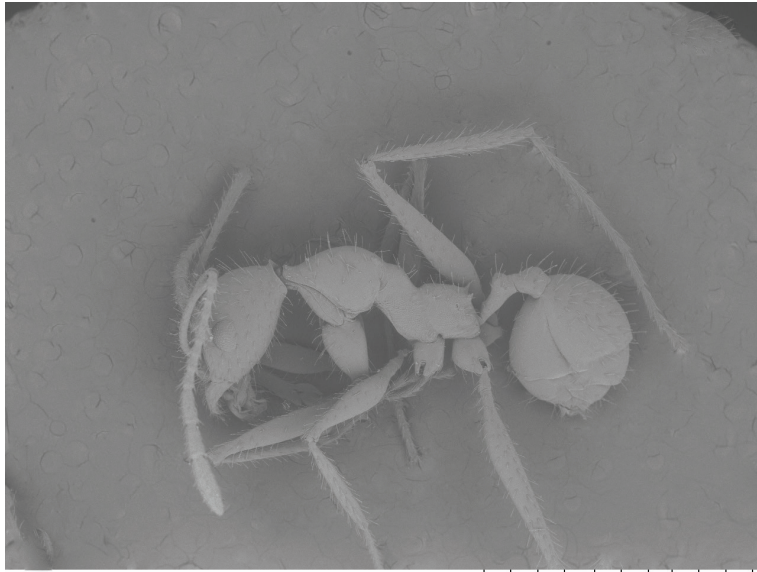
TM3000_6820 2017/09/04 09:36 A L D7.8 x150 500 um

Figura 26 – Antena com 12 segmentos, sendo os três últimos maiores que os anteriores.



TM3000_6819 2017/09/04 09:32 A L D6.9 x100 1 mm

Figura 27 – Operária de *Pheidole* sp.



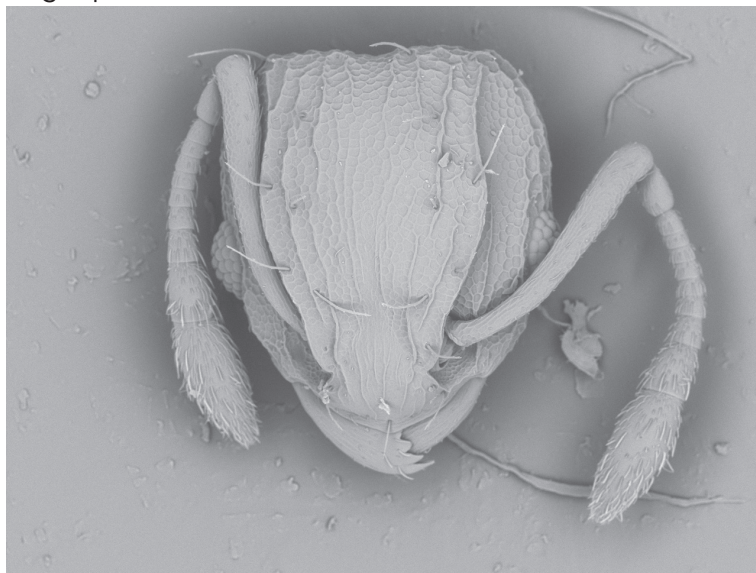
TM3000_7399 2017/09/25 09:57 A L D10.1 x30 2 mm

Figura 28 – Soldado de *Pheidole* sp.



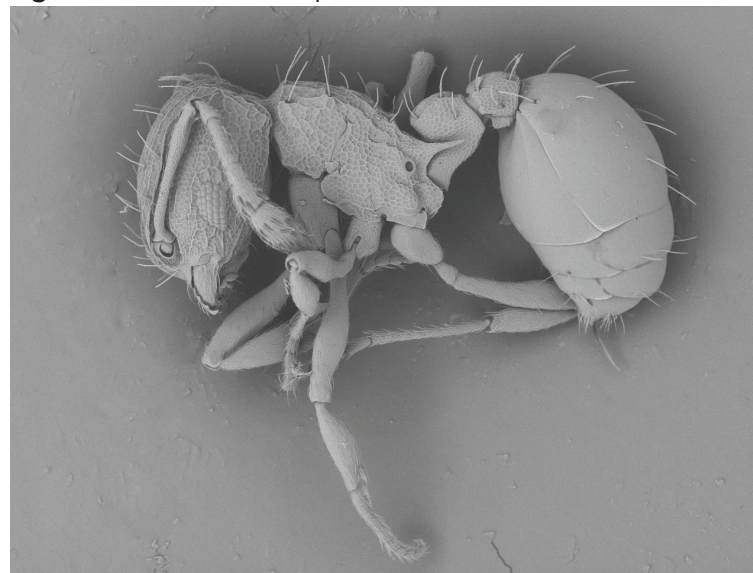
TM3000_7398 2017/09/25 09:48 A L D11.7 x30 2 mm

Figura 29 – Antena com 11 segmentos, sendo o último mais longo que os demais.



TM3000_6630 2017/08/14 08:41 AL D10.4 x180 500 um

Figura 30 – *Wasmannia* sp.



TM3000_7122 2017/09/19 09:41 AL D8.9 x100 1 mm

Figura 31 – Pós-pecíolo articulado na superfície dorsal do primeiro segmento do gáster.



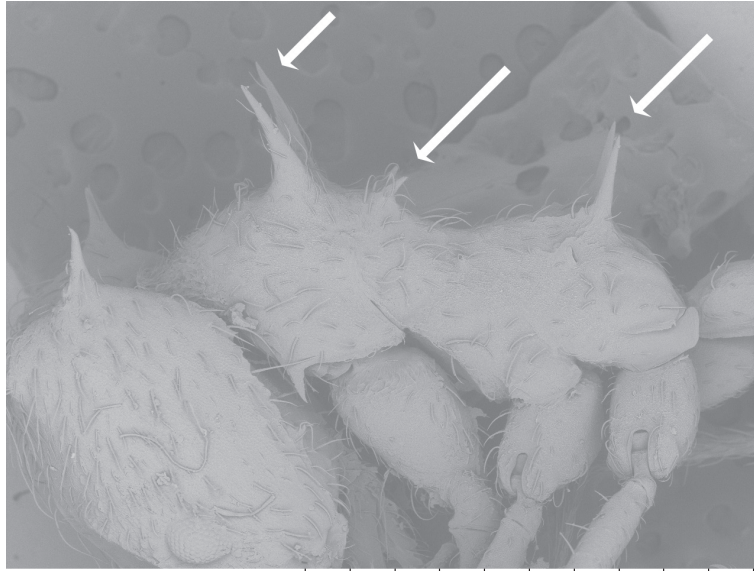
TM3000_6634 2017/08/14 09:05 A L D10.2 x60 1 mm

Figura 32 – *Crematogaster* sp.



TM3000_7404 2017/09/25 14:16 A L D9.4 x40 2 mm

Figura 33 – Detalhe de mesossoma com três pares de espinhos.



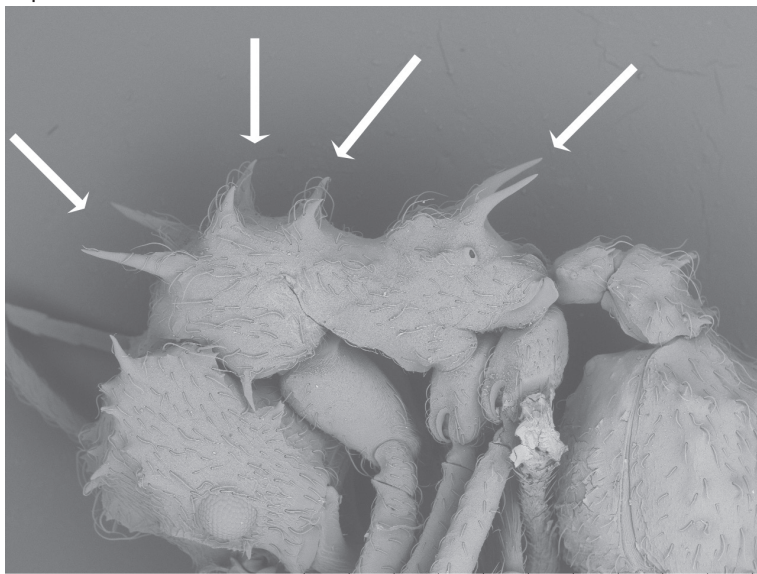
TM3000_6721 2017/08/16 09:11 AL D15.9 x50 2 mm

Figura 34 – *Atta sexdens*.



TM3000_7393 2017/09/25 09:26 AL D12.4 x30 2 mm

Figura 35 – Detalhe de mesossoma com quatro pares de espinhos.



TM3000_6821 2017/09/04 09:43 AL D7.7 x50 2 mm

Figura 36 – *Acromyrmex* sp.



TM3000_7146 2017/09/19 11:18 AL D11.7 x30 2 mm

Glossário

acidóporo: orifício que expelle o ácido fórmico. Característico da subfamília Formicinae. Aparece como uma projeção arredondada cercada por uma franja de pêlos (Figura 6).

cintura: termo utilizado para os segmentos abdominais que se localizam entre o mesossoma e o gáster. Pode ser formada somente pelo pecíolo (Figura 5A) ou pelo pecíolo e pós-pecíolo (Figura 5B).

escapo: primeiro segmento da antena que articula com a cabeça e é visivelmente maior que os próximos segmentos.

gáster: segmentos abdominais 3 a 7 quando a cintura só apresenta um nó e segmentos abdominais 4 a 7 quando a cintura apresenta 2 nós.

mesossoma: também conhecido como alitrongo. O mesossoma é formado por três segmentos do tórax verdadeiro (pro-, meso-, e metatórax) fundidos com o primeiro segmento abdominal (propódeo). Os três pares de pernas ligam-se ao mesossoma que se localiza logo após a cabeça.

pecíolo: segundo segmento abdominal. Localiza-se entre o mesossoma e o gáster.

pós-pecíolo: terceiro segmento abdominal. Este termo é aplicado quando ele é diferenciado do gáster, formando um nó bastante aparente.

propódeo: tergito do primeiro segmento abdominal que é fundido ao tórax. Pode ostentar espinhos ou dentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Iago Bueno da Silva, Mestrando em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular), da Universidade Estadual Paulista - UNESP Rio Claro, pelo desenho da Figura 1, a Simone Bacilieri, do Instituto Biológico, pela formatação de chaves e a Antonio Teruyoshi Yabuki pelas fotos de Microscopia Eletrônica de Varredura.

Referências

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

CAMPOS, A.E.C.; KATO, L.M.; ZARZUELA, M.F.M. Occurrence of different gynandromorphs and ergatandromorphs in laboratory colonies of the urban ant, *Monomorium floricola*. Journal of Insect Science, v.2011, disponível online: insectscience.org/11.17. 2011

FOUCAUD, J.; JOURDAN, H.; LE BRETON, J.; LOISEAU, A.; KONGHOULEUX, D.; ESTOUP, A. Rare sexual reproduction events in the clonal reproduction system of introduced populations of the little fire ant. Evolution, v.60, n.8, p.1646–1657, 2006.

FOURNIER, D.; ESTOUP, A., ORIVEL, J.; FOUCAUD J.; JOURDAN, H.; LE BRETON, J.; KELLER, L. Clonal reproduction by males and females in the little fire ant. Nature, v.435, n.7046, p.1230-1234, 2005

GIRAUD, T.; PEDERSEN, J.S.; KELLER, L. Evolution of supercolonies: the Argentine ants of southern Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.99, p.6075–6079, 2002.

HÖLLDOBLER, B., WILSON, E.O. The ants. Harvard University Press, 1990. 732p.

JAQUIÉRY, J.; VOGEL, V.; KELLER, L. Multilevel genetic analyses of two European supercolonies of the Argentine ant, *Linepithema humile*. Molecular Ecology, v.14, n.2, p.589-598, 2005.

VIEIRA, A.S.; BUENO, O.C. Lipid mobilization and abundance of Acyl-Coenzyme A dehydrogenase in postpharyngeal gland of leaf-cutting ants. Sociobiology, v.63, p.1005-1012, 2017.

TÉCNICAS DE COLETA DE FORMIGAS NO AMBIENTE URBANO

CATARINA DE BORTOLI MUNHAE

Resumo

Este capítulo aborda o uso de diferentes técnicas de coletas de formigas em ambientes urbanos e discute a falta de padronização dessas técnicas no Brasil. Um total de 47 trabalhos realizados em residências, estabelecimentos comerciais e de saúde; além de áreas verdes urbanas foram compilados. Observou-se que as técnicas de coleta mais utilizadas são: isca atrativa, “pitfall” e coleta manual. Contudo, não há uma padronização do esforço amostral nem existe uniformidade na escolha das técnicas em relação ao tipo de ambiente, como também, não há regularidade para o número de coletas, número de iscas/armadilhas, tampouco para o tempo que as iscas/armadilhas são expostas. Dessa maneira, recomenda-se fortemente que sejam definidos protocolos amostrais e estabelecidas técnicas de coleta para formigas em ambientes urbanos, para que estudos possam ser comparados entre regiões distintas. A elaboração de uma logística de coleta para formigas que possa ser reproduzida por diferentes pesquisadores em localidades e situações distintas, proporcionará um avanço no conhecimento da ecologia deste grupo em áreas urbanas.

Introdução

Estudos com formigas no ambiente urbano apresentam variados objetivos, explorando tópicos como a descrição da diversidade; composição e similaridade das comunidades; estudo de espécies exóticas ou invasoras; controle químico; além de estudos relevantes à saúde pública, com o levantamento de espécies de formigas em hospitais, envolvendo-as ou não como vetores de microrganismos patogênicos; relacionando ou não a fatores bióticos ou abióticos do ambiente (SANTOS, 2016). Esse autor relata que foram publicados 108 artigos sobre formigas urbanas de 1945 a 2012, sendo que o Brasil, mesmo tendo os trabalhos realizados somente a partir da década de 80, foi o segundo país com mais publicações na área.

A escolha de uma técnica adequada, associada a um método bem elaborado, proverá melhor conhecimento das espécies ocorrentes em um dado local, assim como contribuirá com a proposição de planos de controle e proteção da diversidade biológica, no caso, mantendo áreas verdes urbanas, por exemplo.

Bestelmeyer et al. (2000) sugerem protocolos de execução de técnicas para coleta de formigas em áreas florestadas. O protocolo ALL (AGOSTI; ALONSO, 2000) é bastante difundido entre os pesquisadores que trabalham em áreas de mata, porém, não existe nada parecido para pesquisas com formigas em ambientes urbanos; ou seja, padronização de certos fatores como utilização de determinada técnica para cada tipo de ambiente urbano, recomendação do tempo de coleta, de permanência das iscas/armadilhas no campo, tampouco sobre o esforço amostral. Obviamente, o tipo de técnica de coleta vai variar de acordo com os objetivos do trabalho. Contudo, após a análise dos trabalhos realizados em áreas urbanas, pôde-se perceber que, mesmo sendo os objetivos os mesmos, os pesquisadores recorrem a uma extensa variação de artefatos e atrativos, que em conjunto com as variações no desenho amostral e na frequência das coletas, gera dificuldades na comparação direta dos resultados e na integração dos dados.

Este capítulo aborda as técnicas de coleta de formigas utilizadas em ambientes urbanos e, para isso, são considerados três ambientes distintos: (1) residências e/ou estabelecimentos comerciais; (2) estabelecimentos de saúde e (3) áreas verdes urbanas (praças, parques ou reservas urbanas).

Uma busca bibliográfica foi realizada no portal de periódicos da Capes, considerando as palavras-chaves: “urban ants Brazil”, sem selecionar base de dados específica. Além disso, alguns trabalhos foram obtidos com os próprios autores. Esta busca resultou em 65 trabalhos sobre formigas em ambientes urbanos no Brasil, desde 1993 até 2016. Destes, 47 foram considerados para análise (Tabela 1); os demais (18) não foram avaliados por terem objetivos que não eram, primariamente, a coleta de formigas.

Tabela 1 – Técnicas de coleta para formigas utilizadas nos trabalhos realizados em ambientes urbanos do Brasil de 1993 a 2016, separadas em três grupos de estudo: (1) residências e estabelecimentos comerciais, (2) estabelecimentos de saúde, (3) áreas verdes urbanas.

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
(1) Residências e Estabelecimentos Comerciais			
Residências	Ilhéus – BA	Isca Material atrativo: mel Recipiente: tubos de vidro (compr: 50 mm, diâmetro: 7 mm)	Delabie et al. (1995)
Residências	Pelotas – RS	Coleta manual com pincel e pinça	Silva e Loeck (1999)
Residências	Manaus – AM	Isca Material atrativo: melaço de cana Recipiente: tubos de vidro (50 x 7 mm)	Marques et al. (2002)
Residências, indústrias de alimentos e prédios públicos	Maringá – PR	Coleta manual com pincel e pinça	Oliveira e Campos- Farinha (2005)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Residências	Uberlândia – MG	Isca-armadilha Material atrativo: solução açucarada de camomila “Armadilha”: recipiente de vidro (10 cm de altura, com uma abertura de 1,5 cm de diâmetro no centro da tampa), onde se coloca um tubo plástico de 6 cm, sem atingir o fundo do recipiente	Soares et al. (2006)
Comércio e residências	Pinhalzinho – SC	Isca Material atrativo: sardinha Recipiente: papel vegetal Coleta manual com cotonete umedecido em álcool	Farneda et al. (2007)
Residências	Mogi das Cruzes – SP	Isca Material atrativo: fígado desidratado, mel, bolo de abacaxi e óleo de amendoim Recipiente: canudos de 2 cm	Kamura et al. (2007)
Residências e cozinhas industriais	Sorocaba – SP	Coleta manual com pinça Folha de papel, onde as formigas chegavam e eram coletadas	Zarzuela et al. (2007)
Residências e estabelecimentos comerciais	Xanxerê – SC	Isca Material atrativo: sardinha Recipiente: não informado Coleta manual com cotonetes	Iop et al. (2009)
Residências	Campinas – SP	Isca Material atrativo: fígado desidratado, bolo, mel e óleo de amendoim Recipiente: canudos de 3 cm	Silva et al. (2009)
Residências	Mossoró – RN	Coleta manual com pinça e pincel	Costa et al. (2010)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Residências	São Paulo – SP	Isca Material atrativo: figado desidratado, mel, bolo de abacaxi e óleo de amendoim Recipiente: canudos de 7 cm	Piva e Campos (2012)
(2) Estabelecimentos de Saúde			
Hospital		Coleta manual com cotonete esterilizado “Forceps” esterilizado	Fowler (1993)
Hospitais	Viçosa – MG	Isca Material atrativo: mel e sardinha Recipiente: não informado Coleta manual	Santos et al. (2002)
Hospital	Sorocaba– SP	Isca Material atrativo: figado desidratado, mel e bolo de abacaxi Recipiente: canudos de 2 cm	Zarzuela et al. (2002)
Hospitais	Campos dos Goytacazes – RJ	“Forceps” esterilizado	Moreira et al. (2005)
Hospitais	Chapecó – SC	Coleta manual com cotonete umedecido em água destilada	Lise et al. (2006)
Hospitais e postos de saúde	Bagé – RS	Coleta manual utilizando pincel e pinça	Bicho et al. (2007)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Hospitais	Ponta Porã – MS	Isca Material atrativo: mel Recipiente: pequenos copos plásticos de café	Ferreira et al. (2008)
Hospital	Morrinhos – GO	Isclas Material atrativo: carboidrato e proteína Recipiente: canudos de 5 cm	Pesquero et al. (2008)
Estabelecimentos de saúde	Bandeirantes – PR	Isca Material atrativo: fígado desidratado, mel e bolo de abacaxi Recipiente: canudos de 2 cm Coleta manual utilizando pincel	Rando et al. (2009)
Hospitais	Divinópolis – MG	Isca Material atrativo: sardinha, mel e bolo de abacaxi; açúcar de confeitiro e mel Recipiente: tubos de ensaio (7,6 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro)	Santos et al. (2009a)
Hospitais	Ivinhema – MS	Isca Material atrativo: mel Recipiente: pequenos copos plásticos de café	Santos et al. (2009b)
Hospital universitário	Uberaba – MG	Isca Material atrativo: mel Recipiente: tubos de ensaio	Teixeira et al. (2009)
Hospital público	Luz – MG	Isclas Material atrativo: sardinha; mel e bolo de abacaxi; açúcar de confeitiro e mel Recipiente: tubos de ensaio (7,6 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro)	Fonseca et al. (2010)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Hospital materno-infantil	Palmas – TO	Isca Material atrativo: figado, bolo, mel e óleo de amendoim Recipiente: canudos	Bragança e Lima (2010)
Hospital público	Chapadinha – MA	Coleta manual utilizando pincel	Carvalho et al. (2011)
Hospitais	Porto Alegre – RS	Coleta manual com cotonete	Garcia et al. (2011)
Hospitais	Pelotas – RS	Isca Material atrativo: pasta de açúcar, mel e minhoca; sardinha Recipiente: tubos de 5 mL	Gonçalves et al. (2011)
Hospital público	São Luis – MA	Garrafas plásticas cortadas ao meio Material atrativo: figado, fruta e bolo de mel	Lima et al. (2013)
Hospital de clínicas	Uberaba – MG	Isca Material atrativo: mel de abelha Recipiente: não informado	Pelli et al. (2013)
Hospital	São Paulo – SP	Isca Material atrativo: isca atrativa esterilizada Recipiente: tubo ‘falcon’	Máximo et al. (2014)
Hospital	Campos Gerais – MG	Isca Material atrativo: mel e sardinha Recipiente: papéis identificados	Silveira et al. (2014)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
(3) Áreas Verdes Urbanas			
Parque Ambiental (Cerrado e Caatinga)	Teresina – PI	Coleta manual com pinça Aspirador manual	Fontes e Almeida Filho (2002)
Parque Estadual da Cantareira	São Paulo – SP	Extrator Winkler	Feitosa e Ribeiro (2005)
Parques e Reservas Urbanas (Fragmentos de Mata Atlântica)	São Paulo – SP	“Pitfall” Material para conservação: álcool	Morini et al. (2007)
Parques, Praças e Reservas (Cerrado)	Uberlândia – MG	“Pitfall” com atrativo de sardinha na borda (a sardinha era amassada resultando em uma pasta e passada ao redor da borda do “pitfall”) Material para conservação: água e detergente	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Bacia da Sanga (eucalipto, mata nativa, gramíneas)	Chapecó – SC	“Pitfall” Material para conservação: água e detergente	Ilha et al. (2009)
Praças	Mogi das Cruzes – SP	Isca Material atrativo: sardinha Recipiente: papel absorvente Coleta manual com pinça e pincel	Munhae et al. (2009)

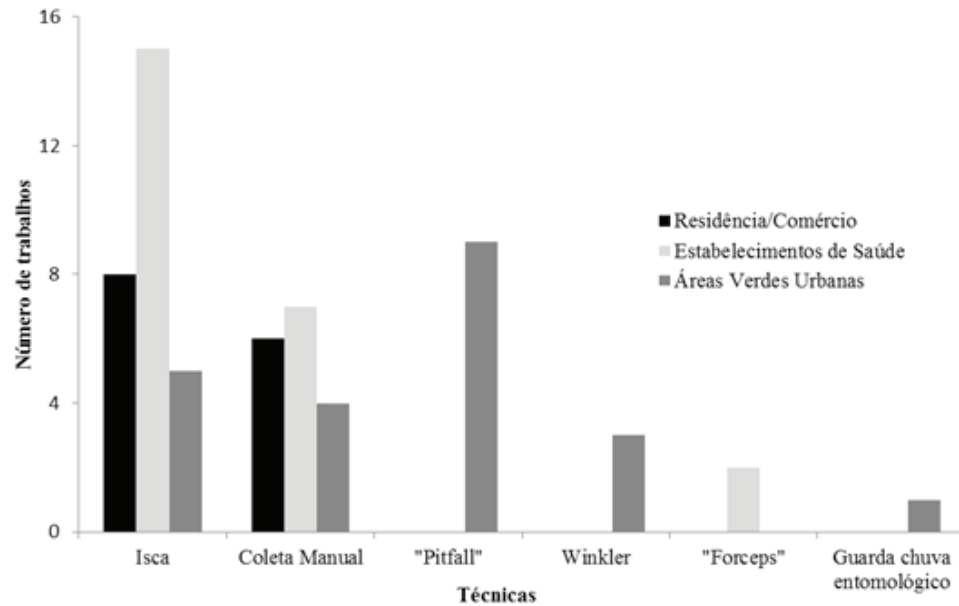
Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Parque Estadual	Londrina – PR	Isca Material atrativo: sardinha Recipiente: não informado “Pitfall” Material para conservação: água e detergente	Lopes et al. (2010)
Bosque Municipal (Mata Atlântica)	Marília – SP	Isca Material atrativo: mel com sardinha Recipiente: placa de plástico (10 x 10 cm) “Pitfall” Material para conservação: solução aquosa de formalina 3%	Dáttilo et al. (2011)
Parque do Instituto Biológico	São Paulo – SP	“Pitfall” Extrator de Winkler	Ribeiro et al. (2012)
Áreas verdes urbanas	Mogi das Cruzes – SP	“Pitfall” Material para conservação: não informado	Souza et al. (2012)
Fragmentos florestais, áreas verdes urbanas, escolas, centro de reciclagem,	Dez cidades do Sul do país	Isca Material atrativo: sardinha e glicose Recipiente: retângulos de papel poroso Coleta manual com pinças e hastes de algodão umedecido em álcool	Lutinski et al. (2013)
Fragmento urbano	Uruará – PA	“Pitfall” Material para conservação: não informado	Cajaiba e Silva (2014)

Ambiente	Localidade	Técnica de Coleta	Referências
Remanescentes de mata	Região metropolitana de Salvador – BA	Extrator de Winkler Coleta manual Guarda-chuva entomológico	Melo et al. (2014)
Parques urbanos	São Paulo e Mogi das Cruzes – SP	“Pitfall” Material para conservação: não informado	Souza et al. (2016)

Constatou-se que os estabelecimentos de saúde são os ambientes urbanos mais estudados, representando 44,7% dos trabalhos analisados. Em seguida, têm-se as áreas verdes urbanas, com 29,8% e, por fim, residências e estabelecimentos comerciais, equivalendo a 25,5%.

As técnicas de coleta mais utilizadas no ambiente urbano são: iscas atrativas, “pitfall” e coleta manual, utilizando pinça e pincel. Em parques urbanos, quando a área tem serapilheira, também se utiliza mini extratores de Winkler (Figura 1).

Figura 1 – Técnicas de coleta mais utilizadas nos ambientes urbanos para a coleta de formigas.



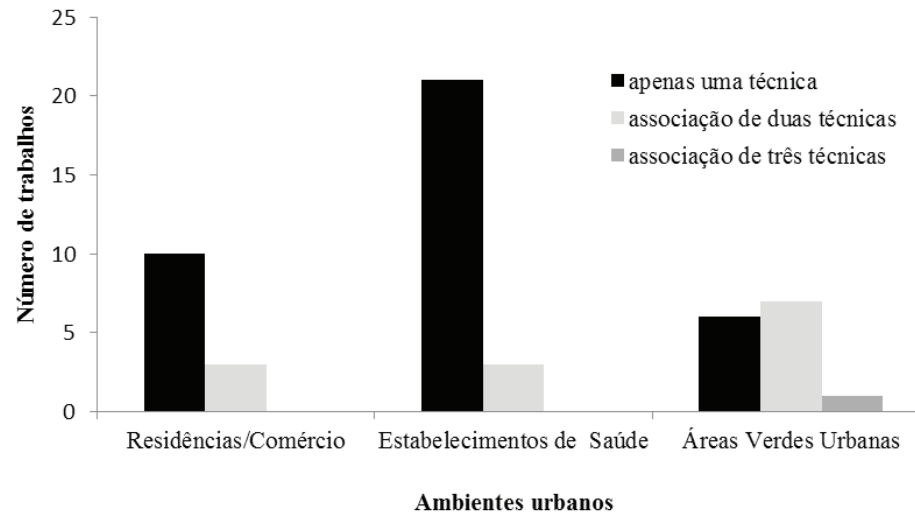
Constata-se que a maior parte dos trabalhos utiliza isca ou coleta manual; mas não há padronização das mesmas. No caso de iscas, não há uniformidade na escolha do atrativo e quantidade; inclusive no tipo de recipiente onde o material é depositado. No que diz respeito ao atrativo, existem muitas variações, sendo que alguns estudos empregam três tipos (fonte de proteína, carboidrato e gordura), outros utilizam dois tipos (proteína e carboidrato), enquanto muitos apenas uma fonte (ou proteína ou carboidrato) (Tabela 1).

Na coleta manual não há padronização no esforço amostral. O uso do “pitfall” é bem empregado apenas nas áreas verdes urbanas, pois é praticamente impossível utilizá-lo em residências e estabelecimentos comerciais/de saúde. Mesmo assim,

também não há um padrão na confecção dessas armadilhas e, alguns pesquisadores utilizam atrativo na borda do “pitfall”, enquanto outros não. O extrator de Winkler, ou melhor, mini-extrator, é limitado às áreas verdes urbanas com serapilheira.

O emprego de diferentes técnicas de coleta, contribui para uma amostragem mais completa, ou seja, quando se aumenta o número de técnicas em um estudo, conseqüentemente, aumenta-se também o número de espécies amostradas, visto que determinadas técnicas são mais seletivas do que outras (iscas com atrativos tendem a atrair espécies dominantes, por exemplo). Entretanto, percebe-se que a maior parte dos trabalhos realizados em ambientes urbanos utiliza apenas uma técnica, sendo que áreas verdes urbanas são os locais onde mais se associam dois ou três tipos de técnicas (Figura 2). Isca e coleta manual são as mais associadas em residências/comércio e em estabelecimentos de saúde, enquanto que em áreas verdes urbanas, iscas e “pitfall”, assim como “pitfall” e “Winkler”.

Figura 2 – Técnicas para coleta de formigas em ambientes urbanos de acordo com o número de trabalhos publicados.



Embora muitos trabalhos não deixem claro como preparam suas iscas e/ou armadilhas, segue abaixo uma descrição resumida de como, no geral, são utilizadas as técnicas para coletas de formigas urbanas no Brasil.

I. Iscas

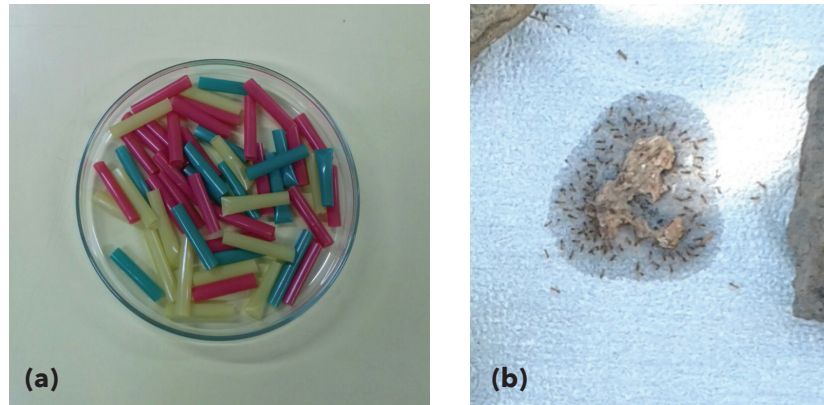
As iscas usam substâncias alimentícias para atrair as formigas que estejam forrageando no local. Os atrativos mais utilizados, de maneira isolada, são sardinha e mel. Contudo, o mais empregado é a combinação de fígado bovino desidratado, mel, bolo de fruta e óleo de amendoim. Em menor proporção são também usados melaço de cana; mel e sardinha combinados; mel, açúcar e minhoca amassados formando uma pasta.

A utilização de sardinha geralmente ocorre sob a forma de uma pasta, amassando a sardinha em conserva e misturando com uma pequena quantidade do óleo. A maioria dos trabalhos não cita a quantidade de pasta utilizada em cada isca. No que diz respeito à utilização do mel, geralmente é colocado em pequenos recipientes plásticos; também sem uma quantidade definida.

Quando da combinação do fígado bovino desidratado, mel, bolo de fruta e óleo (amendoim ou soja) em uma mesma isca, geralmente são acondicionados em canudos plásticos de 2 a 7 cm (Figura 3a). Comumente, o fígado bovino é batido em liquidificador e desidratado em estufa. No geral, utilizam-se as mesmas proporções de fígado desidratado, mel e bolo de fruta, acrescentando uma quantidade de óleo suficiente para obter a consistência pastosa.

Além dessas, existem muitas outras formas de como as iscas são dispostas, podendo ser em quadrados de papel (Figura 3b), em copos plásticos de café, em garrafas plásticas cortadas ao meio ou em pequenos recipientes de vidro. O tempo em que cada isca permanece nos ambientes é extremamente variável, podendo ser entre 20 minutos a 24 horas.

Figura 3 – Formas mais comuns em que as iscas são dispostas nos ambientes urbanos: canudo (a) e sardinha sobre papel (b).



Segundo Silvestre e Brandão (2000), não é necessário utilizar itens variados como atrativos para coleta de formigas. De acordo com esses autores não existe diferença significativa no número de espécies amostrado entre iscas de sardinha em óleo e mel diluído em água. Isto porque as guildas que patrulham a superfície do solo e a vegetação são generalistas e a maioria das espécies é onívora. Desta forma qualquer fonte de proteína, gordura ou carboidrato vai ser eficiente para capturar estas espécies.

Todavia, como se trata de ambiente urbano, raramente serão encontradas espécies com hábitos mais especializados, salvo talvez em áreas verdes, oriundas da fragmentação de vegetação nativa.

II. "Pitfall"

"Pitfall" (Figura 4) é uma armadilha de queda e pode ser enterrada no solo ou pendurada na vegetação; sendo que os animais ativos vão cair involuntariamente dentro dessa armadilha. Esta armadilha deverá conter algum líquido para preservá-los, usualmente água com álcool ou formol (ocupando geralmente 1/3 do volume do recipiente), com algumas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial da água; ou ainda água, detergente e sal – essa última mistura evita que as formigas se quebrem. Em regiões mais secas, é interessante inspecionar diariamente as armadilhas para verificar se os produtos não evaporaram. Nos ambientes urbanos, essa técnica de coleta é utilizada somente em áreas verdes, como praças, parques ou reservas, visto que é praticamente impossível instalá-los em residências, prédios comerciais ou estabelecimentos de saúde. Algumas vezes, pode-se utilizar algum tipo de atrativo nessas armadilhas, como óleo de sardinha em conserva.

Em geral, nos trabalhos em áreas urbanas confeccionam-se os "pitfalls" com copos de plásticos de 200 mL ou 500 mL; ou com garrafas 'PET' (16 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro) e os mesmos permanecem na área por um período que varia entre 36 horas, 48 horas e até uma semana. O tempo prolongado de exposição do "pitfall" é desaconselhável, pois os espécimes começam a apodrecer. É importante ressaltar que em muitos trabalhos não é especificado como são preparadas as armadilhas de "pitfall".

Figura 4 – “Pitfall” contendo líquido para preservar as formigas e enterrado rente à superfície do solo. Neste caso, o “pitfall” é um copo plástico descartável de 300 mL.



III. Coleta manual

A coleta manual envolve a procura e coleta pelas formigas nos ambientes. Esse tipo de coleta pode ser realizado com pinça ou pincel (Figura 5) e, algumas vezes, utiliza-se também cotonete umedecido em álcool ou água destilada. A eficiência dessa técnica depende de alguns fatores como: a) a acurácia de cada pesquisador na procura pelos insetos, b) o tempo despendido para a realização da coleta e, c) o esforço amostral. Dessa forma, é mais recomendável que se utilize como complemento de outro tipo de técnica.

Para amostrar formigas em ambientes urbanos, alguns autores utilizaram apenas a coleta manual com o objetivo de não induzir as espécies para o componente atrativo, coletando apenas as espécies em condições naturais. Uma outra forma de fazer este tipo de coleta é usando um frasco aspirador, mas é menos frequente. A maior parte dos trabalhos

que utiliza a coleta manual com pinça ou frasco aspirador não relata o tempo empregado para tal. Outra observação importante, que deveria ser citada nos trabalhos, é o número de pessoas que fizeram a coleta, pois dimensiona o esforço amostral.

Figura 5 – Coleta manual de formiga em ambiente urbano usando como instrumento uma pinça de ponta fina.



Dificuldades em relação à técnica de coleta de formigas em ambientes urbanos

Como foi apresentado, a variação das técnicas adotadas nos ambientes urbanos é muito grande, dificultando a comparação e a complementariedade dos resultados com outros estudos realizados em locais similares.

O ambiente urbano é muito heterogêneo e isso dificulta a padronização das técnicas de coleta de formigas. A padronização de uma técnica para um ambiente específico requer a realização de testes com todas as que são comumente

utilizadas para avaliar os prós e contras de cada uma, a fim de determinar a melhor técnica para o local objeto de estudo. O ideal é que os pesquisadores que trabalham mais especificamente em ambiente hospitalar, por exemplo, padronizem uma técnica para tal espaço, já que detêm mais experiência nessa área, devendo acontecer o mesmo em ambientes residenciais, comerciais e em áreas verdes urbanas.

Contudo, é importante ressaltar que pesquisadores que pretendam comparar diversas áreas dentro do ambiente urbano, devem utilizar um só tipo de técnica para isso. Ou seja, mesmo sendo sabido que a utilização de “pitfalls” é mais eficaz para coleta em parques urbanos, se o objetivo do pesquisador for comparar ambientes dentro da área urbana (como parque, residências, hospitais) ele não poderá utilizar “pitfall”, pois é inviável em residências e hospitais. Nos casos de comparação de locais, sugere-se a utilização de iscas, que podem ser usadas em qualquer ambiente e tem um bom resultado em relação ao número de espécies coletado.

Ademais, para se obter um inventário detalhado das formigas em uma determinada localidade, deve-se recorrer ao uso de várias técnicas de coleta e realizar um grande esforço de amostragem, com o objetivo de capturar o maior número de espécies possível. As diferentes técnicas de coleta são de certo modo complementares, uma vez que não existe nenhuma técnica capaz de amostrar as diferentes formas que as formigas exploram o habitat. Sendo assim, a criação de um “Protocolo de Coleta para Formigas em Ambientes Urbanos” é extremamente recomendável e contribuiria para que a adoção de uma determinada técnica não resulte na sub-amostragem da comunidade de formigas para pesquisa em áreas urbanas. É aconselhável a utilização de técnicas e desenho amostral padronizados que possam ser replicados de forma confiável em diferentes situações, por diferentes pesquisadores, considerando a diversidade de micro-habitat urbanos.

O uso de técnicas apropriadas em estudos usando formigas urbanas como bioindicadoras pode servir para avaliar e monitorar a conservação da biodiversidade nas cidades que está prevista no Plano Diretor do Município, a fim de equalizar os conflitos entre desenvolvimento econômico e manutenção do ambiente natural.

Agradecimentos

Agradeço aos editores Dr. Odair Correa Bueno, Dr^a Ana Eugênia de Carvalho Campos e Dr^a Maria Santina de Castro Morini pelo convite e confiança. Agradeço também a Dr^a Renata Pacheco por relevantes sugestões e ao Dr. Rogério Silvestre pela revisão e contribuições ao capítulo.

Referências

AGOSTI, D.; ALONSO, L.E. The ALL Protocolo: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds). *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, 2000.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN JR, W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field Techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds). *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, 2000.

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.373-373, 2007.

BRAGANÇA, M.A.L.; LIMA, J.D. 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.

CAJAIBA, R.L.; SILVA, W.B. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento florestal urbano no município de Uruará-PA. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.10, n.18, p.2226-2238, 2014.

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, n.2, p.67-73, 2011.

COSTA, E.M.; FILGUEIRA, M.A.; OLIVEIRA, F.L.; ARAÚJO, J.A.M.; LIMA, N.B. Estudos preliminares sobre a mirmecofauna urbana de Mossoró-RN: identificação dos gêneros. *Revista Verde*, v.5, n.1, p.151-156, 2010.

DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F.; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de floresta atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Bioscience Journal*, v.27, n.3, p.494-504, 2011.

DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

FARNEDA, F.Z.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, v.1, n.2, p.53-66, 2007.

FEITOSA, R.S.M.; RIBEIRO, A.S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira - São Paulo, Brasil. *Biotemas*, v.18, n.2, p.51-71, 2005.

FERREIRA, F.P.; SOARES, S.A.; ANTONIALLI JUNIOR, W.F. Communities of ants (Hymenoptera: Formicidae) in two hospitals de Ponta Porã, MS, Brasil. *Sociobiology*, v.51, n.3, p.783-794, 2008.

FONSECA, A.R.; BATISTA, D.R.; AMARAL, D.P.; CAMPOS, R.B.F.; SILVA, C.G. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas em um hospital no município de Luz, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum, Health Sciences*, v.32, n.1, p.29-34, 2010.

FONTES, L.S.; ALMEIDA FILHO, A.J. Formigas do parque ambiental de Teresina-PI, Brasil. *Revista de Agricultura*, v.77, n.3, p.391-399, 2002.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A.C. Ants as potential vectores of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brasil. *Insect Science and its Application*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.

GARCIA, F.R.M.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; LUTINSKI, J.A. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Scientiarum, Health Sciences*, v.33, n.2, p.203-209, 2011.

GONÇALVES, M.G.; LOECK, A.E.; SILVA, E.J.E.; SILVA, W.P.; ROSADO, J.L.O.; BASTOS, C.P.; BASSANI, M.T. Associação entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e bactérias patogênicas em cinco hospitais do município de Pelotas, RS. Arquivos do Instituto Biológico, v.78, n.2, p.287-295, 2011.

ILHA, C.; LUTINSKI, J.A.; PEREIRA, D.V.M.; GARCIA, F.R.M. Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Bacia da Sanga Caramuru, município de Chapecó-SC. Biotemas, v.22, n.4, p.95-105, 2009.

IOP, S.; CALDART, V.M.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. Biotemas, v.22, n.2, p.55-64, 2009.

KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. Brazilian Journal of Biology, v.67, n.4, p.635-641, 2007.

LIMA, W.R.S.; MARQUES, S.G.; RODRIGUES, F.S.; REBÊLO, J.M.M. Ants in a hospital environment and their potential as mechanical bacterial vectors. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.46, n.5, p.637-640, 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.

LOPES, D.T.; LOPES, J.; NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H.C. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. Iheringia, Série Zoologia, v.100, n.1, p.84-90, 2010.

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.

MARQUES, A.P.C.; ALE-ROCHA, R.; RAFAEL, J.A. Levantamento de formigas (Hymenoptera: Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, v.32, n.1, p.133-140, 2002.

MÁXIMO, H.J.; FELIZATTI, H.L.; CECCATO, M.; CINTRA-SOLOWSKI, P.; BERETTA, A.L.R.Z. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo county, Brazil. BMC Research Notes, v.7, p.1-5, 2014.

MELO, T.S.; PERES, M.C.L.; CHAVARI, J.L.; BRESCOVIT, A.D.; DELABIE, J.H. C. Ants (Formicidae) and spiders (Araneae) listed from the Metropolitan Region of Salvador, Brazil. *Check List*, v.10, n.2, p.355-365, 2014.

MOREIRA, D.D.O.; MORAIS, V.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A. E.C.; TONHASCA JÚNIOR, A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia, Série Zoologia*, v.97, n.3, p.246-252, 2007.

MUNHAE, C.B.; BUENO, Z.A.F.N.; MORINI, M.S.C.; SILVA, R.R. Composition of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in public squares in southern Brazil. *Sociobiology*, v.53, n.2, p.1-17, 2009.

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.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: Ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, p.193-199, 2007.

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, n.1, p.107-113, 2013.

PESQUERO, M.A.; ELIAS FILHO, J.; CARNEIRO, L.C.; FEITOSA, S.B.; OLIVEIRA, M.A.C.; QUINTANA, R.C. Formigas em ambiente hospitalar e seu potencial como transmissoras de bactérias. *Neotropical Entomology*, v.37, n.4, p.472-477, 2008.

PIVA, A.M.; CAMPOS, A.E.C. Ant community structure (Hymenoptera: Formicidae) in two neighborhoods with different urban profiles in the city of São Paulo, Brazil. *Psyche: a Journal of Entomology*, v.2012, p.1-8, 2012.

RANDO, J.S.S.; MATSUMOTO, L.S.; SILVA, G.V.; QUIRINO, A.F.A.; HADDAD, R.E. Caracterização da mirmecofauna em estabelecimentos ligados à área da saúde no município de Bandeirantes, PR. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.76, n.4, p.665-671, 2009.

RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETI, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an Urban Park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, n.1, p.971-984, 2012.

SANTOS, M.F.S.; DELLA LUCIA, T.M.C.A.; DELABIE, J.H.C. Ocorrência de formigas em hospitais de Viçosa, MG. *Biológico*, v.64, n.1, p.39-40, 2002.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, 2016.

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.5, p.565-569, 2009a.

SANTOS, V.S.; SOARES, S.A.; DELABIE, J.H.C.; ANTONIALLI JUNIOR, W.F. Further studies on ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in hospitals of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Sociobiology*, v.54, n.3, p.881-891, 2009b.

SILVA, E.J.E.; LOECK, A.E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, n.3, p.220-224, 1999.

SILVA, T.F.; SOLIS, D.R.; MORETTI, T.C.; SILVA, A.C.; HABIB, M.E.E.D.M. House-infesting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of southeastern Brazil. *Sociobiology*, v.54, n.1, p.153-159, 2009.

SILVEIRA, G.A.; LOURENÇO, M.O.; LEITE, M.V.; MOREIRA, E.A. 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, n.2, p.03-14, 2014.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) atraídas a iscas em uma "ilha" de cerrado no município de Cajuru, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.44, p.71-77, 2000.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, n.3, p.324-328, 2006.

SOUZA, D.R.; SANTOS, S.G.; MUNHAE, C.B.; MORINI, M.S.C. Diversity of epigeal ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas of Alto Tietê. *Sociobiology*, v.59, n.3, p.703-717, 2012.

SOUZA-CAMPANA, D.R.; SILVA, O.G.M.; MENINO, L.; MORINI, M.S.C. Epigaeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in Atlantic Forest biome. *Check List*, v.12, n.5, p.1-15, 2016.

TEIXEIRA, M.M.; PELLI, A.; SANTOS, V.M.; REIS, M.G. Microbiota associated with tramp ants in a Brazilian university hospital. *Neotropical Entomology*, v.38, n.4, p.537-541, 2009.

ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; RUSSOMANNO, O.M.R.; KRUPPA, P.C.; GONÇALEZ, E. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of microorganisms in residential and industrial environments: II. Fungi. *Sociobiology*, v.50, n.2, p.1-6, 2007.

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.1, p.85-87, 2002.

COLEÇÕES DE FORMIGAS URBANAS

RODRIGO M. FEITOSA

Resumo

Coleções biológicas desempenham um papel fundamental no estudo dos seres vivos. Quando bem organizados, os dados disponíveis em coleções fornecem informações essenciais para estudos em diversas áreas do conhecimento. Entre estas, incluem-se aquelas diretamente relacionadas ao bem-estar humano. Formigas urbanas são organismos de interesse prioritário no que diz respeito à sua importância econômica e sanitária. Neste sentido, coleções mirmecológicas representativas de faunas urbanas são uma ferramenta de grande importância para a compreensão dos fatores envolvidos na relação destes insetos com os seres humanos. Neste capítulo, abordaremos a importância da Taxonomia e das coleções científicas, aliadas a boas práticas de curadoria, para o aumento da compreensão dos mecanismos de dispersão e estratégias reprodutivas de formigas urbanas.

Sistemática e coleções biológicas

A Sistemática é o ramo das Ciências Biológicas que estuda a diversidade dos seres vivos e os organiza em sistemas classificatórios (MARQUES; LAMAS, 2006). Neste contexto, insere-se na definição de Sistemática a ciência que lida diretamente com a coleta, processamento, curadoria e descrição da vida: a Taxonomia. Atualmente, o paradigma da

Sistemática é que seus sistemas classificatórios sejam concordantes com a evolução dos grupos biológicos, de tal forma que uma classificação ou, especificamente, o nome de um táxon (produto da Taxonomia), seja a forma mais rápida de acesso a toda informação disponível a seu respeito na literatura.

Só é possível preservar ou controlar aquilo que se conhece e, por isso, o primeiro estágio para a conservação e manejo da biodiversidade é descrevê-la, mapeá-la e medi-la (MARGULES; PRESSEY, 2000). O número estimado de espécies viventes hoje é de cerca de 10 a 15 milhões, mas apenas dois milhões foram formalmente nomeadas (BEEBER et al., 2007). Assim, a resposta para a questão básica de quantas espécies habitam nosso planeta ainda está muito longe de ser respondida. Neste sentido, o trabalho do taxonomista é essencial, especialmente quando consideramos o fato de que estamos enfrentando a maior crise de biodiversidade da história da Terra (WHEELER et al., 2004).

Museus, herbários e universidades em todo o mundo são depositários de uma vasta quantidade de espécimes reunidos em suas dependências por séculos. Pesquisadores e entusiastas do mundo natural têm coletado e acumulado espécimes biológicos para exposição pública por cerca de 300 anos, desde que o Czar russo Pedro “O Grande” inaugurou o primeiro museu de história natural em 1719, o *Kunstkammer*, contendo desde pequenos insetos até seres humanos com deformidades físicas, considerados de alto potencial para atração do público (PYKE; EHRLICH, 2009). Atualmente, estima-se que existam de 2,5 a 3 bilhões de espécimes depositados em coleções científicas (O’CONNELL et al., 2004). Este vasto número de espécimes constitui um inestimável registro da diversidade da vida na Terra e, por meio da Taxonomia e Sistemática, representa a base para a maior parte da pesquisa realizada em biologia (RENNER; RICKLEFS, 1994; WINKER, 2004).

Embora seja praticamente consenso na comunidade científica o reconhecimento de que coleções biológicas contêm uma enormidade de informações, com potencial ilimitado para estudos nas mais diversas áreas de conhecimento, esta mesma comunidade e, principalmente, as instituições de fomento à pesquisa são de certa forma relutantes quando se trata de reconhecer a importância de se investir na criação e manutenção destas coleções. O suporte financeiro para a pesquisa em taxonomia e sistemática tem declinado vertiginosamente nas últimas décadas (DALTON, 2003). O declínio no investimento nestas áreas fundamentais da pesquisa tem inevitavelmente resultado em uma diminuição no número

de taxonomistas e sistematas e, conseqüentemente, nos recursos para a manutenção das coleções biológicas existentes (GROPP, 2003).

Sendo assim, um desafio para os taxonomistas da atualidade, tanto os mais experientes quanto aqueles em início de formação, é complementar suas atividades básicas com técnicas mais recentes e inovadoras de pesquisa, que tenham um maior apelo junto aos órgãos financiadores e à comunidade científica. Este investimento pessoal na atualização profissional já é uma realidade entre taxonomistas da maior parte das instituições, tanto que uma das áreas da pesquisa biológica que mais tem avançado é a chamada “Taxonomia Integrativa”, que nada mais é do que a boa e velha Taxonomia (tradicionalmente apoiada na morfologia dos organismos) aliada a técnicas mais recentes de delimitação de espécies e inferências de relações de parentesco, como a biologia molecular, citogenética, morfometria geométrica, filogenômica, entre outras (SCHLICK-STEINER et al., 2010).

Este investimento na formação pessoal deve ser encarado não apenas como uma atualização profissional, mas como uma forma de aumentar significativamente a contribuição científica dos estudos realizados em Taxonomia. Ainda, considerando os profissionais em início de formação, esta é uma oportunidade para se tornar competitivo no meio científico, cada vez mais concorrido, assim como uma maneira de captar recursos para a manutenção das atividades básicas da pesquisa em sistemática, incluindo a ampliação e curadoria das coleções biológicas, fundamentais para o desenvolvimento científico em biologia.

Formigas no contexto das coleções biológicas

Como visto, o desafio de descrever a diversidade ainda desconhecida da vida é algo que pesa consideravelmente sobre os ombros dos taxonomistas. Neste aspecto, a Mirmecologia pode ser considerada uma área privilegiada da Zoologia, pois trata de grupos inseridos em uma categoria taxonômica relativamente pouco abrangente, a família Formicidae, ainda que

aí esteja incluída uma biodiversidade considerável, sendo estimadas cerca de 20 mil espécies (WILSON; HÖLLDOBLER, 2005). Ainda, existe na Mirmecologia um número significativamente elevado de pesquisadores em atividade no mundo, em comparação a outras especialidades que lidam com categorias taxonômicas semelhantes. Tais fatores contribuíram significativamente para o conhecimento hoje acumulado acerca do grupo, embora muito ainda precise ser feito para que tenhamos uma compreensão completa sobre a real diversidade das formigas que habitam o planeta.

O estado relativamente avançado em que a sistemática de formigas se encontra hoje nem sempre foi uma realidade. Para tornar acessível o grande conjunto de informações hoje disponíveis a respeito da identidade, morfologia, distribuição e evolução das formigas, foi necessário o esforço de gerações de taxonomistas, tendo como principais recursos as coleções biológicas. Lattke (2003) menciona que as coleções são entidades vivas, que sobrevivem e melhoram por meio da adição contínua de novos espécimes.

Na prática, coleções mirmecológicas, assim como coleções de qualquer outro grupo biológico, são de extrema importância por duas razões principais. A primeira é porque nelas se encontram depositados os espécimes-tipo da Mirmecologia. Espécimes-tipo são os exemplares que representam fisicamente novos conceitos de espécies (ou de outros táxons infra-específicos) e que fundamentam a aplicação correta dos respectivos nomes científicos; ou seja, são os indivíduos nos quais o autor se baseou originalmente para a descrição de uma espécie ou subespécie. Para deixar ainda mais evidente a importância dos espécimes-tipo e das coleções que os abrigam, basta pensar que estes exemplares, ou pelo menos os tipos ditos primários (holótipos, neótipos e lectótipos), são o elo entre um táxon e o seu nome científico e, conseqüentemente, a toda informação disponível na literatura a seu respeito. Em resumo, os espécimes-tipo são a garantia da estabilidade na nomenclatura zoológica. Assim, qualquer estudo revisional realizado no âmbito da taxonomia de um determinado grupo deve obrigatoriamente levar em consideração o exame dos espécimes-tipo.

A segunda função fundamental de coleções mirmecológicas é servir como fonte de consulta, neste caso, coleções de referência. As coleções de referência normalmente abrigam espécimes representativos da fauna de um determinado local ou região e são importantes bases de informação para pesquisadores das mais diferentes áreas interessados em identificar

formigas coletadas em localidades representadas nestas coleções. Neste caso, a identificação é feita por meio de comparação direta com exemplares já identificados presentes nas coleções. Teoricamente, não há nada que impeça que espécimes-tipo sejam usados como referência para identificações. Contudo, dada a importância histórica e científica que estes espécimes carregam, é essencial que os mesmos não sejam manipulados frequentemente e que isso seja feito apenas no contexto de uma revisão taxonômica e por pesquisadores experientes. Não menos relevante é a importância dos espécimes de *status* comum depositados em coleções de abrangência local ou regional. Estes acervos são uma inestimável fonte de novidades taxonômicas por abrigarem espécies pouco ou não representadas em grandes coleções, o que lhes confere grande importância científica. De fato, é comum na rotina taxonômica a descrição de espécies com base em exemplares obtidos de acervos regionais.

Ao conjunto de atividades inerentes à administração, organização e manutenção de uma coleção, damos o nome de “curadoria” ou “curadoria científica”. No contexto de uma coleção mirmecológica, as atividades de curadoria envolvem desde a coleta, passando pelo processamento até a manutenção do material acondicionado. A coleta de material leva em conta as técnicas adequadas para a captura de formigas de acordo com os objetivos do estudo em questão, incluindo levantamentos padronizados (como os normalmente realizados sob um delineamento amostral fixo em estudos de cunho ecológico) ou coletas ditas qualitativas, cujo principal interesse é a ampliação da representatividade de uma coleção ou ainda a busca por espécies de interesse taxonômico. A fase denominada processamento envolve a triagem, fixação (em via seca ou líquida), rotulagem (ou etiquetagem), identificação, organização e acondicionamento dos espécimes capturados, sendo de absoluta importância para garantir a qualidade do acervo. Já a fase de manutenção da coleção é de longo prazo e inclui a verificação constante das condições dos exemplares, a reposição das substâncias fixadoras e/ou preservantes, limpeza e recuperação de espécimes danificados e a manutenção preventiva da estrutura da coleção, incluindo a substituição de caixas, gavetas e armários comprometidos e a manutenção constante dos equipamentos de controle de umidade e temperatura, no caso de coleções climatizadas.

O controle da entrada e saída de material e o acesso aos espécimes por pesquisadores ou visitantes são funções administrativas que também cabem ao curador. A prática constante das atividades de curadoria de uma coleção é o que diferencia coleções mirmecológicas funcionais, nas quais o material está em sua maior parte organizado e disponível para estudo, de coleções que atuam como mero “depósito de formigas”, nas quais a falta de organização ou estrutura impede o acesso ao material de interesse, que acaba ficando indisponível para estudo ou vem a se perder com o tempo.

A perda de um lote de material depositado em uma coleção pode parecer uma eventualidade natural na rotina científica. De fato, existe uma prática comumente observada em muitas instituições de pesquisa ou laboratórios na qual o material é deliberadamente descartado ao final de um determinado estudo ou pesquisa. De imediato, é possível questionar esta prática do ponto de vista ético e legal. Estudos nas mais diversas áreas da biologia que envolvam a coleta de organismos na natureza são normalmente financiados por agências estaduais ou federais de fomento à pesquisa; em outras palavras, a coleta e o processamento do material biológico (no presente caso, as formigas) são financiados com dinheiro público. O descarte deliberado de material biológico após um estudo implica, num sentido prático, em desperdício de recursos e de testemunhos do patrimônio genético de uma nação, já que os espécimes não comporão um lote disponível numa coleção científica. Além disso, do ponto de vista ético, pode-se questionar se não terá sido vão o motivo pelo qual os organismos foram privados de sua vida.

Isto se aplica não apenas ao material testemunho efetivamente utilizado no estudo, ou seja, aqueles poucos exemplares escolhidos numa série numerosa que são de fato submetidos ao processamento para representar as unidades taxonômicas do estudo. Estas questões se aplicam também às chamadas “réplicas”, ou seja, ao material excedente nas amostras originais, não processado. Estes espécimes excedentes são extremamente comuns em estudos com formigas, que são insetos sociais e geralmente vivem em estruturas coloniais de população numerosa.

Do ponto de vista científico, o descarte proposital de material é ainda mais problemático. Um dos princípios básicos para qualquer estudo científico é a replicabilidade (DRUMMOND, 2009). Para garantir a validade e, especialmente, a confiabilidade de um trabalho científico é necessário que o autor forneça informações que permitam que o estudo possa ser replicado nas mesmas condições em que foi feito originalmente, o que teoricamente permite que os resultados

alcançados possam ser testados e, assim, falseados ou não. No caso de um determinado estudo, que tenha seus resultados amplamente embasados em um conjunto de espécies que foram coletadas, processadas e identificadas pelos autores, mas que foram subsequentemente descartadas, não será possível de forma alguma acessar a informação original que levou os autores às suas conclusões. Tal prática não pode e nem deve ser considerada pesquisa científica em biologia.

Assim, é essencial que autores se assegurem de depositar o material testemunho de seus estudos em local onde os espécimes serão apropriadamente acondicionados e ficarão acessíveis por tempo indeterminado, ainda que numa coleção de instituição diferente daquela em que a pesquisa foi conduzida. Apenas assim terão a garantia de que os espécimes estarão bem preservados e disponíveis para estudos futuros, incluídos aqueles que venham testar seus resultados, ou para pesquisas com outras finalidades.

A curadoria de coleções requer grande especialização por parte dos responsáveis, tanto quanto às técnicas de manutenção e administração quanto à capacidade de interpretação científica e compreensão da importância dos exemplares depositados num acervo. Este material deve ser encarado como patrimônio da humanidade, já que as coleções abrigam o testemunho mais evidente da nossa biodiversidade, e o vem fazendo há séculos (DE VIVO et al., 2014).

Coleções de formigas urbanas e sua importância científica

Como insetos sociais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres, as formigas são perfeitamente adaptáveis a condições nas quais outros organismos teriam extrema dificuldade em se estabelecer, incluindo os ambientes urbanos (LACH et al., 2010). Nestes ambientes, algumas espécies (normalmente espalhadas pelo mundo por meio das atividades comerciais humanas) podem entrar em conflito direto com interesses humanos quando, por exemplo, passam a ser vetores potenciais de microrganismos patogênicos em ambientes hospitalares, ou mesmo causando incômodo em ambientes residenciais nos casos de grandes infestações (BACK, 1937).

Jamais, na história da Mirmecologia brasileira, tivemos tantos profissionais trabalhando com nossa fauna sob os mais variados aspectos, no campo e no laboratório. Não só os projetos de pesquisadores lotados em universidades públicas e particulares, mas também a iniciativa privada, através da coleta para fins de estudos de impacto ambiental, tem obtido espécimes que são preparados e depositados nas coleções mirmecológicas em todo o país. Essas coleções são muito variáveis em escopo, recursos, acessibilidade, qualidade e representatividade geográfica e taxonômica.

Considerando as coleções mirmecológicas mais representativas do país (veja BACCARO et al., 2015) e que abrigam um grande acervo de formigas urbanas, destaca-se o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZSP) na capital paulista, que abriga espécimes coletados desde o início do século XX, e a coleção de formigas do Laboratório de Mirmecologia da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) em Ilhéus, BA, com um representativo acervo de formigas formado desde a primeira metade da década de 1980.

Com relação às coleções nacionais especializadas em formigas urbanas, ou aquelas em que estas formigas são significativamente bem representadas, é forçoso mencionar duas instituições paulistas, o Centro de Estudos de Insetos Sociais do Instituto de Biociências de Rio Claro da UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e a Unidade Laboratorial de Referência em Pragas Urbanas do Instituto Biológico, na capital.

Estudos com formigas urbanas no Brasil tiveram início no final da década de 1980, envolvendo principalmente espécies exóticas em hospitais no estado de São Paulo (FOWLER et al., 1993; BUENO; FOWLER, 1994), seguidos por trabalhos no sudeste da Bahia (DELABIE et al., 1995) e na Região Sul (SILVA; LOECK, 1999). Atualmente, grupos de pesquisa dedicados ao levantamento de formigas em ambientes urbanos encontram-se bem representados em praticamente todas as regiões do país. Com o avanço das pesquisas nesta área foi possível traçar o perfil das espécies de formigas de maior prevalência em ambientes urbanos no Brasil, entre as quais se destacam: *Tapinoma melanocephalum*, *Paratrechina longicornis*, *Nylanderia fulva*, *Monomorium floricola*, *Monomorium pharaonis*, *Pheidole megacephala*, *Wasmannia auropunctata*, *Linepithema humile*, além de várias espécies dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus*, *Solenopsis* e *Crematogaster* (CAMPOS-FARINHA et al., 2002).

Por mais que esta relação não seja imediatamente perceptível, a importância das coleções biológicas para o estudo de formigas urbanas é absolutamente fundamental. Como testemunhos do histórico de coletas das formigas no mundo e base da nossa compreensão sobre a evolução da vida na Terra, as coleções mirmecológicas são o ponto de partida para estudos sobre mecanismos de dispersão, estratégias reprodutivas e outros aspectos da biologia de formigas urbanas.

Mapear a origem de uma espécie exótica que tenha atingido o status de praga e traçar a sequência de invasões desta espécie é definitivamente o passo mais importante na busca pela compreensão dos mecanismos de dispersão de espécies urbanas (WETTERER, 2008). Ao avaliar a ocorrência nativa e exótica de espécies de formigas urbanas, os pesquisadores devem considerar um conjunto de evidências indicativas de sua região de origem, o que inevitavelmente inclui: (1) o levantamento de registros de ocorrência antigos restritos a uma única região contínua; (2) o súbito surgimento e posterior dispersão de registros descontínuos às localidades de ocorrência previamente conhecidas; e (3) a ocorrência exclusiva ou predominante da espécie em regiões costeiras e/ou altamente antropizadas, que representa um forte indício de invasão.

Embora muitas das informações necessárias para a compreensão destes mecanismos possam ser obtidas por meio de levantamentos bibliográficos, é virtualmente impossível obter um panorama completo da sequência de registros de ocorrência de uma espécie ao longo do tempo sem recorrer aos dados de procedência do material depositado em coleções, por meio do exame das informações contidas nas etiquetas dos exemplares. Mesmo os dados da literatura são idealmente baseados em material testemunho depositado em coleções. Assim, é evidente que o avanço no estudo das estratégias de dispersão de formigas urbanas passa obrigatoriamente pelo acesso às coleções biológicas.

Um exemplo claro da importância das coleções mirmecológicas no estudo da dispersão de formigas urbanas é o trabalho de Wetterer (2008). Neste estudo, o autor avaliou a origem e a sequência de invasões da espécie mais amplamente distribuída de formigas urbanas do planeta, *T. melanocephalum*, a formiga-fantasma. Após um exaustivo levantamento bibliográfico e o exame de dados de procedência de espécimes depositados em diversas coleções do mundo, Wetterer obteve mais de 1.500 registros provenientes de 154 regiões geográficas (países, arquipélagos, estados, departamentos e províncias). Além do mapeamento completo da distribuição da espécie, o estudo revelou os primeiros registros de ocorrência

para *T. melanocephalum* em 29 regiões geográficas do mundo e, por meio do rastreamento dos registros através do tempo, o autor sugere que a espécie tenha como provável região de origem o sudeste da Ásia.

O estudo de Wetterer abriu as portas para uma melhor compreensão sobre quais são os fatores envolvidos na dispersão dos propágulos de colônias de *T. melanocephalum* e também quais são as condições ambientais que favorecem a chegada destas formigas. Com o padrão de dispersão do organismo invasor detectado e conhecido, torna-se possível elaborar estratégias para a prevenção de invasões biológicas.

Embora esteja claro o papel das coleções para o avanço das pesquisas sobre formigas urbanas, uma preocupação deve ser levantada com relação à confiabilidade das identificações das espécies depositadas nos acervos biológicos. Como visto, é perfeitamente possível embasar estratégias de controle, ou mesmo planos preventivos contra invasões biológicas, em registros históricos do material depositado em coleções científicas. Contudo, de nada adianta uma espécie potencialmente invasora estar presente em uma coleção se os espécimes que a representam não estiverem acessíveis para estudo ou, no pior dos cenários, estiverem erroneamente identificados. Erros em cascata na literatura decorrentes de identificações equivocadas de espécies podem ter consequências drásticas, especialmente em se tratando de organismos de importância econômica e/ou médico-sanitária, como as formigas urbanas.

Embora normalmente subestimado, o processo de disseminação de erros em cascata na literatura biológica pode se originar de problemas taxonômicos considerados triviais, como a desatualização da classificação taxonômica em um estudo ou, como mencionado, a atribuição de nomes científicos equivocados em uma coleção de referência. De imediato, tais problemas afetam diretamente as hipóteses e ideias propostas em estudos das mais variadas áreas do conhecimento. Contudo, com o tempo, os erros acumulados na literatura tornam-se um grave problema prático que afeta de modo significativo nosso conhecimento a respeito da estrutura e funcionamento dos ecossistemas e nossa capacidade de interpretar os processos naturais. Ainda, as informações equivocadas perpetuadas na literatura podem ter grave impacto na eficiência de programas para controle de pragas agrícolas ou insetos vetores de doenças, com resultados potencialmente catastróficos (veja BORTOLUS, 2008).

Também fundamental é a necessidade de conscientização entre os pesquisadores de todo o mundo quanto à importância da coleta de formigas urbanas. Existe uma tendência natural entre pesquisadores em investir na coleta de organismos em locais remotos, pouco acessíveis, especialmente localizados no interior das áreas continentais dos trópicos. Essa tendência tem como estímulo a ideia de que a fronteira para o conhecimento da biodiversidade ainda desconhecida do planeta está em locais pouco ou nunca explorados previamente. Embora coerente, este raciocínio leva muitos pesquisadores a negligenciar as faunas locais ou mesmo deixar de investir em expedições de coleta para regiões próximas a grandes centros urbanos. O que muitos pesquisadores ignoram é o fato de que esta prática acaba resultando em uma subamostragem de espécies de interesse científico prioritário, como é o caso das formigas de importância econômica e sanitária. Isso resulta na baixa representatividade destas espécies em coleções, o que, como vimos, constitui um grande empecilho para o aumento do nosso conhecimento acerca das formigas urbanas.

Essa discussão nos traz às questões levantadas no início deste capítulo. Todo e qualquer avanço no conhecimento a respeito da história dos organismos na Terra, o que obviamente inclui as formigas urbanas, depende fundamentalmente de boas práticas científicas, das informações resultantes dos esforços de taxonomistas de todo o mundo e de suas principais ferramentas de trabalho, as coleções biológicas.

Agradecimentos

O presente capítulo foi extremamente beneficiado pelos comentários e sugestões de Alexandre C. Ferreira (Universidade Federal do Paraná), Gabriela P. Camacho (Universidade Federal do Paraná) e Orlando Tobias Silveira (Museu Paraense Emílio Goeldi). Grande parte das impressões aqui deixadas são fruto dos 12 anos de convívio, observação e admiração ao trabalho de curadoria e museologia realizados pelo meu mentor científico, Dr. Carlos Roberto F. Brandão, a quem dedico este capítulo. Deixo, ainda, um agradecimento especial aos editores Odair Correa Bueno, Ana

Eugênia Campos e Maria Santina de C. Morini pelo convite e pela confiança. Durante a produção do capítulo o autor recebeu financiamento do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo 130642/2016-9).

Referências

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P.; SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora Inpa, Manaus, 2015. 388p.

BACK, E. A. House ants. USDA leaflet. v.147, p.8, 1937.

BEBBER, D.P.; MARRIOTT, F.H.C.; GASTON, K.J.; HARRIS, S.A; SCOTLAND, R.W. Predicting unknown species number using discovery curves. Proceedings of the Royal Society of London, B, Biological Sciences, v.274, p.1651-1658, 2007.

BORTOLUS, A. Error cascades in the biological sciences: the unwanted consequences of using bad taxonomy in ecology. *Ambio*, v.37, n.2, p.114-118, 2008.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G. Exotic ants and native ant fauna of Brazilian hospital. In: WILLIAMS, D.F. (Org.). Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species. Westview press, Boulder, p.191-198, 1994.

CAMPOS-FARINHA, A.E.; BUENO, O.C.; CAMPOS, M.C.G., KATO, L.M. As formigas urbanas no Brasil: retrospecto. *O Biológico*, v.64, n.2, p.129-133, 2002.

DALTON, R. Natural history collections in crisis as funding is slashed. *Nature*, v.423, p.575, 2003.

DE VIVO, M.; SILVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, F.O. Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos Museus na estrutura universitária brasileira. *Arquivos de Zoologia*. v.45, p.105-113, 2014.

DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

DRUMMOND, C. Replicability is not reproducibility: nor is it good science. Proceedings of the evaluation methods for machine learning workshop at the 26th ICML, Montreal, Canada, p.1-4. 2009.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São paulo, Brazil. *Insect Science Application*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.

GROPP, R.E. Are university natural science collections going extinct? *BioScience*, v.53, p.550, 2003.

LACH, L.; PARR, C.L.; ABBOTT, K.L. *Ant Ecology*. Oxford University Press. New York, 2010, 410p.

LATTKE, J.E. Conservación de una colección de hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (Org.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, 2003. p.211-218.

MARGULES, C.R.; PRESSEY, R.L. Systematic conservation planning. *Nature*, v.405, p.243-253, 2000.

MARQUES, A.C.; LAMAS, C.E. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras, *Papéis Avulsos de Zoologia*, v.46, n.13, p.139-174, 2006.

O'CONNELL, A.F.J., GILBERT, A.T.; HATFIELD, J. S. Contribution of natural history collection data to biodiversity assessment in national parks. *Conservation Biology*, v.18, p.1254-1261, 2004.

PYKE, G.H.; EHRLICH, P.R. Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews*, v.85, p.247-266, 2009.

RENNER, S.S.; RICKLEFS, R.E. Systematics and biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, v.9, p.78, 1994.

SCHLICK-STEINER, B.C.; STEINER, F.M.; SEIFERT, B.; STAUFFER, C.; CHRISTIAN, E.; CROZIER, R.H. Integrative taxonomy: A multisource approach to exploring biodiversity. *Annual Review of Entomology*, v.55, p.421-438, 2010.

SILVA, E.J.E.; LOECK, A.E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. Revista Brasileira de Agrociência, v.5, n.3, p.220-224, 1999.

WHEELER, Q.D.; RAVEN, P.H.; WILSON, E.O. Taxonomy: impediment or expedient? Science, v.303, n.5656, p.285, 2004.

WETTERER, J.K. Worldwide spread of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News, v.12, p.23-33, 2008.

WILSON, E.O.; HÖLLDOBLER, B. The rise of the ants: A phylogenetic and ecological explanation. Proceedings of the National Academy of Sciences, v.102, n.21, p.7411-7414, 2005.

WINKER, K. Natural history museums in a postbiodiversity era. BioScience, v.54, p.455-459, 2004.

CRIAÇÃO DE FORMIGAS EM LABORATÓRIO

ODAIR CORREA BUENO

Resumo

A criação de formigas, urbanas ou não, em laboratório não segue necessariamente um padrão definido devido ao ciclo de vida dos indivíduos e da colônia. Assim, no presente capítulo, foram relatadas as principais técnicas de coleta, ambiente para instalação das colônias, tipos de ninho e fontes alimentares para várias espécies. A manutenção de colônias em laboratório permite investigar diferentes aspectos da biologia, comportamento, ciclo de vida e avaliação de compostos atrativos, repelentes ou que apresentem toxicidade às formigas.

Introdução

A manutenção de colônias de formigas em laboratório durante a realização de análises básicas de biologia, o uso de uma dieta equilibrada em carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas é fundamental, pois as operárias têm maior necessidade por fontes de carboidratos, enquanto as larvas e rainhas por proteínas e lipídios.

A criação de formigas em laboratório permite analisar sua sociedade como um todo, sob diferentes aspectos relacionados à pesquisa e educação; ou até mesmo à comercialização. Os dois últimos são pouco explorados no Brasil, já na Europa e Estados Unidos é comum o comércio de formigueiros com finalidade educacional. Vários aspectos educativos podem ser explorados dependendo da idade ou do grau de escolaridade dos envolvidos, tanto os voltados para ecologia e preservação das espécies como os comportamentos individuais ou coletivos na divisão de tarefas.

Particularmente voltada para pesquisa, a manutenção de formigueiros em laboratório permite realizar estudos em vários campos da biologia, desde aspectos comportamentais simples até interações complexas como o ciclo de vida do indivíduo, cuidados com a rainha e prole, comportamento de limpeza individual e coletiva, fluxo de alimento, trofalaxia, entre outros. É possível acompanhar as fases de desenvolvimento e reprodutiva da colônia, uma vez que podem ser mantidas por vários anos em laboratório.

A legislação brasileira prevê para o registro de formicidas comerciais a realização de testes de eficácia para diferentes espécies. Assim, há laboratórios especializados e credenciados para estes bioensaios. Em determinadas situações, somente as operárias recebem a substância a ser testada; mas, em outras, os testes são realizados em colônias completas. É importante ressaltar que a criação de insetos em laboratório não reflete exatamente as condições naturais, pois a espécie mantida não está num ambiente de competição e nos ensaios toxicológicos as observações não devem ser simplesmente transferidas para as condições de campo.

Espécies

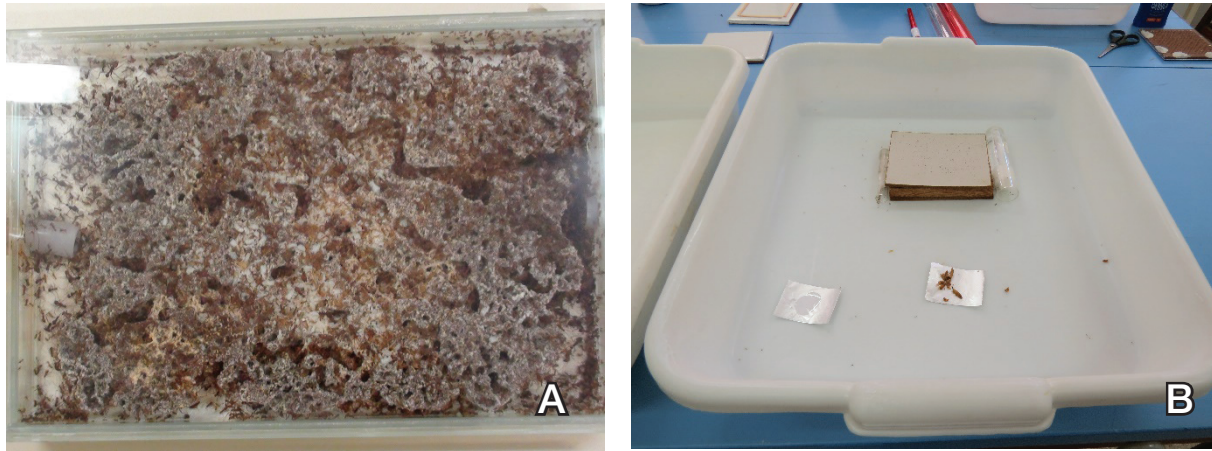
Quase todas as espécies de formigas-urbanas podem ser mantidas em laboratório, pois vários aspectos de sua biologia favorecem a criação em laboratório (ver capítulo 1). Entretanto, os níveis de dificuldade para criação são diferentes para cada espécie.

Dentre as espécies que têm operárias grandes, as saúvas são as mais criadas em laboratório; mas também podem ser mantidas várias espécies de Poneromorfas e *Camponotus*, abrangendo desde colônias com poucos indivíduos até super colônias. *Monomorium pharaonis*, *M. floricola* e *Tapinoma melanocephalum* estão entre as espécies de formigas urbanas de pequeno tamanho corpóreo comumente mantidas em laboratório.

Local

A criação pode ser feita em um sistema fechado, semelhante a um aquário, totalmente vedado; ou em um sistema aberto, que facilita a realização de experimentos, manutenção, alimentação, fornecimento de água e limpeza, bem como a remoção do lixo ou, depois de certo tempo, a mudança da colônia ou parte dela para um ninho limpo para realizar a fragmentação da colônia (Figura 1). Nesse caso é importante ter uma arena (e.g. bandeja plástica), local onde o ninho será colocado e uma área para que as operárias realizem o forrageio. Essa arena pode ser de vidro ou plástico revestidos internamente por substâncias que evitam a fuga das formigas, como: graxas, vaselina e diferentes tipos de óleos; sendo os mais indicados talco neutro e certos polímeros, como Teflon-30 (Dupont®). Esse produto deve ser embebido em um pequeno pedaço de algodão e aplicado nas bordas da arena, formando uma camada muito fina.

Figura 1 – Sistema de criação de formigas em laboratório. A. Sistema fechado tipo aquário. B. Sistema aberto com arena. A. 9 mm = 5 cm / B. 1 cm = 10 cm



Ninho

A estrutura para manter e proteger a colônia pode ser de madeira, azulejo ou vidro (preferência tubo de ensaio); mas o tamanho varia, pois depende da espécie de formiga. Quando translúcido, é necessário proteger a entrada de luz com plástico ou papel celofane de preferência vermelho; e para controlar a umidade é necessário que no fundo da estrutura seja colocada uma camada de gesso, de preferência aquele usado pelos dentistas (Figuras 2 e 3). Algumas espécies de poneromorfas são mantidas com sucesso em laboratório somente com a presença de serapilheira na arena; mas algumas podem ser mantidas ninhos artificiais feitos com gesso.

Figura 2 – Ninhos confeccionados em tubos de ensaios e caixas de madeira. A. Tubos de ensaios utilizados como ninhos e o menor para colocar água. B. Interior de uma ninho de caixa de madeira contendo parte da colônia de *Monomorium floricola*. A. 7 mm = 10 cm / B. 7mm = 10 cm

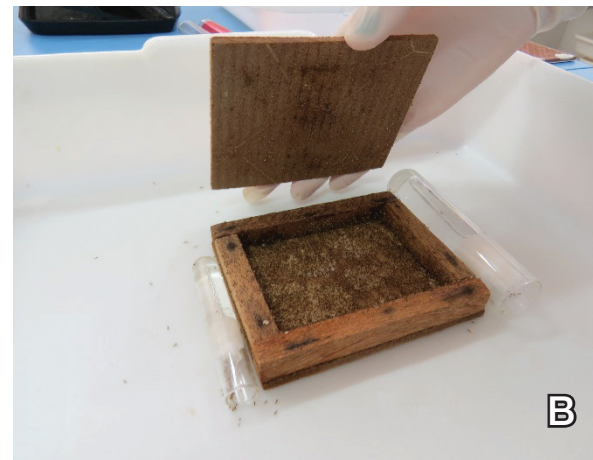
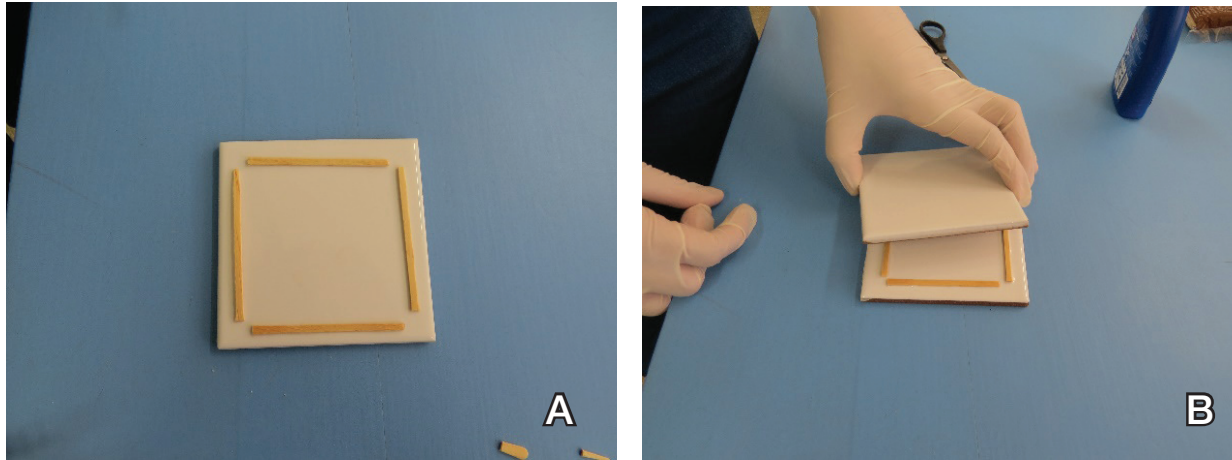


Figura 3 – Preparação de ninho confeccionado entre dois azulejos. A. 10 mm = 5 cm / B. 10 mm = 7,5 cm

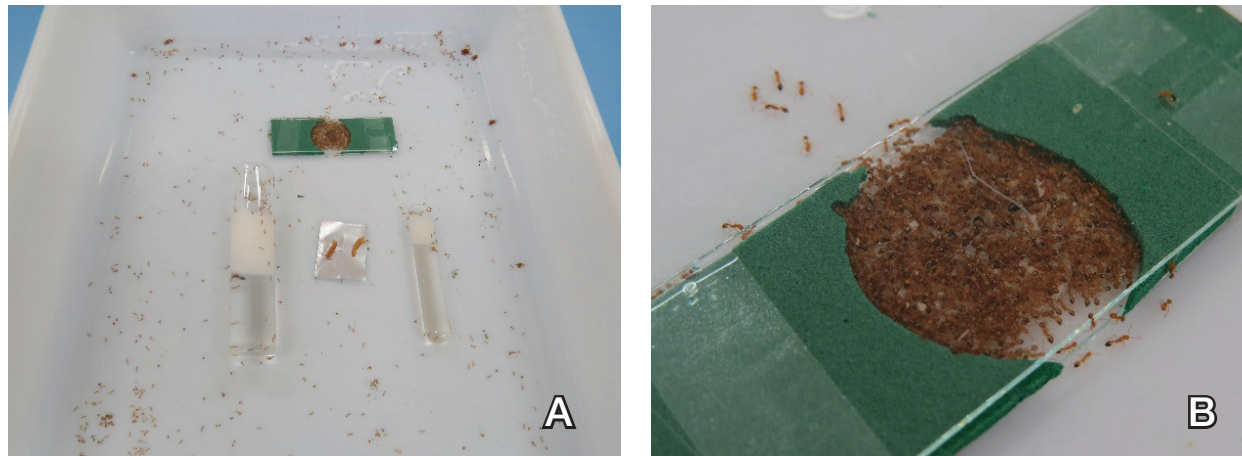


Umidade

A manutenção da umidade no local é muito importante. Água pode ser fornecida de várias maneiras. O desejável é usar um tubo de ensaio ou algo similar, encher com água e fechar com algodão, não muito comprimido e nem frouxo, de forma que fique constantemente umedecidos (Figura 4).

Quando a colônia é mantida em tubos de ensaio grandes, pode colocar no fundo cerca de cinco centímetros de água e depois o algodão, deixando o restante do espaço para instalação da colônia. Neste caso, quando acabar a água ou se fizer necessário, a colônia deve ser transferida para outro tubo, simplesmente colocando um novo tubo com a devida proteção. No antigo deve ser retirada a cobertura, mantendo-o exposto à luz que em pouco tempo a colônia realizará a mudança.

Figura 4 – A. Sistema aberto de criação de pequenas colônias de *Monomorium pharaonis* mantido entre duas lâminas histológicas. B. Detalhe da área onde é instalada a colônia. A. 10 mm = 6,5 cm / B. 10 mm = 10 mm = 10 mm



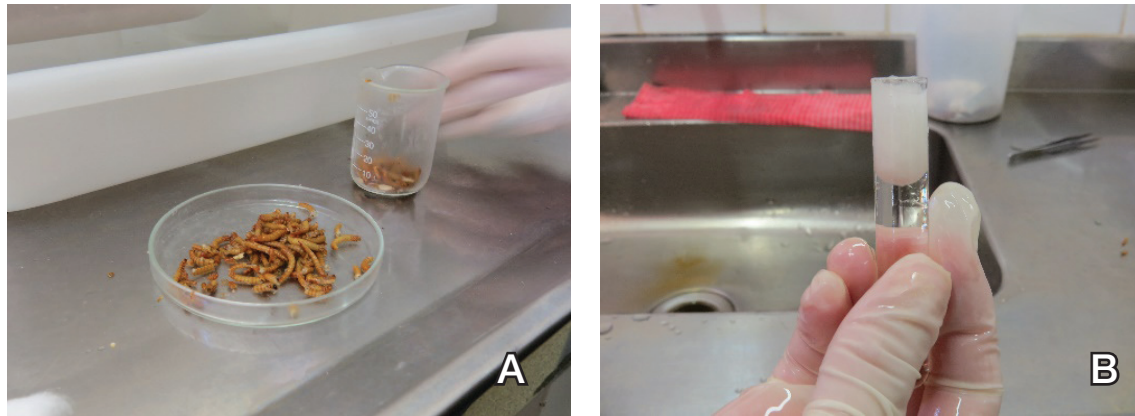
Alimentação

Considerando que a maioria das espécies de formigas-urbanas é generalista e verdadeiramente onívora, a alimentação pode ser muito variável, mas basicamente deve conter carboidratos, proteínas e gorduras.

Como fonte de carboidratos pode ser fornecido o mel puro ou diluído, xarope água:açúcar nas proporções de 70:30 a 50:50, xarope de frutas como maçã, uva, pera, entre outras. No preparo do xarope, cortar a fruta em cubinhos ou fatias finas, colocar em uma placa de vidro e recobrir com açúcar cristal, refinado ou de confeiteiro. Em poucos dias o açúcar retira água da fruta e forma um xarope denso e com o sabor da fruta.

Importantes fontes de proteínas e lipídios são obtidas por meio de outros insetos, como grilos, baratas, cupins e larvas de besouro (e.g. *Tenebrio molitor*), que podem ser fornecidos congelados ou frescos (Figura 5). Nossa experiência mostra que é importante fornecer insetos frescos para as colônias mantidas em ninhos artificiais, bem como ovo de galinha cozido. Mas, nesse caso, não deve ser oferecido constantemente e nem permanecer por muito tempo no ninho, uma vez que pode causar mau cheiro no ambiente.

Figura 5 – Material utilizado na manutenção dos formigueiros. A. Preparação de larvas frescas de *Tenebrio molitor*. B. Tubo de ensaio contendo solução de açúcar e água. A. 10 mm = 4 cm / B. 10 mm = 4 cm



Sala

Os formigueiros devem ser mantidos de preferência em locais com pouca movimentação de pessoas. Na limpeza do ambiente evitar uso de produtos com cheiro forte. O controle da temperatura ambiente não afeta muito a criação no clima

tropical, mas o ideal é manter a sala entre 25 a 28 °C e umidade relativa acima de 50%. Como os ninhos são protegidos contra a entrada de luz, não há necessidade de manter fotoperíodo.

Quando várias espécies de formigas são mantidas num mesmo ambiente deve ser levado em consideração que algumas espécies, quando as colônias estão muito populosas, aumentam a emissão de compostos voláteis que podem interferir no desenvolvimento de outras espécies. Por exemplo, colônias de *T. melanocephalum* não devem ficar próximas de colônias populosas de *M. floricola* ou de *Linepithema* sp. Portanto, é importante planejar a distribuição de formigas nas salas.

Como os ninhos colocados no sistema aberto de arena ocupa muito espaço, podem ser confeccionadas estantes tipo gaveteiro para encaixar as arenas (Figura 6). Outra opção para colônias muito grandes é utilizar estantes com prateleiras cujos pés devem ser protegidos com graxas ou vaselina e também serem mantidos no interior de bandejas com água para evitar fuga de formigas (Figura 7). As colônias das Figuras 6 e 7 podem ser consideradas mega colônias e estão no laboratório há mais de dez anos.

Figura 6 – A. Estante tipo gaveteiro para manter o sistema de ninho aberto. B. No detalhe o encaixe das bandejas e os ninhos confeccionados de madeira e de azulejos sobrepostos da espécie *Monomorium floricola*. A. 10 mm = 50 cm / B. 10 mm = 40 cm



Figura 7 – A. Estante tipo prateleira contendo uma enorme colônia de *Tapinoma melanocephalum*. B e C. Detalhes dos pés da estante contendo vaselina no interior de frasco plástico e imersos em bandejas com água. D. Disposição do ninho, alimento e água. A. 10 mm = 45 cm / B. 10 mm = 30cm / C. = 10 mm = 15 cm D. =7 cm



Coleta de colônias na natureza

Diferentes formas de coleta de colônias de formigas na natureza podem ser empregadas. A mais simples, para aquelas que realizam a fundação independente e quando a espécie possui voo nupcial, é a coleta de fêmeas reprodutoras logo após o acasalamento. Este é o caso de *Solenopsis* spp.

Quando o nível de infestação no local for alto, o uso de caixa-isca de diferentes formas e textura é recomendado. As mais atrativas são aquelas confeccionadas com madeira, mas as de vidro ou alvenária também podem ser usadas. Porções de alimento ou outras substâncias podem ser colocadas no interior das caixas para atrair as formigas.

Para as espécies que nidificam no solo há duas possibilidades de coleta de ninhos: a) com formação de murundu, como *Solenopsis* spp. - coletar o monte de terra solta e outro tanto em profundidade e transportar para o laboratório para que seja aplicada a técnica de gotejamento (veja no item *Solenopsis* spp.) A presença da rainha é fundamental para que a colônia sobreviva por vários anos; caso contrário, a sobrevivência será entre dois a quatro meses. b) para as espécies que têm ninhos difusos, como *Linepithema* e *Nylanderia* - deve ser coletado uma certa quantidade de terra próximo aos orifícios de entrada, levar para o laboratório e colocar as caixas de madeira ou cerâmica para instalação da colônia. A técnica de gotejamento aplicada em *Solenopsis* não tem mostrado bons resultados para esses gêneros.

É recomendável que, de tempos em tempos, os laboratórios que mantêm criação de formigas realizem a troca de ninhos, embora não seja fundamental.

A seguir as técnicas de criação e coletas de ninhos específicas para algumas espécies serão descritas:

Linepithema spp.

Várias espécies de formigas que invadem as edificações humanas mantêm seus ninhos externamente. Os ninhos são considerados difusos, esparramados em vários pontos; geralmente com pequena ou razoável quantidade de indivíduos. Algumas espécies nidificam superficialmente no solo, em montes de folha, madeira podre ou embaixo de pedras. No caso de *Linepithema* seus ninhos são encontrados em locais pouco profundos do solo – neste caso são ninhos difusos; ou, então, próximos ao sistema radicular de plantas.

O ninho, juntamente com o solo, deve ser retirado com o auxílio de uma pá e acondicionado em sacos plásticos e transportados imediatamente para o laboratório para serem transferidos para bandejas plásticas. A fuga das formigas deve ser evitada com a aplicação de Teflon-30 (Dupont®) nas laterais internas das bandejas.

Em cada bandeja são colocados dois azulejos ou piso cerâmico justapostos pela face abrasiva (10 cm x 10 cm), separados por palitos de madeira colados em uma das placas, garantindo espaçamento necessário para instalação das formigas. Pode ser colocado entre os azulejos algodão umedecido com água e uma solução açucarada (30%) para atrair formigas. À medida que o solo perde umidade, as operárias aceleram a transferência para o interior do novo ninho. Após a conclusão da mudança, o ninho com as formigas pode ser transferidos para arenas de criação (NONDILLO et al., 2012). Ao realizar a transferência é importante verificar a presença de rainhas, operárias e cria para manutenção duradoura.

Outro tipo de ninho para *Linepithema* pode ser confeccionado com um tubo de ensaio de 20 cm de comprimento e 2,2 cm de diâmetro, cuja extremidade fechada deve ser preenchida com algodão embebido em água para a manutenção da umidade do ninho. O tubo deve ser revestido com papel celofane vermelho para diminuir a intensidade luminosa e, ao mesmo tempo, para permitir observações das atividades das formigas.

A alimentação das formigas, que ocorre na arena de forrageamento, deve ser realizada com fontes de carboidratos, proteínas e lipídios, ofertadas três vezes por semana. Como fonte de carboidrato, utiliza-se o açúcar invertido diluído em água a 25%; como proteína e lipídios, deve-se alternar o fornecimento de larvas de besouros, *T. molitor* e *Zophobas*

sp., além de adultos de *Gryllus* sp. (BAKER et al.,1985; SOLIS et al., 2008). Como forma de alimentação, pode-se utilizar, também, dietas artificiais, como, por exemplo, a descrita por Keller et al. (1989).

O suprimento de água deve ser “ad libitum” por meio de um tubo de ensaio ou outros frascos de vidro com um tufo de algodão em sua extremidade livre.

Paratrechina longicornis

O gênero *Paratrechina* é cosmopolita e *P. longicornis* se destaca como praga urbana. Seus ninhos nos centros urbanos são encontrados principalmente no peridomicílio, com maior frequência em caixas de inspeção de esgoto, rede elétrica ou gás e paredes externas das residências. Existem dois tipos de ninhos: permanentes e temporários. Os ninhos permanentes são maiores e contém todas as castas, enquanto que nos temporários existem apenas operárias e cria em estágios de desenvolvimento mais avançados.

As coletas das colônias de formigas podem ser realizadas de várias maneiras, mas o uso de um aspirador entomológico é a técnica mais adequada, uma vez que, com a abertura do ninho, as operárias tentam fugir muito rápido com os imaturos e as rainhas. Este equipamento pode ser feito com a adaptação de um aspirador de pó utilizado na limpeza de equipamentos elétricos eletrônicos.

A manutenção de ninhos de *P. longicornis* em laboratório é muito difícil, mas pode ser feita em recipientes onde as colônias permanecem alojadas como tubo de ensaio contendo algodão embebido em água. Recipientes de madeira e placa de Petri com molde de gesso não são tão adequados. A utilização de tubos de ensaios na criação necessita de um acompanhamento rigoroso, com a limpeza constante dos tubos, para que outros artrópodes e fungos não causem interferências na sobrevivência da colônia.

A alimentação pode ser realizada apenas com larvas de *T. molitor* e açúcar diluído em água a 25%, mas a sobrevivência não é muito longa. Bons resultados podem ser obtidos com outros itens alimentares como aqueles que constam no

Quadro 1, apesar das operárias mostrarem preferência por líquidos açucarados, provavelmente, para suprir a ausência do ‘honeydew’ e por insetos mortos, principalmente cupins.

Quadro 1 – Atratividade de diferentes itens alimentares pelas operárias de *Paratrechina longicornis* mantidas em laboratório (SOLIS et al., 2008).

Nível de Atratividade	Fontes alimentares
Alta	ninfas de operárias de cupins (gêneros <i>Coptotermes</i> , <i>Heterotermes</i> e <i>Cornitermes</i>). Caldo de cana-de-açúcar; sangue de frango; açúcar refinado diluído em água a 25%; arroz cozido.
Média	açúcar invertido diluído em água a 70%; adultos e ninfas de <i>Blatella germanica</i> (Dictyoptera: Blattellidae); larvas de <i>Tenebrio molitor</i> ; adultos de <i>Anagasta kuehniella</i> ; adultos de <i>Gryllus</i> sp. (Orthoptera: Gryllidae); larvas de <i>Zophobas</i> sp. (Coleoptera: Tenebrionidae). Mel silvestre puro; mel silvestre diluído em água a 50%; gema de ovo de galinha em pó; gema de ovo de galinha em pó diluído em água a 50%; gema-de-ovo de galinha; clara-de-ovo de galinha; leite de vaca puro (tipo A); óleo de amendoim; açúcar refinado puro; salsicha cozida; sardinha crua; filé mignon cru; atum cru; refrigerante (tipo cola); frango (cru e cozido); adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> .
Baixa	larvas de <i>Bombyx mori</i> (Lepidoptera: Bombycidae) em pó diluído em água a 50%; larvas de <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae); “ketchup”; manga; laranja; melancia; bacon; iogurte; maionese; doce de leite; xarope de milho; Ovomaltine®; leite condensado; creme de amendoim; ração de gato; Mistura 1: fígado de boi desidratado, pão de ló (sabor abacaxi), mel, óleo de amendoim; Mistura 2: água, mel, ovo de galinha, complexo vitamínico (com e sem ágar); Mistura 3: farinha, peixe e outros componentes.

***Tapinoma melanocephalum* e *Monomorium* spp.**

A melhor forma de coletar essas espécies é utilizando caixa-isca que pode ser de madeira ou placas de vidro protegidas da luz, contendo mel ou açúcar e algodão embebido em água. Com umidade e alimento disponível parte da colônia é transferida para a caixa-isca. As caixas-isca devem se espalhadas por todo o ambiente onde se encontra a infestação. Outra forma é usando aspirador entomológico ou pincel para fazer a transferência da colônia, com todas as castas, para uma arena.

Após a coleta, o ninho onde a colônia ficará alojada deve ser construído com madeira ou com dois azulejos separados por palitos de 3 a 5 mm. Ninhos mais elaborados podem ser confeccionados em gesso, moldado com várias câmaras. Um mini ninho dessas espécies pode ser construído entre duas lâminas histológicas e entre elas uma camada de EVA (espuma vinílica acetinada) moldada com uma câmara e pequena abertura.

***Solenopsis* spp.**

As colônias de *Solenopsis* podem ser coletadas no campo, parques ou jardins domésticos. A probabilidade de coletar a rainha é baixa e muitas vezes o ninho possui somente cria em estágios de desenvolvimento mais avançados e operárias, fazendo com que dure cerca de três a quatro meses apenas (BANKS et al., 1981). As rainhas podem ser coletadas logo após o voo nupcial; neste caso a formação da colônia será demorada. Entretanto, a colônia apresentará todas as castas e poderá sobreviver por anos. Nos meses de setembro a dezembro na região Sudeste as rainhas podem ser vistas caminhando no solo de parques ou quintais das residências, entre 11 e 15 horas. A rainha pode ser coletada com auxílio de aspirador entomológico ou pincel e colocada em pote plástico de cerca de 100 mL forrado com papel de filtro e contendo um algodão umedecido; este deve ser mantido fechado e no escuro. As rainhas quando coletadas também podem ser colocadas em tubos de ensaio com algodão umedecido no fundo e recoberto com papel celofane vermelho, mas neste caso deve ser colocado direto numa pequena arena.

Como fonte de alimento deve ser colocado um pouco de mel diluído ou solução aquosa açucarada e proteína, se for utilizar outros insetos mortos devem ser frescos. É importante vistoriar a umidade com frequência. Quando aparecerem algumas operárias, a colônia deve ser transferida para uma arena. Apenas uma pequena porcentagem das rainhas coletadas irá sobreviver.

A coleta de ninhos diretamente no campo pode ser útil para atividades específicas, pois raramente a colônia está completa ou equilibrada entre as diferentes castas. Isto faz com que sua sobrevivência em laboratório seja menor.

A época de coleta também é diferente em todo o país. Na região Sudeste pode ser no outono e inverno, quando aparecem os murundus nos dias seguintes a chuva. Ela deve ser realizada no período da manhã de um dia ensolarado, máximo até as 10 horas, quando grande quantidade de cria e possivelmente a rainha poderão estar na parte superior da terra solta.

Com auxílio de uma pá, todo murundu deve ser escavado e a mesma quantidade em profundidade e transferido para um balde plástico previamente revestido internamente por Teflon ou talco neutro.

Ao levar o balde para o laboratório, deve-se lentamente colocar água por gotejamento, 20 a 40 gotas por minuto. Pode ser usado no controle do gotejamento sistema de aplicação de soro intravenoso. À medida que a água vai lentamente preenchendo o balde, as formigas vão se separando da terra transportando cria e formam um amontoado na superfície, semelhante ao que pode ocorrer na natureza. Com auxílio de uma pá as formigas podem ser transferidas para a arena previamente separada. Outra forma é colocar uma ponte feita de arame de 2 mm entre a terra no interior do balde e a arena e à medida que a água vai gotejando, as operárias e a rainha passam para a arena com a cria (Figuras 8 e 9). A arena deve ser preparada como descrito e o ninho deve ser tubos de ensaio com algodão umedecido no fundo.

O ciclo da colônia é lento, pois segundo Tschinkel (2006), durante seu desenvolvimento, a fase ergonômica se completa em cinco anos e só depois entra na fase de reprodução, quando atinge cerca de 200 mil indivíduos e permanece mais ou menos constante. As maiores operárias levam mais de três anos para aparecer.

Figura 8 – Coleta de ninhos de lava-pés. A. Material coletado no campo e colocado em balde plástico. B. Adaptação de um sistema para separação por gotejamento.

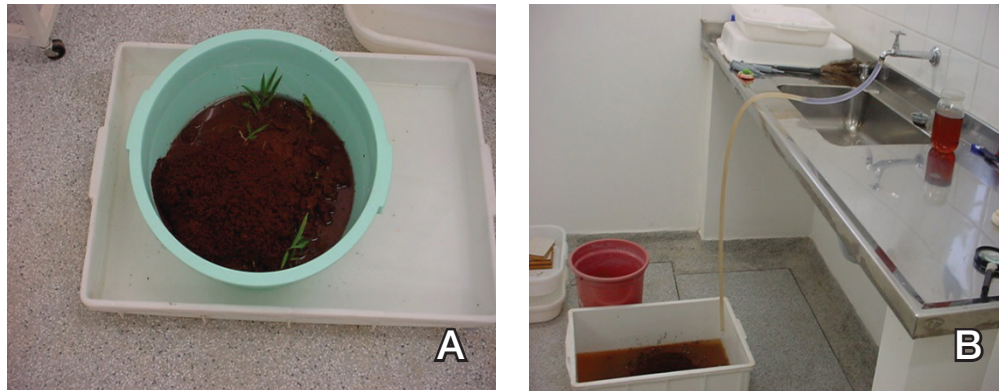


Figura 9 – Colônia de lava-pés separada da terra boiando na superfície da água.



Referências

BAKER, T.C.; VAN VORHIS KEY, S.E.; GASTON, L.K. Bait-preference tests for the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, v.78, p.1083-1088, 1985.

BANKS, W.A.; LOFGREN, C.S.; JOUVENAZ, D.P.; STRINGER, C.E.; BISHOP, P.M.; WILLIAMS, D.F.; WOJCIK, P.D.; GLANCEY, B.M. Techniques for collecting, rearing, and handling imported fire ants. U.S. Dept. Agric. Tech. AAT-S-21. 1981, 9 pp.

KELLER, L.; CHERIX, D.; ULLOA-CHACÓN, P. Description of a new artificial diet for rearing ant colonies as *Iridomyrmex humilis*, *Monomorium pharaonis* and *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*, v.36, n.4, p.348-352, 1989.

NONDILLO, A.; BUENO, O.C.; BOTTON, M. Metodologia para coleta e manutenção de colônias de *Linepithema micans* Forel (1908) (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório Comunicado118 Técnico – EMBRAPA - ISSN 1808-6802, Bento Gonçalves, RS, 2012.

SOLIS, D.R.; BUENO, O.C.; MORETTI, T.C. Desenvolvimento de metodologia de coleta e manutenção em laboratório da formiga invasora *Paratrechina longicornis* Latreille (Hymenoptera: Formicidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v.75, v.2, p.211- 216, 2008.

TSCHINKEL, W.R. The fire ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, 2006, 710p.

MÉTODOS DE ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE FORMIGAS-URBANAS

NICOLAS CHÂLINE
RONARA SOUZA FERREIRA-CHÂLINE
RAQUEL LUIZA DE CARVALHO
LÚCIA CARVALHO NECO
HENRIQUE AMERICANO LANHOSO
IGOR MARQUES DOS SANTOS

Resumo

O estudo do comportamento é certamente uma área fascinante para qualquer estudante de biologia, e ainda mais quando se trata de organismos sociais como formigas. No entanto, essa área requer abordagens rigorosas para uma real compreensão dos mecanismos próximos e distais em busca de comportamentos complexos. Formigas-urbanas têm sido o foco de um número crescente de pesquisas. Isso se deve ao fato delas serem vetores potenciais de doenças e patógenos em residências e hospitais, além de causarem alergias nas pessoas por causa de picadas. Algumas dessas formigas são invasoras e ameaçam a biodiversidade local, outras possuem adaptações que permitem a permanência e dominância nos ambientes urbanos perturbados, e por fim ambientes urbanos se tornam cada vez mais potenciais refúgios para a diversidade de espécies locais. Para entender todos esses aspectos, é preciso estudar detalhadamente o comportamento

das diversas espécies que constituam as comunidades urbanas de formigas. Nesse capítulo, apresentamos considerações gerais sobre o estudo do comportamento e as especificidades de estudar o comportamento de formigas-urbanas. Depois fazemos uma apresentação dos cuidados experimentais gerais que devem ser levados em conta antes de engajar no estudo do comportamento de formigas-urbanas. Enfim, abordamos vários aspectos específicos do comportamento com exemplos mais detalhados dos experimentos realizados para estudá-los. Estes são forrageamento, dominância e competição, reconhecimento social, reprodução, diferenças interindividuais e intercoloniais e repelência e controle.

Introdução

O que os cientistas comportamentais sabem sobre a complexidade do comportamento das formigas é frequentemente muito diferente de como outros mirmecólogos consideram o comportamento desses insetos. Com efeito, a complexidade dos mecanismos comportamentais e a variabilidade dentro e entre espécies de formigas muitas vezes têm sido negligenciadas. Isto se dá por três razões: em primeiro lugar, o estudo da biologia de formiga muitas vezes visa responder às perguntas onde comportamento, embora central para muitos aspectos de seus traços de ecologia e história de vida, é considerado apenas um elemento adicional, ou até mesmo uma variável de confusão, difícil de controlar, e que desfoca padrões importantes. Em segundo lugar, porque estudar o comportamento é muitas vezes um campo de pesquisa barato e geralmente de baixa tecnologia, e a expressão do comportamento em si, especialmente em invertebrados, como formigas, é muitas vezes vista por alguns pesquisadores como excessivamente simples e não digno de experiências extensas e cuidadosamente planejadas. Em terceiro lugar, mesmo sendo provavelmente os mais complexos e diversos organismos sociais do planeta, as formigas são muitas vezes vistas como exibindo comportamentos estereotipados, ou mesmo majoritariamente padrões de comportamentos inatos (TINBERGEN, 1951). Assim, investigar a flexibilidade de comportamento e suas causas pode parecer erroneamente desinteressante. Isto também tem sido popularizado pelas obras de vários

cientistas na fronteira entre a física e biologia sobre *stigmergia* (GRASSÉ, 1959) e propriedades emergentes que demonstraram como padrões complexos podem emergir das interações simples de agentes simples sem controle central, como é o caso com as trilhas de feromônio de formigas (DETRAIN; DENEUBOURG, 2006). A beleza destes estudos reside na simplicidade das regras comportamentais adotadas, que podem levar à resolução de problemas complexos, tais como o problema da torre de Hanói (REID et al., 2011) ou o vendedor ambulante (*traveling salesman*, que consiste em achar o caminho mais curto entre vários pontos sem visitar o mesmo ponto duas vezes), que inspirou o algoritmo para resolver problemas matemáticos complicados (DORIGO; GAMBARDILLA, 1997).

Pesquisas recentes sobre invertebrados sociais apontam que há mais complexidade em seus comportamentos do que seus cérebros de tamanhos pequenos sugerem. Por exemplo, abelhas têm 1 milhão de neurônios em um cérebro do tamanho da cabeça de um alfinete, em comparação com os 100 bilhões de neurônios do cérebro humano (MENZEL; GIURFA, 2001). A maioria dos estudos de complexidade comportamental de formiga vem de pesquisadores cujo campo de pesquisa não é especificamente a mirmecologia, mas especialmente aqueles interessados em ciências cognitivas. Por exemplo, alguns trabalhos mostram que insetos sociais são capazes de exibir comportamentos que podem ser comparados com a utilização de ferramentas, e que exibem transmissão cultural semelhante ao que se achava ser monopólio das espécies de primatas sociais (ALEM et al., 2016; MAAK et al., 2017). Outros trabalhos têm mostrado que elementos complexos com base na experiência modulam a expressão do comportamento e que alguns destes resultados mostram respostas muito semelhantes ao que são considerados estados emocionais e experiências subjetivas em vertebrados (PERRY et al., 2016; BARRON; KLEIN, 2016). A navegação em formigas também é um assunto fascinante, com suas habilidades em contar o número de passos que elas dão durante o percurso (WITTLINGER et al., 2006), usar pistas celestes (WEHNER, 1997) ou conseguir se dirigir até o ninho mesmo andando para frente ou para trás quando carregando uma presa (SCHWARZ et al., 2017). Ainda, as decisões de forrageamento em formigas também demonstram maior complexidade do que se pensava nas diversas espécies usando feromônios de trilha. Muitas vezes combinam a informação que é privada (adquirida pela experiência) com informação social (a trilha de feromônio) para alcançar o melhor compromisso na exploração do

recurso (GRUETER; LEADBEATER, 2014). Infelizmente, a maioria desses estudos é extremamente controlada e em laboratório, o que pode levar a perguntas sobre o que insetos sociais realmente fazem na natureza, o que corresponde ao que a maioria dos mirmeecólogos está interessada (CHÂLINE et al., 2015).

Em particular, a herança cultural e a inovação comportamental, que têm sido consideradas importantes para o sucesso da introdução e potencial de invasão em vertebrados (SOL et al., 2005), poderiam parecer um aspecto relevante no estudo do sucesso ecológico de formigas e ainda mais das formigas-urbanas desde que elas levantam questões sobre a adaptabilidade de Formicidae aos novos e cada dia mais importantes ecossistemas que constituem nossas cidades. Com efeito, as cidades aparecem quase como gigantescos experimentos comportamentais para testar como os traços hiper diversificados de história de vida de um dos mais importantes organismos sociais, pelo menos em termos de biomassa, permitem sua adaptação quando confrontadas com esta potencial mudança drástica em seus ambientes. Histórias de vida das formigas também fornecem excelentes exemplos de construção de nicho (ODLING-SMEE et al., 1996) e o seu comportamento, através da edificação de construções elaboradas, interações formiga-planta e modificação geral do seu ambiente certamente agem como um poderoso modificador das pressões de seleção para sua evolução, bem como de outros organismos associados. É necessário perceber que mais do que apenas uma consequência, o comportamento é também um importante motor da evolução.

O estudo do comportamento abrange uma ampla gama de áreas de investigação, que varia da neurobiologia e a genética até a ecologia e evolução. Como tal, às vezes considera-se como uma subárea de tais campos, sem métodos específicos ou bases teóricas para justificar sua consideração como uma área de pesquisa independente. No entanto, pesquisadores pioneiros como Lorenz, Tinbergen e Von Frisch, vencedores do Prêmio Nobel em 1973 por seus trabalhos em etologia, escreveram extensos artigos teóricos, dando uma base para a área, e a proposta que eles apresentaram é de um campo integrativo, incluindo, nomeadamente, as “quatro perguntas” no centro do plano de trabalho do cientista comportamental (TINBERGEN, 1963). Estas questões incluem o que tem sido chamado de as causas proximais (causas e desenvolvimento) e distais do comportamento (função e evolução) e posicionam ciências comportamentais como uma

área de investigação verdadeiramente abrangente com perguntas específicas que precisam ser feitas a fim de obter uma compreensão adequada da expressão do comportamento.

Ao pensarmos em como estudar o comportamento de formigas-urbanas, temos que determinar primeiro qual tipo de comportamento é específico destas, caso haja algum. Assim, temos que investigar o que é interessante para mirmeecólogos sobre as formigas-urbanas. Como etólogos, estamos sensibilizados com a história natural das espécies que estudamos, e o aumento recente nos jornais de artigos sobre como áreas urbanas podem ser problemáticas ou não a esta ou aquela espécie permitiu-nos separar vários aspectos da biologia de formigas nos quais investigar os aspectos comportamentais seria interessante. Com isso, esperamos estabelecer o terreno para mais estudos sobre o comportamento das formigas-urbanas, ou pelo menos para uma avaliação mais cuidadosa do comportamento e dos mecanismos responsáveis por sua expressão em estudos futuros sobre as formigas-urbanas. Embora o estudo do comportamento seja um esforço multidisciplinar integrativo, também optamos por focar no que é o núcleo da etologia: a observação de organismos se comportando e como isso pode levar às respostas de perguntas relevantes sobre formigas-urbanas em geral.

Comportamento e formigas-urbanas

Para muitos cientistas, as formigas nas cidades são sinônimas de pragas, ou espécies invasoras. Assim, semelhante ao tratamento dados às formigas cortadeiras, o foco da pesquisa sobre esses organismos é, em grande medida, orientado para seu controle, muito embora, a percepção comum seja a de que, até hoje, nenhum dos métodos desenvolvidos cumpre de forma adequada este objetivo. Isso se dá mais por causa do comportamento das formigas do que pela ineficiência dos produtos químicos.

A preocupação com a presença de formigas em nossa vizinhança vem de vários potenciais problemas. Os mais preocupantes para as populações são a transmissão de doenças infecciosas e outros patógenos (MOREIRA et al., 2005),

bem como o dano potencial para seres humanos e outros animais provenientes de picadas acidentais e reações alérgicas relacionadas, como por exemplo de *Solenopsis* (KEMP et al., 2000). Estes problemas apontam, por si só, a necessidade de um melhor conhecimento do comportamento dessas formigas, principalmente seus hábitos de nidificação, distribuição e densidade de ninhos e comportamento de forrageio.

As questões sobre densidade e distribuição de ninho estão mais relacionadas com outra área de interesse. As formigas presentes em habitat urbanos são frequentemente dominantes e muitas vezes espécies introduzidas. Essas são consideradas invasivas quando sua prevalência é tal que elas ameaçam comunidades já perturbadas de espécies locais. Para entender esta relação, bem como a co-ocorrência ou a falta de espécies nas comunidades, é necessário investigar a reprodução, competição e as relações intra e interespecíficas, as quais envolvem o conhecimento dos aspectos comportamentais das espécies, como sistemas de acasalamento, fissão de ninho e emigração, competição por comida e territorialidade, agressão e reconhecimento. Dessa forma, parece haver síndromes associadas à prevalência de espécies de formigas em habitat urbanos, que incluem a poliginia, reprodução por fissão, exclusão de concorrentes interespecíficos e falta de concorrência entre os ninhos intraespecíficos. Esta última síndrome, que quando atinge seu máximo, é conhecida como unicolonialidade, e as espécies que a exibem são chamadas de formigas “vagabundas” ou “*tramp ants*”, levanta muitas questões sobre os mecanismos subjacentes à falta de agressão intracolonial. A unicolonialidade já foi investigada em várias espécies emblemáticas como *Linepithema humile* e *Wasmania auropunctata*, em muitos níveis, incluindo os aspectos genéticos e moleculares, utilizando testes comportamentais (TSUTSUI et al., 2001; ORIVEL et al., 2009).

A existência de tais espécies invasoras que ameaçam a diversidade local, juntamente com o fato de que, fora das áreas urbanas, outras atividades humanas são prejudiciais para a diversidade e a permanência de espécies, têm incentivado o desenvolvimento de áreas de pesquisa relacionadas com conservação. De fato, houve uma mudança recente na percepção de áreas urbanas apenas como habitat perturbados com baixa biodiversidade. Isso ocorreu porque muitas espécies locais, ao contrário do esperado, prosperam em ambientes urbanos, enquanto que sua presença em outros habitat é muitas vezes ameaçada devido à perda deste e o uso extensivo de agrotóxicos que perturbam o equilíbrio do que poderia

ser considerado como um habitat mais adequado. Esforços de conservação e pesquisas nesta área, portanto, também se centram nos habitats urbanos como potenciais refúgios para várias espécies, como formigas (MENKE et al., 2011), entre as quais àquelas úteis como polinizadores (HALL et al., 2016). Em se tratando de estudos comportamentais, esta mudança aponta para mais pesquisas sobre algumas características das espécies que, como resultado de grandes mudanças no habitat, podem estar associadas às drásticas mudanças no comportamento e nos traços da história de vida delas (DIAMOND et al., 2017).

Além dessas, outras áreas interessadas em plasticidade e flexibilidade comportamental certamente valem a pena de ser investigadas em espécies de formigas-urbanas, pois permitem a documentação das diferenças comportamentais nos níveis interindividual, intercolonial e interespecífico. Esta área recentemente ganhou um renovado interesse em insetos sociais e, especialmente em formigas, e muitas vezes, é conhecida como pesquisa sobre personalidade em animais. Aqui é investigada a heterogeneidade comportamental, frequentemente descritiva ou funcional, mas certamente ligada com uma pesquisa mais mecanicista ou cognitiva e promete muitos avanços na compreensão de comunidades urbanas de formigas e da diversidade de comportamentos sociais em geral.

Como podemos notar, quase todos os aspectos dos focos de pesquisa em biologia das formigas-urbanas estão relacionados com aspectos ligados ao seu comportamento. Listamos os mais comumente estudados e cada um deles requer o uso de métodos específicos que variam em sua complexidade experimental. Nas próximas partes do capítulo, fazemos considerações gerais sobre métodos experimentais no estudo do comportamento antes de entrar em mais detalhes sobre alguns dos protocolos mais utilizados nesta área.

Considerações gerais sobre o estudo experimental do comportamento de formigas-urbanas

A expressão do comportamento é provavelmente um dos fenômenos biológicos mais variáveis, e é por isso que ela é tão fascinante, mas também tão difícil de estudar de forma objetiva. Um estudante do comportamento tem que prestar atenção para vários fatores antes de engajar-se em um experimento para responder as perguntas sobre o comportamento da formiga. Estes requerem específico e cuidadoso planejamento, que se não feito corretamente pode prejudicar a possibilidade de responder à pergunta de pesquisa inicial.

O ponto de partida: perguntas e hipóteses claras

Muitos estudantes, ou até mesmo pesquisadores de outras áreas relacionadas à etologia, frequentemente consideram o estudo do comportamento animal como uma simples descrição dos comportamentos exibidos por uma determinada espécie, ou seja, o relato do que podemos observar um indivíduo ou grupo de indivíduos fazendo no campo ou mesmo no laboratório. No entanto, quando falamos em estudo experimental do comportamento, essa é muitas das vezes apenas a etapa inicial do trabalho e alguns passos além da simples descrição do comportamento são necessários (VOLPATO, 2011; YAMAMOTO; VOLPATO, 2011). Um dos primeiros passos fundamentais para esse tipo de estudo é, após termos observado ou lido algum fato referente ao(s) comportamento(s) e/ou espécie(s) de nosso interesse, formularmos uma pergunta de trabalho bem clara e objetiva. Geralmente, no estudo do comportamento animal, além da descrição de comportamentos, buscamos responder perguntas sobre causas e condições nas quais os comportamentos ocorrem. Diante de nossa pergunta, podemos propor possíveis respostas provisórias para ela, que serão nossas hipóteses (FREITAS; NISHIDA, 2011; VOLPATO, 2011). Normalmente para a elaboração das hipóteses nos baseamos nas possíveis relações entre as diversas

variáveis bióticas e abióticas que envolvem o comportamento ou espécie em questão. Buscamos assim, as supostas relações entre essas variáveis, de associação, *com* ou *sem* interferência de uma(s) na(s) outra(s), procurando saber se o comportamento de uma variável pode ser explicado pelo comportamento de outra ou se claramente interfere nele. Nesse último caso, podemos separar as variáveis em independentes (as que causam interferência) e dependentes (as que são os efeitos), com o sentido da relação entre causa e efeito podendo ser escolhido de acordo com o interesse do trabalho a ser desenvolvido (ver revisão em VOLPATO, 2011).

De posse de nossa pergunta e hipóteses bem definidas e claramente redigidas, com as variáveis de causa e efeito criteriosamente selecionadas (considerando que o tipo de estudo a ser desenvolvido demande, é claro), se torna muito mais fácil a elaboração da metodologia a ser utilizada para testar cada uma delas, levando em conta todos os cuidados necessários para evitar influências externas de outras variáveis como, por exemplo, a interferência do observador, ou de fatores ambientais que não estão sendo avaliados (ex. sons, temperatura, odores ou luminosidade) ou ainda erros de planejamento, como a não randomização ou aleatorização de repetições e tratamentos ou a independência dos dados (ver tópicos abaixo para mais detalhes).

Ao estudar o comportamento de um determinado grupo de indivíduos, esperamos poder fazer generalizações sobre o mesmo e estendê-las para toda a espécie. Assim sendo, precisamos de uma metodologia quantitativa, com unidades de medidas do comportamento bem precisas, a fim de podermos delinear corretamente os experimentos, testar nossas hipóteses e realizar análises associativas e comparativas sobre os diversos aspectos do(s) comportamento(s) que estamos testando. Precisamos então, unir à nossa pergunta e hipóteses bem definidas, um objetivo igualmente claro e estruturado, assim como um arcabouço teórico sólido, bem estruturado e atualizado, que nos permita discutir com propriedade nossos resultados futuros (FREITAS; NISHIDA, 2011; YAMAMOTO; VOLPATO, 2011). Só então, a partir desse ponto, é que passaremos à coleta dos nossos dados.

Esforço de amostragem

Em organismos sociais, como formigas, uma dificuldade adicional no estudo do comportamento vem do fato de que esses animais vivem em sociedades que constituem um nível adicional de amostragem, bem como um nível adicional de complexidade nos fatores responsáveis para a expressão do comportamento. Assim, antes de iniciar qualquer experimento, é importante determinar qual é o nível a ser estudado, formigas individuais ou a colônia. Por exemplo, se o tamanho da colônia é manipulado, comparar um controle a uma colônia manipulada provavelmente não permitirá conclusões gerais sobre o efeito do tamanho por causa da idiosincrasia de colônia. Por outro lado, se operárias são manipuladas dentro da colônia, por exemplo, reservas de gordura individual, exposição a pesticidas, ou outro, uma colônia pode permitir algumas conclusões a ser feita sobre o tratamento quando comparado ao controle de operárias da mesma colônia. Se o interesse está no efeito repelente de uma substância para operárias individuais, usar uma única colônia pode ser suficiente. No entanto quando esta mesma substância é testada para avaliar o seu efeito sobre recrutamento e a formação de trilha, várias colônias deveriam ser analisadas para controlar para o possível efeito de idiosincrasias coloniais. Outro elemento importante para formigas-urbanas é o fato de que muitas vezes elas diferem quanto ao comportamento de suas contrapartes que se encontram em ambientes mais naturais. A este nível, é importante tentar caracterizar várias populações nas duas condições para verdadeiramente investigar o efeito da urbanização. Isto pode parecer óbvio para ecólogos interessados na composição da comunidade ou na diversidade de espécies, mas isto é muitas vezes esquecido quando se trata de comportamento.

Um dos pré-requisitos de um bom experimento comportamental consiste em controlar tanto quanto possível os fatores que não são o foco do estudo, ou ter uma amostra suficientemente grande para que esses fatores sejam bem representados na amostra e, portanto, menos susceptíveis de influenciar os resultados obtidos. Por causa de problemas práticos, tais como a dificuldade para coletar colônias, alguns estudos faltam recursos para separar os efeitos dos diferentes fatores envolvidos. Muitas vezes isso leva os autores a aumentar o tamanho de amostragem ao nível individual

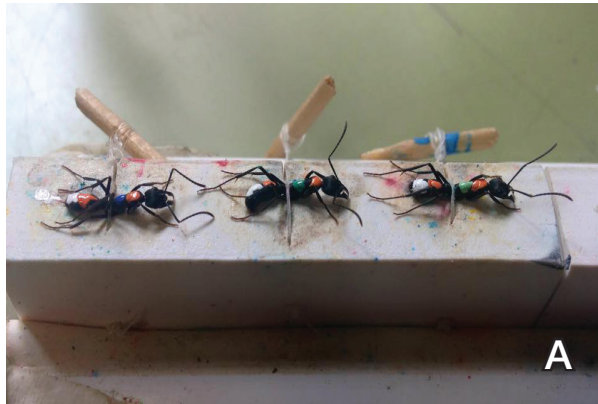
(amostragem da mesma colônia repetidamente), ignorando o fato de que isso só aumenta as informações sobre uma colônia específica, com sua história específica (idade, tempo de residência no ninho, tamanho, composição em operárias de varias idades e subcastas, etc.) e não o conhecimento sobre o comportamento geral da espécie. Mais frequentemente, se a amostragem não for feita com cuidado, isto irá aumentar a variabilidade dos resultados, adicionando as operárias de subcastas diferentes (por exemplo, forrageadoras e enfermeiras que diferem em suas respostas comportamentais). Isso é na verdade aceitável se o objeto do estudo visa especificamente esta variação. Muitos estudos sobre a divisão do trabalho nas colônias usam estudos longitudinais das tarefas executadas por operárias, usando um pequeno número de colônias.

Mesmo se cada conjunto de dados pode permitir algumas conclusões a serem feitas, é importante perceber que alguns são mais descritivos do que outros, ligados às especificidades dos experimentos e outros permitem conclusões mais gerais sobre os fenômenos observados. Como regra, deve-se considerar o nível da manipulação experimental para determinar uma amostragem adequada a fim de obter resultados conclusivos. Além disso, é sempre bom lembrar que a variação intercolonial pode ser o pesadelo do experimentador, e que testar duas ou três colônias às vezes não vai aumentar a confiabilidade dos resultados devido a uma alta probabilidade de um resultado atípico ser obtido de pelo menos uma das colônias. Assim, às vezes é melhor testar muitas formigas de uma única colônia ou algumas formigas de muitas. Mesmo se não há nenhuma regra no que constitui uma amostragem adequada devido à diversidade de experiências possíveis, deve-se sempre considerar a hipótese testada ao decidir se a amostragem suficiente será atingível. Se isso não ocorre e o experimento é realizado mesmo assim, as conclusões devem discutir honestamente a real generalidade dos resultados obtidos.

Marcação

Em experimentos comportamentais, por conta da frequente necessidade de seguir formigas individuais ou grupos de formigas, a marcação individual ou de grupos de formigas se faz muito importante. Isto irá permitir testes repetidos da mesma formiga em contextos diferentes, separação de formigas em grupos etários ou ninhos. A marcação não deve modificar o comportamento da formiga. Podem ser usados vários tipos de tinta, que diferem na duração. Tinta à base de óleo apresenta os melhores resultados em termos de visibilidade e duração, permitindo que vários pontos sejam feitos em cada formiga, que podem ser colocados sobre o tórax, pecíolo ou topo do gaster. Uma mesa de contenção pode ser construída facilmente com uma linha de pesca e uma borracha, onde a formiga é imobilizada na parte anterior do pecíolo com a linha. Normalmente, a marcação requer a imobilização das formigas, embora uma marcação cuidadosa no campo com um capim fino ou palito de dente muitas vezes pode ser feita sem grande estresse para os indivíduos. No entanto, isso quase sempre impede a marcação com várias cores, o que faz a individualização de muitas formigas mais complicada, mas fotos das formigas marcadas às vezes podem permitir identificação devido ao tamanho e forma da marca. Quando recolhidas e marcadas no laboratório, as forrageadoras na maioria das vezes retomam suas atividades rapidamente.

Figura 1 – Métodos de marcação de formigas. (A) Marcação com tinta óleo utilizando tábua de contenção, (B) Indivíduo de *Neoponera verenae* marcado, sendo observado em campo, (C) Indivíduo de *Dinoponera gigantea* marcada com etiqueta numérica colorida e (D) Colônia de *D. gigantea* marcada com etiqueta numérica colorida sendo observada em ninho artificial de gesso em condições de laboratório (Fotos: A, B e D: Ronara Ferreira-Châline, C: Andressa Hartuiq dos Santos).



A fim de se marcar grandes quantidades de formigas mais rapidamente, e se o tamanho da espécie permitir (caso seja grande, > 1 cm), etiquetas numeradas podem ser coladas sobre o tórax com cianoacrilato. Elas podem ser impressas em transparências (utilizadas para retroprojeter), que são então revestidas com tinta para plásticos. Etiquetas comerciais de apicultura funcionam para as espécies maiores. Outras técnicas de marcação usando códigos de barras e etiquetas RFID estão sendo desenvolvidas atualmente (ROBINSON et al., 2009; MERSCH et al., 2013). Elas são mais caras e necessitam de um elevado poder de computação, mas seu uso está se tornando cada vez mais comum e juntamente com o desenvolvimento de modelos de análises específicos permitem abordar uma grande quantidade de dados, além de novas questões, com interações mais complexas, sobre o comportamento desses insetos.

O etograma

Um importante passo necessário ao observar o comportamento de formigas é definir detalhadamente as categorias de comportamento que serão consideradas nos experimentos. O conjunto dessas categorias constitui o etograma. Ele pode ser mais ou menos específico e também ser muito descritivo ou funcional, em função da questão abordada. Por exemplo, uma categoria “agressão” pode ser dividida em abertura de mandíbula, box de antenas, mordida, ferroadada, projeção de secreção (ácido, espuma, ou outro em função da espécie), ou dividida simplesmente nos testes em aceitação ou rejeição. Uma categoria “forrageamento” pode ser dividida em exploração (*scouting*), manipulação do recurso, depósito de feromônio (recrutamento), ida a um recurso conhecido, uso da trilha, etc. Muitas vezes, quando se trata de hipóteses sobre a divisão de tarefa, as categorias incluem todas as atividades relacionadas a uma tarefa: cuidado da prole, manutenção do ninho, guarda, forrageamento, inatividade, etc; que vão definir as subcastas dentro da colônia. A divisão de tarefas é um elemento crucial na eficiência das colônias e depende do nível individual, da idade, da genética e da experiência e ao nível colonial, das condições de demandas de cada tarefa, das reservas e da demografia da colônia (BESHERS; FEWELL,

2001). Muitas vezes, as categorias precisam ser avaliadas de uma forma mais quantitativa, por exemplo, a velocidade de locomoção, distância percorrida, latência ou frequência de uma determinada atividade e assim as variáveis usadas permitem testar aspectos mais finos da variação de cada comportamento. Para fim de consistência e repetibilidade, a descrição das categorias deve ser a mais detalhada possível, destacando diferenças existentes entre os comportamentos.

Métodos de observação, amostragem e registro do comportamento

Vários autores escreveram revisões sobre como observar o comportamento e o que observar e como cada técnica corresponde a conjuntos específicos de perguntas. O artigo de Altmann (1974) é certamente uma leitura necessária antes de engajar-se em um experimento comportamental. Outro importante trabalho que deve ser considerado é o livro de Yamamoto e Volpato (2011), principalmente os capítulos 2 e 3, de Volpato (2011) e Freitas e Nishida (2011), respectivamente. Essa obra está disponível em português e apresenta leitura acessível para iniciantes na área. A seguir, forneceremos um resumo dos principais métodos e cuidados durante o estudo experimental do comportamento, mas vale a pena destacar algumas dificuldades específicas de observar as formigas. É realmente fácil ficar confuso quando se começa a observar colônias de às vezes centenas de formigas. Dentre os métodos usados para estudar o comportamento de formigas, o mais usado é a amostragem de varredura, onde um comportamento é observado para cada formiga em cada observação. Isto pode ser feito para toda a colônia somente se a marcação individual for realizada previamente. Se não, coortes ou subcastas de operárias podem ser identificadas e seu comportamento amostrado repetidamente. É importante então amostrar com rigor, por exemplo, observando o comportamento das primeiras dez operárias encontradas ao escanear uma colônia. O observador tem que se acostumar a não se concentrar em áreas particulares da colônia ou focar só nas formigas mais ativas. Se usar manipulações experimentais, o melhor desenho amostral é registrar o comportamento de cada formiga ou colônias uma vez só, como por exemplo, em encontros diádicos ou experimentos de forrageamento, visto que o experimento pode mudar a experiência e o comportamento

das formigas em experimentos seguintes. Outro fator importante a considerar quanto à observação do comportamento é a independência entre as amostras. A marcação individual é uma maneira de certificar-se de que a mesma formiga não é observada repetidamente na mesma amostra. As amostras de mesmos grupos, colônias ou indivíduos tem que ser separadas por intervalos de tempo longos o suficiente para considerá-los como registros independentes.

Observações

O observador sempre modifica o comportamento de quem ele observa. Com formigas, pode-se ter uma impressão que os indivíduos não percebiam a presença de mamíferos grandes. No entanto, as habilidades perceptivas das formigas claramente permitem uma detecção de animais grandes, como o observador, quer seja pelo olfato ou a visão. Assim, o observador deve incluir nas suas preocupações o fato que ele pode influenciar o comportamento do modelo de estudo. Outro cuidado necessário é de não projetar suas emoções ou impressões nas formigas, ou de interpretar os comportamentos como se fosse um ser humano se comportando. Perguntas sobre a função do comportamento têm mais riscos de gerar esse tipo de interpretações porque a função de um comportamento pode trazer uma ideia de propósito no comportamento e daí a existência de uma consciência desse propósito nas formigas observadas. O cânone de Morgan (1894) sempre deve ser a regra a aplicar. Ao observar, usando as ferramentas para o estudo do comportamento (como a realização de um etograma preciso), o pesquisador deve tentar excluir qualquer subjetividade da avaliação dos comportamentos. Para isso, observações conduzidas de maneira cega ajudam a limitar esse potencial viés do observador. Ainda, as observações devem ser feitas com a menor perturbação possível do comportamento (como odores, CO₂ da respiração, vibrações) e observações do interior dos ninhos, que normalmente ficam no escuro - em ambientes naturais, devem ser preferencialmente feitas com luz vermelha, invisível para as formigas, ou com filtros vermelhos transparentes. A marcação dos indivíduos também deve ser adaptada a esse tipo de observação que não permite ao observador distinguir a maioria das cores.

Vídeos e ferramentas específicas

A filmagem é muitas vezes o melhor jeito de registrar o comportamento. Ela permite analisar as sequências de maneira mais precisa. A definição dos vídeos tem que ser adequada para a precisão requerida, e a potencial necessidade de assistir os vídeos em câmera lenta. Vários softwares permitem uma automatização da tomada de dados. Além de tornar a análise dos comportamentos mais fácil, eles permitem uma padronização mais rigorosa da codificação que ajuda a evitar erros comuns na tomada de dados (anotação do mesmo comportamento com códigos diferentes ou anotação errada das variáveis). Alguns são pagos, mas existem vários que podem ser usados gratuitamente, como o software Boris, que tem muitas funcionalidades (FRIARD; GAMBA, 2016).

A trajetometria pode ser muito útil para responder a perguntas sobre atividades e exploração. Vários laboratórios têm desenvolvido softwares para a coleta de tais dados (PEREZ-ESCUADERO et al., 2014). Quando a filmagem não é possível, a gravação de pistas sonoras pode ajudar na tomada de dados ou na conferência posterior quando um grande número de eventos se sobrepõe durante as observações. Cada experimentador precisa testar o sistema de anotação para verificar a possibilidade de lidar com o registro dos dados em situação real de experimento. Muitas vezes as folhas de notações se revelam insuficientes ou complexas demais e prejudicam a tomada de dados e a realização do experimento inteiro.

Métodos de observação

O registro do comportamento pode ser feito de várias maneiras, sendo cada uma delas mais apropriada a um pergunta ou situação do comportamento. As categorias mais usadas para amostrar dados são [ver revisão em Altmann (1974) e Freitas e Nishida (2011)]:

- **Amostragem ad libitum:** todos os comportamentos são anotados de maneira livre, sem limite de tempo ou foco em animais específicos. Esse tipo de amostragem é muito usado nas fases preliminares de observação e para construir etogramas, mas ele proíbe muitas vezes a realização de análises estatísticas e é assim pouco aconselhado nos experimentos em si.
- **Amostragem do animal focal:** Nesse método, um animal é seguido durante um período de tempo e seus comportamentos anotados. Esse processo pode ser repetido com vários indivíduos para avaliação dos comportamentos dentro do grupo. Muitas vezes esse método é usado quando o indivíduo é manipulado, com farmacêuticos por exemplo. Isso pode ser usado nas colônias, por exemplo, para seguir a reprodutora, uma guarda, ou uma forrageadora (nesse caso, a observação pode ser desde a saída do ninho até o retorno ao ninho).
- **Amostragem por escaneamento (scan):** Nesse método, a intervalos regulares, são anotados os comportamentos de todos os indivíduos do grupo de maneira instantânea. Isso pode ser útil para estudos sobre divisão do trabalho, organização social, modificações que podem afetar toda a colônia. Muitas vezes um grupo de operárias é marcado e esse grupo específico é o foco dos registros, fornecendo assim uma ideia da frequência de realização dos diferentes comportamentos ao longo do tempo.
- **Amostragem do comportamental:** Nesse método, não são mais os indivíduos que são amostrados, mas um comportamento específico, como mordida, ou virar do lado de um dos braços de um labirinto. Entretanto, a identidade do ator ou dos indivíduos interagindo pode ser anotada também.
- **Observação com vários observadores:** Muitas vezes, principalmente quando trabalhamos com vídeos que geram material amplo que devem ser analisados cuidadosamente, vários observadores precisam participar da mesma pesquisa, analisando partes do mesmo experimento. Quando isso acontece, tem-se um risco da variação entre observadores ser maior do que entre os tratamentos (*i.e.* existe uma diferença significativa entre os dados de dois ou mais observadores para a mesma tomada de dados). Por isso, é importante concordar primeiro sobre as definições dos comportamentos anotados, e randomizar ou equilibrar a distribuição das observações que cada

observador analisa. É importante também que antes de começarem as observações ou análises dos dados, os observadores analisem juntos uma subamostra das observações para verificarem a concordância entre eles. Vários métodos, baseados em correlações, permitem avaliar essa concordância entre observadores (BURGHARDT et al., 2012). O cálculo do Kappa é certamente o mais usado (GROSS, 1986). Esse cuidado permite que todos os observadores estejam calibrados e avaliem de maneira similar os comportamentos observados.

Tempo de registro

Uma questão que sempre aparece quando estamos planejando um experimento comportamental é: Por quanto tempo registrar e com qual frequência? Um modo clássico de observar é com o registro contínuo que permite avaliar durações e frequência dos comportamentos. Por outro lado, às vezes, uma observação contínua não é prática. Dois tipos de registros podem ser usados então: **Amostragem instantânea**, onde o comportamento de cada indivíduo observado é registrado a cada intervalo de tempo. Esse tipo é mais apropriado para estados ou comportamentos de maior duração ou categorias de comportamento mais abrangentes (inatividade, forrageamento, etc.); e **Amostragem um-zero** que registra a cada intervalo se o comportamento ocorreu no intervalo precedente. Esses métodos não permitem quantificação de duração ou frequência, mas permitem calcular um *score* para cada indivíduo e o registro por períodos maiores e de muitos indivíduos em paralelo. É o método preferido para estudos de orçamento temporal e de polietismo etário.

Variáveis a avaliar

Além dos comportamentos específicos, o observador precisa escolher quais variáveis associadas ao comportamento serão avaliadas. Essas variáveis permitem a quantificação dos fenômenos observados e facilitam os testes de hipóteses (ver tópico “O ponto de partida: Perguntas e Hipóteses Claras”). Essas variáveis incluem duração, frequência, latência até a expressão de um comportamento (ou, por exemplo, descoberta de um recurso no caso de forrageamento) e intensidade, que é a variável mais delicada, porque o observador tem que definir uma escala objetiva da intensidade que pode ser usada por outros observadores de maneira consistente (FREITAS; NISHIDA, 2011).

Forrageamento

O forrageamento é um assunto muito complexo e muito estudado nas formigas, inclusive nas formigas-urbanas. A complexidade da busca por recurso de formigas é vista pela diversidade das estratégias de forrageamento evidenciadas nas várias espécies. Por exemplo, em 1989, Beckers e colaboradores mostraram que o tamanho da colônia influencia essas estratégias. Quanto maior o tamanho da colônia, maior a probabilidade de usar pistas de feromônios para forragear. Forrageamento é então uma área de pesquisa muito desenvolvida, e consiste a maioria das vezes em registrar o comportamento de indivíduos ou de colônias ao explorar fonte de alimentos. Um comportamento muito estudado é a deposição de feromônios de trilha, que pode variar amplamente em função da qualidade do recurso (JACKSON; CHÂLINE, 2007, usando vidro com depósito de fuligem). Uma hipótese frequente para esses animais que estão forrageando de um lugar central é que eles deveriam escolher as fontes mais ricas para explorar. No entanto, recrutamento por pistas químicas pode bloquear a colônia em escolhas sub-ótimas, uma vez que a fonte se esgota, como acontece com algumas espécies, mas na maioria das vezes formigas conseguem uma flexibilidade alta na exploração de fontes variadas de alimento

(GRUETER et al., 2012). Em uma formiga invasora urbana, *Monomorium pharaonis*, foi mostrado a existência de pistas negativas (ROBINSON et al., 2005). Estudos recentes mostraram que o efeito da experiência individual também influencia bastante as escolhas individuais e o uso da informação pública ou privada (CZACZKES et al., 2011; CZACZKES et al., 2013). Para esses experimentos, muitas vezes é usado um labirinto no laboratório para avaliar precisamente decisões e depósito de feromônio. É provável que estudos em situações mais naturais, inclusive em casas para espécies invasoras, permitiram melhor entender as estratégias de forrageamento e a eficiência das espécies invasoras na busca de recursos.

Dominância e competição no forrageamento

As formigas são os insetos sociais que dominam a maioria dos ecossistemas terrestres, com exceção dos polos (WILSON, 1971). Não somente globalmente presentes, elas também são encontradas em abundância em quase todos os ambientes. Dessa forma, não é surpresa que elas desempenhem importante papel ecológico em todos os níveis tróficos, sendo responsáveis pela ciclagem de nutrientes, auxiliando assim no crescimento e reprodução de plantas e na sucessão ecológica (ANDERSEN et al., 1997).

As comunidades de formigas são moldadas por diversos fatores, tais como disponibilidade de recursos, disponibilidade de locais de nidificação, temperatura, umidade, relações intra e interespecíficas, entre outros. Dentre estes, um dos quais os mirmeécólogos dedicam boa atenção são as relações entre as formigas, e mais especificamente as relações de dominância que uma espécie pode exercer sobre a outra na hora de disputar um alimento. Isso é particularmente interessante de se estudar uma vez que a hierarquia de dominância entre espécies é apontada como um fator chave na estruturação das assembleias de formigas, podendo determinar mudanças no nível de agressividade, preferência alimentar e horário de atividade das espécies (SAVOLAINEN; VEPSÄLÄINEN, 1988; BESTELMEYER, 2000; YANOVIK; KASPARI, 2000).

Com a intensificação da urbanização, as formigas passaram a ocupar os espaços utilizados por humanos, uma vez que houve perda de seu habitat natural. Entretanto muitas espécies mostraram a capacidade de se adaptar ao novo ambiente, como é o caso da espécie *Linepithema humile*, que é considerada uma formiga invasora em quase todo o mundo. Essa interação seres humanos e formiga gera muitas vezes desconforto para o homem, uma vez que as formigas acabam muitas vezes se tornando pragas e infestando áreas residências ou até mesmo hospitalares, levando riscos de saúde para a população. No Brasil constatou-se que as formigas correspondem as principais reclamações de infestações e a causa da maior utilização de pesticidas (CORRÊA, 2000). Dessa forma, entender as relações de dominância entre as formigas pode nos dar uma base de como funciona a comunidade de formigas-urbanas, e até mesmo pensar em formas de eliminá-las sem a utilização de pesticidas.

Para se estudar a dominância entre formigas, geralmente são utilizados métodos de observação em campo, nos quais se coloca uma isca e observa-se por um determinado período (1 hora, por ex.) as interações que ocorrem, e se contabiliza as relações agressivas entre os indivíduos, bem como se ocorre monopolização de recursos, ou a influência da territorialidade nos encontros (STUBLE et al., 2017). A partir disso os mirmecólogos criaram rankings de dominância que buscam delimitar, dentro de uma comunidade, hierarquias de dominância entre as espécies.

Existem aqueles que acreditam que as relações de dominância entre formigas são muito bem estabelecidas dentro de uma comunidade, e assim existiriam aquelas formigas ditas dominantes, que sempre conseguiriam manter o monopólio do alimento através de atitudes agressivas, e aquelas ditas subordinadas, que só conseguiriam obter o recurso através de uma competição exploratória, ou caso ele não seja encontrado pelas formigas dominantes. A partir dessa ideia, alguns autores sugerem que existe um trade-off entre a capacidade de encontrar os recursos e a capacidade de dominá-los (DAVIDSON, 1998). Esse *trade-off* ocorre na utilização de diferentes estratégias de forrageamento. Wilson (1971) delimitou três categorias de forrageamento. Na primeira as formigas utilizam da competição exploratória, onde encontram o alimento rapidamente e o utilizam antes que as outras o encontrem, chamadas de formigas oportunistas. Outras recorrem à dominância de recursos, utilizando-se de agressão para monopolizá-lo, chamadas de extirpadoras. A terceira categoria são as insinuadoras, que pegam o recurso mesmo com a presença das dominantes (DAVIDSON, 1998).

Esse *trade-off* pode ter culminado em diferentes formas de forrageamento nas formigas. Algumas espécies utilizam-se de inúmeras forrageadoras, maximizando a probabilidade de se encontrar um recurso. Outras possuem um menor número de forrageadoras, mas estas possuem uma maior capacidade de encontrar os recursos (PEARCE-DUVET et al., 2011). Nesse trabalho Pearce e colaboradores (2011) perceberam que as espécies que descobrem primeiro o alimento nem sempre são aquelas com maior número de forrageadora, uma vez que a capacidade individual de descoberta de recurso também é importante, e assim, espécies menos dominantes, ou de colônias menores, tendem a ter forrageadoras mais capazes na descoberta de alimento. Em um artigo escrito por Sarty et al. (2006) é discutida a relação entre o tamanho do corpo e a capacidade do indivíduo de encontrar o alimento. Os autores dizem que formigas com tamanhos de pernas maiores, quando comparados ao tamanho do corpo, conseguem cobrir uma maior área em menor tempo, além de gastarem menos energia com a locomoção, facilitando assim o encontro de alimento. Porém é importante pensar que as formigas estão sujeitas a diversos estímulos ambientais, tais como temperatura e umidade, que podem influenciar na sua atividade, além de diferentes contextos que também podem influenciar nesse encontro de recurso, tais como a distância da comida do ninho ou como já dito, o número de forrageadoras de cada espécie.

É importante ressaltar que os estudos sobre dominância nem sempre seguem a mesma métrica e os mesmo métodos, e às vezes nem mesmo a mesma definição de dominância, como aponta um artigo recente sobre esse assunto (STUBLE et al., 2017). Nessa revisão bibliográfica os autores usaram quatro formas diferentes de calcular a dominância. A primeira consiste na proporção entre encontros agressivos que uma espécie ganhou e a quantidade de encontros que essa espécies participou. O segundo é baseado na matriz de dominância de Colley (COLLEY, 2002). O terceiro leva em conta a proporção de iscas monopolizadas por cada espécie, que seriam aquelas em que no final do período de observação uma única espécie está presente, pelo número total de iscas. E o quarto leva em conta o número de iscas monopolizadas por cada espécie, pelo número de iscas em que a espécie foi observada.

Esses modelos de análise de dominância são apenas alguns que aparecem na literatura, mas a partir deles já é possível notar que as espécies acabam ocupando diferentes posições dependendo de qual você usa, e assim uma espécie que

para alguns modelos é considerada dominante sobre outra, quando avaliada de outra perspectiva, suas relações se invertem. Além disso, os autores discutem que ao se fazer observações em campo, nem sempre o que se observa são relações agressivas. Muitas vezes algumas espécies utilizam o recurso de forma conjunta. Essas relações neutras também podem ser muito importantes para moldar as comunidades de formigas e entender como elas funcionam. Dessa maneira e necessário repensar os modos como são realizados os estudos sobre dominância e as formas de se analisar os dados coletados.

Reconhecimento social

O reconhecimento social e a discriminação de companheiras de ninho representam o primeiro pilar das sociedades de insetos para evitar o parasitismo e a cleptobiose e, assim, reduzir a competição. Os sistemas de reconhecimento em insetos sociais têm sido muito estudados e são normalmente baseados em pistas químicas (HOWARD; BLOMQUIST, 2005). Os insetos sociais são caracterizados por um fechamento colonial que se baseia na capacidade de discriminar entre as companheiras e as não-companheiras de ninho. Esse mecanismo de reconhecimento de companheiras de ninho garante que os recursos sejam direcionados somente para os membros da colônia. Em formigas, mecanismos de reconhecimento envolvem a correspondência de pistas químicas percebidas com um modelo interno de odor colonial, que geralmente é aprendido durante o início da vida adulta (LENOIR et al., 1999; ERRARD et al., 2006). A resposta comportamental da formiga depende do resultado da análise e do seu limite de tolerância: abaixo deste nível, as respostas tendem a ser comportamentos afiliativos, e acima do limiar, as respostas tendem a ser comportamentos agonísticos (REEVE, 1989; LIEBERT; STARKS, 2004).

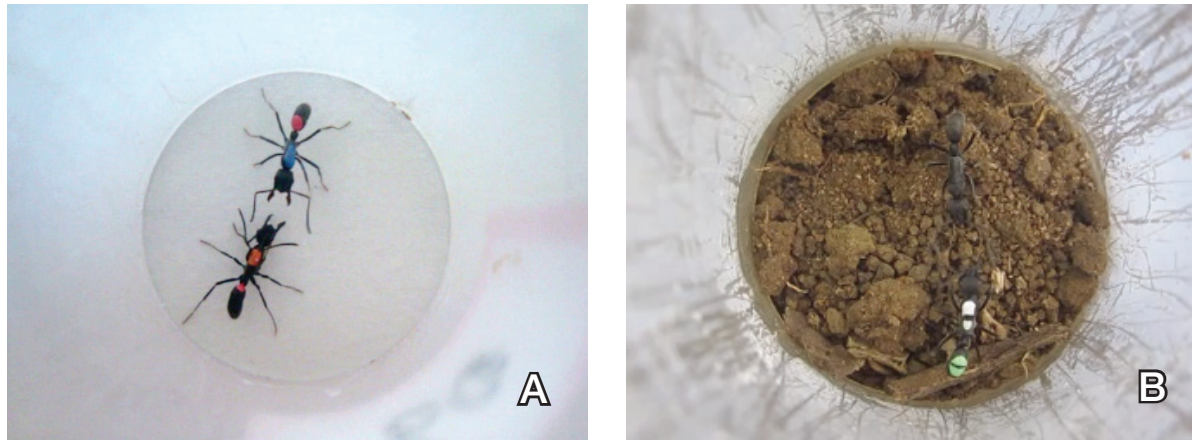
Relações intercoloniais também podem variar em função da proximidade e familiaridade e ser governadas por um “efeito do querido inimigo”, que consiste em um tratamento diferenciado de indivíduos familiares que não são companheiras de ninho em relação aos desconhecidos (LANGEN et al., 2000; DIMARCO et al., 2010; TANNER; ADLER, 2009).

Tal discriminação pode surgir de diferenças crescentes nos perfis químicos entre vizinhos próximos e estranhos distantes e pelo ajuste da resposta à percepção desse aumento nas diferenças de odor, ou através de um verdadeiro processo de aprendizagem do odor colonial dos vizinhos (TEMELES, 1994; KNADEN; WEHNER, 2003; SANADA-MORIMURA et al., 2003). Portanto, de acordo com os traços de história de vida de uma espécie, a ecologia e a estrutura da comunidade, a discriminação das não-companheiras de ninho pode variar grandemente em sua expressão (TEMELES, 1994; MULLER; MANSER, 2007; DIMARCO et al., 2010; NEWHEY et al., 2010).

A resposta é modulada em função do contexto, do indivíduo encontrado e da experiência do indivíduo. A competição intra e interespecífica, assim como o parasitismo social intra e interespecífico, podem também levar à evolução de sistemas de reconhecimento particulares. Podemos avaliar a capacidade de reconhecimento social em formigas por meio de vários métodos, tanto em condições de laboratório quanto de campo. Uma revisão e discussão desses métodos já foram feitas (ROULSTON et al., 2003), assim como a importância de conduzir as análises de maneira cega (VAN WILGENBURG; ELGAR, 2013). Uma delas, de fácil acesso e baixo custo é através da realização de encontros diádicos entre os indivíduos de interesse, em um dispositivo experimental (arena) e da quantificação dos comportamentos observados na interação.

Podemos então realizar encontros diádicos entre formigas de várias colônias focais e operárias forrageadoras de outras colônias de diferentes distâncias. O encontro terá uma duração previamente estabelecida e pode ser conduzido em uma arena plástica, por exemplo, um tubo de acrílico sem fundo, 25 mm de diâmetro e 100 mm de altura, com o interior revestido por Fluon® à fim de evitar o escape das formigas, como em Ferreira (2010). Antes de cada encontro, as formigas serão acondicionadas na arena de maneira a se acostumarem ao dispositivo por um período de tempo determinado (p.ex. 30 s). Neste período, elas ficarão separadas por uma lâmina de microscópio, sem nenhum contato ou interação entre os indivíduos. Os testes começam quando a lâmina de vidro é removida e o comportamento das formigas registrado, por exemplo, por meio de câmeras filmadoras. O número de réplicas (indivíduos) por tratamento deve ser o suficiente para garantir estimativas mais precisas dos comportamentos. Cada indivíduo deve ser testado apenas uma vez para evitar possíveis efeitos de familiarização.

Figura 2 – Encontros diádicos em formigas *N. verenae* realizados em arenas experimentais. (A) Teste em laboratório realizado em um contexto neutro (papel filtro como substrato da arena) e (B) Teste realizado em campo em um contexto de comportamento territorial (arena sobre o substrato próximo à entrada da colônia focal, com odor colonial). (Fotos: Ronara Ferreira-Châline)



Encontros diádicos podem ser gravados com câmeras filmadoras a fim de analisar o comportamento de maneira cega após os experimentos. Para cada encontro, deve ser quantificado o tempo que as formigas passam executando cada categoria comportamental, como em Ferreira (2010), por exemplo: *antenação* (contato antenal e inspeção), *transporte* (um comportamento estereotipado que inclui a manipulação do outro indivíduo com as mandíbulas e pernas anteriores até que o mesmo assuma uma postura de submissão permitindo ser transportado), *ameaça* (indicada pela abertura das mandíbulas em direção do indivíduo oponente), *mordida* (quando um indivíduo agarra agressivamente alguma parte do corpo do oponente utilizando-se das mandíbulas, diferente da manipulação ritualizada observada no transporte) e *ferroada* (indicada pelo encurvamento do abdômen para deferimentos de ferroadas).

Considerando nesse caso que as categorias comportamentais apresentam níveis crescentes de agressividade, um índice de agressão (IA) pode ser utilizado por meio da adaptação dos *scores* propostos por Hefetz et al. (1996) e Errard e Hefetz (1997) onde os seguintes valores serão usados para o respectivo comportamento: 0, *atenção*; 1, *transporte*; 2, *ameaça*; 3, *mordida* e 4, *ferroada*, segundo Ferreira (2010). Esses valores podem ser adequados de acordo com o peso de cada comportamento e o objetivo do projeto. Os níveis de agressão e análises comportamentais precisas permitem caracterizar o tratamento diferenciado de colônias distintas.

Outra forma de medir a discriminação social é através de testes de habituação, desabituação ou habituação/discriminação (GHEUSI et al., 1994). No laboratório, os mecanismos de habituação podem ser caracterizados precisamente e os processos de aprendizagem na base do tratamento diferencial das colônias familiares podem ser investigados. Para isso, devemos começar utilizando colônias independentes e desconhecidas, onde operárias individuais serão expostas a indivíduos desconhecidos em diferentes condições controladas. Encontros diádicos, com duração previamente estabelecida podem ser realizados entre pares de indivíduos dessas colônias. Os encontros podem ser conduzidos em uma arena neutra, como descrita anteriormente, e dividida ao meio por uma fina tela de aço por onde as formigas poderão interagir e papel filtro como substrato. Após cada teste, o papel filtro deve ser trocado e a tela de aço higienizada com acetona para evitar qualquer contaminação do dispositivo pelos odores das formigas testadas. Antes de cada encontro, as formigas devem ser acondicionadas na arena de maneira a se acostumarem ao dispositivo por um período determinado (por ex. 30 s). Neste período, a tela de aço que divide a arena deve ser protegida por um separador (uma lâmina de microscópio, por ex.), impedindo qualquer contato ou interação entre os indivíduos. Os testes começam quando a lâmina de vidro é removida, e o comportamento das formigas pode ser registrado por meio de câmeras filmadoras. Cada indivíduo “focal” deve ser apresentado a alguns indivíduos de outra colônia “estímulo” (1 por teste, por ex. 5 no total) para habituação. O número de réplicas (indivíduos) por tratamento (colônias para habituação) deve ser o suficiente para garantir estimativas mais precisas dos comportamentos. Usando esses experimentos, podemos monitorar a especificidade das respostas e a cinética do processo de aprendizagem em encontros diádicos posteriores. O protocolo permite testar hipóteses de transmissão social da aprendizagem controlando a resposta de operárias não expostas ao processo de habituação.

Esses testes comportamentais podem ser associados a análises químicas e fisiológicas dos indivíduos envolvidos, a fim de caracterizar os fatores responsáveis pelas modulações das respostas comportamentais em diferentes níveis, do indivíduo até a espécie, e de caracterizar de maneira fina as aprendizagens do odor colonial nas operárias adultas, tanto em sua forma dinâmica (tempo de retenção) quanto em seus determinantes internos (estado fisiológico e ontogênese) e externos (condições sociais, disponibilidade de recursos).

Por meio de técnicas de cromatografia gasosa e espectrometria de massa, podemos estudar os compostos químicos responsáveis pelo reconhecimento das companheiras de ninho e seus papéis no funcionamento da colônia. Os compostos investigados normalmente são compostos cuticulares, principalmente os hidrocarbonetos (CHCs). Os indivíduos utilizados nos testes comportamentais de campo e laboratório podem ser analisados vivos, através da coleta de amostras de seus CHCs por Microextração de Fase Sólida “*Solid Phase Microextraction (SPME)*”, por exemplo, esfregando-se o primeiro e segundo segmentos do gáster com uma fibra por um determinado tempo (três minutos, por ex.), que depois é adsorvida na porta de injeção do espectrômetro de massa. As áreas dos picos comuns para todos os extratos cuticulares das formigas são integrados para análises posteriores. As substâncias são identificadas através de suas massas e tempo de retenção em comparação a hidrocarbonetos lineares padrão. Essa abordagem química pode ainda ser completada posteriormente com outros experimentos fisiológicos, como ativação ovariana, variações nos CHCs relacionadas com a idade, castas ou hierarquia, por exemplo.

Reprodução

Estratégias de reprodução são muitas vezes estudadas com ferramentas genéticas, como análises de paternidade e maternidade, frequências de acasalamentos, ou coleta de ninhos para dissecação de potenciais reprodutores. Registros de períodos de voos de várias espécies são feitos com armadilhas que dão uma ideia da atividade e sazonalidade desses períodos. Várias espécies não fazem revoadas e/ou se reproduzem por fissão. Estudos sobre essas espécies requerem estudos

longitudinais de diversas colônias que muitas vezes não permitem mais do que observações anedóticas dos eventos de fissão (MEDEIROS; ARAUJO, 2014) e assim, a estrutura genética da população muitas vezes pode dar mais informações (ZINCK et al., 2007) e marcações de operárias em vários ninhos pode permitir a confirmação de estruturas polidômicas, que permitem melhor exploração dos recursos presentes no ambiente (ELLIS; ROBINSON, 2016, ELLIS et al., 2017). Outras espécies podem apresentar fundações poligínicas, com mais de um indivíduo reprodutor (pleometrosis) que podem perdurar ou não ao longo do tempo (TRUNZER et al., 1998). Nesse caso, as fundações devem ser coletadas e o comportamento dessas rainhas deve ser estudado antes e depois do nascimento das operárias. A fissão, modo de reprodução derivado, apareceu várias vezes ao longo da evolução das formigas, com adaptações específicas (CRONIN et al., 2013).

Diferenças interindividuais e intercoloniais no comportamento

A divisão do trabalho em insetos sociais, causada por fatores fisiológicos, comportamentais e ecológicos, pode gerar diferenças comportamentais entre as operárias da colônia (OSTER; WILSON, 1978; GORDON, 1999; BESHES; FEWELL, 2001). No entanto, essa variação comportamental pode não estar apenas restrita às tarefas na colônia e se apresentar como categorias comportamentais mais abrangentes (ex. agressividade, ousadia), que podem ser mensuradas quando indivíduos enfrentam desafios no seu ambiente (ex. MODLMEIER; FOITZIK, 2011; CARERE; MAESTRIPIERI, 2013). O termo personalidade animal é utilizado no contexto do estudo dessas categorias comportamentais (dimensões da personalidade) que diferem consistentemente entre os indivíduos de uma mesma espécie e que são estáveis no tempo e em diferentes contextos (GROOTHUIS; CARERE, 2005; RÉALE et al., 2007, CARERE; MAESTRIPIERI, 2013).

O estudo da personalidade se mostra como uma das abordagens integrativas do campo da variação fenotípica, porém ainda existe extensa discussão sobre a manutenção e a origem desse conceito. São trabalhos abrangendo diferentes tipos de comportamentos, estudos longitudinais, ou que analisam fatores genéticos e fisiológicos que contribuem

para responder essas questões. A relação entre personalidade e divisão de tarefas nas colônias de insetos sociais tem sido bastante estudada e parece influenciar inclusive na produtividade e sucesso ecológico das colônias. Em formigas (*Temnothorax longispinosus*), castas diferentes podem mostrar variação no nível de agressividade (MODLMEIER; FOITZIK, 2011). Formigas mais agressivas se envolveram em mais interações competitivas enquanto que formigas menos agressivas se dedicaram ao cuidado com a prole (MODLMEIER; FOITZIK, 2011). Em *Leptothorax acervorum*, não apenas o desenvolvimento ovariano, mas também a personalidade influencia a divisão de tarefas (KÜHBANDNER et al., 2014).

Também podemos encontrar estudos de personalidade focados em comportamentos que são estruturados no nível da colônia. Nas formigas *Temnothorax nylanderi*, a dimensão de agressividade quantificada no nível da colônia influencia a probabilidade de migração de ninho (SCHARF et al., 2012). Mais do que isso, a variação de comportamento intercolonial é também importante no que diz respeito à tomada de decisão quanto à escolha de outros locais para o estabelecimento do ninho, como na espécie *Temnothorax albipennis* (O'SHEA-WHELLER et al., 2017). É também no nível da colônia que as dimensões da personalidade podem ser correlacionadas de forma mais ampla, como nas formigas *Temnothorax rugatulus*, em que diferentes estilos de *coping* que combinam dimensões como agressividade e exploração estão correlacionadas com diferentes ganhos em aptidão das colônias. Como exemplo, temos a existência de diferentes “personalidades” de colônias que, exibindo diferentes tolerâncias a situações de risco, possuem estratégias ecológicas complementemente diferentes (BENGSTON; DORNHAUS, 2014; BLIGHT et al., 2016). Desta forma, para formigas-urbanas, desenvolver estudos sobre essas variações interindividuais e intercoloniais pode contribuir para o conhecimento dos processos de migração, manutenção e sucesso das colônias através de adaptações das espécies a ambientes antropizados.

Os estudos que buscam identificar se diferenças comportamentais consistentes entre indivíduos estão presentes em uma espécie se baseiam em testes de contexto comportamentais referentes à uma única dimensão da personalidade. Se o objetivo, por exemplo, é testar a dimensão de agressividade, deve-se então utilizar um teste que consiga mensurar (frequentemente de forma quantitativa) o nível de agressividade dos indivíduos. Se a dimensão de interesse é exploração, devem-se utilizar testes que consigam mensurar o nível de atividade ou a porcentagem do tempo dedicada a explorar um ambiente ou objeto.

Alguns testes comportamentais que visam quantificar dimensões de personalidade são frequentes nos artigos da área. O nível de exploração dos indivíduos, por exemplo, é mensurado por meio de testes que utilizam um ambiente desconhecido para coletar o tempo de atividade, área explorada ou distância percorrida em certo tempo. Já testes de agressividade, usados também em artigos que não discutem personalidade, são diversos. Alguns exemplos incluem a observação dos comportamentos agressivos contra membros de outras colônias, mortos ou anestesiados, e posterior desenvolvimento de um escore de agressividade. Para colônias, por exemplo, os comportamentos agressivos de todos os indivíduos da colônia contra um indivíduo externo inserido na colônia podem ser observados para a construção de um escore colonial de agressividade (BENGSTON; DORNHAUS, 2014).

Para garantir que a coleta de dados de respostas comportamentais levante traços consistentes entre os indivíduos, a recomendação de autores como Carter et al. (2013) e Bell et al. (2009) é de que elas devam ser verificadas por um teste de repetitividade. Estes testes requerem que os experimentos comportamentais de personalidade sejam feitos mais de uma vez com cada indivíduo para analisar a estabilidade de sua resposta comportamental.

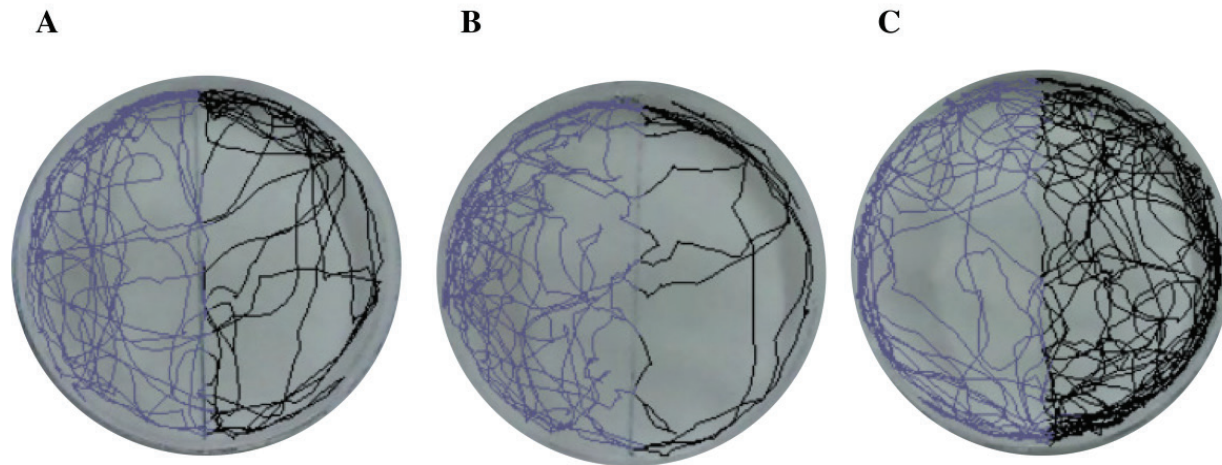
Repelência e controle

Nos últimos anos, muitos pesquisadores têm buscado alternativas mais seletivas de controle das formigas-urbanas, e que não sejam agressivas ao homem e ao ambiente (KIM et al., 2003). Por isso, muitos repelentes têm sido sintetizados a partir de substâncias produzidas por organismos que têm contato direto ou indireto com as formigas, como as plantas (ZHU et al., 2003, TRONGTOKIT et al., 2005) e as secreções de artrópodes (BLUM, 1981; GASCH; VILCINKAS, 2014). Porém, para que os repelentes sejam explorados comercialmente no manejo das pragas urbanas é necessária a realização de vários testes prévios, que avalie de fato a eficiência do mesmo. Através desses testes é possível identificar a qualidade e

quantidade necessária do repelente desejado. Além disso, é importante identificar os compostos químicos presentes nele e seus princípios ativos.

Existem vários testes para avaliar a eficiência de um repelente contra formigas. Por exemplo, é possível utilizar um dispositivo experimental (arena), revestido por um papel filtro e dividido em duas metades (ALBUQUERQUE et al., 2013). Metade da arena pode ser impregnada com a substância que quer avaliar o potencial de repelência, e a outra metade pode ser impregnada com água ou com outra substância, em que se deseja comparar qual tem o maior potencial de repelência. Após o tempo necessário para que a substância seque no papel filtro pode ser colocado no centro do dispositivo um indivíduo da formiga avaliada. Para uma avaliação mais precisa e detalhada do movimento da formiga, os testes devem ser filmados e analisados usando um *software* de rastreamento automático (*automatic tracking software*, em inglês). Dessa forma é possível avaliar o tempo de permanência do indivíduo em cada metade, assim como variáveis do seu comportamento locomotor (NOLDUS, 2009) (Figura 3). Essa mesma técnica pode ser utilizada para avaliar a quantidade necessária para uma substância ser repelente, é preciso apenas modular a quantidade da substância impregnada na arena. Nesse teste pode ser avaliado o efeito de um possível repelente sobre um indivíduo da colônia.

Figura 3 – Dispositivo experimental (arena) dividido ao meio mostrando o movimento do indivíduo da formiga *Tapinoma melanocephalum* durante um período de cinco minutos em arenas impregnadas com secreções pigidiais de (A) machos/controle, (B) controle/fêmeas, (C) fêmeas/machos do besouro *Canthon smaragdulus* (Fonte Ethovision 7.0)



Outro método que pode ser utilizado para avaliar a repelência de uma determinada substância é a utilização de um olfatômetro, geralmente em “Y”, com um ângulo de 120° entre os braços (HAN; CHEN, 2002). A(s) formiga(s) que são colocadas no olfatômetro fica(m) exposta(s) a dois odores. Dessa forma, em cada um dos braços do olfatômetro podem ser colocadas diferentes substâncias e em diferentes quantidades. Nesse teste é possível avaliar não apenas o efeito do repelente a nível individual, mas também sobre o recrutamento de uma colônia. Entretanto, é sempre importante trabalhos que avaliem as funções biológicas e contextos potenciais de utilização dos repelentes, a fim de se obter mais avanços nas pesquisas relacionadas com esse aspecto do manejo de pragas urbanas.

Considerações finais

Nesse capítulo, foi possível perceber a riqueza e a complexidade dos comportamentos de formigas-urbanas e a diversidade dos estudos possíveis. O nosso conhecimento do comportamento das espécies que enfrentam ambientes urbanos, se adaptando de diversas maneiras, ainda é incompleto. Mais estudos são então necessários para obter uma melhor compreensão dos mecanismos que permitem o sucesso e a dominância de algumas espécies, a exploração dos recursos e a adaptação a modificações do ambiente. Como as espécies de formigas-urbanas, o ambiente urbano é diverso, constituído de um mosaico heterogêneo que pode ao mesmo tempo apresentar condições adversas ou adequadas para as várias espécies de formigas presentes. O controle às vezes necessário dessas formigas, de uma forma sustentável, também passa pela compreensão mais fundamental da expressão do comportamento que a etologia e os métodos apresentados aqui poderiam ajudar a alcançar. Enfim, interações entre colônias da mesma espécie e entre diferentes espécies apresentam um campo fascinante de pesquisa que engloba múltiplos aspectos do comportamento (forrageamento, reconhecimento social, agressão, diferenças interindividuais) e esperamos com esse capítulo, incentivar o desenvolvimento de mais pesquisas sobre esse tema.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão do financiamento de projeto MCTI/CNPq/Universal 14/2014 Processo 458736/2014-7 e da bolsa de produtividade PQ-2014 Processo 309573/2014-9, pela concessão de bolsa de mestrado à Lúcia Carvalho Neco e bolsa PIBIC à Henrique Lanhos Americano. A FAPEMIG pela concessão da bolsa de doutorado à Raquel Luiza de Carvalho e à USP pela concessão de bolsa unificada (projeto 2227) à Igor Marques dos Santos.

Referências

ALBUQUERQUE, E.L.; LIMA, J.K.; SOUZA, F.H.; SILVA, I.M.; SANTOS, A.A.; ARAUJO, A.P.A.; BLANK, A.F.; LIMA, R.N.; ALVES, P.B.; BACCI, L. Insecticidal and repellence activity of the essential oil of *Pogostemon cablin* against urban ants species. *Acta Tropica*, v.127, n.3, p.181-186, 2013.

ALEM, S.; PERRY, C.J.; ZHU, X.; LOUKOLA, O.J.; INGRAHAM, T.; SØVIK, E.; CHITTKA, L. Associative mechanisms allow for social learning and cultural transmission of string pulling in an insect. *PLoS Biology*, v.14, n.10, p.e1002564, 2016.

ANDERSEN, A.N.; SPARLING, G.P. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology*, v.5, n.2, p.109-114, 1997.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, v.49, n.3, p.227-266, 1974.

BARRON, A.B.; KLEIN, C. What insects can tell us about the origins of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.113, n.18, p.4900-4908, 2016.

BECKERS, R.; GOSS, S.; DENEUBOURG, J.L.; PASTEELS, J.M. Colony size, communication, and ant foraging strategy. *Psyche*, v.96, p.239-256, 1989.

BELL, A.M.; HANKISON, S.J.; LASKOWSKI, K.L. The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal Behaviour*, v.77, n.4, p.771-783, 2009.

BENGSTON, S.; DORNHAUS, A. Be meek or be bold? A colony-level behavioural syndrome in ants. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v.281, n.1791, 2014.

BESHERS, S.N.; FEWELL, J.H. Models of division of labor in social insects. *Annual Review of Entomology*, v.46, n.1, p.413-440, 2001.

BESTELMEYER, B.T. The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community. *Journal of Animal Ecology*, v.69, n.6, p.998-1009, 2000.

BLIGHT, O.; VILLALTA, I.; CERDÁ, X.; BOULAY, R. Personality traits are associated with colony productivity in the gypsy ant *Aphaenogaster senilis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.70, n.12, p.2203-2209, 2016.

BLUM, M.S. Chemical defenses of arthropods. Academic Press, Nova York, 1981. 562p.

BURGHARDT, G.M., BARTMESS-LEVASSEUR, J.N., BROWNING, S.A., MORRISON, K.E., STEC, C.L., ZACHAU, C.E., FREEBERG, T.M. Perspectives – minimizing observer bias in behavioral studies: a review and recommendations. *Ethology*, v.118, p.511-517, 2012.

CARERE, C.; MAESTRIPIERI, D. Animal personalities: behavior, physiology, and evolution. University of Chicago Press, Chicago, 2013. 520p.

CARTER, A.J.; FEENEY, W.E.; MARSHALL, H.H.; COWLISHAW, G.; HEINSOHN, R. Animal personality: what are behavioural ecologists measuring? *Biological Reviews*, v.88, n.2, p.465-475, 2013.

CHÂLINE, N.; FERREIRA, R.S.; YAGOUND, B.; SILVA, J.P.; CHAMERON, S. Comunicação e comportamento de formigas poneromorfas. In: DELABIE, J.H.; FEITOSA, R.M.; SERRÃO, J.E.; MARIANO, C.D.S.F.; MAJER, J.D. (Eds). *As formigas poneromorfas do Brasil*. Bahia, Editus, p.203-236, 2015.

COLLEY, W.N. Colley's bias free college football ranking method: the colley matrix Explained. <http://www.colleyrankings.com/matrate.pdf>. 2002

CORRÊA, P.R. Pragas urbanas, uma pesquisa de mercado. Monografia (Especialização) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 59p. 2000

CRONIN, A.L.; MOLET, M.; DOUMS, C.; MONNIN, T.; PEETERS, C. Recurrent evolution of dependent colony foundation across eusocial insects. *Annual Review of Entomology*, v.58, p.37-55, 2013.

CZACZKES, T.J.; GRÜTER, C.; JONES, S.M.; RATNIEKS, F.L. Synergy between social and private information increases foraging efficiency in ants. *Biology Letters*, v.7, p.521-524, 2011.

CZACZKES, T.J.; GRÜTER, C.; ELLIS, L.; WOOD, E.; RATNIEKS, F.L.W. Ant foraging on complex trails: route learning and the role of trail pheromones in *Lasius niger*. *Journal of Experimental Biology*, v.216, p.188-197, 2013.

- DAVIDSON, D.W. Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade off. *Ecological Entomology*, v.23, n.4, p.484-490, 1998.
- DIAMOND, S.E.; CHICK, L.; PEREZ, A.; STRICKLER, S.A.; MARTIN, R.A. Rapid evolution of ant thermal tolerance across an urban-rural temperature cline. *Biological Journal of the Linnean Society*, p.1-10, 2017.
- DIMARCO, R.D.; FARJI-BRENER, A.G.; PREMOLI, A.C. Dear enemy phenomenon in the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis*: behavioral and genetic evidence. *Behavioral Ecology*, v.21, n.2, p.304-310, 2010.
- DETRAIN, C.; DENEUBOURG, J.L. Self-organized structures in a superorganism: do ants "behave" like molecules? *Physics of Life Reviews*, v.3, n.3, p.162-187, 2006.
- DORIGO, M.; GAMBARDELLA, L.M. Ant colonies for the travelling salesman problem. *Biosystems*, v.43, n.2, p.73-81, 1997.
- ELLIS, S.; ROBINSON, E.J. Internest food sharing within wood ant colonies: resource redistribution behavior in a complex system. *Behavioral Ecology*, v.27, n.2, p.660-668, 2016
- ELLIS, S.; PROCTER, D.S.; BUCKHAM-BONNETT, P.; ROBINSON, E.J.H. Inferring polydomy: a review of functional, spatial and genetic methods for identifying colony boundaries. *Insectes Sociaux*, v.64, n.1, p.1-19, 2017.
- ERRARD, C.; HEFETZ, A. Label familiarity and discriminatory ability of ants reared in mixed groups. *Insectes Sociaux*, v.44, p.189-198, 1997.
- ERRARD, C.; HEFETZ, A.; JAISSON P. Social discrimination tuning in ants: template formation and chemical similarity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.59, n.3, p.353-363, 2006.
- FERREIRA, R.S.; POTEAUX, C.; DELABIE, J.H.C.; FRESNEAU, D.; RYBAK, F. Stridulations reveal cryptic speciation in neotropical sympatric ants. *PLoS One*, v.5, n.12, p.e15363, 2010.
- FREITAS, E.G; NISHIDA S.M. Métodos de Estudo do Comportamento. In: YAMAMOTO, M.L.; VOLPATO, G.L. (Ed.). *Comportamento Animal*, Natal, p.37 – 63, 2011.

FRIARD, O.; GAMBA, M. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, v.7, n.11, p.1325-1330, 2016.

GASCH, T.; VILCINKAS, A. The chemical defense in larvae of the earwig *Forficula auricularia*. *Journal of Insect Physiology*, v.67, p.1-8, 2014.

GHEUSI, G.; BLUTHÉ, R.M.; GOODALL, G.; DANTZER, R. Social and individual recognition in rodents: methodological aspects and neurobiological bases. *Behavioural Processes*, v.33, n.1-2, p.59-87, 1994.

GORDON, D. M. *Ants at work: how an insect society is organized*. Norton & Company Nova York, 1999. 192p.

GRASSÉ, P.P. La reconstruction du nid et les coordinations inter-individuelles chez *Bellicositermes natalensis* et *Cubitermes* sp. La théorie de la Stigmergie: Essai d'interprétation du comportement des termites constructeurs. *Insectes Sociaux*, v.6, p.41-80, 1959.

GROOTHUIS, T.G.; CARERE, C. Avian personalities: characterization and epigenesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v.29, n.1, p.137-150, 2005.

GROSS, S.T. The kappa coefficient of agreement for multiple observers when the number of subjects is small. *Biometrics*, v.42, p.883-893, 1986.

GRÜETER, C.; LEADBEATER, E. Insights from insects about adaptive social information use. *Trends in Ecology & Evolution*, v.29, n.3, p.177-184, 2014.

GRÜETER, C.; SCHUERCH, R.; CZACZKES, T.J.; TAYLOR, K.; DURANCE, T.; JONES, S.M.; RATNIEKS, F.L. Negative feedback enables fast and flexible collective decision-making in ants. *PLoS One*, v.7, p.e44501, 2012.

HALL, D.M.; CAMILO, G.R.; TONIETTO, R.K.; OLLERTON, J.; AHRNÉ, K.; ARDUSER, M.; ASCHER, J.S.; BALDOCK, K.C.; FOWLER, R.; FRANKIE, G.; GOULSON, D. The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, v.31, n.1, p.24-29, 2016.

HAN, B.Y.; CHEN, Z.M. Behavioral and electrophysiological responses of natural enemies to synomones from tea shoots and kairomones from tea aphids, *Toxoptera aurantii*. *Journal of Chemical Ecology*, v.28, n.11, p.2203-2219, 2002.

- HEFETZ, A.; ERRARD, C.; CHAMBRIS, A.; NEGRATE, A. Postpharyngeal gland secretion as a modifier of aggressive behavior in the myrmicine ant *Manica rubida*. *Journal of Insect Behavior*, v.9, n.5, p.709-717, 1996.
- HOWARD, R.W.; BLOMQUIST, G.J. Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. *Annual Review of Entomology*, v.50, p.371-393, 2005.
- JACKSON, D.E.; CHÂLINE, N. Modulation of pheromone trail strength with food quality in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. *Animal behaviour*, v.74, n.3, p.463-470, 2007.
- KEMP, S.F.; MOFFITT, J.E.; WILLIAMS, D.F.; BUHNER, W.A. Expanding habitat of the imported fire ant (*Solenopsis invicta*): a public health concern. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, v.105, n.4, p.683-691, 2000.
- KIM, S.I.; ROH, J.Y.; KIM, D.H.; LEE, H.S.; AHN, Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, v.39, n.3, p.293-303, 2003.
- KNADEN, M.; WEHNER, R. Nest defense and conspecific enemy recognition in the desert ant *Cataglyphis fortis*. *Journal of Insect Behavior*, v.16, n.5, p.717-730, 2003.
- KÜHBANDNER, S.; MODLMEIER, A.; FOITZIK, S. Age and ovarian development are related to worker personality and task allocation in the ant *Leptothorax acervorum*. *Current Zoology*, v.60, n.3, p.392-400, 2014.
- LANGEN, T.A.; TRIPET, F.; NONACS, P. The red and the black: habituation and the dear-enemy phenomenon in two desert *Pheidole* ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.48, n.4, p.285-292, 2000.
- LENOIR, A.; FRESNEAU, D.; ERRAD, C.; HEFETZ, A. Individuality and colonial identity in ants: the emergence of the social representation concept. In: DETRAIN, C.; DENEUBOURG, J.L.; PASTEELS, J. (Eds.) *Information Processing in Social Insects*. p.219-237, 1999.
- LIEBERT, A.E.; STARKS, P.T. The action component of recognition systems: a focus on the response. *Annales Zoologici Fennici*, v.41, n.6, p.747-764, 2004.
- MAAK, I.; LŐRINCZI, G.; LE QUINQES, P.; MÓDRA, G.; BOVET, D.; CALL, J.; D'ETTORRE, P. Tool selection during foraging in two species of funnel ants. *Animal Behaviour*, v.123, p.207-216, 2017.

MEDEIROS, J.; ARAÚJO, A. Workers' extra-nest behavioral changes during colony fission in *Dinoponera quadriceps* (Santschi). *Neotropical Entomology*, v.43, n.2, p.115-121, 2014.

MENKE, S.B.; GUÉNARD, B.; SEXTON, J.O.; WEISER, M.D.; DUNN, R.R.; SILVERMAN, J. Urban areas may serve as habitat and corridors for dry-adapted, heat tolerant species; an example from ants. *Urban Ecosystems*, v.14, n.2, p.135-163, 2011.

MENZEL, R.; GIURFA, M. Cognitive architecture of a mini-brain: the honeybee. *Trends in Cognitive Sciences*, v.5, n.2, p.62-71, 2001.

MERSCH, D.P.; CRESPI, A.; KELLER, L. Tracking individuals shows spatial fidelity is a key regulator of ant social organization. *Science*, v.340, n.6136, p.1090-1093, 2013.

MODLMEIER, A.P.; FOITZIK, S. Productivity increases with variation in aggression among group members in *Temnothorax* ants. *Behavioral Ecology*, p.arr086, 2011.

MOREIRA, D.; MOAIS, V.D.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A. E.D.C.; TONHASCA JR, A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.

MORGAN, C.L. An introduction to comparative psychology. Londres: W. Scott, 1894.

MULLER, C.A.; MANSER, M.B. 'Nasty neighbours' rather than 'dear enemies' in a social carnivore. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v.274, n.1612, p.959-965, 2007.

NEWAY, P.S.; ROBSON, S.K.; CROZIER, R.H. Weaver ants *Oecophylla smaragdina* encounter nasty neighbors rather than dear enemies. *Ecology*, v.91, n.8, p.2366-2372, 2010.

NOLDUS INFORMATION TECHNOLOGY. Ethovision XT Reference Manual Version 7.0. Netherlands, 2009.

ODLING-SMEE, F.J.; LALAND, K.N.; FELDMAN, M.W. Niche construction. *American Naturalist*, n.147, p.641-648, 1996.

ORIVEL, J.; GRANGIER, J.; FOUCAUD, J., LE BRETON, J.; ANDRÈS, F.X.; JOURDAN, H.; ESTOUP, A. Ecologically heterogeneous populations of the invasive ant *Wasmannia auropunctata* within its native and introduced ranges. *Ecological Entomology*, v.34, n.4, p.504-512, 2009.

- O'SHEA-WHELLER, T.; MASUDA, N.; SENDOVA-FRANKS, A.B.; FRANKS, N.R. Variability in individual assessment behaviour and its implications for collective decision-making. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v.284, n.1848, 2017.
- OSTER, G.F.; WILSON, E.O. *Caste and ecology in the social insects*. Princeton University Press, Nova Jersey, 1978. 352p.
- PEARCE-DUVET, J.M.; MOYANO, M.; ADLER, F.R.; FEENER, D.H. Fast food in ant communities: how competing species find resources. *Oecologia*, v.167, n.1, p.229-240, 2011.
- PÉREZ-ESCUADERO, A.; VICENTE-PAGE, J.; HINZ, R.C.; ARGANDA, S.; DE POLAVIEJA, G.G. idTracker: tracking individuals in a group by automatic identification of unmarked animals. *Nature Methods*, v.11, n.7, p.743-748, 2014.
- PERRY, C.J.; BACIADONNA L.; CHITTKA L. Unexpected rewards induce dopamine-dependent positive emotion-like state changes in bumblebees. *Science*, v.353, n.6307, p.1529-1531, 2016.
- RÉALE, D.; READER, S.M.; SOL, D.; McDOUGALL, P.T.; DINGEMANSE, N.J. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, v.82, n.2, p.291-318, 2007.
- REEVE, H.K. The evolution of conspecific acceptance thresholds. *American Naturalist*, n.133, n.3, p.407-435, 1989.
- REID, C.R.; SUMPTER, D.J.; BEEKMAN, M. Optimisation in a natural system: Argentine ants solve the Towers of Hanoi. *Journal of Experimental Biology*, v.214, n.1, p.50-58, 2011.
- ROBINSON, E.J.; JACKSON, D.E.; HOLCOMBE, M.; RATNIEKS, F.L. Insect communication: 'no entry' signal in ant foraging. *Nature*, v.438, p.442, 2005.
- ROBINSON, E.J.; RICHARDSON, T.O.; SENDOVA-FRANKS, A.B.; FEINERMAN, O.; FRANKS, N.R. Radio tagging reveals the roles of corpulence, experience and social information in ant decision making. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.63, n.5, p.627-636, 2009.
- ROULSTON, T.H.; BUCZKOWSKI, G.; SILVERMAN, J. Nestmate discrimination in ants: effect of bioassay on aggressive behavior. *Insectes Sociaux*, v.50, n.2, p.151-159, 2003.

SANADA-MORIMURA, S.; MINAI, M.; YOKOYAMA, M.; HIROTA, T.; SATOH, T.; OBARA, Y. Encounter-induced hostility to neighbors in the ant *Pristomyrmex pungens*. *Behavioral Ecology*, v.14, n.5, p.713-718, 2003.

SARTY, M.; ABBOTT, K.L.; LESTER, P.J. Habitat complexity facilitates coexistence in a tropical ant community. *Oecologia*, v.149, n.3, p.465-473, 2006.

SAVOLAINEN, R.; VEPSÄLÄINEN, K. A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos*, p.135-155, 1988.

SCHWARZ, S.; MAGAN, M.; ZEIL, J.; WEBB, B.; WYSTRATCH, A. How ants use vision when homing backward. *Current Biology*, v.27, n.3, p.401-407, 2017.

SOL, D.; DUNCAN, R.P., BLACKBURN, T.M.; CASSEY, P.; LEFEBVRE, L. Big brains, enhanced cognition, and response of birds to novel environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.102, n.15, p.5460-5465, 2005.

SCHARF, I., MODLMEIER, A.P.; FRIES, S.; TIRARD, C.; FOITZIK, S. Characterizing the collective personality of ants societies: Aggressive colonies do not abandon their home. *PLoS ONE*, v.7, n.3, p.e33314, 2012.

STUBLE, K.L.; JURIC, I.; CERDA, X.; SANDERS, N.J. Dominance hierarchies are a dominant paradigm in ant ecology (Hymenoptera: Formicidae), but should they be? And what is a dominance hierarchy anyways? *Myrmecological News*, v.24, p.71-81, 2017.

TANNER, C.J.; ADLER, F.R. To fight or not to fight: context-dependent interspecific aggression in competing ants. *Animal Behaviour*, v.77, n.2, p.297-305, 2009.

TEMELES, E. J. The role of neighbors in territorial systems - When are they dear enemies. *Animal Behaviour*, v.47, n.2, p.339-350, 1994.

TINBERGEN, N. *The study of instinct*. Oxford University Press, Nova York, 1951, 237p.

TINBERGEN, N. On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, v.20, p.410-433, 1963.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research*, v.19, p.303-309, 2005.

- TRUNZER, B.; HEINZE, J.; HÖLLDOBLER, B. Cooperative colony founding and experimental primary polygyny in the ponerine ant *Pachycondyla villosa*. *Insectes Sociaux*, v.45, n.3, p.267-276, 1998.
- TSUTSUI, N.D.; SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. Relationships among native and introduced populations of the Argentine ant (*Linepithema humile*) and the source of introduced populations. *Molecular Ecology*, v.10, n.9, p.2151-2161, 2001.
- VAN WILGENBURG, E.; ELGAR, M.A. Confirmation bias in studies of nestmate recognition: a cautionary note for research into the behaviour of animals. *PLoS One*, v.8, n.1, p.e53548, 2013.
- VOLPATO, G. Ciência, publicação e redação científica. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v.13, n.3, p.374-376, 2011.
- YAMAMOTO, M.L.; VOLPATO, G.L. *Comportamento Animal*. Natal, 2007. 520p.
- YANOVIK, S.P.; KASPARI, M. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos*, v.89, n.2, p.259-266, 2000.
- WEHNER, R. The ant's celestial compass system: spectral and polarization channels. In: LEHRER, M. (Ed.). *Orientation and communication in arthropods*, Birkhäuser, Berlin, p.145-185, 1997.
- WILSON, E.O. *The Insect Societies*. Belknap Press, Cambridge, 1971. 562p.
- WITTLINGER, M.; WEHNER, R.; WOLF, H. The ant odometer: stepping on stilts and stumps. *Science*, v.312, n.5782, p.1965-1967, 2006.
- ZHU, B.C.R.; HENDERSON, G.; YU, Y.; LAINE, R.A. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.4585-4588, 2003.
- ZINCK, L.; JAISSOM, P.; HORA, R.R.; DENIS, D.; POTEAUX, C.; DOUMS, C.; The role of breeding system on ant ecological dominance: genetic analysis of *Ectatomma tuberculatum*. *Behavioral Ecology*, v.18, n.4, p.701-708, 2007.

Parte 2

**FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS E
BIODIVERSIDADE**

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS

TÉRCIO DA SILVA MELO
JACQUES HUBERT CHARLES DELABIE

Resumo

No que concerne às mudanças na biodiversidade causada pela urbanização, a formação e expansão das cidades estão entre as principais causas de perda da biodiversidade nativa em escalas regionais e globais. Porém, apesar dos impactos gerados pela urbanização, as cidades brasileiras ainda registra um grande número de espécies de formigas, registrando-se ao menos 492 espécies e/ou morfoespécies. A maior parte dessas espécies encontra-se em habitat classificados como áreas verdes, contudo, outros tipos de habitat (áreas construídas) também apresentam grande número de espécies (309 espécies e/ou morfoespécies). Estudos têm demonstrado uma grande riqueza de formigas nativas, mesmo com diferentes níveis de perturbação antropogênica. No Brasil, a maior parte dos estudos sobre formigas em ambiente urbano corresponde a levantamentos da mirmecofauna ou avaliação dos efeitos da urbanização sobre as formigas em diferentes tipos de habitat. Ainda, muitos trabalhos sobre saúde pública também foram realizados em hospitais, seguido de estudos de comportamento, controle de pragas e formigas invasoras, seguidos de estudos de fisiologia e forense foram realizados em ambientes

urbanos brasileiros. Os estudos sobre a mirmecofauna em ambientes urbanos ocorrem em 48 cidades, distribuídas em nove estados brasileiros, não havendo estudos localizados nos biomas da Caatinga e Pantanal. Já os trabalhos realizados em cidades localizadas na Mata Atlântica registraram o maior número de espécies, seguido do Cerrado, Amazônia e o Pampa. Em relação às subfamílias mais registradas nas cidades Myrmicinae apresentou maior riqueza, seguido de Formicinae, Ponerinae e Dolichoderinae. No Brasil, as espécies *Wasmannia auropunctata*, *Tapinoma melanocephalum*, *Monomorium florícola*, *Paratrechina longicornis* e *Solenopsis saevissima* são amplamente registradas em grande parte das cidades, bem como na maioria dos habitat urbanos. Diversos tipos de habitat foram inventariados por pesquisadores: centro de reciclagem de resíduos urbanos, comércios, fragmentos remanescentes da vegetação nativa, hospitais, indústrias, instituições de ensino, jardins, muros, parques, praças, prédios, residências, terrenos baldios e rurais, apesar de alguns trabalhos não definirem adequadamente os tipos de habitat amostrados. Dentre estes habitat, os considerados como áreas verdes têm demonstrado grande importância, já que a relevância vai além da conservação da mirmecofauna, já que podem contribuir para o aumento da heterogeneidade dos habitat urbanos, favorecendo uma maior riqueza de espécies. Contudo, faltam estudos que apresentem recomendações explícitas sobre de manejos de áreas verdes urbanas para a conservação de formigas. No que concerne à avaliação do efeito da urbanização brasileira sobre as formigas, características como: atividade econômica e tamanho da cidade; estrutura, localização, tempo de urbanização e nível de conservação dos bairros; além das características dos ambientes residências são fatores determinantes na mirmecofauna encontradas nas cidades.

Introdução

Um dos principais fenômenos globais da atualidade e com significativo crescimento, a urbanização, se tornou uma das maiores preocupações da conservação ambiental (SHOCHAT et al., 2006; GRIMM et al., 2008; AGUILERA et al., 2011). Ecologicamente, o processo de urbanização implica na conversão de áreas nativas em várias formas antropogênicas

de uso da terra (PICKETT; CADENASSO, 2006), intensificando a fragmentação e isolamento de ambientes naturais, além do aumento local na densidade da população humana (MCINTYRE et al., 2000; MCINTYRE et al., 2001; PICKETT; CADENASSO, 2006). A formação de ambientes urbanos cria diversos tipos de habitat com diferentes níveis de complexidade (BYRNE, 2007; FAETH et al., 2011), e esta variabilidade é uma das principais métricas usada para medir a urbanização (TOIT; CILLIERS, 2011).

No que concerne às mudanças na biodiversidade causada pela urbanização, ocorre aumento na produtividade primária, temperatura (SHOCHAT et al., 2006; KOWARIK, 2011), heterogeneidade/fragmentação e perturbação de habitat (KOWARIK, 2011); além de modificações na dinâmica trófica (SHOCHAT et al., 2006), degradação de áreas naturais e surgimento de novas áreas urbanas por justaposição às áreas naturais (KOWARIK, 2011). De forma geral, a formação e expansão das cidades estão entre as principais causas de perda da biodiversidade nativa (MCKINNEY, 2002; MCKINNEY, 2006; FAETH et al., 2011) em escalas regionais e globais (GRIMM et al., 2008). Essa perda se dá devido a cidades criarem e/ou alterarem habitat, favorecendo modificações morfológicas, comportamentais em animais, nas dinâmicas populacionais, nas estruturas das comunidades (SHOCHAT et al., 2006; BYRNE, 2007), além de beneficiarem poucas espécies adaptadas aos ambientes antropizados, promovendo a homogeneização biótica em diversas escalas espaciais (MCKINNEY, 2006). Em contrapartida, estudos demonstram a importância das cidades na manutenção da biodiversidade nativa (DEARBORN; KARK, 2010; KOWARIK, 2011; MELO et al., 2014) e de espécies consideradas raras e ameaçadas (LUNDHOLM; RICHARDSON, 2010; KOWARIK, 2011).

Dentre os muitos tipos de habitat urbanos, as áreas verdes (exemplo: fragmentos florestais, parques, praças, terrenos baldios, encostas, canteiros de avenidas, quintais, jardins, etc) têm demonstrado grande importância na manutenção da diversidade biológica em metrópoles (WENER, 2011), e são apontadas como locais que necessitam de atenção (UNO et al., 2010).

A fragmentação e perda de habitat nas cidades tornam esses ambientes homogêneos, e as áreas verdes podem aumentar a heterogeneidade na paisagem urbana, favorecendo a permanência de espécies. Desta forma, a compreensão da influência dos habitat é importante para o manejo e conservação da biodiversidade (BYRNE, 2007), bem como o

planejamento urbano (NIEMELA, 1999), pois alguns tipos de habitat são capazes de suportar uma rica biota (SATTLER et al., 2010).

Cidades também podem ser ambientes climaticamente mais estáveis (quando localizados em regiões quentes, frias e/ou desérticas) e apresentar habitat antrópicos às vezes considerados análogos a habitat naturais (por exemplo, parques e praças sombreados por árvores, muros de pedra que se assemelham a formações rochosas, postes que disponibilizam locais para fixação de epífitas e ninhos de aves, etc), permitindo a permanência de espécies nativas ou mesmo consideradas raras e/ou ameaçadas (LUNDHOLM; RICHARDSON, 2010; KOWARIK, 2011).

Ecologia e conservação de formigas em cidades brasileiras

Dentre as vantagens de se conservar a biodiversidade nativa em ambientes urbanos, talvez, a manutenção dos serviços ecossistêmicos seja um dos fatores mais importantes para a garantia da qualidade de vida humana e ambiental (DEARBORN; KARK, 2010). Como os serviços ecossistêmicos são determinados pelas funções que as espécies exercem no meio ambiente, o número de espécies nativas pode ser considerado um indicativo confiável da manutenção destes serviços nesse tipo de ambiente (SATTLER et al., 2010). Desta forma, alterações deletérias na biodiversidade das cidades podem significar perda de eficiência nos processos ecossistêmicos (ALBERTI, 2005).

Ecologicamente, as formigas atuam principalmente como engenheiros ecossistêmicos, afetando direta ou indiretamente o fluxo de energia e matéria nos ecossistemas e habitat, além de pertencerem a diferentes níveis tróficos (consumidores primários e secundários) (FOLGARAIT, 1998). Em relação aos trabalhos envolvendo formigas em ambientes urbanos no Brasil, os estudos iniciaram-se por volta da década de 1980 e, atualmente, o país possui o segundo maior número de publicações sobre o assunto no mundo (SANTOS, 2016). Nas cidades brasileiras ocorre um grande número de espécies de formigas, registrando-se ao menos 492 espécies e/ou morfoespécies. A maior parte dessas espécies encontra-se

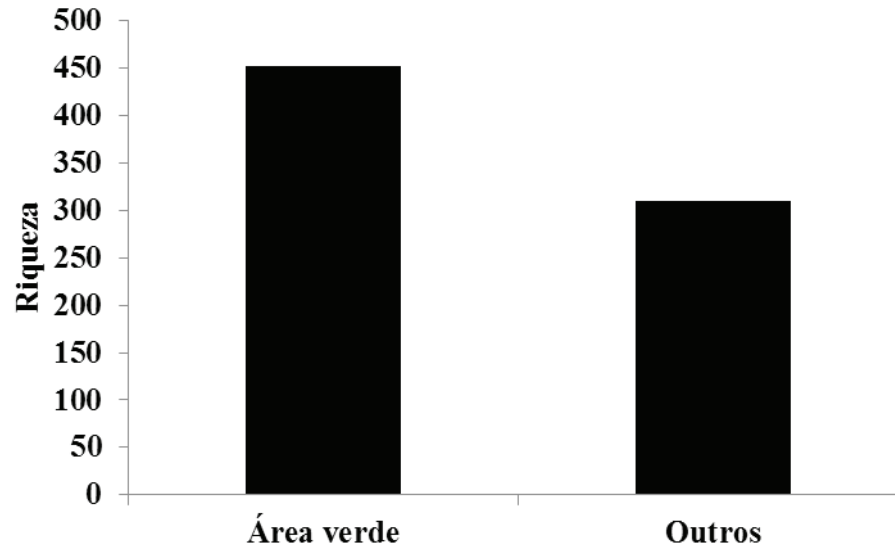
em habitat classificados como áreas verdes (exemplo: fragmentos, parques, praças, jardins, praças e terrenos baldios) (451 espécies e/ou morfoespécies; Figura 1¹; Tabela 1), contudo, outros tipos de habitat (classificados como áreas construídas, exemplo: ambientes residenciais, comerciais, hospitalares, indústrias e instituições de ensino) também apresentam grande número de espécies (309 espécies e/ou morfoespécies).

No Brasil e no mundo, os estudos têm demonstrado uma grande riqueza de formigas nativas, mesmo com diferentes níveis de perturbação antropogênica (SANTOS, 2016). Ambientes naturais (como fragmentos florestais e parques) conseguem manter uma elevada riqueza de formigas porque apresentam diversas opções de locais para nidificação, que são importantes recursos para a conservação de mirmecofauna (FRIEDRICH; PHILPOTT, 2009). Porém, o processo de urbanização em geral contribui para extirpar uma maioria desses sítios de estabelecimento de colônias, criando ao mesmo tempo locais de nidificação artificiais (exemplo: falhas e cavidades encontradas em construções) (FRIEDRICH; PHILPOTT, 2009). Dessa forma, é possível que áreas construídas mantenham um alto número de espécies se comparado a áreas verdes. Assim, também é importante destacar que a riqueza de formigas em uma área construída é relacionada ao grau de impacto humano, além de serem influenciadas pelas áreas verdes circundantes (DELABIE et al., 2006; MUNHAE et al., 2009). Ressalta-se ainda aumento na riqueza e abundância de formigas em gradientes de urbanização, de ambientes mais antropizados (áreas construída) para os menos impactados (áreas verdes); contudo, sem alterações na composição da mirmecofauna (LUTINSKI et al., 2014). Nesse sentido, se um habitat localiza-se ao redor de centros urbanos (mais antropizado e isolado) ou de áreas verdes (menos antropizado e isolado) esta proximidade pode influenciar a riqueza de formigas encontradas no local (PACHECO; VASCONCELOS, 2007). Dessa forma, a conservação de áreas verdes nas

1 Para a elaboração das Figuras 1 e 2, foram consideradas as morfoespécies. Por ser morfoespécie, oriundas de diferentes trabalhos, não há como saber se são as mesmas morfoespécies. Assim, foi contabilizado o número de morfoespécie somente de um artigo para um determinado gênero (sendo essa publicação a que apresentou a maior riqueza de morfoespécies). Exemplo: O artigo A apresentou 10 morfoespécies de *Pheidole* sp.; o artigo B apresentou 15 morfoespécie de *Pheidole* sp. e o artigo C apresentou 12 morfoespécies de *Pheidole* sp. Neste caso, foi considerado somente as 15 morfoespécies de *Pheidole* sp. do artigo B.

idades permite maior manutenção de espécies de formigas como um todo, evitando que ocorra homogeneização da biota observada em áreas estritamente urbanas (MUNHAE et al., 2009).

Figura 1 – Comparação da riqueza de formigas em cidades brasileiras em habitat classificados como áreas verdes e outros tipos.



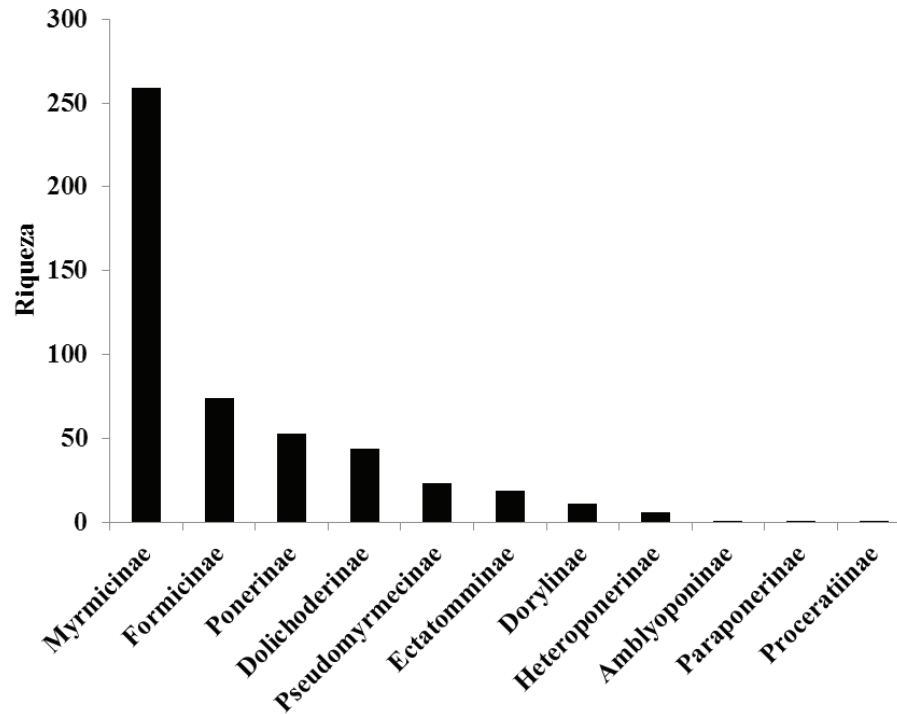
No mundo, a maioria dos estudos que abordou as formigas num contexto urbano testou ou examinou casos relevantes para os processos e padrões ecológicos fundamentais, exceto quando o assunto é controle de pragas (SANTOS, 2016). No Brasil, a maior parte dos estudos sobre formigas em ambiente urbano (pelo menos 46 artigos, Quadro 1), corresponde a levantamentos da mirmecofauna ou avaliação dos efeitos da urbanização sobre as formigas em diferentes tipos de habitat (23 artigos), com predominância de trabalhos realizados em áreas verdes. Porém, na maioria dos estudos

focados em ecologia e biodiversidade, foi dada maior ênfase à estrutura da comunidade (especialmente a riqueza e composição de espécies), pouco avaliando os fatores ambientais urbanos que influencia as formigas (SANTOS, 2016). Muitos trabalhos sobre saúde pública também foram realizados em hospitais (11 artigos), e o Brasil é um dos países que mais avaliou formigas de ambientes hospitalares como possíveis vetores de patógenos (AQUINO et al., 2012; CASTRO et al., 2015; SANTOS, 2016). Em sequência, trabalhos sobre temáticas relacionadas a comportamento de formigas (cinco artigos), controle de pragas e formigas invasoras (cinco artigos), seguidos de estudos de fisiologia e forense (um artigo para cada) foram realizados em ambientes urbanos brasileiros.

Diante do levantamento bibliográfico realizado, e de acordo com as palavras-chave usadas, não há pesquisa em ambientes urbanos localizados na Caatinga e Pantanal. A ausência de informação sobre formigas em cidade brasileiras localizados nos biomas da Caatinga e Pantanal deve ser um viés de amostragem, em função da distribuição de centros e grupos de pesquisa localizados nos estados, determinando uma maior ou menor riqueza de formigas para os biomas e estados. Em relação às espécies, trabalhos realizados na Mata Atlântica registraram 480 espécies, em seguida vem o Cerrado (n=155), Amazônia (n=126) e o Pampa (n=38). Os estudos sobre a mirmecofauna em ambientes urbanos ocorrem em 48 cidades, distribuídas em nove estados brasileiros, sendo a Bahia com maior riqueza de formigas (n=256), seguido de São Paulo (n=205), Santa Catarina (n=178), Minas Gerais (n=175) e Rondônia (n=101).

O número total de espécies registradas de acordo como levantamento bibliográfico realizado foi 492 espécies, que se distribuem em 11 subfamílias, sendo que Myrmicinae é a mais rica (n=259), seguido de Formicinae (n=74), Ponerinae (n=53) e Dolichoderinae (n=44) (Figura 2). No Brasil, *Wasmannia auropunctata*, *Tapinoma melanocephalum*, *Monomorium floricola* e *Paratrechina longicornis* estão presentes em mais de 50% das cidades. Já *P. longicornis*, *W. auropunctata*, *M. floricola*, *Solenopsis saevissima* e *T. melanocephalum* são encontradas em um maior número de habitat. Vale destacar que espécies frequentemente registradas em diversas cidades e habitat, são consideradas invasoras, sendo mais facilmente encontradas em habitat urbanos.

Figura 2 – Comparação da riqueza de formigas em áreas urbanas por subfamília.



Nas cidades brasileiras, diversos tipos de habitat foram inventariados: centro de reciclagem de resíduos urbanos, comércios, fragmentos remanescentes da vegetação nativa, hospitais, indústrias, instituições de ensino, jardins, muros, parques, praças, prédios, residências, terrenos baldios e rurais. Contudo, alguns trabalhos não definem adequadamente os tipos de habitat amostrados, utilizando termos genéricos como: ambiente urbano, antropizado e área verde. Dentre os

14 tipos de habitat, fragmentos são os locais onde mais estudos foram realizados (12 artigos), além de serem os locais que apresentam a maior riqueza em cidades (390 espécies). Estudos também têm demonstrado que diferentes fragmentos florestais situados em cidades apresentam diferentes comunidades de formigas (MORINI et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2013), além de possuírem um efeito de borda com mais de 90m, com diferenciação da mirmecofauna a partir dos 150m (DÁTTILO et al., 2011; CAJAIBA; SILVA, 2014). Em sequência, muitos estudos têm ocorrido em ambientes internos de hospitais (11 artigos) e residências (10 artigos). Apesar do grande número de estudos em hospitais, é um dos habitat que apresentam a menor diversidade, possivelmente devido ao alto grau de higienização, conservação das estruturas do prédio e controle de pragas. Em contra ponto, ambientes residenciais (mesmo em áreas internas das casas) têm apresentado a segunda maior riqueza de espécies (153 espécies), possivelmente devido a muitas casas possuírem áreas verdes (jardins, quintais, terrenos baldios e fragmentos) em seu entorno. Ainda, dentre as áreas verdes a ocorrência de uma maior complexidade na estratificação vertical da vegetação favorece a um maior número de espécies, com uma maior frequência de espécies arborícolas (SANTOS-SILVA et al., 2016).

Apesar das áreas verdes possuírem em geral um maior número de espécies (Figura 1), também é possível observar uma riqueza considerável de formigas em outros tipos de habitat. No mundo inteiro, as áreas verdes em cidades são considerados importantes para a manutenção de uma fração importante da mirmecofauna nativa (KAMURA et al., 2007; PACHECO; VASCONCELOS, 2007; MENKE et al., 2011; WENER, 2011; SOUZA et al., 2012; LUTINSKI et al., 2013; MELO et al., 2014; SANTOS, 2016), apresentando diferenças significativa de riqueza na comparação entre diferentes tipos de habitat (PACHECO; VASCONCELOS, 2007). A importância desses ambientes vai além da conservação da mirmecofauna, já que podem contribuir para o aumento da heterogeneidade dos habitat urbanos, favorecendo uma maior riqueza de espécies.

As áreas verdes podem servir como repositórios de espécies de formigas (PACHECO; VASCONCELOS, 2007) para áreas construídas, bem como elementos da paisagem que auxiliam no deslocamento e dispersão das espécies, servindo como corredores e/ou trampolins ecológicos, fomentando conectividade dentro das cidades (MENKE et al., 2011). Contudo, faltam estudos que apresentem recomendações explícitas sobre de manejos de áreas verdes urbanas para a conservação de formigas

(SANTOS, 2016). Além disso, para acessar uma maior diversidade de formigas em ambientes urbanos, é importante a utilização de métodos de amostragem variados, sem que haja necessidade da utilização de iscas (RIBEIRO et al., 2012).

Nas cidades, formigas consideradas oportunistas são predominantes devido a seus hábitos generalistas, o que não determina (*a priori*) uma mirmecofauna sinantrópica/invasora nos ambientes urbanos (RIBEIRO et al., 2012). Porém, a estruturação de uma comunidade de formigas pode ser determinada por espécies dominantes (DELABIE et al., 1995; FOWLER; BUENO, 1996; KAMURA et al., 2007; PIVA; CAMPOS, 2012), e a mirmecofauna pode sofrer alterações na sua estruturação em curto espaço de tempo, sem que haja qualquer intervenção humana (FOWLER; BUENO, 1996). Por outro lado, é necessário manter áreas arborizadas no perímetro urbano com elementos da vegetação nativa, para que espécies especialistas não sejam extintas localmente, pois possuem um importante papel ecológico (IOP et al., 2009).

No que concerne à avaliação do efeito da urbanização brasileira sobre as formigas, características da atividade econômica da cidade (exemplo: cidades cujo desenvolvimento econômico dependente do comércio, indústrias e/ou agricultura), estão entre os primeiros fatores a influenciar a comunidade de formigas (MUNHAE et al., 2009). Provavelmente isso decorra de como a exploração econômica gera formas divergentes de uso das áreas nativas, além de existir exigências legais distintas dos órgãos ambientais (estaduais e municipais) em relação à conservação das áreas naturais. Outro fator que influencia as comunidades de formigas é o tamanho da área urbana. Cidades consideradas grandes não apresentam variações temporais nas comunidades de formigas, quando comparado a cidades pequenas (MUNHAE et al., 2009). Isto se deve às grandes comunidades urbanas não apresentarem grandes variações de temperatura e umidade durante as estações do ano, o que torna estes locais um ambiente mais estável (LUNDHOLM; RICHARDSON, 2010; KOWARIK, 2011) e favorável a determinadas comunidades de formigas.

Dentro das cidades, a estrutura dos bairros e o nível de conservação das residências são aspectos ambientais determinantes das espécies que podem ser encontradas (SOARES et al., 2006; SILVA et al., 2009). Bairros recentemente urbanizados, e que apresentam alto grau de perturbação antrópica, favorecem o estabelecimento e permanência de espécies invasivas e/ou exóticas de formigas que passam a dominar o espaço (veja parte II, capítulo II; PIVA; CAMPOS, 2012).

Em contrapartida, bairros localizados próximos a áreas de mata apresentam maior número de espécies nativas com uma menor abundância de indivíduos. Dessa forma, uma maior proporção de áreas verdes é umas das características mais relevantes para a conservação de formigas em ambientes urbanos (KAMURA et al., 2007; PACHECO; VASCONCELOS, 2007; SOUZA et al., 2012).

Nos bairros, duas características são importantes na determinação das formigas nos ambientes residenciais: o tempo de urbanização e proximidade com áreas verdes (SILVA et al., 2009). Assim, casas que apresentam áreas verdes em seu entorno, tais como jardins, quintais e terrenos baldios, possuem uma maior riqueza de espécies se comparadas a casas desprovidas desses ambientes (PIVA; CAMPOS, 2012; SILVA et al., 2009). Isto acontece, pois os ambientes residenciais são em geral estruturalmente mais complexos permitindo a manutenção de um maior número de espécies (SILVA et al., 2009). Ainda, quando na parte externa desses ambientes, a vegetação nativa é mantida em jardins e quintais, gera impactos positivos nas comunidades de formigas (KAMURA et al., 2007; PACHECO; VASCONCELOS, 2007). Já as áreas internas de casas apresentam menor riqueza e maior abundância de formigas se comparado às áreas externas (KAMURA et al., 2007). Em relação às áreas externas das casas, a riqueza em gêneros não apresenta correlação com o tamanho dos jardins/quintais, contudo, a ocorrência de árvores certamente influencia positivamente a mirmecofauna (VITAL et al., 2015).

Dentro das casas, formigas são beneficiadas por condições ambientais estáveis, acesso permanente a alimentos e ausência de predadores (MARQUES et al., 2002). Essas formigas são mais frequentemente observadas nos interiores das casas durante a noite e em períodos chuvosos (MARQUES et al., 2002). A riqueza de espécies encontradas em residências está relacionada com o nível de conservação da construção (FOWLER; BUENO, 1998). Porém, é mais comum a presença de espécies de formigas pequenas dentro das casas, com menos de 5mm, enquanto que espécies maiores são normalmente noturnas (DELABIE et al., 1995). Residências bem conservadas apresentam menor número de espécies por oferecer menores oportunidades de locais de nidificação (SOARES et al., 2006) em comparação à residências mais antigas e menos conservadas. Dentro das casas, a cozinha é onde podemos encontrar, em geral, a maior abundância e riqueza de formigas (MARQUES et al., 2002; KAMURA et al., 2007; SILVA et al., 2009). Essa maior diversidade em cozinhas está relacionada

com a maior disponibilidade de alimentos, o que também favorece a manutenção de espécies invasoras (PIVA; CAMPOS, 2012), que predominam numericamente nas casas (DELABIE et al., 1995). Contudo, as salas das residências também podem apresentar uma maior abundância e riqueza de formigas, porque ali existe uma maior área e disponibilidade de locais de nidificação (DELABIE et al., 1995; MARQUES et al., 2002). Ainda, a presença de crianças favorece a manutenção de espécies invasoras nas casas (maior disponibilidade de alimentos), ao contraponto que animais domésticos favorecem uma maior diversidade de formigas (PIVA; CAMPOS, 2012).

Conclusão

Nas cidades brasileiras, em diferentes escalas espaciais, a mirmecofauna tem sido influenciada por diversos fatores ambientais como: tamanho e tipo de atividade econômica predominante da cidade; estrutura, localização e nível de conservação dos bairros; além da complexidade estrutural dos habitats (ex: estratificação vertical da vegetação), tipo de vegetação e conservação das edificações. O tempo de urbanização também é um fator importante na determinação da comunidade de formigas. Em especial nas ambientes urbano brasileiro, áreas verdes têm demonstrado grande importância para conservação da mirmecofauna. São os tipos de habitat que apresentam maior riqueza de espécie em comparação à ambientes construídos, bem como menor presença de espécies exóticas, invasoras e sinantrópicas. Ainda, as áreas verdes contribuem para o aumento da heterogeneidade de habitat na paisagem urbana, favorecendo a manutenção de um maior número de espécies nas cidades. Contudo, faltam estudos que apresentem recomendações explícitas sobre de manejos de áreas verdes urbanas para a conservação de formigas. Por fim, trabalhos sobre a mimercofauna em cidades estão concentrados a ambientes urbanos localizados em na Mata Atlântica e Cerrado, da região Sul e Sudeste do Brasil, sendo necessária a ampliação de estudos nos demais biomas e regiões do país.

Agradecimento

Agradecemos aos organizadores desta obra pelo convite para escrever este capítulo. TSM agradece a bolsa de doutorado da CAPES no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento na Universidade Federal da Bahia. JHCD agradece a bolsa de pesquisa da CNPq.

Referências

AGUILERA, F.; VALENZUELA, L.M.; BOTEQUILHA-LEITÃO, A. Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: a case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, v.99, p.226–238, 2011.

ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, v.2, p.168–192, 2005.

ANGILLETTA-JR, M.J.; WILSON, R.S.; NIEHAUS, A.C.; SEARS, M.W.; NAVAS, C.A.; RIBEIRO, P.L. Urban physiology: city ants possess high heat tolerance. *PloS One*, v.2, p.1-4, 2007.

AQUINO, R.S.S.; SILVEIRA, S.S.; PESSOA, W.F.B.; RODRIGUES, A.; ANDRIOLI, J.L.; DELABIE, J.H.C.; FONTANA, R. Filamentous fungi vectored by ants (Hymenoptera: Formicidae) in a public hospital in north-eastern Brazil. *Journal of Hospital Infection*, v.83, p.200-204, 2012.

BICHO, C.L.; BRANÇÃO, 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, p.373-377, 2007.

BYRNE, L.B. Habitat structure: A fundamental concept and framework for urban soil ecology. *Urban Ecosystems*, v.10, p.255–274, 2007.

- CAJAIBA, R.L.; SILVA, W.B. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) em fragmento florestal urbano no município de Uruará-PA. Enciclopédia Biosfera, v.10, p.2226-2238, 2014.
- CANTONE, S.M.; CAMPOS, A.E.C. Nesting and reproduction of *Pachycondyla striata* (Formicidae: Ponerinae) in urban areas: an ant that offers risk of accidents. Acta Scientiarum Biological Science, v.37, p.337-344, 2015.
- CASTRO, M.M.; ALMEIDA, M.; FERNANDES, E.F.; PREZOTO, F. Ants in the hospital environment: ecological parameters as support for future management strategies. Neotropical Entomology, v.45, p.320-325, 2016.
- CASTRO, M.M.; PREZOTO, H.H.S.; FERNANDES, E.F.; BUENO, O.C.; PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, v.59, p.77-83, 2015.
- COSTA, S.B.; PELLI, A.; CARVALHO, G.P.; OLIVEIRA, A.G.; SILVA, P.R.; TEIXEIRA, M.M.; MARTINS, E.; TERRA, A.P.S.; RESENDE, E.M.; OLIVEIRA, C.C.H.B.; MORAIS, C.A. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.39, p.527-529, 2006.
- DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F.; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. Bioscience Journal, v.27, p.494-504, 2011.
- DEARBORN, D.C.; KARK, S. Motivations for conserving urban biodiversity. Conservation Biology, v.24, p.432-440, 2010.
- DELABIE, J.H.C. Primeiro registro de *Tetramorium lucayanum* Wheeler, 1905, na America continental (Hymenoptera: Formicidae), Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.23, p.141-142, 1994.
- DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Bahia, Brazil. Florida Entomologist, v.78, p.264-270, 1995.
- DELABIE, J.H.C.; PAIM, V.R.L.M.; NASCIMENTO, I.C.; CAMPIOLO, S.; MARIANO, C.S.F. As formigas como indicadores biológicos do impacto humano em manguezais da costa sudeste da Bahia. Neotropical Entomology, v.35, p.602-615, 2006.
- ELISEI, T.; JUNIOR, C.R.; GUIMARÃES, D.L.; PREZOTO, F. Comportamento de Forrageio de *Camponotus sericeiventris* Guérin (Hymenoptera, Formicidae) em Ambiente Urbano. EntomoBrasilis, v.5, p.170-172, 2012.

- FAETH, S.H.; BANG, C.; SAARI, S. Urban biodiversity: patterns and mechanisms. *Annals of New York Academy of Sciences*, v.1223, p.69–81, 2011.
- FARNEDA, F.Z.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, v.1, p.53-66, 2007.
- FOLGARAIT, P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, v.7, p.1221-1244, 1998.
- FONSECA, A.R.; BATISTA, D.R.; AMARAL, D.P.; CAMPOS, R.B.F.; SILVA, C.G. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas em um hospital no município de Luz, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum*, v.32, p.29-34, 2010.
- FOWLER, H.G.; ANARUMA FILHO, F.; BUENO, O.C. Seasonal space usage by the introduced pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hym., Formicidae), in institutional settings in Brazil and its relation to other structural ant species. *Journal of Applied Entomology*, v.115, p.416-419, 1993.
- FOWLER, H.G.; BUENO, O.C. Congruent spatial and temporal foraging by a dominant ant (Hym., Formicidae) and its replacement in an assemblage in a large urban structure in southeastern Brazil. *Journal of Applied Entomology*, v.120, p.29-32, 1996.
- FOWLER, H.G.; BUENO, O.C. O avanço das formigas urbanas. *Ciência Hoje*, v.23, p.73-80, 1998.
- FREITAS, A.V.L. Nest relocation and prey specialization in the ant *Leptogenys propofalcigera* Roger (Formicidae: Ponerinae) in an urban area in southeastern Brazil. *Insectes Sociaux*, v.42, p.453-456, 1995.
- FRIEDRICH, R.; PHILPOTT, S.M. Nest-site limitation and nesting resources of ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban green spaces. *Environmental Entomology*, v.38, p.600-607, 2009.
- GARCIA, F.R.M.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; LUTINSKI, J.A. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.33, p.203-209, 2011.
- GRIMM, N.B.; FAETH, S.H.; GOLUBIEWSKI, N.E.; REDMAN, C.L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J.M. Global change and the ecology of cities. *Science*, v.319, p.756-760, 2008.

GUIMARÃES, M.V.A.; BENATI, K.R.; PERES, M.C.L.; DELABIE, J.H.C. Assembléia de formigas de serrapilheira em fragmentos florestais no município de Salvador, Bahia, Brasil. *Revista Biociências*, v.19, p.1-9, 2013.

IOP, S.; CALDART, V.M.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v.22, p.55-64, 2009.

KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology*, v.67, p.635-641, 2007.

KOWARIK, I. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, v.159, p.1974-1983, 2011.

LOPES, J.F.S.; RIBEIRO, L.F.; BRUGGER, M.S.; CAMARGO, R.S.; CALDATO, N.; FORTI, L.C. Internal architecture and population size of *Acromyrmex subterraneus molestans* (Hymenoptera, Formicidae) nests: comparison between a rural and an urban area. *Sociobiology*, v.58, p.593-605, 2011.

LOPES, S.A. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae), em área urbana e em área rural da cidade de Sorocaba/SP. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.2, p.32-46, 2009.

LUNDHOLM, J.T.; RICHARDSON, P.J. Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology*, v.47, p.966-975, 2010.

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, p.332-342, 2013.

LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; LOPES, B.C.; MORAIS, A.B.B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. *Ecologia Austral*, v.24, p.229-237, 2014.

MARQUES, A.P.C.; ALE-ROCHE, R.; RAFAEL, J.A. Levantamento de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em residências de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v.32, p.133-140, 2002.

MCINTYRE, N.E.; KNOWLES-YÁNEZ, K.; HOPE, D. Urban ecology as an interdisciplinary field: differences in the use of "urban" between the social and natural sciences. *Urban Ecosystems*, v.4, p.5-24, 2000.

- MCINTYRE, N.E.; RANGO, J.; FAGAN, W.F.; FAETH, S.H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, v.52, p.257-274, 2001.
- MCKINNEY, M.L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, v.127, p.247–260, 2006.
- MCKINNEY, M.L. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, v.52, p.883-890, 2002.
- MELO, T.S.; PERES, M.C.L.; CHAVARI, J.L.; BRESCOVIT, A.D.; DELABIE, J.H.C. Ants (Formicidae) and spiders (Araneae) listed from the Metropolitan Region of Salvador, Brazil. *Check List*, v.10, p.355–365, 2014.
- MENKE, S.B.; GUENARD, B.; SEXTON, J.O.; WEISER, M.D.; DUNN, R.R.; SILVERMAN, J. Urban areas may serve as habitat and corridors for dry adapted, heat tolerant species; an example from ants. *Urban Ecosystems*, v.14, p.135-163, 2011.
- MORETTI, T.C.; SOLIS, D.R.; GODOY, W.A.C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) collected with carrion-baited traps in Southeast Brazil. *The Open Forensic Science Journal*, v.6, p.1-5, 2013.
- MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia*, v.97, p.246-252, 2007.
- MUNHAE, C.B.; BUENO, Z.A.F.N.; MORINI, M.S.C.; SILVA, R.R. Composition of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in public squares in Southern Brazil. *Sociobiology*, v.53, p.455-472, 2009.
- NIEMELA, J. Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation*, v.8, p.119-131, 1999.
- OLIVEIRA, M.F.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.72, p.33-39, 2005.
- PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in the Brazilian cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, p.193–199, 2007.
- PESQUERO, M.A.; FILHO, J.E.; CARNEIRO, L.C.; FEITOSA, S.B.; OLIVEIRA, M.A.C.; QUINTANA, R.C. Formigas em ambiente hospitalar e seu potencial como transmissoras de bactéria. *Neotropical Entomology*, v.37, p.472-477, 2008.

PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L. Advancing urban ecological studies: frameworks, concepts, and results from the Baltimore ecosystem study. *Austral Ecology*, v.31, p.114-125, 2006.

PIVA, A.; CAMPOS, A.E.C. ant community structure (Hymenoptera: Formicidae) in two neighborhoods with different urban profiles in the city of São Paulo, Brazil. *Psyche*, v.2012, p.1-8, 2012.

RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETI, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an urban park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, p.971-984, 2012.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, p.359-371, 2016.

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, p.565-569, 2009.

SANTOS-SILVA, L.; VICENTE, R.E.; FEITOSA, R.M. Ant species (Hymenoptera, Formicidae) of forest fragments and urban areas in a Meridional Amazonian landscape. *Check List*, v.12, p.1-7, 2016.

SATTLER, T.; DUELLI, P.; OBRIST, M.K.; ARLETTAZ, R.; MORETTI, M. Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. *Landscape Ecology*, v.25, p.941-954, 2010.

SHOCHAT, E.; WARREN, P.S.; FAETH, S.H.; MCINTYRE, N.E.; HOPE, D. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, v.21, p.186-191, 2006.

SILVA, E.; LOECK, A.E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, p.220-224, 1999.

SILVA, T.F.; SOLIS, D.R.; MORETTI, T.C.; SILVA, A.C.; HABIB, M.E.E.D.M. House-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of Southeastern Brazil. *Sociobiology*, v.54, p.153-159, 2009.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETI, A.N. Levantamento da diversidade de formigas (hymenoptera: formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, p.324-328, 2006.

- SOUZA, D.R.; SANTOS, S.G.; MUNHAE, C.B.; MORINI, M.S.C. Diversity of epigeal ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas of Alto Tietê. *Sociobiology*, v.59, p.703-717, 2012.
- SOUZA-CAMPANA, D.R.; SILVA, O.G.M.; MENINO, L.; MORINI, M.S.C. Epigaeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in Atlantic Forest biome. *Check List*, v.12, p.1-15, 2016.
- TOIT, M.J.; CILLIERS, S.S. Aspects influencing the selection of representative urbanization measures to quantify urban–rural gradients. *Landscape Ecology*, v.26, p.169-181, 2011.
- UNO, S.; COTTON, J.; PHILPOTT, S.M. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, v.13, p.425-441, 2010.
- VITAL, M.R.; CASTRO, M.M.; ZERINGÓTA, V.; PREZOTO, F. Myrmecofauna of urban gardens in Southeast region of Brazil. *Bioscience Journal*, v.31, p.1205-1212, 2015.
- WENER, P. The ecology of urban areas and their functions for species diversity. *Landscape and Ecological Engineering*, v.7, p 231-240, 2011.
- ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; PEÇANHA, M.P. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as carriers of pathogens in residential and industrial environments: I. Bacteria. *Sociobiology*, v.44, p.1-6, 2004.
- ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; RUSSOMANNO, O.M.R.; KRUPPA, P.C.; GONÇALEZ, E. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of microorganisms in residential and industrial environments: II. Fungi. *Sociobiology*, v.50, p.1-6, 2007.
- 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, p.85-87, 2002.
- ZERINGÓTA, V.; CASTRO, M.M.; DELLA-LUCIA, T.M.C.; PREZOTO, F. Nesting of the fire ant *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Formicidae) in an urban environment. *Florida Entomologist*, v.97, p.668-673, 2014.

Tabela 1 – Lista de espécies registradas em áreas verdes do Brasil*. Não foram incluídos os táxons identificados somente ao nível de gênero na listagem.

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Dorylinae	<i>Acanthostichus quadratus</i>	Santa Catarina	Palmitos	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dorylinae	<i>Cerapachys splendens</i>	Bahia	Camaçari	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Azteca alfari</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Terreno Baldio	Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Azteca instabilis</i>	Santa Catarina	Pinhalzinho	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Azteca muelleri</i>	Santa Catarina	Pinhalzinho	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Azteca ovaticeps</i>	Bahia	Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus attelaboides</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Lauro de Freitas e Mata de São João	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus bispinosus</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus diversus</i>	Bahia	Ilhéus, Itacaré e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus imitator</i>	Bahia	Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus lutosus</i>	Bahia	Canavieiras, Ilhéus, Itacaré, Lauro de Freitas, Mata de São João, Porto Seguro, Simões Filho e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus rugosus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus schulzi</i>	Bahia	Itacaré	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex brunneus</i>	Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mozi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex pyramicus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex pyramicus alticonis</i>	Minas Gerais e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Salesópolis e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009)
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex spurius</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Jardim	Santos-Silva et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex thoracicus</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema angulatum</i>	Santa Catarina	Concórdia	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema gallardoi</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema humile</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Campinas, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, praça, jardim e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Silva et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema iniquum</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema leucomelas</i>	Santa Catarina	Chapecó, Concórdia, Joaçaba e Seara	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Dolichoderinae	<i>Linepithema micans</i>	Santa Catarina	Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dolichoderinae	<i>Linepithema neotropicum</i>	Bahia e São Paulo	Biritiba Mirim, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Salesópolis e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Melo et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Dolichoderinae	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Bahia, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Cacoal, Campinas, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Ilhéus, Joaçaba, Lauro de Freitas, Mata de São João, Palmitos, Pinhalzinho, Porto Seguro, Salvador, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Simões Filho e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Morini et al. (2007); Silva et al. (2009); Ribeiro et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Dorylinae	<i>Eciton quadriglume</i>	Santa Catarina	Chapecó	Mata Atlântica	Área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Dorylinae	<i>Labidus coecus</i>	Minas Gerais e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Salesópolis, São Paulo e Uberlândia	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Souza-Campana et al. (2016)
Dorylinae	<i>Labidus praedator</i>	Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo e Rondônia	Cacoal, Mogi das Cruzes, Palmitos, São Paulo e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Santos-Silva et al. (2016)
Dorylinae	<i>Neivamyrmex gibbatus</i>	Bahia	Mata de São João	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Dorylinae	<i>Neivamyrmex pilosus</i>	Bahia	Lauro de Freitas	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Dorylinae	<i>Nomamyrmex esenbecki</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Ectatomminae	<i>Ectatoma opaciventre</i>	Bahia e Minas Gerais	Simões Filho e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Ectatomminae	<i>Ectatomma brunneum</i>	Minas Gerais, São Paulo e Rondônia	Cacoal, Mogi das Cruzes e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Santos-Silva et al. (2016)
Ectatomminae	<i>Ectatomma edentatum</i>	Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo e Rondônia	Biritiba Mirim, Cacoal, Chapecó, Mogi das Cruzes, Salesópolis, São Paulo, Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ectatomminae	<i>Ectatomma lugens</i>	Minas Gerais e Rondônia	Cacoal e Uberlândia	Amazônia e Cerrado	Fragmento e parque	Pacheco e Vasconcelos (2007); Santos-Silva et al. (2016)
Ectatomminae	<i>Ectatomma muticum</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Ectatomminae	<i>Ectatomma permagnum</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Ectatomminae	<i>Ectatomma planidens</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Ectatomminae	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Acropyga decedens</i>	Bahia	Camaçari e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Brachymyrmex admotus</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Parque	Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Brachymyrmex aphidicola</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Brachymyrmex coactus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Brachymyrmex cordemoyi</i>	Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, Mogi das Cruzes, São Miguel do Oeste e Seara	Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Brachymyrmex heeri</i>	Bahia e São Paulo	Biritiba Mirim, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Salesópolis, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Melo et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Brachymyrmex incisus</i>	São Paulo	Biritiba Mirim, Campinas, Mogi das Cruzes e Salesópolis	Mata Atlântica	Praça, jardim e área verde	Munhae et al. (2009); Silva et al. (2009)
Formicinae	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	Bahia, Rondônia e São Paulo	Cacoal, Salvadore e São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Morini et al. (2007); Melo et al. (2013); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Brachymyrmex pictus</i>	São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Salesópolis	Mata Atlântica	Praça e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012)
Formicinae	<i>Brachymyrmex pilipes</i>	Santa Catarina	Aberlado cruz, Campo Erê, Palmitos, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus alboannulatus</i>	Santa Catarina	Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Camponotus arboreus</i>	Bahia e Minas Gerais	Ilhéus, Lauro de Freitas, Porto Seguro, Salvador, Uberlândia e Una	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus atriceps</i>	Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Campo Erê, Marília, Maringa, Mogi das Cruzes, Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Dáttilo et al. (2011); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus bidens</i>	Bahia	Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus blandus</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia e Santa Catarina	Cacoal, Joaçaba, Salvador, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus cameranoi</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus cingulatus</i>	Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Concórdia, Joaçaba, Lauro de Freitas, Palmitos, Salvador, São Miguel do Oeste, Simões Filho e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus claviscapus</i>	Bahia	Canavieiras, Itacaré, Porto Seguro e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Camponotus crassus</i>	Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Biritiba Mirim, Campo Erê, Canavieiras, Chapecó, Concórdia, Ilhéus, Itacaré, Joaçaba, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Porto Seguro, Salesópolis, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia, Una e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Morini et al. (2007); Munhae et al. (2009); Dáttilo et al. (2011); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus fastigatus</i>	Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Ilhéus, Joaçaba, Lauro de Freitas, Mata de São João, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Miguel do Oeste, Seara, Simões Filho, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus godmani</i>	Bahia	Ilhéus e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Formicinae	<i>Camponotus hedwigae</i>	Santa Catarina	São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus latangulus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus lespesii</i>	Minas Gerais e São Paulo	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus leydigi</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Formicinae	<i>Camponotus melanoticus</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia e Santa Catarina	Aberlado Luz, Cacoal, Camaçari, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mata de São João, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Miguel do Oeste, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus mus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Camponotus novogranadensis</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Biritiba Mirim, Cacoal, Campo Erê, Ilhéus, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Pinhalzinho, Salesópolis, Salvador, São Miguel do Oeste; Uberlândia e Una	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus personatus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus punctulatus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus rectangularis</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus renggeri</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo	Cacoal, Lauro de Freitas, Marília, Mata de São João, Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmentos, praça e jardim	Pacheco e Vasconcelos (2007); Dáttilo et al. (2011); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus rufipes</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Biritiba Mirim, Campinas, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Marília, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salesópolis, São Miguel do Oeste, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Silva et al. (2009); Dáttilo et al. (2011); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus senex</i>	Bahia	Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmentos, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Camponotus sericeiventris</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mogi das Cruzes, Palmitos, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Camponotus sexguttatus</i>	Bahia e Santa Catarina	Aberlado Luz, Ilhéus, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus substitutus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Jardim	Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Camponotus tenuiscapus</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento, parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Formicinae	<i>Camponotus trapezoideus</i>	Bahia	Lauro de Freitas e Mata de São João	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Formicinae	<i>Camponotus vittatus</i>	Bahia, Minas Gerais e Rondônia	Cacoal, Salvador e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Forelius maranhaoensis</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Formicinae	<i>Gigantiops destructor</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Formicinae	<i>Myrmelachista bettinae</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes e Salesópolis	Mata Atlântica	Praça	Munhae et al. (2009)
Formicinae	<i>Myrmelachista catharinae</i>	Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Mogi das Cruzes, Palmitos, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento, parque e áreas verde	Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Formicinae	<i>Myrmelachista catharinae maior</i>	Santa Catarina	Campo Erê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Formicinae	<i>Myrmelachista gagatina</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Myrmelachista reticulata</i>	Santa Catarina	Campo Erê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Nylanderia fulva</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Biritiba Mirim, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salesópolis, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Ribeiro et al. (2012); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Formicinae	<i>Paratrechina longicornis</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Biritiba Mirim, Cacoal, Campinas, Chapecó, Concórdia, Ilhéus, Joaçaba, Marília, Mogi das Cruzes, Palmitos, Salvador, Salesópolis, São Miguel do Oeste, São Paulo e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Silva et al. (2009); Dáttilo et al. (2011); Ribeiro et al. (2012); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Heteroponerinae	<i>Heteroponera dentinodis</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Heteroponerinae	<i>Heteroponera dolo</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Heteroponerinae	<i>Heteroponera flava</i>	Santa Catarina	Concórdia, Joaçaba, Palmitos e Seara	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Heteroponerinae	<i>Heteroponera inermis</i>	Santa Catarina	Chapecó, Palmitos e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Heteroponerinae	<i>Heteroponera mayri</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Acanthognathus rudis</i>	Bahia e São Paulo	Camaçari e São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex ambiguus</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz; Campo Erê; Chapecó; Concórdia; Joaçaba; Palmitos; Pinhalzinho; São Miguel do Oeste; Seara; Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex aspersus</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz; Chapecó; Concórdia; Joaçaba; Pinhalzinho; São Miguel do Oeste; Seara; Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex balzani</i>	Minas Gerais e Rondônia	Cacoal e Uberlândia	Amazônia e Cerrado	Fragmento e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex crassispinus</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Praça e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex diasi</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Praça	Munhae et al. (2009)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex disciger</i>	Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz; Campo Erê; Chapecó; Concórdia; Joaçaba; Mogi das Cruzes; Palmitos; Pinhalzinho; São Miguel do Oeste; Seara; Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento, praça e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex lundii</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz; Campo Erê; Chapecó; Concórdia; Joaçaba; Palmitos; Pinhalzinho; São Miguel do Oeste; Seara; Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex niger</i>	Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Munhae et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex nigrositosus</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Acromyrmex rugosus</i>	Bahia, Rondônia e Santa Catarina	Cacoal, Joaçaba e Salvador	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio, jardim e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	Bahia	Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, jardim e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	Minas Gerais	Matias Barbosa	Mata Atlântica	Rural	Lopes et al. (2011)
Myrmicinae	<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	Bahia, Rondônia e Santa Catarina	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Lauro de Freitas, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio, jardim e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Apterostigma mayri</i>	Santa Catarina	Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Apterostigma pilosum</i>	Santa Catarina	Campo Erê, Chapecó, Concórdia e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Apterostigma wasmannii</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Atta laevigata</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Atta opaciceps</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, jardim e terreno baldio	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Atta sexdens</i>	Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Cacoal, Campinas, Campo Erê, Chapecó, Marília, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, São Paulo, Seara & Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Angilletta-Jr et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Silva et al. (2009); Munhae et al. (2009); Dáttilo et al. (2011); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Basiceros convexiceps</i>	Santa Catarina	Chapecó	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla minutior</i>	Santa Catarina e Minas Gerais	Campo Erê, Palmitos, Pinhalzinho, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla obscurior</i>	Bahia	Ilhéus e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla wroughtonii</i>	Minas Gerais e São Paulo	Mogi das Cruzes, Salesópolis e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Carebara pilosa</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Carebara urichi</i>	Bahia e Minas Gerais	Mata de São João, Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e parque	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cephalotes angustus</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Cephalotes atratus</i>	Bahia, Pará e Rondônia	Camaçari, Cacoal, Mata de São João e Uruará	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Cajaiba e Silva (2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Cephalotes clypeatus</i>	São Paulo	Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Jundiá, Mogi Guaçu e Paulínia	Mata Atlântica	Fragmento	Morreti et al. (2013)
Myrmicinae	<i>Cephalotes minutus</i>	Bahia	Ilhéus, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cephalotes pallens</i>	Bahia	Ilhéus	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Myrmicinae	<i>Cephalotes pallidoides</i>	Bahia	Camaçari e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cephalotes pinelii</i>	Bahia e Santa Catarina	Aberlado Luz, Salvador, São Miguel do Oeste e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cephalotes pusillus</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Palmitos e Pinhalzinho São Miguel do Oeste, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Cephalotes simillimus</i>	Bahia	Ilhéus, Itacaré e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Myrmicinae	<i>Cephalotes umbraculatus</i>	Bahia	Lauro de Freitas	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster abstinens</i>	Bahia	Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster acuta</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Crematogaster bingo</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster carinata</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster corticicola</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó e Pinhalzinho	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster curvispinosa</i>	Bahia e Santa Catarina	Aberlado Luz, Camaçari, Concórdia, Joaçaba, Lauro de Freitas, Salvador e São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster erecta</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Lauro de Freitas e Salvador	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster evallans</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento e jardim	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster limata</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São Joao, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster magnifica</i>	Santa Catarina	Aberlado Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Crematogaster nigropilosa</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster obscurata</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento e jardim	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Crematogaster tenuicula</i>	Bahia	Camaçari, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Crematogaster victima</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex major</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex minutus</i>	Rondônia e São Paulo	Cacoal e Mogi das Cruzes	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento e praça	Munhae et al. (2009); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex plaumanni</i>	Santa Catarina	Chapecó, Joaçaba, Palmitos e Seara	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	Bahia, Rondônia e Santa Catarina	Aberlado Luz, Cacoal, Camaçari, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Lauro de Freitas, Mata de São João, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador São Miguel do Oeste, Seara, Simões Filho e Xanxerê	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, jardim e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex strigatus</i>	Santa Catarina	Campo Erê e São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex transversus</i>	Bahia	Camaçari, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Daceton armigerum</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Hylomyrma reitteri</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Fragmento	Souza et al. (2012)
Myrmicinae	<i>Lachnomyrmex victori</i>	Bahia	Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex ayri</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Monomorium destructor</i>	Bahia	Lauro de Freitas e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Monomorium floricola</i>	Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Campinas, Ilhéus, Itacaré, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Palmitos, Porto Seguro, Salvador, São Paulo, Uberlândia e Una	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Silva et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Ribeiro et al. (2012); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Monomorium pharaonis</i>	Santa Catarina e São Paulo	Joaçaba e São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Ribeiro et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Mycetarotes parallelus</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Praça e área verde	Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012)
Myrmicinae	<i>Myocepurus goeldii</i>	Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Camaçari, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Marília, Mata de São João, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Paulo, Seara, Simões Filho, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Dáttilo et al. (2011); Ribeiro et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Myocepurus smithii</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Nesomyrmex spininodis</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Nesomyrmex tristani</i>	Bahia	Camaçari, Canavieiras, Ilhéus, Itacaré, Lauro de Freitas, Porto Seguro, Salvador e Una	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Ochetomyrmex neopolitus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Octostruma balzani</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Octostruma iheringi</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Octostruma jheringhi</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Octostruma rugifera</i>	Bahia e São Paulo	Salvador e São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Oxyepoecus myops</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Parque	Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Oxyepoecus rastratus</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Myrmicinae	<i>Pheidole aberrans</i>	Santa Catarina e São Paulo	Biritiba Mirim, Chapecó, Mogi das Cruzes, Salesópolis e Seara	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Munhae et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Pheidole brevicona</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole diligens</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole dyctiota</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole fallax</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Pheidole fimbriata</i>	Bahia e Minas Gerais	Salvador, Simões Filho e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e terreno baldio	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole gertrudae</i>	Minas Gerais e Rondônia	Cacoal e Uberlândia	Amazônia e Cerrado	Parque, praça e jardim	Pacheco e Vasconcelos (2007); Santos-Silva et al. (2016)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Pheidole laevifrons</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole lignicola</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole megacephala</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Pinhalzinho, Salesópolis, São Paulo e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole mendicula</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Pheidole midas</i>	Bahia	Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole monstrosa</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Pheidole obscurithorax</i>	Bahia e São Paulo	Camaçari, Mogi das Cruzes e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, parque e terreno baldio	Melo et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Pheidole oxyops</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Parque	Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Pheidole pubiventris</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole punctatissima</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole radoszkowskii</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Pheidole risii</i>	Santa Catarina	Campo Erê, Concórdia, Palmitos, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole rosae</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Praça	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Pheidole sospes</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Parque	Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Pheidole synarmata</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole transversostriata</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Pheidole triconstricta</i>	São Paulo	Marília e Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Fragmento e parque	Dáttilo et al. (2011); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Pheidole tristis</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Pogonomyrmex angustus</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	lutinski et al., 2014
Myrmicinae	<i>Pogonomyrmex naegelii</i>	Minas Gerais, Rondônia e Santa Catarina	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Procryptocerus adlerzi</i>	Santa Catarina	Campo Erê, Concórdia, Pinhalzinho, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Procryptocerus convergens</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Concórdia, Pinhalzinho e Seara	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Procryptocerus goeldii</i>	Santa Catarina	Chapecó, Concórdia e Pinhalzinho	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Procryptocerus hirsutus</i>	Bahia	Ilhéus	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Myrmicinae	<i>Procryptocerus subpilosus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Rogeria besucheti</i>	Bahia e Minas Gerais	Camaçari, Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Rogeria foreli</i>	Bahia	Lauro de Freitas	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Rogeria germani</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Sericomyrmex luederwaldti</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento e parque	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Solenopsis geminata</i>	Bahia e Minas Gerais	Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e jardim	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Solenopsis globularia</i>	Bahia e Minas Gerais	Salvador, Ilhéus e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, praça e jardim	Delabie et al. (2006); Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Solenopsis invicta</i>	Rondônia e Santa Catarina	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, jardim e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Solenopsis megergates</i>	São Paulo	Campinas	Cerrado e Mata Atlântica	Jardim	Silva et al. (2009)
Myrmicinae	<i>Solenopsis richteri</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Jardim	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Solenopsis saevissima</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Biritiba Mirim, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Juiz de fora, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salesópolis, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, jardim e área verde	Munhae et al. (2009), Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Zeringóta et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Solenopsis schmalzi</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Chapecó e Pinhalzinho	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Solenopsis stricta</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Solenopsis tridens</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento e parque	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Solenopsis wasmannii</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes e Salesópolis	Mata Atlântica	Praça	Munhae et al. (2009)
Myrmicinae	<i>Strumigenys carinithorax</i>	Bahia	Lauro de Freitas	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys conspersa</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys crassicornis</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Myrmicinae	<i>Strumigenys cultrigera</i>	Santa Catarina	Campo Erê e Palmitos	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys denticulata</i>	Bahia, Minas Gerais e São Paulo	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Salvador, São Paulo, Simões Filho e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, terreno baldio e jardim	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Strumigenys diabola</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys eggersi</i>	São Paulo	Biritiba Mirim e Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Praça	Munhae et al. (2009)
Myrmicinae	<i>Strumigenys elongata</i>	Bahia e São Paulo	Camaçari, Salvador, São Paulo e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007); Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Strumigenys louisianae</i>	Minas Gerais e São Paulo	Mogi das Cruzes, São Paulo e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e praça	Munhae et al. (2009); Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Strumigenys ogloblini</i>	Bahia	Lauro de Freitas, Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys schmalzi</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Área verde	Souza et al. (2012)
Myrmicinae	<i>Strumigenys subdentata</i>	Bahia	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Strumigenys trinidadensis</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Terreno baldio	Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Tetramorium bicarinatum</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Ilhéus e Salvador	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Tetramorium lucayanum</i>	Bahia	Ilhéus, Itabuna e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, praça, terreno baldio e jardim	Delabie (1994); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Tetramorium simillium</i>	Bahia, Minas Gerais e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Salesópolis, Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Terreno baldio e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Melo et al. (2014)
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex dichrous</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Fragmento	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex opulentus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex cf. mandibularis</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Jardim	Santos-Silva et al. (2016)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Myrmicinae	<i>Wasmannia affinis</i>	Santa Catarina e São Paulo	Joaçaba, Mogi das Cruzes e São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Fragmento, parque e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Cacoal, Camaçari, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Itacaré, Joaçaba, Lauro de Freitas, Marília, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Porto Seguro, Salvador, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Simões Filho, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Dáttilo et al. (2011); Ribeiro et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016); Souza-Campana et al. (2016)
Myrmicinae	<i>Wasmannia rochai</i>	Bahia	Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Melo et al. (2014)
Paraponerinae	<i>Paraponera clavata</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Anochetus altisquamis</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes	Mata Atlântica	Área verde	Souza et al. (2012)
Ponerinae	<i>Anochetus bispinosus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Anochetus horridus</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Anochetus neglectus</i>	Minas Gerais e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Parque e praça	Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009)
Ponerinae	<i>Anochetus simoni</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Anochetus targionii</i>	Bahia	Lauro de Freitas e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento, jardim e terreno baldio	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Dinoponera australis</i>	Santa Catarina	Chapecó e Palmitos	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Ponerinae	<i>Gnamptogenys regularis</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Ponerinae	<i>Gnamptogenys striatula</i>	Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Aberlado Luz, Biritiba Mirim, Camaçari, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salesópolis, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Ponerinae	<i>Gnamptogenys sulcata</i>	Bahia e Santa Catarina	Simões Filho e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Hypoponera distinguenda</i>	Santa Catarina	Chapecó	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Ponerinae	<i>Hypoponera foreli</i>	Bahia	Lauro de Freitas e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Hypoponera opaciceps</i>	Santa Catarina	Palmitos	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Ponerinae	<i>Hypoponera trigona</i>	Santa Catarina	Palmitos, São Miguel do Oeste e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Ponerinae	<i>Leptogenys arcuata</i>	Bahia	Salvador e Camaçari	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Mayaponera constricta</i>	Bahia, São Paulo e Rondônia	Cacoal, Lauro de Freitas, Salvador, São Paulo e Simões Filho	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Neoponera apicalis</i>	Bahia	Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Neoponera commutata</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Ponerinae	<i>Neoponera concava</i>	Bahia	Salvador e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Neoponera crenata</i>	Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Mogi das Cruzes, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, praça e área verde	Munhae et al. (2009); Lutinski et al. (2013 e 2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Neoponera laevigata</i>	Minas Gerais	Uberlândia	Cerrado	Parque	Pacheco e Vasconcelos (2007)
Ponerinae	<i>Neoponera marginata</i>	Santa Catarina	São Miguel do Oeste	Mata Atlântica	Área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Ponerinae	<i>Neoponera prox. magnifica</i>	Bahia	Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Neoponera verenae</i>	Bahia, Minas Gerais e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Salvador e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e parque	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Neoponera villosa</i>	Minas Gerais e Santa Catarina	Chapecó, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014)
Ponerinae	<i>Odontomachus affinis</i>	São Paulo	Mogi das Cruzes, Salesópolis e São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e áreas verde	Morini et al. (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Souza-Campana et al. (2016)
Ponerinae	<i>Odontomachus bauri</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Camaçari e Salvador	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Odontomachus brunneus</i>	Bahia	Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e jardim	Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Ponerinae	<i>Odontomachus chelifer</i>	Minas Gerais, Pará, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mogi das Cruzes, Palmitos, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia e Uruará	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Cajaiba e Silva (2014); Souza-Campana et al. (2016)
Ponerinae	<i>Odontomachus haematodus</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Lauro de Freitas, Salvador e Simões Filho	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Odontomachus meinerti</i>	Bahia, Minas Gerais e São Paulo	Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, São Paulo, Salvador, Simões Filho e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Pachycondyla crassinoda</i>	Bahia e Rondônia	Cacoal, Camaçari, Mata de São João, Salvador e Simões Filho	Amazônia e Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Pachycondyla harpax</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Lauro de Freitas, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Miguel do Oeste, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, terreno baldio, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Pachycondyla impressa</i>	Bahia e Minas Gerais	Salvador e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Ponerinae	<i>Pachycondyla striata</i>	Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo	Abelardo Luz, Biritiba Mirim, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Mogi das Cruzes, Palmitos, Pinhalzinho, Salesópolis, São Miguel do Oeste, São Paulo, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Morini et al. (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Cantone e Campos (2015); Souza-Campana et al. (2016)
Ponerinae	<i>Pseudoponera stigma</i>	Rondônia	Cacoal	Amazônia	Fragmento	Santos-Silva et al. (2016)
Ponerinae	<i>Rasopone arhuaca</i>	Bahia	Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Ponerinae	<i>Rasopone ferruginea</i>	Bahia	Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento	Melo et al. (2014)
Proceratiinae	<i>Discothyrea sexarticulata</i>	São Paulo	São Paulo	Mata Atlântica	Fragmento	Morini et al. (2007)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex curacaensis</i>	Bahia	Ilhéus, Itacaré e Porto Seguro	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	Bahia	Camaçari, Canavieiras, Ilhéus, Porto seguro, Salvador, Simões Filho e Una	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex filiformis</i>	Bahia	Ilhéus, Itacaré, Lauro de Freitas, Mata de São João e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex flavidulus</i>	Bahia e Santa Catarina	Abelardo Luz, Concórdia, Ilhéus, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, Seara e Xanxerê	Mata Atlântica	Fragmento e área verde	Delabie et al. (2006); Lutinski et al. (2013 e 2014)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo	Biritiba Mirim, Cacoal, Camaçari, Chapecó, Ilhéus, Itacaré, Lauro de Freitas, Mogi das Cruzes, Salesópolis, Salvador, São Paulo, Simões Filho e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Delabie et al. (2006); Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009); Souza et al. (2012); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016); Souza-Campana et al. (2016)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	Bahia	Itacaré	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex laevifrons</i>	Bahia	Canavieiras, Ilhéus e Itacaré	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex oculus</i>	Bahia e São Paulo	Biritiba Mirim, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Mogi das Cruzes, Salvador, São Paulo e Simões Filho	Mata Atlântica	Fragmento, praça, terreno baldio e jardim	Morini et al. (2007); Munhae et al. (2009); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex pallidus</i>	Minas Gerais e São Paulo	Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Salesópolis, São Paulo e Uberlândia	Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento e praça	Morini et al. (2007); Pacheco e Vasconcelos (2007); Munhae et al. (2009)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i>	Santa Catarina	Chapecó	Mata Atlântica	Fragmento	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex pupa</i>	Bahia	Ilhéus	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex rochai</i>	Bahia	Ilhéus e Salvador	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex schuppi</i>	Santa Catarina	Abelardo Luz	Mata Atlântica	Área verde	Lutinski et al. (2013 e 2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex sericeus</i>	Bahia	Itacaré	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)

SUBFAMÍLIA	ESPÉCIE	ESTADO	CIDADE	BIOMA	HABITAT	AUTOR
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex simplex</i>	Bahia	Camaçari, Canavieiras, Itacaré, Porto Seguro, Salvador, Simões Filho e Una	Mata Atlântica	Fragmento, terreno baldio e jardim	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex spiculus</i>	Bahia	Ilhéus	Mata Atlântica	Fragmento	Delabie et al. (2006)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	Bahia, Rondônia e Minas Gerais	Cacoal, Camaçari, Lauro de Freitas, Mata de São João, Salvador, Simões Filho e Uberlândia	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque e terreno baldio	Pacheco e Vasconcelos (2007); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i>	Bahia	Canavieiras, Ilhéus, Porto seguro, Salvador	Mata Atlântica	Fragmento e terreno baldio	Delabie et al. (2006); Melo et al. (2014)
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	Bahia, Minas Gerais, Rondônia e Santa Catarina	Abelardo Luz, Cacoal, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, Salvador, São Miguel do Oeste, Seara, Uberlândia e Xanxerê	Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica	Fragmento, parque, praça, terreno baldio, jardim e área verde	Pacheco e Vasconcelos (2007); Lutinski et al. (2013 e 2014); Melo et al. (2014); Santos-Silva et al. (2016)

*Nesta lista se encontram todos os artigos que realizaram algum tipo de estudo com formigas em ambiente urbano brasileiro. Os artigos foram pesquisados em site de busca na internet, através das palavras-chave: Ambiente Urbano, Área verde, Antrópico, Antropização, Brasil, Campo, Casa, Cidade, Ecossistema Urbano, Espécie Exótica, Espécie Invasora, Espécie praga, Espécie Sinantrópica, Formicidae, Formiga, Formiga urbana, Fragmento, Habitat urbano, Hospital, Mirmecofauna, Praga urbana, Residência, Rural, Urbanização e Urbano. Só foram utilizados trabalhos publicados até o ano de 2016.

Quadro 1 – Lista de artigos relacionados com formigas em ambientes urbanos do Brasil.

AUTOR	TIPO DE PUBLICAÇÃO
Fowler et al. (1993)	Controle de pragas e formigas invasoras
Freitas (1995)	Comportamento
Fowler e Bueno (1996)	Controle de pragas e formigas invasoras
Silva e Loeck (1999)	Ecologia e biodiversidade
Zarzuela et al. (2002)	Saúde pública
Marques et al. (2002)	Ecologia e biodiversidade
Zarzuela et al. (2004)	Saúde pública
Oliveira e Campos-Farinha (2005)	Controle de pragas e formigas invasoras
Delabie et al. (2006)	Ecologia e biodiversidade
Costa et al. (2006)	Saúde pública
Soares et al. (2006)	Ecologia e biodiversidade
Kamura et al. (2007)	Ecologia e biodiversidade
Farneda et al. (2007)	Ecologia e biodiversidade
Morini et al. (2007)	Ecologia e biodiversidade
Zarzuela et al. (2007)	Saúde pública
Pacheco e Vasconcelos (2007)	Ecologia e biodiversidade
Bicho et al. (2007)	Saúde pública
Angilletta-Jr et al. (2007)	Fisiologia

AUTOR	TIPO DE PUBLICAÇÃO
Pesquero et al. (2008)	Saúde pública
Munhae et al. (2009)	Ecologia e biodiversidade
Lopes (2009)	Ecologia e biodiversidade
Santos et al. (2009)	Saúde pública
Iop et al. (2009)	Ecologia e biodiversidade
Silva et al. (2009)	Controle de pragas e formigas invasoras
Fonseca et al. (2010)	Saúde pública
Piva e Campos (2011)	Ecologia e biodiversidade
Garcia et al. (2011)	Saúde pública
Lopes et al. (2011)	Comportamento
Dáttilo et al. (2011)	Ecologia e biodiversidade
Ribeiro et al. (2012)	Ecologia e biodiversidade
Elisei et al. (2012)	Comportamento
Souza et al. (2012)	Ecologia e biodiversidade
Aquino et al. (2012)	Saúde pública
Moretti et al. (2013)	Forense
Guimarães et al. (2013)	Ecologia e biodiversidade
Lutinski et al. (2013)	Ecologia e biodiversidade
Melo et al. (2014)	Ecologia e biodiversidade

AUTOR	TIPO DE PUBLICAÇÃO
Lutinski et al. (2014)	Ecologia e biodiversidade
Cajaiba e Silva (2014)	Ecologia e biodiversidade
Zeringóta et al. (2014)	Comportamento
Delabie et al. (2015)	Controle de pragas e formigas invasoras
Vital et al. (2015)	Ecologia e biodiversidade
Cantone e Campos (2015)	Comportamento
Santos-Silva et al. (2016)	Ecologia e biodiversidade
Castro et al. (2016)	Saúde pública
Souza-Campana et al. (2016)	Ecologia e biodiversidade

FORMIGAS EXÓTICAS EM DIFERENTES PAISAGENS URBANAS

RENATA PACHECO
CATARINA DE BORTOLI MUNHAE
GABRIELA PROCÓPIO CAMACHO

Resumo

A paisagem urbana é caracterizada pela presença de diversos tipos de habitat, formando um complexo mosaico entre ambientes naturais e artificiais, que propicia a presença de algumas espécies de insetos em detrimento de outras. No entanto, uma das consequências da urbanização é a perda e homogeneização da biodiversidade e a presença de espécies exóticas. As formigas estão presentes em todos os ambientes urbanos, como residências, hospitais, prédios comerciais e áreas verdes, variando em riqueza e ocorrência, dependendo da estrutura de cada ambiente. Dentre as espécies presentes no ambiente urbano, as formigas exóticas estão entre as mais bem adaptadas às condições ambientais presentes nas cidades. Ainda, tais espécies ocupam ambientes vagos e competem pelos recursos com espécies nativas mais sensíveis às modificações do ambiente, o que contribui para a homogeneização da biota. O objetivo deste capítulo foi abordar as principais informações presentes na literatura científica sobre formigas exóticas em diferentes paisagens urbanas e identificar as principais lacunas ainda existentes. Através de um levantamento bibliográfico, selecionamos 54 trabalhos que apresentavam inferência a espécies exóticas em diferentes ambientes urbanos no Brasil. Verificamos que o estudo com formigas exóticas no Brasil é

recente, com a maioria dos trabalhos publicados a partir da década de 90. A maioria dos estudos corresponde à inventários da fauna de formigas e a importância das formigas exóticas como carreadoras de agentes patogênicos. Os ambientes mais amostrados são os hospitalares e as áreas verdes urbanas. Independente de fatores, como por exemplo, os objetivos de cada estudo, o método de coleta e o esforço amostral, é observada uma maior ocorrência de espécies exóticas em ambientes com edificações, como residências e hospitais do que em áreas verdes urbanas. Embora possamos inferir que a fauna de formigas presente no ambiente urbano seja bem conhecida, ainda são escassos estudos que compreendam os efeitos da urbanização sobre a fauna de formigas a longo prazo, principalmente em diferentes escalas espaciais, e considerando o ambiente urbano como um mosaico de habitat. Além disso, as informações sobre o efeito das espécies exóticas na fauna nativa ainda são incipientes.

A presença de formigas exóticas e o meio urbano

Nas últimas décadas, um dos maiores desafios socioeconômicos é conciliar o crescimento humano com a conservação da biodiversidade. As maiores ameaças à diversidade biológica são a fragmentação e a perda de habitat decorrentes de mudanças no uso da terra (SAUNDERS et al., 1991; EHRLICH; DAILY, 1993), como o desenvolvimento de grandes centros urbanos e das atividades agrícolas (KRUESS; TSCHARNTKE, 1994; HOOPER et al., 2005). Países em desenvolvimento, como o Brasil, têm apresentado um rápido processo de urbanização, com 85% da população residindo nos centros urbanos (dados de 2010); e estima-se que até 2050, este percentual será de 90% (UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2015). Segundo as estimativas, o crescimento e a demanda de recursos nas próximas décadas será maior em cidades de pequeno a médio porte (ELMQVIST et al., 2013), o que aceleraria o processo de perda de habitat, uma vez que cidades menores ainda detêm a maior parte das zonas rurais e um maior número de fragmentos naturais.

As principais consequências da expansão humana e do crescimento urbano é a extinção de espécies animais e vegetais devido à degradação dos habitat, à super exploração das espécies, ao aumento da ocorrência de doenças e à introdução de espécies exóticas (TILMAN et al., 1994; PIMM et al., 1995). Em decorrência do intenso crescimento populacional, as alterações nos ambientes naturais ocorrem a uma velocidade muito superior à velocidade de adaptação das espécies às mudanças. Nesse sentido, apenas algumas espécies de animais e vegetais mais resistentes conseguem sobreviver às condições ambientais presentes no meio urbano.

Se, por um lado, o processo de urbanização afeta espécies sensíveis às modificações que ocorrem nos habitat, pois há mudanças na estrutura do ambiente e presença de espécies que competem pelos recursos, por outro lado outras espécies são beneficiadas. O que se nota é que o ambiente urbano mostra-se mais propício do que áreas naturais para o estabelecimento e disseminação de espécies invasoras e competitivamente dominantes (UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2015) devido à estrutura ambiental presente nessas áreas, como edificações, pavimentações e acúmulo de lixo, também devido á ausência de predadores naturais. Tais características propiciam a proliferação de espécies exóticas, advindas principalmente do fluxo de pessoas e animais de diferentes regiões e por intermédio da importação de mercadorias (ver SEEBENS et al., 2017).

O processo de urbanização é uma das principais causas da perda de espécies de artrópodes e, dentre eles, as borboletas e os besouros são os táxons mais bem estudados neste sentido (BENTZIEN; OPLER, 1981; MCINTYRE, 2000; PYLE). As formigas também são insetos bastante representativos no ambiente urbano, podendo ser encontradas desde espécies nativas com hábitos especializados, como, por exemplo, do gênero *Strumigenys*, que são predadoras de outros artrópodes, até espécies exóticas, consideradas pragas urbanas (SANTOS, 2016). Os centros urbanos são locais propícios para a permanência de formigas exóticas, como, por exemplo, *Pheidole megacephala* (Fabricius) (SANTOS, 2016). Apenas a partir da década de 80, tem-se observado um maior interesse em estudos sobre a diversidade de formigas em áreas urbanas devido ao incômodo que esses insetos causam para o ser humano, principalmente em residências e hospitais (SANTOS, 2016). No entanto, de forma geral, ainda são escassos estudos que englobem padrões de diversidade de insetos e interações com outras espécies no ambiente urbano (MCINTYRE, 2000).

Ainda hoje conhece-se pouco sobre a biologia e ecologia da maioria das espécies de formigas exóticas e, inclusive, ainda há dúvidas em relação ao local de origem de algumas espécies (WILLIAMS, 1994). Sabe-se que diversas espécies entraram no Brasil transportadas acidentalmente pelo ser humano e se adaptaram bem ao ambiente urbano devido, entre outros fatores, ao clima, à presença de edificações e à disponibilidade contínua de alimento (WILLIAMS, 1994; MCGLYNN, 1999; BERTELSMEIER et al., 2016). No entanto, a alta agressividade interespecífica, a redução na agressividade intraespecífica e a mudança no comportamento ao invadir novos ambientes são as principais características que conferem às espécies exóticas seu sucesso no ambiente urbano (PASSERA, 1994; HOLWAY; SUAREZ, 1999).

A principal consequência da presença e dispersão de espécies de formigas exóticas em qualquer ambiente é a perda de diversidade e, portanto, a homogeneização da biota (HOLWAY; SUAREZ, 2006; PACHECO; VASCONCELOS, 2007). De fato, em locais onde são encontradas infestações de espécies exóticas, como, por exemplo, em residências e hospitais, é observada uma baixa diversidade de formigas nativas (DA SILVA et al., 2009; LUTINSKI et al., 2015; MUNHAE et al., 2015). Nesse sentido, além da estrutura ambiental das áreas urbanas (i.e. perda de vegetação nativa e mudanças nas características do solo), a competição com as espécies exóticas afeta negativamente a presença de espécies nativas. Pacheco e Vasconcelos (2007), em estudo realizado em Uberlândia (MG), observaram um maior número de espécies de formigas nas praças públicas localizadas na periferia da cidade do que nas praças mais próximas ao centro da cidade. Segundo os autores, a presença de espécies exóticas seria a principal causa do menor número de espécies nas praças próximas ao centro da cidade, embora não tenham analisado o efeito direto das espécies exóticas nas espécies nativas. No entanto, sabe-se que em locais onde a espécie *P. megacephala* (Figura 1) ocorre é comum observar uma baixa diversidade de formigas devido ao comportamento agressivo e dominante dessa espécie (PASSERA, 1994; WILLIAMS, 1994).

Figura 1 – Operárias de *Pheidole megacephala* atacando indivíduo de *Neoponera* sp. em área externa de prédio público.



A paisagem urbana é caracterizada por diferentes tipos de habitat formando um mosaico de ambientes naturais e artificiais (ELLIS; RAMANKUTTY, 2008). Assim, os ambientes urbanos podem apresentar uma grande heterogeneidade ambiental, com diferentes tipos de usos e cobertura do solo, determinado pelas condições físicas, históricas e sociais de cada local (GILBERT, 1989; ELLIS; RAMANKUTTY, 2008). Em ambientes naturais, a estrutura das comunidades de formigas é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos, entre eles, a interação com outras espécies e a estrutura ambiental do habitat. Nesse sentido, espera-se que a estrutura ambiental do meio urbano, como consequência do processo de urbanização, também tenha um efeito importante na estruturação das comunidades de formigas urbanas. No

Brasil, estudos que relacionem o efeito do processo de urbanização na diversidade de formigas, na presença de formigas exóticas e nas interações entre as espécies ainda são escassos, principalmente abordando diferentes escalas espaciais e temporais (SANTOS, 2016). Grande parte dos estudos, realizados principalmente na América do Norte, mostra que a maioria das espécies de formigas é afetada pelo declínio na cobertura arbórea e pelo aumento do manejo constante do solo (BUCZKOWSKI; RICHMOND, 2012). Segundo Buczkowski e Richmond (2012), o tamanho dos habitat dentro do ambiente urbano também pode afetar a diversidade de formigas, assim como grandes extensões de concreto e asfalto, que reduzem e fragmentam a área disponível para nidificação no solo.

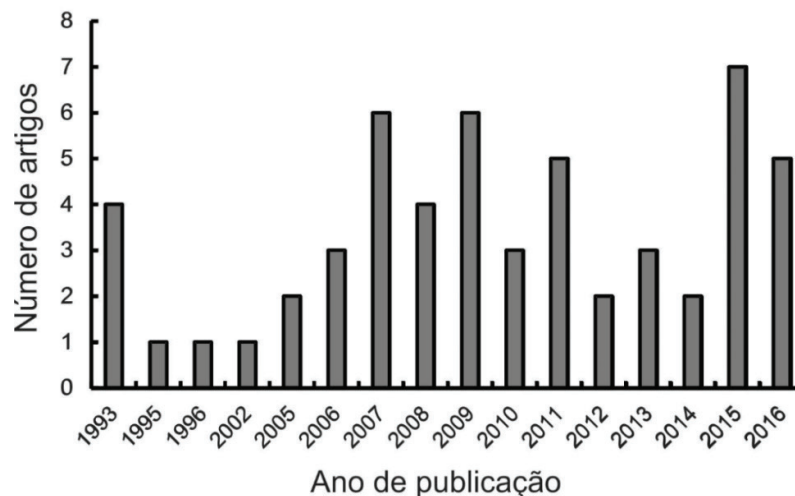
Formigas exóticas e a paisagem urbana no Brasil

A fim de se investigar o que se sabe até o momento sobre a presença de formigas exóticas no ambiente urbano no Brasil foi realizado um levantamento bibliográfico. Ainda, o levantamento teve como intuito conhecer quais são os principais ambientes urbanos onde são encontradas formigas exóticas, quais abordagens são utilizadas nos estudos que investigam o efeito da urbanização nas espécies exóticas e quais as implicações da infestação de formigas em diferentes ambientes urbanos. O levantamento foi feito por meio das bases de dados Web of Science (WoS), Scopus e Scielo, utilizando-se as palavras-chave “Formicidae” E “ants” E “urban” e, posteriormente, refinando a busca com as palavras-chave “Brazil” OU “Brasil”. O levantamento foi realizado considerando-se qualquer data até dezembro de 2016. Após o resultado, cada trabalho foi verificado e foram selecionados aqueles que apresentavam alguma inferência a espécies exóticas nos resultados e/ou na discussão. Apenas artigos publicados em periódicos indexados e submetidos à revisão antes da publicação foram considerados, excluindo-se também todos os estudos experimentais realizados em laboratório.

Ao todo, 54 estudos realizados em áreas urbanas no Brasil com inferência a espécies de formigas exóticas foram selecionados. Em 1993 foram publicados os primeiros estudos mostrando a importância das formigas como vetores de

doenças em áreas urbanas, com foco nas espécies exóticas (FOWLER et al., 1993a; FOWLER et al., 1993b; FOWLER et al., 1993c) (Figura 2). De fato, em um trabalho de revisão, SANTOS (2016) mostrou que estudos abordando formigas em áreas urbanas são recentes, tendo início apenas na década de 90; sendo o Brasil o segundo país em publicações, com enfoque inicial em ambientes residenciais e hospitalares. Porém, apenas a partir de 2007, os estudos com formigas em áreas urbanas que faziam inferência a espécies exóticas passaram a ter uma maior abrangência, englobando ambientes além dos residenciais e hospitalares. A maioria dos estudos analisados foi realizada na região Sudeste do Brasil (34 trabalhos), principalmente no Estado de São Paulo, seguido da região Nordeste (cinco trabalhos) e das regiões Centro-Oeste, Norte e Sul, cada uma com quatro trabalhos.

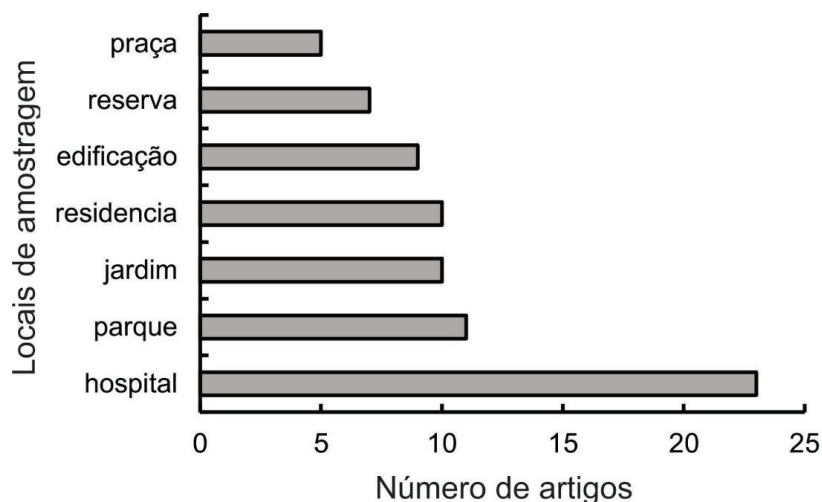
Figura 2 – Número de artigos publicados em áreas urbanas no Brasil com inferência a formigas exóticas.



Dentre os estudos analisados, 42 amostraram residências, hospitais ou outros tipos de ambientes com edificações (prédios públicos e comerciais), enquanto 32 amostraram áreas verdes urbanas, como jardins residenciais, praças

e parques. Apenas um estudo não detalhou quais áreas dentro do ambiente urbano foram amostradas e um deles foi de revisão, não considerando áreas verdes. Mais precisamente, a maioria foi realizada em ambientes hospitalares (23 trabalhos), seguido de parques urbanos (11 trabalhos), jardins (nove trabalhos) e residências (nove trabalhos) (Figura 3).

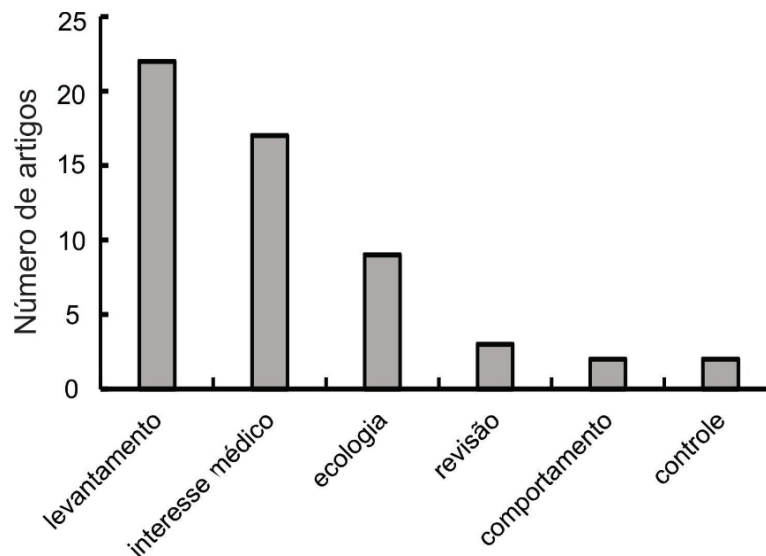
Figura 3 – Número de artigos publicados em sete dos locais mais comumente amostrados no meio urbano. Edificação corresponde a ambientes não residenciais e hospitalares, como prédios públicos, comerciais, universidades e escolas.



A maioria dos trabalhos analisados teve como objetivo principal a apresentação de uma lista de espécies ou a verificação da importância de algumas espécies de formigas como vetores de microrganismos patogênicos (Figura 4). Os levantamentos de espécies foram o foco de 22 trabalhos, seguido de estudos com enfoque médico (17 trabalhos). Quinze estudos abordaram questões sobre conservação, interações entre espécies e o efeito do ambiente na diversidade e foram colocados na categoria “ecologia” (Figura 4). Foram encontrados apenas três estudos de revisão trazendo algumas

considerações sobre a presença de formigas exóticas em ambientes urbanos, dois estudos sobre comportamento de formigas e outros dois sobre controle de pragas. A maioria dos levantamentos, que apresentava formigas exóticas na lista de espécies, foi realizada em ambientes com edificações (15 de 22 trabalhos), como residências e hospitais.

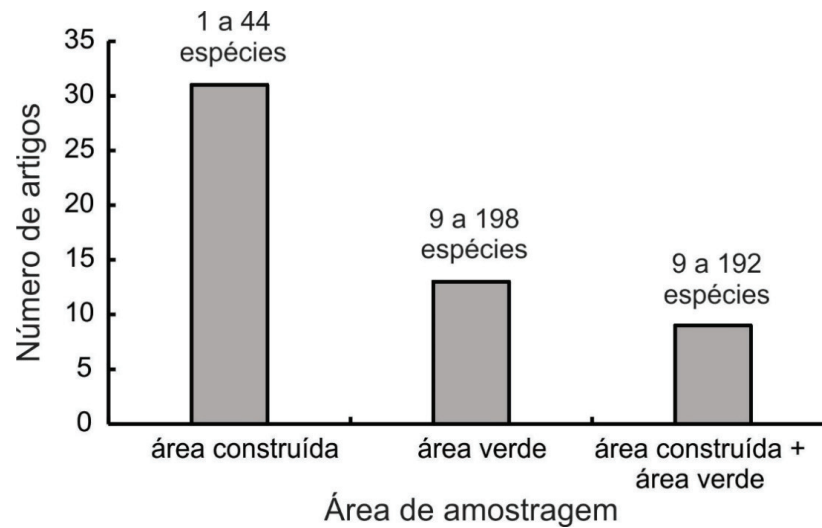
Figura 4 – Número de artigos publicados de acordo com os principais objetivos propostos nos 54 artigos analisados.



Considerando o total de espécies encontrado nos estudos analisados, principalmente nos levantamentos, observamos que locais com edificações apresenta um número reduzido de espécies em comparação com as áreas verdes (Figura 5). Neste contexto, as diferenças no número de espécies de formigas estão relacionadas com os objetivos de cada estudo, com o método utilizado (assim como o número de amostras) e o número de réplicas adotadas. Delabie et al. (2007), por exemplo, amostraram 192 espécies de formigas em um estudo em que consideraram dados de coleta de vários anos,

somando 31 métodos em diferentes estratos, e diversos locais, incluindo áreas naturais do entorno, o que certamente aumentou a diversidade amostrada. Munhae et al. (2009) amostraram apenas praças públicas, utilizando isca como atrativo, e registraram 86 espécies de formigas. Fowler et al. (1993c), por exemplo, estudaram a atividade de forrageamento de uma única espécie, *Monomorium pharaonis* (Linnaeus). Já MOREIRA et al. (2005) buscaram identificar todas as espécies de formigas em hospitais do Rio de Janeiro (RJ) e sua microbiota.

Figura 5 – Número de artigos publicados em que a amostragem foi realizada apenas em áreas construídas (ex. residências, hospitais, prédios comerciais), apenas em áreas verdes (ex. parques, jardins e reservas urbanas) e em áreas construídas e áreas verdes no mesmo trabalho. Acima das barras consta o número total de espécies de formigas (nativas e exóticas) registrado nos estudos, independentemente do método de coleta.



No entanto, independente dos fatores associados aos diferentes tipos de coleta (apenas um método de coleta ou vários métodos) e locais de amostragem (edificação ou área verde), é possível observar diferenças no número total de espécies encontrado entre ambientes urbanos. Embora a maioria dos estudos em áreas urbanas no Brasil seja realizada em áreas construídas (Figura 5), parece ser um padrão a ocorrência de uma menor diversidade em ambientes com edificações do que em as áreas verdes urbanas (PACHECO; VASCONCELOS, 2007; MUNHAE et al., 2009). De acordo com o presente levantamento, foram amostradas até 44 espécies de formigas em áreas construídas, enquanto que em áreas verdes até 198 espécies foram encontradas (Figura 5). Nesse sentido, observa-se a importância das áreas verdes urbanas para a conservação de espécies de formigas, principalmente das áreas naturais no entorno dos centros urbanos, com o intuito de manter uma maior diversidade de espécies dentro do meio urbano (PACHECO; VASCONCELOS, 2007).

As espécies de formigas exóticas encontradas entre os 54 artigos analisados foram *Paratrechina longicornis* (Latreille), *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius), *P. megacephala*, *Tetramorium simillimum* (Smith) e diversas espécies pertencentes ao gênero *Cardiocondyla* (Tabela 1), ocorrendo em cada estudo ao menos uma dessas espécies. Tais espécies são comumente encontradas em residências (DELABIE et al., 1995; MARQUES et al., 2002) e ambientes hospitalares (FOWLER et al., 1993), o que denota o sucesso no ambiente urbano.

Como esperado, a riqueza e a ocorrência de espécies exóticas tende a ser maior em áreas com construções do que em áreas verdes (Tabela 1). Os hospitais foram os locais com maior número de espécies exóticas (oito espécies), seguido de residências e parques, ambos com seis espécies (Tabela 1). No entanto, inferir que os hospitais apresentam os maiores níveis de infestação de espécies exóticas deve ser feito com cautela, uma vez que isso pode ocorrer apenas por um viés de amostragem, pois os ambientes hospitalares são os locais mais bem amostrados no ambiente urbano. Nesse sentido, a presença de espécies exóticas pode ser maior do que é evidenciado em outros locais, principalmente aqueles que são sub-amostrados.

Tabela 1 – Espécies exóticas de formigas amostradas nos 54 trabalhos analisados e os respectivos ambientes urbanos onde foram coletadas. A última coluna corresponde ao número total de ambientes em que a espécie ocorreu.

Espécie	Área construída			Área verde							Nº de ambiente
	Residência	Edificação	Hospital	Jardim	Quintal	Lote vago	Praça	Parque	Reserva urbana	Reserva natural	
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	1	1	8	1	1		1	1			14
<i>Paratrechina longicornis</i>	2		5			1		2		1	11
<i>Monomorium pharaonis</i>	1	4	2		1			1	1		10
<i>Pheidole megacephala</i>	1	2	2	1				2			8
<i>Monomorium floricola</i>	1	1	2				1	1	1		7
<i>Cardiocondyla wroughtonii</i>							2	2			4
<i>Cardiocondyla</i> *							1				1
<i>Cardiocondyla minutior</i>									1		1
<i>Cardiocondyla nuda</i>				1							1
<i>Cardiocondyla obscurior</i>				1							1
<i>Cardiocondyla</i> sp.**	1										1
<i>Cardiocondyla</i> sp.1**			1								1
<i>Tetramorium simillimum</i>			1								1
Total	7	8	21	4	2	1	5	9	3	1	

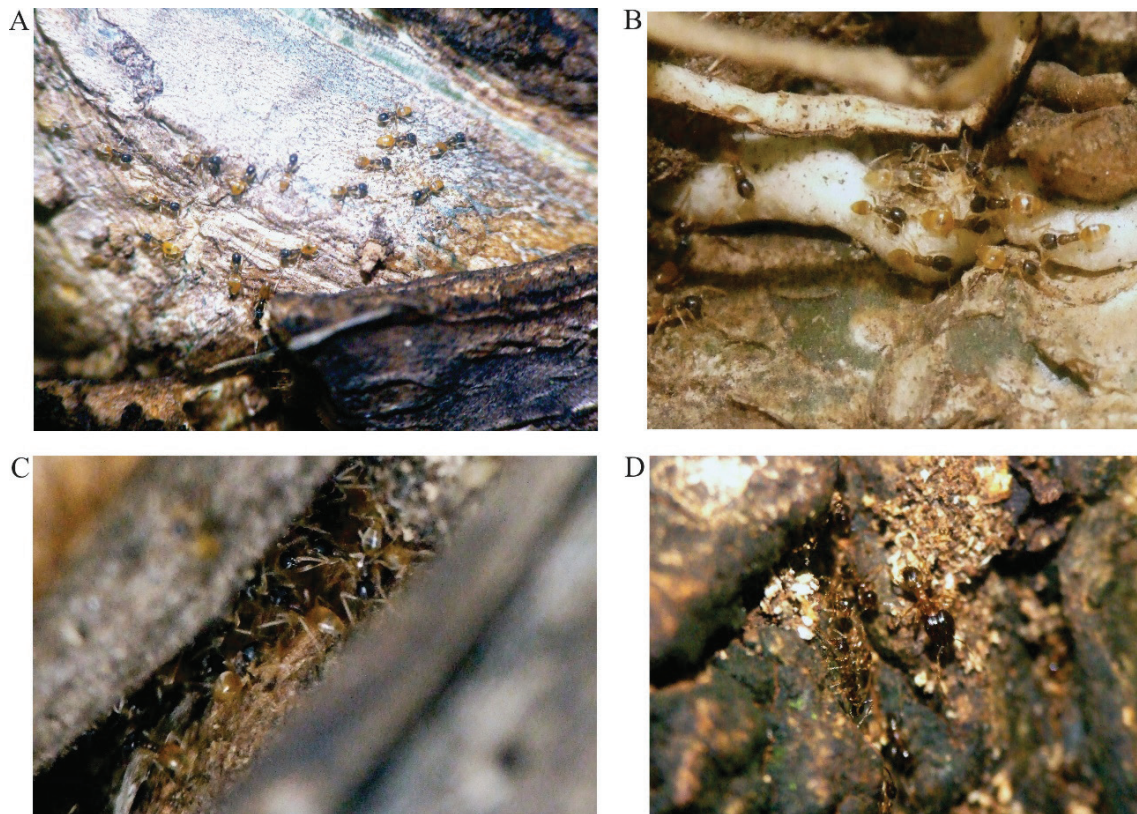
* As formigas foram identificadas até gênero (VITAL et al., 2015).

** Os indivíduos foram separados até morfoespécie.

Diversos estudos têm mostrado o efeito da urbanização na fauna de formigas e a importância da manutenção de áreas verdes naturais (PACHECO et al., 2013) e também artificiais (KAMURA et al., 2007; PACHECO; VASCONCELOS, 2007) para a conservação da diversidade de espécies em paisagens urbanizadas. De fato, uma estratégia utilizada para a conservação da biodiversidade dentro dos ambientes urbanos é o estabelecimento de áreas verdes urbanas. Isso porque as áreas verdes urbanas, por exemplo, são consideradas refúgios da fauna nativa por manterem áreas com maior disponibilidade de recursos dentro de uma matriz de ambientes antropizados. No entanto, estudos amostrando diferentes ambientes

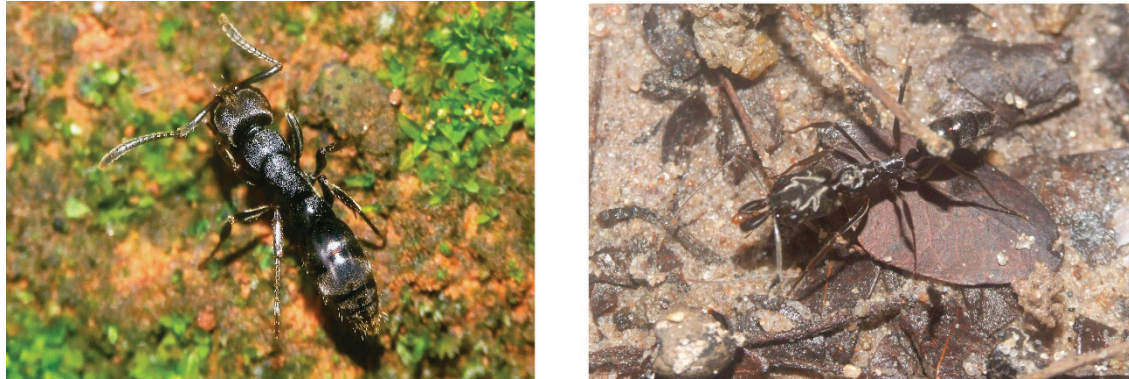
do meio urbano, com padronização de métodos, associados a diferentes escalas espaciais e temporais de amostragem, ainda são escassos, principalmente considerando espécies exóticas (porém, veja SANTOS, 2016).

Figura 6 – *Tapinoma melanocephalum* (A, B, C) e *Pheidole megacephala* (D) em jardins residenciais.



Embora muitos estudos mostrem a importância das áreas verdes urbanas para a manutenção da biodiversidade, poucos têm abordado o alto valor de conservação desses ambientes em uma paisagem urbanizada no Brasil (MUNHAE et al., 2009; PACHECO; VASCONCELOS, 2007). Inclusive, poucos estudos têm abordado o efeito da presença de espécies exóticas (Figura 6) na fauna nativa em áreas verdes urbanas. Áreas verdes artificiais, como praças e jardins residenciais, podem manter uma diversidade de espécies distinta daquela encontrada em locais com edificações e maior fluxo humano, inclusive manter um menor número de espécies exóticas. Kamura et al. (2007), por exemplo, observaram que a presença de vegetação em jardins e quintais residenciais permite a presença de espécies de formigas mais sensíveis às mudanças ambientais, como algumas espécies predadoras que não foram encontradas nas residências (exemplos na Figura 7). Nesse sentido, é compreensível uma menor infestação de espécies exóticas nesses ambientes devido à menor disponibilidade de ambientes vagos (SEEBENS et al., 2017). Diferenças na riqueza e mudanças na composição entre espécies de formigas nativas e exóticas podem ser observadas principalmente em amostragens comparando diferentes ambientes e ainda em estudos com amostragem em maiores escalas espaciais. Munhae et al. (2015), por exemplo, observaram maior riqueza total de espécies em praças públicas do que em residências, sendo as espécies exóticas coletadas mais frequentemente nas residências. Pacheco e Vasconcelos (2007) mostraram que as espécies exóticas apresentaram forte associação com praças públicas mais próximas ao centro da cidade do que em praças em bairros residenciais. Ainda, foi observado por esses autores que a estrutura ambiental do local, como a presença ou ausência de cobertura arbórea e quantidade de pavimentação, é um fator importante para a presença ou ausência de algumas espécies, inclusive para a infestação de espécies exóticas em determinados ambientes.

Figura 7 – *Pachycondyla harpax* e *Odontomachus bauri* em jardim de prédio público.



Conclusões

Neste capítulo mostramos que pesquisas com espécies de formigas exóticas em diferentes paisagens urbanas no Brasil ainda são incipientes, principalmente considerando diferentes ambientes no mesmo estudo e abordando diferentes escalas espaciais e temporais. Apesar do interesse pelo efeito da urbanização e das espécies exóticas na diversidade de formigas, a maioria dos trabalhos até agora foram realizados em hospitais, residências e áreas verdes urbanas em escala local de amostragem. Não encontramos pesquisas que verifiquem, por exemplo, o efeito de espécies de formigas exóticas nas espécies nativas e o nível de infestação de espécies exóticas em escalas de paisagem, assim como o efeito a longo prazo da presença de espécies exóticas na fauna nativa. SANTOS (2016) também observou, na revisão sobre formigas urbanas no Brasil, que nenhum estudo objetivou determinar o valor ecológico das espécies exóticas em áreas urbanas ou se tais espécies de fato ocupam habitat com menor número de espécies nativas. Tais abordagens são importantes para determinar

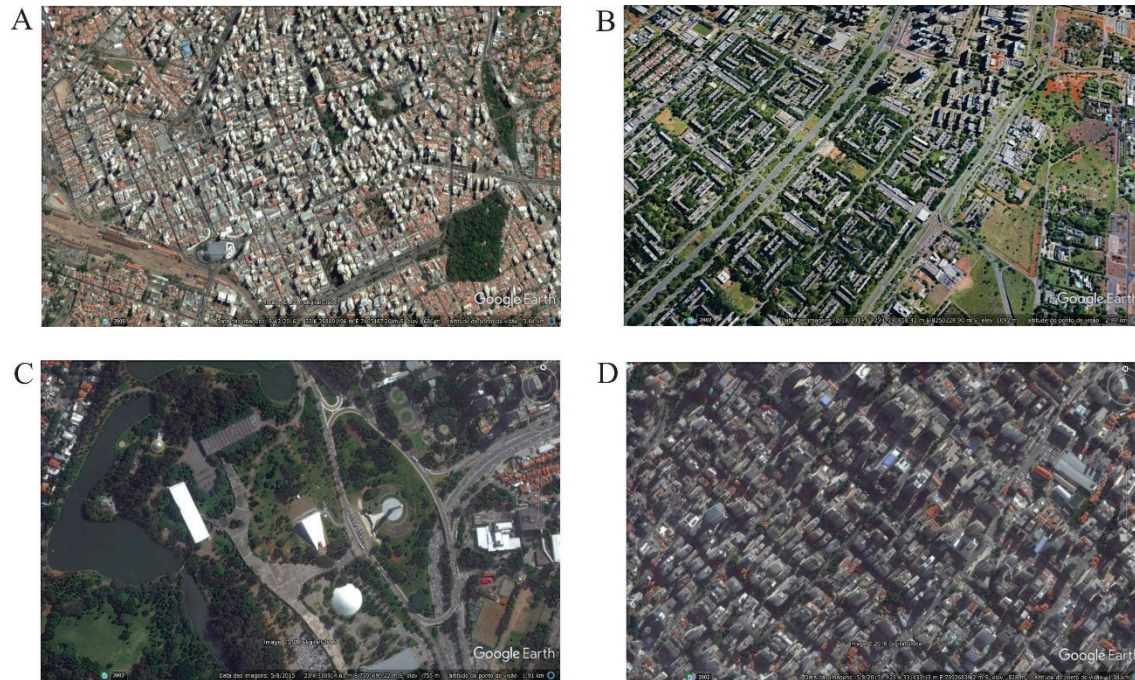
o real valor de conservação de algumas áreas, conhecer o efeito das espécies exóticas na fauna e determinar programas de recuperação de áreas modificadas.

Apesar de alguns estudos mostrarem que a diversidade de formigas responde principalmente às características de habitat em pequena escala (IVES et al., 2013), outros estudos mostram que algumas espécies são afetadas por alterações ambientais em escalas espaciais maiores, considerando também o entorno, por exemplo (SANFORD; MANLEY; MURPHY, 2009). As diferenças ambientais dentro e entre os ambientes urbanos propiciam mudanças significativas na paisagem em diferentes escalas espaciais (local e regional) (ex. SILVA et al., 2015) e por isso, a escala deve ser considerada um fator importante para a determinação da heterogeneidade ambiental em ambientes urbanos (SAVARD et al., 2000; ELLIS; RAMANKUTTY, 2008). Em uma escala local, as características estruturais (e ambientais) são homogêneas entre ambientes semelhantes, o que determina a presença e/ou ausência de determinadas espécies dentro desses ambientes. Já em uma escala de paisagem, adiciona-se a esse sistema diferentes ambientes e áreas do entorno como, por exemplo, sistemas agrícolas, reservas naturais e subdistritos, acrescentando-se, assim, outras variáveis (exemplo na Figura 8) e aumentando a heterogeneidade ambiental (veja STEIN; KREFT, 2015). Nuhn e Wright (1979), por exemplo, em levantamento de formigas no campus da Universidade da Carolina do Norte (EUA), determinaram diferentes ambientes dentro do campus dividindo-o em categorias de acordo com a disponibilidade de recursos para nidificação, como áreas apenas com gramíneas, áreas abertas com cobertura no solo, áreas sombreadas e áreas com vegetação densa. Chang et al. (2017), em estudo realizado com aves em Taiwan, criaram diferentes índices para a paisagem urbana usando imagens de satélite, mapas e fotos aéreas para medir a estrutura da paisagem em duas escalas espaciais, estando na escala menor a cobertura do solo em áreas verdes e na escala maior as áreas urbanizadas adjacentes às áreas verdes.

Determinar quais características ambientais são propícias para novas infestações de espécies de formigas exóticas, e mapear dentro dos ambientes urbanos aqueles com presença ou ausência dessas espécies, pode auxiliar em projetos de conservação no meio urbano. O impacto da infestação de espécies de formigas exóticas deve receber especial atenção principalmente em ambientes naturais próximos aos grandes centros urbanos. Apesar de algumas espécies introduzidas

poderem substituir as funções de espécies excluídas das áreas urbanas, ao entrar em um ambiente, essas espécies tendem a diminuir o valor de conservação das áreas (ver MORINI et al., 2007; RIBEIRO et al., 2012). *Pheidole megacephala*, por exemplo, foi indicada como uma das 100 piores espécies invasoras do mundo, estando presente inclusive dentro de Unidades de Conservação (LOWE et al., 2000). Em agrossistemas, observa-se o fluxo de espécies de formigas das áreas naturais adjacentes para os sistemas agrícolas (PACHECO et al., 2013); porém, no ambiente urbano, poucas espécies conseguem de fato se manter nas condições ambientais presentes, principalmente em ambientes com edificações. Ao contrário, o que se observa são espécies exóticas invadindo áreas naturais, como o que tem ocorrido com *P. megacephala*. Pacheco e Vasconcelos (2007), por exemplo, não amostraram espécies exóticas na Estação Ecológica do Panga, uma unidade de conservação a 30 km do centro da cidade de Uberlândia (MG). Porém, Camacho e Vasconcelos (2015) listaram duas espécies exóticas, *Cardiocondyla emeryi* Forel e *Monomorium floricola* Jerdon, nesta mesma unidade de conservação, o que sugere que as espécies exóticas podem estar invadindo o local.

Figura 8 – Diferentes paisagens urbanas exemplificando as características estruturais distintas entre cidades (A e B) e dentro da mesma cidade (C e D). As imagens de satélite mostram as diferenças locais entre as cidades de Campinas (SP) (A) e Brasília (DF) (B); e diferenças locais dentro da mesma cidade: o Parque Ibirapuera em São Paulo (SP) (C) e o centro da cidade, próximo à avenida Paulista (D).



Fonte: Google Earth

Assim, diante da lacuna existente em relação ao conhecimento sobre formigas exóticas em áreas urbanas, trabalhos que sejam desenvolvidos nessa perspectiva poderão mostrar, inclusive, se existem outras espécies exóticas ocorrendo nos ambientes e que não estão sendo registradas pela falta de estudos (veja SEEBENS et al., 2017) ou identificação confirmada.

Além disso, trabalhos que procurem a relação entre as espécies exóticas e espécies nativas em ambientes urbanos também poderão esclarecer quão importante é a presença das espécies exóticas na homogeneização do ambiente, provocada pela urbanização.

Agradecimentos

Agradecemos aos editores Odair Correa Bueno, Ana Eugênia Campos e Maria Santina de C. Morini pela confiança e à Dra. Carla Ribas pela revisão do capítulo e importantes contribuições. No período de elaboração do capítulo, Renata Pacheco recebeu financiamento da CAPES (PNPD / UFU).

Referências

BERTELSMEIER, C.; BLIGHT, O.; COURCHAMP, F.C. Invasions of ants (Hymenoptera: Formicidae) in light of global climate change. *Myrmecological News*, v.22, p.25–42, 2016.

BUCZKOWSKI, G.; RICHMOND, D.D.S. The effect of urbanization on ant abundance and diversity: a temporal examination of factors affecting biodiversity. *PloS One*, v.7, n.8, 2012.

CAMACHO, G.P.; VASCONCELOS, H.L. Ants of the Panga Ecological Station, a Cerrado Reserve in Central Brazil. *Sociobiology*, v.62, n.2, 2015.

CHANGA, C.-R.; CHIENB, H-F; SHIUC, H-J; KOC, C-J; LEE, P-F. Multiscale heterogeneity within and beyond Taipei city green spaces and their relationship with avian biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, v.157, p.138-150, 2017.

DA SILVA, T.F.; MORETTI, T.C.; SILVA, A.C. House-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of Southeastern Brazil. *Sociobiology*, v.54, n.1, p.153-159, 2009.

DELABIE, J.H.C.; JAHYNY, B.; NASCIMENTO, I.C.; MARIANO, C.S.F.; LACAU, S.; CAMPIOLO, S.; PHILPOTT, S.M.; LEPONCE, M. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v.16, p.2359-2384, 2007.

DELABIE, J.; NASCIMENTO, I.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

EHRlich, P.R.; DAILY, G.C. Population extinction and saving biodiversity. *Ambio*, v.22, n.2/3, p.64-68, 1993.

ELLIS, E.C.; RAMANKUTTY, N. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.6, n.8, p.439-447, 2008.

ELMQVIST, T. et al. (Eds.). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013.

FOWLER, H.G. Spatial-organization of foraging activity and colonization by colony emigration in the pharaoh ant, *Monomorium pharaonis*. *Zoologische Jahrbucher-Abteilung Fur Allgemeine Zoologie Und Physiologie Der Tiere*, v.97, n.3, p.233-238, 1993.

FOWLER, H.; BUENO, O.; SADATSUNE, T. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. *Insect Science and its Application*, v.14, p.367-370, 1993a.

FOWLER, H.G.; DE FREITAS, M.A.; BUENO, O.C. Dynamics of colonization and gyne production by *Monomorium pharaonis* (Hym., Formicidae) in Brazil. *Journal of Applied Entomology*, v.116, n.3, p.294-297, 1993b.

FOWLER, H.G.; FILHO, F.A.; BUENO, O.C. Seasonal space usage by the introduced pharaohs ant, *Monomorium pharaonis* (Hym., Formicidae), in institutional settings in Brazil and its relation to other structural ant species. *Journal of Applied Entomology*, v.115, n.4, p.416-419, 1993c.

GILBERT, O. *The ecology of urban habitat*. New York: Chapman Hall LTD, 1989.

- HOLWAY, D.A.; SUAREZ, A.V. Homogenization of ant communities in mediterranean California: The effects of urbanization and invasion. *Biological Conservation*, v.127, n.3, p.319-326, 2006.
- HOLWAY, D.; SUAREZ, A. Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Trends in Ecology & Evolution*, v.14, n.8, p.328-330, 1999.
- HOOPER, D.U. et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, v.75, n.1, p.3–35, 2005.
- IVES, C.D. et al. Effect of catchment urbanization on ant diversity in remnant riparian corridors. *Landscape and Urban Planning*, v.110, n.1, p.155–163, 2013.
- KAMURA, C. M.; MORINI, M.S.C.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology*, v.67, n.4, p.635–641, 2007.
- KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. *Science*, v.264, n.5165, p.1581–1584, 1994.
- LOWE, S. et al. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. 2000.
- LUTINSKI, J.A.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; GARCIA, F.R.M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in hospitals of southern Brazil [Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en hospitales del sur de Brasil. *Revista Colombiana de Entomologia*, v.41, n.2, p.235–240, 2015.
- MARQUES, A.P.C.; ALE-ROCHA, R.; RAFAEL, J.A. Levantamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em residências de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v.32, n.1, p.133–140, 2002.
- MCGLYNN, T.P. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography*, v.26, n.3, p.535–548, 1999.
- MCINTYRE, N. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of the Entomological Society of America*, v.93, n.4, p.825-835, 2000.

MOREIRA, D.; MORAIS, V.; VIEIRA-DA-MOTTA, O. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Ants' communities (Hymenoptera, Formicidae) in fragments of the Atlantic Rain Forest situated in urban areas comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia - Serie Zoologia*, v.97, n.3, p.246-252, 2007.

MUNHAE, C.B.; BUENO, Z.A.F.N.; SILVA, R.R. Composition of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in public squares in Southern Brazil. *Sociobiology*, v.53, n.2B, p.455-472, 2009.

MUNHAE, C.B.; SOUZA-CAMPANA, D.R.; KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in urban centers of the Alto Tietê, São Paulo, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.82, p.1-5, 2015.

NUHN, T.P.; WRIGHT, C.G. An ecological survey of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a landscaped suburban habitat. *American Midland Naturalist*, v.102, n.2, p.353, 1979.

PACHECO, R. et al. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. *Biodiversity and Conservation*, v.22, n.4, p.983-997, 2013.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, n.3, p.193-199, 2007.

PASSERA, L. Characteristics of tramp species. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.) *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. [s.l.] Boulder: Westview Press, p.23-43, 1994.

PIMM, S.L. et al. The future of biodiversity. *Science*, v.269, n.5222, p.347-350, 1995.

PLYLE, R.; BENTZIEN, M.; OPLER, P. Insect conservation. *Annual Review of Entomology*, v.26, n.1, p.233-258, 1981.

RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETA, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an urban park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, n.3, p.971-984, 2012.

- SANFORD, M.P.; MANLEY, P.N.; MURPHY, D.D. Effects of urban development on ant communities: Implications for ecosystem services and management. *Conservation Biology*, v.23, n.1, p.131–141, 2009.
- SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, n.3, p.359–371, 2016a.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v.5, n.1, p.18–32, 1991.
- SAVARD, J.; CLERGEAU, P.; MENNECHEZ, G. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, v.48, n.3-4, p.131-142, 2000.
- SEEBENS, H. et al. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, v.8, p.14435, 2017.
- SILVA, J.; LIMA, F.; MAGALHÃES, N. Aplicação do conceito de unidade morfo-territorial na escalas metropolitana, intraurbana e local. *Revista de Morfologia Urbana*, v.3, n.2, p.105-120, 2015.
- STEIN, A.; KREFT, H. Terminology and quantification of environmental heterogeneity in species-richness research. *Biological Reviews*, v.90, n.3, p.815-836, 2015.
- TILMAN, D.; MAY, R.M.; LEHMAN, C.L.; NOWAK, M.A. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, v.371, p.65-66, 1994.
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, P.D. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*.
- VITAL, M.R.; CASTRO, M.M.; ZERINGÓTA, V., PREZOTTO, F. Myrmecofauna of urban gardens in southeast region of Brazil. *Bioscience Journal*, v.31, n.4, p.1205-1212, 2015.
- WILLIAMS, D.F. (Ed.). *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. [s.l.] Boulder: Westview, 1994. 332p.

REDES COMPLEXAS NO ESTUDO DAS INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE FORMIGAS E PLANTAS EM AMBIENTES URBANOS: UM NOVO MODELO CONCEITUAL

WESLEY DÁTILLO
DIANA A. AHUATZIN-FLORES
ERICK J. CORRO-MENDEZ
FEDERICO ESCOBAR
IAN MACGREGOR-FORS

Resumo

Embora a urbanização tenha se destacado como um dos principais fatores que ameaçam a biodiversidade, a maioria dos estudos envolvendo formigas em áreas urbanas está focado principalmente em alterações na estrutura das comunidades, perda de espécies nativas e sua substituição por espécies exóticas. Entretanto, esses estudos frequentemente ignoram as interações ecológicas envolvendo essas formigas nesses ambientes urbanos e os processos que regulam essas interações. Nesse capítulo, nós apresentamos um quadro teórico, baseado em métricas derivadas da teoria de grafos, que pode ser utilizado para estudar como a heterogeneidade da urbanização afeta a estrutura e a dinâmica ecológica das interações

formiga-planta. Essas métricas se baseiam na centralidade das espécies dentro das redes e calculam a diversidade de interações e robustez dessas redes frente a diferentes cenários de extinção de espécies como um resultado da expansão das zonas urbanas. Considerando toda a variação na configuração (interna e espacial) e manejo das áreas urbanas, podemos utilizar as variáveis que caracterizam tais áreas para estudar qual o real efeito da urbanização sobre as interações formigas-plantas. Por fim, compreender quais características das áreas urbanas mais contribuem para a conservação da biodiversidade e da qualidade de vida humana é de fundamental importância para a manutenção desse tipo de ambiente dentro de grandes centros urbanos.

Introdução

Nas últimas décadas, diferentes processos sociais e econômicos levaram a migrações massivas para os centros urbanos, com a população humana recentemente passando a ser mais urbana do que rural (GRIMM et al., 2008; MCDONNELL; MACGREGOR-FORS, 2016). Em 2014, a Organização das Nações Unidas informou que cerca de 4 bilhões de pessoas moravam em áreas urbanas, sendo a América Latina uma das regiões do mundo com maior proporção de população urbana desde os anos 80 ~ 65% (MONTGOMERY, 2008). A urbanização *per se* é um processo que implica transformações drásticas nos elementos da paisagem, onde ecossistemas naturais são substituídos por ecossistemas urbanos (ELDREDGE; HORENSTEIN, 2014). Esses novos ecossistemas são caracterizados não apenas pela redução dos habitats naturais, mas também pelo isolamento de áreas verdes imersas dentro de uma matriz de terra de uso antropogênico (WANDELER et al., 2003; CHANG; LEE, 2016). O estabelecimento e crescimento de sistemas urbanos estão relacionados a quatro dos principais componentes da mudança global: mudança de uso do solo e dos ciclos biogeoquímicos, invasões biológicas e mudanças climáticas (Grimm et al. 2008). Dessa forma, a urbanização tem sido identificada como uma das principais ameaças a biodiversidade (CZECH; KRAUSMAN, 1997; CZECH et al., 2000; MAXWELL et al., 2016).

Embora muitos estudos tenham mostrado e sugerido efeitos negativos da urbanização em comunidades de vida selvagem (MCKINNEY, 2008), estudos taxonômicos recentes mostraram que os grupos respondem a este novo sistema de diferentes maneiras (SATTLER et al., 2014; MACGREGOR-FORS et al., 2015 e 2016). Esse padrão parece estar relacionado aos processos regulatórios e de aclimação que ocorrem nas áreas urbanas principalmente através de mudanças no comportamento, comunicação e fisiologia dos organismos revisado por (MCDONNELL; HAHS, 2015), cujas respostas foram categorizadas recentemente em três tipos principais: espécies que evitam, que utilizam e que habitam ambientes urbanos (FISCHER et al., 2015). De acordo com Emlen (1974) as cidades estão abertas a todos os organismos capazes de alcançá-las, usar seus recursos e sobreviver aos seus perigos. De fato, estudos posteriores mostraram que os centros urbanos representam barreiras semipermeáveis para grupos de animais selvagens em uma escala de paisagem, onde apenas um subconjunto do conjunto de espécies regionais é capaz de realmente chegar aos ambientes urbanos (CROCI et al., 2008; MACGREGOR-FORS, 2010; PUGA-CABALLERO et al., 2014).

No geral estudos têm demonstrado que paisagens urbanas têm efeitos negativos sobre a biodiversidade (GIBB; HOCHULLI, 2002; MCKINNEY, 2008). Dentro de toda a biodiversidade existente no planeta, as formigas são um dos principais organismos em termos de diversidade e biomassa, inclusive em ambientes urbanos (LESSARD; BUDDLE, 2005; SANFORD et al., 2009). Entretanto, principalmente devido ao isolamento de populações e alterações no microclima desses remanescentes florestais, muitos estudos têm mostrado que a urbanização tem efeitos negativos também sobre a maioria das comunidades de formigas (THOMPSON; MCLACHLAN, 2007; DÁTTILO et al., 2011; BUCZKOWSKI; RICHMOND, 2012). Fragmentos urbanos maiores, mais conectados e com menos efeito de borda suportam uma maior diversidade de espécies de formigas nativas (SUARÉZ et al., 1998; LOPÉZ-MORENO et al., 2003; YAMAGUCHI, 2005; PACHECO; VASCONCELOS, 2007). Dessa forma, a urbanização afeta alguns grupos de formigas mais especializados e mais sensíveis a perturbação e favorece outros grupos de formigas mais generalistas e invasoras (MCINTYRE et al., 2001; HOLWAY et al., 2002; MORINI et al., 2007; DÁTTILO et al., 2011). Por outro lado, a maioria dos estudos envolvendo formigas em ambientes urbanos está focada na biodiversidade de formigas, seguidas pela entrada de espécies invasoras e

a saúde pública (formigas vetores de patógenos) revisado por (SANTOS, 2016), mas frequentemente ignoram as interações ecológicas que essas formigas apresentam dentro de ambientes urbanos.

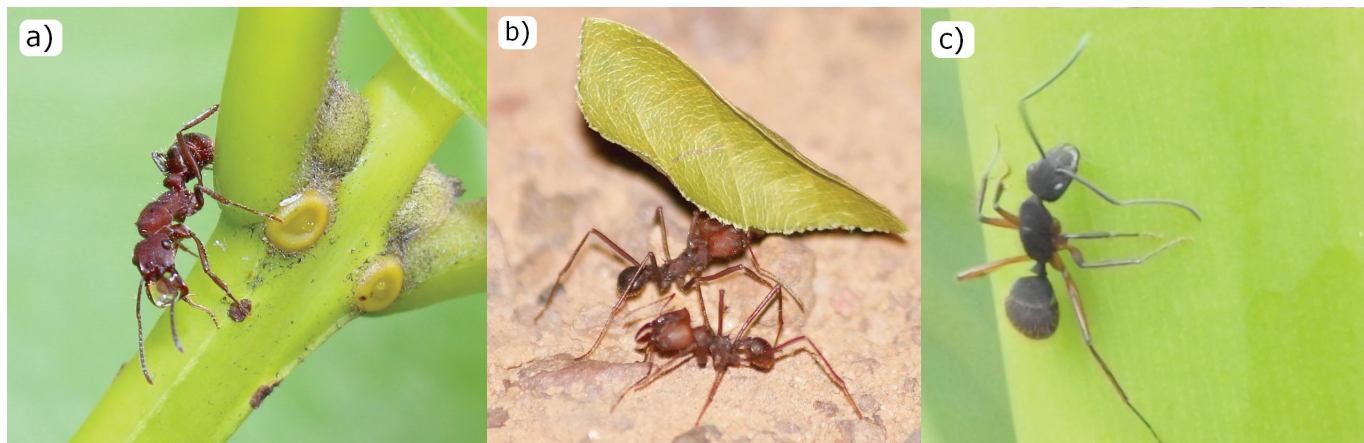
Tal como em ambientes naturais, as formigas que habitam as zonas urbanas também podem interagir com uma grande diversidade de organismos (e.g., plantas, vertebrados e invertebrados) de diferentes maneiras (e.g., mutualismo, neutralismo y antagonismos). Entretanto, o conhecimento sobre o impacto da urbanização sobre as interações ecológicas envolvendo formigas ainda permanece nulo. Nesse estudo, nós desenvolvemos um quadro teórico baseado na Teoria dos Grafos (EULER, 1736) para estudar os efeitos da urbanização sobre as interações ecológicas envolvendo formigas e plantas.

Modelo de estudo: interação formiga-planta

Devido a grande diversidade de formigas em ambientes naturais, é extremamente comum observar formigas forrageando em plantas também em ambientes urbanos. Isso ocorre porque as plantas são excelentes fontes de recursos alimentares previsíveis e renováveis para as formigas, tais como: néctar, flores, frutos, sementes e folhas (BEATTIE; HUGHES, 2002). Além disso, formigas utilizam diferentes partes das plantas para estabelecer suas colônias (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002). Toda essa diversidade de recursos alimentares e de nidificação faz com que as formigas tenham interações tanto mutualistas (polinização, dispersão de sementes e proteção contra herbívoros) (Figura 1A) quanto antagonistas (formigas cortadeiras) (Figura 1B) com suas plantas hospedeiras (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007). Por outro lado, as formigas também podem utilizar as plantas como substrato de forrageamento (Figura 1C) (DÁTTILO; DYER, 2014). Dessa forma, diferentes espécies de formigas e plantas interagem entre si formando uma grande rede de interações formiga-planta (DÁTTILO et al., 2013 e 2014). Essa grande rede ecológica nos permite estudar os padrões e processos que

emergem desse tipo de interação e nos ajuda a entender melhor o funcionamento das funções ecológicas das espécies em ambientes urbanizados.

Figura 1 – Exemplos de interações entre formigas e plantas: a) operária de formiga se alimentando de néctar extrafloral em troca a planta recebe proteção contra herbívoros (mutualismo); b) operária de formiga cortadeira carregando uma folha (antagonismo); c) operária de formiga utilizando uma planta somente como substrato de forrageamento (neutralismo) (DÁTILLO; DYER, 2014). Fotos: Wesley Dáttilo e Enéas Schramm.

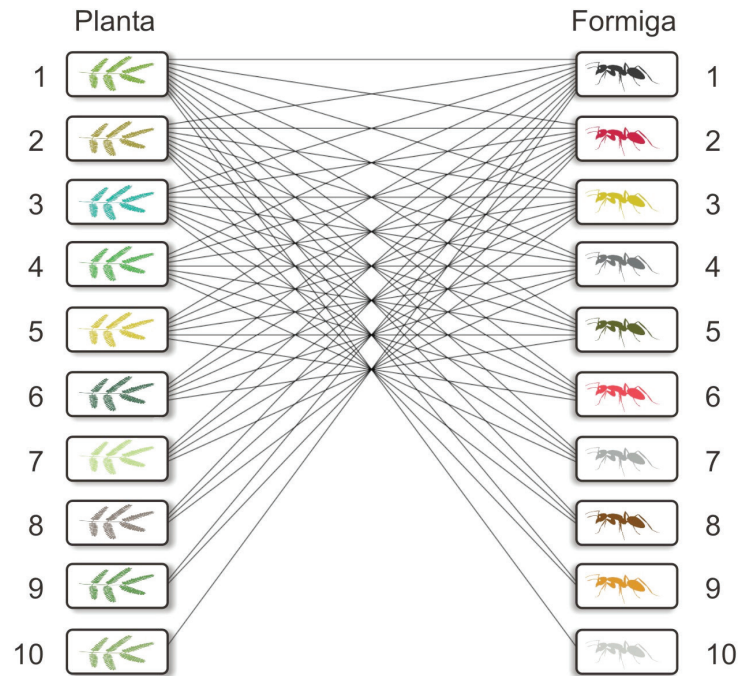


Ferramenta: redes complexas

Devido à inerente diversidade das interações entre formigas e plantas, pesquisadores de todo o mundo têm recentemente utilizado ferramentas derivadas da teoria dos grafos para estudar as relações entre esses organismos revisado por (DEL-CLARO et al., 2016). Nessas redes de interações formiga-planta, as espécies são representadas como objetos

chamados de vértices e as interações entre elas são representadas por links (Figura 2). Cada um dos lados da rede representa um nível trófico (nesse caso formigas ou plantas), e todas as interações ocorrem necessariamente entre espécies em níveis tróficos diferentes, como por exemplo, as interações entre formigas e plantas que apresentam nectários extraflorais (Figura 1A).

Figura 2 – Exemplo de uma rede de interações formiga-planta.



Descrevendo as redes de interações formiga-planta

Além da parte visual mostrada no tópico anterior, podemos utilizar diferentes métricas ou descritores para caracterizar a estrutura que emerge da complexidade das interações tanto ao nível de rede quanto ao nível das espécies. Nesse capítulo nós vamos apresentar três abordagens que poderiam ser utilizadas para caracterizar as redes de interações formigas-plantas em ambientes urbanos. A primeira abordagem é baseada na centralidade das espécies, o que nos indica a importância das espécies dentro da rede. Dáttilo e colaboradores propuseram em 2013 uma nova métrica para identificar espécies núcleo (mais importantes e com mais interações) e periféricas (menos importantes e com menos interações) baseado na média e na variação das interações que as espécies exibem na rede (Figura 2). A segunda abordagem é baseada na funcionalidade do sistema utilizando uma métrica baseada na Entropia de Shannon e que quantifica a diversidade de interações entre formigas e plantas em um ambiente (BERSIER et al., 2002; TYLIANAKIS et al., 2007; DÁTTILO; DYER, 2014). Nesse caso, redes com um grande número de espécies e de interações tendem a exibir uma maior diversidade de interações (Figura 3A). Por outro lado, redes com poucas espécies e que tendem a ter somente algumas poucas espécies super generalistas apresentam uma menor diversidade de interações (Figura 3B). Biologicamente, uma menor diversidade de interações significa um aumento na redundância funcional do sistema devido a ocorrência de dominância por algumas poucas espécies (WALKER, 1992). Por fim, e como terceira abordagem, a robustez de uma rede de interações pode ser estimada baseada na consequência de extinção de espécies a partir de modelos aleatórios (MEMMOTT et al., 2004; BURGOS et al., 2007). Apesar de que os processos de extinção podem não ser aleatórios, mas sim determinados por algumas características particulares (e.g., tamanho corporal), nesse tipo de simulação, uma espécie de um nível trófico é aleatoriamente extinta da rede (por exemplo, formigas) e todas as espécies do outro nível trófico (plantas) que estavam ligadas apenas à espécie que foi removida, também são extintas. Esse processo é feito aleatoriamente para os dois níveis tróficos até que todas as espécies de um nível trófico sejam removidas. Posteriormente, calcula-se a área abaixo da curva de extinção (BURGOS et al., 2007). Nesse caso, redes mais robustas à extinção de espécies apresentam uma diminuição

mais lenta da curva de extinção (Figura 4). Tanto a diversidade de interações (DI) quanto a robustez (R) de uma rede de interações podem ser facilmente calculadas através do pacote *Bipartite* (DORMANN et al., 2009) dentro do programa estatístico R (2016 - R DEVELOPMENT CORE TEAM).

Figura 3 – Exemplo de uma rede teórica com um valor a) alto ($DI= 4.61$) e b) baixo ($DI= 2.31$) de diversidade de interações formiga-planta.

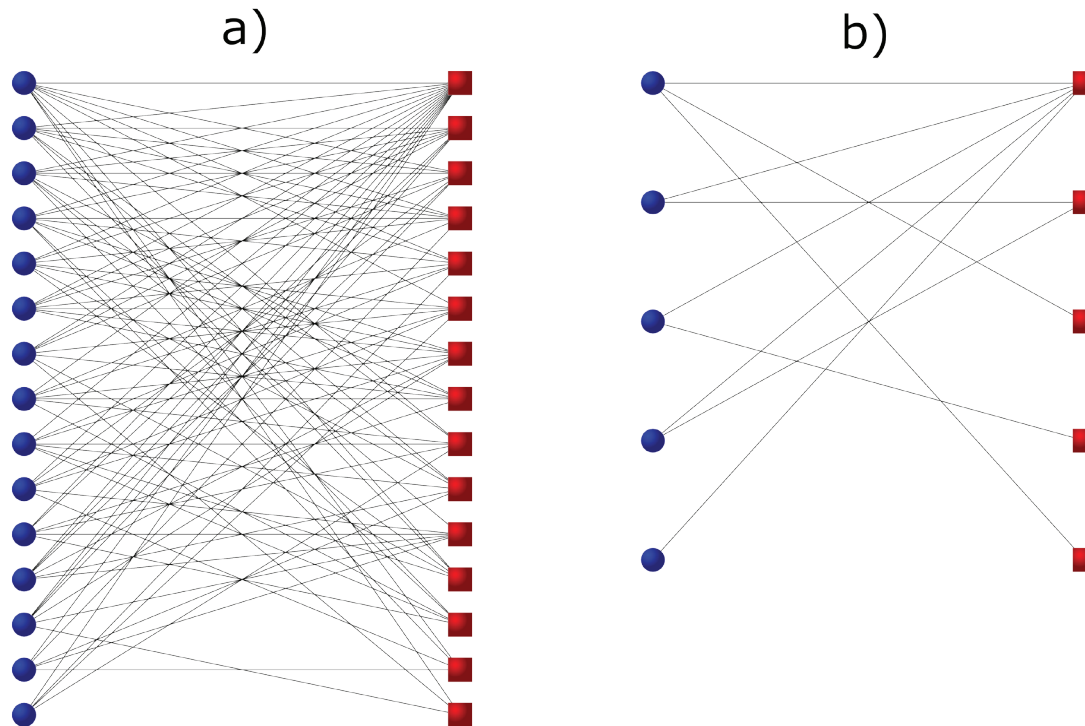
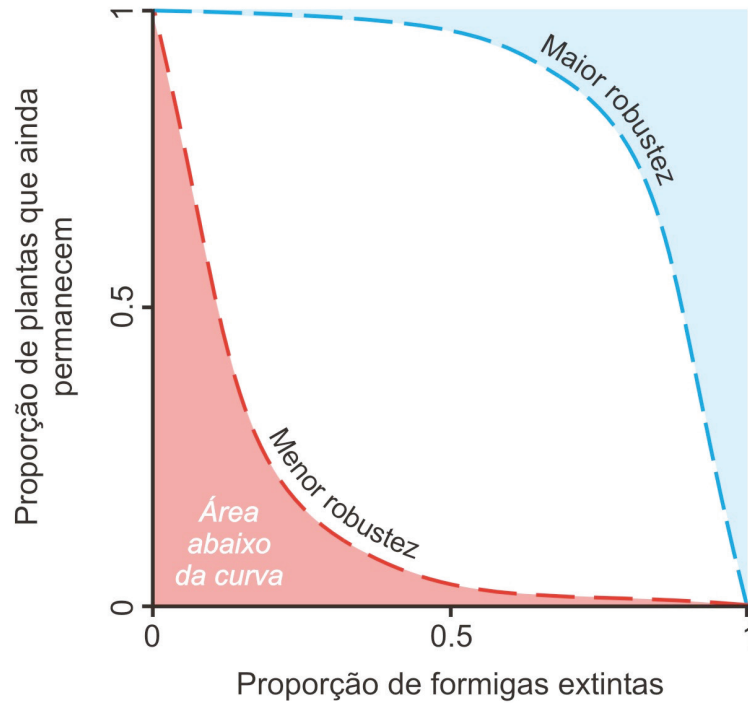


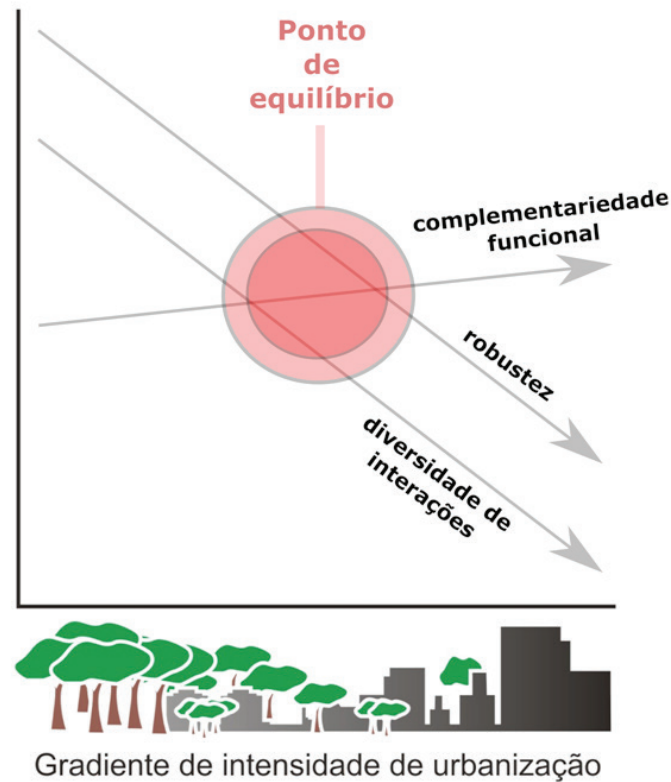
Figura 4 – Modelo teórico do efeito da extinção aleatória de espécies sobre um outro nível trófico para calcular a robustez (i.e., área abaixo da curva de extinção) de uma comunidade interativa de formigas e plantas (veja o texto para mais informações).



Dentro de um quadro teórico para estudar as redes de interação formiga-planta, é esperado que dentro de um gradiente de urbanização, quanto mais urbanizado esteja um ambiente menor será a diversidade de interações formigas-plantas. Nesse caso, a riqueza de espécies e de interações no geral diminuiria, porém, aumentaria a proporção de espécies

generalistas (que seriam as espécies núcleo) com grande habilidade de dominar os recursos e que virtualmente poderiam interagir com todas as espécies de plantas presentes em um ambiente. Baseado na **hipótese do seguro** (do inglês “*insurance hypothesis*”) (YACHI; LOREAU, 1999) esse ambiente com baixa diversidade de interações seria menos robusto à extinção aleatória de espécies, uma vez que, quando uma espécie fosse extinta, somente outras poucas espécies com o mesmo papel funcional poderiam “amortecer” o sistema (WALKER, 1995; ROSENFELD, 2002; DÁTTILO, 2012). Por outro lado, é importante lembrar que ambientes com alta diversidade de interações também podem ser altamente redundantes e apresentar baixa diversidade funcional (uma maior homogeneização das funções das espécies em um ambiente), uma vez que todas as espécies poderiam interagir entre si (WALKER, 1992; MICHELI; HALPERN, 2005). Devido a relação positiva entre complementariedade funcional e a manutenção das comunidade ecológicas, a perda de traços funcionais pode ter distintos efeitos sobre o funcionamento e estabilidade dos ecossistemas (PETCHEY; GASTON, 2006; CADOTTE et al., 2011). Dessa forma, identificar a diversidade ou complementariedade funcional tanto de formigas quanto de plantas dentro de cada ambiente nos permite modelar até que ponto podemos ter um nível satisfatório de robustez na comunidade sem perder a diversidade/integridade funcional do sistema. Além disso, é possível que ambientes com menor complementariedade funcional sejam menos resilientes a perturbações pois deveriam ter menor diversidade de resposta a distúrbios ambientais (BLÜTHGEN, 2012). Assim sendo, o que nós precisamos é encontrar um ponto de equilíbrio entre robustez, diversidade de interações e complementariedade funcional que mantenha o funcionamento adequado do sistema e que nos indique quais ambientes favorecem uma maior diversidade de espécies e interações formigas-plantas (Figura 5). Portanto, é importante quantificar as funções das espécies dentro dos ambientes e delimitar exatamente com que tipo de rede de interação formiga-planta estamos trabalhando (mutualismo, antagonismo ou neutralismo) com o objetivo de não produzir conclusões equivocadas sobre a estrutura e o funcionamento do sistema.

Figura 5 – Resultados esperados sobre como a robustez, a diversidade de interações e a complementariedade funcional nas redes de interação formiga-planta se comportariam ao longo de um gradiente de urbanização, destacando a importância de encontrar o ponto de equilíbrio entre as três métricas para um nível satisfatório de robustez na comunidade sem perder a diversidade funcional do sistema.



A heterogeneidade dos ambientes urbanos

Agora que já sabemos como caracterizar a arquitetura das interações formiga-planta, como podemos caracterizar os ambientes urbanos onde essas interações podem ocorrer? Nós sabemos que a variedade de efeitos da influência humana nos remanescentes urbanos cria e mantém uma variedade de condições que não ocorrem em outros lugares (SHOCHAT et al., 2006; XIE et al., 2016). Ao contrário do que muita gente pensa, áreas urbanas não são ambientes homogêneos, mas sim um complexo mosaico de ambientes com diferentes níveis de perturbação, o que poderia afetar a maneira na qual formigas e plantas interagem (Tabela 1). Considerando toda a variação na configuração das áreas urbanas, podemos utilizar tanto características a nível local (de dentro das áreas) quanto de paisagem (onde essas áreas estão inseridas) como variáveis preditivas, e as métricas que descrevem a estrutura das interações formiga-planta em esses ambientes com variáveis resposta para compreender o real efeito da urbanização sobre as interações formiga-planta. Além disso, outros fatores intrínsecos de cada área poderiam ser utilizados como possíveis mecanismos estruturando direta e indiretamente as interações formiga-planta, como por exemplo, a quantidade de lixo gerado pelos visitantes e a introdução de espécies exóticas para ornamentação. Dessa forma, as diferentes configurações espaciais e de manejo que existem em áreas urbanas nos fornecem um excelente marco teórico para estudar as interações formiga-planta em ambientes urbanizados.

Tabela 1 – Variáveis em diferentes níveis de organização que podemos medir em ambientes urbanos para estudar os efeitos da urbanização sobre as interações formiga-planta.

Tipo de manejo

Áreas urbanas com pouco ou nenhum manejo (e.g., reservas municipais e estaduais)

Áreas urbanas com manejo intermédio (e.g., parques ecológicos)

Áreas urbanas com manejo intenso (e.g., parques recreativos com poda de árvores)

Características interna

Estrutura e disposição de corpos d'água

Porcentagem de área verde/áreas construídas/áreas desmatadas

Conectividade interna da área

Espécies de plantas (e.g., diversidade, complexidade estrutural, nativa/exóticas, fenologia)

Variações microclimáticas (e.g., umidade, temperatura, serapilheira)

Superfície de solo coberto por edificações/asfalto

Configuração da paisagem

Conectividade com outras áreas verdes urbanas

Forma/geometria da área (i.e., circular, retangular)

Localização (i.e. urbanas e periurbanas)

Diversidade e qualidade da matriz (i.e., ambiente urbano que rodeia a área: avenidas, ruas, jardins, árvores)

Conclusão e perspectivas futuras

Nos últimos anos o número de estudos envolvendo redes de interação formiga-planta tem crescido rapidamente. Entretanto, tais estudos tem focado apenas sobre a dinâmica ecológica e evolutiva dessas interações em ambientes com um alto nível de conservação mas veja: (FALCÃO et al., 2015). Nesse capítulo, nós apresentamos um breve quadro teórico que poderia ser utilizado para estudar como a heterogeneidade da urbanização afeta a estrutura e a dinâmica ecológica das interações formiga-planta, utilizando como ferramenta algumas métricas derivadas da teoria dos grafos. Nós especificamente desenvolvemos um modelo sobre como a diversidade de interação formiga-planta, a complementariedade funcional e a robustez poderia responder de maneira sinérgica a diferentes perturbações ambientais presentes em ambientes urbanos. Entretanto, outras métricas derivadas da teoria de grafos também poderiam ser utilizadas para caracterizar a arquitetura das interações formiga-planta dentro de outras perspectivas e abordagens.

É importante deixar claro que redes ecológicas são apenas “fotografias” das interações entre as espécies em um determinado momento. Para obter dados robustos sobre as interações formigas-plantas necessitamos extensos inventários de campo, uma vez que os padrões observados nas redes de interação formiga-planta são fortemente afetados pelo esforço de amostragem (FALCÃO et al., 2016). Portanto, é preciso padronizar protocolos de coleta para evitar conclusões equivocadas sobre o sistema. Até o momento nenhum estudo utilizou a heterogeneidade da configuração espacial e de manejo de áreas urbanas como variável explicativa afetando as redes de interações. Dessa forma, o quadro teórico que nós desenvolvemos nesse capítulo poderia ser aplicado a outros sistemas de interação planta-animal, como por exemplo: polinização, herbivoria e dispersão de sementes. Por fim, compreender quais características das áreas urbanas mais contribuem para a conservação da biodiversidade é de fundamental importância para se tomar ações de conservação e planos de manejo mais efetivos e abrangentes, uma vez que conservar áreas urbanas, também é conservar a qualidade de vida e saúde da população humana.

Referências

- BEATTIE, A.J.; HUGHES, L. Ant-plant interactions. In: HERRERA, C.M.; PELLMYR, O. (Eds) Plant-animal interactions: an evolutionary approach. Blackwell Science, Oxford, p.211-235, 2002.
- BERSIER, L.F.; BANASEK-RICHTE, C.; CATTIN, M.F. Quantitative descriptors of food-web matrices. *Ecology*, v.83, p.2394-2407, 2002.
- BLÜTHGEN, N. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. (Eds). *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, p.259-273, 2012.
- BUCZKOWSKI, G.; RICHMOND, D.S. The effect of urbanization on ant abundance and diversity: a temporal examination of factors affecting biodiversity. *PLoS ONE*, v.7, id e41729, 2012.
- BURGOS, E.; CEVA, H.; PERAZZO, R.P.; DEVOTO, M.; MEDAN, D.; ZIMMERMANN, M.; DELBUE, A.M. Why nestedness in mutualistic networks? *Journal of Theoretical Biology*, v.249, p.307-313, 2007
- CADOTTE, M.W., CARSCADDEN, K., MIROTCHNICK, N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of Applied Ecology*, v.48, p.1079-1087, 2011.
- CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.46, p.115-121, 2002.
- CHANG, H.Y.; LEE, Y.F. Effects of area size, heterogeneity, isolation, and disturbances on urban park avifauna in a highly populated tropical city. *Urban Ecosystems*, v.19, p.257-274, 2016.
- CROCI, S.; BUTET, A.; CLERGEAU, P. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. *The Condor*, v.110, p.223-240, 2008.
- CZECH, B.; KRAUSMAN, P.R. Distribution and causation of species endangerment in the United States. *Science*, v.277, p.1116-1117, 1997.

CZECH, B.; KRAUSMAN, P.R.; DEVERS, P.K. Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *BioScience*, v.50, p.593–601, 2000.

DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F.; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, Brasil. *Bioscience Journal*, v.27, p.494-504, 2011.

DÁTILLO, W. Different tolerances of symbiotic and nonsymbiotic ant-plant networks to species extinctions. *Network Biology*, v.2, p.127-138, 2012.

DÁTILLO, W.; GUIMARÃES, P.R.; IZZO, T.J. Spatial structure of ant-plant mutualistic networks. *Oikos*, v.122, p.1643-1648, 2013.

DÁTILLO, W.; DYER, L. Canopy openness enhances diversity of ant-plant interactions in the Brazilian Amazon rainforest. *Biotropica*, v.46, p.712-719, 2014.

DÁTILLO, W.; MARQUITTI, F.M.D.; GUIMARÃES, P.R.; IZZO, T.J. The structure of ant-plant ecological networks: is abundance enough? *Ecology*, v.95, p.475-485, 2014.

DEL-CLARO, K.; RICO-GRAY, V.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; ALVES-SILVA, E.; FAGUNDES, R.; LANGE, D.; DÁTILLO, W.; VILELA, A.A.; AGUIRRE, A.; RODRÍQUEZ-MORALES, D. Loss and gains in ant-plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies. *Insectes Sociaux*, v.63, p.207-221, 2016.

DORMANN, C. F. FRÜND, J.; BLÜTHGEN, N.; GRUBER, B. Indices, graphs and null models: analysing bipartite ecological networks. *Open Ecology Journal*, v.2, p.7–24, 2009.

ELDGREDGE, N.; HORENSTEIN, S. *Concrete jungle: New York City and our last best hope for a sustainable future*. University of California Press, 2014.

EMLEN, J.T. An urban bird community in Tucson, Arizona: Derivation, structure, regulation. *The Condor*, v.76, p.184–197, 1974.

EULER, L. *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis*. *Comment. Acad. Sci. U. Petrop*, v.8, p.128–140, 1736.

FALCÃO, J.C.F.; DÁTTILO, W.; IZZO, T.J. Efficiency of different planted forests in recovering biodiversity and ecological interactions in Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, v.339, p.105-111, 2015.

FALCÃO, J.C.F.; DÁTTILO, W.; RICO-GRAY, V. Sampling effort differences can lead to biased conclusions on the architecture of ant-plant interaction networks. *Ecological Complexity*, v.25, p.44-52, 2016.

FISCHER, J.D.; SCHNEIDER, S.C.; AHLERS, A.A.; MILLER, J.R. Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology: Terminology and urban conservation. *Conservation Biology*, v.29, p.1246–1248, 2015.

GIBB, H.; HOCHULI, D.F. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation*, v.106, p.91–100, 2002.

GRIMM, N.B.; FAETH, S.H.; GOLUBIEWSKI, N.E.; REDMAN, C.L.; WU, J.G.; BAI, X. M.; BRIGGS, J.M. Global change and the ecology of cities. *Science*, v.319, p.756–760, 2008.

HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. The causes and consequences of ant invasion. *Annual of Review of Ecology and Systematics*, v.33, p.181-233, 2002.

LESSARD, J. & BUDDLE, C. M. The effects of urbanization on ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) associated with the Molson nature Reserve, Quebec. *Canadian Entomology*, v.137, p.215–225, 2005.

LOPEZ-MORENO, I.R.; DIAZ-BETANCOURT, M.E.; LANDA, T.S. Social insects in human environments—ants in the city of Coatepec, Veracruz, Mexico. *Sociobiology*, v.42, p.605–621, 2003.

MACGREGOR-FORS, I. How to measure the urban-wildland ecotone: redefining “peri-urban” areas. *Ecological Research*, v.25, p.883–887, 2010.

MACGREGOR-FORS, I.; AVENDAÑO-REYES, S.; BANDALA, V.M.; CHACÓN-ZAPATA, S.; DÍAZ-TORIBIO, M.H.; GONZÁLEZ-GARCÍA, F.; LOREA-HERNÁNDEZ, F.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, J.; MONTES DE OCA, E.; MONTOYA, L.; PINEDA, E.; RAMÍREZ-RESTREPO, L.; RIVERA-GARCÍA, E.; UTRERA-BARRILLAS, D.; ESCOBAR, F. Multi-taxonomic diversity patterns in a Neotropical green city: A rapid biological assessment. *Urban Ecosystems*, v.18, p.633–647, 2015.

MACGREGOR-FORS, I.; ESCOBAR, F.; RUEDA-HERNÁNDEZ, R.; AVENDAÑO-REYES, S.; BAENA, L. M.; BANDALA, M. V.; CHACÓN-ZAPATA, S.; GUILLÉN-SERVENT, A.; GONZÁLEZ-GARCÍA, F.; LOREA-HERNÁNDEZ, F.; MONTES DE OCA, E.; MONTOYA, L.; PINEDA, E.; RAMÍREZ-RESTREPO, L.; RIVERA-GARCÍA, E.; UTRERA-BARRILLAS, E. City “green” contributions: The role of urban greenspaces as reservoirs for biodiversity. *Forests*, v.7, id. 146, 2016.

MAXWELL, S.L.; FULLER, R.A.; BROOKS, T.M.; WATSON, J.M. The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, v.536, p.143–145, 2016.

MCDONNELL, M.J.; HAHS, A.K. Adaptation and adaptedness of organisms to urban environments. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v.46, p.261–280, 2015.

MCDONNELL, M.J.; MACGREGOR-FORS, I. The ecological future of cities. *Science*, v.352, p.936-938, 2016.

MCINTYRE, N.E.; RANGO, J.; FAGAN, W.F.; FAETH, S.H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, v.52, p.257-274, 2001.

MCKINNEY, M.L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, v.11, p.161-176, 2008.

MEMMOTT, J.; WASER, N.M.; PRICE, M.V. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.71, p.2605-2611, 2004.

MICHELI, F.; HALPERN, B.S. Low functional redundancy in coastal marine assemblages. *Ecology Letters*, v.8, p.391-400, 2005.

MONTGOMERY, M.R. The urban transformation of the developing world. *Science*, v.319, p.761–764, 2008.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.D.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J. . Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia, série Zoologia*, v.97, p.246-252, 2007.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, p.193–199, 2007.

PETCHEY, O.L.; GASTON, K.J. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, v.9, p.741-758, 2006.

PUGA-CABALLERO, A.; MACGREGOR-FORS, I.; ORTEGA-ÁLVAREZ, R. Birds at the urban fringe: avian community shifts in different peri-urban ecotones of a megacity. *Ecological Research*, v.29, p.619-628, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.r-project.org/> - 2012.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P.S. The ecology and evolution of ant-plant interactions. University of Chicago Press, 2007.

ROSENFELD, J.S. Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos*, v.98, p.156-162, 2002.

SANFORD, M.P.; MANLEY, P.N.; MURPHY, D.D. Effects of urban development on ant communities: implications for ecosystem services and management. *Conservation Biology*, v.23, p.31-141, 2009.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, p.359-371, 2016.

SATTLER, T.; PEZZATTI, G.; NOBIS, M.; OBRIST, M.K.; ROTH, T.; MORETTI, M. Selection of multiple umbrella species for functional and taxonomic diversity to represent urban biodiversity: selection of umbrella species. *Conservation Biology*, v.28, p.414-42, 2014.

SHOCHAT, E.; WARREN, P.S.; FAETH, S.H.; MCINTYRE, N.E.; HOPE, D. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, v.21, p.186-191, 2006.

SUAREZ, A.V.; BOLGER, D.T.; CASE, T.J. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*, v.79, p.2041-2056, 1998.

THOMPSON, B.; MCLACHLAN, S. The effects of urbanization on ant communities and myrmecochory in Manitoba, Canada. *Urban Ecosystems*, v.10, p.43-52, 2007.

TYLIANAKIS, J.M.; TSCHARNTKE, T.; LEWIS, O.T. Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature*, v.445, p.202-205, 2007.

WALKER, B.H. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, v.6, p.18-23, 1992.

WALKER, B. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology*, v.9, p.747-752, 1995.

WANDELER, P.; FUNK, S.M.; LARGIADER, C.R.; GLOOR, S.; BREITENMOSER, U. The city-fox phenomenon: genetic consequences of a recent colonization of urban habitat. *Molecular Ecology*, v.12, p.647–656, 2003.

YACHI, S.; LOREAU, M. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, v.96, p.463-1468, 1999.

YAMAGUCHI, T. Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan. *Entomological Science*, v.8, p.17–25, 2005.

XIE, S.; LU, F.; CAO, L.; ZHOU, W.; OUYANG, Z. Multi-scale factors influencing the characteristics of avian communities in urban parks across Beijing during the breeding season. *Scientific Reports*, v.6, id. 29350, 2016.

ÁREAS VERDES URBANAS: GALHOS NA SERAPILHEIRA COMO RECURSO PARA FORMIGAS

TAE TANAAMI FERNANDES
ELOÁ PIRES BARBOSA
CARLA MAYUMI OLIVEIRA
ROGÉRIO ROSA SILVA
MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI

Resumo

Neste capítulo analisamos as comunidades de formigas que colonizam galhos na serapilheira em 10 áreas verdes urbanas, localizadas no Domínio Atlântico brasileiro. As coletas foram efetuadas nos meses de abril, maio, junho e agosto de 2013. Em cada localidade foram demarcadas 60 parcelas de 16 m², e todos os galhos com colônias de formigas foram coletados manualmente. O comprimento e diâmetro dos galhos foram medidos e as colônias foram quantificadas quanto ao número de indivíduos (adultos e imaturos). Diversidade, equitabilidade e similaridade das comunidades de formigas entre as áreas verdes urbanas foram caracterizadas. Foram registradas 48 espécies em 224 galhos, com densidade de 0,02 ninhos/m². *Brachymyrmex admotus*, *Gnamptogenys striatula*, *Nylanderia* sp.1, *Pheidole* pr. *senillis*, *Pheidole* sp.14 e

Wasmannia auropunctata foram as mais frequentes, ocupando um total de 114 galhos; 25% dos gêneros são habitantes exclusivos de serapilheira e 15% são arborícolas. As comunidades de formigas não diferem entre as áreas verdes urbanas, entretanto, existem áreas com maior homogeneidade e diversidade de espécies. Em 24,1% dos galhos havia somente operárias; em 44,64% operárias e imaturos e em 6,69% foram encontradas mais de uma rainha. Em 11% dos galhos foram encontrados alados, especialmente entre abril e junho. Em 4,91% dos galhos foi registrada mais de uma espécie de formiga compartilhando as cavidades. Detectamos associação entre a abundância de operárias e diâmetro e comprimento dos galhos. Muitas espécies de formigas usam galhos na serapilheira como recurso de nidificação, o que é importante para a diversidade local do grupo. Assim, a existência de áreas verdes urbanas, com serapilheira rica em galhos, pode contribuir para a conservação da diversidade de formigas.

Introdução

Áreas verdes urbanas consistem em espaços dentro das cidades com vegetação nativa ou exótica, sendo arbórea, arbustiva ou rasteira, resultantes ou não de fragmentos naturais. Normalmente são áreas públicas, de preservação permanente, canteiros centrais, praças, parques urbanos, unidades de conservação urbana, jardins institucionais ou terrenos públicos não edificadas (MURPHY, 1997; MCKINNEY, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Apesar de espécies de plantas exóticas diminuírem a diversidade biológica e dificultar a regeneração natural de um fragmento florestal (MCINTYRE, 2000; ESPÍNDOLA et al., 2005; WERNER, 2011; SANTIAGO et al., 2014), muitos invertebrados, especialmente os artrópodes, podem encontrar ali um micro-habitat e alimento para completar seu ciclo de vida (YAMAGUCHI et al., 2004, 2005; DEARBORN; KARK, 2010; FAETH et al., 2011; KOWARIK, 2011; IVES et al., 2013; NIELSEN et al., 2014).

Entre os artrópodes, as formigas são abundantes nos ecossistemas urbanos (PACHECO; VASCONCELOS, 2007; MELLO et al., 2014; BARBOSA et al., 2015; ROCHA-ORTEGA; CASTAÑO-MENEZES, 2015). Elas podem construir seus ninhos nas residências, ambientes hospitalares, estabelecimentos comerciais, fábricas de alimentos, biotérios, zoológicos e em qualquer outro lugar onde tenha alimento e condições apropriadas para a formação das colônias (CAMPOS-FARINHA, 2002; ZARZUELA et al., 2002). A presença de formigas nas casas e hospitais causa incômodo, pois as pessoas associam estes insetos à sujeira, como baratas. Neste sentido, elas têm razão, pois as formigas são potenciais vetores de organismos patogênicos, além de, em alguns casos, ocasionarem reações alérgicas (CHACÓN DE ULLOA, 2003).

Apesar disso, as formigas são importantes para o ecossistema, pois fazem aeração do solo por meio de perfurações ao construírem seus ninhos, auxiliam na dispersão de sementes, são reguladoras da estrutura da comunidade animal, agentes de controle biológico e participam ativamente da ciclagem de nutrientes (DIEHL-FLEIG, 1995; FOLGARAIT, 1998; DEL-TORO et al., 2012). Há ainda as espécies consideradas “herbívoros funcionais”, como as formigas cortadeiras (por exemplo, *Atta* e *Acromyrmex*), que cortam folhas dentro de grandes formações florestais para cultivar o fungo dentro do ninho. Este comportamento contribui para formação de clareiras que beneficiam o crescimento de plântulas (BIEBER et al., 2013). Nos ambientes urbanos, a presença das formigas colabora para a redução de restos de comida em parques (YOUNGSTEADT et al., 2015).

A diversidade de formigas está relacionada aos recursos disponíveis, especialmente para nidificação (FOWLER et al., 1991). Os ninhos podem ser encontrados em construções urbanas (CAMPOS-FARINHA, 2002; ZARZUELA et al., 2002), em áreas com vegetação, embaixo de rochas, junto com cupins, cavidades no solo, árvores, troncos vivos ou mortos, frutos secos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; NAKANO et al., 2012; CASTAÑO-MENESES et al., 2015) e galhas (ALMEIDA et al., 2014).

Nos trópicos, grande parte da diversidade de formigas é encontrada na serapilheira, que é oriunda da deposição de materiais vegetais resultantes da fragmentação de árvores e arbustos, como folhas, flores, frutos, sementes, galhos, e também de carcaças de animais (SCHUMACHER et al., 2003). Neste estrato, galhos são usados por até 70 espécies de formigas

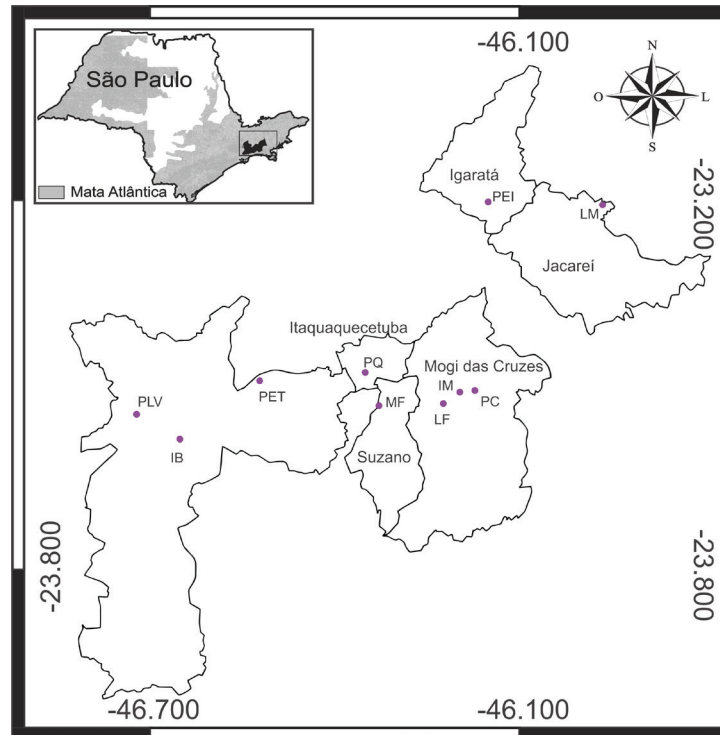
com hábito arborícola ou de serapilheira (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002), para nidificação (FERNANDES et al., 2012; SOUZA et al., 2012; STOKLAND et al., 2012), expansão da colônia (BYRNE, 1994; CARVALHO; VASCONCELOS, 2002), e aumento da área de forrageamento e proteção (DEBOUT et al., 2007; SANTOS; DEL-CLARO, 2009; LANAN et al., 2011); mesmo que seja por um curto período de tempo (BYRNE, 1994). E a maioria das espécies de formigas ocupa galhos previamente perfurados por insetos brocadores ou saprófitos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; DEYRUP et al., 2000; SIITONEN; JONSSON, 2012). Algumas espécies do gênero *Camponotus* são exceções, pois escavam os anéis de crescimento das árvores para construir seus ninhos (SIITONEN; JONSSON, 2012).

A colonização de galhos por formigas foi estudada na Amazônia Central (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002), em plantações de café (ARMBRECHT et al., 2004; OGOGOL et al., 2017), na Mata Atlântica (PEREIRA et al., 2007; FERNANDES et al., 2012), e em floresta de eucalipto (PEREIRA et al., 2007; SOUZA et al., 2012). No entanto, comunidades de formigas que ocupam este recurso em áreas verdes urbanas ainda são pouco conhecidas (SILVA et al., 2016). Assim, o objetivo deste capítulo foi analisar estas comunidades e, ao mesmo tempo, caracterizar a estrutura física do galho colonizado.

Métodos

As coletas foram realizadas em 10 áreas verdes urbanas, onde predomina vegetação nativa de Mata Atlântica entremeadada por vegetação exótica. Estas áreas se localizam nos municípios de Igaratá, Itaquaquecetuba, Jacareí, Mogi das Cruzes, São Paulo e Suzano (Figura 1). De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, todas as áreas apresentam clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (MIRANDA et al., 2017).

Figura 1 – Localização geográfica das áreas verdes urbanas onde as expedições de coleta foram realizadas para coleta de colônias de formigas em galhos.



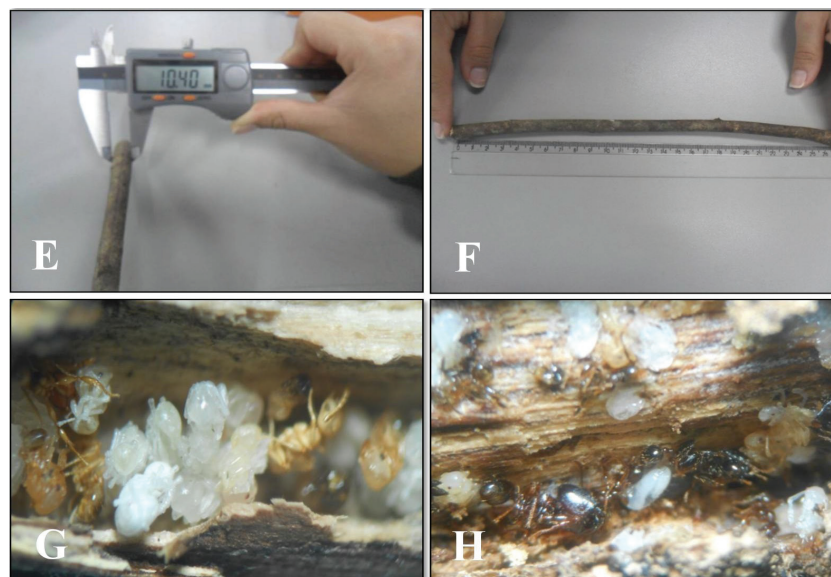
Ilha Marabá (IM), Instituto Biológico (IB), Fragmento de Mata Atlântica Lago da Mata (LM), Parque Centenário (PC), Parque Ecológico de Igaratá (PEI), Parque Ecológico do Tietê, Parque de Itaquaquetuba (PQ), Parque Leon Feffer (LF), Parque Max Feffer (MF), Parque Villa Lobos (PVL).

As expedições foram realizadas entre 9 e 14 h, nos meses de abril, maio, junho e agosto de 2013. Em cada área foram delimitadas 60 parcelas de 16 m² cada, distantes 10 m entre si. Ainda no campo, todos os galhos foram cuidadosamente

abertos para verificar se havia presença de formigas (Figuras 2A e 2B). Quando presentes, estes galhos foram recolhidos e colocados em sacos plásticos individualizados (Figuras 2C e 2D). Posteriormente, três medidas de diâmetro (cm) do galho foram tomadas, nas extremidades e no centro, com paquímetro digital (Figura 2E), e comprimento (cm) com uma régua milimetrada (Figura 2F). Em seguida, os galhos foram totalmente abertos e os indivíduos das colônias contabilizados (imaturos: ovos, larvas e pupas; adultos: operária menor e operária maior; reprodutores: rainhas e alados) (Figuras 2G e 2H) e armazenados em etanol 90%.

Figura 2 – Sequência do método de coleta de galhos e triagem do material. Abertura do galho em campo (A) e colônias no interior das cavidades (B – *Pheidole* sp.); coleta dos galhos em campo (C), e acondicionamento em sacos plásticos individuais (D); no laboratório, medida de diâmetro (E) e comprimento (F); imaturos e adultos de *Pheidole sospes* (G) e *Pheidole* sp.14 (H).





Galhos colonizados foram definidos como aqueles que apresentam ≥ 10 operárias; com menos de 10 operárias, o galho foi considerado colonizado quando ocupado por imaturos, rainhas e/ou alados (FERNANDES et al., 2012). As subfamílias e gêneros foram classificados de acordo com Baccaro et al. (2015) e as espécies/morfoespécies nomeadas de acordo com os códigos adotados em Suguituru et al. (2015).

A curva de acumulação de espécies e estimativa de riqueza (Chao 2) foram feitas usando o software-R versão 3.1.1, com o pacote “vegan”. Gêneros foram classificados em guildas, de acordo com tipo de nidificação, baseado em Delabie et al. (2000), Deyrup et al. (2000), Dejean et al. (2003), Silvestre et al. (2003), Brandão et al. (2009), Quinet et al. (2009), Feitosa (2011) e Castaño-Meneses (2014).

Diâmetro e comprimento dos galhos foram correlacionados com a abundância total de operárias, usando o teste de correlação por postos de Spearman por meio do *software* BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007). Diversidade de Shannon-Wiener, Equitabilidade de Pielou e similaridade de Bray-Curtis foram calculadas para comparação descritiva entre as áreas verdes urbanas, com o *software* Paleontological Statistics (Past) versão 2.17. Para todos os testes estatísticos o nível de significância adotado foi 5%.

Caracterização das comunidades de formigas

Em 9.600 m² de serapilheira foram encontrados 224 galhos com colônias, pertencentes a sete subfamílias (Figura 3), 20 gêneros e 48 espécies (Figura 4) (estimado: 61 espécies). A densidade de ninhos/m² foi 0,02; o que é similar ao observado por Silva et al. (2016; 0,014 ninhos/m² em um parque urbano) ou Souza et al. (2012; 0,03 a 0,2 ninhos/m² em florestas de eucalipto). Nas áreas de mata nativa da Costa Rica, Byrne (1994) encontrou um número de ninhos por m² maior, chegando a 1,32 (Tabela 1). Apesar de as formigas não apresentarem preferência por galhos de espécies vegetais específicas (BYRNE, 1994; KASPARI, 1996), galhos originados de uma maior diversidade de árvores favorecem a diversidade destes insetos (ARMBRECHT et al., 2004).

Figura 3 – Riqueza de espécies de formigas em galhos de áreas urbanas de acordo com as subfamílias.

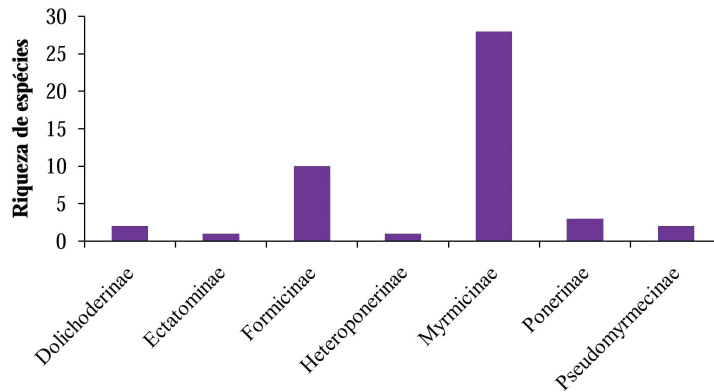


Figura 4 – Curva de acumulação de espécies em áreas verdes urbanas situadas no Domínio Atlântico. Área colorida representa o desvio padrão.

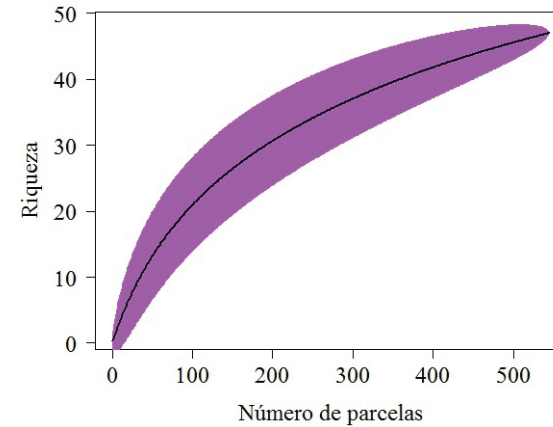


Tabela 1 – Número de ninhos/m² de serapilheira e riqueza total de formigas em galhos em diferentes formações florestais.

Localidade	Tipo de vegetação	Serapilheira		Riqueza Total	Riqueza por m ²	Autor
		Total (m ²)	Ninhos/m ²			
Costa Rica	Tropical	75	1,32	32	0,42	Byrne et al. (1994)
Amazônia Central	Amazônica	2.880	0,22	70	0,02	Carvalho e Vasconcelos (2002)
Rio de Janeiro	Atlântica	40	1,6	12	0,3	Pereira et al. (2007)
Rio de Janeiro	Eucalipto	40	0,1	4	0,1	Pereira et al. (2007)
Rio de Janeiro	Atlântica	510	1,4	29	0,05	Schütte et al.(2007)
São Paulo	Atlântica	960	0,31	34	0,03	Fernandes et al. (2012)
São Paulo	Atlântica	480	0,34	28	0,05	Souza et al. (2012)
São Paulo	Eucalipto	1.440	0,03 a 0,2	26	0,01	Souza et al. (2012)

A pequena quantidade de galhos com colônias de formigas nas áreas verdes urbanas pode estar relacionada à escassez deste recurso, por dois motivos: (1) os serviços públicos retiram a camada de folhas e galhos secos, como forma de limpeza, para encorajar a população a frequentar mais as áreas urbanas (MURPHY, 1997; ROSA; SCHIAVINI, 2006), e (2) a estrutura da vegetação é geralmente pobre em espécies (SILVA et al., 2016), resultando em uma camada de serapilheira menos diversa (ARMBRECHT et al., 2006). Este estrato sendo rico em micro-habitat possibilita que as comunidades de formigas também sejam diversas (FOWLER et al., 1991; ARMBRECHT et al., 2004).

As espécies/morfoespécies mais frequentes foram *Pheidole* sp.14 com 26 ninhos, seguida por *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887, *Pheidole* pr. *senillis* e *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) com 19 ninhos cada; *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1884, com 18 e *Nylanderia* sp.1, com 13 (Tabela 2). Estas espécies podem ser consideradas habitantes comuns desse recurso, pois foram encontradas em mais de 10 galhos (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002).

A alta ocorrência, em especial, de *W. auropunctata* indica que os galhos podem ser uma fonte de dispersão desta formiga em áreas verdes urbanas. Delabie et al. (1997), Carvalho e Vasconcelos (2002), Armbrecht et al. (2004) e Pereira et al. (2007) registraram a espécie em áreas de mata, mas com menor frequência. Em agroecossistema denominado de “ca-bruca”, *W. auropunctata* é abundante e se comporta de forma indesejável ao ferrear os trabalhadores rurais no momento da colheita dos frutos (DELABIE et al., 1988). Assim, trabalhos que visem o monitoramento desta espécie em parques e outras áreas verdes urbanas devem ser efetuados.

Apenas uma espécie exótica, *Cardiocondyla wroughtonii* (Forel, 1890), foi registrada. Esta formiga é nativa do Sudeste Asiático (ANTWIKI, 2017), e é comum em praças públicas (PACHECO; VASCONCELOS, 2007), casas (CAMPOS-FARINHA et al., 2002) e nas bordas de fragmentos de mata nativa de fragmentos urbanos (DÁTTILO et al., 2011). A presença de *C. wroughtonii* em ambientes de floresta pode desestruturar as comunidades, excluindo ou deslocando as espécies nativas para outros ambientes (MCGLYNN, 1999), pois são dominantes e muito competitivas (DELABIE et al., 1995; KING et al., 1998; HOFFMANN, 2010; PIVA; CAMPOS, 2012).

Cerca de 25% dos gêneros registrados neste trabalho são habitantes da serapilheira e 15% são arborícolas (Quadro 1). A presença de gêneros arborícolas nidificando em galhos na serapilheira deve estar relacionada ao fato de que o galho, ao se romper da árvore, possui colônias inteiras, com imaturos, adultos e, eventualmente, reprodutores. Este fato é corroborado por Ketterl et al. (2003) e Nakano et al. (2012, 2013), que constataram a presença de espécies do gênero *Myrmelachista*, tanto nas árvores como nos galhos caídos próximos a elas.

Tabela 2 – Dados demográficos da colônia de acordo com a espécie de formiga e caracterização métrica do galho.

Número de ninhos	Espécies	Variação do número de operárias	Número de ninhos com imaturos	Variação do número de imaturos	Número de ninhos com rainhas	Variação do número de rainhas	Diâmetro do galho (cm)		Comprimento do galho (cm)	
							Variação	Média (±)	Variação	Média (±)
26	<i>Pheidole</i> sp.14	5 – 246	18	1 - 89	4	1 - 2	0,70-3,06	1,57 (0,68)	14-61	26,86 (9,41)
19	<i>Brachymyrmex admotus</i>	6 – 1489	12	3-274	7	1 - 11	0,64-2,64	1,32 (0,51)	12,5-105	32,44 (23,81)
19	<i>Pheidole</i> pr. <i>senilis</i>	8 – 277	10	4-123	5	1 - 2	0,94-8,95	2,46 (1,81)	13-50	25,40 (10,57)
19	<i>Wasmannia auropunctata</i>	11 – 523	11	2-211	3	5 - 11	0,75-2,61	1,74 (0,51)	12-28,5	21,31 (4,93)
18	<i>Gnamptogenys striatula</i>	4 – 100	12	2 - 41	1	1	0,62-4,98	2,29 (0,96)	17-74,5	36,67 (16,20)
13	<i>Nylanderia</i> sp.1	2 – 180	6	8 - 53	1	1	0,89-2,51	1,57 (0,43)	13,5-30	20,73 (4,82)
9	<i>Camponotus crassus</i>	12 – 138	6	3 - 73	0	-	1,10-3,52	1,54 (0,71)	14,5-35	25,67 (5,80)
9	<i>Pheidole</i> sp.44	13 – 74	6	1-140	5	1 - 5	1,10-3,11	1,73 (0,71)	10 - 30	19,98 (6,70)
7	<i>Crematogaster curvispinosa</i>	26 – 102	4	6 - 34	0	-	0,60-2,20	1,18 (0,37)	18-35	24,3 (6,43)
7	<i>Linepithema iniquum</i>	27 – 94	6	2-193	2	1	1,10-2,77	1,48 (0,27)	25,3-78,5	48,92 (19,75)
7	<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i>	5 – 50	7	4 - 56	0	-	0,60-1,76	1,16 (0,35)	18-28,5	23,71 (3,41)
6	<i>Camponotus</i> sp.10	9 – 75	4	13-75	2	1 - 2	0,8-2,45	1,28 (0,43)	44-156,5	85,78 (48,76)
6	<i>Pheidole sospes</i>	11 – 272	4	18-145	2	1 - 1	0,61-8,95	2,69 (2,81)	12,5-68	27,91 (20,12)
6	<i>Solenopsis</i> sp.2	14 – 147	4	5 - 23	1	1	0,57-8,95	2,68 (3,03)	20,5-77	38,66 (20,60)
5	<i>Brachymyrmex heeri</i>	44 – 463	1	3	1	2	0,99-2,24	1,65 (0,44)	22,5-31	25,5 (3,53)
5	<i>Linepithema neotropicum</i>	10 – 977	2	5 - 10	2	1 - 3	0,89-3,76	19,73 (8,70)	18-38	25,14 (7,81)

Número de ninhos	Espécies	Variação do número de operárias	Número de ninhos com imaturos	Variação do número de imaturos	Número de ninhos com rainhas	Variação do número de rainhas	Diâmetro do galho (cm)		Comprimento do galho (cm)	
							Variação	Média (±)	Variação	Média (±)
4	<i>Camponotus</i> sp.5	4 – 101	4	8 - 170	2	1 - 1	5,33 – 1,28	2,78 (0,75)	18-42	28,12 (11,51)
4	<i>Crematogaster</i> sp.17	27 – 90	2	12 - 83	0	-	0,70-1,39	9,69 (2,67)	17-29	23,17 (5,08)
4	<i>Megalomyrmex goeldii</i>	20 – 1300	3	2 - 21	1	2	1,43-3,17	2,26 (0,69)	30-40	34,75 (4,57)
3	<i>Pheidole</i> sp.37	6 – 14	3	6 - 8	2	1 - 1	0,95-1,77	1,36 (0,35)	15,5-24	18,83 (4,53)
3	<i>Procryptocerus</i> sp.1	6 – 61	3	2 - 66	0	-	1,05-2,68	1,68 (0,74)	34-44	40,33 (5,50)
3	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	9 – 15	3	6 -27	0	-	0,71-1,76	1,32 (0,51)	25-48	33,4 (12,69)
3	<i>Solenopsis</i> sp.3	18 – 160	2	7-164	0	-	0,37-2,33	1,22 (0,65)	48-89,8	65,26 (21,82)
2	<i>Cephalotes pusillus</i>	75 – 102	1	34	1	1	0,89-1,21	1,04 (0,28)	15,5-31	23,25 (7,75)
2	<i>Crematogaster rochai</i>	34 – 93	0	-	0	-	1,38-1,81	1,61 (0,17)	26,5-29,5	28 (2,78)
2	<i>Crematogaster</i> sp.18	112 – 160	1	53	0	-	0,99-2,37	1,77 (0,70)	22-36,5	29,25 (10,25)
2	<i>Hypoponera</i> sp.4	13 – 33	0	-	0	-	1,15-1,65	1,40 (0,23)	16,5-18,5	17,5 (1,41)
2	<i>Pheidole</i> cf. <i>dione</i>	9 – 1384	2	9 - 29	0	-	1,42-2,62	2,05 (0,54)	22-28	25 (4,24)
2	<i>Strumigenys crassicornis</i>	29 – 74	2	19	0	-	1,39-1,78	1,55 (0,17)	20-29	24,5 (6,36)
1	<i>Acanthognathus rudis</i>	22	0	-	1	1	-	1,96	-	84
1	<i>Camponotus</i> sp.20	15	1	5	0	-	-	0,93	-	25
1	<i>Cardiocondyla wroughtonii</i>	15	0	-	0	-	-	1,79	-	23,5
1	<i>Crematogaster</i> sp.1	78	1	16	0	-	-	0,82	-	32
1	<i>Crematogaster</i> sp.9	29	0	-	0	-	-	0,75	-	23
1	<i>Heteroponera dentinodis</i>	21	0	-	0	-	-	0,52	-	33,3
1	<i>Linepithema leucomelas</i>	15	1	23	0	-	-	0,90	-	55
1	<i>Myrmelachista catharinae</i>	37	0	-	0	-	-	1,27	-	19,5
1	<i>Myrmelachista nodigera</i>	85	1	35	0	-	-	0,51	-	23
1	<i>Myrmelachista reticulata</i>	27	0	-	0	-	-	1,26	-	21

Número de ninhos	Espécies	Variação do número de operárias	Número de ninhos com imaturos	Variação do número de imaturos	Número de ninhos com rainhas	Variação do número de rainhas	Diâmetro do galho (cm)		Comprimento do galho (cm)	
							Variação	Média (±)	Variação	Média (±)
1	<i>Neoponera crenata</i>	22	0	-	1	1	-	2,11	-	27
1	<i>Neoponera</i> sp.13	10	1	8	0	-	-	2,03	-	132
1	<i>Pheidole</i> gr. <i>flavens</i>	22	1	26	0	-	-	1,35	-	30,5
1	<i>Pheidole</i> sp.39	54	1	4	0	-	-	2,61	-	25,8
1	<i>Pheidole</i> sp.43	7	0	-	0	-	-	1,09	-	31
1	<i>Pheidole</i> sp.52	68	1	37	1	1	-	1,56	-	26
1	<i>Procryptocerus</i> sp.2	23	1	20	0	-	-	0,98	-	41,9
1	<i>Strumigenys</i> sp.n	10	0	-	0	-	-	3,02	-	40
1	<i>Wasmannia affinis</i>	71	1	44	0	-	-	0,81	-	38

Quadro 1 – Classificação dos gêneros de formigas nas cavidades de galhos em áreas verdes urbanas de acordo com o local de nidificação.

Gênero	Local de nidificação	Espécies/morfoespécies registradas em galhos
<i>Acanthognathus</i>	-	<i>A. rudis</i>
<i>Brachymyrmex</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009)	<i>B. admotus</i> <i>B. heeri</i>
	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	
<i>Camponotus</i>	Arborícola (DEJEAN et al., 2003; SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009; CASTAÑO-MENESSES, 2014)	<i>C. crassus</i> <i>Camponotus</i> sp.5 <i>Camponotus</i> sp.10 <i>Camponotus</i> sp.20
	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	
<i>Cardiocondyla</i>	Solo (DEYRUP et al., 2000)	<i>C. wroughtonii</i>


Gênero	Local de nidificação	Espécies/morfoespécies registradas em galhos
<i>Cephalotes</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009; CASTAÑO-MENESES, 2014)	<i>C. pusillus</i>
<i>Crematogaster</i>	Arborícola (DELABIE et al., 2000; SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009; DEJEAN et al., 2003; QUINET et al., 2009) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>C. curvispinosa</i> ; <i>C. rochai</i> <i>Crematogaster</i> sp.1; <i>Crematogaster</i> sp.9 <i>Crematogaster</i> sp.17; <i>Crematogaster</i> sp.18
<i>Gnamptogenys</i>	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>G. striatula</i>
<i>Heteroponera</i>	Serapilheira, galhos/troncos ou em cavidades de arbóreas (FEITOSA, 2011)	<i>H. dentinodis</i>
<i>Hypoponera</i>	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>Hypoponera</i> sp.4
<i>Linepithema</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>L. iniquum</i> <i>L. leucomelas</i> <i>L. neotropicum</i>
<i>Megalomyrmex</i>	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>M. goeldii</i> ; <i>Megalomyrmex</i> sp.2
<i>Myrmelachista</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003)	<i>M. catharinae</i> ; <i>M. nodigera</i> ; <i>M. reticulata</i>
<i>Neoponera</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>Neoponera crenata</i> <i>Neoponera</i> sp.13
<i>Nylanderia</i>	–	<i>Nylanderia</i> sp.1
<i>Pheidole</i>	Arborícola (BRANDÃO et al., 2009) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009)	<i>Pheidole</i> cf. <i>dione</i> ; <i>Pheidole</i> gr. <i>flavens</i> ; <i>Pheidole</i> pr. <i>senilis</i> ; <i>Pheidole sospes</i> ; <i>Pheidole</i> sp.14; <i>Pheidole</i> sp.37; <i>Pheidole</i> sp.39; <i>Pheidole</i> sp.43; <i>Pheidole</i> sp.44; <i>Pheidole</i> sp.52

Gênero	Local de nidificação	Espécies/morfoespécies registradas em galhos
<i>Procryptocerus</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009)	<i>Procryptocerus</i> sp.1 <i>Procryptocerus</i> sp.2
<i>Pseudomyrmex</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003; CASTAÑO-MENESES, 2014) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>P. gracilis</i> <i>P. phyllophilus</i>
<i>Solenopsis</i>	Arborícola (BRANDÃO et al., 2009) Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>Solenopsis</i> sp.2 <i>Solenopsis</i> sp.3
<i>Strumigenys</i>	Serapilheira (SILVESTRE et al., 2003)	<i>Strumigenys</i> sp.n
<i>Wasmannia</i>	Arborícola (SILVESTRE et al., 2003; BRANDÃO et al., 2009) Serapilheira (DELABIE, 1988; DEJEAN et al., 2003)	<i>W. affinis</i> <i>W. auropunctata</i>

Caracterização das comunidades de formigas em cada área verde urbana

A riqueza de formigas que ocupa galhos nas áreas verdes urbanas variou entre três e 19 espécies (Quadro 2). Os parques Leon Feffer e Max Feffer e a área Lago da Mata apresentam maior homogeneidade na composição de espécies (Quadro 2). Em contrapartida, o Parque Ecológico de Igaratá e o Lago da Mata são mais diversos do que as demais áreas (Quadro 2). Observa-se também que as comunidades de formigas nidificando em galhos possuem baixa similaridade entre as áreas verdes urbanas (Figura 5).

Quadro 2 – Diversidade de formigas em galhos de acordo com as áreas verdes urbanas onde as expedições de coleta.

Áreas verdes Urbanas	Riqueza	Diversidade de Shannon-Wiener	Equitabilidade de Pielou	Imagem dos locais de coleta
Ilha Marabá	9	1,864	0,8482	
Instituto Biológico	6	1,609	0,8982	
Lago da Mata	15	2,491	0,9198	
Parque Centenário	9	1,749	0,7959	

Áreas verdes Urbanas	Riqueza	Diversidade de Shannon-Wiener	Equitabilidade de Pielou	Imagem dos locais de coleta
Parque Ecológico de Igaratá	19	2,352	0,7987	
Parque Ecológico do Tietê	5	1,376	0,855	
Parque de Itaquaquetuba	8	1,787	0,8595	
Parque Leon Feffer	3	1,099	1	



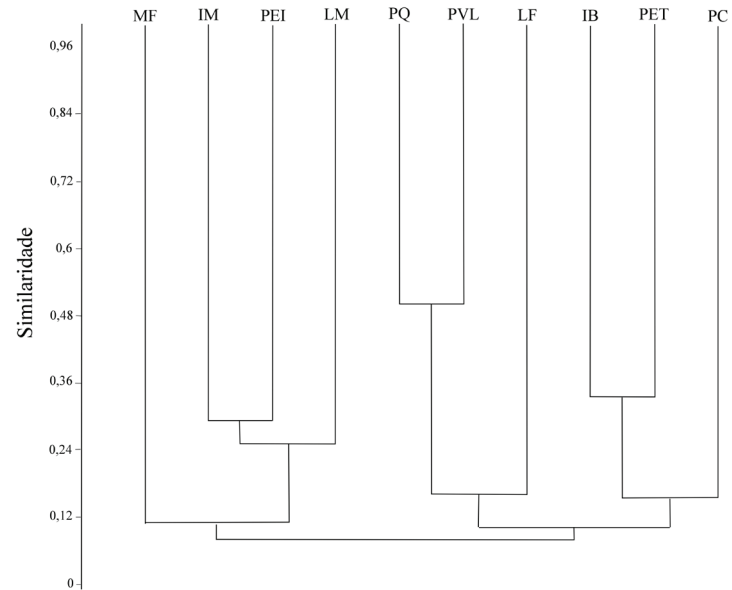
Áreas verdes Urbanas	Riqueza	Diversidade de Shannon-Wiener	Equitabilidade de Pielou	Imagem dos locais de coleta
Parque Max Feffer	9	1,982	0,9022	
Parque Villa Lobos	5	1,263	0,785	

Figura 5 – Similaridade (coeficiente de Bray-Curtis) entre comunidades de formigas registradas em galhos na serapilheira de acordo com a área verde urbana.



Ilha Marabá (IM), Instituto Biológico (IB), Fragmento de Mata Atlântica Lago da Mata (LM) Parque Centenário (PC), Parque Ecológico de Igaratá (PEI), Parque Ecológico do Tietê, Parque de Itaquaquecetuba (PQ), Parque Leon Feffer (LF), Parque Max Feffer (MF), Parque Villa Lobos (PVL).

Biologia das comunidades de formigas e estrutura dos galhos

Em 24,1% (n=54) dos galhos, representando 26 espécies, foram encontradas somente operárias (Tabela 2). Carvalho e Vasconcelos (2002) e Fagundes et al. (2010) também registraram galhos somente com operárias e os classificaram como ninhos satélites, que são locais onde não ocorre uma nidificação efetiva. Os ninhos satélites possuem funções fundamentais, como aumento da área de defesa, ocupação de novos territórios e sobrevivência da colônia (DEBOUT et al., 2007). Colônias que ocupam um único ninho têm maior risco de mortalidade devido à predação ou perturbação (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; DELABIE et al., 1991; KREBS; DAVIES, 1993; HOLWAY; CASE, 2000; SANTOS; DEL-CLARO, 2009). Quando o ninho não é centralizado, a procura por alimento pode ser efetuada pelas operárias que estão em suas ramificações, aumentando a capacidade de forrageamento (SANTOS; DEL-CLARO, 2009; SCHMOLKE, 2009) e reduzindo a distância até a fonte de alimento (HOLWAY; CASE, 2000).

Além de ninhos satélites, temos aqueles considerados como polidômicos. Estes são caracterizados por apresentar a colônia dividida, pelo menos, em dois ninhos separados espacialmente, com operárias e imaturos, sendo que existência de imaturos é fundamental para que as operárias defendam o território (DEBOUT et al., 2007). A polidomia pode ser uma solução para compensar a limitação do espaço disponível para abrigar as colônias de formigas (BYRNE, 1994).

No presente estudo 44,64% (n=100) dos galhos foram classificados como ninhos polidômicos, ocupados por 34 espécies pertencentes aos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Linepithema*, *Megalomyrmex*, *Myrmelachista*, *Neoponera*, *Nylanderia*, *Pheidole*, *Procryptoceus*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis*, *Strumigenys* e *Wasmannia* (Tabela 2). Cerca de 1/3 das espécies encontradas na serapilheira das florestas tropicais são polidômicas (KASPARI et al., 1996; DEBOUT et al., 2007).

Ninhos de formigas com mais de uma rainha coexistindo são denominadas colônias poligínicas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1977; FERNÁNDEZ, 2003; DEBOUT et al., 2007). Neste trabalho, em 6,69% dos galhos, mais de uma rainha

foram encontradas (Tabela 2). Relatos de galhos abrigando colônias com mais de uma rainha também foram feitos por Carvalho e Vasconcelos (2002) e Fernandes et al. (2012).

A presença de mais de uma rainha na colônia não indica que a espécie é poligínica, pois pode não ocorrer divisão reprodutiva (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002; OLIVEIRA et al., 2011). Conforme o envelhecimento da colônia, pode haver a adoção de rainhas recém-fecundadas de outras colônias estabelecidas (OLIVEIRA et al., 2011), ou a criação de rainhas próprias para expandir as colônias (HÖLLDOBLER; WILSON, 1977; SUNDSTRÖM, 1997). Para comprovar a poliginia é necessário observar a postura dos ovos por mais de uma rainha, realizar análises moleculares, ou fazer dissecação para verificar a presença da espermateca preenchida e oócitos funcionais (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002; OLIVEIRA et al., 2011).

Em 11,01% (n=26) dos galhos foram encontrados alados, pertencentes a 11 espécies (Tabela 4). A produção de alados começa quando a colônia possui uma quantidade ótima de operárias para manter a alimentação extra aos imaturos que vão originar os reprodutores (KASPARI, 2003). Isso ocorre normalmente em períodos chuvosos (TORRES et al., 2001; KASPARI, 2003; SANTOS; DEL CLARO, 2009), o que é corroborado também para a região de estudo, exceto pelo mês de agosto (MINUZZI et al., 2007). Mas, neste mês ocorreu a menor liberação de alados.

Tabela 4 – Abundância total de alados de acordo com as espécies/morfoespécies e meses de coleta em áreas verdes urbanas.

Espécies/Morfoespécies	Abril	Mai	Junho	Agosto	Total
<i>Camponotus crassus</i>	19	-	9	-	28
<i>Camponotus</i> sp.20	-	31		-	31
<i>Camponotus</i> sp.5	-	-	6	-	6
<i>Gnamptogenys striatula</i>	81	10	-	-	91
<i>Linepithema leucomelas</i>	-	-	-	4	4
<i>Linepithema neotropicum</i>	-	-	127	-	127
<i>Myrmelachista reticulata</i>	-	22	-	-	22
<i>Nylanderia</i> sp.1	-	63	36	-	99
<i>Pheidole</i> sp.14	8	-	-	-	8
<i>Procryptocerus</i> sp.1	1	-	-	-	1
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	-	4	4

Em 11 galhos (4,91%) foram registradas mais de uma espécie de formiga ocupando o mesmo espaço. *Pheidole* pr. *senilis*, *L. iniquun*, e *Pheidole* sp.14 compartilham o galho com várias espécies (Figura 8). Nota-se que parte das espécies possui tamanho pequeno (veja escala de tamanho em SUGUITURU et al., 2015), exceto por *Camponotus* sp.10, *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1884, *Megalomyrmex goeldii* Forel 1912, *Pseudomyrmex gracilis* (Fabricius, 1804) e *P. phyllophilus* (Smith, 1858).

Figura 8 – Espécies de formigas que compartilham o galho como recurso de nidificação em áreas verdes urbanas.

<i>Gnamptogenys striatula</i> n'=100	n"=41 +	<i>Linepithema neotropicum</i> n'=10
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> n'=50	n"=27 +	<i>Pseudomyrmex gacilis</i> n'=14
<i>Linepithema iniquum</i> n'=52	n"=62 +	<i>Pheidole</i> pr. <i>senillis</i> n'=13
<i>Pheidole</i> sp.14 n'=14	n"=4 +	<i>Pheidole</i> sp.43 n'=7
<i>Brachymyrmex admotus</i> n'=109	n"=0 +	<i>Pheidole</i> pr. <i>senillis</i> n'=10
<i>Pheidole</i> sp.14 n'=125	n"=0 +	<i>Pheidole</i> pr. <i>senillis</i> n'=10
<i>Megalomyrmex goeldi</i> n'=260	n"=16 +	<i>Strumigenys</i> sp.n. n'=10
<i>Pheidole</i> pr. <i>senillis</i> n'=25	n"=0 +	<i>Pheidole</i> sp.14 n'=10
<i>Camponotus</i> sp.10 n'=75	n"=193 +	<i>Linepithema iniquum</i> n'=50
<i>Linepithema iniquum</i> n'=29	n"=4 +	<i>Camponotus</i> sp.10 n'=7
<i>Pheidole sospes</i> n'=67	n"=145 +	<i>Solenopsis</i> sp.2 n'=37
		<i>Pheidole</i> pr. <i>senillis</i> n'=30

Legenda: n' número total de adultos; n" número total de imaturos (independente da espécie) encontrados no mesmo galho.

A permanência de duas espécies no mesmo galho pode indicar ausência de competição e sobreposição de nichos (CERETO et al., 2011), sendo comum em formigas de serapilheira (SOARES; SCHOEREDER, 2001). Nos galhos, de 3,19 a 13% das colônias compartilham o recurso com mais de uma espécie de formiga (BYRNE, 1994; CERETO et al., 2011).

As formigas nidificam em galhos com diâmetro médio de 1,72 cm ($\pm 0,68$ cm) e, comprimento, de 20,32 cm ($\pm 9,4$ cm) (Tabela 2). Entretanto, há variação entre a estrutura média dos galhos colonizados em diferentes áreas: na Amazônia

Central, os ninhos podem ser encontrados nos galhos com diâmetro médio de 1,32 cm e comprimento médio de 14,4 cm (CARVALHO; VASCONCELOS, 2002); na Floresta Ombrófila Densa, as formigas podem ser encontradas nidificando em galhos com até 50,8 mm de diâmetro (NAKANO et al., 2012) e 61 cm de comprimento (PIZO, 2008); em áreas de cultivo de eucalipto, as colônias podem ser encontradas em galhos com diâmetro médio de 0,58 cm (PEREIRA et al., 2007).

A abundância de operárias está associada ao diâmetro do galho ($r_s=0,20$; $g_l=141$; $p<0,05$) e comprimento ($r_s=0,19$; $g_l=141$; $p<0,05$). Carvalho e Vasconcelos (2002) e Silva et al. (2016) não observaram associação entre tamanho da população e estrutura física do galho. Fernandes et al. (2012) encontraram associação entre abundância de operárias e diâmetro do galho apenas para uma espécie de *Pheidole*. Araújo et al. (1995) observaram que colônias populosas de formigas são mais frequentes em galhas de maior volume e Nakano et al. (2012) encontraram correlação positiva entre diâmetro dos galhos e o número de indivíduos de *Myrmelachista catharinae* Mayr, 1887. Normalmente, a população de operárias que ocupa as cavidades de galhos é relativamente pequena porque o espaço é limitado (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Apesar disso, *M. goeldii*, *B. admotus* e *Pheidole* cf. *dione* apresentaram colônias com mais de 1.000 operárias no interior dos galhos (Tabela 2). Nos trabalhos de Carvalho e Vasconcelos, (2002); Ketterl et al. (2003); Nakano et al. (2012) e Fernandes et al. (2012) também foram encontradas colônias populosas em galhos.

Neste trabalho encontramos nos galhos dispersos na serapilheira uma rica fauna de formigas, sendo que 85% das espécies foram registradas em fragmentos de Mata Atlântica (MORINI et al., 2012). Além disso, observamos que este recurso abriga colônias inteiras, possibilitando a expansão e diversificação das comunidades. Assim, os galhos são um recurso importante para a conservação da biodiversidade de formigas em áreas verdes urbanas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP - processo 2013/168615) pela ajuda financeira; à Coordenação do programa em Biotecnologia da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) pelo apoio de sempre; ao ICMBIo (Processo n. 45492-1) pela autorização das coletas, à Leonardo Menino por elaborar o mapa e Wesley Dáttilo por toda colaboração durante a estadia acadêmica da primeira autora no Instituto de Ecología A.C. - Xalapa - México.

Referências

ALMEIDA, M.F.B.; SANTOS, L.R.; CARNEIRO, M A.A. Senescent stem-galls in trees of *Eremanthus erythropappus* as a resource for arboreal ants. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.58, p.265-272, 2014.

ANTWIKI, 2017. Disponível em: <http://www.antwiki.org/wiki/Cardiocondyla_wroughtonii>. Acesso em: 04/01/2017.

ARAÚJO, L.M.; LARA, A.C.F.; FERNANDES, G.W. Utilization of *Apion* sp. (Coleoptera Apioidea) galls by an ant community in southeastern Brazil. *Tropical Zoology*. v.8, p.319-324, 1995.

ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. *Science*, v.304, p.284-286, 2004.

ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I.; SILVERMAN, E. Limitation of nesting resources for ants in Colombian forests and coffee plantations. *Ecological Entomology*, v.31, p.403-410, 2006.

AYRES, M.; AYRES, M.J.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. 5 ed. Belém: IDSM/MCT/CNPq, 2007. 364p.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P.de; SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora INPA, 2015. 388p.

BARBOSA, B.C.; FAGUNDES, R.; SILVA, L.F.; TOFOLI, J.F.V.; SANTOS, A.M.; IMAI, B.Y.P.; GOMES, G.G.; HERMIDORFF, M.M.; RIBEIRO, S.P. Evidences that human disturbance simplify the ant fauna associated a *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae) compromising the benefits of ant-plant mutualism. Brazilian Journal of Biology, v.75, p.58-68, 2015.

BIEBER, A.G.D.; SILVA, P.S.D.; WIRTH, R.; TABARELLI, M.; LEAL, I. Os múltiplos efeitos das saúvas. Ciência Hoje, v.307, n.1, p.28-33, 2013.

BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H.C. Formigas (Hymenoptera). In: PAZZINI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds). Bioecologia e nutrição de insetos: Base para manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2009. p.323-369.

BYRNE, M.M. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland Tropical Forest. Biotropica, v.26, p.61-72, 1994.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; CAMPOS, M.G.C.; KATO, L.M. As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. Biológico, v.62, p.129-133, 2002.

CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.S. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, v.46, n.2, p.115-121, 2002.

CASTAÑO-MENESES, G. Trophic guild structure of a canopy ants community in a Mexican Tropical Deciduous Forest. Sociobiology, v.61, p.35-42, 2014.

CASTAÑO-MENESES, G.; MARIANO, C.F.; ROCHA, P.; MELO, T.; TAVARES, B.; ALMEIDA, E.; DA SILVA, L.; PEREIRA, T.P.L.; DELABIE, J.H.C. The ant community and their accompanying arthropods in cacao dry pods: an unexplored diverse habitat. *Dugesiana*, v.22, p.29-35, 2015.

CERETO, C.E.; SCHMIDT, G.O.; MARTINS, A.G.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C. Nesting of ants (Hymenoptera, Formicidae) in dead post-reproductive plants of *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae), a herb of coastal dunes in southern Brazil. Insectes Sociaux, v.58, p.469-471, 2011.

CHACÓN DE ULLOA, P. Hormigas Urbanas. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). Introducción a las hormigas de La región Neotropical. Colômbia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.149-158.

DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Biociscience Journal*, v.27, p.494-504, 2011.

DEARBORN, D.C.; KARK, S. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology*, v.24, p.432-440, 2010.

DEBOUT, G.; SCHATZ, B.; ELIAS, M.; MCKEY, D. Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. *Biological Journal of the Linnean Society*, v.90, p.319-348, 2007.

DEJEAN, A.; CORBARA, B.; FERNÁNDEZ, F.; DELABIE, J.H.C. Mosaicos de hormigas arbóreas em bosques y plantaciones tropicales. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). Introducción a las hormigas de La región Neotropical. Colômbia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.149-158.

DEL-TORO, I.; RIBBONS, R.R.; PELINI, S.L. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, v.17, p.133-146, 2012.

DELABIE, J.H.C. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. *Revista Theobroma*, v.18, p.29-37, 1988.

DELABIE, J.H.C.; BENTON, F.P.; MEDEIROS, M.A. La polydomie de Formicidae arboricoles dans les cacaoy`eres Du Brésil: optimisation de l'occupation de l'espace ou stratégie d'efensive? *Actes des Colloques Insectes Sociaux*, v.7, p.173-178, 1991.

DELABIE, J.H.C., NASCIMENTO, I.C., PACHECO, P., CASIMIRO, A.B., Community structure of house – infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, p.423-433, 1995.

DELABIE, J.H.C.; LACAU, S.; NASCIMENTO, I.C.; CASIMIRO, A.B.; CAZORLA, I.M.; Communauté des fourmis de souches d'arbres morts dans trois réserves de La forêt atlantique brésilienne (Hymenoptera: Formicidae). *Ecologia Austral*, v.7, p.95-103, 1997.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Orgs) Sampling ground-dwelling ants: case studies from the World's Rain Forests. 1 ed. Australia: School of Environmental Biology. 2000, p.1-17.

DEYRUP, M.; DAVIS, L.; COVER, S. Exotic ants in Florida. Transactions of the American Entomological Society, v.126, p.293-326, 2000.

DIEHL-FLEIG, E. Comunicação e reconhecimento de companheiras de colônia. In: DIEHL-FLEIG, E. (Org.) Formigas: Organização social e ecologia comportamental. 1 ed. São Leopoldo: UNISINOS. 1995, p.97-111.

ESPÍNDOLA, M.B.; BECHARA, F.C.; BAZZO, M.S.; REIS, A. Recuperação ambiental e contaminação biológica, aspectos ecológicos e legais. Biotemas, v.18, p.27-38, 2005.

FAETH, S.H.; BANG, C.; SAARI, S. Urban biodiversity: patterns and mechanisms. Annals of New York Academy of Sciences, v.1223, p.69-81, 2011.

FAGUNDES, R.; TERRA, G. RIBEIRO, S.P., MAJER, J.D. O bambu *Merostachys fischeriana* (Bambusoideae: Bambuseae) como habitat para formigas de Floresta Tropical Montana. Neotropical Entomology, v.39, p.906-911, 2010.

FERNANDES, T.T.; SILVA, R.R.; SOUZA, D.R.; ARAÚJO, N.; MORINI, M.S.C. Undecomposed twigs in the leaf litter as nest-building resources for ants (Hymenoptera: Formicidae) in areas of the Atlantic Forest in the southeastern region of Brazil. Psyche: A Journal of Entomology, v.2012, p.1-8, 2012.

FERNÁNDEZ, F. Breve introducción a la biología social de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá, Colômbia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.89-96.

FEITOSA, S.M. Revisão taxonômica e análise filogenética de Heteroponerinae (Hymenoptera, Formicidae). Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011, 311p.

FOLGARAIT, P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity Conservation, v.7, p.1221-1244, 1998.

- FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.A.R. (Eds) Ecologia Nutricional de Insetos. São Paulo: Editora Manole, 1991. p.131-223.
- HOFFMANN, B.D. Ecological restoration following the local eradication of an invasive ant in Northern Australia. *Biological Invasions*, v.12, p.959-969, 2010.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. The Number of Queens: An Important Trait in Ant Evolution. *Naturwissenschaften*, v.64, p.8-15, 1977.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. The ants. Cambridge: Belknap Press, 732p. 1990.
- HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. Mechanisms of dispersed central-place foraging in polydomous colonies of the Argentine ant. *Animal Behaviour*, v.59, p.433-441, 2000.
- IVES, C.D.; TAYLOR, M.P.; NIPPERESS, D.A.; HOSE, G.C. Effect of catchment urbanization on ant diversity in remnant riparian corridors. *Landscape and Urban Planning*, v.110, p.155-163, 2013.
- KASPARI, M. Worker size and seed size selection by harvester ants in a neotropical forest. *Oecologia*, v.105, p.397-404. 1996.
- KASPARI, M. Introducción a la ecología de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) Introducción a las hormigas de la región neotropical. Bogotá: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.97-112.
- KETTERL, J.; VERHAAGH, M.; BIHN, J.H.; BRANDÃO, C.R.F.; ENGELS, W. Spectrum of ants associated with *Araucaria angustifolia* trees and their relations to hemipteran trophobionts. *Studies Neotropical Fauna Environment*, v.38, p.199-206, 2003.
- KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.N. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation*, v.7, p.1627-1638, 1998.
- KOWARIK, I. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, v.159, p.1974-1983, 2011.
- KREBS, J.R.; DAVIES, N.B. An introduction to behavioural ecology 3.ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 420p. 1993.

LANAN, M.C.; DORNHAUS, A.; BRONSTEIN, J.L.; The function of polydomy: the ant *Crematogaster torosa* preferentially forms new nests near food sources and fortifies outstations. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.65, p.959-968, 2011.

MCGLYNN, T.P. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography*, v.26, p.535-548, 1999.

MCINTYRE, N.E. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Ecology and Population Biology*, v.93, p.825-835, 2000.

MCKINNEY, M.L. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, v.52, p.883-890, 2002.

MELLO, T.S.; PERES, M.C.L.; CHAVARI, J.L.; BRESCOVIT, S.D.; DELABIE, J.H. C. Ants (Formicidae) and spiders (Araneae) listed from the Metropolitan Region of Salvador, Brazil. *Check list*, v.10, p.355-365, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/parques-e-%C3%A1reas-verdes>>. Acesso em: 17/03/2017.

MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C.; BARBOSA, E.M.; MELO JR.; J.C.F. Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.22, p.338-344, 2007.

MIRANDA, M.J.; PINTO, H.S.; JÚNIOR, J.Z.; FAGUNDES, R.M.; FONSECHI, D.B.; CALVE, L.; PELLEGRINO, G.Q. A classificação climática de koeppen para o estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 27/03/2017.

MORINI, M.S.C.; SILVA, R.R.; SUGUITURU, S.S.; PACHECO, R.; NAKANO, M.A. A fauna de formigas da Serra do Itapeti. In: MORINI, M.S.C.; MIRANDA, V.F.O. (Orgs) Serra do Itapeti: Aspectos Históricos, Sociais e Naturalísticos. Bauru: Canal 6, 2012. p.201-220.

MURPHY, D.D. Desafios à diversidade Biológica em áreas urbanas. In: WILSON, E.O. (Ed.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p.89-97.

NAKANO, M.A.; FEITOSA, R.M.; MORAES, C.O.; ADRIANO, L.D.C.; HENGLES, E.P.; LONGUI, L.E.; MORINI, M.S.C. Assembly of *Myrmelachista* Roger (Formicidae: Formicinae) in twigs fallen on the leaf litter of Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Natural History*, v.46, p.2103-2115, 2012.

- NAKANO, M.A.; MIRANDA, V.F.O.; SOUZA, D.R.; FEITOSA, R.M.; MORINI, M.S.C. Occurrence and natural history of *Myrmelachista Roger* (Formicidae: Formicinae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Revista Chilena de Historia Natural*, v.86, p.169-179, 2013.
- NIELSEN A.B.; BOSCH, M.Van Den; MARUTHAVEERAN, S.; BOSCH, C.K.Van Den. Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. *Urban Ecosystems*, v.17, p.305-327, 2014.
- OGOGOL, R.; EGONYU, J.P.; BWOGI, G.; KYAMANYWA, S.; ERBAUGH, M. Interaction of the predatory ant *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) with the polyphagous pest *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidea). *Biological Control*, v.104, p.66-70, 2017.
- OLIVEIRA, P.S.; CAMARGO, R.X.; FOURCASSIE, V. Nesting patterns, ecological correlates of polygyny and social organization in the neotropical arboreal ant *Odontomachus hastatus* (Formicidae, Ponerinae). *Insectes Sociaux*, v.58, p.207-217, 2011.
- PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, p.193-199, 2007.
- PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; SOUZA, G.O.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Influência da heterogeneidade da serapilheira sobre as formigas que nidificam em galhos mortos em floresta nativa e plantio de eucalipto. *Neotropical Biology and Conservation*, v.2, p.161-164, 2007.
- PIZO, M.C. The use of seeds by a twig-dwelling ant on the floor of a tropical rain forest. *Biotropica*, v.40, p.119-121, 2008.
- PIVA, A.; CAMPOS, A.E.C., Ant community structure (Hymenoptera: Formicidae) in two with different urban profiles in the city of São Paulo, Brazil. *Psyche: A Journal of Entomology*, v.2012, p.01-08, 2012.
- QUINET, Y.; HAMIDI, R.; RUIZ-GONZALES, M.X.; BISEA, J.C.; LONGINO, J.T. *Crematogaster pygmaea* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae), a highly polygynous and polydomous *Crematogaster* from northeastern Brazil. *Zootaxa*, v.2075, p.45-54, 2009.
- ROCHA-ORTEGA, M.; CASTAÑO-MENEZES, G. Effects of urbanization on the diversity of ant assemblages in tropical dry forests, Mexico. *Urban Ecosystems*, v.18, p.373-388, 2015.
- ROSA, A.G.; SCHIAVINI, I. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, MG). *Bioscience Journal*, v.22, p.151-162, 2006.

SANTIAGO, D.S.; FONSECA, C.R.; CARVALHO, F.A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.9, p.117-123, 2014.

SANTOS, J.C.; DEL-CLARO, K. Ecology and behaviour of the weaver ant *Camponotus (Myrmobrachys) senex*. *Journal of Natural History*, v.43, p.1423-1435, 2009.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Árvore*, v.27, p.791-798, 2003.

SCHÜTTE, M.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; PEREIRA, M.P.S. Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. *Iheringia, Série Zoologia*, v.97, p.103-110, 2007.

SCHMOLKE, A. Benefits of dispersed central-place foraging: an individual base model of a polydomous ant colony. *American Naturalist*, v.173, p.772-778, 2009.

SIITONEN, J.; JONSSON, B.J. Other associations with dead woody material. In: STOKLAND, J.N.; SIITONEN, J.; JONSSON, B.G. (Eds) *Biodiversity in dead wood*. New York: Cambridge University Press, 2012. p.58-81.

SILVA, O.G.M.; FERNANDES, T.T.; da SILVA, R.R.; SOUZA-CAMPANA, D.R. de; MORINI, M. S. C. Twigs of *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart as a nesting resource for ants (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.60, p.182-185, 2016.

SILVESTRE R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.S. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. p.113-148.

SOARES, S.M.; SCHOEREDER, J.H. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. *Insectes Sociaux*, v.48, p.280-286, 2001.

SOUZA, D.R.; FERNANDES, T.T.; NASCIMENTO, J.R.O.; SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C. Characterization of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in twigs in the leaf litter of the atlantic rainforest and eucalyptus trees in the southeast region of Brazil. *Psyche: A Journal of Entomology*, v.2012, p.1-12, 2012.

STOKLAND, J.N.; SIITONEN, J.; JONSSON, B.G. Introduction. In: STOKLAND, J. N.; SIITONEN, J.; JONSSON, B.G. (Eds) Biodiversity in dead wood. New York: United States of America, Cambridge University Press, 2012. p.1-9.

SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C.; FEITOSA, R.M.; SILVA, R.R. Formigas do Alto Tietê. 1ed. Bauru: Canal 6, 2015, 456p.

SUNDSTRÖM, L. Queen acceptance and nestmate recognition in monogyne and polygyne colonies of the ant *Formica truncorum*. *Animal Behaviour*, v.53, p.499-510, 1997.

TORRES, J.A.; SNELLING, R.R.; CANALS, M. Seasonal and nocturnal periodicities in ant nuptial flights in the tropics (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, v.37, p.601-626, 2001.

WERNER, P. The ecology urban areas and their functions for species diversity. *Landscape and Ecological Engineering*, v.7, p.231-240, 2011.

YAMAGUCHI, T. Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan. *Ecological Research*, v.19, p.209-216, 2004.

YAMAGUCHI, T. Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan II. Analysis of species. *Entomological Science*, v.8, p.17-25, 2005.

YOUNGSTEADT, E.; HENDERSON, R.C.; SAVAGE, A.M.; ERNST, A.F.; DUNN, R.R.; FRANK, S.D. Habitat and species identity, not diversity, predict the extent of refuse consumption by urban arthropods. *Global Change Biology*, v.21, p.1103–1115, 2015.

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, p.85-87, 2002.

BIOLOGIA MOLECULAR COMO FERRAMENTA EM ESTUDOS DE DIVERSIDADE DE FORMIGAS-URBANAS E DA MICROBIOTA ASSOCIADA

RICARDO HARAKAVA

Resumo

Neste capítulo foram abordados exemplos de aplicações de ferramentas de biologia molecular para o estudo de formigas em geral, e que estão sendo ou poderão ser aplicadas no ambiente urbano. Resultados obtidos por meio de técnicas como código de barras de DNA, filogenômica, sequenciamento de nova geração e microssatélites ilustram a capacidade em revelar novos conhecimentos sobre a biologia das formigas.

Introdução

O emprego de métodos moleculares tem permitido grandes avanços nas mais diversas áreas da biologia, não sendo diferente na entomologia. Como sede das informações que determinam as características dos seres vivos, o DNA contém muitas das respostas para questões fundamentais. Algumas das perguntas que gostaríamos de fazer aos insetos podem ser exemplificadas: quem são vocês, quem são seus parentes, quantos vocês são, de onde vocês vêm, por onde vocês andam, aonde vocês vão, quem são seus amigos, quem são seus inimigos, e tantas outras, podem ser respondidas investigando-se o DNA. Estas questões permeiam não somente o estudo dos insetos no meio urbano como no habitat nativo. Devido ao pequeno número de estudos moleculares envolvendo formigas-urbanas, exemplos oriundos de investigações com formigas em geral foram selecionados para ilustrar a potencialidade destas técnicas para gerar novos conhecimentos.

Taxonomia, filogenia e biodiversidade

As questões – quem são vocês, quem são seus parentes, quantos vocês são e de onde vocês vêm – são de interesse da taxonomia, filogenia e para o conhecimento da biodiversidade. Fundamentais para tais estudos são a correta identificação das espécies (procurando pelas diferenças que permitam distingui-las) e o agrupamento das espécies em clados (procurando pelas semelhanças que permitam uni-las). Tradicionalmente, caracteres morfológicos têm sido utilizados para este propósito, entretanto, não há mirmecólogo que não tenha se deparado em sua carreira com algum táxon de difícil identificação pelas mais diversas razões como polimorfismo, convergência adaptativa, chaves de identificação de difícil interpretação, lacunas no conhecimento e indisponibilidade de especialistas para auxiliar na tarefa. Dada a necessidade, essa é uma das áreas onde a biologia molecular mais pode contribuir na mirmecologia.

Uma ferramenta molecular de ampla utilização na entomologia é o código de barras de DNA. Paul Hebert, ideólogo e grande divulgador desta ferramenta, propôs que a sequência nucleotídica de um pequeno fragmento de DNA poderia conter informação suficiente para distinguir praticamente qualquer ser vivo do planeta (HEBERT et al., 2003). O trecho de DNA escolhido para tal tarefa foi a região 5' do gene codificador da citocromo oxidase I (COI) mitocondrial, de cerca de 700 nucleotídeos somente. Algumas das características favoráveis deste gene para este fim são o fato de ser haploide e de cópia única, sofrer herança materna e apresentar variabilidade relativamente alta. É de se surpreender que um pequeno trecho de DNA (somente uma parte do gene COI é sequenciado) possa cumprir tal tarefa, mas uma grande quantidade de estudos tem demonstrado que, na prática, a identificação molecular de organismos é congruente com a identificação que tem como base caracteres morfológicos (HEBERT et al., 2004; SMITH et al., 2005; GEIGER et al., 2016). Algumas características de ordem prática ajudam a explicar a ampla e rápida adoção do código de barras de DNA por muitos pesquisadores. Os procedimentos laboratoriais são relativamente simples envolvendo extração de DNA, amplificação do fragmento gênico por PCR (reação em cadeia pela polimerase), sequenciamento e análise dos dados por meio de programas de bioinformática. A extração de DNA pode ser realizada por meio de métodos “caseiros” (mais baratos) ou por *kits* comerciais (mais práticos). O aparelho para a realização da PCR, o termociclador, está disponível em qualquer laboratório de biologia molecular e o sequenciamento, se não puder ser feito no próprio laboratório, pode ser realizado em centrais de equipamentos existentes na maioria das universidades e institutos de pesquisa ou mesmo por meio de empresas que prestam esse serviço.

Nosso grupo de pesquisa utilizou esta ferramenta para auxiliar na identificação de espécimes de formigas-urbanas de dois gêneros de notória dificuldade de identificação pela morfologia: *Solenopsis* e *Camponotus* (GUSMÃO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2017). Para as formigas lava-pés que ocorrem em praças e parques na cidade de São Paulo, foram encontradas as espécies *Solenopsis invicta* e *Solenopsis saevissima*, com dois haplótipos cada (GUSMÃO et al., 2010). Para o gênero *Camponotus* foi observado que, a maior parte das espécies, cuja ocorrência havia sido relatada para as reservas naturais que circundam a cidade, também habita a malha urbana (OLIVEIRA et al., 2017). Neste estudo foi observado

que a captura de alados permite a detecção de espécies com operárias que não são facilmente coletadas, e que o sequenciamento pode auxiliar na identificação desta fase reprodutiva para a qual raramente existem chaves de identificação. O sequenciamento do gene COI também indicou a existência de espécies crípticas em *C. atriceps*, *C. crassus*, *C. fuscocinctus*, *C. rufipes* e mais duas morfoespécies não identificadas.

É preciso salientar que o sequenciamento de DNA por si só não permite identificar espécies de formigas se não existirem sequências iguais ou semelhantes nas bases de dados e que estejam associadas a espécimes identificados corretamente. O trabalho de taxonomistas tradicionais continua tão importante quanto sempre foi. O estudo da diversidade genética tem pouco significado sem a devida contextualização de dados morfológicos, ecológicos, comportamentais e de distribuição geográfica. Mirmecólogos que saibam aliar o uso de ferramentas moleculares com as demais técnicas de investigação aumentam sua capacidade de revelar novos fatos a respeito de seu material de estudo. Por outro lado, em estudos de biodiversidade, na ausência de especialistas que possam identificar os espécimes coletados, estes podem ser caracterizados somente pelo sequenciamento de DNA e tratados como unidades taxonômicas operacionais moleculares (“molecular operational taxonomic units” ou MOTUs), acelerando as análises de riqueza e diversidade (SMITH et al., 2005). A proposta de integração da morfologia com o código de barras de DNA e outras disciplinas como ecologia, estudo do comportamento, sequenciamento de genes nucleares, constituindo a taxonomia integrativa, busca associar diversas estratégias para a resolução dos desafios taxonômicos (PIRES; MARINONI, 2010; SCHLICK-STEINER et al., 2010). Aplicando esta abordagem, Ronque et al. (2016) confirmaram elegantemente que *Camponotus renggeri* e *Camponotus rufipes* constituem espécies distintas, contrariando proposta de uni-las em *C. rufipes*, como uma espécie altamente variável (MACKAY, 2004).

Apesar da grande eficiência do uso do código de barras para identificação de espécies de insetos, existem fatores que podem dificultar o emprego desta ferramenta. Há relatos de problemas envolvendo espécies distintas apresentando sequências idênticas, níveis de variação intraespecífica que se sobrepõem aos da variação interespecífica, heteroplasmia (presença de mitocôndrias com genomas diferentes em um mesmo organismo) e pseudogenes mitocondriais incorporados ao genoma nuclear (WILL et al., 2005; LEITE, 2012).

Se, por um lado, o sequenciamento do gene COI mitocondrial tem permitido a identificação e separação de espécies com grande acurácia, estudos filogenéticos que buscam verificar o grau de parentesco entre espécies, gêneros e taxa superiores são menos confiáveis e de menor resolução se baseados na sequência de um único gene. Por esta razão, abordagens multigênicas utilizando seis ou mais genes mitocondriais e nucleares são mais empregadas neste tipo de estudo. Nos dois trabalhos mais abrangentes que utilizaram este método, Moreau et al. (2006) e Brady et al., (2006) sequenciaram 6 a 7 genes nucleares e mitocondriais de formigas pertencentes a centenas de gêneros diferentes compreendendo todas as 20 subfamílias de Formicidae então reconhecidas e alguns himenópteros aculeados como grupo externo para comparação, para construir árvores filogenéticas abrangentes da família das formigas. Nos estudos de Moreau et al. (2006) e Brady et al. (2006), as estimativas de quando surgiram os grupos de formigas atualmente existentes, utilizando relógio molecular e registro fóssil, variaram entre 140 a 160 e 115 a 135 milhões de anos atrás, respectivamente. Enquanto Moreau et al. (2006) afirmam que seus dados indicam que a ascensão das plantas angiospermas influenciou diretamente a diversificação das formigas, Brady et al. (2006) optam por uma posição mais cautelosa quanto a esta coevolução, afirmando ser ainda necessário aprimorar os métodos para estimar a linha do tempo da evolução das formigas.

Nos últimos anos, o surgimento de tecnologias de sequenciamento de DNA em larga escala, coletivamente chamadas de “next generation sequencing” (NGS) ou sequenciamento de nova geração, revolucionou estudos baseados no sequenciamento de DNA. Além de reduzir os custos e o tempo necessários para a obtenção de genomas completos de organismos (de vários milhões de dólares para alguns milhares e de décadas para dias no caso do genoma humano), outras aplicações inéditas passaram a ser possíveis como a quantificação da expressão de todos os genes de uma determinada célula ou tecido (transcriptômica e RNAseq) (JOHNSON et al., 2013) e a caracterização de todos ou quase todos os organismos presentes em uma determinada amostra (“metabarcoding” e metagenômica) (LINARD et al., 2015; BENG et al., 2016). Em estudos filogenéticos, o impacto da NGS foi que as filogenias passaram a ser construídas com centenas a milhares de genes, quando não com o genoma inteiro, resultando em árvores com alta resolução e robustez estatística (BLAIMER et al., 2015; WINSTON et al., 2017). O conjunto destes estudos é denominado de filogenômica. A possibilidade

de se sequenciar genomas completos de formigas a custos acessíveis e em pouco tempo também está permitindo estudos inéditos de como interações interespecíficas afetam a evolução do genoma (RUBIN; MOREAU, 2016)

Usando a análise de transcriptomas de 10 espécies de himenópteros aculeados, Johnson et al. (2013) demonstraram que o grupo (táxon) irmão das formigas é a Superfamília Apoidea (vespas Spheciformes e abelhas) e não vespas ectoparasitoides das famílias Vespidae e Scoliidae como se acreditava anteriormente.

A técnica de “metabarcoding” consiste em sequenciar em larga escala um ou mais “amplicons” obtidos a partir de DNA extraído diretamente de uma amostra ambiental complexa. Um exemplo desta abordagem é o estudo de Beng et al. (2016) que compararam a comunidade de artrópodes presente na serapilheira de 35 combinações pareadas de plantação (seringueira ou chá) *versus* vegetação nativa, por meio do sequenciamento do gene COI em equipamento NGS. A coleta dos artrópodes foi realizada com extratores de Winkler e, para cada amostra, duas pernas de cada indivíduo maior ou igual a 5 mm ou o corpo inteiro para indivíduos menores foram agrupados e submetidos à extração de DNA e sequenciamento. Ao todo, foram detectadas 3.624 unidades taxonômicas operacionais moleculares de artrópodes. Na comparação das plantações com as vegetações nativas adjacentes, a seringueira causou maior redução na diversidade de espécies do que o chá, mas esses efeitos variaram conforme o grupo de artrópodes considerado. Por exemplo, nas plantações de chá houve aumento na diversidade de Orthoptera.

A caracterização de comunidades microbianas de um determinado ambiente por meio do sequenciamento em larga escala do DNA total é uma técnica bem estabelecida em estudos microbiológicos (RIESENFELD et al., 2004). Por outro lado, a aplicação do mesmo princípio para a caracterização de comunidades de insetos esbarra em algumas dificuldades, como a maior complexidade dos genomas e o pequeno número de genomas completos disponíveis para balizar as análises. Apesar disso, uma estratégia denominada “metagenome skimming” (MGS) está sendo utilizada com sucesso para a caracterização de comunidades de artrópodes (LINARD et al., 2015). A MGS consiste em sequenciar superficialmente por NGS o DNA de uma mistura de centenas de espécies, sem a intenção de obter genomas completos de cada espécie, mas obter segmentos de DNA prevalentes, de alto número de cópias nos genomas que prontamente se agrupam formando

“contigs” e “scaffolds” após o processamento por bioinformática. Para insetos, esses segmentos correspondem ao DNA mitocondrial, sequências conservadas com similaridade a sequências presentes em bases de dados de ESTs (“expressed sequence tags”) e de proteínas e elementos repetitivos conhecidos, como os genes de RNAs ribossomais e de histonas. Linard et al. (2015), utilizando uma mistura de DNA de centenas de espécies de Coleoptera, verificaram que o número de “scaffolds” de RNAs ribossomais obtidos por MGS permite estimar a diversidade taxonômica de uma amostra. Esses autores reconhecem, entretanto, que este tipo de análise pode ser prejudicado quando a presença de indivíduos de espécies muito próximas em uma amostra resulta em “contigs” quiméricos que aglutinam sequências dessas espécies devido à baixa variabilidade.

Visando aprimorar a capacidade de obtenção de sequências informativas a partir dos genomas dos organismos, desenvolvidos alguns métodos de sequenciamento direcionado para regiões de interesse. Por meio deles, o DNA extraído do organismo é preparado de forma a enriquecê-lo em regiões genômicas de interesse, permitindo obter centenas a milhares de sequências informativas de centenas de organismos simultaneamente no equipamento de NGS. Uma destas estratégias é o enriquecimento do DNA por Elementos Ultraconservados (“ultraconserved elements” ou UCE) que são regiões genômicas altamente conservadas entre organismos de diferentes taxas (BEJERANO et al., 2004) seguida pelo sequenciamento destes e das regiões que os flanqueiam. Os UCEs permitem a captura das sequências de DNA conservadas por hibridização e as regiões que os flanqueiam contêm a variabilidade genética que permite as análises filogenéticas. Blaimer et al. (2015) demonstraram a superioridade do sequenciamento de 959 UCEs de 82 espécies de Formicinae em comparação com o sequenciamento de 10 genes nucleares, conferindo maior resolução e suporte estatístico às inferências filogenéticas. Outra estratégia filogenômica é a genotipagem por sequenciamento (“genotyping-by-sequencing” ou GBS) na qual o DNA é digerido por uma enzima de restrição que o corta em fragmentos menores previamente ao sequenciamento (ELSHIRE et al., 2011). Este tipo de abordagem é chamado de sequenciamento de representação reduzida de genoma (“reduced representation genome sequencing”). Utilizando esta técnica, Winston et al. (2017) obtiveram, em média, sequências de 58.095 loci para cada um dos 150 espécimes de formigas de correição dos gêneros *Cheliomyrmex*, *Eciton*,

Labidus, *Neivamyrmex* e *Nomamyrmex* coletados na América do Sul e América Central. As análises de divergência genética entre linhagens irmãs que ocorrem em ambas Américas indicam que o início da colonização da América Central por espécies de formigas de correição oriundas do Sul deve ter ocorrido entre 4 a 7 milhões de anos atrás por meio de conexões de terra efêmeras que se formaram previamente ao completo fechamento do istmo do Panamá.

A capacidade de sequenciar genomas completos possibilitou um estudo inédito sobre como os genomas evoluem concomitantemente ao desenvolvimento de relações mutualísticas obrigatórias entre formigas do gênero *Pseudomyrmex* e plantas dos gêneros *Acacia*, *Triplaris* e *Tachigali* (RUBIN; MOREAU, 2016). Em organismos que coevoluem antagonisticamente, como patógenos *versus* hospedeiros, é prevista uma maior taxa de evolução molecular de acordo com a Hipótese da Rainha de Copas (VAN VALEN, 1973) em alusão ao fato dos antagonistas precisarem correr o máximo que podem para permanecerem no mesmo lugar, como em uma passagem da estória de Alice nos Países das Maravilhas de Lewis Carroll. Dados experimentais, principalmente de estudos sobre genes de patogenicidade e de resistência, confirmam a maior taxa evolutiva (SIRONI et al., 2015) neste tipo de simbiose. Entretanto, o efeito das relações mutualísticas sobre os genomas era incerto, pois há modelos matemáticos que sugerem ser vantajoso ao mutualista evoluir mais lentamente que seu parceiro, constituindo o efeito do Rei de Copas (BERGSTROM; LACHMANN, 2003). Rubin e Moreau (2016) observaram maiores taxas evolutivas nas espécies de *Pseudomyrmex* mutualísticas (*P. concolor*, *P. dendroicus* e *P. flavicornis*) quando comparadas com as espécies generalistas mais próximas (*P. pallidus*, *P. elongatus* e *Pseudomyrmex* sp. PSW-54), indicando que as pressões seletivas sofridas por mutualistas obrigatórios são semelhantes às observadas para parasitas ou patógenos, acelerando as taxas evolutivas.

Como visto, o sequenciamento por NGS em suas diversas modalidades têm possibilitado novas descobertas que vão muito além da mera descrição da sequência nucleotídica dos organismos.

Genética de populações e biogeografia

As questões – por onde você anda e aonde você vai – são de interesse da genética de populações e da biogeografia. O rastreamento da distribuição de populações de uma espécie de formiga requer métodos moleculares específicos para esta finalidade, dada a pequena variabilidade genética que se observa entre indivíduos da mesma espécie. Os marcadores moleculares que têm se mostrado mais apropriados para esses estudos são os microssatélites também conhecidos por repetições de sequências simples (“simple sequence repeats” ou SSR) ou repetições em tandem curtas (“short tandem repeats” ou STR). Esses marcadores são sequências, em sua maioria, de dois a cinco nucleotídeos repetidos de 5 a 50 vezes que ocorrem de maneira dispersa nos genomas dos seres vivos, principalmente em regiões intrônicas e intergênicas. Os microssatélites permitem a distinção entre indivíduos pela variação no número de repetições que cada um pode apresentar. Quanto maior o número de microssatélites avaliados, maior será o poder de discriminação. Em testes de paternidade humana ou para a identificação de indivíduos são utilizados cerca de 13 marcadores microssatélites (BUTLER, 2006).

Estudos empregando microssatélites têm permitido a determinação da origem de espécies de formigas invasoras. Tsutsui et al. (2001) utilizaram sequenciamento do gene mitocondrial citocromo b e caracterização de 7 marcadores microssatélites para descartar o Brasil como origem da linhagem de *Linepithema humile* invasora de ambientes semelhantes ao ecossistema Mediterrâneo ao redor do mundo e apontar a região ao Sul do Rio Paraná, na Argentina, como provável fonte das populações introduzidas. Posteriormente, Van Wilgenburg et al. (2010), utilizando 13 marcadores microssatélites, hidrocarbonetos cuticulares e estudos de comportamento demonstraram que *L. humile* presente na América do Norte, Europa, Ásia, Havaí e Nova Zelândia constitui uma única supercolônia intercontinental representando provavelmente a sociedade animal com maior população conhecida.

Através da análise de 66 marcadores microssatélites, além do sequenciamento de parte do DNA mitocondrial e do gene Gp9 nuclear, Ascunce et al. (2011) obtiveram evidências que confirmam que uma região no Nordeste da Argentina é a origem das formigas lava-pés introduzidas no Sul dos Estados Unidos e que outras regiões como Califórnia, Caribe,

China, Taiwan, Austrália e Nova Zelândia foram posteriormente invadidas por populações oriundas do Sul dos Estados Unidos.

Como em outras áreas da pesquisa biológica, o sequenciamento em larga escala também está impactando os estudos de genética de populações oferecendo novas formas de genotipagem em larga escala, tal como a genotipagem por sequenciamento (GBS), mencionada anteriormente. Apesar disso, o fato de focar regiões altamente variáveis, faz do emprego de microssatélites ferramenta extremamente eficaz para a distinção de indivíduos da mesma espécie e que deve continuar em uso por muito tempo.

Endossimbiontes e patógenos

Ferramentas moleculares são também muito utilizadas para caracterizar os amigos (endossimbiontes benéficos) e os inimigos (patógenos) das formigas.

A maioria das bactérias endossimbiontes encontradas em formigas e outros artrópodes não é passível de cultivo em meio artificial sendo, por isso, de difícil caracterização pelos métodos microbiológicos tradicionais. A sua detecção tem sido realizada por meio de PCR empregando-se iniciadores específicos ou pelo sequenciamento do gene codificador do RNA ribossomal 16S, como no caso da detecção de *Blochmannia* e *Wolbachia* em *C. fellah* e *C. textor* (SOUZA et al., 2009; RAMALHO et al., 2017b) e de *Wolbachia* em *Solenopsis* spp. e *L. humile* (REUTER et al., 2005; MARTINS et al., 2012).

A caracterização de genomas completos de bactérias endossimbiontes de espécies de formigas que constituem uma linhagem filogenética permite vislumbrar aspectos moleculares da coevolução entre ambos. Um estudo desta natureza foi realizado por Williams e Wernegreen (2015) ao sequenciar genomas completos de *Blochmannia* de *Colobopsis obliquus* e *Polyrhachis turneri*, duas linhagens divergentes da tribo Camponotini. Além destes dois genomas, foram incluídos outros quatro de *Blochmannia* de *Camponotus sensu stricto* (*C. chromaiodes*, *C. floridanus*, *C. pennsylvanicus*, e *C. vafer*)

previamente sequenciados, permitindo reconstruir eventos evolutivos dos primórdios desta simbiose que se iniciou a aproximadamente 40 milhões de anos atrás. Estudos recentes colocam o gênero *Colobopsis* como grupo irmão de todas as Camponotini existentes enquanto que *Polyrhachis* divergiu posteriormente (BLAIMER et al., 2015). A topologia da árvore filogenética construída com sequências de 30 genes das seis linhagens de *Blochmannia* foi congruente com a filogenia das espécies hospedeiras, apoiando *Colobopsis* como linhagem separada e não como subgênero de *Camponotus*. Comparação dos seis genomas permitiu reconstruir o conteúdo gênico provável do último ancestral comum destas linhagens, com 690 genes, sendo que a maioria destes (568 genes) ainda está presente nas seis linhagens. A gradual perda de genes de endossimbiontes intracelulares é um fenômeno conhecido e explicado pelo fato da célula hospedeira prover parte das necessidades do hospedado. Nas seis linhagens de *Blochmannia*, diferentes genes foram perdidos em funções como transferência de informação, metabolismo e comunicação célula-a-célula. Dentre os genes do metabolismo, aqueles envolvidos na biossíntese da riboflavina e da vitamina B6 ilustram como as linhagens diferem quanto à perda gênica. Somente *B. obliquus* e *B. turneri* perderam a capacidade de sintetizar riboflavina, tornando as espécies hospedeiras dependentes da aquisição deste nutriente pela alimentação ou do fornecimento por outro endossimbionte ou componente da microflora do trato digestório. Quanto à capacidade de sintetizar a vitamina B6, somente *B. obliquus* perdeu genes de sua via biossintética

O sequenciamento de RNAs tem permitido a detecção de vírus de formigas que seriam de difícil constatação por outras técnicas. Vírus de *S. invicta* foram descobertos pelo sequenciamento de bibliotecas de RNA mensageiros por método Sanger (VALLES; HASHIMOTO, 2009). Dentre os genes da própria formiga, também se encontravam alguns genes de vírus até então desconhecidos que foram denominados SINV-1, SINV-2 e SINV-3. Dentre estes vírus, SINV-3 foi o que apresentou maior correlação com a morte da colônia. Um vírus de *L. humile*, denominado LHUV-1 (Dicistroviridae) foi descoberto por sequenciamento de RNAs mensageiros em larga escala (RNAseq) a partir de espécimes coletados na Nova Zelândia (SÉBASTIEN et al., 2015). No mesmo estudo, constatou-se a presença do vírus em amostras da Austrália e Argentina também, sugerindo que sua introdução ocorreu junto com *L. humile* e que o “Deformed wing vírus” (DWV), associado à morte de abelhas, é encontrado com frequência infectando a formiga invasora na Nova Zelândia.

Abordagens metagenômicas também têm sido utilizadas para caracterizar a microbiota total associada a formigas. A microbiota bacteriana associada a mais de 80 espécies de formigas do gênero *Polyrhachis* foi caracterizada por meio de sequenciamento em larga escala de parte do gene ribossomal 16S (RAMALHO et al., 2017a). Além dos endossimbiontes *Wolbachia* e *Blochmannia*, também foram encontradas bactérias dos gêneros *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Nocardia*, *Sodalis* e membros da família Thitrichaceae, compreendendo um total de 5.443 unidades taxonômicas operacionais (OTUs). Em uma única amostra foram encontradas até 1.384 OTUs. Comparados a vertebrados, os insetos em geral apresentam menor diversidade da comunidade bacteriana no trato digestório, mas com maior variabilidade entre espécies (ENGEL; MORAN, 2013). Análises de correlação indicam que a comunidade bacteriana em espécies de *Polyrhachis* foi influenciada pela filogenia da formiga hospedeira, enquanto que a localização geográfica não teve efeito sobre a mesma (RAMALHO et al., 2017a).

A enorme diversidade de microrganismos que pode estar associada às formigas, sejam eles benéficos ou prejudiciais, tem despertado grande interesse dos mirmecólogos e pode ajudar a desvendar aspectos de sua biologia até então desconhecidos. As novas técnicas de sequenciamento em larga escala provê o pesquisador com uma ferramenta capaz de encarar o desafio de caracterizar essa diversidade.

Considerações finais

Ferramentas moleculares têm permitido grandes avanços no conhecimento sobre diferentes aspectos da biologia das formigas em geral podendo da mesma forma impactar os estudos sobre formigas no meio urbano. O emprego dos métodos de sequenciamento em larga escala está intensificando ainda mais o ritmo de geração de informações que podem ser utilizadas para responder às mais diversas questões da mirmecologia. Isto posto, é importante ressaltar que, por si só, os dados moleculares não esclarecem os fenômenos da natureza se não forem devidamente contextualizados e interpretados à luz dos conhecimentos da taxonomia, biologia, ecologia e tantas outras áreas de conhecimento que envolvem

o estudo das formigas. Cabe ao pesquisador conhecer essas novas ferramentas à sua disposição e saber selecionar aquela que poderá ajudar a responder às suas indagações.

Referências

ASCUNCE, M.S.; YANG, C-C., OAKEY, J.; CALCATERRA, L.; WU, W-J.; SHIH, C-J.; GOUDET, J.; ROSS, K.G.; SHOEMAKER, D. Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Science*, v.331, p.1066-1068, 2011.

BEJERANO, G.; PHEASANT, M.; MAKUNIN, I.; STEPHEN, S.; KENT, W.J.; MATTICK, J.S.; HAUSSLER, D. Ultraconserved elements in the human genome. *Science*, v.304, p.1321-1325, 2004.

BENG, K.C.; TOMLINSON, K.W.; SHEN, X.H.; SURGET-GROBA, Y.; HUGHES, A.C.; CORLETT, R.T.; SLIK, J.W.F. The utility of DNA metabarcoding for studying the response of arthropod diversity and composition to land-use change in the tropics. *Scientific Reports*, v.6:24965, 2016.

BERGSTROM, C.T.; LACHMANN, M. The Red King effect: when the slowest runner wins the coevolutionary race. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, v.100, p.593-598, 2003.

BLAIMER, B.B.; BRADY, S.G.; SCHULTZ, T.R.; LLOYD, M.W.; FISHER, B.L.; WARD, P.S. Phylogenomic methods outperform traditional multi-locus approaches in resolving deep evolutionary history: a case study of formicine ants. *BMC Evolutionary Biology*, v.15, p.271, 2015.

BRADY, S.G.; SCHULTZ, T.; FISHER, B.L.; WARD, P.S. Evaluating alternative hypotheses for the early evolution and diversification of ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, v.103, p.18172-18177, 2006.

BUTLER, J.M. Genetics and genomics of core short tandem repeat loci used in human identity testing. *Journal of Forensic Sciences*, v.51, p.253-265, 2006.

ELSHIRE, R.J.; GLAUBITZ, J.C.; SUN, Q.; POLAND, J.A.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E.S.; MITCHELL, S.E. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PLoS One*, v.6, e19379, 2011.

ENGEL, P.; MORAN, N.A. The gut microbiota of insects – diversity in structure and function. *FEMS Microbiology Reviews*, v.37, p.699-735, 2013.

GEIGER, M.F.; MORINIERE, J.; HAUSMANN, A.; HASZPRUNAR, G.; WÄGELE, W.; HEBERT, P.D.N.; RULIK, B. Testing the global malaise trap program – How well does the current barcode reference library identify flying insects in Germany? *Biodiversity Data Journal*, v.4, e10671, 2016.

GUSMÃO, F.A.; HAKAKAVA, R.; CAMPOS, A.E.C. Fire-ants of the *Solenopsis saevissima* species-group (Hymenoptera: Formicidae) nesting in parks in the city of São Paulo: identification based on mtDNA sequences and morphological characters *Sociobiology*, v.56, p.353-362, 2010.

HEBERT, P. D. N.; RATNASINGHAM, S.; DE WAARD, J. R. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v.270, p.S96–S99, 2003.

HEBERT, P.D.N.; STOECKLE, M.Y.; ZEMLAK, T.S.; FRANCIS, C.M. Identification of birds through DNA barcodes. *PLOS Biology*, v.2, n.10, p.e312, 2004.

JOHNSON, B.R.; BOROWIEC, M.L.; CHIU, J.C.; LEE, E.K.; ATALLAH, J.; WARD, P.S. Phylogenomics resolves evolutionary relationships among ants, bees, and wasps. *Current Biology*, v.23, p.2058-2062, 2013.

LEITE, L.A.R. Mitochondrial pseudogenes in insect DNA barcoding: differing points of view on the same issue. *Biota Neotropica*, v.12, p.301-308, 2012.

LINARD, B.; CRAMPTON-PLATT, A.; GILLETT, C.P.D.T.; TIMMERMANS, M.J.T.N.; VOGLER, A.P. Metagenome skimming of insect specimen pools: potential for comparative genomics. *Genome Biology and Evolution*, v.7, p.1474-1489, 2015.

MACKAY, W.P. The systematic and biology of the new world carpenter ants of the hyperdiverse genus *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae). Disponível em <http://www.utep.edu/leb/antgenera.htm>. Acessado em 30/05/2017.

- MARTINS, C.; SOUZA, R.F.; BUENO, O.C. Presence and distribution of the endosymbiont *Wolbachia* among *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae) from Brazil and its evolutionary history. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.109, p.287-296, 2012.
- MOREAU, C.S.; BELL, C.D.; VILA, R.; ARCHIBALD, B.; PIERCE, N.E. Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. *Science*, v.312, p.101-104, 2006.
- OLIVEIRA, A.A.; CAMPOS, A.E.C.; HARAKAVA, R. Genetic diversity of urban *Camponotus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) ants revealed by capture of alates and DNA sequencing. *Neotropical Entomology*, doi:10.1007/s13744-017-0489-z, 2017.
- PIRES, A.C.; MARINONI, L. DNA barcoding and traditional taxonomy unified through Integrative Taxonomy: a view that challenges the debate questioning both methodologies. *Biota Neotropica*, v.10, p.339-346, 2010.
- RAMALHO, M.O.; BUENO, O.C.; MOREAU, C.S. Microbial composition of spiny ants (Hymenoptera: Formicidae: *Polyrhachis*) across their geographic range. *BMC Evolutionary Biology*, v.17, p.96, doi:10.1186/s12862-017-0945-8, 2017a.
- RAMALHO, M.O.; MARTINS, C.; SILVA, L.M.R.; MARTINS, V.G.; BUENO, O.C. Intracellular symbiotic bacteria of *Camponotus textor*, Forel (Hymenoptera, Formicidae). *Current Microbiology*, v.74, p.589-597, 2017b.
- REUTER, M.; PEDERSEN, J.S.; KELLER, L. Loss of *Wolbachia* infection during colonisation in the invasive Argentine ant *Linepithem humile*. *Heredity*, v.94, p.364-369, 2005.
- RIESENFELD, C.S.; SCHLOSS, P.D.; HANDELSMAN, J. Metagenomics: genomic analysis of microbial communities. *Annual Review of Genetics*, v.38, p.525-552, 2004.
- RONQUE, M.U.V.; AZEVEDO-SILVA, M.; MORI, G.M.; SOUZA, A.P.; OLIVEIRA, P.S. Three ways to distinguish species: using behavioural, ecological, and molecular data to tell apart two closely related ants, *Camponotus renggeri* and *Camponotus rufipes* (Hymenoptera: Formicidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v.176, p.170-181, 2016.
- RUBIN, B.E.R.; MOREAU, C.S. Comparative genomics reveals convergent rates of evolution in ant-plant mutualisms. *Nature Communications*, v.7, p.12679, 2016.
- SCHLICK-STEINER, B.C.; STEINER, F.M.; SEIFERT, B.; STAUFFER, C.; CHRISTIAN, E.; CROZIER, R.H. Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring biodiversity. *Annual Review of Entomology*, v.55, p.421-438, 2010.

SÉBASTIEN, A.; LESTER, P.J.; HALL, R.J.; WANG, J.; MOORE, N.E.; GRUBER, M.A.M. Invasive ants carry novel viruses in their new range and form reservoirs for a honeybee pathogen. *Biology Letters*, doi:10.1098/rsbl.2015.0610, 2015.

SIRONI, M.; CAGLIANI, R.; FORNI, D.; CLERICI, M. Evolutionary insights into host-pathogen interactions from mammalian sequence data. *Nature Reviews Genetics*, v.16, p.224-236, 2015.

SMITH, M. A.; FISHER, B. L.; HEBERT, P. D. N. DNA barcoding for effective biodiversity assessment of a hyperdiverse arthropod group: the ants of Madagascar. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.360, p.1825–1834, 2005.

SOUZA, D.J.; BÉZIER, A.; DEPOIX, D.; DREZEN, J-M.; LENOIR, A. *Blochmannia* endosymbionts improve colony growth and immune defence in the ant *Camponotus fellah*. *BMC Microbiology*, doi:10.1186/1471-2180-9-29, 2009.

TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. Population genetics and colony structure of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in its native and introduced ranges. *Evolution*, v.55, p.976–985, 2001.

VALLES, S.M.; HASHIMOTO, Y. Isolation and characterization of *Solenopsis invicta* virus 3, a new positive-strand RNA virus infecting the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Virology*, v.388, p.354-361, 2009.

VAN VALEN, L. A new evolutionary law. *Evolutionary Theory*, v.1, p.1-30, 1973.

VAN WILGENBURG, E.; TORRES, C.W.; TSUTSUI, N.D. The global expansion of a single ant supercolony. *Evolutionary Applications*, v.3, p.136-143, 2010.

WILL, K.W.; MISCHLER, B.D.; WHEELER, Q.D. The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. *Systematic Biology*, n.54, p.844-851, 2005.

WILLIAMS, L.E.; WERNERGREEN, J.J. Genome evolution in an ancient bacteria-ant symbiosis: parallel gene loss among *Blochmannia* spanning the origin of the ant tribe Camponotini. *Peer Journal*, v.3, p.e881, 2015.

WINSTON, M.E.; KRONAUER, D.J.C.; MOREAU, C.S. Early and dynamic colonization of Central America drives speciation in Neotropical army ants. *Molecular Ecology*, v.26, p.859-870, 2017.

ESTUDO DE CASO

PARQUES URBANOS NA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE DE FORMIGAS: ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO

MARCUS NASCIMENTO SANTOS
JACQUES HUBERT CHARLES DELABIE
JARBAS MARÇAL DE QUEIROZ

Resumo

Apesar de existir um consenso sobre a importância das áreas verdes urbanas, seu papel para a conservação ecológica permanece pouco investigado, tanto em termos da representação da sua complexidade, quanto das principais características da biodiversidade. O objetivo deste estudo foi investigar a riqueza e composição das comunidades de formigas que habitam parques públicos da cidade do Rio de Janeiro. Amostramos 15 áreas urbanas, divididas em três categorias (parques isolados, parques não isolados e áreas de florestas) com cinco áreas cada, usando-se iscas de sardinhas e coleta por busca manual. Encontramos 121 espécies de formigas (sendo quatro espécies exóticas), distribuídas em 38

gêneros e 7 subfamílias. As quatro espécies de formigas exóticas encontradas nas amostras foram: *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) e *Tetramorium simillimum* (Smith, F. 1851). A espécie nativa com registro de ocorrência em todas as 15 áreas foi *Camponotus textor* (Forel, 1899). Em relação à composição das comunidades de formigas, observamos menor similaridade entre os parques isolados e as outras duas categorias. A composição de espécies não diferiu entre áreas de florestas e os parques não isolados de floresta. Encontramos evidências de que a estrutura da comunidade de formigas é afetada pelo tipo de parque urbano (isolado ou não isolado de floresta), e discutimos como os parques públicos urbanos do Rio de Janeiro contribuem para a conservação da diversidade de formigas.

Introdução

Grande parte da superfície da Terra foi transformada pelas atividades humanas. Na maioria dos casos, esse processo envolveu uma extensa destruição do ambiente natural. Por isso, a criação e a manutenção de áreas protegidas é uma estratégia fundamental em escala local, regional ou global para a proteção da biodiversidade a partir de tais pressões antrópicas (GASTON et al., 2008). Até 2004, mais de 100 mil áreas protegidas haviam sido criadas no mundo, abrangendo 17,1 milhões de km² ou 11,5% da superfície terrestre (IUCN, 2004; NAUGHTON-TREVES et al., 2005). A maioria dessas áreas tem sido criada fora dos ambientes urbanos, onde os impactos antrópicos são baixos, com a principal missão de conservar a biodiversidade e conter o desmatamento (NAUGHTON-TREVES et al., 2005).

No entanto, Koh e Sodhi (2004) e Fuller et al. (2007) sugerem priorizar também a conservação da complexidade biológica existente nas cidades. Isto significa a criação de parques e reservas florestais a partir da preservação de fragmentos florestais naturais ou a formação de fragmentos artificiais dentro do perímetro urbano. Além da criação dessas áreas no ambiente urbano, faz-se necessário uma avaliação da biodiversidade protegida para entender melhor os padrões

e processos que se apresentam nesses ecossistemas urbanos (GASTON et al., 2005; 2008). Hunter (2007) argumentou que, nessas áreas, as espécies animais e vegetais se adaptam rapidamente às condições ambientais e isso as tornam laboratórios ideais para a pesquisa ecológica urbana. Portanto, as áreas verdes urbanas são possíveis fornecedores de habitat, agindo como fonte de recursos e oferecendo condições ambientais propícias para os organismos (DAVIES et al., 2009; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2009).

Estudos sobre as comunidades de formigas são muito úteis para a avaliação de ambientes terrestres, devido à abundância e diversidade de espécies, assim como sua ocorrência regular ao longo do ano (KOCH; VOHLAND, 2008). A diversidade local de formigas na maioria dos habitat do planeta é extraordinária, excedendo de longe a de outros insetos sociais. Isso reflete a maneira na qual suas espécies evoluíram para saturar uma ampla variedade de nichos alimentares no solo e na vegetação (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Porém, os estudos sobre formigas realizados em ambientes urbanos no mundo representavam somente cerca de 3% das publicações sobre formigas até 2012 (SANTOS, 2016). Assim, o uso de formigas em estudos sobre conservação da biodiversidade em áreas urbanas ainda é pouco explorado.

A avaliação do potencial conservacionista dos parques urbanos usando formigas pode contribuir como base científica para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação da fauna dessas áreas. Koh e Sodhi (2004) e Pacheco e Vasconcelos (2007) sugerem que o valor de conservação dos parques urbanos parece aumentar quando há heterogeneidade de ambientes, com recursos e condições apropriados para um grande número de espécies e uma maior proximidade de ambientes naturais. Para os autores, áreas muito isoladas podem sofrer com a baixa taxa de dispersão de espécies.

A cidade do Rio de Janeiro é reconhecida pela presença de grandes áreas verdes localizadas principalmente na parte montanhosa da cidade. Entretanto, nas terras baixas há presença de parques urbanos isolados ou não de florestas contínuas. Esses parques podem ser importantes na manutenção da biodiversidade local, sendo necessário caracterizá-lo quanto a este aspecto. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a riqueza e a composição das comunidades de formigas que habitam parques públicos isolados e não isolados de florestas na área urbana da cidade do Rio de Janeiro.

Material e Métodos

Selecionamos 10 parques em área urbana da cidade do Rio de Janeiro. Os parques foram classificados em dois tipos de habitat, com cinco áreas cada: parques isolados de florestas e parques não isolados de florestas, a fim de investigar a importância dessas áreas na conservação da diversidade de formigas. Um total de cinco áreas, demarcadas em florestas ligadas aos parques urbanos não isolados, foi usado como controle, conforme sugerido por Zvereva e Kozlov (2010) (Tabela 1, Figura 1). Foram quatro pontos amostrais na floresta da Tijuca e um na floresta do Morro dos Cabritos, todos adjacentes aos parques não isolados, porém a cerca de trezentos metros da borda da floresta. As florestas são classificadas como secundárias, provenientes de manejo de recuperação florestal com vegetação do Bioma Mata Atlântica (FREITAS et al., 2006).

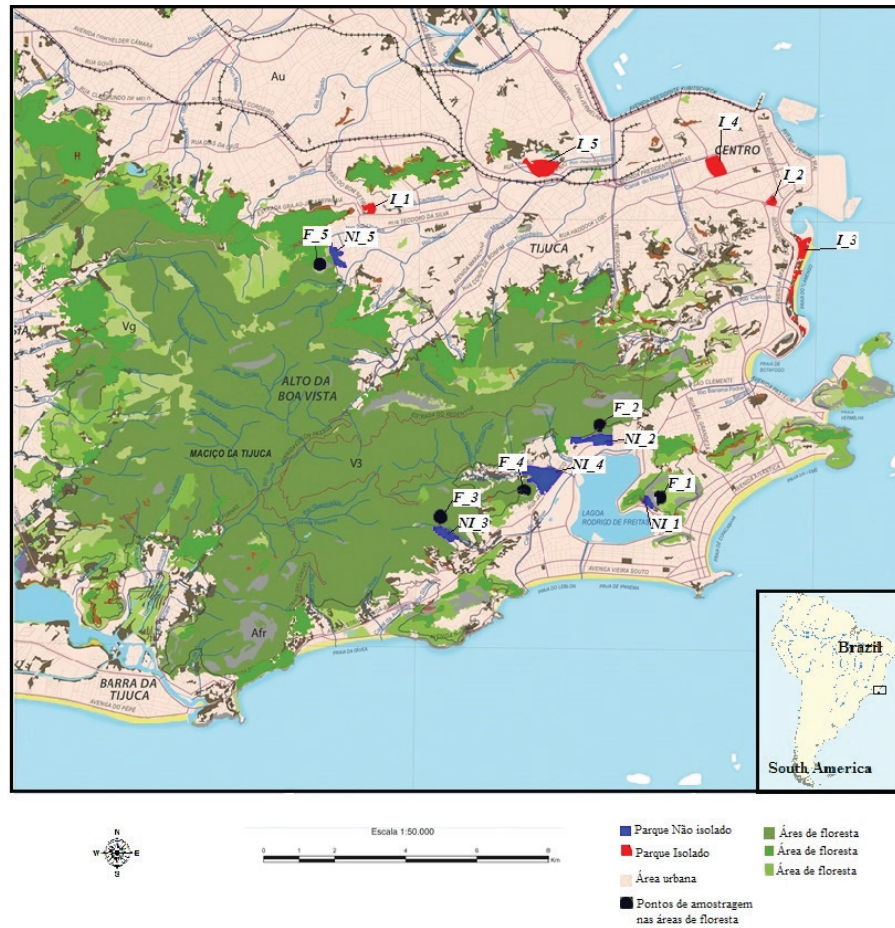
As amostragens de cada uma das 15 áreas foram realizadas durante o verão entre 21 de dezembro de 2011 e 15 de fevereiro de 2012. Para a captura das formigas estabelecemos estações de coleta, a intervalos de cerca de 10 m, longe de trilhas, caminhos de terra e/ ou de concreto, ao longo de um transecto de cerca de 200 m ($n=20$), a fim de coletar, no mínimo, 70% da fauna de formigas (AGOSTI; ALONSO, 2000). O transecto foi marcado casualizadamente em cada local de estudo a partir de uma distância mínima de 50 m da borda e paralelamente a ela. Cada estação de coleta foi composta por um conjunto de cinco iscas de sardinhas (em óleo vegetal), oferecida sobre um pedaço de papel branco de 10 x 10 cm, dispostas a 1m de distância entre elas, assemelhando-se a um círculo (SUAREZ et al., 1998). Realizamos também coletas manuais dentro de 20 quadrantes delimitados com 4 m² cada (2 m x 2 m) nos mesmos pontos onde foram posicionadas as estações mencionadas anteriormente.

Tabela 1 – Lista de parques urbanos e áreas de florestas selecionadas para coletas de formigas epigeias na cidade do Rio de Janeiro: sigla dos parques, localização, dimensão da área (em ha), idade dos parques (em anos) e coordenadas geográficas.

Parques	Sigla	Localização	Área (ha)	Idade (anos)	Coordenadas
Parques urbanos isolados	PI				
Campo de Santana	I_1	Zona Central	15,52	130	22°54'24"S 43°11'19"O
Passeio Público	I_2	Zona Central	2,97	227	22°54'48"S 43°10'36"O
Antigo Jardim Zoológico	I_3	Zona Norte	55	32	22°54'56"S 43°15'38"O
Aterro do Flamengo	I_4	Zona Sul	120	45	22°55'16"S 43°10'09"O
Quinta da Boa Vista	I_5	Zona Norte	13,8	141	22°54'20"S 43°13'24"O
Parques urbanos não isolados	PNI				
Arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro	NI_1	Zona Sul	38	202	22°58'04"S 43°13'17"O
Arboreto do Parque Lage	NI_2	Zona Sul	52	53	22°57'37"S 43°12'39"O
Arboreto do Parque da Cidade	NI_3	Zona Sul	47	201	22°58'42"S 43°14'36"O
Arboreto do Parque da Catacumba	NI_4	Zona Sul	14,9	31	22°58'20"S 43°12'08"O
Arboreto do Parque Estadual do Grajaú	NI_5	Zona Norte	3	34	22°55'27,96"S 43°16'5,30"O
Áreas de florestas (Controles)	F				
Floresta da Tijuca - JBRJ	F_1	Zona Sul	3.972	149	22°58'9,88"S 43°13'34,35"O
F. da Tijuca -Parque Lage	F_2	Zona Sul	3.972	149	22°57'24,80"S 43°12'43,19"O
F. da Tijuca – P. da Cidade	F_3	Zona Sul	3.972	149	22°58'31,28"S 43°14'42,26"O
F. do Morro dos Cabritos – P. da Catacumba (F. da Tijuca)	F_4	Zona Sul	30,8	31	22°58'16,28"S 43°12'15,08"O
Reserva florestal – P. Estadual do Grajaú (F. da Tijuca)	F_5	Zona Norte	55	34	22°55'28,17"S 43°16'9,66"O

(Fonte: Wikimapia, acesso em 22/06/2010).

Figura 1 – Mapa de parte da cidade do Rio Janeiro com a localização dos parques urbanos isolados: I_1, I_2, I_3, I_4 e I_5 (vermelho) e não isolados: NI_1, NI_2, NI_3, NI_4 e NI_5 (azul) e áreas florestais: F_1, F_2, F_3, F_4 e F_5 (preto) onde foram coletadas as amostras da comunidade de formigas (Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro).



Para padronização da amostragem, as iscas de sardinha foram colocadas durante o dia e permaneceram em cada ponto do transecto por 1 hora, em dias sem chuva e no período entre 10 e 15 horas. As coletas manuais, com duração de 5 minutos cada, foram realizadas por uma única pessoa nos pontos de coleta posteriormente à retirada das iscas de sardinha no mesmo período do dia.

O uso de iscas de sardinha e coleta por busca manual justificou-se pelo fato dessas áreas serem de visitação permanente. Isso dificulta o uso de outros tipos de armadilhas como *pitfall* ou a coleta de serrapilheira para posterior extração pelo técnica de Winkler, pois nos parques urbanos há remoção de serapilheira periodicamente, devido às atividades de manutenção das áreas.

Todas as formigas coletadas foram mantidas em frascos com etanol 70%. As formigas foram classificadas em espécie ou morfoespécie baseado no catálogo *online* de Bolton (2016). Exemplares de cada espécie de formiga identificados foram depositados na Coleção do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau – CEPLAC (Ilhéus, Bahia, Brasil).

Análises faunísticas

Para calcular a abundância de formigas, consideramos as ocorrências de espécies (i.e. o número de vezes que uma dada espécie foi coletada no local amostrado) e a percentagem do número relativo de ocorrências da espécie (i.e., para uma dada espécie: número total de ocorrências em um dado local / número de amostras x 100) (GROC et al., 2013).

Nós usamos o programa EstimateS 8.2.0.0 (COLWELL, 2000) para produzir as curvas de acumulação de espécies observadas (Sobs) e obter dados de riqueza estimada e seus desvios padrões de cada uma das três categorias de áreas (N=15). A matriz de ocorrência de espécies foi tratada com 100 randomizações de amostras sem substituições (COLWELL, 2000). O número estimado de espécies foi calculado usando o teste não paramétrico de Chao2. O percentual

de espécies coletadas por área foi obtida pelo cálculo da relação entre a riqueza de espécies observada e estimada ($S_{obs} \times 100 / \text{Chao2}$), conforme sugerido no protocolo de coleta por Agosti e Alonso (2000).

Para verificar a similaridade de espécies entre as áreas, realizamos uma análise de similaridade (ANOSIM) e para a ordenação dos ambientes a análise de “Nonmetric Multidimensional Scaling” (NMDS), com o programa Past (HAMMER et al., 2001), utilizando dados de presença/ausência.

Resultados

A riqueza taxonômica de formigas epigeias das 15 áreas amostradas na cidade do Rio de Janeiro (cinco parques isolados, cinco parques não isolados e cinco áreas de florestas) foi de 121 espécies (sendo quatro exóticas), distribuídas em 38 gêneros e 7 subfamílias (Tabela 2). As quatro espécies de formigas exóticas encontradas nas amostras foram: *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) e *Tetramorium simillimum* (Smith, F. 1851) (Tabela 2). A espécie nativa com registro de ocorrência em todas as 15 áreas amostradas foi *Camponotus textor* (Forel, 1899).

Tabela 2 – Composição de espécies de formigas por subfamília e as áreas amostradas (n=15) onde ocorreram, obtidas em 300 amostras da combinação de iscas de sardinha e coleta por busca manual no período entre 21 de dezembro de 2011 e 10 de fevereiro de 2012.

Espécies	Áreas
Cerapachyinae	
<i>Cylindromyrmex brasiliensis</i> (Emery, 1901)	F_5
Dolichoderinae	
<i>Azteca</i> sp.1	F_4
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius, 1775)	F_3, F_4
<i>Dolichoderus lamellosus</i> (Mayr, 1870)	I_2, I_4
<i>Dolichoderus lutosus</i> (Smith, F. 1858)	I_2, NI_1
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	I_2, I_5
<i>Linepithema neotropicum</i> (Wild, 2007)	I_1, I_2, I_4, AI, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_1, F_2, F_3, F_5
<i>Linepithema pulex</i> (Santschi, 1923)	F_4
Ectatomminae	
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, F. 1858)	NI_5
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)	F_3
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)	I_1, F_3, F_4
<i>Gnamptogenys horni</i> (Santschi, 1929)	F_1
<i>Gnamptogenys mediatrix</i> (Brown, 1958)	I_4, NI_5
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel, 1912)	NI_2, NI_4, NI_5, F_2
<i>Gnamptogenys striatula</i> (Mayr, 1884)	I_1, F_1
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Smith, F. 1858)	NI_3
Formicinae	
<i>Brachymyrmex heeri</i> (Forel, 1858)	NI_4, F_1
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> (Mayr, 1868)	I_2, NI_3, NI_4
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	NI_4

Espécies	Áreas
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	NI_2, F_2
<i>Camponotus</i> – subgênero <i>Hypercolobopsis</i> sp.1	NI_1
<i>Camponotus</i> – subgênero <i>Myrmaphaenus</i> sp.2	F_1
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F. 1858)	NI_2, NI_3
<i>Camponotus cingulatus</i> (Mayr, 1862)	NI_1, NI_5, F_1, F_2, F_4, F_5
<i>Camponotus fastigatus</i> (Roger, 1863)	I_1, I_2, I_3, I_5, NI_1, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_1, F_2, F_3, F_5
<i>Camponotus lespesii</i> (Forel, 1886)	F_1
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)	I_2, NI_2, NI_3, NI_4, F_1, F_4
<i>Camponotus novogranadensis</i> (Mayr, 1870)	NI_1
<i>Camponotus renggeri</i> (Emery, 1894)	NI_1
<i>Camponotus textor</i> (Forel, 1899)	I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 NI_1, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1938)	I_3, NI_1, NI_2, NI_3, NI_4, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Camponotus vittatus</i> (Forel, 1904)	I_2, NI_5, F_5
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	I_4, NI_1, NI_4, F_1
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802) †	I_1, I_2, I_4, I_5, NI_1, NI_2, NI_5, F_3
Myrmicinae	
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i> (Forel, 1893)	I_4, NI_1, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Acromyrmex aspersus</i> (Smith, F. 1858)	NI_5, F_1, F_4
<i>Apterostigma</i> sp.1	NI_5
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	I_1, I_3, I_4, I_5, NI_1, NI_3, NI_5, F_5
<i>Cephalotes angustus</i> (Mayr, 1862)	NI_5
<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	I_1, NI_5
<i>Crematogaster curvispinosa</i> (Mayr, 1862)	NI_1, F_1

Espécies	Áreas
<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)	I_2, I_4, I_5, F_2
<i>Crematogaster limata</i> (Smith, F. 1858)	F_2, F_3
<i>Crematogaster nigropilosa</i> (Mayr, 1870)	F_2, F_3
<i>Crematogaster victima</i> (Smith, F. 1858)	NI_3, NI_4, F_4
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	NI_4
<i>Cyphomyrmex transversus</i> (Emery, 1894)	I_1, F_2, F_4
<i>Megalomyrmex goeldii</i> (Forel, 1912)	NI_3, NI_5, F_1, F_2, F_3, F_5
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851) †	NI_5
<i>Mycetarotes parallelus</i> (Emery, 1906)	NI_3, NI_4
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	I_1, I_2, I_4, NI_1, NI_2
<i>Nesomyrmex tristani</i> (Emery, 1896)	NI_5
<i>Pheidole diligens</i> (Smith, F. 1858)	I_1, NI_2, NI_5, F_2, F_3
<i>Pheidole fallax</i> (Mayr, 1870)	I_2, I_3, I_4, NI_4, NI_5, F_1, F_3, F_5
<i>Pheidole fimbriata</i> (Roger, 1863)	NI_2
<i>Pheidole</i> gr. <i>diligens</i> sp.12	F_2
<i>Pheidole</i> gr. <i>diligens</i> sp.5	NI_1, NI_5
<i>Pheidole</i> gr. <i>diligens</i> sp.7	NI_5
<i>Pheidole</i> gr. <i>diligens</i> sp.9	NI_1, F_1, F_5
<i>Pheidole</i> gr. <i>diligens</i> sp.14	NI_1
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.2	F_2, F_4
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.4	NI_1, F_1
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.13	F_2
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.1	NI_1, NI_4, NI_5, F_1, F_4
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.3	I_2, NI_3, NI_4, F_3
<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> sp.11	I_3, 14, NI_1, NI_2, F_1, F_2, F_3, F_4

Espécies	Áreas
<i>Pheidole gr. tristis</i> sp.5	NI_4
<i>Pheidole gr. tristis</i> sp.8	NI_4, F_4
<i>Pheidole gr. tristis</i> sp.10	I_2, I_3, NI_3, NI_4, NI_5
<i>Pheidole gr. tristis</i> sp.15	F_3
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793) †	I_5, NI_4, NI_5
<i>Pheidole midas</i> (Wilson, 2003)	I_2, NI_3, F_1, F_5
<i>Pheidole oxyops</i> (Forel, 1908)	NI_1, NI_3, F_1, F_3
<i>Pheidole punctithorax</i> (Borgmeier, 1929)	I_1, I_2, NI_2, NI_3, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Pheidole puttemansi</i> (Forel, 1911)	NI_2, NI_4, F_2, F_5
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)	I_1, I_3, NI_1, NI_3, NI_5
<i>Pheidole synarmata</i> (Wilson, 2003)	I_1, I_2, I_3, I_4, NI_2, F_3
<i>Pogonomyrmex naegeli</i> (Emery, 1878)	I_1, I_3, NI_5, F_4
<i>Procryptocerus hylaeus</i> (Kempt, 1951)	NI_2, F_1, F_3
<i>Rogeria subarmata</i> (Kempf, 1961)	F_3
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	NI_2, NI_3, F_2, F_3, F_5
<i>Sericomyrmex</i> sp.2	NI_2, NI_5, F_2, F_5
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	I_2
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, F. 1855)	I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, NI_3, NI_4, NI_5, F_2, F_4
<i>Solenopsis</i> sp.1	NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Solenopsis</i> sp.2	I_1, NI_1, F_1, F_2, F_3
<i>Solenopsis</i> sp.3	I_3, NI_2, NI_4, F_4, F_5
<i>Solenopsis</i> sp.4	F_4
<i>Solenopsis</i> sp.5	NI_1, F_3
<i>Tetramorium simillimum</i> (Smith, F. 1851) †	I_4, NI_3, NI_5, F_3
<i>Trachymyrmex atlanticus</i> (Mayhé-Nunes & Brandão, 2007)	F_5

Espécies	Áreas
<i>Trachymyrmex cornetzi</i> (Forel, 1912)	NI_2
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	I_1, I_2, I_5, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_2, F_3, F_5
<i>Wasmannia rochai</i> (Forel, 1912)	NI_5
Ponerinae	
<i>Acanthoponera mucronata</i> (Roger, 1860)	F_3
<i>Anochetus diegensis</i> (Forel, 1912)	F_3
<i>Anochetus mayri</i> (Emery, 1884)	F_4
<i>Hypoponera foreli</i> (Mayr, 1887)	F_1, F_4
<i>Hypoponera</i> sp.1	NI_1, F_2
<i>Hypoponera</i> sp.2	NI_5
<i>Leptogenys arcuata</i> (Roger, 1861)	I_1, F_4
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	NI_1, F_1, F_3
<i>Odontomachus haematodus</i> (Roger, 1861)	I_1, I_2, I_3, I_4, NI_1, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	NI_1, NI_3, NI_5, F_1, F_2, F_4
<i>Neoponera apicalis</i> (<i>Pachycondyla apicalis</i>) (Latreille, 1802)	NI_3, NI_4, F_1, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Rasopone arhuaca</i> (<i>Pachycondyla arhuaca</i>) (Forel, 1901)	F_4
<i>Pachycondyla striata</i> (Donisthorpe, 1949)	F_1, F_2, F_3
<i>Neoponera striatinodis</i> (<i>Pachycondyla striatinodis</i>) (Emery, 1890)	F_3
<i>Neoponera venusta</i> (<i>Pachycondyla venusta</i>) (Forel, 1912)	F_3
<i>Pachycondyla</i> - complexo <i>Harpax</i> sp.1	NI_2, NI_3, F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Pachycondyla</i> - complexo <i>Harpax</i> sp.2	F_2, F_3, F_4, F_5
<i>Neoponera bucki</i> (<i>Pachycondyla bucki</i>) (Borgmeier, 1927)	F_4
<i>Neoponera curvinodis</i> (<i>Pachycondyla curvinodis</i>) (Forel, 1899)	F_1
<i>Neoponera inversa</i> (<i>Pachycondyla inversa</i>) (Smith, F. 1858)	F_3

Espécies	Áreas
<i>Neoponera unidentata</i> (<i>Pachycondyla unidentata</i>) (Mayr, 1862)	NI_1, F_1, F_4
Pseudomyrmecinae	
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.1	NI_1, NI_2, NI_4, F_1, F_5
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>viduus</i> sp.1	NI_5
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_5
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901)	I_4, I_5, NI_2, NI_3, NI_4, NI_5, F_1, F_5
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	NI_1, NI_4, F_1, F_2, F_5
<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i> (Emery, 1906)	NI_5

† Espécie de formiga exótica

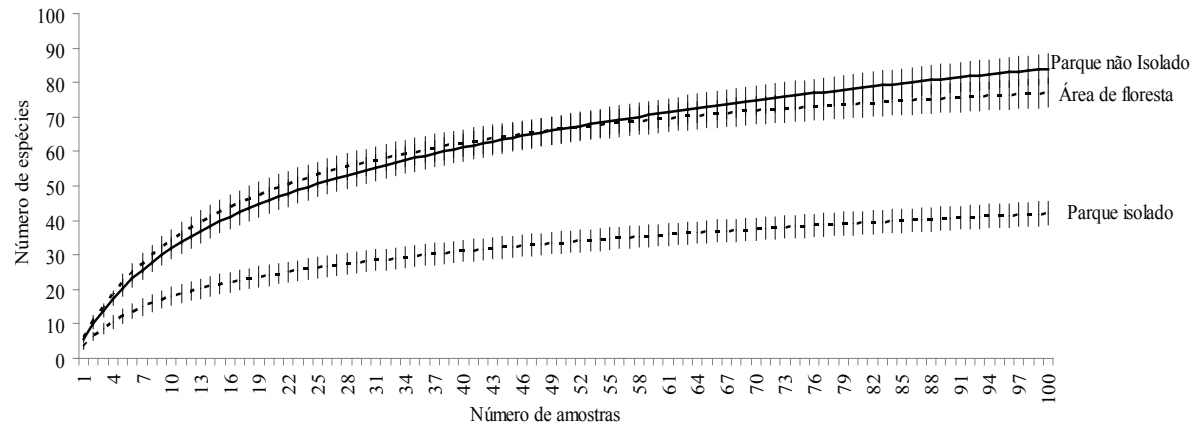
O número total de espécies registradas em cada área variou de 11 a 40. Com o mesmo esforço de coleta, foram encontradas entre 11 e 20 espécies de formigas nos parques isolados, entre 30 e 40 espécies nos parques não isolados e entre 28 a 39 espécies nas áreas de floresta (Tabela 3). Quanto à riqueza estimada de formigas, de acordo com o estimador Chao2, o número acumulado de espécies de formigas estimado para os parques isolados de floresta foi de 54,8 espécies para um total de 42 espécies observadas; para os parques não isolados de floresta foi de 105,4 estimadas para 84 observadas e para as áreas de florestas foi de 83,4 estimadas para 77 observadas (Tabela 3).

As curvas de acumulação de espécies observadas (Sobs. ±DP) de cada categoria de área estão representadas na Figura 2. Há uma clara diferença da riqueza de espécies de formigas entre a categoria de parque isolado e a de parque não isolado, sendo a última, semelhante à categoria áreas de floresta. Com exceção do arboreto do Jardim Botânico (NI_1), em todas as outras áreas foi possível amostrar mais de 60% da riqueza de espécies estimada (Tabela 3).

Tabela 3 – Número acumulado de espécies de formigas epigeias observadas e porcentagem de espécies amostradas em relação à riqueza estimada pelo método Chao2 (Sobs./Sest. x 100) por área de cada categoria de área amostrada no Rio de Janeiro (n=15), obtidas de 300 amostras no período de 21 de dezembro de 2011 a 10 de fevereiro de 2012.

Categoria de área	Área	Número de espécies de formigas (Sobs.)	Sobs/Sest. X 100
Parque Isolado	I_1	19	94,34
	I_2	11	88,50
	I_3	16	87,05
	I_4	21	75,95
	I_5	17	63,01
Parque Não Isolado	NI_1	30	84,89
	NI_2	33	75,95
	NI_3	40	71,24
	NI_4	31	71,20
	NI_5	32	58,39
Área de Floresta	F_1	33	89,67
	F_2	34	86,67
	F_3	28	76,61
	F_4	34	73,35
	F_5	39	73,24

Figura 2 – Curva acumulada da riqueza de espécies observada (Sobs ± DP) em áreas verdes urbanas do Rio de Janeiro (n=15) por categoria (parques isolados, não isolados e áreas de floresta), obtidas em 100 amostras da combinação de iscas de sardinha e coleta por busca manual no período de 21 de dezembro de 2011 a 10 de fevereiro de 2012.



A ordenação das áreas em função das composições de espécies pelo escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), revelou um claro agrupamento das áreas amostradas de acordo com sua respectiva categoria (parques isolados, não isolados e áreas de floresta). Essa análise também evidenciou que as áreas da categoria parque não-isolado são mais similares às da categoria área de floresta (Figura 3). A análise de similaridade revelou que as diferenças na composição em espécies foram estatisticamente significativas apenas entre as categorias parques isolados e parques não isolados e na comparação entre parques isolados e áreas de floresta (Tabela 4). Nos parques não isolados ocorrem mais espécies de formigas comuns nas áreas de florestas do que nos parques não isolados (Tabela 2).

Figura 3 – Ordenação NMDS, baseada em dados de ocorrência das espécies de formigas nas 15 áreas amostradas (parques isolados, não isolados e áreas de floresta), na cidade do Rio de Janeiro obtidas em 20 amostras/área da combinação de iscas de sardinha e coleta por busca manual no período de 21 de dezembro de 2011 a 10 de fevereiro de 2012.

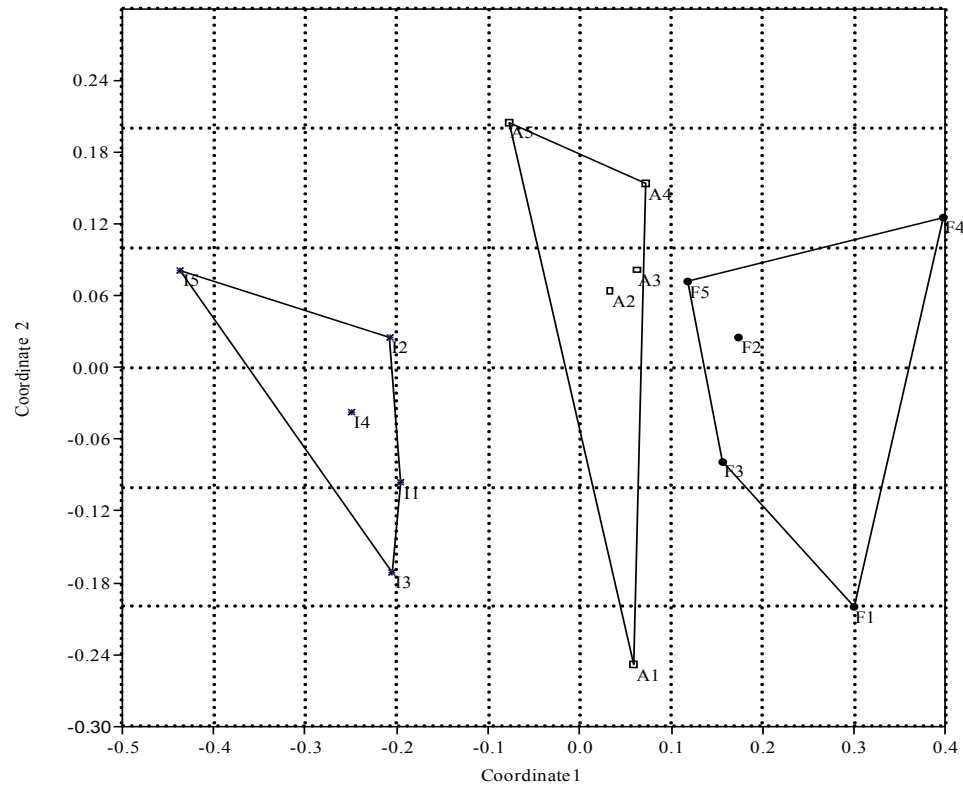


Tabela 4 – Valores de p na Análise de similaridade (ANOSIM) da composição em espécies de formigas das categorias de áreas (parques isolados, não isolados e áreas de floresta), da cidade do Rio de Janeiro ($n=15$) obtidas em 100 amostras da combinação de iscas de sardinha e coleta por busca manual no período de 21 de dezembro de 2011 a 10 de fevereiro de 2012.

	Parque Isolado	Parque Não-isolado
Parque Isolado	-	0,068
Parque Não-isolado	0,0068*	-
Floresta	0,0082*	0,2604

* valores significativos ($p < 0,05$)

Discussão

Myrmicinae foi a subfamília com mais registros de espécies ($n=60$) nos parques urbanos estudados. No mundo, esta subfamília também é de longe a maior e a mais diversificada (BOLTON, 2007) e também a mais encontrada em estudos sobre biodiversidade (MUNHAE et al., 2009).

De acordo com Silvestre et al. (2003), Fagundes et al. (2012), Gomes et al. (2013), Padilha (2013), Dáttilo et al. (2014) e Munoz (2014), todas as espécies nativas com mais registros de ocorrência nos parques (*Camponotus textor*, *Odontomachus haematodus*, *Camponotus fastigatus*, *Linepithema neotropicum*, *Acromyrmex subterraneus brunneus* e *Solenopsis saevissima*) são comuns em áreas urbanas, com exceção de *A. subterraneus brunneus* até então não registrada. Essa formiga faz seu ninho no solo e interage com um grande número de artrópodes associados, tais como colêmbolos e aranhas. A espécie é, portanto, importante para manutenção da biodiversidade e também pode influenciar na formação dos solos em fragmentos da floresta Neotropical (CAMARGO et al., 2004). A única espécie comum a todos os parques, *C. textor*, constrói ninhos nas árvores (formam “bolas” brancas suspensas nos galhos) com a seda fornecida pelas larvas

(observação pessoal). É uma formiga “tecelã”. Esse comportamento, provavelmente, facilita a permanência da espécie, mesmo em áreas onde a serapilheira é removida com frequência, o que dificultaria, por exemplo, a nidificação de muitas outras espécies.

Duas espécies, *Dolichoderus lamellosus* e *Solenopsis geminata*, foram encontradas somente nos parques isolados. *Dolichoderus lamellosus* tem dieta alimentar como onívoro e líquidos açucarados (“honeydew” / néctar), nidificação em árvore / dossel, galhos e troncos e até então, só havia sido registrada em florestas (SCHOEREDER et al., 2010; PHILPOTT, 2010), portanto, este é o primeiro relato dessa espécie em área urbanizada. Enquanto *S. geminata* tem dieta alimentar como necrófago e predador, comportamento de forrageamento por recrutamento em massa e nidificação no solo e já foi registrada em uma ampla faixa de ecozonas (TSCHINKEL, 2006; DEJEAN et al., 2007). Possivelmente, por serem nativas, não se observou um caráter invasor dessas espécies nos parques urbanos onde ocorreram.

Nas amostragens realizadas na Quinta da Boa Vista (Parque isolado) houve alta ocorrência da espécie exótica *P. megacephala*. Essa é uma espécie invasora, considerada uma formiga “tramp”, comum em muitas áreas tropicais e subtropicais e que parece ter efeito negativo significativo sobre a fauna de invertebrados nativos (HOLWAY et al., 2002; WETTERER, 2012). Formigas “tramp” são espécies que se associam aos seres humanos e se dispersam principalmente por meio do comércio. Na maioria dos lugares, essas formigas representam uma ameaça somente em áreas perturbadas e não invadem ambientes naturais (WETTERER, 2012). As espécies nativas que ocorreram com *P. megacephala* foram: *A. sexdens*, *B. patagonicus*, *C. fastigatus*, *C. textor*, *C. ereta*, *D. lamellosa*, *P. schuppi*, *S. saevissima* e *W. auropunctata*; a exótica foi *P. longicornis*. Fowler et al. (1994) e Samways et al. (1997) encontraram dominância e alta abundância de *P. megacephala* em todos os locais que estudaram e sugeriram uma influência negativa dessa espécie sobre outras formigas. Isso não pôde ser verificado na área da Quinta da Boa Vista, necessitando-se de estudos mais amplos para assegurar esta afirmação. O domínio de *P. megacephala* nesse parque pode ser explicado pelo seu comportamento competitivo e agressivo quando interage com as espécies de formigas nativas (HOLWAY et al., 2002). Outra hipótese para explicar este fato está relacionada à idade do parque, um dos mais antigos da cidade do Rio de Janeiro, e sua proximidade com o cais do porto

do Rio de Janeiro, provavelmente a porta de entrada acidental dessa espécie na cidade. De acordo com Yamaguchi (2004), a idade do parque está associada à intensificação da urbanização circundante, sendo maior nos mais antigos e menor nos parques mais recentes. Além disso, para formigas de áreas urbanas revegetadas artificialmente, a idade tem um efeito positivo sobre o número de espécies devido à dependência de algumas espécies à matéria orgânica morta fornecida pelas árvores mais antigas desses locais para nidificação. Esse fato não é uma constante, principalmente quando há o manejo do parque em favor da visitação pública com a retirada da serapilheira. Essa ação é realizada em quase todos os parques urbanos do estudo, com exceção do parque Lage (NI_2), onde a retirada da serapilheira é parcial ou irregular.

Das cinco áreas amostradas de floresta apenas na Floresta do Parque da Cidade encontramos espécies de formigas exóticas: *T. simillimum* e *P. longicornis* (Tabela 2). *Tetramorium simillimum* e *P. longicornis* são provavelmente originárias da África (BOLTON; COLLINGWOOD, 1975) consideradas pragas invasoras (HOLWAY et al., 2002). Portanto, apesar de as formigas invasoras apresentarem um efeito negativo e significativo sobre a fauna de invertebrados nativos (HOLWAY et al., 2002; WETTERER, 2012), mais estudos são necessários para averiguar seus efeitos nessa área natural.

Houve uma clara dissimilaridade da composição das espécies de formigas entre os parques isolados e áreas de florestas e entre os parques isolados e aos parques não isolados de florestas (Figura 3 e Tabela 4). Esses resultados sugerem que os parques isolados de florestas têm a composição de espécies de formigas afetada pelo isolamento e, provavelmente, também pelo manejo do solo nas áreas. A forma do uso do solo pareceu determinar a presença de espécies onívoras e exóticas (p. ex. *P. megacephala*), mais presentes nos parques isolados e em áreas onde o solo era descoberto de vegetação e/ou coberto por grama. A presença de solo descoberto de vegetação (sombreado e com remoção constante da serapilheira) e/ou coberto por grama aliado a intervenções humanas ou animal provoca uma compactação do solo. Isso prejudica principalmente a nidificação e colonização de espécies de formigas de espécies especialistas (BESTELMEYER; WIENS, 2001; BEEVER; HERRICK, 2006). Por outro lado, os parques isolados também abrigam várias espécies de formigas comuns às áreas de florestas, fato importante para a conservação de espécies nativas (ver Tabela 2).

Conclusões

Os achados encontrados no presente estudo demonstram a importância das áreas verdes para a conservação da diversidade de formigas em áreas urbanas. Tanto os parques isolados de florestas quanto os não isolados abrigam várias espécies de formigas nativas e possuem poucas espécies exóticas. Espécies de formigas comuns nas áreas de florestas também ocorrem nos parques urbanos, principalmente naqueles próximos às áreas de matas. Esse fato mostra que essas áreas verdes dentro da cidade do Rio de Janeiro são possíveis fornecedores de habitat e de recursos para a fauna. Portanto, podem conciliar atividades de recreação com a conservação da biodiversidade de animais silvestres nas cidades.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a Cainã Huntter de Souza Leite por seu apoio e assistência essenciais nas coletas de formigas nas áreas florestais. Ao Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Brasil, que apoiaram esta pesquisa.

Referências

AGOSTI, D.; ALONSO, L.E. "The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants." *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 2000. p.204-206.

BEEVER, E.A.; HERRICK, J.E. Effects of feral horses in great basin landscapes on soils and ants: direct and indirect mechanisms. *Journal of Arid Environments*, v.66, n.1, p.96-112, 2006.

BESTELMEYER, B.T.; WIENS, J.A. Ant biodiversity in semiarid landscape mosaics: the consequences of grazing vs. natural heterogeneity. *Ecological Applications*, v.11, n.4, p.1123-1140, 2001.

BOLTON, B. A revision of six minor genera of Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) in the Ethiopian zoogeographical region. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology*, v.43, p.245-307, 2007.

BOLTON, B. Catálogo online. Disponível em: <https://www.antweb.org/world.jsp>. Acesso em: 01 dez. 2016.

BOLTON, B.; COLLINGWOOD, C.A. "Handbooks for the identification of British Insects." VI. 3c. Hymenoptera: Formicidae. Royal Entomological Society, v.6, n.3, p.1-39, 1975.

CAMARGO, R.S.; FORTI, L.C.; LOPES, J.F.; ANDRADE, A.P.P. Characterization of *Acromyrmex subterraneus brunneus* (Hymenoptera: Formicidae) young nests in a fragment of the Neotropical Forest. *Revista Árvore*, v.28, n.2, p.309-312, 2004.

COLWELL, R.K. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 8.2.0.0, User's Guide and application. University of Connecticut. 2000.

DÁTILLO, W.; FAGUNDES, R.; GURKA, C.A.; SILVA, M.S.; VIEIRA, M.C.; IZZO, T.J.; RICO-GRAY, V. Individual-based ant-plant networks: diurnal-nocturnal structure and species-area relationship. *PLoS One*, v.9, n.6, p.e99838, 2014.

DAVIES, Z.G.; FULLERA, R.A.; LORAMA, A.; IRVINEB, K.N.; SIMSA, V.; GASTONA, K.J. A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation*, v.142, n.4, p.761-771, 2009.

DEJEAN, A.; KENNE, M.; MOREAU, C.S. Predatory abilities favour the success of the invasive ant *Pheidole megacephala* in an introduced area. *Journal of Applied Entomology*, v.131, n.9-10, p.625-629, 2007.

FAGUNDES, R.; DEL-CLARO, K.; RIBEIRO, S.P. Effects of the trophobiont herbivore *Calloconophora pugionata* (Hemiptera) on ant fauna associated with *Myrcia obovata* (Myrtaceae) in a montane tropical forest. *Psyche: A Journal of Entomology*, v.2012, 2011.

FOWLER, H.G.; SCHLINDWEIN, M.N.; MEDEIROS, M. A. Exotic ants and community simplification in Brazil: a review of the impact of exotic ants on native ant assemblages. In: Exotic ants: biology, impact and control of introduced species, WILLIAMS, D.F. (ed.), Westview Press, Boulder, Colorado, USA, p.151-162, 1994.

FREITAS, S.R.; NEVES, C.L.; CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.66, n.4, 2006.

FULLER, R.A.; IRVINE, K.N.; DEVINE-WRIGHT, P.; WARREN, P.H.; GASTON, K. J. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, v.3, n.4, p.390-394, 2007.

GASTON, K.J.; JACKSON, S.F.; CANTÚ-SALAZAR, L.; CRUZ-PIÑÓN, G. The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v.39, p.93-113, 2008.

GASTON, K.J.; SMITH, R.M.; THOMPSON, K.; WARREN, P.H. Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, v.14, n.2, p.395-413, 2005.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. *Iheringia, Série Zoologia*, v.103, n.2, p.104-109, 2013.

GONZÁLEZ-GARCÍA, A.; BELLIURE, J.; GÓMEZ-SAL, A.; DÁVILA P. The role of urban greenspaces in fauna conservation: the case of the iguana *Ctenosaura similis* in the 'patios' of León city, Nicaragua. *Biodiversity and Conservation*, v.18, n.7, p.2009.

GROC, S.; DELABIE, J.H.C.; FERNÁNDEZ, F.; LEPONCE, M.; ORIVEL, J.; SILVESTRE, R.; VASCONCELOS, H.L.; DEJEAN, A. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover. *Myrmecological News*, v.19, p.43-51, 2013.

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

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. The ants. Harvard University Press, 1990, 741p.

HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.33, p.181-233, 2002.

HUNTER, P. The human impact on biological diversity. How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. *EMBO reports*, v.8, n.4, p.316-318, 2007.

IUCN - WORLD CONSERV. UNION. The Durban Action Plan (revised version). In: IUCN 5th World Parks Congress, Durban South Africa. 2004. Disponível em <<http://www.redlist.org>>.

KARL, J.W.; BOMAR, L.K.; HEGLUND, P.J.; WRIGHT, N.M.; SCOTT, J.M. Species commonness and the accuracy of habitat-relationship models. In: SCOTT, J.M. et al. (eds), *Predicting species occurrences issues of accuracy and scale*. Island Press, p.573-580, 2002.

KOCH, F.; VOHLAND, K. Ants along a southern African transect - a basis for biodiversity change monitoring (Insecta, Hymenoptera, Formicidae). *Zoosystematics and Evolution*, v.80, n.2, p.261-273, 2008.

KOH, L.P.; SODHI, N.S. Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in a tropical urban landscape. *Ecological Applications*, v.14, n.6, p.1695-1708, 2004.

MUNHAE, C.B., BUENO, Z.A.F.N., MORINI, M.S.C., SILVA, R.R. Composition of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in public squares in Southern Brazil. *Sociobiology*, v.53, n.2 B, p.455-472, 2009.

MUNOZ, A. Ant (Formicidae) assemblages associated with *Piper* spp. (Piperaceae) in the undergrowth of an Atlantic Rainforest remnant in Southeastern Bahia, Brazil. *Sociobiology*, v.59, n.3, p.741-754, 2014.

NAUGHTON-TREVES, L.; HOLLAND, M.B.; BRANDON, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*, v.30, p.219-252, 2005.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: Ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, p.193-199, 2007.

PADILHA, M.A. Remoção de sementes por formigas: efeito do tamanho da semente, habitat e riqueza de espécies. – Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brazil. 2013, 26p.

- PHILPOTT, S.M. A canopy dominant ant affects twig nesting ant assembly in coffee agroecosystems. *Oikos*, v.119, n.12, p.1954-1960, 2010.
- SAMWAYS, M.J.; OSBORN, R.; CARLIEL, F. Effect of a highway on ant (Hymenoptera: Formicidae) species composition and abundance, with a recommendation for roadside verge width. *Biodiversity and Conservation*, v.6, n.7, p.903-913, 1997.
- SANTOS M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insect Sociaux*, v.63, n.3, p.359–371, 2016.
- SCHOEREDER, J.H.; SOBRINHO, T.G.; MADUREIRA, M.S.; RIBAS, C.R.; OLIVEIRA, P.S. The arboreal ant community visiting extrafloral nectaries in the Neotropical cerrado savanna. *Terrestrial Arthropod Reviews*, v.3, n.1, p.3-27, 2010.
- SILVESTRE, R., BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Colômbia. - Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. p.113-148, 2003.
- SUAREZ, A.V.; BOLGER, D.T.; CASE, T.J. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in Coastal Southern California. *Ecology*, v.79, n.6, p.2041–2056, 1998.
- TSCHINKEL W.R.: *The fire ants*. Harvard University Press, Cambridge. 2005, 747p.
- WETTERER, J.K. Worldwide spread of the African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, v.17, p.51-62, 2012.
- YAMAGUCHI, T. Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan I. Analysis of ant species richness. *Ecological Research*, v.19, n.2, p.209-216, 2004.
- ZVEREVA, E.L.; KOZLOV, M.V. Responses of terrestrial arthropods to air pollution: a meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, v.17, n.2, p.297-311, 2010.

PARQUES URBANOS NA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE DE FORMIGAS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOGI DAS CRUZES (SÃO PAULO)

ESMERALDINA DA GAMA BONFIM-KUBATAMAIA
NATHALIA SAMPAIO DA SILVA
LEONARDO MENINO
MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI

Resumo

Parques urbanos são alternativas importantes para a manutenção e equilíbrio entre o espaço modificado e o meio ambiente. O objetivo deste estudo foi analisar riqueza, diversidade e composição das comunidades de formigas em três parques urbanos e os resultados foram comparados à zona de uso intensivo de uma unidade de conservação de proteção integral. Foram coletadas 66.725 formigas, distribuídas em 10 subfamílias, 33 gêneros e 93 espécies. Myrmicinae foi a subfamília mais rica, seguida por Formicinae e Ponerinae. Em todos os parques, *Pheidole* foi o gênero com o maior número de espécies. As comunidades de formigas do Parque Centenário da Imigração Japonesa são as mais pobres, menos

abundantes e diversas; em seguida, temos o Parque Leon Feffer. Estes parques possuem o dossel mais aberto quando comparados aos demais. Entretanto, nossos resultados indicam que a riqueza das comunidades de formigas está relacionada à abertura do dossel apenas no Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá. As espécies de formigas nos parques urbanos são um subconjunto das comunidades registradas na unidade de conservação. Dentre as 93 espécies, 11 são relacionadas significativamente aos parques urbanos; mas poucas são especialistas. Por outro lado, não registramos espécies exóticas e os parques possuem baixa ocorrência de espécies associadas às atividades humanas. Assim, nossos resultados sugerem que os parques urbanos na cidade de Mogi das Cruzes apresentam condições adequadas para a conservação da biodiversidade local de formigas, podendo atuar como corredores ecológicos entre os fragmentos de mata nativa em suas adjacências.

Introdução

Diferentes abordagens têm sido usadas para avaliar as alterações dos ecossistemas naturais, diante da crescente urbanização e pressões ambientais, sociais e ecológicas (OLIVEIRA et al., 2013). À medida que a população humana aumenta, os modelos econômicos levam as pessoas para os centros urbanos, atendendo as intensivas demandas de consumo local ou regional (MACGREGOR-FORS et al., 2016).

O alto consumo de recursos naturais ocasiona efeitos negativos no uso da terra, nos ciclos biogeoquímicos e climáticos e, como consequência, ocorre perda de biodiversidade (DIAS, 2006; MCKINNEY, 2006; FAETH et al., 2011). A criação e manutenção de praças públicas e parques em paisagens intensamente urbanizadas é uma estratégia para a conservação, pois essas áreas apresentam excelente potencial para a conservação da biodiversidade ao proporcionarem locais de nidificação e substratos de forrageamento para muitas espécies de animais (PACHECO; VASCONCELOS, 2007). Além de possibilitar à sociedade o contato com a natureza, melhoria da qualidade do solo e manutenção de corpos de água (OTOMO et al., 2015), que são serviços ecossistêmicos fundamentais.

Estudos que usam parques urbanos como objeto de pesquisa estão ganhando importância com a migração do ser humano cada vez mais acentuada para as cidades, pois estes locais são fundamentais para análise dos efeitos da antropização sobre os grupos tróficos responsáveis pela manutenção e reciclagem nos ecossistemas (VICENTE et al., 2010). Neste sentido, os artrópodes, especialmente formigas, são animais valiosos para o entendimento dos efeitos do crescimento da malha urbana (LOPEZ-MORENO et al., 2003) porque a dinâmica de suas comunidades ajudam a avaliar e monitorar diferentes situações ambientais (MAJER, 1992; RIBAS et al., 2012).

As formigas pertencem aos Hymenoptera, Família Formicidae, e são parte importante dos ecossistemas, onde possuem diversas funções, inclusive de “engenheiras do solo”. As galerias oriundas da construção dos ninhos modificam as propriedades físicas e químicas do solo, proporcionando o aumento da drenagem e areação. Além disso, ao armazenarem alimentos e acumularem fezes e cadáveres, possibilitam a incorporação de nutrientes e matéria orgânica nas camadas edáficas (FOLGARAIT, 1998). Elas também atuam como bioindicadoras, pois apresentam riqueza e abundância elevada, a maioria possui ninhos estacionários e são facilmente amostradas e identificadas. Além disso, as comunidades são formadas por espécies especialistas e sensíveis as mudanças ambientais. Estas características são importantes em estudos de diversidade biológica (MAJER, 1983; KASPARI; MAJER, 2000).

Como o conhecimento dos efeitos da urbanização sobre a biota possibilita planejar o desenvolvimento urbano com menores impactos ambientais (MCINTYRE et al., 2001; PACHECO; VASCONCELOS, 2007), o objetivo deste estudo de caso foi analisar a diversidade e composição das comunidades de formigas em três parques urbanos e na zona de uso intensivo de uma unidade de conservação de proteção integral localizada nas adjacências destes parques. Além disso, associar a riqueza das comunidades à abertura de dossel e caracterizar as espécies bioindicadoras destes ambientes urbanos.

Procedimentos técnicos para obtenção de dados

Área de estudo

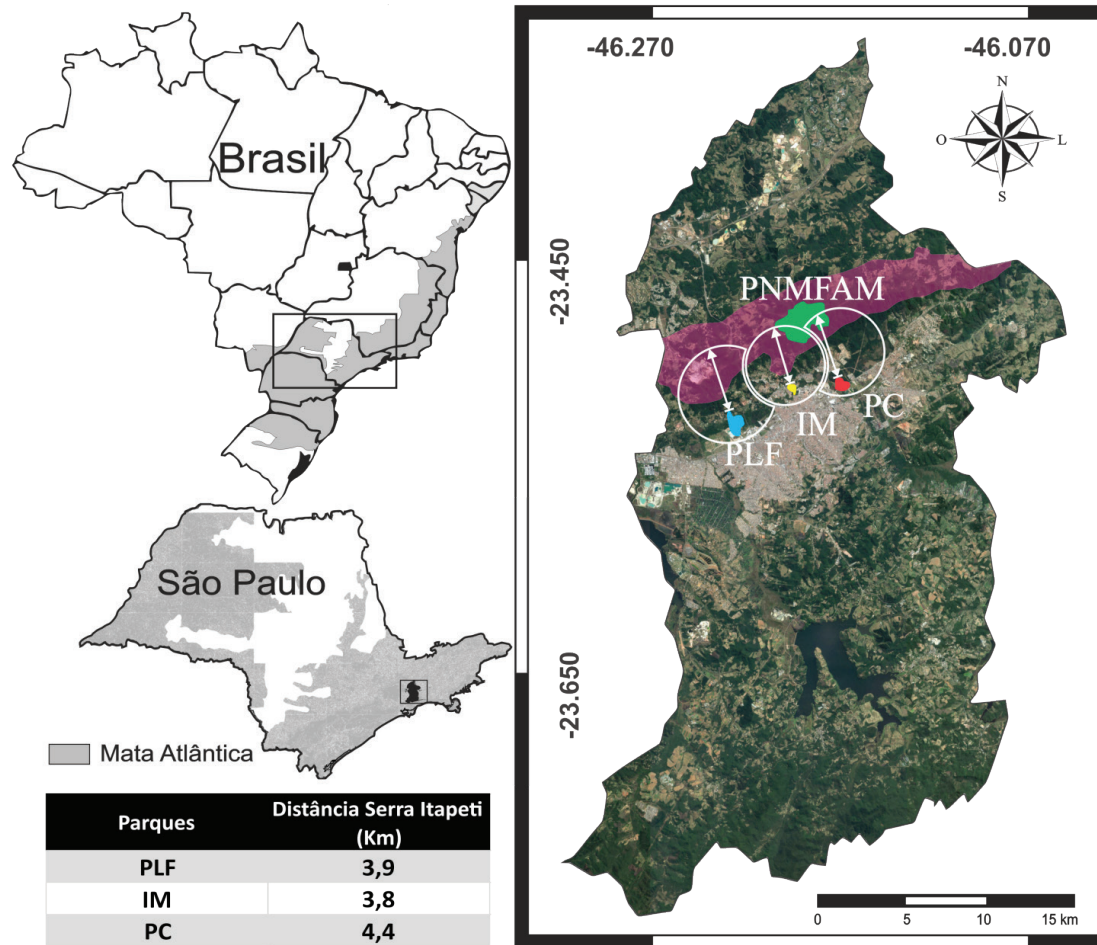
A cidade de Mogi das Cruzes apresenta 65% do seu território inserido em áreas de preservação ambiental, abrangendo 18.416 hectares de remanescentes florestais que pertencem as Cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Estes remanescentes são ricos em flora e fauna, com muitas espécies raras ou ameaçadas de extinção, porém apenas 5% do município estão protegidos efetivamente (PAGANI, 2012). O município também apresenta acelerada conversão da paisagem, principalmente, devido à alta taxa de crescimento urbano (1,84% ao ano), que é superior à do Estado de São Paulo (1,52%) e da própria região metropolitana da cidade de São Paulo (1,36%) (PAGOTO, 2016).

Os três parques urbanos e a unidade de conservação (Tabela 1) estão inseridos na Área de Proteção Ambiental do Tietê e fazem parte da Zona de Especial Interesse Ambiental (PMMC, 2006). A fitofisionomia predominante é Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) (Figura 1).

Tabela 1 – Descrição dos parques urbanos no município de Mogi das Cruzes (São Paulo).

Local	Descrição
Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (PNMFAM)	Área total: 352,3 ha. Localizado na Serra do Itapeti, o parque possui grande biodiversidade, apresentando espécies de fauna e flora nativa da Mata Atlântica. As visitas são monitoradas (PMMC, 2017a).
Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá (IM)	Área total: 1,34 ha. Localizado em um meandro do rio Tietê; atualmente funciona como sede da Coordenadoria de Turismo e posto de informações turísticas (PMMC, 2017b).
Parque Leon Feffer (PLF)	Área total: 26 ha. Inserido na Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê, o parque tem uma rica mata ciliar que margeia o Rio Tietê. Apresenta flora e fauna nativas (PMMC, 2017c).
Parque Centenário da Imigração Japonesa (PC)	Área total: 21,5 ha. Inserido na Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê, o parque teve a restauração e enriquecimento florestal de sua mata ciliar com o plantio de mudas nativas em determinados trechos. No interior do parque é possível encontrar espécies como ipês, paineiras, quaresmeiras e palmeiras, além de ampla quantidade de cerejeiras, árvore símbolo do Japão (PMMC, 2017d).

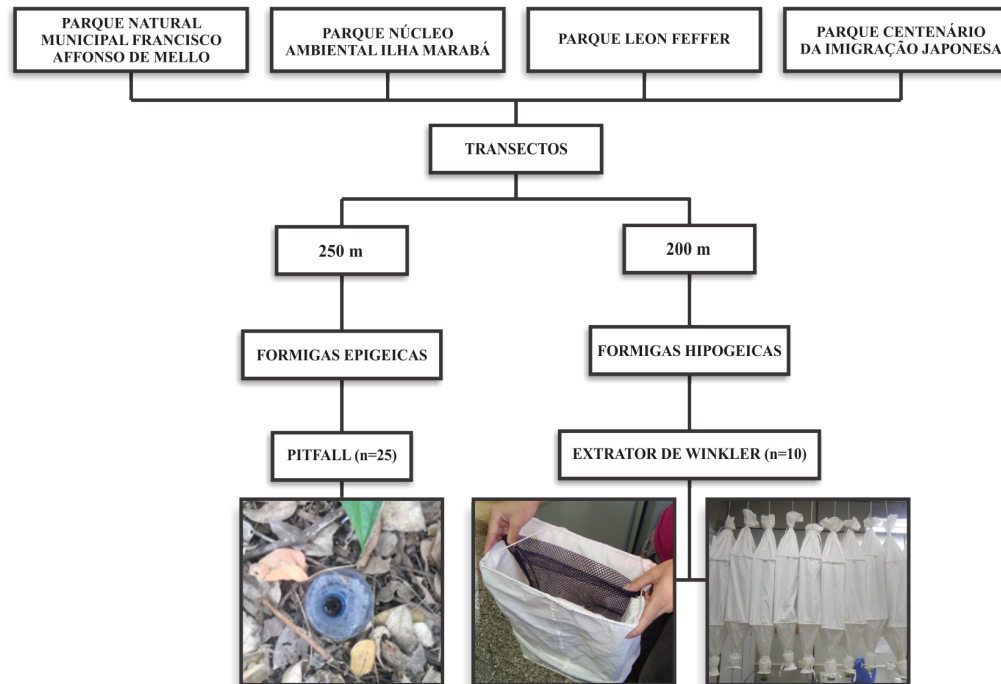
Figura 1 – Localização dos parques urbanos e da unidade de conservação no município de Mogi das Cruzes. A faixa em rosa representa a Serra do Itapeti, um remanescente de Mata Atlântica.



Desenho experimental

As formigas foram coletadas usando “pitfall” e extratores de Winkler ao longo de um transecto linear (Figura 2). As armadilhas foram confeccionadas com frascos plásticos e preenchidas até cerca de um terço de seu volume com água e detergente (0,5 mL); como atrativo foi passado na borda dos frascos óleo vegetal de sardinha em conserva (PACHECO; VASCONCELOS, 2007). No mesmo transecto, paralelo às armadilhas de solo, 0,5 m² de serapilheira foi coletado, peneirado e introduzido nos extratores, onde permaneceu por 72 horas.

Figura 2 – Procedimentos técnicos para a coleta de formigas nos parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).



Quatro expedições de coletas foram realizadas em cada área, entre agosto/2013 e junho/2014, abrangendo as estações seca e chuvosa da região. A classificação em subfamílias e gêneros foi baseada em Baccaro et al. (2015); o nome das espécies e numeração das morfoespécies está de acordo com a coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê (LAMAT), na Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e Sugituru et al. (2015). Os “vouchers” estão depositados na coleção de referência das formigas do Alto Tietê, na Universidade de Mogi das Cruzes (SP).

A cobertura arbórea foi obtida por meio de imagens hemisféricas do dossel, sempre no período da manhã usando uma câmara fotográfica digital Nikon® D80 acoplada a uma lente “fisheye”. As imagens foram feitas nos vértices e centro de cada parcela de coleta, a 1,50 m do solo. Cada imagem foi transportada diretamente para o programa GLA (“Gap Light Analyzer”) versão 2.0 (FRAZER et al., 1999), transformada em arquivos binários para a remoção de artefatos e demais tonalidades não necessárias para a análise (NOBIS, 2005).

Análise estatística

Foram contabilizadas a abundância (número total de espécimes) e riqueza (número total de espécies); a riqueza estimada foi calculada usando o estimador Chao 2, com o programa EstimateS versão 9.1 (COLWELL, 2013). Curvas de acumulação foram elaboradas, baseando-se na ocorrência das espécies; para esta análise foi usado o programa R versão 3.1.1, com o pacote “vegan” (TEAM, 2015). Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J) foram calculados com o uso do programa PAST versão 2.17 (HAMMER et al., 2001); e comparados por meio do teste Kruskal-Wallis (“a posteriori” pelo teste de Dunn), utilizando o programa BioEstat versão 5.3 (AYRES et al., 2007). As comunidades dos parques foram comparadas pelo dendrograma de similaridade de Jaccard, utilizando o programa PAST versão 2.17 (HAMMER et al., 2001). A riqueza e abertura de dossel foram comparadas entre os parques pelo teste de Kruskal-Wallis, com “a posteriori” de Dunn; a associação entre riqueza e abertura de dossel foi determinada por meio do teste de correlação de Spearman. O programa BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007) foi usado em ambas as análises.

Para testar se as comunidades de formigas dos parques representam um subconjunto daquelas da unidade de conservação foi feita a análise de aninhamento (índice de NODF, “Nestedness measure based on overlap and decreasing fills”), como o programa Aninhado 3.0 (GUIMARÃES; GUIMARÃES, 2006).

A associação das espécies com os diferentes parques foi analisada usando “Indicator Value Method- IndVal” (DUFRENE; LEGENDRE, 1997). Os valores indicadores variam entre 0 e 100%, com as seguintes avaliações: (1) a partir de 50 a 70%: espécies de detecção; (2) acima de 70%: espécies indicadoras; e (3) 100%: espécies que indicam exclusividade de habitat (SAAD et al., 2017). Valores dos indicadores para cada significado espécies foi avaliada por meio de testes de Monte Carlo de randomização (com nível de significância de 1% e 999 randomizações). Os programas usados nestas análises foram PCord versão 6.2 (MCCUNE; MEFFORD, 2011).

Caracterização das comunidades de formigas

Foram coletadas 66.725 formigas, distribuídas em 10 subfamílias, 33 gêneros e 93 espécies (Figura 3). Myrmicinae foi a subfamília mais rica (54 espécies) seguida por Formicinae (13 espécies) e Ponerinae (10 espécies) (Tabela 2). Estes resultados corroboram trabalhos realizados em áreas urbanas (KAMURA et al., 2007; SOUZA et al., 2012a; MUNHAE et al., 2014), parques urbanos (RIBEIRO et al., 2012; SOUZA-CAMPANA et al., 2016) e floresta (MENTONE et al., 2011; SUGUITURU et al., 2013); todos pertencentes ao Domínio Atlântico.

Pheidole foi o gênero mais rico (29 espécies), seguido de *Camponotus* (8 espécies) (Tabela 2). Ambos os gêneros são considerados hiperdiverso e suas espécies são onívoras (BACCARO et al., 2015). Diferentemente de *Cerapachys splendens*, *Discothyrea sexarticulata* e *Prionopelta punctulata*, registradas com menor frequência, sendo espécies com biologia mais especializada (BRANDÃO et al., 2009; SUGUITURU et al., 2015).

Embora ambientes urbanos possam ter locais com características semelhantes à habitat naturais, que possibilitam a permanência de espécies nativas, especialistas ou mesmo consideradas raras e ameaçadas (KOWARIK, 2011), a homogeneização das paisagens, decorrente do processo de urbanização, favorece o estabelecimento das exóticas e generalistas.

O aumento de riqueza e densidade de espécies de hábito generalista, que são capazes de tolerar ou se beneficiar da atividade humana, pode levar as espécies nativas e especialistas a extinção local (PICKETT et al., 2001; PACHECO; VASCONCELOS, 2007; BUCZKOWSKI, RICHMOND, 2012).

Nas residências da cidade de Mogi das Cruzes espécies associadas à atividade humana foram encontradas na seguinte ordem de importância: *Solenopsis saevissima*, *Tapinoma melanocephalum*, *Linepithema humile*, *Nylanderia fulva*, *Wasmannia auropunctata*, *Paratrechina longicornis*, *Pheidole megacephala*, *Monomorium pharaonis* e *M. floricola* (KAMURA et al., 2007). Apenas *S. saevissima* e *W. auropunctata* foram registradas no presente estudo. Conforme relatos de Ribeiro et al. (2012) e Souza-Campana et al. (2016) essas espécies são muito frequentes em parques urbanos.

Embora nosso estudo não tenha registrado a ocorrência de espécies exóticas, outros trabalhos encontraram *Cardiocondyla wroughtoni* (SOUZA-CAMPANA et al., 2016), *M. pharaonis*, *T. melanocephalum* (SOUZA et al., 2012b) e *P. longicornis* (SOUZA et al., 2012a; 2012b), nas áreas verdes urbanas de Mogi das Cruzes. Além dessas espécies, *M. floricola* e *P. megacephala* foram coletadas em centros urbanos localizados na região do Alto Tietê (MUNHAE et al., 2014).

As espécies exóticas podem ser encontradas em áreas residenciais, jardins, cultivos e vegetação secundária. Elas apresentam potencial de invadir regiões de mata nativa de entorno, podendo competir por recursos alimentares e habitat, e reduzir a fauna nativa (DELABIE et al., 1995; SOUZA et al., 2012b; SOUZA-CAMPANA et al., 2016). De acordo com Suguituru et al. (2013), os remanescentes de Mata Atlântica do Alto Tietê são cercados por cidades ou propriedades rurais, o que facilita a invasão de espécies exóticas nos habitat nativos. Este é o caso de *P. longicornis* registrada por Souza et al. (2012a; 2012b) no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello. Desta forma, o monitoramento das espécies exóticas é necessário para manter a integridade e conservação da biodiversidade das áreas protegidas na Serra do Itapeti.

Figura 3 – Curva de acumulação de espécies das comunidades de formigas nos parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (SP). Desvio padrão: área azul no gráfico.

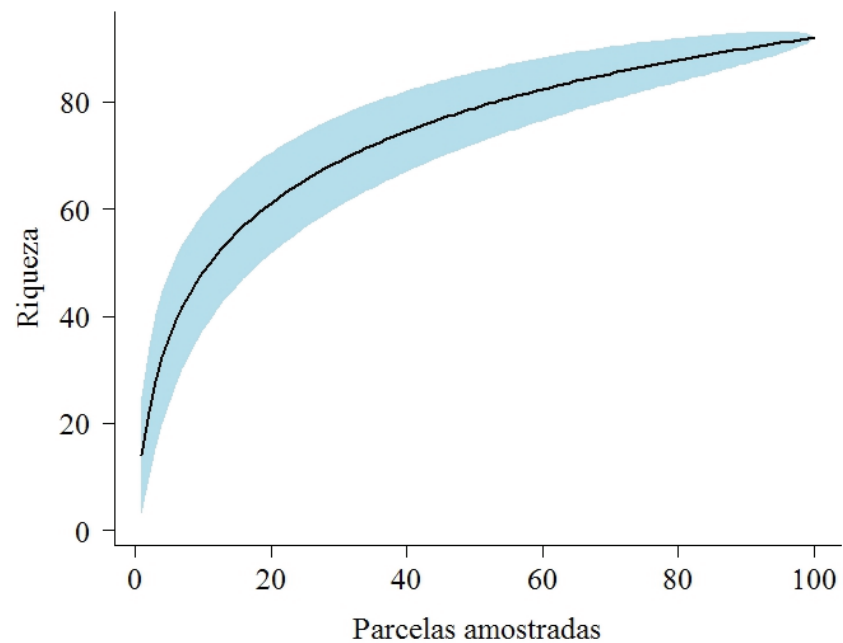


Tabela 2 – Ocorrência e frequência relativa (%) das espécies de formigas nos parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).

Subfamília/Espécie/Morfoespécie	Parques urbanos			
	PNMFAM	IM	PLF	PC
Amblyoponinae				
<i>Prionopelta punctulata</i> Mayr, 1866	5 (0,54)	-	-	1 (0,27)
Dolichoderinae				
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	-	-	6 (0,98)	-
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	5 (0,54)	8 (0,92)	9 (1,47)	3 (0,81)
<i>Linepithema leucomelas</i> (Emery, 1894)	1 (0,11)	2 (0,23)	-	-
<i>Linepithema neotropicum</i> Wild, 2007	90 (9,64)	9 (1,03)	66 (10,75)	7 (1,89)
Dorylinae				
<i>Cerapachys splendens</i> Borgmeier, 1957	1 (0,11)	-	-	-
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	2 (0,21)	-	20 (3,26)	1 (0,27)
<i>Labidus mars</i> (Forel, 1912)	-	1 (0,11)	-	-
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858)	3 (0,32)	-	1 (0,16)	4 (1,08)
Ectatomminae				
<i>Gnamptogenys continua</i> (Mayr, 1887)	1 (0,11)	-	-	-
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	31 (3,32)	34 (3,89)	63 (10,26)	66 (17,79)
Formicinae				
<i>Brachymyrmex admotus</i> Mayr, 1887	2 (0,21)	8 (0,92)	15 (2,44)	-
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	14 (1,50)	17 (1,95)	17 (2,77)	9 (2,43)
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	-	2 (0,23)	4 (0,65)	2 (0,54)
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	-	-	2 (0,33)	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	-	-	1(0,16)	-
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	4 (0,43)	23 (2,63)	34 (5,54)	-

Subfamília/Espécie/Morfoespécie	Parques urbanos			
	PNMFAM	IM	PLF	PC
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Ménéville, 1838)	-	1 (0,11)	-	-
<i>Camponotus</i> sp.2	1 (0,11)	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.5	5 (0,54)	6 (0,69)	13 (2,12)	11 (2,96)
<i>Camponotus</i> sp.11	-	-	1 (0,16)	2 (0,54)
<i>Myrmelachista arthuri</i> Forel, 1903	-	-	24 (3,91)	-
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	-	2 (0,23)	1 (0,16)	2 (0,54)
<i>Nylanderia</i> sp.1	20 (2,14)	89 (10,19)	27 (4,40)	1 (0,27)
Heteroponerinae				
<i>Heteroponera dentinodis</i> (Mayr, 1887)	2 (0,21)	4 (0,46)	-	3 (0,81)
Myrmicinae				
<i>Acanthognathus rudis</i> Brown & Kempf, 196	1 (0,11)	-	-	-
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1887)	2 (0,21)	1 (0,11)	6 (0,98)	1 (0,27)
<i>Acromyrmex niger</i> (Smith, 1858)	-	-	2 (0,33)	-
<i>Apterostigma</i> gr. <i>pilosum</i>	1 (0,11)	-	-	4 (1,08)
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	4 (0,65)	1 (0,27)
<i>Octostruma stenognatha</i> Brown & Kempf, 1960	23 (2,46)	-	-	-
<i>Carebara</i> sp.1	12 (1,28)	-	-	4 (1,08)
<i>Crematogaster arata</i> Emery, 1906	-	-	-	1 (0,27)
<i>Crematogaster chodati</i> Forel, 1921	1 (0,11)	-	-	-
<i>Crematogaster rochai</i> Forel, 1903	-	1 (0,11)	18 (2,93)	-
<i>Crematogaster</i> sp.1	5 (0,54)	21 (2,41)	8 (1,30)	7 (1,89)
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	2 (0,21)	12 (1,37)	6 (0,98)	1 (0,27)
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr, 1887)	4 (0,43)	3 (0,34)	-	2 (0,54)

Subfamília/Espécie/Morfoespécie	Parques urbanos			
	PNMFAM	IM	PLF	PC
<i>Mycetarotes parallelus</i> (Emery, 1906)	1 (0,11)	-	-	-
<i>Mycetarotes senticosus</i> Kempf, 1960	2 (0,21)	-	-	-
<i>Nesomyrmex dalmasi</i> (Forel, 1899)	-	-	-	2 (0,54)
<i>Oxyepoecus myops</i> Albuquerque & Brandão, 2009	14 (1,50)	-	7 (1,14)	24 (6,47)
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	1 (0,11)	-	2 (0,33)	-
<i>Pheidole</i> cf. <i>dione</i>	1 (0,11)	2 (0,23)	-	1 (0,27)
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886	-	2 (0,23)	2 (0,33)	-
<i>Pheidole</i> gr. <i>flavens</i>	27 (2,89)	6 (0,69)	-	1 (0,27)
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	1 (0,11)	-	-	-
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908	2 (0,21)	-	-	-
<i>Pheidole</i> pr. <i>senilis</i>	55 (5,89)	3 (0,34)	-	-
<i>Pheidole sospes</i> Forel, 1908	74 (7,92)	98 (11,23)	14 (2,28)	7 (1,89)
<i>Pheidole</i> sp.9	7 (0,75)	37 (4,24)	32 (5,21)	1 (0,27)
<i>Pheidole</i> sp.10	1 (0,11)	1 (0,11)	1 (0,16)	-
<i>Pheidole</i> sp.14	55 (5,89)	58 (6,64)	4 (0,65)	1 (0,27)
<i>Pheidole</i> sp.19	10 (1,07)	1 (0,11)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.20	5 (0,54)	2 (0,23)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.21	3 (0,32)	5 (0,57)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.23	4 (0,43)	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.24	-	1 (0,11)	7 (1,14)	-
<i>Pheidole</i> sp.25	4 (0,43)	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.26	26 (2,78)	-	2 (0,33)	-
<i>Pheidole</i> sp.29	3 (0,32)	1 (0,11)	-	-

Subfamília/Espécie/Morfoespécie	Parques urbanos			
	PNMFAM	IM	PLF	PC
<i>Pheidole</i> sp.30	16 (1,71)	79 (9,05)	26 (4,23)	10 (2,70)
<i>Pheidole</i> sp.34	3 (0,32)	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.36	-	1 (0,11)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.37	1 (0,11)	9 (1,03)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.38	-	1 (0,11)	-	-
<i>Pheidole</i> sp.39	42 (4,50)	1 (0,11)	1 (0,16)	-
<i>Pheidole</i> sp.40	2 (0,21)	-	-	1 (0,27)
<i>Pheidole</i> sp.43	7 (0,75)	1 (0,11)	1 (0,16)	-
<i>Pheidole</i> sp.44	4 (0,43)	20 (2,29)	-	-
<i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884	3 (0,32)	30 (3,44)	2 (0,33)	-
<i>Procryptocerus</i> sp.2	-	1 (0,11)	-	-
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	-	1 (0,11)	3 (0,49)	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	110 (11,78)	108 (12,37)	86 (14,01)	80 (21,56)
<i>Solenopsis</i> sp.3	64 (6,85)	13 (1,49)	6 (0,98)	37 (9,97)
<i>Strumigenys crassicornis</i> Mayr, 1887	15 (1,61)	19 (2,18)	7 (1,14)	6 (1,62)
<i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887	20 (2,14)	23 (2,63)	6 (0,98)	9 (2,43)
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929	1 (0,11)	1 (0,11)	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	-	10 (1,15)	-	1 (0,27)
Ponerinae				
<i>Hypoponera foreli</i> (Mayr, 1887)	-	-	-	1 (0,27)
<i>Hypoponera</i> sp.1	1 (0,11)	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.4	28 (3,00)	27 (3,09)	7 (1,14)	4 (1,08)
<i>Hypoponera</i> sp.12	-	1 (0,11)	-	-

Subfamília/Espécie/Morfoespécie	Parques urbanos			
	PNMFAM	IM	PLF	PC
<i>Hypoponera</i> sp.14	1 (0,11)	-	-	-
<i>Odontomachus affinis</i> Guérin-Méneville, 1844	22 (2,36)	4 (0,46)	-	5 (1,35)
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	9 (0,96)	7 (0,80)	-	8 (2,16)
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	1 (0,11)	-	-	-
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	11 (1,18)	-	-	1 (0,27)
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	37 (3,96)	53 (6,07)	43 (7,00)	38 (10,24)
Proceratiinae				
<i>Discothyrea sexarticulata</i> Borgmeier, 1954	-	-	1 (0,16)	-
Pseudomyrmecinae				
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	-	1 (0,11)	1 (0,16)	-
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901)	-	1 (0,11)	4 (0,65)	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	2 (0,21)	-	1 (0,16)	-

Relação entre a riqueza das comunidades de formigas e abertura de dossel

A comunidade de formigas do Parque Centenário da Imigração Japonesa é a mais pobre, menos abundante e menos diversa (Tabela 3). O Parque Centenário da Imigração Japonesa e Parque Leon Feffer são os mais dissimilares (Figura 4). Estes parques possuem dossel mais aberto em relação aos demais, que são os menos usados pela população mogiana (Figura 5). O dossel sendo mais aberto expõe a serapilheira diretamente à luz solar e vento, ocasionando a diminuição da umidade da serapilheira e variações no microclima do solo (LOUZADA et al., 1997). Assim, a falta de cobertura arbórea gera escassez de sombra, recursos e disponibilidade de micro-habitat (KASPARI et al., 2000, PHILPOTT; FOSTER, 2005,

KASPARI; YANOVIK, 2008), que são essenciais para o aumento de ninhos e expansão das colônias (FOWLER et al., 1991). Entretanto, nossos resultados indicam que a riqueza das comunidades de formigas está relacionada à abertura de dossel apenas no Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá ($r_s = -0,5383$; $p = 0,0055$) (Figura 6).

A estrutura do ambiente é um fator que influencia a diversidade das comunidades de formigas. A composição vegetal, como riqueza e densidade de árvores, proporciona diferentes recursos e habitat (MIRANDA et al., 2006; SUGUITURU et al., 2013). Assim, as comunidades de plantas representam um dos fatores determinantes na formação e espessura da serapilheira e, conseqüentemente, na ocorrência das espécies de formigas que dependem dos nichos disponibilizados por este estrato (TEWS et al., 2004; LOPES et al., 2012). Na serapilheira, as formigas encontram um microclima favorável, recursos alimentares e locais para nidificação (ARMBRECHT et al., 2004; PHILPOTT; FOSTER, 2005).

Tabela 3 – Comparação das comunidades de formigas entre os parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).

Parâmetros Ecológicos	PNMFAM	IM	PLF	PC	Kruskal-Wallis	<i>p</i>
Abundância	26,288 ^a	13,635 ^a	15,584 ^a	11,218 ^b	17,06	0,0007
Riqueza	67 ^a	55 ^a	47 ^a	41 ^b	14,87	0,0019
Riqueza estimada (Chao 2)	80,57 ^a	91,48 ^a	55,8 ^b	64,04 ^b	37,88	0,0001
Índice de Shannon-Wiener	2,659 ^a	2,685 ^a	2,362 ^a	1,491 ^b	17,06	0,0007
Equitabilidade	0,6323 ^a	0,6700 ^a	0,6134 ^a	0,4016 ^b	17,06	0,0007

Letras diferentes: resultados significativos de acordo com teste "a posteriori" de Dunn.

Figura 4 – Similaridade entre as comunidades de formigas que forrageiam em diferentes parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (São Paulo).

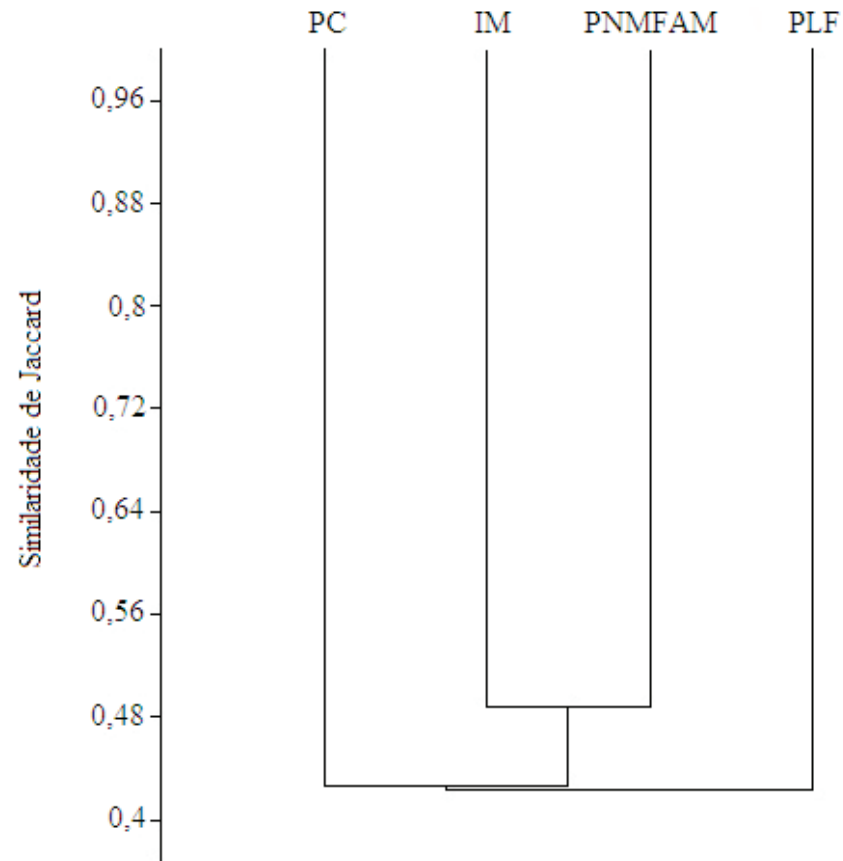


Figura 5 – Comparação da abertura de dossel entre os parques urbanos localizados no município de Mogi das Cruzes (São Paulo). Letras iguais: resultados não diferem de acordo com a análise Kruskal-Wallis, com o teste “a posteriori” de Dunn.

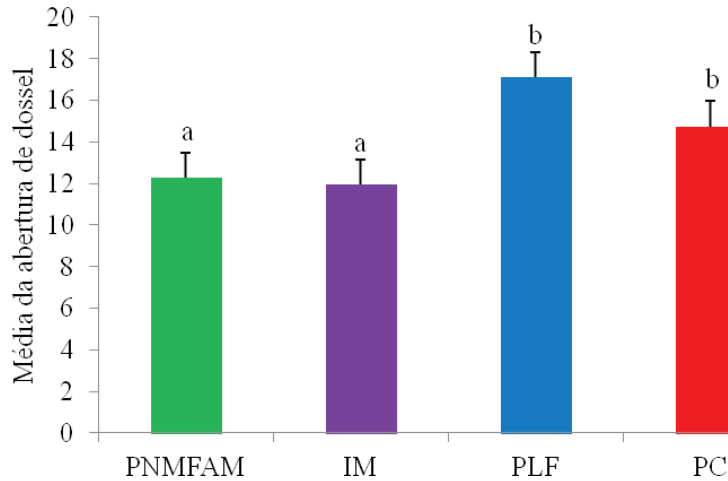
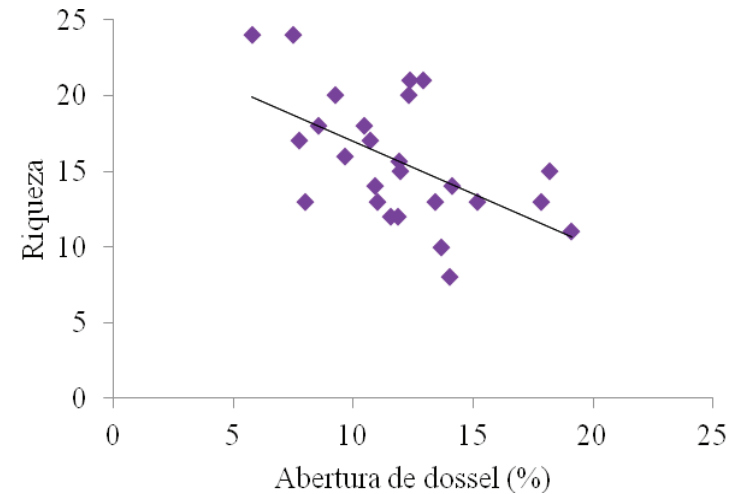


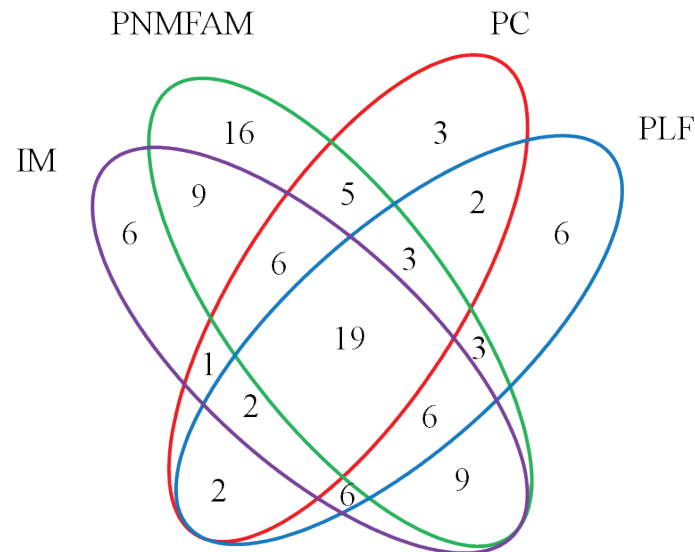
Figura 6 – Relação entre riqueza de espécies e abertura de dossel no Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá de Mogi das Cruzes (São Paulo).



As espécies de formigas registradas nos parques Núcleo Ambiental Ilha Marabá, Leon Feffer e Centenário da Imigração Japonesa representam um subconjunto das comunidades presentes no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (NODF = 53,88; NODF (Ce) = 57,46; $p = 0,04$). Além disso, os resultados deste trabalho mostram que 51 (54,84%) das espécies são compartilhadas entre a unidade de conservação (Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello) e os parques urbanos (Figura 7), indicando que parte da diversidade de formigas do remanescente de Mata Atlântica está conservada nas áreas verdes de Mogi das Cruzes. Este resultado demonstra a importância da manutenção destas áreas verdes para a biodiversidade de formigas.

Mesmo que a malha urbana de Mogi das Cruzes esteja em plena expansão (PAGOTO, 2016), os parques possuem uma rica fauna de formiga. A riqueza desta fauna é comparável a maior floresta urbana do mundo (FEITOSA; RIBEIRO, 2005) e a fragmentos de Floresta Atlântica preservados no Alto Tietê (SUGUITURU et al., 2013). Provavelmente, este resultado está relacionado à localização dos parques urbanos em relação a Serra do Itapeti, onde está a unidade de conservação (Figura 1). A proximidade de áreas naturais possibilita a manutenção da biodiversidade em fragmentos de vegetação urbana (PACHECO; VASCONCELOS, 2007); até mesmo em quintais e jardins (KAMURA et al., 2007) e praças (MUNHAE et al., 2009).

Figura 7 – Número de espécies de formigas compartilhadas e exclusivas entre os parques urbanos da cidade de Mogi das Cruzes (São Paulo).



Caracterização das espécies biondicadoras

Dentre as 93 espécies, apenas 11 (11,83%) são associadas aos parques urbanos, com níveis de indicação significativos (Tabela 4; Figura 8). Destas, apenas *Octostruma stenognatha* no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, está associada 100% ao seu respectivo local. Este gênero é composto por 60 espécies com registros nas Regiões Neotropical, Indo-Malásia e Austrália onde habitam ambientes úmidos, especialmente a serapilheira e camadas superficiais do solo. A nidificação ocorre nas cavidades ocas de galhos, frutos e madeira podre. As colônias apresentam cerca de 50 indivíduos e o forrageamento é solitário. Entretanto, informações sobre a biologia da espécie ainda são escassas na literatura (BACCARO et al., 2015; SUGUITURU et al., 2015).

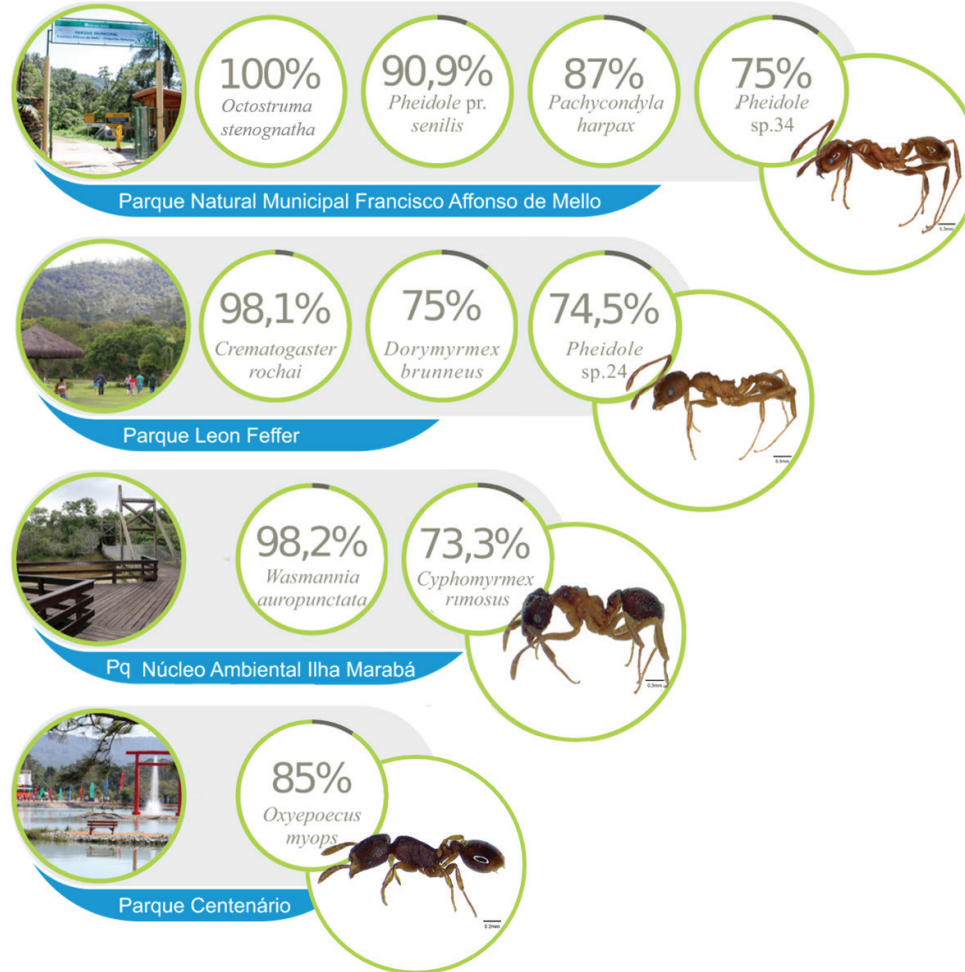
Wasmannia auropunctata foi a espécie com maior valor de indicação (98,2%) para o Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá. Essa espécie, nativa da Região Neotropical, possui hábito alimentar e nidificação generalista, e apresenta comportamento agressivo evidente, tanto intraespecífico quanto intraespecífico (SOUZA, 2007; BRANDÃO et al., 2009; SUGUITURU et al., 2015). Como há relatos de *W. auropunctata* ferrendo trabalhadores rurais no momento da colheita de frutos de cacau (SOUZA, 2007), é necessário o monitoramento de suas colônias nos parques para que eventuais acidentes possam ser evitados.

Crematogaster rochai foi espécie com maior valor de indicação (98,2%) para o Parque Leon Feffer. É comum em áreas abertas, beiras de estradas e pastagens; possui hábito generalista com forrageamento diurno onde se alimenta, frequentemente, em nectários extraflorais (SUGUITURU et al., 2015). *Oxyepoecus myops* foi espécie com maior valor de indicação (85%) para o Parque Centenário da Imigração Japonesa. O gênero é composto por 20 espécies com distribuição Neotropical. Possuem comportamento criptobiótico e hábito generalista, a nidificação ocorre no solo e em folhas da serapilheira, e algumas espécies vivem associadas a ninhos de *Solenopsis* e *Pheidole*. Porém, a biologia da espécie é praticamente desconhecida (BACCARO et al., 2015; SUGUITURU et al., 2015).

Tabela 4 – Espécies indicadoras dos parques urbanos no município de Mogi das Cruzes (São Paulo) e seu respectivo valor indicador (“IndVal”).

Parques	Espécies	“IndVal %”	<i>p</i>
Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello	<i>Octostruma stenognatha</i>	100,0	0,0026
	<i>Pheidole pr. senilis</i>	90,9	0,0062
	<i>Pachycondyla harpax</i>	87,0	0,0096
	<i>Pheidole sp.34</i>	75,0	0,0258
Parque Núcleo Ambiental Ilha Marabá	<i>Wasmannia auropunctata</i>	98,2	0,0090
	<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	73,3	0,0094
Parque Leon Feffer	<i>Crematogaster rochai</i>	98,1	0,0020
	<i>Dorymyrmex brunneus</i>	75,0	0,0284
	<i>Pheidole sp.24</i>	74,5	0,0240
	<i>Pseudomyrmex schuppi</i>	61,7	0,0284
Parque Centenário da Imigração Japonesa	<i>Oxyepoecus myops</i>	85,0	0,0116

Figura 8 – Espécies associadas (IndVal >70%) aos parques urbanos na cidade de Mogi das Cruzes (São Paulo).



As espécies *Cerapachys splendens*, *Linepithema leucomelas*, *Hypoponera* sp.14, *Nesomyrmex dalmasi*, *Pheidole* sp.3 e *Pseudomyrmex schuppi* não tinham sido registradas anteriormente em áreas verdes urbanas de Mogi das Cruzes por Souza et al. (2012a; 2012b), Morini et al. (2012), Tachira et al. (2012) e Souza-Campana et al. (2016). Com este trabalho houve o acréscimo de seis espécies no banco de dados de formigas em ambientes urbanos do Alto Tietê, contribuindo para o conhecimento da distribuição dessas espécies nas diferentes paisagens de Mogi das Cruzes.

Embora o registro de espécies especialistas tenha sido baixo, a ausência de espécies exóticas e a baixa ocorrência de espécies associadas às atividades humanas sugerem que os parques urbanos na cidade de Mogi das Cruzes apresentam condições adequadas para a conservação da mirmecofauna local. Como atualmente a Mata Atlântica no Brasil é um complexo mosaico de paisagens com diferentes graus de conservação, e os parques urbanos estão inclusos nesta paisagem, a conservação destas áreas é de fundamental importância, pois podem servir de conexão com outros fragmentos de mata nativa em suas adjacências. O aumento de conectividade contribui para a conservação da biodiversidade nos ambientes urbanos que, por consequência, proporciona a melhora do clima, redução da temperatura, controle da erosão, proteção das bacias hidrográficas dentre outros serviços ecossistêmicos fundamentais.

Agradecimentos

Agradecemos aos organizadores desta obra pelo convite. À CAPES, CNPq pelo auxílio financeiro/ à FAEP/UMC pelo apoio institucional e a Prefeitura de Mogi das Cruzes por autorizar as expedições de coletas. Agradecemos também o apoio do grupo de pesquisa do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê (LAMAT), em especial à Dra. Débora R. Souza-Campana e Tae T. Fernandes.

Referências

ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. *Science*, v.304, n.5668, p.284-286, 2004.

AYRES, M.; AYRES, M.J; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. 5 ed. Pará: ONG Mamirauá, 2007. 364p.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J. L.P.; SOLAR, R. *Guia para os gêneros de formigas do Brasil*. 1. ed., Manaus: Editora INPA, 2015. 388p.

BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H.C. Formigas (Hymenoptera). In: PANIZZII, A.R.; PARRA, J.R.P. (Org.). *Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa, p.323-369, 2009.

BUCZKOWSKI, G.; RICHMOND, D.S. The effect of urbanization on ant abundance and diversity: a temporal examination of factors affecting biodiversity. *PloS One*, v.7, n.8, p.e41729, 2012.

COLWELL, R.K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 9.1. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house - infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

DIAS, G.F. *Pegada ecológica e sustentabilidade humana*. 1ª ed, Brasil: Gaia, 2006. 257p.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, v.67, n.3, p.345-366, 1997.

FAETH, S.H.; BANG, C.; SAARI, S. Urban biodiversity: patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.1223, n.1, p.69-81, 2011.

FEITOSA, R.S.M.; RIBEIRO, A.S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil. *Biotemas*, v.18, n.2, p.51-71, 2005.

FOLGARAIT, P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity Conservation*, v.7, n.9, p.1221-1244, 1998.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Org.) *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, p.131-223, 1991.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, 1999.

GUIMARÃES, P.R.; GUIMARÃES, P. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling & Software*, v.21, n.10, p.1512-1513, 2006.

HAMMER, Ö.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v.4, n.1, p.1-9. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf htm>. Acesso em: 06 jun. 2016

KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology*, v.67, n.4, p.635-641, 2007.

KASPARI, M.; MAJER, J.D. Using ants to monitor environmental change. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Org.) *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution, p.89-98, 2000.

KASPARI, M., O'DONNELL S.; KERCHER J.R. Energy, density, and constraints to species richness: ant assemblages along a productivity gradient. *The American Naturalist*, v.155, n.1, p.280-293, 2000.

KASPARI, M.; YANOVIK, S.P. Biogeography of litter depth in tropical forests: evaluating the phosphorus growth rate hypothesis. *Functional Ecology*, v.22, p.919-923, 2008.

KOWARIK, I. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, v.159, n.8, p.1974-1983, 2011.

LOPES, J.F.S.; HALLACK, N.M.R.; SALES, T.A.; BRUGGER, M.S.; RIBEIRO, L.F.; HASTENREITER, I.N.; CAMARGO, R.S. Comparison of the ant assemblages in three phytophysionomies: rocky field, secondary forest, and riparian forest - a case study in the state park of Ibitipoca, Brazil. *Psyche*, v.2012, p.1-7, 2012.

LOPEZ-MORENO, I.R.; DIAZ-BETANCOURT, M.E.; SUAREZ- LANDA, T. Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology*, v.42, n.3, p.605-622, 2003.

LOUZADA, J.N.C; SCHOEREDER, J.H.; DE MARCO, P. Litter decomposition in semideciduous forest and *Eucalyptus* spp. crop in Brazil: a comparison. *Forest Ecology and Management*, v.94, n.1, p.31-36, 1997.

MACGREGOR-FORS, I.; ESCOBAR, F.; RUEDA-HERNÁNDEZ, R.; AVENDAÑO-REYES, S.; BAENA, M.L.; BANDALA, V.M.; CHACÓN-ZAPATA, S.; GUILLÉN-SERVENT, A.; GONZÁLEZ-GARCÍA, F.; LOREA-HERNÁNDEZ, F.; OCA, E.M.; MONTOYA, L.; PINEDA, E.; RAMÍREZ-RESTREPO, L.; RIVERA-GARCÍA, E.; UTRERA-BARRILLAS, E. City "Green" Contributions: The Role of Urban Greenspaces as Reservoirs for Biodiversity. *Forests*, v.7, n.7, p.1-14, 2016.

MAJER, J.D. Ants: bioindicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environ. Environmental Management*, v.7, n.5, p.375-383, 1983.

MAJER, J.D. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.8, n.1, p.97-108, 1992.

MCCUNE, B.; MEFFORD M.J. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. PC-ORD: Version 6.2, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, 2011.

MCINTYRE, N.E.; RANGO, J.; FAGAN, W.F.; FAETH, S.H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, v.52, n.4, p.257-274, 2001.

MCKINNEY, M.L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, v.127, n.3, p.247-260, 2006.

MENTONE, T.O.; DINIZ, E.A.; MUNHAE, C.B.; BUENO, O.C.; MORINI, M.S.C. Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus* spp., na região sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v.11, n.2, p.237-246, 2011.

MIRANDA, M.; ANDRADE, V.B.; MARQUES, G.D.V.; MOREIRA, V.S.S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento urbano de mata mesófila semidecídua. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.8, n.1, p.49-54, 2006.

MORINI, M.S.C.; SILVA, R.R.; SUGUITURU, S.S.; PACHECO, R.; NAKANO, M.A. A fauna de formigas da Serra do Itapeti. In: MORINI, M.S.C.; MIRANDA, V.F.O. (Org.) *Serra do Itapeti: Aspectos Históricos, Sociais e Naturalísticos*. Bauru: Canal 6, p.201-220, 2012.

MUNHAE, C.B.; BUENO, Z.A.F.N.; MORINI, M.S.C.; SILVA, R.R. Composition of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in public squares in Southern Brazil. *Sociobiology*, v.53, n.2, p.455-472, 2009.

MUNHAE, C.B.; MORINI, M.S.C.; BUENO, O.C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in vineyards that are infested or uninfested with *Eurhizococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae) in Southeastern Brazil. *Journal of Insect Science*, v.14, n.1, p.1-5, 2014.

NOBIS, M. SideLook 1.1 – Imaging software for the analysis of vegetation structure with true-colour photographs. 2005. Disponível em: < <http://www.appleco.ch>. 2005>. Acesso em: 06 jun. 2016.

OLIVEIRA, A.S.; SANCHES, L.; MUSIS, C R.; NOGUEIRA, M.C.D.J.A. Benefits of squares in urban afforestation-the case of Cuiabá/MT. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, v.9, n.9, p.1900-1915, 2013.

OTOMO, J.I.; CARDOSO-SILVA, S.; SANTOS, W.D.S.; JARDIM, E.A.M.; POMPÊO, M. Avaliação de políticas para preservação e recuperação de mananciais de abastecimento público da região metropolitana de São Paulo. In: POMPÊO, M; MOSCHINI-CARLOS, V; NISHIMURA, P. Y.; SILVA, S.C.; DOVAL, J.C.L. (Org.) *Ecologia de reservatórios e interfaces*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p.376-395, 2015.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in brazilian cerrado. *Landscape and Urban Planning*, v.81, n.3, p.193–199, 2007.

PAGANI, M.I. Preservação da Serra do Itapeti. In: MORINI, M.S.C.; MIRANDA, V.F.O. (Org.) *Serra do Itapeti: Aspectos Históricos, Sociais e Naturalísticos*. Bauru: Canal 6, p.45-58, 2012.

PAGOTO, A. Ocorrência de *Callithrix aurita* (Primates, Callitrichidae) e as representações sociais de moradores: contribuições às políticas públicas. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2016, 106p.

PHILPOTT, S.M.; FOSTER, P.F. Nest-site limitation in coffee agroecosystems: artificial nests maintain diversity of arboreal ants. *Ecological Applications*, v.15, n.4, p.1478-1485, 2005.

PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L.; GROVE, J.M.; NILON, C.H.; POUYAT, R.V.; ZIPPERER, W.C.; COSTANZA, R. Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.32, n.1, p.127-157, 2001.

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES. Plano Diretor do Município de Mogi das Cruzes (SP): Lei Complementar N° 46, de 17 de novembro de 2006, Título i - da conceituação, finalidade, abrangência, princípios e objetivos gerais do plano diretor de Mogi das Cruzes (SP): Edição própria, p.1-16, 2006. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/pagina/secretaria-de-planejamento-e-urbanismo/institucional>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES. Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/unidade-e-equipamento/agricultura-e-meio-ambiente/parque-naturalmunicipal-francisco-affonso-de-mello>>. Acesso em: 06 fev. 2017, 2017a.

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES. Ilha Marabá. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/ponto-turistico/todos-os-assuntos/ilha-maraba>>. Acesso em: 06 fev. 2017, 2017b.

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES. Parque Leon Feffer. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/unidade-e-equipamento/agricultura-e-meio-ambiente/parque-leonfeffer>>. Acesso em: 06 fev. 2017, 2017c.

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES - PMMC. Parque Centenário da Imigração Japonesa. 2017d. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/unidade-e-equipamento/agricultura-e-meio-ambiente/parquecentenario-da-imigracao-japonesa>>. Acesso em: 06 fev. 2017, 2017d.

RIBAS, C.R.; SOLAR, R.R.C.; CAMPOS, R.B.F.; SCHMIDT, F.A.; VALENTIM, C.L.; SCHOEREDER, J.H. Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic? *Journal of Insect Conservation*, v.16, n.3, p.413-421, 2012.

RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETI, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an urban park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, n.1, p.971-984, 2012.

SAAD, L.P.; SOUZA-CAMPANA, D.R.; BUENO, O.C.; MORINI, M.S.C. Vinasse and its influence on ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in sugarcane crops. *Journal of Insect Science*, v.17, n.1, p.1-7, 2017.

SOUZA, A.L.B. Caracterização comportamental de *Wasmannia auropunctata* (Myrmicinae: Blepharidattini). *Biológico*, v.69, n.2, p.153-156, 2007.

SOUZA, D.R.; SANTOS, S.G.; MUNHAE, C.B.; MORINI, M.S.C. Diversity of epigeal ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas of Alto Tiete. *Sociobiology*, v.59, n.3, p.703-717, 2012a.

SOUZA, D.R.; MUNHAE, C.B.; KAMURA, C.M.; PORTERO, N.S.; MORINI, M.S.C. Formigas em áreas urbanizadas da Serra do Itapeti. In: MORINI, M.S.C.; MIRANDA, V.F.O. (Org.) Serra do Itapeti: Aspectos Históricos, Sociais e Naturalísticos. Bauru: Canal 6, p.301-310, 2012b.

SOUZA-CAMPANA, D.R.; SILVA, O.G.; MENINO, L.; MORINI, M.S.C. Epigeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in Atlantic Forest biome. *Check List*, v.12, n.5, p.1967, 2016.

SUGUITURU, S.S.; SOUZA, D.R.; MUNHAE, C.B.; PACHECO, R.; MORINI, M.S.C. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. *Biota Neotropica*, v.13, n.2, p.141-152, 2013.

SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C.; FEITOSA, R.M.; SILVA, R.R. Formigas do Alto Tietê. Bauru: Canal 6, 2015, 458p.

TACHIRA, M.M.; SOUZA, D.R.; SUGUITURU, S.S.; MUNHAE, C.B.; MORINI, M.S.C. Diversidade da fauna de formigas no Parque Municipal Nagib Najjar. In: MORINI, M.S.C.; MIRANDA, V.F.O. (Orgs.) Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos. Bauru: Canal 6, p.345-353, 2012.

TEAM, R.C. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. 2015. Disponível em: <www.r-project.org/2015>. Acesso em: 06 jun. 2016.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, v.31, n.1, p.79-92, 2004.

VICENTE, N.M.F.; CURTINHAS J.N.; PEREZ, A.L.; PREZOTTI, L. Fauna edáfica auxiliando a recuperação de áreas degradadas do Córrego Brejaúba, MG. *Floresta e Ambiente*, v.17, n.2, p.104-110, 2010.

Parte 3

**PESQUISAS SOBRE FORMIGAS EM
AMBIENTES URBANOS NO BRASIL**

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUL DO BRASIL

JUNIR ANTÔNIO LUTINSKI
CARIN GUARDA
CLADIS JULIANA LUTINSKI
FLÁVIO ROBERTO MELLO GARCIA

Resumo

A urbanização está entre as ações antrópicas que mais interferem na diversidade de organismos. A Região Sul do Brasil conta com duas décadas de estudos sobre formigas que ocorrem em ambientes urbanos, contudo, apenas 1% das cidades foram amostradas. Os estudos têm se concentrado no potencial das formigas como vetores de micro-organismos patogênicos, especialmente em espaços destinados aos cuidados com a saúde. Apresentam-se como inventários de espécies realizados, predominantemente, em hospitais, Centros de Saúde, comércios e residências. Ao todo, 138 espécies representam a fauna de formigas registradas em ambientes urbanos desta região. Esta, pertencente a 41 gêneros e oito subfamílias. A maior riqueza amostrada está concentrada nas cidades catarinenses (113 espécies), seguida pelas gaúchas (41 espécies) e paranaenses (28 espécies). Destaca-se a diversidade e abundância da subfamília Myrmicinae, tanto em número de gêneros quanto de espécies. Os gêneros *Camponotus* e *Pheidole* são os mais ricos, seguidos por *Acromyrmex*. A presença de *Acanthognathus*, *Acanthostichus*, *Apterostigma*, *Azteca*, *Cephalotes*, *Cyphomyrmex*, *Dinoponera*, *Eciton*, *Ectatomma*,

Gnamptogenys, *Heteroponera*, *Hypoponera*, *Labidus*, *Mycocepurus*, *Myrmelachista*, *Neoponera*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Procryptocerus*, *Pseudomyrmex* e *Strumigenys* resalta a importância das áreas verdes, terrenos baldios e fragmentos florestais existentes nas áreas urbanas do Sul do Brasil para a conservação da diversidade. A abundância de formigas dos gêneros *Brachymyrmex*, *Crematogaster*, *Nylanderia*, *Paratrechina* e *Wasmannia* indica a tolerância e o sucesso destes táxons nos ambientes urbanos. A região carece de estudos quanto a mirmecofauna que ocorre em ambientes urbanos, posto que existem regiões no Estado que ainda não foram amostradas. A carência por estudos taxonômicos voltados para gêneros hiper diversos também aparece como um limitador para que a diversidade de formigas seja melhor conhecida.

Introdução

A expansão das áreas urbanas ocorreu a partir da revolução industrial (PAULO, 2010). Até então, nenhum país possuía população predominantemente urbana. A criação de oportunidades de emprego e renda deslocou uma parcela importante da população rural para os centros urbanos e fez com que as cidades crescessem em um ritmo acelerado, especialmente na segunda metade do século XX (MARICATO, 2000). Áreas urbanas cobrem aproximadamente 4% dos continentes e abrigam metade da população humana (UNDP, 2000).

Comunidades de organismos são afetadas pelas atividades humanas e pela exploração intensa dos recursos naturais (DIAMOND, 2012), sendo que a urbanização representa uma das principais ameaças a muitos ecossistemas, entretanto, pouco ainda se conhece sobre seu impacto sobre a biodiversidade (McKINNEY, 2002). Este processo envolve a conversão de ambientes naturais em um ecossistema composto por pavimentação, indústrias, comércios, residências, áreas verdes, estabelecimentos públicos e privados de prestação de serviços e locais de acúmulo de resíduos. Como resultados desfavoráveis à conservação da diversidade biológica se destacam a impermeabilização do solo (McKINNEY, 2002), a perda e

fragmentação de habitat, alterações microclimáticas locais, alterações na hidrologia, aumento da poluição (NIEMELÄ, 1999) e a dispersão e crescimento populacional de espécies exóticas (BLAIR, 2001).

Dentre os insetos, Formicidae constitui uma das famílias mais comuns e melhor estudadas em diversos aspectos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). A riqueza, juntamente com a abundância e ampla distribuição geográfica, indica que as formigas estão entre os insetos mais bem sucedidos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Há mais de duas décadas, as formigas que ocorrem em ambientes urbanos têm sido foco de pesquisas (FOWLER et al., 1993; DELABIE et al., 1995; FOWLER; BUENO, 1995; PIVA; CAMPOS-FARINHA, 1999; SILVA; LOECK, 1999; ZARZUELA et al., 2002; MOREIRA et al., 2005; OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; COSTA et al., 2006; LISE et al., 2006; SOARES et al., 2006; IOP et al., 2009; GARCIA; LISE; LOECK, 2011; GARCIA; LISE, 2013). Os estudos pioneiros tiveram como enfoque a distribuição e ocorrência da mirmecofauna em ambientes urbanos de interesse humano como hospitais, residências e estabelecimentos comerciais. Este enfoque vem mudando e os estudos passaram a avaliar o impacto causado pelas atividades humanas sobre as comunidades de formigas.

Antonov (2008) relata que as formigas que vivem em ambientes urbanos respondem de formas diferentes às influências antrópicas. Enquanto algumas espécies respondem adversamente às mudanças, decrescendo em abundância ou mesmo desaparecendo localmente, outras apresentam uma resposta neutra, com suas abundâncias permanecendo aproximadamente no mesmo nível que em ambientes naturais. Há também espécies que respondem favoravelmente às alterações antrópicas, crescendo em abundância ou tornando-se sinantrópicas. Avaliando diferentes ambientes urbanos, Sanford et al. (2008) e Lutinski et al. (2014) identificaram mudanças na riqueza e abundância das comunidades de formigas em função da intensidade das ações antrópicas.

O papel ecológico diversificado das formigas nos ecossistemas tem lhes conferido destaque. Como predadoras, dispersoras de sementes, cultivadoras de fungos, polinizadoras (em alguns casos), promovendo ou inibindo a herbivoria, a presença das formigas em um ambiente é um indicador de inúmeras interações interespecíficas (SILVESTRE et al., 2003) e por consequência, da diversidade existente (OSBORN et al., 1999; SILVA; BRANDÃO, 1999; SILVESTRE; SILVA, 2001;

ARCILA; LOZANO-ZAMBRANO, 2003). Assim, o conhecimento da mirmecofauna se torna importante para a sua conservação e dos ambientes em que elas se encontram.

Estudos sobre fauna de formigas em ambientes urbanos no Sul

O Estado de Santa Catarina apresenta uma mirmecofauna mais extensamente amostrada, dentre os estados da Região Sul do Brasil. A mirmecofauna catarinense já descrita se encontra condensada em uma lista elaborada por Ulysséa et al. (2011). O Estado do Rio Grande do Sul tem a contribuição elevada do Prof. Dr. Alci Enimar Loeck e pela Profa. Dra. Elena Diehl, que além de contribuir com vasta e qualificada produção científica, formaram recursos humanos em nível de mestrado e doutorado. Recentemente, a parceria estabelecida pelo laboratório de Entomologia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó e o Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética da Universidade Federal de Pelotas tem gerado produções científicas importantes sobre formigas-urbanas no Sul do país. Já o estado paranaense é o mais carente quanto aos estudos envolvendo formigas em seu território.

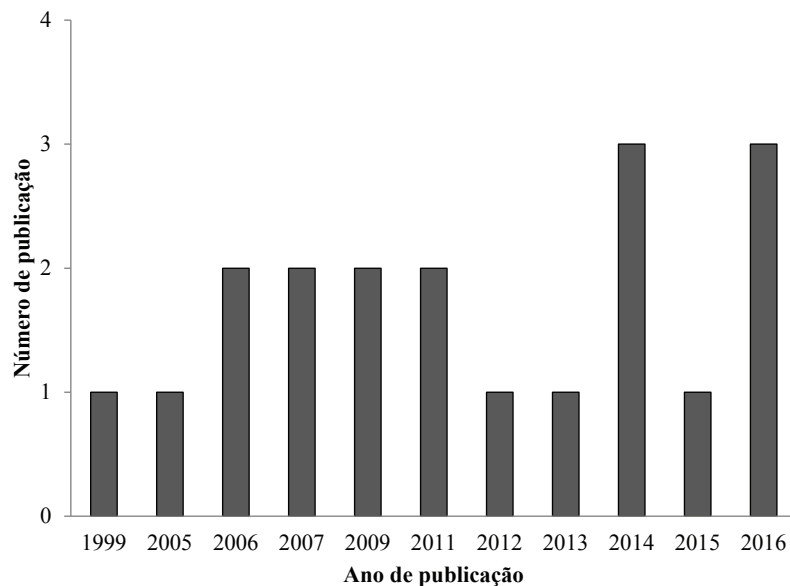
Na última década houve um crescente no número de mirmecólogos e pesquisas contemplando diferentes ambientes nos três estados da região. Contudo, os estudos ainda são localizados e extensas áreas permanecem sem terem sido amostradas. Realidade semelhante é verificada para os ambientes urbanos onde pesquisas envolvendo formigas também são relativamente raras.

O Sul do país conta com 1.191 municípios (IBGE, 2016), sendo que em, aproximadamente, 1% há estudos publicados sobre a fauna de formigas em ambiente urbano. A predominância de pequenas áreas urbanas confrontando-se com áreas rurais e entremeadas por áreas verdes faz com que os ambientes urbanos da Região Sul abriguem uma mirmecofauna rica e diversificada (LUTINSKI et al., 2013). O conhecimento sobre a riqueza e abundância de formigas que ocorrem em

diferentes ambientes urbanos do Sul representa uma necessidade diante da demanda por informação para subsidiar planos de manejo e conservação da diversidade.

Atualmente, a Região Sul conta com 19 trabalhos disponíveis sobre formigas em ambientes urbanos (Figura 1, Tabela 1). A referência mais antiga se refere ao trabalho de Silva e Loeck no ano de 1999, na Revista Brasileira de Agrociência; é um estudo sobre as formigas que ocorrem em domicílios e peridomicílios da cidade de Pelotas, RS. Observa-se uma lacuna na produção de trabalhos entre os anos de 1999 e 2005 e, desde então, uma certa regularidade anual nas produções, com exceção para os anos de 2008 e 2010, anos para os quais não foram encontrados trabalhos (Figura 1).

Figura 1 – Número de publicações por ano, com formigas em áreas urbanas nos estados da Região Sul Brasil, no período de 1999 a 2016.



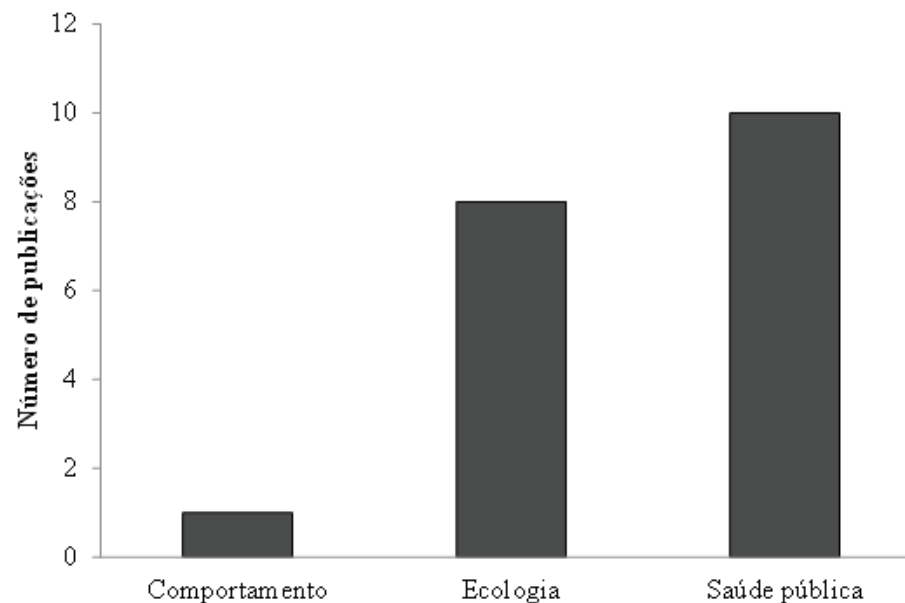
Dos 19 trabalhos publicados sobre o tema, 11 foram publicados a partir do ano de 2011, tendo sido motivados, predominantemente, pela importância das formigas como potenciais vetores de micro-organismos patogênicos em espaços destinados ao cuidado com a saúde como hospitais e Centros de Saúde da Família. Ao todo, nove estudos relacionados à ocorrência de formigas em hospitais da região encontram-se publicados (LISE et al., 2006; BICHO et al., 2007; RANDO et al., 2009; GARCIA et al., 2011; GARCIA; LISE; LOECK, 2011; GONÇALVES et al., 2011; JACOBS; ALVES 2014; LUTINSKI et al., 2015; SAMBATI et al., 2016). Três estudos foram realizados em Centros de Saúde da Família (BICHO et al., 2007; KOPERECK et al., 2016; SCHWINGEL et al., 2016).

Domicílios e peridomicílios contam com estudos realizados nos três estados. Silva e Loeck (1999) no Rio Grande do Sul, Oliveira e Campos-Farinha (2005) no Paraná e Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009) e Caldart et al. (2012) em Santa Catarina. Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009) e Caldart et al. (2012) também realizaram amostragens de formigas em estabelecimentos comerciais. Oliveira e Campos-Farinha (2005) investigaram a ocorrência de formigas em uma indústria de alimentos e em prédios públicos, Diehl et al. (2006) em um campus universitário, Rando et al. (2009) em laboratório de análises clínicas e Gonçalves et al. (2014) em uma floricultura. As comunidades de formigas que ocorrem em fragmentos florestais, áreas verdes, escolas e centros de reciclagem foram avaliadas pelos estudos de Lutinski et al. (2013) e Lutinski et al. (2014).

Os estudos sobre formigas que ocorrem áreas urbanas do Sul do Brasil têm se concentrado, em sua maioria, no inventário de espécies que colonizam ambientes urbanos (SILVA; LOECK, 1999; OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; DIEHL et al., 2006; BICHO et al., 2007; FARNEDA et al., 2007; IOP et al., 2009; RANDO et al., 2009; GARCIA et al., 2011; GONÇALVES et al., 2011; CALDART et al., 2012; LUTINSKI et al., 2013; LUTINSKI et al., 2015; KOPERECK et al., 2016; SCHWINGEL et al., 2016). Três deles investigaram os organismos potencialmente patogênicos veiculados pelas formigas (LISE et al., 2006; JACOBS; ALVES, 2014; SAMBATI et al., 2016). Lutinski et al. (2014) avaliaram o potencial bioindicador das formigas em ambientes urbanos e o estudo de Gonçalves et al. (2014) registra a ocorrência de uma nova espécie para o Estado do Rio Grande do Sul. Quanto ao enfoque das publicações encontradas, foram identificadas três categorias

distintas nos estudos, as quais são apresentadas na Figura 2. Ao todo, a saúde pública reúne a maioria (52,6%; n = 10) das publicações com formigas em áreas urbanas nos estados da Região Sul do Brasil, seguida pelos trabalhos com enfoque na ecologia (42,1%, n= 8) (Figura 2).

Figura 2 – Número de publicações com formigas em áreas urbanas dos estados da Região Sul do Brasil, no período de 1999 a 2016, com ênfase nas categorias de assunto.



Métodos utilizados em amostras de formigas de ambientes urbanos do Sul

Ambientes urbanos são heterogêneos e o delineamento amostral de qualquer organismo sempre exige cuidados. Técnicas tradicionais utilizadas na obtenção de amostras de formigas em ambientes naturais como *pitfall*, extrator de Winkler, rede de varredura e guarda-chuva entomológico dificilmente podem ser utilizadas. Embora ambientes como fragmentos florestais e áreas verdes até comportem estas técnicas, a replicabilidade para os demais ambientes urbanos não se torna viável. A presença e o fluxo de pessoas dificultam a permanência de armadilhas no ambiente sem que o pesquisador esteja presente. O uso de iscas e amostragem manual se tornam as opções mais utilizadas por mirmeecólogos em ambientes urbanos.

Nos inventários de formigas em ambientes urbanos do Sul do Brasil têm-se utilizado predominantemente a amostragem manual utilizando-se pinças e/ou hastes com algodão embebido em álcool. Os espécimes amostrados são acondicionados diretamente em álcool. Esta técnica foi adotada nos estudos de Silva e Loeck (1999), Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lise et al. (2006), Bicho et al. (2007), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Gonçalves et al. (2014); Jacobs e Alves (2014), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2014), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016) e Schwingel et al. (2016). Iscas à base de peixe também têm sido utilizadas como nos estudos de Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Rando et al. (2009), Gonçalves et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013) e Lutinski et al. (2014). Iscas de glicose ou mel foram utilizadas por Gonçalves et al. (2011), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2014) e Sambati et al. (2016). Iscas de fígado bovino e bolo de abacaxi foram utilizadas no estudo de Rando et al. (2009) e o aspirador entomológico por Diehl et al. (2006).

Riqueza distribuição de formigas em ambientes urbanos do Sul

Um total de 138 espécies de formigas, pertencentes a 41 gêneros e oito subfamílias foram registradas em ambientes urbanos do Sul do Brasil. As cidades catarinenses contribuem com a maior parcela da riqueza registrada (113 espécies), seguida pelas cidades gaúchas (41 espécies) e paranaenses (28 espécies). Este número representa apenas 39,4% dos registros de ocorrências, já que os demais se encontram descritos de forma genérica (Tabela 1). A carência de referências taxonômicas para gêneros de formigas ricos em ambientes urbanos como *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Linepithema*, *Pheidole* e *Solenopsis* podem explicar o expressivo número registros de morfoespécies nos estudos.

Tabela 1 – Riqueza e distribuição de formigas em ambientes urbanos do Sul do Brasil, 1999 a 2016.

Táxon	Estado	Referência
Subfamília Dolichoderinae		
Tribo Leptomyrmecini		
<i>Azteca instabilis</i> (F. Smith, 1862)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Azteca muelleri</i> Emery, 1893	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	RS, SC	Farneda et al. (2007), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lutinski et al. (2013)
<i>Forelius brasiliensis</i> (Forel, 1908)	RS	Silva e Loeck (1999)
<i>Linepithema angulatum</i> (Emery, 1894)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Linepithema inacatum</i> Bolton, 1969	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016)
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	SC	Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
<i>Linepithema leucomelas</i> (Emery, 1894)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)	SC	Lutinski et al. (2013)
Tribo Tapinomini		
<i>Tapinoma atriceps</i> Emery, 1888	SC	Farneda et al. (2007)
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	PR, RS, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lise et al. (2006), Farneda et al. (2007), Rando et al. (2009), Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
Subfamília Dorylinae		
<i>Acanthostichus quadratus</i> Emery, 1895	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Eciton quadriglume</i> (Haliday, 1836)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	RS, SC	Farneda et al. (2007), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2015)
<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
Subfamília Ectatomminae		
Tribo Ectatommini		
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	SC	Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1894	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005),
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	SC	Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
Subfamília Formicinae		
Tribo Camponotini		
<i>Camponotus arboreus</i> (Smith, 1858)	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Camponotus alboannulatus</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
<i>Camponotus atriceps</i> (F. Smith, 1858)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Rando et al. (2009), Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus blandus</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus cameranoi</i> Emery, 1894	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus cingulatus</i> Mayr, 1862	RS, SC	Lutinski et al. (2013), Gonçalves et al. (2014)
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	RS, SC	Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Camponotus diversipalpus</i> Santschi, 1922	RS, SC	Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Lutinski et al. (2015)
<i>Camponotus fastigatus</i> Roger, 1863	RS, SC	Diehl et al. (2006), Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus hedwigae</i> Forel, 1912	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus lespesii</i> Forel, 1886	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	SC	Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Camponotus mus</i> Roger, 1863	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Diehl et al. (2006), Farneda et al. (2007), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lutinski et al. (2013)
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Camponotus sericeiventris</i> (G.-Mén., 1838)	PR, RS, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Diehl et al. (2006), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius, 1793)	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Lutinski et al. (2013)
<i>Colobopsis personata</i> (Emery, 1894)	SC	Lutinski et al. (2013)
Tribo Myrmelachistini		
<i>Brachymyrmex aphidicola</i> (Forel, 1909)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Brachymyrmex coactus</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Brachymyrmex cordemoyi</i> Forel, 1895	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel 1874	RS	Diehl et al. (2006)
<i>Brachymyrmex pilipes</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Myrmelachista gagatina</i> Emery, 1894	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Myrmelachista reticulata</i> Borgmeier, 1928	SC	Lutinski et al. (2013)
Tribo Lasiini		
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	PR, RS, SC	Silva e Loeck (1999), Oliveira e Campos-Farinha (2005), Bicho et al. (2007), Farneda et al. (2007), Rando et al. (2009), Garcia et al. (2011), Gonçalves et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005); Lise et al. (2006), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016)
Subfamília Heteroponerinae		
Tribo Heteroponerini		
<i>Heteroponera flava</i> Kempf, 1962	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Heteroponera inermis</i> (Emery, 1894)	SC	Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
Subfamília Myrmicinae		
Tribo Attini		
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	RS, SC	Diehl et al. (2006), Lutinski et al. (2013)
<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Acromyrmex crassispinus</i> (Forel, 1909)	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1887)	SC	Farneda et al. (2007), Lutinski et al. (2013)
<i>Acromyrmex heyeri</i> (Forel, 1899)	RS	Diehl et al. (2006), Bicho et al. (2007)
<i>Acromyrmex hispidus fallax</i> Santschi, 1925	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Acromyrmex lobicornis</i> (Emery, 1888)	RS	Kopereck et al. (2016)
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Méneville, 1838)	RS, SC	Bicho et al. (2007), Lutinski et al. (2013)
<i>Acromyrmex niger</i> (F. Smith, 1858)	RS, SC	Iop et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Acromyrmex rugosus</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	RS	Bicho et al. (2007)
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Apterostigma mayri</i> Forel, 1893 (E)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Apterostigma pilosum</i> Mayr, 1865	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Apterostigma wasmannii</i> Forel, 1892	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Atta capiguara</i> Gonçalves, 1944	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
<i>Cephalotes angustus</i> (Mayr, 1862)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804)	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Cephalotes depressus</i> (Klug, 1824)	RS	Diehl et al. (2006)
<i>Cephalotes pinelii</i> (Guérin-Méneville, 1844)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Cyphomyrmex plaumanni</i> Kempf, 1962	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Cyphomyrmex strigatus</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	SC	Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Lutinski et al. (2013),
<i>Pheidole arcifera</i> Santschi, 1925	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole brevicona</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole dyctiota</i> Kempf, 1972	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole fabricator</i> (Smith, 1858)	RS	Silva e Loeck (1999)
<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1840	RS	Silva e Loeck (1999)
<i>Pheidole laevifrons</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole lignicola</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793)	RS, SC	Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016)
<i>Pheidole nitidula</i> Emery, 1906	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Pheidole nubila</i> Emery, 1906	PR, RS	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Gonçalves et al. (2011)

Táxon	Estado	Referência
<i>Pheidole pubiventris</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole punctatissima</i> Mayr, 1870	RS, SC	Silva e Loeck (1999), Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole risii</i> Forel, 1892	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pheidole spininodis</i> Mayr, 1887	RS	Gonçalves et al. (2011)
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886	RS	Silva e Loeck (1999)
<i>Pheidole triconstricta</i> Forel, 1886	RS, PR	Silva e Loeck (1999), Rando et al. (2009)
<i>Pheidole tristis</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Procryptocerus adlerzi</i> (Mayr, 1887)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Procryptocerus convergens</i> (Mayr, 1887)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Procryptocerus goeldii</i> Forel, 1899	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Rhopalothrix convexiceps</i> (Mayr, 1887)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Strumigenys cultrigera</i> Mayr, 1887	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	PR, RS, SC	Silva e Loeck (1999), Oliveira e Campos-Farinha (2005), Bicho et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016)
Tribo Crematogastrini		
<i>Cardiocondyla emeryi</i> Forel, 1881	RS	Gonçalves et al. (2011)
<i>Cardiocondyla nuda</i> (Mayr, 1866)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	SC	Iop et al. (2009), Lutinski et al. (2013), Schwingel et al. (2016)
<i>Crematogaster bingo</i> Forel, 1908	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Crematogaster corticícola</i> Mayr, 1887	SC	Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Crematogaster curvispinosa</i> Mayr, 1862	SC	Lutinski et al. (2013)

Táxon	Estado	Referência
<i>Crematogaster magnifica</i> Santschi, 1925	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr, 1870	SC	Kopereck et al. (2016)
<i>Crematogaster quadriformis</i> Roger, 1863	RS	Silva e Loeck (1999)
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	PR	Oliveira e Campos-Farinha (2005)
<i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander, 1846)	RS	Silva e Loeck (1999), Gonçalves et al. (2011), Kopereck et al. (2016)
Tribo Pogonomyrmecini		
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Forel, 1878	PR, RS, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
Tribo Solenopsidini		
<i>Diplorhoptrum helena</i> (Emery, 1901)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Diplorhoptrum strictum</i> (Emery, 1896)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lutinski et al. (2013)
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)	PR, RS, SC	Silva e Loeck (1999), Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lise et al. (2006), Rando et al. (2009), Garcia et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Lutinski et al. (2015), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	PR, SC	Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lutinski et al. (2013)
<i>Solenopsis saevissima</i> (F. Smith, 1855)	PR, RS, SC	Silva e Loeck (1999), Oliveira e Campos-Farinha (2005), Lise et al. (2006), Bicho et al. (2007), Iop et al. (2009), Gonçalves et al. (2011), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016), Schwingel et al. (2016)

Táxon	Estado	Referência
Subfamília Ponerinae		
Tribo Ponerini		
<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901	SC	Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)	SC	Farneda et al. (2007), Lutinski et al. (2013)
<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Hypoponera trigona</i> (Mayr, 1887)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Neoponera crenata</i> (Roger, 1858)	SC	Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Neoponera marginata</i> (Roger, 1861)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Neoponera vilosa</i> (Fabricius, 1804)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	SC	Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	SC	Iop et al. (2009), Lutinski et al. (2013)
<i>Pachycondyla striata</i> F. Smith, 1858	RS, SC	Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013), Kopereck et al. (2016)
Subfamília Pseudomyrmecinae		
Tribo Pseudomyrmecini		
<i>Pseudomyrmex acanthobius</i> (Emery, 1896)	RS	Diehl et al. (2006)
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i> (F. Smith, 1858)	SC	Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	RS, SC	Diehl et al. (2006), Farneda et al. (2007), Iop et al. (2009), Caldart et al. (2012), Lutinski et al. (2013)
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (F. Smith, 1858)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901)	SC	Lutinski et al. (2013)
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (F. Smith, 1855)	SC	Lutinski et al. (2013)

A subfamília Myrmicinae é mais frequentemente relatada nos estudos envolvendo formigas em áreas urbanas no Sul do Brasil. Esta subfamília é diversificada e abundante nos Biomas brasileiros como a Mata Atlântica e Cerrado, tanto em número de gêneros quanto de espécies. Algumas características são marcantes para o sucesso dessas formigas, entre elas destacam-se a diversidade de hábitos alimentares e nidificação (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). A predominância de Myrmicinae pode ser explicada pelo fato de ser um grupo adaptado às alterações nas diferentes condições do ambiente podendo ocupar diversos nichos (FOWLER et al., 1991).

O gênero *Camponotus* é um dos mais ricos. Aproximadamente 400 espécies deste gênero são descritas para a Região Neotropical, dentre as quais se observa acentuado polimorfismo e a onivoria é muito frequente. Podem ser observadas forrageando desde o solo até a copa das árvores. A defesa química e o mutualismo são comumente observados nas relações com outros organismos (SILVESTRE et al., 2003). Formigas deste gênero são comuns em estudos na Região Sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011) e frequentes em ambientes antropizados (LUTINSKI et al., 2014).

O gênero *Pheidole* também é um dos mais ricos nos registros de formigas em ambientes urbanos. São descritas como formigas epígeas, onívoras e dominantes (SILVESTRE et al., 2003). A diversidade deste gênero no Brasil faz com que seja comum o registro de dezenas de espécies em estudos localizados (BACCARO et al., 2015). A ampla distribuição geográfica e a grande habilidade de dispersão, fazem com que algumas espécies se tornem localmente abundantes. Silvestre et al. (2003) associam a este gênero a nidificação no solo, formação de grandes colônias, indivíduos pequenos, monomórficos ou dimórficos com comportamento generalista e agressivo. São frequentemente encontradas em ambientes antropizados (LUTINSKI; GARCIA, 2005, LUTINSKI et al., 2014). Estes fatores contribuem para o sucesso de *Pheidole* em diferentes ambientes urbanos.

O gênero *Acromyrmex* é o terceiro mais rico e abundante no Sul do Brasil (LUTINSKI et al., 2008; LUTINSKI et al., 2013). São assinaladas nove espécies com ocorrência na Região Oeste de Santa Catarina (ULYSSEÁ et al., 2011) e dez para o Estado do Rio Grande do Sul (LOECK et al., 2003). Pertencem a *Acromyrmex* algumas das espécies com o maior potencial de causar danos econômicos, pois estão associadas aos desequilíbrios ambientais que resultam em desequilíbrios

populacionais e levam ao aumento da massa vegetal cortada (FERNÁNDEZ, 2003; BACCARO et al., 2015). São formigas polimórficas, endêmicas da Região Neotropical, que exercem importante papel na estruturação do solo (SILVESTRE et al., 2003). Nas áreas urbanas estão associadas aos ambientes externos como peridomicílios, áreas verdes e fragmentos florestais. Acidentalmente são encontradas em ambientes internos de edificações.

Formigas pertencentes aos gêneros *Acanthognathus*, *Acanthostichus*, *Apterostigma*, *Azteca*, *Cephalotes*, *Cyphomyrmex*, *Dinoponera*, *Eciton*, *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Heteroponera*, *Hypoponera*, *Labidus*, *Mycocepurus*, *Myrmelachista*, *Neoponera*, *Pachycondyla*, *Procryptocerus*, *Odontomachus*, *Strumigenys* e *Pseudomyrmex* encontram abrigo e alimento na serapilheira e/ou na vegetação (SILVESTRE et al., 2003). Os registros de formigas destes gêneros em áreas urbanas do Sul do Brasil ressaltam a importância de áreas verdes, terrenos baldios e dos fragmentos florestais em áreas urbanas para a conservação desta riqueza, destacando a importância destas formigas para o equilíbrio ecológico no ecossistema urbano.

A onivoria é uma característica das formigas pertencentes aos gêneros *Brachymyrmex*, *Crematogaster*, *Nylanderia*, *Paratrechina*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia* (SILVESTRE et al., 2003, LUTINSKI et al., 2014). Este hábito alimentar pode estar associado ao sucesso de algumas espécies destas formigas nos ambientes urbanos. O recrutamento massivo e o tamanho diminuto destas espécies (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; SILVESTRE et al., 2003) podem favorecer o domínio pelas fontes de alimento e colonização de ambientes internos e externos em áreas urbanas, incluindo ambientes onde o acesso de insetos deve ser controlado como em hospitais.

Considerações Finais

Apenas uma pequena fração das cidades localizadas na Região Sul do Brasil contam com estudos relacionados à sua fauna de formigas. As pesquisas ainda estão restritas aos ambientes de interesse da saúde pública, no entanto, apenas três trabalhos publicados investigaram diretamente os micro-organismos associados às formigas. Os demais estudos

disponíveis se voltaram para inventários ou para conservação da diversidade. O Estado de Santa Catarina se destaca com a maior riqueza e o maior número de pesquisas sobre estes insetos. Todavia, permanecem lacunas importantes, posto que existem ambientes e regiões em cada estado do Sul do Brasil que ainda não foram amostrados. A carência por estudos taxonômicos voltados para gêneros hiper diversos também aparece como um limitador para que a diversidade de formigas-urbanas de ambientes urbanos do Sul do Brasil seja melhor conhecida.

Referências

ANTONOV, I.A. Ant assemblages of two cities with different ecological conditions in Southern Cisbaikalia. *Russian Journal of Ecology*, v.39, n.6, p.454-456, 2008.

ARCILA, A.M.; LOZANO-ZAMBRANO, F.H. Hormigas como herramienta para la bioindicación y monitoreo. In: FERNÁNDEZ, F. (Org.) *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.159-166, 2003.

BACCARO, B.B. FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L. P. de; SOLAR, R. *Guia para gêneros de formigas no Brasil*. 1 ed. Manaus: INPA. 2015. 388p.

BLAIR, R.B. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the US. In: LOCKWOOD, J.L.; MCKINNEY, M.L. (Eds.) *Biotic homogenization*. Kluwer Academic, Norwell, 2001. p.33-56.

BICHO, C.L.; BRANÇÃO, 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.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. As formigas domésticas. In: MARICONI, F.A. M. (Coord.) *Insetos e outros invasores de residências*. FEALQ, Piracicaba, p.135-180, 1999.

- CALDART, V.M.; IOP, S.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Diversidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) do perímetro urbano do município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.1, 2, 3, n.14, p.81-94, 2012.
- COSTA, S.B. PELLI, A.; CARVALHO, G.P.; OLIVEIRA, A.G.; SILVA, P.R.; TEIXEIRA, M.M.; MARTINS, E.; TERRA, A.P.S.; RESENDE, E.M.; OLIVEIRA, C.C.H.B.; MORAIS, C.A. 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.
- DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-267, 1995.
- DIEHL, E.; GÖTTERT, C.L.; FLORES, D.G. Comunidades de formigas em três espécies utilizadas na arborização urbana em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Bioikos*, v.20, n.1, p.25-32, 2006.
- DIAMOND, J. *Colapso*, 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2012. 699p.
- FARNEDA, F.Z.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, v.1, n.2, p.53-66, 2007.
- FERNÁNDEZ, F. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, 2003. 418p.
- FOWLER, H.G.L.; FORTI, C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. "Ecologia Nutricional de formigas". In: PAZZINI, A.R.; PARRA (Eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Manole, São Paulo, 1991, p.131-209.
- FOWLER, H.G. BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A.C. Ants as potencial vectors of pathogens in Brazil hospitals in the State of São Paulo, Brazil. *Insecta Science and its Application*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.
- FOWLER, H.G.; BUENO, O.C. A microtopografia da atividade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) num prédio urbano: Sucessão dinâmica e espacial numa paisagem simples. *Acta Biologica Leopoldensia*, v.17, n.1, p.73-80, 1995.

GARCIA, F.R.M.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; LUTINSKI, J.A. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Scientiarum, Health Sciences*, v.33, n.2, p.203-209, jun./dez. 2011.

GARCIA, F.R.M.; LISE, F.; LOECK, A.E. Formigas em hospitais: uma ameaça a saúde pública no Brasil. *Vetores & Pragas*, Rio de Janeiro, v.15, p.12-15, 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, n.1, p.9-14, 2013.

GONÇALVES, M.G.; LOECK, A.E.; SILVA, E.J.E.; SILVA, W.P.; ROSADO, J.L.O.; BASTOS, C.P.; BASSANI, M.T. Associação entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e bactérias patogênicas em cinco hospitais do município de Pelotas, RS. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.78, n.2, p.287-295, 2011.

GONÇALVES, M.G.; LOECK, A.E.; ROSADO, J.L. O. Primeiro registro de *Camponotus cingulatus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.81, n.1, p.68-70, 2014.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: 18 dez. 2016.

IOP, S.; CALDART, V.M.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v.22, n.2, p.55-64, 2009.

JACOBS, C.; ALVES, I.A.A. Identificação de microrganismos veiculados por vetores mecânicos no ambiente hospitalar em uma cidade da região noroeste do estado Rio Grande do Sul. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecções*, v.4, n.4, p.238-242, 2014.

KOPERECK, V.F.; VIANNA, É.E.S.; GARCIA, F.R.M.; LUTINSKI, J.A. Assembleia de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em unidade de saúde no Sul do Brasil. *Entomotropica*, 2016. No prelo.

- 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.
- LOECK, A.E.; GRUTZMACHER, D.D.; COIMBRA, S.M. Ocorrência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* nas principais regiões agropecuárias do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.9, n.2, p.129-133, 2003.
- LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. *Biotemas*, v.18, n.2, p.73-86, 2005.
- LUTINSKI, J.A. GARCIA, F.R.M.; LUTINSKI, C.J.; IOP, S. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Ciência Rural*, v.38, n.7, p.1810-1816, 2008.
- LUTINSKI, J.A.; LOPES, B.C.; MORAIS, A.B.B. Urban ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in ten cities of southern Brazil. *Biota Neotropica*, v.13, n.3, p.332-342, 2013.
- LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; LOPES, B.C.; MORAIS, A.B.B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. *Ecologia Austral*, v.24, n.2, p.229-237, 2014.
- LUTINSKI, J.A.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; GARCIA, F.R.M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in hospitals of southern Brazil. *Revista Colombiana de Entomología*, v.41, n.2, p.235-240, 2015.
- MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. *São Paulo em Perspectiva*, v.14, n.4, p.21-33, 2000.
- MCKINNEY, M.L. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, v.52, n.10, p.83-890, 2002.
- MOREIRA, D.D.O.; MORAIS, V.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A.E. C.; TONHASCA Jr., A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.
- NIEMELÄ, J. Ecology and urban planning. *Biodiversity Conservation*, v.8, n.1, p.119-131, 1999.

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.

OSBORN, F. GOITIA, W.; CABRERA, M.; JAFFÉ, K. Ants, plants and butterflies as diversity indicators: Comparisons between at six forest sites in Venezuela. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, v.34, p.59-64, 1999.

PAULO, R.F. O desenvolvimento industrial e o crescimento populacional como fatores geradores do impacto ambiental. *Veredas do Direito*, v.7, n.13/14, p.173-189, 2010.

PIVA, A.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Estrutura de comunidades das formigas urbanas do bairro da Vila Mariana na cidade de São Paulo. *Naturalia*, v.24, p.115-117, 1999.

RANDO, J.S.S.; MATSUMOTO, L.S.; SILVA, G.V.; QUIRINO, A.F.A.; HADDAD, R.E. Caracterização da mirmecofauna em estabelecimentos ligados à área da saúde no município de Bandeirantes, PR. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.76, n.4, p.665-671, 2009.

SAMBATI, N.; GARCIA, T.I.; PARUSSOLO, L.; PAVANELLI, M.F. Formigas como vetores de bactérias em um hospital de médio porte de Campo Mourão, Paraná. *SaBios: Revista de Saúde e Biologia*, v.11, n.1, p.74-79, 2016.

SANFORD, M.P.; MANLEY, P.N.; MURPHY, D.D. Effects of urban development on ant communities: implications for ecosystem services and management. *Conservation Biology*, v.23, n.1, p.131-141, 2008.

SCHWINGEL, I.; LUTINSKI, J.A.; QUADROS, S.O.; BUSATO, M.A.; TEO, C.R.P.A. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em centros de saúde da família de Chapecó, SC. *Hygeia*, v.12, n.23, p.111 – 121, 2016.

SILVA, E.J.E.; LOECK, A.E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, n.3, p.220-224, 1999.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. *Biotemas*, Florianópolis, v.12, n.2, p.55-73, 1999.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luis Antônio – SP – sugestões para aplicação de guildas como bioindicadores ambientais. *Biotemas*, v.1, n.14, p.7-69, 2001.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F. SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Org.) *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.113-148, 2003.

SOARES, S.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, T.M.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, n.3, p 324-328, 2006.

ULYSSÉA, M.A.; CERETO, C.E.; ROSUMEK, F.B.; SILVA, R.R.; LOPES, B.C. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.55, n.4, p.603-611, 2011.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME-UNDP. United Nations Environment Programme, World Bank and World Resources Institute. *A guide to world resources 2000-2001: people and ecosystems— the fraying web of life*. World Resources Institute, Washington. 2000, 36p. Disponível em:<http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/world_resources_2000-2001_summary.pdf.>Acesso: 16-12-2016.

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. *Instituto Biológico*, v.69, p.85-87, 2002.

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: MINAS GERAIS

FABIO PREZOTO
ELISA FURTADO FERNANDES
RAQUEL MENDONÇA DANIEL
TEREZINHA DELLA LUCIA

Resumo

Este capítulo aborda o estado da arte dos estudos que enfatizam formigas em ambientes urbanos no Estado de Minas Gerais. Este Estado se destaca por possuir 853 municípios, o que corresponde a 15,5% do total do país. Em uma revisão a cerca dos estudos, de 2001 até 2016, foram encontradas 27 publicações. Dentre os artigos, que totalizam 23 publicações, a maioria foi veiculada em revistas científicas internacionais. Contudo cabe destacar que em relação aos locais dos estudos, estes contemplam cerca de 1% dos municípios do Estado, demonstrando a regionalização das pesquisas. O principal enfoque das publicações é saúde pública, pois as pesquisas estão concentradas em ambiente hospitalar. O ano de 2014 foi o mais produtivo com seis publicações, o que demonstra uma tendência ao aumento de trabalhos com o tema nos últimos anos. Cabe destacar que, embora recentes, cerca de 15 anos, as pesquisas com formigas em ambiente urbano em

Minas Gerais vêm tomando corpo e, possivelmente, este Estado é o segundo do Brasil com o maior número de estudos; ficando apenas atrás de São Paulo, que concentra a maior parte dos núcleos de pesquisa e publicações.

Introdução

O Estado de Minas Gerais se destaca entre os demais estados brasileiros por possuir o maior número de municípios. Atualmente, Minas Gerais possui 853 municípios, o que corresponde a 15,5% do total de municípios do país. Soma-se a isso, o fato de o Estado abrigar diversas fitofisionomias características dos biomas brasileiros, como a Mata atlântica, Cerrado Caatinga e Campo Rupreste, o que por si só motiva estudos biológicos e ecológicos.

Nas últimas décadas o processo de urbanização vem se intensificando em todo o mundo e segundo especialistas, estima-se que em 2025, quase dois terços da população estarão vivendo em áreas urbanas (BOTKIN; KELLER, 2011); e essa tendência global também é percebida no Brasil.

Estudos sobre a fauna em ambiente urbano têm revelado que, apesar dos efeitos diretos no que diz respeito à perda na riqueza de espécies, muitos animais têm prosperado nesse tipo de ambiente (VIEIRA et al., 2016); especialmente aves, roedores e insetos.

Muitos são os grupos de insetos presentes no ambiente urbano, contudo um deles se sobressai, principalmente devido aos impactos que causam na vida humana, as formigas.

Apesar da estimativa de mais de 2.500 espécies de formigas para o Brasil (1.489 nomeadas, ANTWIKI, 2017) cerca de uma dúzia de espécies de formigas é reconhecida como pragas de ambientes urbanos, principalmente pela presença constante e os danos que causam nesse tipo de ambiente (DELLA LUCIA, 2003; BOLTON et al., 2006; WARD, 2010).

Estado da arte sobre estudos com formigas em ambiente urbano em Minas Gerais

Com o intuito de se conhecer o estado da arte sobre os estudos com formigas-urbanas em Minas Gerais, foi feita uma revisão e análise descritivas sobre as publicações (dissertações, teses e artigos) que abordam este tema nos últimos anos (2001-2016).

Nesta revisão foi adaptada o método proposto 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. Assim foi feita uma revisão sistemática, permitindo descrever o conhecimento atual, indicando os aspectos que são baseados em ciência e aqueles que não têm uma base sólida de apoio e requerem mais investigação.

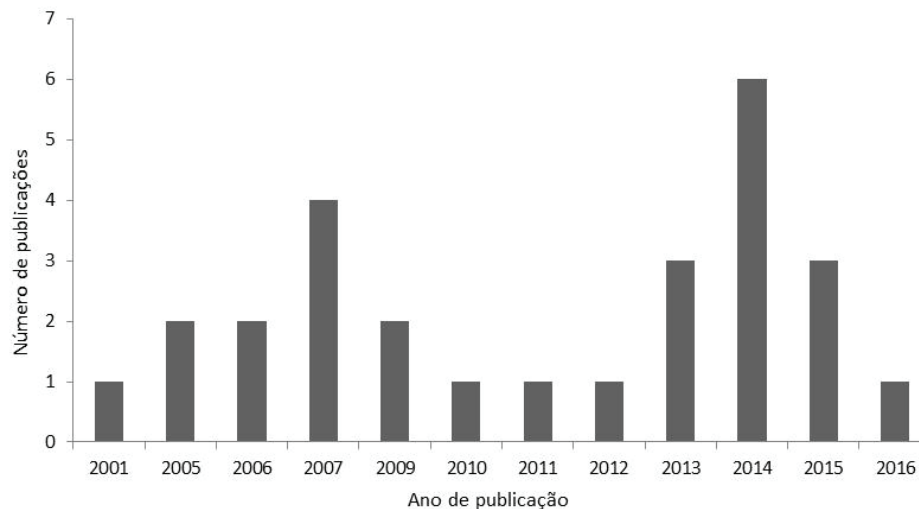
Os critérios para seleção e inclusão dos trabalhos foram: (i) os documentos que abordam o tema; (ii) títulos indexados nas bases de dados Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), MEDLINE (Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica) e SciELO (“Scientific Electronic Library Online”); (iii) dissertações e teses que enfocam o tema e que estão disponíveis em repositórios de acesso livre; e (iv) artigos publicados em revistas dentro do tempo definido (1993-2016), tomando-se por base as informações publicadas por Castro et al. (2015) para formigas-urbanas no Brasil. As palavras-chave utilizadas para procura nos bancos de dados foram: formigas urbanas, *tramp ants* e *urban ants*. As publicações foram analisadas para se recuperar as seguintes informações: ano da publicação, local do estudo, ênfase do estudo, dentre outras.

No que se refere às pesquisas com formigas-urbanas em Minas Gerais, foram encontradas 27 publicações, todas com realização de estudos práticos; sendo que o mais antigo parece datar de apenas 15 anos atrás. O trabalho que julgamos pioneiro foi uma tese de doutorado defendida por Santos (2001), que abordou a comunidade de formigas associadas a ambientes hospitalares em Viçosa, MG. A pesquisa envolveu coletas de formigas nos dois hospitais daquela cidade, durante uma semana a cada três meses, de dia e à noite (setembro de 1999 a junho de 2000). No perímetro externo do hospital

as coletas foram efetuadas manualmente. No interior dele, além da coleta manual, foram distribuídas iscas (armadilhas) a base de mel e sardinha. Os resultados indicaram um total de 45 espécies no exterior e 29 no interior dos hospitais; 15 espécies foram comuns aos exteriores de ambos os hospitais. *Paratrechina longicornis*, *Tapinoma melanocephalum*, *Tetramorium simillimum* e uma espécie não identificada de *Pheidole* foram as mais frequentes nos ambientes internos. A presença de plantas ornamentais e frutíferas e o tipo de revestimento de parede e piso influenciaram na ocorrência de formigas (SANTOS, 2001). Verificou-se que o ácido bórico foi eficiente no combate de *Camponotus (Myrmobrachys) crassus*, *Crematogaster* sp. gr. *quadriformis*, *Camponotus fuscocinctus* e *T. simillimum* (SANTOS, 2001).

Posteriormente, houve uma lacuna de publicações nos anos de 2002 a 2004; a partir de 2005 temos publicações em todos os anos, com exceção de 2008, sendo o ano de 2014 o mais produtivo (com seis publicações) (Figura 1, Tabela1).

Figura 1 – Número de publicações por ano, com formigas em ambiente urbano no estado de Minas Gerais, Brasil, no período de 2001 a 2016.



A segunda publicação surge após três anos, ou seja, outro trabalho efetuado no Hospital Universitário de Alfenas (MG) por Silva et al. (2005). Neste trabalho os autores investigaram as formigas como vetores de organismos patogênicos; os indivíduos foram capturados com iscas a base de mel. Os autores relataram *Paratrechina*, *Camponotus* e *Pheidole* com 97,5% de contaminação por *Staphylococcus* sp., *Neisseria* sp. e *Bacillus* sp. A porcentagem é certamente elevada e, de fato, preocupante, pois se trata de indivíduos e não apenas de gêneros.

A partir desta segunda publicação em 2005, a publicação de estudos foi constante e diversificada, pois passaram a envolver temas como comportamento, ecologia, interações tróficas, além de saúde pública. Além disso, passaram a ser veiculados em diferentes meios de publicação (Tabela 1).

Tabela 1 – Publicações sobre formigas em ambiente urbano no estado de Minas Gerais, Brasil, no período de 2001 a 2016: autor/ano, veículo de publicação, enfoque do estudo e município.

Autor/Ano	Revista	Enfoque	Local
Santos (2001)	Tese	Saúde Pública	Viçosa
Silva et al. (2005)	Revista de Medicina de Minas Gerais	Saúde Pública	Alfenas
Soares (2005)	Dissertação	Ecologia	Uberlândia
Costa et al. (2006)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	Saúde Pública	Uberaba
Soares et al. (2006)	Neotropical Entomology	Ecologia	Uberlândia
Freitas e Teixeira (2007)	Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil	Saúde Pública	Guaxupé
Pacheco e Vasconcelos (2007)	Landscape and Urban Planning	Ecologia	Uberlândia
Rodvalho et al. (2007)	Neotropical Entomology	Saúde Pública	Uberlândia
Teixeira (2007)	Tese	Saúde Pública	Uberaba
Santos et al. (2009)	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	Saúde Pública	Divinópolis
Teixeira et al. (2009)	Neotropical Entomology	Saúde Pública	Uberaba
Fonseca et al. (2010)	Acta Scientiarum, Health Science	Saúde Pública	Luz

Autor/Ano	Revista	Enfoque	Local
Alves et al. (2011)	Investigação	Saúde Pública	Minas Gerais
Elisei et al. (2012)	Entomobrasilis	Comportamento	Juiz de Fora
Camargo et al. (2013a)	Ciência Rural	Ecologia	Juiz de Fora
Camargo et al. (2013b)	Ciência Rural	Comportamento	Juiz de Fora
Pelliet et al. (2013)	Revista de Saúde e Biologia	Ecologia	Uberaba
Assunção et al. (2014)	Flora	Interações	Uberlândia
Fernandes et al. (2014)	Florida Entomologist	Comportamento	Juiz de Fora
Lange e Del-Claro (2014)	PlosOne	Interações	Uberlândia
Pires e Del-Claro (2014)	Journal of Insect Science	Interações	Uberlândia
Silveira et al. (2014)	Revista da Universidade Vale do Rio Doce	Saúde Pública	Campos Gerais
Zeringóta et al. (2014)	Florida Entomologist	Comportamento	Juiz de Fora
Sales et al. (2015)	Journal of Natural History	Comportamento	Juiz de Fora
Stefani et al. (2015)	PlosOne	Interações	Uberlândia
Vital et al. (2015)	Bioscience Journal	Ecologia	Juiz de Fora
Fernandes (2016)	Dissertação	Comportamento	Juiz de Fora

A maior parte das publicações (n= 14; 51,85%) ocorreu nos últimos quatro anos (de 2012 a 2016) (Figura 1) e essa concentração se deve, provavelmente, ao fato de que recentemente outros grupos de pesquisa passaram a atuar nessa temática em Minas Gerais.

A análise da distribuição das publicações pelo Estado de Minas Gerais demonstrou que os estudos foram conduzidos em nove municípios distintos, o que corresponde a praticamente 1% do total de municípios do Estado. Os municípios de Juiz de Fora e Uberlândia se destacaram dos demais, pois concentraram 59,26% (n=18) das publicações do Estado (Tabela 1). Este resultado deve estar relacionado a presença de núcleos científicos, como universidades e institutos de

pesquisa, que desempenharam um papel importante no início dos estudos e nucleação de novos grupos que, posteriormente, se espalharam para outras localidades do país.

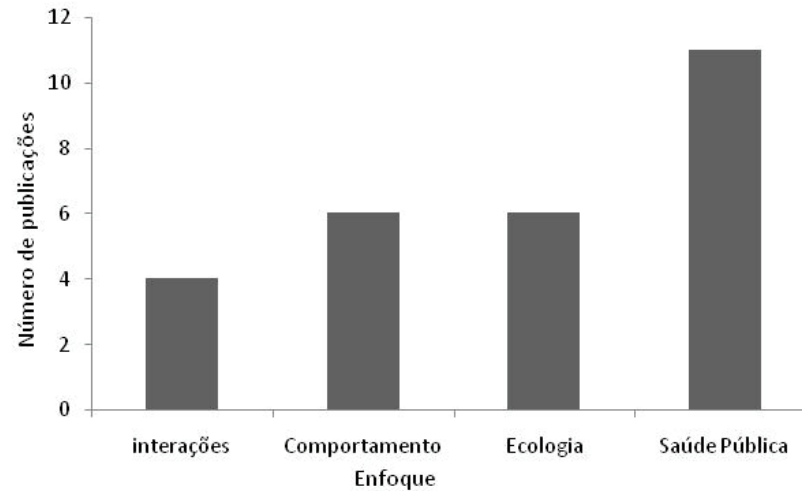
Dentre as publicações, encontramos 23 artigos, sendo a maioria destes (n=12; 52,17%) publicados em periódicos internacionais. O periódico mais utilizado foi a revista *Neotropical Entomology* (n= 3) (Tabela 1). As dissertações (n=2) e teses (n=1) contribuíram com 14,81% das publicações e podem, no futuro, se tornar novas publicações em periódicos científicos.

A análise das publicações encontradas permitiu a identificação de quatro categorias distintas de enfoque dos estudos, as quais são apresentadas na Tabela 2 e Figura 2. Questões ligadas à saúde pública foram o principal enfoque das publicações com formigas em áreas urbanas em Minas Gerais, estando presentes em mais de um terço das publicações (37,03%, n= 10) (Figura 2). Esse fato corrobora a tendência observada em outras revisões sobre formigas (CASTRO et al., 2015).

Tabela 2 – Categorias de acordo com os assuntos e suas classificações abordadas nas publicações sobre formigas- urbanas no Estado de Minas Gerais, Brasil, no período de 2001-2016.

Categorias	Critério usado para classificação da categoria do estudo
Ecologia	Estudos de diversidade de formigas em áreas urbanas, influência de variáveis ambientais e parâmetros ecológicos.
Interações	Associações entre formigas e plantas, interações tri-tróficas.
Comportamento	Estudo e descrição de comportamentos como: comportamento de alimentação, forrageio, hábitos de nidificação, predação.
Saúde Pública	Formigas em ambiente hospitalar e suas associações com microrganismos.

Figura 2 – Número de publicações com formigas em áreas urbanas do Estado de Minas Gerais, Brasil, no período de 2001-2016, com ênfase nas categorias de assunto.



Considerações finais

Diante dos resultados encontrados, podemos afirmar que a maioria das pesquisas com formigas-urbanas na Região Sudeste do Brasil encontra-se nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, corroborando o relato de Castro et al. (2015). Constatamos que são mais numerosos os trabalhos com formigas-urbanas presentes ou relacionadas com ambientes hospitalares. Essa tendência pode estar associada ao fato de que esse é um tema que atrai a atenção de todos, além da comunidade científica e que pode ser passível de subsídios financeiros. Aspectos associados à saúde pública sempre são

de interesse geral, afinal, formigas em hospitais e residências não são problemas exclusivamente brasileiros. No entanto, muito há que ser feito ainda, sobretudo na área de controle dessas pragas.

Não menos importante, ainda que em um patamar mais baixo, é a quantidade de trabalhos conduzidos com formigas domiciliares em Minas Gerais. Não há quase nada. Estudos sobre a biologia dessas formigas nas diversas regiões do Estado são escassos. Pesquisas que comparam a ocorrência de formigas em edificações de características variadas, em condições climáticas diferentes, dentre outras, são ainda grandes incógnitas no Estado.

Sugerimos que nos futuros estudos, a identificação seja mais aprofundada, evitando-se tratar apenas o táxon de gênero. Sabe-se, naturalmente, da dificuldade dessa identificação, por exemplo, nos gêneros *Pheidole*, *Solenopsis* e outros, porém todo o esforço deve ser envidado para conhecer tão exatamente quanto possível quais as espécies coletadas e assim especializar as informações obtidas.

Desse modo, só se pode esperar que os anos vindouros sejam mais frutíferos nessa tão importante área da mirme-cologia, principalmente para o Estado de Minas Gerais, que vem tendo um aumento de publicações nos últimos anos.

Referências

ALVEZ, G.G.; COSTA, E.S.; MARTINS, C.H.G.; SOUZA, M.G.M.; PIRES, R.H. Bactérias multidroga resistentes isoladas de formigas hospitalares. *Investigação*, v.11, p.33-38, 2011.

ANTWIKI – Disponível em <http://www.antwiki.org>. Acesso em 25 de maio de 2017.

ASSUNÇÃO, M.A.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; DEL-CLARO, K. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? *Flora*, v.209, p.244–249, 2014.

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, p.681, 2011.

CAMARGO, R.S.; LOPES, J.F.S.; FORTI, L.C. O jardim de fungo atua como um molde para a construção das câmaras em formigas cortadeiras? *Ciência Rural*, v.43, n.3, p.565-570, 2013a.

CAMARGO, R.S.; FONSECA, J.A.; LOPES, J.F.S.; FORTI, L.C. Influência do ambiente no desenvolvimento de colônias iniciais de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*). *Ciência Rural*, v.43, n.8, p.1375-1380, 2013b.

CASTRO, M.M.; SANTOS-PREZOTO, H.H.; FERNANDES, E.F.; BUENO, O.C.; PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: Advancements in public health and research priorities in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.59, n.1, p.77-83, 2015.

COSTA, S.B.; PELLI, A.; CARVALHO, G.P.; OLIVEIRA, A.G.; SILVA, P.R.; TEIXEIRA, M.M.; MARTINS, E.; TERRA, A.P.S.; OLIVEIRA, C.C.H.B.; MORAES, C.A. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.36, n.6, p.527-529, 2006.

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

ELISEI, T.; JUNIOR, C.R.; GUIMARÃES, D.L.; PREZOTO, F. Comportamento de forrageio de *Camponotus sericeiventris* Guérin (Hymenoptera, Formicidae) em ambiente urbano. *EntomoBrasilis*, v.5, n.2, p.170-172, 2012.

FERNANDES, E.F. Hábitos de nidificação e distribuição da formiga lava-pés *Solenopsis saevissima* (Smith, 1855) em área urbana. Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em Comportamento e Biologia Animal, UFJF, 51p, 2016.

FERNANDES, E.F.; CASTRO, M.M.C.; BARBOSA, B.C.; PREZOTO, F. Variation in nesting behavior of the arboreal ant *Camponotus sericeiventris* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, v.97, n.3, p.1237-1239, 2014.

FONSECA, A.R.; BATISTA, D.R.; AMARAL, D.P.; CAMPOS, R.B.F.; SILVA, C.G. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas em um hospital no município de Luz, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum Health Sciences*, v.32, n.1, p.29-34, 2010.

- FREITAS, M.R.; TEIXEIRA, I.R.V. A formiga fantasma (*Tapinoma melanocephalum*) domina os ambientes hospitalares em Guaxupé, MG. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2 pp, 2007.
- GARCIA, F.R.M.; LISE, F. Ants associated with pathogenic microorganisms in Brazilian hospitals: attention to a silent vector. Acta Scientiarum Health Science, v.35, p.9-14, 2013.
- LANGER, D.; DEL-CLARO, K. Ant-plant interaction in a tropical savanna: may the network structure vary over time and influence on the outcomes of associations? PloS One, v.9, n.8, p.1-10, 2014.
- PACHECO, R.; VASCONCELOS, H.L. Invertebrate conservation in urban areas: ants in the Brazilian Cerrado. Landscape and Urban Planning, v.81, p.193-199, 2007.
- PELLI, A.; TEIXEIRA, M.M.; REIS, M.G. Ocorrência de formigas em uma área urbana peri-hospitalar de Uberaba/Brasil. Revista de Saúde e Biologia, v.8, n.1, p.107-113, 2013.
- PIRES, L.P.; DEL-CLARO, K. Variation in the outcomes of an ant-plant system: fire and leaf fungus infection reduce benefits to plants with extrafloral nectarines. Journal of Insect Science, v.14, n.84, p.1-10, 2014.
- RODOVALHO, C.M.; SANTOS, A.L.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.N.; BRANDEBURGO, M.A.M. Urban ants and transportation of nosocomial bacteria. Neotropical Entomology, v.36, n.3, p.454-458, 2007.
- SALES, T.A.; HASTENREITER, I.N.; ALMEIDA, N.G.; LOPES, J.F.S. Fast food delivery: is there a way for foraging success in leaf-cutting ants? Sociobiology, v.62, n.4, p.513-518, 2015.
- SANTOS, M.F.S. Comunidade de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) associada aos ambientes hospitalares no município de Viçosa-MG. Tese de Mestrado, Pós graduação em Entomologia, UFV, 100p, 2001.
- 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.5, p.565-569, 2009.
- SILVA, L.T.; PICHARA, N.L.; PEREIRA, M.A.; FIORINI, J.E. Formigas como veículo de patógenos no Hospital Universitário Alzira Velano, em Alfenas – MG. Revista de Medicina de Minas Gerais, v.15, n.1, p.13-16, 2005.

SILVEIRA, G.A.; LOURENÇO, M.O.; LEITE, M.V.; MOREIRA, E.A. 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, n.2, p.03-14, 2014.

SOARES, N.S. Formigas domiciliares em região urbana de Cerrado e sua diversidade genética. Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em Genética e Bioquímica, UFU, 78p, 2005.

SOARES, N.S, ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, n.3, p.324-328, 2006.

STEFANI, V.; PIRES, T.L.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; DEL-CLARO, K. Beneficial effects of ants and spiders on the reproductive value of *Eriotheca gracilipes* (Malvaceae) in a Tropical Savanna. *PloS One*, v.10, n.7, p.1-12, 2015.

TEIXEIRA, M.M. Formigas como carreadoras de microrganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro Uberaba/ MG. Tese de Mestrado, Pós Graduação em Patologia, 74p, 2007.

TEIXEIRA, M.M.; PELLI, A.; SANTOS, V.M.; REIS, M.G. Microbiota associated with tramp ants in a brazilian university hospital. *Neotropical Entomology*, v.38, n.4, p.537-541, 2009.

VIEIRA, K.M.; SILVA, P.N.; AMARAL, D.L.A.S.; MENDES, S.S.; CASTRO, L.C.; PREZOTO, F. Nesting stingless bees in urban areas: a reevaluation after eight years. *Sociobiology*, v.63, p.976-981, 2016.

VITAL, M.R.; CASTRO, M.M.C.; ZERINGÓTA, V.; PREZOTO, F. Myrmecofauna of urban gardens in southeast region of Brazil. *Bioscience Journal*, v.31, n.4, p.1205-1212, 2015.

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

ZERINGÓTA, V.; CASTRO, M.M.C.; DELLA-LUCIA, T.M.C.; PREZOTO, F. Nesting of the fire ant *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Formicidae) in an urban environment. *Florida Entomologist*, v.97, n.2, 2014.

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: RIO DE JANEIRO

MARCUS NASCIMENTO SANTOS

Resumo

Várias espécies de formigas são comuns nas cidades e, portanto, são incluídas em estudos de ecologia urbana. Neste capítulo foram descritos e categorizados alguns aspectos da literatura disponível sobre formigas-urbanas no Estado do Rio de Janeiro para entender melhor o que tem sido abordado nos estudos sobre o tema e identificar importantes lacunas. Usando a técnica de revisão sistemática, foram identificados seis estudos relevantes na literatura (11,5% das publicações nacionais) e a maioria (cinco publicações) investigou a ecologia e biodiversidade dessas formigas e um trabalho abordou a saúde pública (Formigas como vetores de patógenos). Os estudos foram realizados no Centro-Sul, no Norte e na capital fluminense. Algumas espécies exóticas foram registradas nas áreas urbanas do Estado, como por exemplo, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius), *Paratrechina longicornis* (Latreille), *Monomorium pharaonis* (L.), *Monomorium floricola* (Jerdon) e *Tetramorium simillimum* (Smith). Os estudos revelaram que ainda não existem pesquisas sobre espécies de formigas invasoras exóticas e/ou nativas na região. Pesquisas sobre o controle de formigas pragas com teste de produtos químicos e/ou biológicos ou controle físico em situações naturais, em ambiente urbano fluminense, também não têm

atraído a atenção de pesquisadores até o momento. Portanto, ainda existente um campo vasto para trabalhos sobre formigas em áreas urbanas no Estado do Rio de Janeiro que podem trazer avanços no conhecimento de formigas-urbanas tropicais. Outras lacunas e sugestões de estudos são discutidas.

Introdução

Nos últimos 30 anos, profundas transformações têm ocorrido no Brasil em decorrência da industrialização e da crescente urbanização (REICHENHEIM; WERNECK, 1994). Consequentemente, houve um aumento da concentração de pessoas vivendo em cidades. No Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, a taxa de urbanização é uma das mais altas do Brasil, com 91% de sua população vivendo em cidades (REICHENHEIM; WERNECK, 1994). Atualmente, mais de 50% da população humana vive em cidades em todo mundo (GRIMM et al., 2008). Além disso, junto com a população, muitas espécies animais e vegetais também são encontradas no ambiente urbano. Nesse contexto, a urbanização fornece laboratórios prontos para que sejam estudados a evolução e os processos adaptativos e se examinar a influência dos seres humanos sobre a flora e a fauna (HUNTER, 2007).

Investigar as causas do impacto humano sobre a diversidade biológica de cidades e como as espécies se adaptam aos ambientes urbanos lança luz sobre a evolução e fornece pistas sobre a conservação das espécies (HUNTER, 2007). Nesse contexto, as formigas têm potencial para serem utilizadas como indicadores biológicos do impacto humano nas cidades (DELABIE et al., 2006), principalmente, devido à sua sensibilidade às mudanças ambientais e importância no funcionamento do ecossistema (LESSARD; BUDDLE, 2005; FAGAN et al., 2008), além de, geralmente, encontrarem-se associadas ao homem, causando incômodo, como, por exemplo, dentro dos domicílios e em hospitais, gerando um problema de saúde pública (CAMPOS-FARINHA et al., 2002). Dessa forma, as formigas podem compor um grupo importante de organismos em áreas urbanas.

Estudos que abordam a ecologia e biodiversidade em áreas urbanas podem fornecer informações sobre a mirmecofauna e a influência desse ambiente urbano, por exemplo, no artigo de Estrada et al. (2014). Podem também verificar os efeitos da destruição de habitat pela pressão da urbanização e do parasitismo sobre espécies de formigas, como realizado por Gomes et al. (2013). Outra abordagem nos estudos com formiga em áreas urbanas é a saúde pública, com o registro de espécies de formigas como vetores de patógenos de grande risco à saúde em hospitais, conforme se verifica em Moreira et al. (2005).

Várias espécies de formigas são comuns em cidades e, portanto, são incluídas em trabalhos de ecologia urbana (CAMPOS-FARINHA et al., 2002; SANTOS, 2016). Por isso, o objetivo deste capítulo consistiu em fazer uma análise descritiva sobre estudos de formigas em áreas urbanas realizados em campo no Estado do Rio de Janeiro e publicados em periódicos indexados nos últimos anos (1945-2015). Para isso as seguintes questões foram elaboradas previamente: (i) Qual é o quantitativo anual de publicações em periódicos indexados que abordam o tema formigas em áreas urbanas no Estado do Rio de Janeiro em relação às publicações totais sobre formigas-urbanas no Brasil? (ii) Quais foram os assuntos mais abordados nos estudos realizados em campo sobre formigas em áreas urbanas do Estado do Rio de Janeiro e qual o quantitativo anual dessas publicações entre os anos de 1945 a 2015? (iii) Quais são os assuntos pouco ou não abordados nos estudos realizados em campo sobre formigas em áreas urbanas no Estado do Rio de Janeiro?

Métodos

Para fazer a análise descritiva com o tema formigas em áreas urbanas, uma revisão sistemática foi realizada como principal ferramenta de seleção de artigos publicados em periódicos indexados. A revisão sistemática foi conduzida com base no método usado em recente revisão realizada por Santos (2016).

Levantamento das publicações de estudos sobre formigas realizados em campo em áreas urbanas:

No Brasil

Para a revisão sistemática, uma busca de literatura foi iniciada usando as bases de dados: ISI Web of Science database (WoS), SCOPUS (Elsevier) e SCIELO, empregando as seguintes palavras na busca para identificar artigos relevantes: Título: (Formicidae, ant, urban). Refinado por: Países/Territórios: (BRAZIL). Tempo estipulado: 1945-2015.

As bases WoS e SCOPUS foram limitadas à subárea Ciência da Vida para campos relevantes do estudo para excluir subáreas não relevantes como Ciências Sociais, Artes e Humanidades e Anais. Em seguida, as publicações encontradas foram limitadas pelo uso da função refino para seleção de somente artigos científicos. Na base de dados SCIELO, a pesquisa incluiu apenas os estudos realizados no Brasil e registros de 1945 a 2015 porque a base de dados WoS inclui registros desde 1945.

Os resultados registrados nas bases de dados SCOPUS e SCIELO foram comparadas com os da base WoS pelo nome do primeiro autor, título, volume, número, página inicial e final e ano do periódico publicado. A duplicata dos registros foi descartada. Então, após o descarte dos resultados duplicados na da base WoS, a lista com o total de registros foi formada com a adição dos resultados exclusivos de cada base de dados. A partir do total de registros encontrados, foram excluídas publicações que apresentavam assunto não relevante ao estudo (17,18%) como, por exemplo: morfologia interna e externa, formiga como tema periférico, engenharia genética e trabalhos exclusivamente realizados em laboratório.

No Estado do Rio de Janeiro

Uma busca de literatura foi iniciada usando o mesmo método relatado, mas foi acrescentado o emprego do refino “Organizações – Aprimorada” disponível somente nas duas bases de dados WoS e SCOPUS, conforme procedimento apresentado a seguir.

WoS – Tópico: (Formicidae) AND Título: (urban ant). Refinado por: Países/Territórios: (BRAZIL) AND Organizações - Aprimorada: (Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF or Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ or Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ and Centro Universitário de Volta Redonda UniFOA). Tempo estipulado: 1945-2015.

SCOPUS – TITLE-ABS-KEY (Formicidae, ant, urban) AND PUBYEAR < 2016 AND (LIMIT-TO (FFILCOUNTRY, “Brazil”)) AND (LIMIT-TO: Universidade Federal do Rio de Janeiro OR Universidade Estadual do Norte Fluminense Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro OR Centro Universitário de Volta Redonda).

SCIELO.ORG. - [método integrada = (formicidae, ant, urban AND in: (Brasil))], encontradas em palavras-chave, título e abstract.

Os resultados registrados nas bases de dados SCOPUS e SCIELO foram também comparadas com os da base WoS pelo nome do primeiro autor, nome do título, volume, número, página inicial e final e ano do periódico publicado. A duplicata dos registros idênticos foi descartada. Então, após restringir os resultados a um subconjunto de estudos de experimentos de campo, foram incluídos somente aqueles exclusivos de cada base de dados, após a comparação com os resultados da WoS. A partir do total de registros encontrados, foram excluídas publicações que apresentavam assunto não relevante ao estudo (53,85%), como: revisões bibliográficas, morfologia interno-externa, formiga como tema periférico, dissertações e teses e trabalhos exclusivamente realizados em laboratório.

Depois dessa etapa inicial, os artigos sobre formigas-urbanas foram lidos e categorizados de acordo com o assunto abordado dentro deste tema. As categorias e os critérios usados na escolha da categoria e demais classificações foram determinadas a partir da leitura principalmente do título, resumo, objetivos e metodologias de cada estudo (Tabela 1).

Tabela 1 – Categorias de acordo com os assuntos e suas classificações abordadas em artigos científicos com a temática “formigas-urbanas”, publicados em periódicos indexados entre 1945-2015.

Categorias	Critério usado para classificação da categoria do estudo
Ecologia e biodiversidade	Estudos sobre a Mirmecofauna: <i>Diversidade de espécies de formigas e ecologia de formiga praga desfolhadora.</i>
Saúde Pública	Formigas vetores de microrganismos patogênicos ou vermes: <i>Ambiente hospital; residencial e/ou industrial.</i>

Fonte: Bases de dados Web of Science, Scopus e Scielo.

Análise de dados

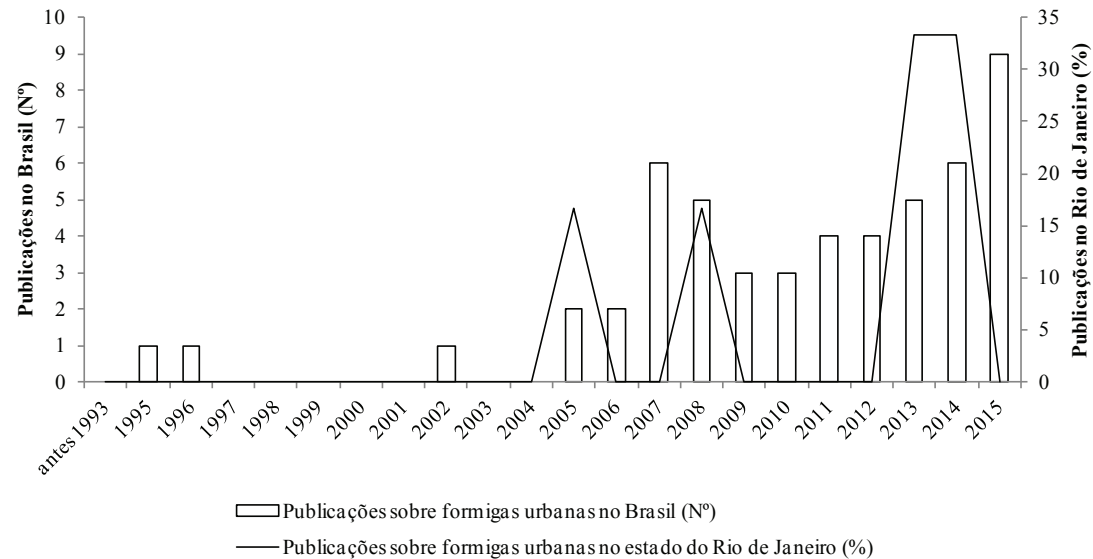
Nesta revisão sistemática não foram considerados os resultados dos estudos selecionados e não foram feitas quaisquer comparações com base em contagem do número dos resultados estatisticamente significativos. Foi considerado somente o quantitativo de publicações e suas correspondentes frequências relativas para a composição de gráficos e tabelas.

Resultados

Foram selecionados seis artigos publicados em periódicos indexados sobre formigas- urbanas no Estado do Rio de Janeiro dentro, de um universo de 52 estudos relevantes sobre formigas em áreas urbanas realizados no Brasil, entre 1945 e 2015. Este número de publicações no Estado do Rio de Janeiro representa 11,5 % das publicações brasileiras. As publicações

em periódicos indexados sobre formigas em áreas urbanas no Brasil começaram a surgir a partir de 1995 e no Estado do Rio de Janeiro a partir de 2005 (Figura 1). No entanto, somente um pequeno número de artigos científicos sobre formigas-urbanas atingiu o critério de busca no Estado do Rio de Janeiro em comparação com todo o Brasil, com um artigo no ano de 2005 e 2008, representando cada 16,6% do total, dois em 2013 e dois em 2014, representando 33,3% cada (Figura 1).

Figura 1 – Número de artigos científicos publicados no Brasil (N = 52) (colunas) e proporção do número de artigos científicos publicados no estado do Rio de Janeiro (linhas) em periódicos indexados com o tema formigas-urbanas entre os anos de 1945 e 2015. (Fonte: Bases de dados Web of Science, Scopus e Scielo).



Os temas abordados foram ecologia e biodiversidade com cinco estudos (TEIXEIRA; SANTOS, 2008; GOMES et al., 2013; VARGAS et al., 2013; CORIOLANO et al., 2014; ESTRADA et al., 2014) e saúde pública com um artigo (MOREIRA et al., 2005).

No primeiro estudo, na categoria ecologia e biodiversidade, Teixeira e Santos (2008) abordam a ecologia da praga desfolhadora *Atta sexdens rubropilosa* Forel com relação à sua atratividade à polpa cítrica desidratada sem princípio ativo e à polpa do fruto de jatobá como alternativa ao uso da primeira. O trabalho foi conduzido em parque urbano da cidade do Rio de Janeiro. No segundo artigo, Gomes et al. (2013) também direcionaram a ecologia da praga desfolhadora *Atta robusta* Borgmeier, incluída na lista vermelha de espécies brasileiras ameaçadas. Abordaram a pressão de parasitismo que a espécie sofre em uma área urbana comparada a uma natural da capital fluminense (cidade do Rio de Janeiro). Chamaram a atenção para a complexidade de habitat como um componente importante para a conservação da diversidade em áreas urbanas. No terceiro artigo, Vargas et al. (2013) registraram a riqueza e composição de espécies de formigas na Reserva Florestal da Vista Chinesa, nos domínios do Parque Nacional da Tijuca na cidade do Rio de Janeiro, considerada uma das maiores florestas urbanas do mundo. Portanto, situa-se em uma região exclusivamente urbana sob forte pressão antrópica. Nenhuma espécie de formiga exótica foi registrada no estudo. No quarto e quinto artigos, Coriolano et al. (2014) e Estrada et al. (2014) abordaram a diversidade de espécies de formigas e a influência de algumas características de áreas verdes sobre a diversidade de espécies de formigas. Os trabalhos foram conduzidos na Região Centro-Sul fluminense (Três Rios), em um parque urbano e praças públicas arborizadas (ESTRADA et al., 2014) e vias públicas (CORIOLANO et al., 2014). As espécies de formigas exóticas *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) e *Paratrechina longicornis* (Latreille) foram registradas por Coriolano et al. (2014) e Estrada et al. (2014) e *Monomorium floricola* (Jerdon) foi registrada somente no estudo de Coriolano et al. (2014). Estrada et al. (2014), avaliaram densidade de árvores, densidade de espécies de árvores e temperatura do ar, como variáveis explicativas. No entanto, somente a densidade de espécies de árvores foi relevante para explicar a riqueza e composição de espécies de formigas em árvores. A densidade de espécies de árvores foi sugerida como uma característica ambiental importante para a conservação da diversidade biológica.

No estudo da categoria saúde pública, Moreira et al. (2005) focaram o ambiente hospitalar, em pesquisa realizada no Norte do Estado, em três instituições de saúde. As espécies de formigas citadas nesse artigo foram três exóticas: *T. melanocephalum*, *P. longicornis* e *M. pharaonis* (L.) e uma nativa *Solenopsis saevissima* (S. Smith) como veiculadoras de bactérias resistentes a antibióticos.

Discussão

O quantitativo de publicações sobre formigas no Estado do Rio de Janeiro (n = 6) em relação às publicações com o mesmo tema no Brasil (11,5% do total) demonstrou que existe um campo vasto para estudos sobre formigas em áreas urbanas deste Estado. Apesar do Rio de Janeiro ter tido uma elevada participação na produção nacional em ciência e tecnologia nas últimas décadas, como consequência da tradição das universidades e centros de pesquisa, tamanho do corpo de pesquisadores sediados no Estado, número e diversidade de programas de pós-graduação e do papel dos órgãos de fomento (MUGNAINI et al., 2004), estudos sobre formigas em áreas urbanas ainda são escassos.

No mundo, pesquisas sobre formigas em ambientes urbanos também são escassos, representando cerca de 3% do total das publicações sobre formigas (SANTOS, 2016). No Brasil, trabalhos com formigas-urbanas começaram a ser realizadas na década de 1980 (CAMPOS-FARINHA et al., 2002). Porém, o primeiro artigo científico sobre o tema, identificado em periódico indexado, foi publicado em 1995 (FREITAS, 1995). Já no Estado do Rio de Janeiro, o primeiro artigo que tratou deste assunto foi publicado em 2005 (MOREIRA et al., 2005). Portanto, ambos os estudos foram realizados nos períodos que coincidem com o aumento das taxas de industrialização e da crescente urbanização que ocorreram nos últimos 30 anos no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro (REICHENHEIM; WERNECK, 1994).

No Estado do Rio de Janeiro as pesquisas que abordaram ecologia e biodiversidade trouxeram conclusões que incluíram informações sobre as variáveis ambientais e explicativas. Além disso, fornecem recomendações, de forma

explícita, para manejo e conservação de espécies nativas em áreas verdes urbanas, como por exemplo, em Vargas et al. (2013) e Estrada et al. (2014). Também fornecem informações relevantes que dão suporte adicionais para futuros estudos sobre o controle químico ou biológico de formigas pragas, como as pragas desfolhadoras, (TEIXEIRA; SANTOS, 2008; GOMES et al., 2013).

O trabalho de Moreira et al. (2005), incluído na categoria saúde pública, se limitou a composição de espécies de formigas e a veiculação de microrganismos patogênicos; não incluiu em seu objetivo relacionar esse fato aos problemas estruturais e de políticas públicas que o Brasil enfrenta, conforme discutido por Santos (2016). Por outro lado, foi um dos primeiros estudos a abordar formigas em ambiente hospitalar no Brasil e a comprovar que existem riscos para pacientes que procuram por assistência de saúde nos hospitais estudados, por ocorrerem casos de bactérias emergentes carregadas por formigas. Além disso, mostrou que há predominância de espécies de formigas exóticas veiculando bactérias no ambiente hospitalar.

As formigas invasoras são consideradas uma ameaça ecológica e econômica significativa (NENDICK et al., 2006; WARD et al., 2006). Neste contexto, algumas espécies de formigas invasoras exóticas foram registradas nos estudos que abordaram ecologia e biodiversidade realizados em áreas urbanas no Estado do Rio de Janeiro, coexistindo com outras espécies nativas como, por exemplo, em Coriolano et al. (2014) e Estrada et al. (2014). De acordo com Breed (2016), este fato sugere uma resistência ecológica às qualidades que favorecem o sucesso invasivo que pode ter evoluído entre formigas nestas comunidades e a competição pode não ser o fator primordial na estruturação dessas comunidades, reduzindo o impacto de espécies com altas habilidades competitivas. No entanto, estudos em áreas urbanas onde são realizados levantamentos taxonômicos de formigas são importantes para o registro de espécies exóticas estabelecidas ou para o relato de novas invasões (PIMENTEL et al., 2000) e, neste caso, esses registros deveriam ser sempre destacados nos levantamentos de mirmecofauna. Assim, possibilitará uma avaliação do grau de ameaça que a espécie pode oferecer ou está oferecendo a fauna nativa para posterior tomada de decisões, principalmente, em relação às ações de monitoramento e controle como uma iniciativa de conservação (HUNTER, 2007; GUNAWARDANA et al., 2013).

Lacunas e sugestões para futuros estudos no Estado do Rio de Janeiro

No Estado do Rio de Janeiro ainda faltam pesquisas sobre as espécies invasoras exóticas e/ou nativas. Algumas questões podem ser verificadas como, por exemplo, estudos com uma ou mais espécies de formigas invasoras exóticas ou nativas com foco principal em: ecologia; diversidade de espécies; relatos de invasão; monitoramento com armadilhas; biologia, dentre outros. Igualmente faltam investigações sobre o controle de formiga praga que poderiam ser realizados no Estado do Rio de Janeiro, por meio de testes com produtos químicos e/ou biológicos ou controle físico. A presença de formigas em ambientes urbanos é preocupante devido a uma demanda pública para o controle e, em alguns casos, devido a preocupações de saúde pública (BREED, 2016). Portanto, os estudos que abordam formigas invasoras e o controle de formigas-pragas em ambientes urbanos são importantes para avançar no conhecimento biológico e ecológico das espécies presentes nas cidades fluminenses. Também podem gerar recomendações para o manejo integrado de formigas-pragas mais adequado às características locais e também focadas na preservação ambiental, conforme discutido em Santos (2016).

Algumas lacunas também foram observadas em relação a estudos que abordam ecologia e biodiversidade de formigas em áreas urbanas. A cidade do Rio de Janeiro é reconhecida pela presença de grandes áreas verdes localizadas principalmente na parte montanhosa da cidade e de vários parques públicos dentro da matriz urbana (STOTT et al., 2015), porém, ainda pouco explorados em relação à sua diversidade de formigas. No Parque Nacional da Tijuca, considerado uma das maiores florestas urbanas do mundo, ocorreram duas iniciativas clássicas de restauração: a pioneira restauração da floresta tropical no século XIX e o projeto de manejo da fauna, nos anos 70 (FREITAS et al., 2006). No entanto, estudos usando formigas foram pouco conduzidos ali, apresentando somente uma pesquisa de Vargas et al. (2013). Nos parques urbanos públicos da cidade do Rio de Janeiro, um estudo foi realizado como trabalho de tese por Santos (2015), mas ainda não publicado em periódico como artigo científico e, por isso, não entrou na contabilidade do presente capítulo. O estudo teve como principais achados a presença predominante de formigas nativas nos parques urbanos e que os fatores ambientais, tais como compactação do solo, cobertura de dossel e isolamento do parque de uma floresta, têm influência sobre a

riqueza e composição de espécies de formigas. Registrou a ocorrência de quatro espécies de formigas exóticas nas áreas amostradas, identificadas como: *M. floricola*, *P. longicornis*; *P. megacephala* e *Tetramorium simillimum* (Smith). Outro trabalho de tese foi realizado em praças públicas da cidade de Vassouras (na região Centro-Sul fluminense) por Forny (2013) e também ainda não publicado como artigo científico. O estudo teve como principal achado a predominância de espécies de formigas nativas registradas nas praças amostradas e nenhuma espécie de formiga exótica foi registrada.

Outra lacuna identificada foi que ainda faltam estudos nas cidades urbanizadas da região serrana do Estado sobre as comunidades de formigas em função de fatores como, por exemplo, distribuição, diversidade e abundância de espécies de formigas nativas e exóticas em cidades com altitudes elevadas e, conseqüentemente, sob forte influência climática. Estudos sobre formigas de altitude são mais abundantes em florestas, por exemplo, os de Van Pelt (1963), Rahbek (2005) e Nowrouzi et al. (2016). Os resultados dessas pesquisas sugerem endemismo e diminuição da riqueza de espécies de formigas em relação à altitude. Além disso, os padrões de distribuição de espécies de formigas de montanhas tropicais podem estar ameaçados pelas mudanças climáticas antropogênicas, porque as espécies tropicais têm frequentemente escalas de elevação de temperatura particularmente estreitas (NOWROUZI et al., 2016). Portanto, esses são alguns argumentos para justificar a realização de futuras pesquisas em cidades urbanizadas das regiões serranas fluminenses.

Em relação às cidades litorâneas, no Estado do Rio de Janeiro, existem seis portos marítimos em operação, localizados em Niterói, Itaguaí, Angra dos Reis, Macaé, Arraial do Cabo e Rio de Janeiro. No interior dos portos do Estado, existe o sistema de vigilância agropecuária internacional (Vigiagro), vinculado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da agricultura. No entanto, não há por parte da Vigiagro divulgação em publicação científica ou de relatório técnico de pesquisa sobre a entrada de espécies de formigas exóticas. Além disso, ainda não existem estudos e/ou monitoramento por parte de pesquisadores no interior ou entorno desses portos com relação ao possível aparecimento de novas espécies de formigas exóticas. Um exemplo de pesquisa com essa abordagem foi a realizada por Gunawardana et al. (2013) na Nova Zelândia, onde, em 2003 foi criado o programa Nacional de Vigilância de Formigas Invasoras com o principal objetivo de detectar ninhos recém estabelecidos de espécies de formigas exóticas em locais de alto risco ao redor

daquele país. Essa iniciativa resultou em uma série de detecções de formigas exóticas no porto marítimo de Napier e nas instalações circundantes. Os fatores abióticos, como temperatura e precipitação, foram considerados os principais que contribuem para o estabelecimento bem sucedido de ninhos de formigas no porto marítimo.

De acordo com Nendick et al. (2006) e Ward et al. (2006), o aumento do comércio internacional e das viagens aumenta o risco de chegada e estabelecimento de espécies exóticas. Os “containers”, e principalmente os vazios, têm sido reconhecidos potencialmente como um caminho de entrada para as formigas invasoras. Portanto, o monitoramento ambiental em portos de países tropicais, por meio de levantamentos realizados em colaboração com especialistas em taxonomia e ecólogos, representa uma oportunidade única para aumentar o conhecimento taxonômico de invertebrados tropicais (HOEDT et al., 2001), além da possibilidade de se detectar a entrada de espécies exóticas que podem causar impactos econômicos na agricultura, silvicultura e saúde pública (PIMENTEL et al., 2000). Além disso, a vigilância contínua possibilita uma tomada de decisão robusta nas atividades de resposta as invasões nessas áreas, essencial para se manter livre de formigas invasoras (GUNAWARDANA et al., 2013).

Pode-se concluir que os estudos com o tema formigas conduzidos em campo em áreas urbanas no Estado do Rio de Janeiro ainda são incipientes, o que demonstra que existe um campo vasto para novos estudos. Alguns trabalhos sugeridos são, por exemplo, sobre formigas invasoras, controle de formiga praga, ecologia e biodiversidade de formigas em cidades com características como altitude (região serrana), em zonas portuárias e áreas verdes dentro de cidades urbanizadas do Estado. Esses estudos usando formigas podem trazer avanços e contribuir com informações mais detalhadas sobre a adaptação de formigas ao habitat humano em cidades tropicais densamente povoadas. Além disso, ajudam a confirmar que a urbanização não impede o desenvolvimento de habitat e agregam informações para os esforços de conservação de espécies nativas em ambientes urbanos.

Referências

- BREED, M. Two views on invasive ants. *Insectes Sociaux*, v.63, n.3, p.357-358, 2016.
- CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; CAMPOS, M.C.G.; KATO, L.M. As formigas urbanas no Brasil: retrospecto. *Biológico*, v.64, n.2, p.129-133, 2002.
- CORIOLOANO, R.E., ESTRADA, M.A., SANTOS, N.T., CAIXEIRO, L.R., VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v.12, n.4, p.210-214, 2014.
- DELABIE, J.H.C.; PAIM, V.R.L.M.; NASCIMENTO, I.C.; CAMPIOLO, S.; MARIANO, C.S. F. As formigas como indicadores biológicos do impacto humano em manguezais da costa sudeste da Bahia. *Neotropical Entomology*, v.35, n.5, p.602-615, 2006.
- ESTRADA, M.A.; CORIOLOANO, R.E.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Influence of urban green areas on the ant fauna. *Floresta e Ambiente*, v.21, n.2, p.162-169, 2014.
- FAGAN, K.C.; PYWELL, R.F.; BULLOCK, J.M.; MARRS R.H. Are ants useful indicators of restoration success in temperate grasslands? *Restoration Ecology*, v.18, n.3, p.373-379, 2008.
- FORNY, J.A.L. Comunidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) presentes em área urbanizada na cidade de Vassouras, RJ. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013. 63p.
- FREITAS, A.V.L. Nest relocation and prey specialization in the ant *Leptogenys propofalcigera* Roger (Formicidae: Ponerinae) in an urban area in southeastern Brazil. *Insectes Sociaux*, v.42, n.4, p.453-456, 1995.
- FREITAS, S.R.; NEVES, C.L.; CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.66, n.4, p.975-982, 2006.
- GOMES, D.S.; ELIZALDE, L.; QUEIROZ, J.M. Parasitoids of the endangered leafcutter ant *Atta robusta* Borgmeier in urban and natural areas. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.57, n.3, p.335-339, 2013.

GRIMM, N.B.; FAETH, S.H.; GOLUBIEWSKI, N.E.; REDMAN, C.L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J.M. Global change and the ecology of cities. *Science*, v.319, p.756-760, 2008.

GUNAWARDANA, D.N.; PEACOCK, L.R.; FLYNN, A.R.; ASHCROFT, T.T.; GREEN, O.R. Why is Napier sea port a hot spot for invasive ants? *New Zealand Plant Protection*, v.66, p.10-16, 2013.

HOEDT, F.E.; CHOAT, J.H.; COLLINS, J.; CRUZ, J.J. Sample collection methods and practical considerations for introduced species surveys at tropical ports. CRC Reef Research Technical Report No. 35. CRC Reef Research Centre, James Cook University, Townsville, Australia, 2001. 41p.

HUNTER, P. The human impact on biological diversity. How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. *EMBO Reports*, v.8, n.4, p.316-318, 2007.

LESSARD, J.P.; BUDDLE, C.M. The effects of urbanization on ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) associated with the Molson Nature Reserve, Quebec. *Canadian Entomologist*, v.137, p.215-225, 2005.

MOREIRA, D.; MORAIS, V.D.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; TONHASCA Jr, A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. *Ciência da Informação*, v.33, n.2, p.123-131, 2004.

NENDICK, D.; SARTY, M.; O'CONNOR, S.; RECHENBERG, G.; SKUCEK, R. Pacific offshore container management programme. *Biosecurity Magazine*, n.70, p.4-6, 2006.

NOWROUZI, S.; ANDERSEN, A.N.; MACFADYEN, S.; STAUNTON, K.M.; VANDERWAL, J.; ROBSON, S.K. Ant diversity and distribution along elevation gradients in the Australian wet tropics: the importance of seasonal moisture stability. *PloS One*, v.11, n.4, p.e0153420, 2016.

PIMENTEL, D.; LACH, L.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, v.50, n.1, p.53-65, 2000.

RAHBK, C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters*, v.8, n.2, p.224-239, 2005.

REICHENHEIM, M.E.; WERNECK, G.L. Anos potenciais de vida perdidos no Rio de Janeiro, 1990. As mortes violentas em questão. *Caderno de Saúde Pública*, v.10, Supl.1, p.188-198, 1994.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, n.3, p.359-371, 2016.

SANTOS, M.N. Conservação da Biodiversidade em Parques Públicos da Cidade do Rio de Janeiro: Um estudo usando formigas (Hymenoptera: Formicidae). Tese de Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais. Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015. 204p.

STOTT, I; SOGA, M.; INGER, R.; GASTON, K.J. Land sparing is crucial for urban ecosystem service. *Frontiers in Ecology and Environment*, v.13, n.7, p.387-393, 2015.

TEIXEIRA, M.L.F.; SANTOS, M.N. Atratividade da isca granulada de polpa de fruto do jatobá para saúva-limão, no campo. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.907-911, 2008.

VAN PELT, A. High altitude ants of the southern Blue Ridge. *American Midland Naturalist*, v.69, n.1, p.205-223, 1963.

VARGAS, A.B.; NUNES, A.J.M.; QUEIROZ, J.M. Riqueza e composição de formigas de serapilheira na Reserva Florestal da Vista Chinesa, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos UniFOA*, n.1, p.85-94, 2013.

WARD, D.F.; BEGGS, J.R.; CLOUT, M.N.; HARRIS, R.J.; O'CONNOR, S. The diversity and origin of exotic ants arriving to New Zealand via human mediated dispersal. *Diversity and Distributions*, v.12, n.5, p.601-609, 2006.

REGISTROS DE INVASÕES DE FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

ODAIR CORREA BUENO
ANA EUGÊNIA DE CARVALHO CAMPOS

Resumo

Vários levantamentos apontam para a presença de espécies de formigas com potencial invasor no Estado de São Paulo; porém, há poucos registros publicados sobre essas invasões e o impacto que causaram sobre a mirmecofauna local. Algumas infestações apresentam características de invasão semelhantes àquelas relatadas para outros continentes, mas não foram publicadas e são relatadas neste capítulo.

Monomorium pharaonis

O início das pesquisas com formigas urbanas no Brasil se deu devido a invasão da *Monomorium pharaonis* no Instituto de Biociências de Rio Claro, SP, na década de 1980. Vamos conhecer duas histórias sobre esse assunto.

O Instituto tinha acabado de ser instalado num prédio, recém-construído no atual Campus da Bela Vista e recebeu uma quantidade enorme de equipamentos da então Alemanha Oriental, resultado de um convênio entre os dois países, onde o Brasil fez a troca de café por equipamentos de pesquisa.

Os equipamentos chegaram em caixas enormes e, percebeu-se mais tarde, que vieram junto as formigas-do-faraó (*M. pharaonis*). Em pouco tempo, sem inimigos naturais e pioneiras, elas ocuparam todo o prédio. Com o aumento populacional, passaram a causar problemas no andamento das pesquisas. Elas infestaram equipamentos e atacavam pequenos animais, a maioria outros insetos, mantidos em criações de laboratório.

As pesquisas começaram em Rio Claro por dois motivos: a invasão das formigas no Departamento de Biologia causando danos a criação de insetos e o acidente sofrido pelo Prof. Dr. Harold G. Fowler do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências.

O.C. Bueno estava lotado no Departamento de Biologia e mantinha uma criação de *Galleria mellonella* utilizada para realizar o “Teste Galeria”, com o objetivo de verificar ou quantificar hormônio juvenil em extratos vegetais naturais ou de outros insetos.

As criações eram feitas em caixas plásticas no interior de BOD e eram mantidas com dieta artificial, que continha vários tipos de farinhas. Por cautela, os farináceos eram adquiridos em casas de produtos orgânicos para evitar a compra de insumos contaminados com inseticidas. Eventualmente, em uma caixa ou outra de criação, apareciam algumas larvas de *Galleria* com aspecto diferente; ficavam com aparência mole e acabavam morrendo. Elas eram retiradas manualmente e a criação continuava normalmente. Com auxílio de um microbiologista, foi identificada a presença do *Bacillus thuringiensis* como causador do problema. Esse micro-organismo já era utilizado no controle biológico de pragas na agricultura, principalmente das várias plantas produtoras de grãos. Seus esporos devem ter chegado nas farinhas utilizadas na preparação da dieta para manter a criação de *Galleria*.

Apesar de todos os cuidados com a criação, operárias de *M. pharaonis* presentes no prédio, conseguiram invadir a BOD e penetrar nas caixas que continham as larvas de *Galleria*. Em uma das caixas apareceram larvas infestadas pela

bactéria e as formigas ao caminharem sobre elas provocaram a dispersão do micro-organismo para as demais caixas. Em pouco tempo todas as caixas foram infestadas e as larvas foram rapidamente contaminadas com *B. thuringiensis*. Logo depois a criação se extinguiu, graças a presença das formigas.

Nessa mesma época, o Prof. Fowler sofreu um acidente de carro na rodovia que liga Rio Claro a Piracicaba e, após socorrido, foi levado para um hospital na cidade de Piracicaba, SP. Semanas depois, um grupo de professores do Instituto foi visitá-lo e ele mencionou a presença de formigas transitando por todo quarto, inclusive pelos tubos do soro ligados em seu braço. Diante disso, ele sugeriu estudar essas formigas e a possibilidade de elas transportarem bactérias, considerando o que tinha ocorrido com a criação de *Galleria*.

Algum tempo depois de seu restabelecimento e retorno à Universidade começou-se a procurar trabalhos sobre o assunto: formigas em hospitais e a relação com bactérias. Foram encontrados alguns artigos que serviram de base para a proposta de pesquisa: Beatson (1972) e Edwards (1981) na Inglaterra, Ipinza-Regla et al. (1981) no Chile e Eichler (1990) na Alemanha. Este último tinha muitos trabalhos anteriores pouco conhecidos no Ocidente. O que esses artigos tinham em comum? Todos falavam da ocorrência de formigas em hospitais e suas relações com bactérias causadoras de infecção hospitalar.

A partir daí alguns projetos de Iniciação Científica começaram a ser desenvolvidos, inicialmente com as formigas do próprio prédio do Instituto de Biociências e depois nos hospitais. Desta forma justifica-se a concentração inicial de estudos relacionando formigas e hospitais, dos quais muitos deles não aparecem na revisão de Santos (2006), uma vez que os periódicos não eram indexados, mesmos os mais importantes, como um deles publicado no periódico inglês, *The Lancet*.

Nessa época, pesquisadores americanos tinham muito interesse em estudos com as formigas lava-pés, particularmente *Solenopsis invicta*, espécie introduzida nos EUA e alguns ingleses dominavam estudos com as formigas-cortadeiras. Era o que predominava na época, estudos com as formigas pragas.

No ano de 1989 foi realizada uma reunião científica internacional na cidade de Campo Grande, localizada próxima ao Pantanal Sul Mato-Grossense. Foram atraídos para o encontro os principais pesquisadores do mundo que trabalhavam com formigas. Particularmente com as lava-pés, pelo fato do Pantanal ser considerado o centro de dispersão

dessa formiga. A inclusão das formigas-cortadeiras na reunião também foi um chamariz, pois a região apresentava uma enorme infestação de saúvas em plantações de eucaliptos abandonadas. Eventos desse tipo só tinham ocorrido nos EUA, limitados às lava-pés e um pouco sobre as formigas-cortadeiras e agora pela primeira vez as formigas-urbanas. Nesse momento também se iniciaram as atividades da Dra. Ana Eugênia C. Campos com as formigas.

Resultado do evento: vieram 27 pesquisadores estrangeiros, a maior parte com recursos próprios e cerca de 50 brasileiros: pesquisadores, técnicos de firmas de controle e uma boa parte de estudantes. Portanto, foi um sucesso e pela primeira vez foi incluído um tema sobre as formigas-urbanas.

Logo depois foi lançado o livro “Applied Myrmecology: a world perspective”, editado por Robert K. Vander Meer, Klaus Jaffé e Aragua Cedenho pela Westview Press, 1990, que incluiu as várias palestras do encontro, na forma de capítulos. Ainda, nessa década, houve outra reunião desses pesquisadores em Galápagos para discutir a situação local da invasão de *Wasmannia auropunctata* nas suas ilhas e os danos que estavam causando aos animais nativos. Isto foi registrado no livro “Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species”, editado por David F. Williams pela Westview Press (1994).

No Brasil, o Professor Dr Francisco A. M. Mariconi organizou em 1999 a edição do livro “Insetos e outros invasores de residências”, FEALQ, com a inclusão de um capítulo sobre Formigas Domésticas, que foi a atualização do livro “Inseticidas e seu emprego no combate às Pragas” (1981).

Infestações pela formiga-argentina – *Linepithema humile*

Sobre *Linepithema humile* no Brasil

Linepithema humile está na lista das piores espécies invasoras do mundo, com impactos severos sobre a mirmecofauna local, promovendo eliminação de espécies nativas (LOWE et al., 2000), o que impacta diretamente as plantas e animais que

normalmente interagem com elas (SUAREZ et al., 2008). As colônias invasoras se estabelecem nos países com climas do tipo mediterrâneo, isto é, verões quentes e secos e invernos frios e úmidos (SUAREZ et al., 2001) e formam super colônias que atravessam centenas a milhares de quilômetros (SUAREZ et al., 2008). As operárias de diferentes ninhos nos diferentes continentes aceitam umas às outras como se pertencentes à mesma colônia (VAN WILGENBURGET al., 2010) e em escalas locais, ocorre ausência de agressividade entre elas, o que colabora para o crescimento das super colônias (HOLWAY et al., 1998).

Nativas da América do Sul, as populações da formiga-argentina foram analisadas geneticamente, sendo estabelecidas as populações do Sul do Rio Paraná como fonte mais provável de populações introduzidas nas diferentes regiões do mundo. A filogenia baseando-se em DNA mitocondrial revelou que as populações no Brasil, anteriormente identificadas como *L. humile*, são provavelmente uma espécie diferente (TSUTSUI et al., 2001).

As invasões encontradas no Estado de São Paulo (cidades de Pindamonhangaba, São Paulo e Limeira) são semelhantes às registradas nos países de clima mediterrâneo; porém, nos conhecimentos atuais, fica difícil ter certeza de ser a mesma *L. humile* de ocorrência mundial. Análises do gene Citocromo Oxidase dessas localidades (MARTINS, 2007) e de amostras de uma população do Pantanal Sul Mato-Grossense, revelaram similaridade entre elas, mas não agrupadas com as sequências depositadas no “Gene Bank”. WILD (2007) realizou uma revisão do gênero, descrevendo as características morfológicas das espécies. Posteriormente, Martins et al. (2012) e Ramalho et al. (2017) utilizando marcadores moleculares confirmaram a grande diversidade de espécies de *Linepithema* no Sul do Brasil.

Devido à notoriedade de *L. humile* e a similaridade das castas de operárias, identificações inadequadas têm sido realizadas mencionando-se outras espécies de *Linepithema* como sendo *L. humile* (WILD, 2007). O autor salientou que algumas populações do gênero *Linepithema* que ocorrem no Brasil, não são da espécie *L. humile*, embora sejam comumente mencionadas como tal, como alguns dados em Suarez et al. (2001) e Orr and Seike (1998). No último trabalho, os autores identificaram *L. micans*, *L. gallardoi* e *L. angulatum* como *L. humile*.

Afinal, se não for a espécie de maior invasão mundial, parece que outras espécies do gênero apresentam tais características.

Parque Villa Lobos

No início de 2001 ocorreu uma grande atividade de formigas-argentinas no Parque Villa-Lobos na cidade de São Paulo, com 732 mil m², localizado no bairro de Alto dos Pinheiros, na região Oeste da capital paulista.

O parque foi construído sobre uma área onde, nos anos de 1980, era jogado lixo da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP). Na parte leste, vizinha ao atual Shopping Villa-Lobos, era depósito de material dragado do Rio Pinheiros e, na porção central, era depósito de entulho da construção civil (Secretaria do Meio Ambiente, 2017). Toda área foi limpa e aterrada para a construção do parque.

Naquele momento foi providenciada a arborização do local e uma parte foi destinada a um viveiro de mudas, para posterior distribuição para outros setores do parque.

Na inauguração do parque, o então Governador do Estado de São Paulo, Mario Covas, foi incomodado por formigas que insistiam em subir pelo seu corpo enquanto pronunciava seu discurso. Determinou então, que a administração resolvesse o problema, pois nunca havia antes visto tamanha infestação por formigas.

A administração solicitou apoio de especialistas do Instituto Biológico para averiguar o problema. O viveiro, que possuía algumas dezenas de canteiros, foi inspecionado e constatada alto nível de infestação, formando trilhas com cerca de 2cm de largura com milhares de operárias que transitavam dentro e entre esses canteiros, bem como nos arredores do viveiro, que já possuía várias árvores de porte médio plantadas. As árvores próximas atacadas eram ornamentais, especialmente a pata de vaca (*Bauhinia forficata*) e resedás (*Lagerstroemia indica*) onde as formigas visitavam seus troncos e copas em busca de substâncias açucaradas eliminadas por insetos sugadores de seiva.

A super colônia das formigas estava dispersa por grande parte da área do parque, não somente na região do viveiro. Os ninhos se encontravam ainda em palmeiras ornamentais, sob a inserção das folhas, na estipe das plantas. Crias e dezenas de rainhas eram encontradas em cada ninho.

Com o passar do tempo e sem medidas efetivas de controle, a população de *L. humile* foi reduzindo, começaram a aparecer outras espécies e, tempos depois, desapareceu totalmente, como demonstra a lista de espécies apresentada por Souza-Campana et al. (2016).

Município de Limeira - Bairro Tatu

Ao final de 2001, outra grande infestação de *L. humile* ocorreu no bairro rural denominado Tatu, localizado 10km do centro do Município de Limeira no Estado de São Paulo. O local contava com 160 residências, a maioria simples, igreja, escola fundamental e posto de saúde, e era circundado por plantação de cana-de-açúcar.

A notícia chegou aos autores pela diretora da escola, que relatou que as formigas se alojavam sob o piso de madeira das salas de aula, arborização próxima e chegavam até o canavial. Algumas crianças durante o período de aula, principalmente nos dias mais quentes, apresentavam um processo alérgico e lacrimejavam intensamente, sendo necessário esvaziar as salas de aula. A causa da alergia era atribuída à presença das formigas, daí a sua busca por informação e auxílio para resolver o problema.

Em visita realizada na área foi confirmado o alto nível de infestação por uma super colônia, que na verdade estava em todo bairro. Aparentava ser *L. humile* e exemplares foram coletados para posterior confirmação.

Tanto na área externa, quanto interna da escola, foi possível identificar trilhas de cerca de 2cm de largura com milhares de formigas em trânsito. Na área externa as operárias caminhavam sobre o tronco de arbustos e árvores, especialmente frutíferas (goiaba e amora). As frutas serviam de alimento para as operárias, que as danificavam impedindo o seu consumo. As formigas se associavam a insetos sugadores de seiva como cochonilhas e afídeos. Na área interna, as trilhas margeavam os cantos de paredes e piso e havia ninhos, com dezenas de crias, operárias e rainhas, que podiam ser facilmente visualizados ao se levantar os tacos soltos.

Como salientado, o problema não se limitava àquele espaço, também era grave no posto de saúde (próximo à escola), mas, também, a todas as casas do bairro. Em visita à casa da própria diretora, foi verificada a presença de formigas percorrendo a área externa, subindo nas plantas e danificando frutos. Na área interna também trilhas por todos os lados e os ninhos presentes na cozinha, lavanderia, quartos, no banheiro e até no motor da banheira de hidromassagem que não funcionava mais, provavelmente danificado pelas formigas.

A diretora da escola mostrou os procedimentos que adotava para minimizar o problema. Uma dezena de produtos, de venda livre, nas formulações líquida e aerossol. Os produtos eram diariamente jogados no local, onde era possível recolher, diariamente, um saco plástico de capacidade de 3L, desses utilizados em supermercados, cheio de formigas operárias mortas. Em situação clara de perda de auto estima, ela informou que o incômodo causado pelas formigas era tanto, que ela não convidava mais os amigos e parentes para visitá-la.

Quanto às demais residências, foi informado que o problema era muito semelhante. No posto de saúde havia registros de moradores que tinham apresentado sinais de alergia. Alguns pacientes com situação mais grave eram encaminhados para o Hospital das Clínicas da UNICAMP, em Campinas, SP.

Esta foi a primeira ocorrência da espécie, em tais proporções, no Estado de São Paulo. Além do bairro, a infestação atingiu os pesque-pague da região, a estação de tratamento de esgoto e vários quilômetros da ferrovia, onde geralmente havia vazamento de açúcar transportado nos vagões. Talvez essa tenha sido a origem da infestação ou a presença de um viveiro de plantas ornamentais muito próximo ao bairro, que é responsável pelo transporte de mudas para diversas regiões do país. Algumas medidas de controle foram adotadas na escola e no posto de saúde, utilizando iscas, o que reduziu a população e, mais tarde, a infestação acabou.

Infestações por *Nylanderia fulva*

Uma infestação severa por *N. fulva* ocorreu na sede do Instituto Biológico, localizado no bairro da Vila Mariana, no centro da cidade de São Paulo. O início da infestação se deu em 2004 em uma das casas de vegetação, que na época estava sendo conduzido um projeto de pesquisa com palmeiras ornamentais. As formigas apareceram no local e coletavam substância açucarada de *Cerataphis brasiliensis* (Hemiptera: Aphididae) e predavam lagartas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) (CAMPOS-FARINHA; ZORZENON, 2005). Ninhos eram observados em frestas no piso e calçada ao redor da casa de vegetação, assim como nos canteiros do jardim circundante. Ao se escavar a terra dos

canteiros era possível identificar partes da colônia que se encontravam próximas à superfície da terra, com grande quantidade de crias e dezenas de rainhas. Naquele momento não foi realizada nenhuma forma de controle, mas a colônia foi acompanhada para monitorar a dispersão das formigas na área.

Em 2007 as formigas invadiram o Laboratório de Produção de Imunobiológicos e Insumos do Instituto. Elas estavam em grande número na área de produção de imunobiológicos, utilizados para diagnóstico a campo de brucelose e tuberculose bovina. O local é rigorosamente controlado a fim de garantir a ausência de contaminação do produto final, do ambiente e dos manipuladores. As formigas presentes naquele ambiente foram identificadas como sendo unicamente da espécie *N. fulva*.

Inicialmente foi realizado um levantamento da ocorrência por meio de iscas atóxicas em 25 pontos, distribuídos nas entradas dos ambientes e parapeitos de janelas, tanto do lado interno, quanto externo do prédio.

A partir do monitoramento foi registrado um índice de infestação de 16% por *N. fulva*. Iniciou-se o controle pelo uso de iscas tóxicas líquidas e em gel, à base de ácido bórico a 3%. Semanalmente era realizado o monitoramento, com a reposição das iscas quando necessário. Novo levantamento com iscas atóxicas foi realizado após 57 dias nos mesmos 25 pontos, o que revelou um índice de infestação de 20%.

Apesar do aumento, nas áreas internas observou-se redução na quantidade de formigas, inclusive com eliminação no ponto que dá acesso à área de produção. Na área externa, apesar de aparentar uma redução populacional, as formigas passaram a ser encontradas em áreas que não estavam presentes no primeiro levantamento (JORDÃO et al., 2007). O controle continuou por mais seis meses, quando então as formigas dessa espécie não foram mais observadas no prédio.

As demais áreas do Instituto, que abrange cerca de 3.000 m² em área construída, não sofreram qualquer intervenção e foram monitoradas regularmente até 2010 e a presença da espécie *N. fulva* passou a ser raramente observada.

Paralelamente, outro levantamento de formigas em toda área do Instituto Biológico, conduzido em 2005, revelou a presença de 36 espécies. Destas, houve predominância de espécies oportunistas, sendo as *Wasmannia auropunctata*, *Pheidole* spp., *Solenopsis* spp., *Monomorium floricola* e *M. pharaonis* as mais frequentes (RIBEIRO et al., 2012). A presença

dessas espécies na mesma área pode explicar a redução da infestação de *N. fulva*, uma vez que elas competem por espaço e alimento de forma eficiente a ponto de deslocar outras formigas presentes na mesma área.

Nylanderia fulva é uma espécie que causa infestações severas em áreas urbanas em outros países, mas não no Brasil que é o seu local de origem (AYRE, 1977; ZENNER-POLANIA, 1990). No Brasil, as ocorrências são pontuais e são resolvidas com intervenção química ou naturalmente, ao longo do tempo.

Infestações por *Camponotus* spp.

Várias são as espécies de *Camponotus* em áreas urbanas (OLIVEIRA et al., 2017), mas duas espécies têm sido relatadas como as causadoras de maiores incômodos e principalmente danos a equipamentos. São elas: *C. atriceps* e *C. balzani*.

No início dos anos 2000 uma grande empresa fabricante de equipamentos de som buscou informação e solução para um problema frequente que ocorria na época. Alguns modelos de aparelhos de som, após algumas semanas da aquisição pelo consumidor, apresentavam defeito. Por estarem no período de garantia, eram levados para as assistências técnicas, que encontravam ninhos satélites de *C. atriceps*. A presença de larvas de últimos estádios de desenvolvimento, pupas e operárias era sempre registrado. Sujeiras semelhantes a chumaços de seda com detritos aderidos estavam sempre presentes. As placas de circuitos dos equipamentos se apresentavam corroídas, aparentemente danificadas pelo ácido fórmico produzido pelas formigas, e com isso, ocorriam curto circuitos resultando no mal funcionamento dos aparelhos.

Reuniões com técnicos de engenharia da empresa e pesquisadores mirmecologistas, investigaram o que poderia estar atraindo as formigas.

É conhecida a atração que algumas espécies de formigas têm pelo campo elétrico produzido por equipamentos eletrônicos. *Technomyrmex albipes*, *Lasius alienus*, *Wasmannia* spp. e *Solenopsis* spp. são algumas dessas espécies (MACKAY et al., 1992).

Partiu-se do princípio que *Camponotus* também apresentava comportamento semelhante, mas foi investigado se algum outro componente ou substância usada na fabricação do aparelho poderia estar atraindo as formigas, concluindo-se que uma determinada cola continha açúcares e poderia estar atraindo os insetos.

Referências

AYRE, G.S. Exotic ants in Winnipeg. *Manitoba Entomologist*, v.11, p.41-44, 1977.

BEATSON, S.H. Pharaoh's ants as pathogens vectors in hospitals. *The Lancet*, n.19, v.1, p.425-427, 1972.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; ZORZENON, F.J. Predatory and interaction behaviors of *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) on phytophagous insects on palm trees. *Arquivos do Instituto Biológico (Online)*, v.71, p.143-144, 2005.

EDWARDS, J.P. The biology, importance and control of pharaoh's ant (*Monomorium pharaonis* L.) infestations in hospitals. *Nursing Times*, v.77, n.9, p.2-4, 1981.

EICHLER, W. Health aspects and control of *Monomorium pharaonis*. In: VANDER MEER, R.K; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Eds.), *Applied Myrmecology: A World Perspective*, p.671-675. Boulder, CO, Westview Press, 1990. 741p.

IPINZA-REGLA, J.; FIGUEROA, G.; MORENO, I. *Iridomyrmex humilis* 'hormiga argentina', como vector de infecciones intrahospitalarias. I. Estudio bacteriológico. *Folia Entomológica Mexicana*, v.50, p.81-96, 1981.

JORDÃO, R.S.; SERAFIM, F.G; MASI, E.; RAMOS, A.; VAMPRE, T.M.; ZORZENON, F.J.; CAMPOS, A.E.C. Monitoramento e controle de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Unidade Laboratorial de Referência para Imunobiológicos e Insumos do Instituto Biológico, São Paulo, Brasil. In: 20a. Reunião Anual do Instituto Biológico, v.2007, p.154-154.

HOLWAY, D.A.; SUAREZ, A.V.; CASE, T.J. Loss of intraspecific aggression in the success of a widespread invasive social insect. *Science*, v.282, p.949-952, 1998.

- MACKAY, W.P.; MAJDI, S.; IRVING, J.; VINSON, S.B.; MESSER, C. Attraction of ants (Hymenoptera: Formicidae) to electric fields. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v.65, n.1, p.39-43, 1992.
- MARTINS, C. Ferramentas moleculares para o estudo de formigas: o caso do gênero *Linepithema* (Formicidae: Dolichoderinae) do Estado de São Paulo. *O Biológico (Online)*, v.69, p.61-64, 2007.
- MARTINS, C.; NONDILLO, A.; MARTINS, V.G.; BOTTON, M.; BUENO, O.C. Occurrence of three haplotypes of *Linepithema micans* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Brazil. *Neotropical Entomology*, v.41, p.57-61, 2012.
- OLIVEIRA, A.A.; CAMPOS, A.E.C.; HARAKAVA, R. Genetic diversity of urban *Camponotus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) ants revealed by capture of alates and DNA sequencing. *Neotropical Entomology*, v.1, p.1-9, 2017.
- ORR, M.R.; SEIKE, S.H. Parasitoids deter foraging by Argentine ants (*Linepithema humile*) in their native habitat in Brazil. *Oecologia*, v.117, p.420-425, 1998.
- RAMALHO, M.O.; MARTINS, C.; CAMPOS, T.; NONDILLO, A.; BOTTON, M.; BUENO, O.C. Occurrence of 15 Haplotypes of *Linepithema micans* (Hymenoptera: Formicidae) in Southern Brazil. *Journal of Economic Entomology*, p.1-6, 2017.
- RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETI, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an urban park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, p.971-984, 2012.
- SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, p.359-371, 2016.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - Parque Villa Lobos. <http://www.ambiente.sp.gov.br/parquevillalobos/historico/> Acesso em 22 de março de 2017.
- SOUZA-CAMPANA, D.R.; SILVA, O.G.M.; MENINO, L.; MORINI, M.S.C. Epigaeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in atlantic forest biome. *Check List*, v.12, n.5, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.15560/12.5.1967>.
- SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America*, v.98, p.1095-1100, 2001.

SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; TSUTSUI, N.D. Genetics and behavior of a colonizing species: The invasive Argentine ant. *The American Naturalist*, v.172, n.1, p.572–584, 2008.

TSUTSUI, N.D.; SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. Relationships among native and introduced populations of the Argentine ant (*Linepithema humile*) and the source of introduced populations. *Molecular Ecology*, v.10, p.2151–2161, 2001.

VAN WILGENBURG, E.; TORRES, C.W.; TSUTSUI, N.D. The global expansion of a single ant supercolony. *Evolutionary Applications*, v.3, p.136–143, 2010.

WILD, A. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). University of California Press, v.126, p.1 – 151, 2007.

ZENNER-POLANIA, I. Biological aspects of the 'hormiga loca', *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. In: VANDER MEER, R.K; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Eds.), *Applied Myrmecology: A World Perspective*, Boulder: Westview Press. 1990. p.290-297.

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO SUDESTE DO BRASIL: SÃO PAULO

FABIO PREZOTO
HELBA HELENA SANTOS-PREZOTO
MARIANA MONTEIRO DE CASTRO

Resumo

Este capítulo aborda o estado da arte dos estudos que enfatizam formigas em ambientes urbanos do Estado de São Paulo, o qual se destaca por ser o mais urbanizado e populoso do país. Em uma revisão sobre os estudos, no período de 1992 até 2016 foram encontradas 44 publicações. A maior parte dos artigos (56,82%) foi publicada nos últimos 10 anos, sendo 2007 o mais produtivo com oito artigos, demonstrando uma tendência recente ao aumento dos estudos nessa temática. No que diz respeito aos locais onde esses estudos foram conduzidos, observa-se que foram contemplados menos de 2% dos municípios do Estado. O principal enfoque das publicações envolveu assuntos ligados à ecologia. Cabe destacar que, cerca de um terço dos artigos publicados (29,54%) estava relacionado à divulgação científica, aproximando o conhecimento especializado do público em geral. Assim fica evidente a importância dos grupos de pesquisa com

formigas-urbanas no Estado de São Paulo, consolidados há mais de 20 anos, tanto na geração de conhecimento científico especializado, quanto na capacitação de recursos humanos e, conseqüentemente, nucleação por todo o país.

Introdução

Em 1553, os padres jesuítas José de Anchieta e Manoel da Nóbrega subiram a Serra do Mar, a fim de buscar um local seguro para se instalar e catequizar os índios. Ao atingir o planalto de Piratininga, encontraram o ponto ideal. Os religiosos construíram um colégio em uma pequena colina, próxima aos rios Tamanduateí e Anhangabaú, onde celebraram uma missa. Era o dia 25 de janeiro de 1554, data que marca o aniversário da cidade de São Paulo. Quase cinco séculos depois, o povoado de Piratininga se transformou na maior cidade brasileira com mais de 11 milhões de habitantes (SAMPAIO, 2014) e, atualmente, é a maior metrópole da América Latina.

O Estado de São Paulo é o mais populoso da federação; são de cerca de 44 milhões e 800 mil habitantes, que corresponde a 21,7% da população brasileira. É o segundo Estado com o maior número de municípios, 645 de acordo com o censo de 2010 (IBGE 2010) e esses números são superiores aos de muitos países da Europa.

No Brasil, o processo de urbanização sofreu aceleração a partir da segunda metade do Século XX, principalmente no Estado de São Paulo. Entre as conseqüências deste processo, destaca-se a formação de regiões metropolitanas com a verticalização e adensamento das áreas urbanizadas e a expansão urbana para as áreas periféricas (MARICATO, 2000).

No censo 2010, de acordo com dados publicados pelo IBGE, a população urbana do Estado de São Paulo atingiu mais de 37 milhões de pessoas. Grande parte desta população, cerca de 58,6%, vive em regiões metropolitanas, especificamente na baixada Santista, Campinas e São Paulo (IBGE, 2012).

A partir da década de 1970, se deu início a uma urbanização caótica, com a perda da qualidade e padrão de vida. Este avanço urbano em direção as áreas com cobertura florestal remanescente impôs aos animais, seus habitantes naturais,

uma convivência direta com as pessoas, fragilizando e os expondo a muitas doenças. Mas, os seres humanos também ficam sujeitos às zoonoses causadas pelos animais sinantrópicos e a perdas econômicas (PIEDADE, 2014).

Os animais que perderam seus habitat, parcial ou totalmente, são forçados a viver ou utilizar os recursos oferecidos pelos fragmentos de vegetação remanescentes, tanto em áreas urbanas conservadas ou recuperadas (parques, reservas), como as utilizadas para arborização. Essa fauna urbana é composta por muitas espécies de animais que foram selecionadas diante das condições das cidades, tirando máximo proveito da abundância de alimentos, fruto do desperdício e destinação inadequada de resíduos produzidos pelos homens. Além disso, a ausência de predadores, a abundância de abrigos e habitat, potencializados pela tolerância dos seres humanos, são outros fatores que contribuem para a permanência destes animais nas cidades (CURITIBA, 2012).

Vários grupos de animais podem ser encontrados no ambiente urbano, com destaque para aves, roedores e insetos. Dentre os insetos, as formigas merecem atenção, pois certas espécies podem afetar negativamente o homem, infestando casas ou apartamentos, consumindo alimentos ou provocando danos às estruturas, devido as suas atividades de construção de ninhos (CAMPOS-FARINHA et al., 1997). As formigas danificam tecidos, certos objetos de borracha ou removem a proteção de fios elétricos, além de incomodar com suas mordidas e ferroadas, que em casos de acidentes graves podem provocar choque anafilático. Segundo BUENO et al. (1994) as formigas são um perigo potencial à saúde pública quando ocorrem em hospitais, pelo fato de possuírem a capacidade de transportar microrganismos patogênicos. Ao circularem livremente pelas instalações dos hospitais, entram em contato com material infectado (ferimentos, ataduras usadas, lixo, dentre outros) e depois com pacientes, alimentos, medicamentos, aparelhos e utensílios, salas de UTI's, disseminando os microrganismos patogênicos.

Estado da arte sobre estudos com formigas em ambiente urbano no Estado de São Paulo

A fim de se conhecer o estado da arte sobre os estudos com formigas em ambiente urbano no Estado de São Paulo, foi realizada uma revisão e análise descritivas sobre as publicações (artigos) que abordaram este tema nos últimos 25 anos (1992-2016). Para essa busca foi adaptado o método proposto por Garcia e Lise (2013) que realizaram um trabalho de revisão de artigos nacionais sobre a associação de formigas e microrganismos patogênicos em hospitais no Sul e Sudeste do Brasil. Assim, foi feita uma revisão sistemática, permitindo descrever o conhecimento atual do estado da arte sobre os estudos com formigas em ambiente urbano neste Estado.

Os critérios para seleção e inclusão dos trabalhos foram: (i) os documentos que abordam 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); (iii) artigos publicados em revistas dentro do tempo definido (1992-2016), tomando-se por base as informações publicadas por Castro et al. (2015) para formigas-urbanas no Brasil.

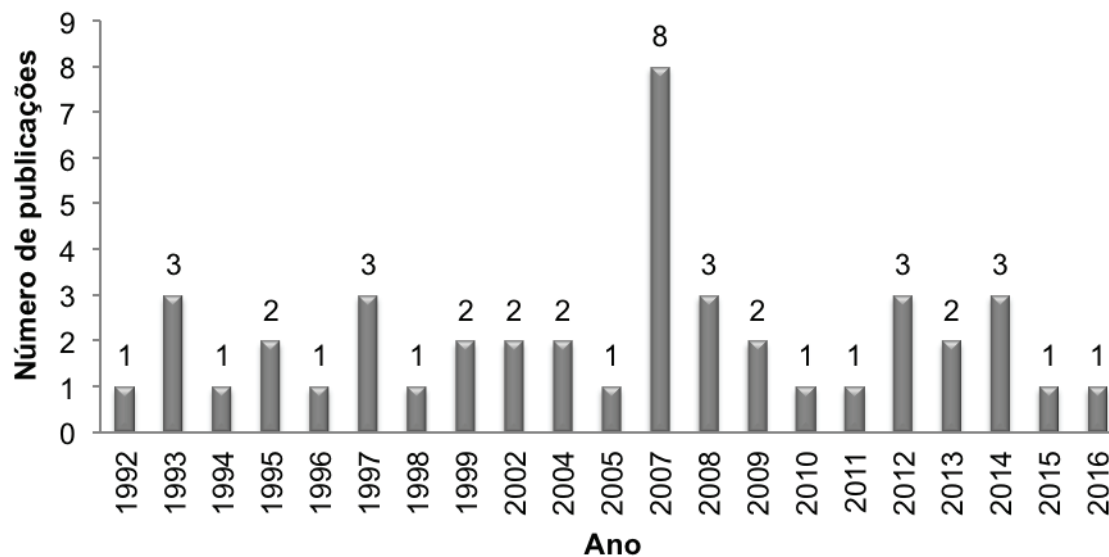
As palavras-chave utilizadas para procura nos bancos de dados foram: formigas urbanas, *tramp ants* e *urban ants*. As publicações foram analisadas para se recuperar as seguintes informações: ano da publicação, local do estudo, ênfase do estudo, dentre outras. Publicações como dissertações, teses, trabalhos de conclusão e resumos científicos, não foram incluídas.

Durante a busca por publicações com formigas em ambientes urbanos para o Estado de São Paulo, foram encontradas 44 publicações, sendo que o estudo mais antigo parece datar cerca de 25 anos atrás. O estudo que julgamos pioneiro foi um artigo publicado por FOWLER e colaboradores em 1992, no qual os autores realizaram um estudo comparando o padrão anual de forrageio horizontal e vertical nas espécies exóticas *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* e

cujos resultados indicaram exclusão mútua entre as espécies, sugerindo assim a necessidade de se verificar a distribuição espacial em três dimensões para programas de controle de formigas em ambiente hospitalar.

Em 1993 foram publicados mais três artigos, e com exceção de 2000, 2001, 2003 e 2006, quando não houve publicações, a produção de artigos se manteve constante em todos os anos, sendo 2007 o mais produtivo, com oito artigos (Figura 1, Tabela1).

Figura 1 – Número de publicações por ano, com formigas em ambiente urbano no Estado de São Paulo, Brasil, no período de 1992 a 2016.



Entre 1992 a 2016 houve uma produção constante de artigos com formigas em ambiente urbano para o Estado de São Paulo, se aproximando a uma média de cerca de dois artigos publicados por ano. A partir de 1994 teve início a publicação de artigos de divulgação científica, passando a tratar o tema “formigas-urbanas” em uma linguagem mais voltada para o público em geral. Essas publicações se tornaram frequentes nos anos seguintes, demonstrando a importância e aceitação do tema (Tabela 1).

Tabela 1 – Publicações sobre formigas em ambiente urbano no Estado de São Paulo, Brasil, no período de 1992 a 2016: autor/ano, veículo de publicação, enfoque do estudo e município.

Autor/Ano	Revista	Enfoque	Município
Fowler et al. (1992)	Ciência e Cultura	Comportamento	Rio Claro
Fowler et al. (1993)	Journal of Applied Entomology	Ecologia	Rio Claro
Fowler et al. (1993)	Insect Science and its Application	Ecologia	São Paulo
Fowler et al. (1993)	Journal of Applied Entomology	Comportamento	Rio Claro
Bueno et al. (1994)	Informativo Zeneca	Divulgação Científica	NI
Fowler et al. (1995)	Naturalia	Ecologia	Rio Claro
Fowler et al. (1995)	Ciência Hoje	Divulgação Científica	NI
Fowler e Bueno (1996)	Journal of Applied Entomology	Comportamento	Rio Claro
Bueno (1997)	Biológico	Divulgação Científica	NI
Campos-Farinha et al. (1997)	Boletim Técnico do Instituto Biológico	Divulgação Científica	NI
Fonseca et al. (1997)	Acta Biológica Leopoldensia	Ecologia	Rio Claro
Campos e Bueno (1998)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Bueno e Campos (1999)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Piva e Campos-Farinha (1999)	Naturalia	Ecologia	São Paulo
Campos-Farinha et al. (2002)	Biológico	Divulgação Científica	NI

Autor/Ano	Revista	Enfoque	Município
Zarzuela et al. (2002)	Arquivos do Instituto Biológico	Ecologia	Sorocaba
Cintra et al. (2004)	Âmbito Hospitalar	Ecologia	Botucatu
Zarzuela et al. (2004)	Sociobiology	Ecologia	Sorocaba
Campos e Bueno (2005)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Angilletta Jr et al. (2007)	PloS One	Comportamento	São Paulo
Bueno e Campos (2007)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Cintra-Socolowski (2007)	Biológico	Divulgação Científica	NI
Kamura et al. (2007)	Brazilian Journal of Biology	Ecologia	Mogi das Cruzes
Morini et al. (2007)	Iheringia	Ecologia	São Paulo
Solis et al. (2007)	Revista Brasileira de Zoociências	Comportamento	Campinas, Rio Claro e São Paulo
Tanaka et al. (2007)	Arquivo Médico ABC	Saúde Pública	Marília
Zarzuela et al. (2007)	Sociobiology	Ecologia	Sorocaba
Campos-Farinha et al. (2008)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Pereira e Ueno (2008)	Revista da Sociedade de Medicina Tropical	Saúde Pública	Taubaté
Villani et al. (2008)	Brazilian Archives of Biology and Technology	Saúde Pública	Mogi das Cruzes
Lopes (2009)	Revista Eletrônica de Biologia	Ecologia	Sorocaba
Silva et al. (2009)	Sociobiology	Ecologia	Campinas
Roxo et al. (2010)	Arquivos do Instituto Biológico	Saúde Pública	São Paulo
Dáttilo et al. (2011)	Bioscience Journal	Ecologia	Marília
Piva e Campos (2012)	Psyche	Ecologia	São Paulo
Ribeiro et al. (2012)	Sociobiology	Ecologia	São Paulo
Zarzuela et al. (2012)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI

Autor/Ano	Revista	Enfoque	Município
Campos (2013)	Vetores & Pragas	Divulgação Científica	NI
Pereira e Ueno (2013)	Revista Biociências	Saúde Pública	Taubaté
Cintra-Socolowski et al. (2014)	Indoor and Built Environment	Ecologia	Botucatu
Maximo et al. (2014)	BMC - Research Notes	Ecologia	São Paulo
Munhae et al. (2014)	Arquivos do Instituto Biológico	Ecologia	Mogi das Cruzes, Biritiba, Salesópolis
Cantone e Campos (2015)	Acta Scientarium	Comportamento	São Paulo
Silva et al. (2016)	Revista Brasileira de Entomologia	Comportamento	Suzano

* NI= Não Informado

A maior parte das publicações (n= 25; 56,82%) ocorreu nos últimos dez anos (2007 a 2016) (Figura 1). Essa concentração se deve, provavelmente, a nucleação que os grupos de pesquisa com formigas-urbanas do Estado de São Paulo têm gerado, permitindo assim que mais profissionais capacitados contribuam nessa temática, aumentando o número de publicações e novos grupos de pesquisa em São Paulo.

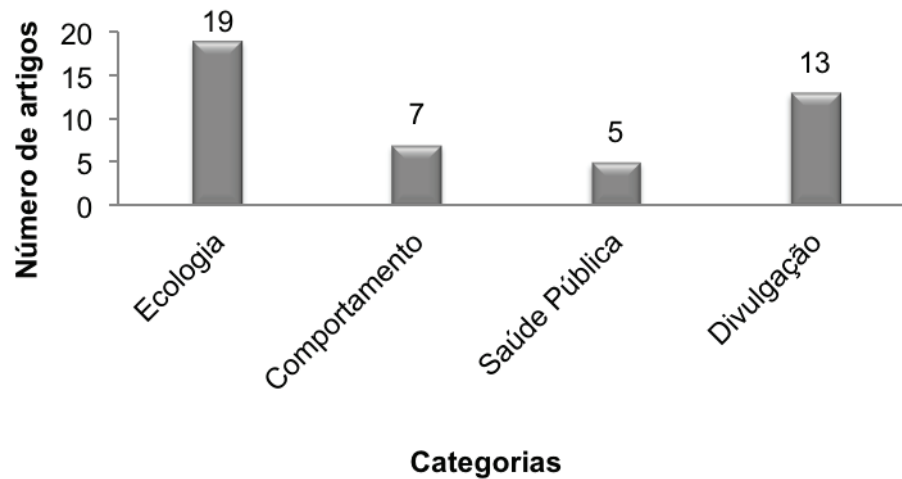
No caso dos artigos oriundos de investigações científicas (n=31), os estudos foram conduzidos em 11 municípios distintos, o que corresponde a aproximadamente 1,7% do total de municípios do Estado. As cidades de São Paulo e Rio Claro se destacam das demais, por concentrarem 54,83% (n=17) das publicações (Tabela 1). Isso pode ser explicado pelo fato de que as duas localidades possuem grupos de pesquisa tradicionais, com atuação consolidada no tema há mais de 20 anos. Esses núcleos estão abrigados em universidades e institutos de pesquisa, que desempenharam um papel importante no início dos estudos e na nucleação de novos grupos de pesquisa que, posteriormente, se espalharam para outras localidades do Estado e do país.

Os 44 artigos encontrados foram publicados em 28 periódicos distintos, sendo a revista *Vetores & Pragas* (n=7; 15,9%) e a *Sociobiology* (n=4; 9,1%) os mais utilizados (Tabela 1). Com relação ao enfoque dos artigos foi possível identificar quatro categorias distintas, as quais são apresentadas na Tabela 2. Questões ligadas à ecologia das formigas em ambiente urbano foram o principal enfoque das publicações, representando quase metade da produção (43,18%, n=19) (Figura 2). Outro fator que chama a atenção é a quantidade de artigos publicados com enfoque para a divulgação científica, que alcançou um terço das publicações (29,54%; n=13) (Figura 2). Essa característica é exclusiva para o Estado de São Paulo e difere muito do padrão encontrado por CASTRO et al. (2015) para o perfil das publicações brasileiras para formigas-urbanas em ambientes hospitalares.

Tabela 2 – Categorias de acordo com os assuntos e suas classificações abordadas nas publicações com formigas-urbanas no Estado de São Paulo, Brasil, no período de 1992-2016.

Categorias	Critério usado para classificação do estudo
Ecologia	Estudos de diversidade de formigas em áreas urbanas, influência de variáveis ambientais e parâmetros ecológicos, interações.
Divulgação Científica	Publicações voltadas para o público em geral, que abordam aspectos gerais sobre biologia, ecologia e comportamento de formigas-urbanas.
Comportamento	Estudo e descrição de comportamentos como: comportamento de alimentação, forrageio, hábitos de nidificação, predação.
Saúde Pública	Formigas em ambiente hospitalar e suas associações com microrganismos.

Figura 2 – Número de artigos com formigas em áreas urbanas do Estado de São Paulo, Brasil, no período de 1992-2016, de acordo com as categorias.



Considerações finais

Fica evidente a importância e a contribuição feita pelos grupos de pesquisa presentes no Estado de São Paulo para os estudos com formigas em ambiente urbano. Além de ser o pioneiro no desenvolvimento desta linha de pesquisa no país, cujo início se deu nos primórdios da década de 1990, cabe ainda ressaltar que São Paulo concentra o maior número de publicações nessa temática, contribuindo de forma consistente para a produção de artigos científicos. Com o passar dos anos, outra importante influência dos pesquisadores de São Paulo se faz notar, a nucleação de novos profissionais que

se qualificaram nesses centros de excelência e que hoje estão dispersos pelo país atuando também na formação de novos recursos humanos qualificados.

Contudo cabe enfatizar que os estudos com formigas estão restritos a menos de 2% dos municípios do Estado. Essa concentração das pesquisas em poucas localidades torna necessário que os projetos sejam mais abrangentes no futuro, de modo a contemplar melhor a real situação do Estado.

Merece destaque uma característica particular dos artigos produzidos pelos grupos de pesquisa de São Paulo, a forte presença de material de divulgação científica. Esse tipo de publicação tem um papel importante ao permitir que a informação especializada possa chegar de maneira eficiente ao conhecimento do público em geral e, assim, nortear ações mais específicas para o correto controle dessas formigas nos mais diferentes setores do ambiente urbano.

Referências

ANGILLETTA Jr, M.J.; WILSON, R.S.; NIEHAUS, A.C.; SEARS, M.W.; NAVAS, C.A.; RIBEIRO, P.L. Urban Physiology: city ants possess high heat tolerance. *PloS One*, v.2, n.2, p.258, 2007.

BUENO, O.C. Formigas Urbanas: Identificação e Controle. *Biológico*, v.59, n.2, p.17-19, 1997.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G.; KETELHUT, S.M. Formiga, uma praga urbana. São Paulo: Informativo Zeneca – Saúde Pública, 1994.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Formigas urbanas: estratégias de controle. *Vetores & Pragas*. v.2, p.5-7, 1999.

BUENO, O.C.; CAMPOS, A.E.C. Comportamento das espécies que invadem as cidades brasileiras. *Vetores & Pragas*. v.4, p.7 - 10, 2007.

CAMPOS A.E.C. Formigas. *Vetores & Pragas*. v.10, p.29-30, 2013.

CAMPOS A.E.C.; BUENO, O.C. Formigas urbanas: comportamento das espécies que invadem as cidades. Vetores e Pragas, v.2, p.13 - 16, 1998.

CAMPOS A.E.C.; BUENO, O.C. Formigas lava-pés: uma espécie invasora. Vetores & Pragas. v.8, p.28- 29, 2005.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; JUSTI JUNIOR, J.; BERGMAN, E.C.; ZORZENON, F.J.; RODRIGUES NETTO, S.M. Formigas urbanas. Boletim Técnico Instituto Biológico, n.8, p.1-20, 1997.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; CAMPOS, M.C.G.; KATO, L.M. As formigas urbanas no Brasil: retrospecto. Biológico, v.64, n.2, p.129-133, 2002.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; ZORZENON, F. J.; JUSTI JUNIOR, J. Ficha do Bicho - Formigas urbanas. Vetores & Pragas. v.11, p.27-30, 2008.

CANTONE, S.M.; CAMPOS, A.E.C. Nesting and reproduction of *Pachycondyla striata* (Formicidae: Ponerinae) in urban areas: an ant that offers risk of accidents. Acta Scientiarum, v.37, n.3, p.337-344, 2015.

CASTRO, M.M.; SANTOS-PREZOTO, H.H.; FERNANDES, E.F.; BUENO, O.C.; PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: Advancements in public health and research priorities in Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, v.59, n.1, p.77-83, 2015.

CINTRA, P.; BUENO, F.C.; MONTELLI, A.C.; SADATSUNE, T.; BUENO, O.C. 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, suplemento 2, p.35-38, 2007.

CINTRA-SOCOLOWSKI, P.; MALASPINA, O.; CAVALCANTE, R.S.; MONDELLI, A.L.; BUENO, O.C. Integrated pest management programme in hospital environment. Indoor Built Environment, v.1, p.1-8, 2014.

CURITIBA, 2012. Rede de Proteção Animal – Cidade de Curitiba. Disponível em: <<http://www.protecaoanimal.curitiba.pr.gov.br/Conteudo/ProtecaoAnimal.aspx>>. Acesso em: 15 out 2012.

DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F.; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Bioscience Journal*, v.27, n.3, p.494-504, 2011.

FONSECA, M.A.; CAMPOS, T.C; FOWLER, H.G. Biogeografia urbana: praças municipais como ilhas para comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Biológica Leopoldensia*, v.19, n.1, p.45-49, 1997.

FOWLER, H.G.; ARUAMA FILHO, F.; BUENO, O.C. Vertical and horizontal foraging: intra and interespecific spatial correlation patterns in *Tapinoma melanocephalum* and *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). *Ciência e Cultura*, v.44, n.6, p.395-397, 1992.

FOWLER, H.G.; ANARUMA FILHO, F.; BUENO, O.C. Seasonal space usage by the introduced pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hym., Formicidae), in institutional settings in Brazil and its relation to other structural ant species. *Journal of Applied Entomology*, v.115, p.416-419, 1993.

FOWLER, H.G.; FREITAS, M.A.; BUENO, O.C. Dynamics of colonization and gyne production by *Monomorium pharaonis* (L.) (Hym., Formicidae) in Brazil. *Journal of Applied Entomology*, v.116, p.294 - 297, 1993.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONELLI, A. C. Ants as potencial vectors of pathogens in hospitals in the State of São Paulo, Brazil. *Insect Science and its Application*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.

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, 1995.

FOWLER, H.G.; ANAURAMA FILHO, F.; BUENO, O.C. Formigas nos hospitais. *Ciência Hoje*, v.19, n.111, p.12-13, 1995.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C. Congruent spatial and temporal foraging by a dominant ant (Hym., Formicidae) and its replacement in an assemblage in a large urban structure in southeastern Brazil. *Journal of Applied Entomology*, v.120, n.1, p.29-32, 1996.

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, n.1, p.9-14, 2013.

IBGE. Censo Demográfico – 2010. São Paulo, IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>. Acessado em 03/04/2017.

IBGE. Censo Demográfico – 2012. São Paulo, IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>. Acessado em 03/04/2017.

KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal Biology* v.67, n.4, p.635-641, 2007.

LOPES, A.S. Comunidades de Formigas (Hymenoptera: Formicidae), em área urbana e em área rural da cidade de Sorocaba/SP. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.2, n.3, p.32-46, 2009.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado - metrópoles brasileiras. *São Paulo em Perspectiva*. v.14, n.4, p.21-33, 2000.

MÁXIMO, H.J.; FELIZTTI, H.L.; CECCATO, M.; CINTRA-SOCOLOWSKI, P.; BERETTA, A.L.R.Z. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo county, Brazil. *BMC Res. Notes*, v.7, p.554, 2014.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia – Série Zoologia*. v.97, n.3, p.246-252, 2007.

MUNHAE, C.B.; SOUZA-CAMPANA, D.R.; KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in urban centers of the Alto Tietê, São Paulo, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.20, n.10, p.1-5, 2014.

PEREIRA, R.S.; UENO, M. Ants as carriers of microorganisms in hospital. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.41, n.5, p.492-495, 2008.

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

PIEIDADE, H.M. Fauna urbana. São Paulo (Estado) Secretaria do Meio Ambiente/ Coordenadoria de Educação Ambiental. São Paulo: SMA/CEA, v.1, 2014, 216p.

- PIVA, A.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Estrutura de comunidade das formigas urbanas do bairro da Vila Mariana na cidade de São Paulo. *Naturalia*, v.24, p.115-117, 1999.
- PIVA, A.; CAMPOS, A.E.C. Ant community structure (Hymenoptera: Formicidae) in two neighborhoods with different urban profiles in the city of São Paulo, Brazil. *Psyche*, v.2012, n.390748, p.1-8, 2012.
- RIBEIRO, F.M.; SIBINEL, N.; CIOCHETI, G.; CAMPOS, A.E.C. Analysis of ant communities comparing two methods for sampling ants in an urban park in the city of São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, v.59, n.3, p.971-984, 2012.
- ROXO, E.; CAMPOS, A.E.C.; ALVES, M.P.; COUCEIRO, A.P.M.R.; HARAKAVA, R.; IKUNO, A.A. Ants' role (Hymenoptera: Formicidae) as potential vectors of mycobacteria dispersion. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.77, p.359-362, 2010.
- SAMPAIO, L. A cidade de São Paulo. 2014. Disponível em: <http://www.cidadedesao paulo.com/sp/br/a-cidade-de-sao-paulo>. Acessado em 03/04/2017.
- SILVA, T.F.; SOLIS D.R.; MORETTI T.C.; SILVA A.C.; HABBIB E.M. House-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of Southeastern Brazil. *Sociobiology*, v.54, n.1, p.153-159, 2009.
- SILVA, O.G.M.; FERNANDES, T.T.; SILVA R.R.; SOUZA-CAMPANA D.R.; MORINI, M.S.C. Twigs of *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart as a nesting resource for ants (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.60, p.182-185, 2016.
- SOLIS, D.R., BUENO, O.C., MORETTI, T.C., SILVA, T.F. Observações sobre a biologia da formiga invasora *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) (Hymenoptera, Formicidae) em ambiente urbano brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.9, n.1, p.75-80, 2007.
- 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, n.2, p.60-63, 2007.
- VILLANI F.; MORINI M.S.C.; FRANCO M.A.; BUENO O.C. Evaluation of the possible role of ants (Hymenoptera: Formicidae) as mechanical vectors of nematodes and protists. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.51, n.5, p.923-928, 2008.
- 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, p.85-87, 2002.

ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; PEÇANHA, M.P. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as carriers of pathogens in residential and industrial environments: I. Bacteria. *Sociobiology*, v.45, n.1, p.9-14, 2004.

ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E. C.; RUSSOMANNO, O.M.R.; KRUPPA, P.C.; GONÇALEZ, E. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of microorganisms in residential and industrial environments: II. Fungi. *Sociobiology*, v.50, n.2, p.1-6, 2007.

ZARZUELA, M.F.M.; LEITE, L.; ALMEIDA, J.E.M.; CAMPOS, A.E.C. Controle biológico de formigas invasoras. *Vetores & Pragas*. v.15, p.8-12, 2012.

FORMIGAS-URBANAS DO ESPÍRITO SANTO: HISTÓRICO, CULTURA E ESTADO DA ARTE

RONARA SOUZA FERREIRA-CHÂLINE
NICOLAS CHÂLINE

Resumo

Como em vários outros estados do Brasil, as formigas fazem parte da cultura e do cotidiano da vida dos capixabas desde os primórdios da fundação do Estado. Elas estão presentes em ambientes naturais ou urbanizados, grandes ou pequenos, com espécies locais, assim como espécies pragas ou invasoras. No entanto, uma escassez de estudos sobre a mirmecofauna e em particular formigas-urbanas, que são fontes de vários problemas ligados à saúde humana, impera até os dias de hoje. Nesse capítulo, após um histórico dos relatos da presença de formigas no Estado e de sua influência na cultura dos capixabas, fazemos um levantamento desses poucos estudos, a fim de fornecer um panorama do atual estado da arte sobre formigas-urbanas para o Espírito Santo. Também ressaltamos a necessidade de mais pesquisas sobre a mirmecofauna do Estado que, apesar de pequeno, abriga uma alta diversidade de formigas (mais de 82 gêneros), possui um dos maiores pontos de entrada de mercadoria no país, possibilitando a introdução de espécies, e ainda apresenta importantes áreas remanescentes do principal Bioma da Região Sudeste, a Mata Atlântica.

Histórico das formigas no Espírito Santo do Brasil colônia

Originalmente recoberto por florestas tropicais exuberantes e habitado por diversas tribos indígenas, o Estado do Espírito Santo, circundado pelo Oceano Atlântico à Leste, e pelos estados da Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro, respectivamente à Norte, Oeste e Sul, começou a receber colonizadores portugueses pouco tempo após o descobrimento do Brasil. Em 1535, os portugueses iniciaram o processo de colonização, urbanização e exploração da então Capitania do Espírito Santo, que posteriormente se tornaria um dos Estados mais antigos do Brasil, com a criação dos primeiros povoados, dentre eles as cidades de Vila Velha e Vitória (VENTORIM, 2016). A intensa retirada de madeira das florestas, a instalação de novas vilas, fazendas e cidades e os grandes cultivos agrícolas começaram a gerar impactos na biodiversidade, acarretando enormes mudanças na composição das comunidades vegetal e animal dessa região. Como não havia nessa época uma preocupação com conservação da biodiversidade local ou com o uso do solo, os primeiros exploradores visavam conhecê-la mais por interesses econômicos do que propriamente científicos (DEAN, 2004). Muitos documentos e livros desse período buscavam descrever os ambientes naturais e urbanos, sua fauna e flora, assim como os costumes dos povos locais.

Dentre os primeiros relatos sobre a mirmecofauna do Estado do Espírito Santo estão os do padre jesuíta José de Anchieta, no século XVI, que descreve o costume de comer tanajuras apresentado pelos índios da região, hábito que ele também apreciava, segundo Lima (2002). A presença das formigas em ambientes urbanos no Espírito Santo colonial é relatada pela mirmecofagia de rainhas de saúvas, também na antiga cidade de Vila Velha. Lima (2002) descreve que na Vila Velha de antigamente, grupos de dezenas ou centenas de negros ficavam com latas nas mãos para apanhar milhares de formigas, que posteriormente teriam seus abdomens torrados ou fritos na gordura e seriam comidos com farofa. As formigas eram então estocadas em potes e serviam, como forma de economizar carne, para a alimentação dos escravos (LIMA, 2002). Mais de dois séculos depois, o naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire em seu livro “Voyage dans le

district des diamans et sur le littoral du Brésil” de 1833, relata novamente a presença de formigas-urbanas no Estado, dessa vez para a cidade de Vitória, assim como o hábito da mirmecofagia, os costumes e cultura dos habitantes da região:

Toda a população do Espírito Santo não se aflige, entretanto, com a abundância das grandes formigas. Logo que, munidas de asas, vem aparecer, os negros e as crianças as apanham e comem; os moradores de Campos, que vivem em contínua rivalidade com os de Vila de Vitória, chamam-nos de papa-tanajuras, comedores de formigas. Não acontece apenas na província do Espírito Santo alimentarem-se de grandes formigas aladas; asseguram-me que elas são vendidas no mercado de São Paulo, reduzidas ao abdômen e fritas; comi eu mesmo um prato desses animais que haviam sido preparados por uma paulista, e não achei desagradável o seu gosto.

Formigas-urbanas na cultura do Espírito Santo

Além de terem feito parte dos costumes alimentares descritos para os habitantes do Estado nos séculos passados (ainda hoje guardados por inúmeros moradores de diversas regiões), as formigas-urbanas aparecem atualmente como parte integrante da crença religiosa de muitos habitantes do Espírito Santo, principalmente da região da Serra, mas também de outras cidades e Estados do país. Tudo começou em meados da década de 90, em uma pequena casa dessa cidade, quando algumas folhas caídas de árvores apareceram trabalhadas com delicadas micro perfurações, formando imagens de Nossa Senhora, Jesus, anjos e de vários outros símbolos religiosos. Essas obras foram atribuídas às atividades de pequenas formigas presentes no jardim da casa e que, segundo fiéis católicos, estariam servindo como instrumentos, usados por Nossa Senhora para transmitir suas mensagens. Essas formigas começaram então a ser chamadas pelos habitantes da Serra de “Formigas Bordadeiras”. A partir de 2005 e por vários anos, foram observadas folhas “bordadas” mais elaboradas, que continham além dos desenhos, inscrições com menções bíblicas e mensagens religiosas (CESCA, 2007; ANSLAGRI, 2017).

A casa onde as folhas bordadas apareceram no jardim foi transformada em um Santuário, chamado Santuário de Nossa Senhora das Lágrimas, e abriga atualmente uma extensa coleção dessas folhas, além de troncos e sementes bordados, também atribuídos às atividades das formigas (Figura 1). O local, reconhecido como ponto turístico do Estado, atrai centenas de fiéis, romeiros e turistas de várias partes do país, que desejam conhecer a história das “Formigas Bordadeiras” (ANSLAGRI, 2017; VIEIRA, 2017). No entanto, apesar de permanecerem até hoje na cultura popular católica da região, e de várias testemunhas alegarem terem visto as formigas “bordando” as folhas (CESCA, 2007), nenhum desses inúmeros episódios apresenta provas científicas que comprovem a participação de alguma espécie de formiga nesse fenômeno. Cesca (2007) chega a mostrar, em uma das fotos do seu livro, várias pequenas formigas (impossíveis de serem identificadas, devido à qualidade da foto) sobre uma folha caída, e em sua legenda diz que era o mutirão em ação. Ao lado dessa foto, o autor mostra outra foto da mesma folha relatando ser o trabalho concluído. Entretanto, considerando as estruturas das micro perfurações das folhas, as mesmas não se assemelham com a atividade de nenhuma espécie de formiga, cortadeira ou não, deixando esse fenômeno restrito ao campo da fé e devoção dos fiéis capixabas.

Figura 1 – Formigas bordadeiras na Serra – ES. (A) Santuário, (B) Vitrines do Santuário expondo as folhas bordadas, (C) Detalhe de uma folha bordada com a imagem de Nossa Senhora, (D) Folhas bordadas com citações e mensagens bíblicas (Fotos: www.folhavoria.com.br/entretenimento/blogs/elogoali/2013/11/serra-formigas-bordadeiras/).



Estado da arte da mirmecofauna urbana

Mesmo que relatada desde os primórdios da ocupação do Estado, a fauna de formigas, e Hymenoptera em geral do Espírito Santo, tem sido pobremente estudada até os dias atuais. Os poucos estudos desenvolvidos com esse grupo tratam muito mais de abelhas, vespas e parasitoides do que de formigas, o que reflete os grupos modelos dos poucos pesquisadores da região até o momento (AZEVEDO et al., 2015). A primeira *checklist* dos gêneros de formigas (e outros Hymenoptera) para o estado foi publicada há apenas dois anos, por Azevedo e colaboradores (2015). Neste trabalho com enorme esforço conjunto, os trinta e dois autores analisaram em torno de 140.000 espécimens de Hymenoptera, depositados na Coleção de Insetos da Universidade Federal do Espírito Santo. Considerando apenas os Hymenoptera da família Formicidae, foram listados 66 gêneros para o Estado, dentre os quais seis foram registrados pela primeira vez para o Espírito Santo (Tabela 1).

Essa lista de gêneros corresponde ao primeiro pilar para o conhecimento da mirmecofauna do Espírito Santo, no entanto, ela não é exaustiva. Azevedo et al. (2015) explica que as técnicas usadas para captura dos espécimens analisados podem ter causado um viés e que sua procedência não engloba a diversidade de habitat existente no Estado. Diante disso, os autores sugerem que ainda exista uma grande parte da diversidade de formigas dessa região que ainda está por ser descoberta.

Tabela 1 – Lista de gêneros de Formicidae (Hymenoptera: Aculeata: Vespoidea) registrados para o estado do Espírito Santo. Extraída de Azevedo et al. (2015).

Lista taxonômica	
<i>Acanthognathus</i> Mayr, 1887	<i>Mayaponera</i> Schmidt & Shattuck, 2014
<i>Acanthoponera</i> Mayr, 1862	<i>Megalomyrmex</i> Forel, 1885
<i>Acanthostichus</i> Mayr, 1887*	<i>Monomorium</i> Mayr, 1855
<i>Acromyrmex</i> Mayr, 1865	<i>Mycocepurus</i> Forel, 1893
<i>Anochetus</i> Mayr, 1861	<i>Myrmelachista</i> Roger, 1863
<i>Apterostigma</i> Mayr, 1865	<i>Myrmicocrypta</i> F. Smith, 1860
<i>Atta</i> Fabricius, 1804	<i>Neivamyrmex</i> Borgmeier, 1940
<i>Azteca</i> Forel, 1878	<i>Neoponera</i> Emery, 1901
<i>Basiceros</i> Schulz, 1906	<i>Nesomyrmex</i> Wheeler, 1910
<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868	<i>Nomamyrmex</i> Borgmeier, 1936
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	<i>Nylanderia</i> Emery, 1906
<i>Carebarella</i> Emery, 1906	<i>Octostruma</i> Forel, 1912
<i>Cephalotes</i> Latreille, 1802	<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804
<i>Cerapachys</i> Smith, 1857*	<i>Oxyepoecus</i> Santschi, 1841
<i>Crematogaster</i> Lund, 1831	<i>Pachycondyla</i> Smith, 1858
<i>Cryptomyrmex</i> Fernández, 2004	<i>Paratrechina</i> Motschoulsky, 1863
<i>Cylindromyrmex</i> Mayr, 1870*	<i>Pheidole</i> Westwood, 1839
<i>Cyphomyrmex</i> Mayr, 1862	<i>Platythyrea</i> Roger, 1863*
<i>Dinoponera</i> Roger, 1861	<i>Prionopelta</i> Mayr, 1866*
<i>Discothyrea</i> Roger, 1863	<i>Procryptocerus</i> Emery, 1887
<i>Dolichoderus</i> Lund, 1831	<i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831

Lista taxonômica

<i>Dorymyrmex</i> Mayr, 1866	<i>Rogeria</i> Emery, 1894
<i>Eciton</i> Latreille, 1804	<i>Sericomyrmex</i> Mayr, 1865
<i>Ectatomma</i> Smith, 1858	<i>Simopelta</i> Mann, 1922
<i>Eurhopalothrix</i> Brown & Kempf, 1961	<i>Solenopsis</i> Westwood, 1840
<i>Gnamptogenys</i> Roger, 1863	<i>Stigmatomma</i> Roger, 1859
<i>Heteroponera</i> Mayr, 1887	<i>Strumigenys</i> Smith, 1860
<i>Hylomyrma</i> Forel, 1912	<i>Tapinoma</i> Förster, 1850
<i>Hypoponera</i> Santschi, 1938	<i>Tetramorium</i> Mayr, 1855
<i>Labidus</i> Jurine, 1807	<i>Thaumatomyrmex</i> Mayr, 1887
<i>Lachnomyrmex</i> Wheeler, 1910	<i>Trachymyrmex</i> Forel, 1893*
<i>Leptogenys</i> Roger, 1861	<i>Typhlomyrmex</i> Mayr, 1862
<i>Linepithema</i> Mayr, 1866	<i>Wasmannia</i> Forel, 1893

* Um asterisco após o nome do autor do gênero indica que o mesmo foi registrado pela primeira vez no Espírito Santo.

Considerando ainda os registros de distribuição de formigas para os estados circunvizinhos ao Espírito Santo, os autores esperam que pelo menos mais 15 gêneros possam estar presentes no Estado: *Acropyga*, *Centromyrmex*, *Cryptopone*, *Forelius*, *Kalathomyrmex*, *Mycetagroicus*, *Mycetophylax*, *Mycetarotes*, *Ochetomyrmex*, *Proceratium*, *Pseudoponera*, *Tranopelta*, *Mycetosoritis*, *Rasoponera* e *Tropidomyrmex*, e devido ao fluxo intenso de navios cargueiros para importações e exportações internacionais realizado no porto de Tubarão em Vitória, sugerem ainda a possível presença de gêneros de espécies invasoras, como *Cardiocondyla*. Dessa forma, a diversidade de formigas para o Estado poderia chegar a 82 gêneros, ultrapassando as estimativas do modelo de Guénard et al. (2012) (AZEVEDO et al., 2015). Entretanto, nos resta ainda conhecer a riqueza e a composição de espécies que esses gêneros podem apresentar para o Estado, a fim de estimar com maior precisão a real mirmecofauna do Espírito Santo.

Entre os gêneros de formigas listados por Azevedo et al. (2015) para o Espírito Santo, observamos alguns de elevada importância econômica em ambientes rurais e urbanos, já relatados para o Estado desde seus primórdios, como as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, além dos principais gêneros de formigas pragas urbanas do Brasil, segundo Campos-Farinha et al. (2002), como *Tapinoma*, *Paratrechina*, *Monomorium*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Linepithema*, *Camponotus*, *Solenopsis* e *Crematogaster*, que podem causar inúmeros prejuízos ao homem, desde danos em construções, instalações elétricas, móveis, eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999), até a veiculação de organismos patogênicos e contaminação de alimentos, em ambientes hospitalares e residências (FOWLER et al., 1993; BUENO; FOWLER, 1994; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; PEÇANHA, 2000), ou ainda por ataque direto, através de mordidas e picadas, podendo causar lesões cutâneas e até mesmo reações alérgicas em pessoas (KIPPER et al., 1998) e animais domésticos (RAKICH et al., 1993).

Das 2.000 espécies de formigas existentes no Brasil, apenas 1% são consideradas pragas e menos de 50 espécies são consideradas pragas urbanas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Estudos aprofundados enfocando as espécies urbanas começaram a ser desenvolvidos apenas a partir da década de 80 no Brasil (CAMPOS-FARINHA et al., 2002), e para o estado do Espírito Santo até hoje, eles se fazem extremamente raros ou quase inexistentes. Dessa forma, neste capítulo tentamos compilar os poucos trabalhos que continham quaisquer informações sobre espécies de formigas consideradas pragas urbanas coletadas no Estado, juntamente com algumas observações pessoais de ocorrências de espécies em ambientes urbanos, a fim de fornecer um parecer geral do atual estado da arte para o Estado (Tabela 2).

Começando pelas formigas cortadeiras, Zanuncio et al. (2010) relata a ocorrência da espécie praga *Atta laevigatta*, conhecida popularmente como saúva-cabeça-de-vidro, para a cidade de Castelo, Sul do Espírito Santo. Apesar dessa espécie apresentar uma ampla distribuição, desde a Região da Bacia Amazônica até o Sul do Brasil, esse foi seu primeiro registro para o Estado. Os autores chamam a atenção para o baixo número de ninhos de *A. laevigata* encontrados em comparação com os de *A. sexdens rubropilosa* e sugerem que tal fato pode indicar uma recente introdução de *A. laevigata*

no Estado ou que essa espécie se encontra em perigo devido à competição com outros organismos ou ainda por impactos antrópicos.

Tabela 2 – Espécies de formigas-urbanas registradas para o Estado do Espírito Santo.

ESPÉCIE	CIDADE / REGIÃO	LOCAL	REFERÊNCIA
<i>Acromyrmex</i> sp.1	Alegre	Campus da UFES (Área externa)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Acromyrmex</i> sp.2	Piúma	Jardim residencial	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Atta laevigatta</i>	Castelo	não informado	Zanúncio et al. (2010)
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	Castelo	não informado	Zanúncio et al. (2010)
<i>Atta</i> sp.1	Alegre	Campus da UFES (Área externa)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Brachymyrmex</i> sp.	Região Serrana	Hospital (Refeitório, Enfermaria e Área externa)	Cosme (2007)
<i>Camponotus rufipes</i>	Região Serrana	Hospital (Área interna e externa)	Cosme (2007)
<i>Camponotus</i> sp.1	Alegre	Residências (Cozinha, Varanda)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Camponotus</i> sp.2	Alegre	Residência (Cozinha, Quartos e Banheiro)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Camponotus vittatus</i>	Alegre	Campus da UFES (Cozinhas e Salas), Residências (Cozinha, Quartos e Banheiro)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	Região Serrana	Hospital (Pediatria*)	Cosme (2007)
<i>Linepithema iniquum</i>	4km N Santa Teresa	Reserva Nova Lombardia	Wild (2007)
<i>Linepithema micans</i>	Santa Teresa	não informado	Wild (2007)

ESPÉCIE	CIDADE / REGIÃO	LOCAL	REFERÊNCIA
<i>Linepithema neotropicum</i>	Linhares, Pedro Canário e Vila Velha	não informado	Wild (2007)
<i>Linepithema pulex</i>	Santa Teresa, Pedro Canário e Conceição da Barra	não informado	Wild (2007)
<i>Paratrechina longicornis</i>	Alegre	Residência (Cozinha e Banheiros)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Pheidole</i> sp.1	Região Serrana	Hospital (Área externa e Enfermaria*)	Cosme (2007)
<i>Pheidole</i> sp.2	Região Serrana	Hospital (Área externa e Enfermaria*)	Cosme(2007)
<i>Pheidole</i> sp.3	Região Serrana	Hospital (Área externa e Enfermaria*)	Cosme (2007)
<i>Pheidole</i> sp.	Alegre	Hospital (Áreas interna e externa)	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Pheidole triconstricta</i>	Região Serrana	Hospital (Área externa)	Cosme (2007)
<i>Solenopsis</i> sp.	Venda Nova	Hospital	Esquivel et al. (1999)
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Alegre e Região Serrana	Residência, Hospital (Área interna), Campus da UFES (Cozinhas, Banheiros, Salas e Laboratórios)	Carvalho (2016), Cosme (2007), Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>
<i>Tapinoma</i> sp.1	Alegre	Residência	Ferreira-Châline, <i>observ. pessoal</i>

* Com interface com o ambiente externo, ou presença de jardim nas proximidades.

Outros registros importantes para o gênero *Atta* no Estado é apresentado por Teixeira et al. (2003) e Teixeira et al. (2004), que relatam a ocorrência da saúva-preta *A. robusta* nas restingas do Espírito Santo. Anteriormente a esses trabalhos, essa espécie era tida como endêmica apenas da Baixada Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro. Agora sua área de

distribuição apresenta vários pontos no estado capixaba, desde o Sul até o Norte. Mesmo não sendo uma espécie urbana, apesar de poder viver em áreas habitadas contando que tenham cobertura de restinga (LOUZADA, J. comunicação pessoal) e não apresentar importância econômica, como outras espécies do gênero, *A. robusta* chama a atenção devido à sua distribuição restrita e endemismo (MADUREIRA, 2012), e pelo fato de se encontrar na lista oficial das espécies brasileiras ameaçadas de extinção, assim como *Dinoponera lucida*, presente em remanescentes de Mata Atlântica do Estado (MMA, 2014).

No trabalho de Esquivel et al. (1999), podemos encontrar o registro de formigas lava-pés (*Solenopsis* sp.), para a região de Venda Nova, região central do Espírito Santo. Nesse estudo, indivíduos de *Solenopsis* sp. são avaliados usando espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE, ou EPR, do inglês *electron paramagnetic resonance*) e os resultados indicam a existência de material magnético nessas formigas. Eles ainda sugerem fortemente a existência de partículas de magnetita de diferentes tamanhos, o que poderia possibilitar a magneto recepção nesses insetos, ou seja, a capacidade de detectar um campo magnético para se orientar, perceber direção, altitude ou localização, como observada em aves, tartarugas, lagostas, abelhas e vários outros animais (WILTSCHKO; WILTSCHKO, 2008). No entanto, se lava-pés *Solenopsis* sp. realmente utilizam este tipo de orientação continua ainda uma hipótese a ser testada.

Em um dos únicos trabalhos que enfocam os impactos potenciais das espécies de formigas-urbanas para o Estado, Cosme (2007) analisou as bactérias associadas a formigas em um hospital da região serrana do Espírito Santo. No trabalho puderam ser identificadas oito espécies de formigas, *Brachymyrmex* sp., *Pheidole triconstricta*, *Pheidole* sp.1, *Pheidole* sp.2, *Pheidole* sp.3, *Camponotus rufipes*, *Cyphomyrmex* sp. e *Tapinoma melanocephalum* coletadas em ambientes de enfermarias, refeitório e áreas externas do hospital (Tabela 2). As análises microbiológicas constataram a presença de *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* sp. e bacilos Gram-positivos, isolados de três espécies de formigas, *Brachymyrmex* sp., *Pheidole* sp.1 e *Pheidole* sp.2, coletadas no refeitório e em uma enfermaria, confirmando o papel dessas formigas-urbanas como vetores mecânicos de organismos patogênicos. O autor relata, em geral, uma baixa infestação no local de estudo, mas chama a atenção para o fato de que, dos patógenos que puderam ser isolados das formigas analisadas, alguns são

considerados importantes infectantes humanos. Desses, várias cepas que infectam pacientes hospitalizados podem ser resistentes a antibióticos (MOREIRA et al., 2005). Diante disso, medidas preventivas e de controle de formigas-urbanas devem ser aplicadas, a fim de reduzir os riscos apresentados por esses vetores em ambiente hospitalar.

O registro da formiga-fantasma *Tapinoma melanocephalum* aparece também para a cidade de Alegre, no Sul do Estado (Tabela 2), como local de coleta do trabalho de Carvalho (2016), que demonstrou o potencial repelente de secreções pigidiais de machos e fêmeas do besouro rola-bosta rolador *Canthon smaragdulus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) sobre *T. melanocephalum*, através de estudos experimentais em laboratório. Em condições naturais, esses besouros copronecrófagos impregnam ativamente as bolas de recursos que constroem para alimentação e postura de seus ovos com as suas secreções pigidiais, que apresentam um papel na defesa contra fungos e bactérias (CORTEZ; FAVILA, 2007), moscas detritívoras (BÁLAN, 2014; BELLÉS; FAVILA, 1983) e formigas predadoras de besouros (CORTEZ et al., 2012). Considerando a crescente necessidade de buscas alternativas de controle mais seletivos de pragas urbanas, que sejam menos agressivas ao homem e ao ambiente (KIM et al., 2003) e diante das alterações de comportamento observadas nas formigas *T. melanocephalum* expostas às secreções pigidiais dos besouros rola-bosta, Carvalho (2016) sugere que estas secreções apresentam grande potencial para ser explorado comercialmente e talvez até para a síntese de repelentes que controlem essa importante formiga praga. A autora ressalta também a necessidade de estudos futuros que testem o efeito dessas secreções ao nível colonial em *T. melanocephalum*, a fim de verificar seu potencial também para o controle de colônias inteiras dessa praga.

Com relação às formigas do gênero *Linepithema*, Wild (2007), em seu trabalho que corresponde à primeira revisão ao nível de espécies para o gênero, e que corrige vários problemas taxonômicos apresentados para esse grupo de formigas até então, reconhece 19 espécies suportadas por dados morfológicos e biogeográficos. Dentre o material analisado por ele neste trabalho, alguns indivíduos procedentes de cinco cidades do Espírito Santo estavam presentes (Santa Teresa, Vila Velha, Linhares, Conceição da Barra, e Pedro Canário) e puderam ser identificados em quatro espécies distintas, *L. iniquum*, *L. micans*, *L. neotropicum* e *L. pulex*, sendo as duas últimas espécies novas para o gênero (Tabela 2). Wild (2007)

cita a ocorrência de alguns indivíduos de *L. neotropicum* em parques e jardins, mas também vários outros ambientes como culturas agrícolas, solos, embaixo de pedras, madeira morta etc. Mesmo não sendo estas espécies reconhecidas urbanas, resolvemos incluir seus registros neste capítulo, devido à escassez de dados para o estado e para o grupo em questão.

E por fim, Ferreira-Châline, R.S. através de observações pessoais realizadas no Campus da Universidade Federal do Espírito Santo e algumas residências da cidade de Alegre, e de Piúma ao Sul do estado, confirma a existência de, pelo menos, mais nove espécies urbanas, encontradas em diversos ambientes (Tabela 2). Entre elas algumas são importantes pragas urbanas, como *Camponotus vittatus* (formiga carpinteira), *Paratrechina longicornis* (formiga louca), *Pheidole* sp. e *Tapinoma melanocephalum* (formiga-fantasma) além de espécies de formigas cortadeiras, dos gênero *Atta* e *Acromyrmex*. Diante de tudo isso, e da enorme lacuna de estudos para o estado, podemos esperar que a riqueza de formigas-urbanas para o Espírito Santo seja ainda muito maior do que as mais de vinte espécies relatadas no presente capítulo.

Considerações finais

A literatura mostra uma penúria gritante de estudos sobre formigas, e formigas-urbanas em particular, para o Estado do Espírito Santo. Esses poucos estudos sugerem que o Estado enfrenta os mesmos desafios em relação a potenciais problemas de formigas-urbanas pragas. Além da região metropolitana da capital, os níveis de urbanização do Estado ainda são relativamente moderados, fazendo que espécies locais ainda permaneçam nas cidades. É bom lembrar que o Espírito Santo faz parte ou é a maior parte da distribuição de várias espécies de formigas (entre as 13) na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA 2014) e que a falta de conhecimento geral da mirmecofauna no Estado pode prejudicar ainda mais a conservação destas espécies. Em conclusão, o Espírito Santo recebeu pouco interesse da parte dos mirmecólogos até agora, por várias razões, mas ele apresenta, mesmo com seu menor tamanho em

relação a outros Estados do Brasil, diversas características, como importantes fragmentos naturais remanescentes, níveis de urbanização crescentes, atividades antrópicas (transportes) elevadas, que com certeza justificam mais estudos sobre a sua mirmecofauna.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão do financiamento de projeto MCTI/CNPq/Universal 14/2014 Processo 458736/2014-7 e da bolsa de produtividade PQ-2014 Processo 309573/2014-9.

Referências

ANSLAGRI. Associação Nossa Senhora das Lágrimas. Disponível em: www.anslagri.org.br. Acesso em: 05/02/2017.

AZEVEDO, C.O.; MOLIN A.D.; PENTEADO-DIA, A.; MACEDO, A.C.C.; RODRIGUEZ-V, B.; DIAS, B.Z.K.; CECILIA WAICHERT, C.; AQUINO, D.; SMITH, D.R.; SHIMBORI, E.M.; NOLL, F.B.; GIBSON, G.; ONODY, H.C.; CARPENTER, J.M.; LATTKE, J.E.; RAMOS, K.S.; WILLIAMS, K.; MASNER, L.; LIMSEY, L.S.; TAVARES, M.T.; OLMÍ, M.; BUFFINGTON, M.L.; OHL, M.; SHARKEY, M.; JOHNSON, N.F.; KAWADA, R.; FEITOSA, R.M.; GONÇALVES, R.B.; HEYDON, S.; GUERRA, T.M.; DA SILVA, T.S.R.; COST, V. Checklist of the genera of Hymenoptera (Insecta) from Espírito Santo state, Brazil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.), v.37, n.3, p.313-343, 2015.

BÁLAN, M.A. Função defensiva das secreções pigidiais de *Deltochilun furcatun* (Coleoptera: Scarabaeidae), um besouro rolagador da mata atlântica do Brasil. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

BELLÉS, X.; FAVILA, M.E. Protection chimique du nid chez *Canthon cyanellus* Le Conte. Bulletin de la Société Entomologique de France, v.88, n.7-8, p.602-607, 1983.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. As formigas domésticas. In: MARICONI, F.A.M. (Coord.) Insetos e outros invasores de residências. Piracicaba: FEALQ, v.6, p.135-180, 1999.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Formigas urbanas: Comportamento das espécies que invadem as cidades brasileiras. Vetores & Pragas, v.1, n.2, p.13-16, 1998.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G. Exotic ants and the fauna of Brazilian hospitals. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.) Exotic ants: biology, impact and control of introduced species. Boulder: Westview Press, p.191-198, 1994.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.; CAMPOS, M.C.G.; KATO, L.M. Divulgação técnica – As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. Biológico, v.64, p.129-133, 2002.

CARVALHO, R.L. *Canthon smaragdulus* (Scarabaeidae: Scarabaeinae) sobre a formiga *Tapinoma melanocephalum* (Formicidae: Dolichoderinae). Dissertação (Agricultura (Entomologia)) - Universidade Federal de Lavras. 2016. 54p.

CESCA, O. Maria das Lágrimas e as Formigas Bordadeiras. Editora Myrian. 2007. 96p.

CORTEZ, V.; FAVILA, M.E. Actividad antifungica del acido 4-metoxifenilacético producido en las glándulas esternas de machos del escarabajo rodador *Canthon cyanellus cyanellus* (Coleoptera Scarabaeinae). In: ESTRADA, E.G.; EQUIHUA, C.L.; ROSAS, J.L. (Eds) Entomología Mexicana, Inecol, México. p.355-359, 2007.

CORTEZ, V.; FAVILA, M.; VERDÚ, J.R.; ORTIZ, A. Behavioral and antennal electrophysiological responses of a predator ant to the pygidial gland secretions of two species of Neotropical dung roller beetles. Chemoecology, v.22, n.1, p.29-38, 2012.

COSME, J. Bactérias associadas a formigas em um hospital da região serrana do Espírito Santo. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) - Escola Superior São Francisco de Assis. Orientador: Ana Eugênia de Carvalho Campos. 2007.

DEAN, W. A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira. São Paulo: Companhia das Letras. 2004. 484p.

ESQUIVEL, D. M. S.; ACOSTA-AVALOS, D.; EL-JAICK, L.C.; CUNHA, A.D.M.; MALHEIROS, M.G.; WAJNBERG, E. Evidence for Magnetic Material in the Fire Ant *Solenopsis* sp. by Electron Paramagnetic Resonance Measurements. *Naturwissenschaften*, v.86, p.30–32, 1999.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. *Insect Science Applicatta*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.

GUÉNARD, B.; WEISER, M.D.; DUNN, R.R. Global models of ant diversity suggest regions where new discoveries are most likely are under disproportionate deforestation threat. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.109, p.7368-7373, 2012.

KIM, S.I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, v.39, n.3, p.293-303, 2003.

KIPPER, D.J.; SALDANHA, M.O.; TESSARO, L.; LANÇA, E.A.; GARCIA, P.C.R. Reações anafiláticas a picadas de formigas. *Jornal de Pediatria*, v.74, n.3, p.243-246, 1998.

LIMA, D.G. Vila Velha: seu passado e sua gente. Editora Vila Velha, ES: [s.n.]. 2002. 354p.

MADUREIRA, M.S. O papel de *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) na ciclagem de nutrientes e estrutura da comunidade de plantas em Restinga. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa. 2012. 54p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 - Anexo I. Diário Oficial da União - Seção 1, 18/12/2014. 2014.

MOREIRA, D.D.O.; MORAIS, V.; MOTTA, O.V.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; TONHASCA, J.A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, v.34, p.34–39, 2005.

PEÇANHA, M.P. Formigas como vetor de propagação bacteriana no conjunto hospitalar de Sorocaba – SP. 110p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

RAKICH, P.M.; LATIMER, K.S.; MISPAGEL, M.E.; STEFFENS, W.L. Clinical and Histological Characterization of cutaneous reactions to stings of the imported fire ant (*Solenopsis invicta*) in dogs. *Veterinary Pathology*, v.30, p.555–559, 1993.

SAINT-HILAIRE, A. Voyage dans le district des diamants et sur le littoral du Brésil. Tome Second, Paris, Librairie – Gide. 1833. 459p.

TEIXEIRA, M.C.; SCHOEREDER, J.H.; MAYHE-NUNES, A.J. Geographic distribution of *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology*, v.32, n.4, p.719-721, 2003.

TEIXEIRA, M.C.; SCHOEREDER, J.H.; LOUZADA, J.N.C. Occurrence of *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae) in the North of Espírito Santo State, Brazil. *Neotropical Entomology*, v.33, n.2, p.265-266, 2004.

VENTORIM, L. Colonização. Disponível no Site Oficial do Governo do Estado do Espírito Santo em: <https://es.gov.br/historia/colonizacao>, Acesso em: 10/12/2016.

VIEIRA, L. Serra – Formigas Bordadeiras. Disponível em: <http://www.folhavoria.com.br/entretenimento/blogs/elogoali/2013/11/serra-formigas-bordadeiras/>. Acesso em: 05/02/2017.

WILTSCHKO, W.; WILTSCHKO, R. Magnetic orientation and magneto reception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology. A, Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, v.191, p.675-93, 2008.

WILD, A.L. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). *University of California Publications in Entomology*. v.126, p.1-159, 2007.

ZANUNCIO, A.J.V.; ZANUNCIO, J.C.; MAYHE-NUNES, A.; ZANETTI, R.; POLANCZYK, R.A.; SERRÃO, J.E.. Occurrence of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) in the South of Espírito Santo State, Brazil: recently introduced or endangered species? *Sociobiology*, v.56, p.559-564, 2010.

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL

WILLIAM FERNANDO ANTONIALLI-JUNIOR
LUAN DIAS LIMA
MÁRLON CÉSAR PEREIRA

Resumo

O Brasil possui a maior diversidade de formigas das Américas e sua Região Centro-Oeste enfrenta grande expansão agrícola e urbanização que afetam a comunidade destes insetos. A Região Centro-Oeste é uma ampla região e as formigas que ali ocorrem são pouco estudadas, ainda que possa ser encontrado na literatura alguns estudos sobre aspectos da biologia de algumas espécies. Contudo, são, de fato, raros os estudos sobre formigas que ocorrem nesta região, uma vez que existem poucos grupos consolidados o que explica, em parte, a sua raridade. Todavia, os resultados destes poucos estudos demonstram que há uma riqueza de espécies relativamente alta em suas áreas urbanas, talvez porque a intensa atividade agropecuária acaba diminuindo os ambientes naturais e forçando espécies oportunistas a buscarem recursos em ambiente antropizado. Formigas que ocorrem em ambientes hospitalares descritos em estudos realizados em outras regiões também ocorrem em hospitais de municípios no Centro-Oeste, sobretudo, aquelas consideradas exóticas, mas também foram encontradas espécies exclusivas dessa região. Como em estudos de outras regiões, alguns investigaram o papel de formigas como vetores de patógenos em hospitais descrevendo a ocorrência de formigas transportando bactérias e fungos

em áreas consideradas de alto risco nestes ambientes. Nenhum trabalho, porém, foi desenvolvido investigando o impacto financeiro e ambiental da ocorrência destes insetos em áreas urbanas de qualquer município. Portanto, é necessário que se invista em mais estudos nesta região para que se fomente técnicas de manejo e conservação.

Formigas do Centro-Oeste

O Brasil detém a maior diversidade de formigas das Américas e uma das maiores do mundo com mais da metade das espécies descritas para a Região Neotropical (BACCARO et al., 2015). A Região Centro-Oeste do país abrange uma área de 1.612.077,2 km² e nela ocorrem quatro Biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Esta região sofre com a constante expansão agrícola, que tem, por consequência, o acelerado e constante desmatamento (IBGE, 2004; SILVA et al., 2011) e em outras áreas, o aumento progressivo da urbanização. Este quadro obriga os animais que ali ocorrem a se adequarem a esta situação, por vezes tendo que obter recursos nas crescentes áreas urbanas. De fato, várias espécies de formigas se adaptaram ao ambiente urbano (BACCARO et al., 2015), no entanto, as formigas que ocorrem neste tipo de ambiente na Região Centro-Oeste são muito pouco estudadas.

Uma explicação sensata para este fato é que existe um número relativamente reduzido de grupos de pesquisadores consolidados nessa região, quando comparada a outras, como São Paulo ou Minas Gerais, por exemplo (para uma lista completa de mirmecólogos do Brasil, acessar o *site* do Formigas do Brasil em www.formigasdobrasil.com). No entanto, apesar de uma revisão recente apontar que apenas 10% de todos os estudos realizados em ambiente hospitalar foi desenvolvido nesta região, todos apontam que comparativamente a riqueza de espécies encontrada é relativamente alta (CASTRO et al., 2015).

À parte ao fato de haver poucos estudos com formigas sendo desenvolvidos nesta região, é possível encontrar um número considerável de artigos sobre a biologia e história natural de algumas espécies na literatura. Os primeiros trabalhos

desenvolvidos datam do início dos anos 2000, sobre o comportamento de interação interespecífica em iscas atrativas desenvolvido por Brandão et al. (2000) em uma área de Cerrado próxima a Brasília, DF. Nesta mesma linha também foi desenvolvido o estudo de Santos-Junior et al. (2014) em Dourados, MS.

Outros aspectos da expressão do comportamento, como a arquitetura dos ninhos, estudo dos estágios de desenvolvimento e variação de feromônios cuticulares também foram realizados com espécies de formigas que ocorrem nesta região do país (*i.e.* VIEIRA; ANTONIALLI-JUNIOR, 2006; ANTONIALLI-JUNIOR et al., 2007, 2008; PIMENTA et al., 2007; VIEIRA et al., 2007, 2009, 2010b, 2012; LIMA; ANTONIALLI-JUNIOR, 2013; BERNARDI et al., 2014). Assim como trabalhos de interação entre formigas e plantas (*i.e.* RIBAS et al., 2003; CAMPOS et al., 2008; VIEIRA et al., 2010a; IZZO; PETINI-BENELLI, 2011), além de interações entre formigas e cupins (*i.e.* PRESTES; CUNHA, 2012; GALLEGO-ROPERO et al., 2013).

Estudos de inventariamentos, importantes para se conhecer a riqueza de espécies e definir estratégias de manejo e conservação foram desenvolvidos no Estado de Goiás (*i.e.* SILVA et al., 2004), no Estado de Mato Grosso (*i.e.* MARQUES et al., 2001; SANTOS et al., 2003; BATTIROLA et al., 2005; BILCE et al., 2011; MONTEIRO et al., 2011; CORASSA et al., 2015; ROCHA et al., 2015; VICENTE et al., 2016) e no Estado de Mato Grosso do Sul (*i.e.* CORRÊA et al., 2006; SANT'ANA et al., 2008; LANGE et al., 2008a, b; FERNANDES et al., 2010; SOARES et al., 2010; SILVESTRE et al., 2012; DEMÉTRIO et al., 2012; DEMÉTRIO; SILVESTRE, 2013; PEREIRA et al., 2013; SOARES et al., 2013; CREPALDI et al., 2014; SILVESTRE et al., 2014; CUISSI et al., 2015).

Mais recentemente estudos sobre o uso de comunidades de formigas que exploram carcaças foram realizados por Paula et al. (2016), como outra alternativa para obter dados para a perícia forense. No entanto, de forma geral, essas pesquisas ainda são incipientes e a mirmecofauna de toda região Centro-Oeste ainda é pouquíssimo conhecida, sobretudo aquelas oportunistas que interagem com o homem em áreas urbanas.

A presente revisão foi realizada a partir de busca por documentos publicados em ferramentas de busca de dados específicas (*i.e.* Google Scholar, Scielo e Web of Science). As palavras-chaves utilizadas para as buscas foram: “formiga

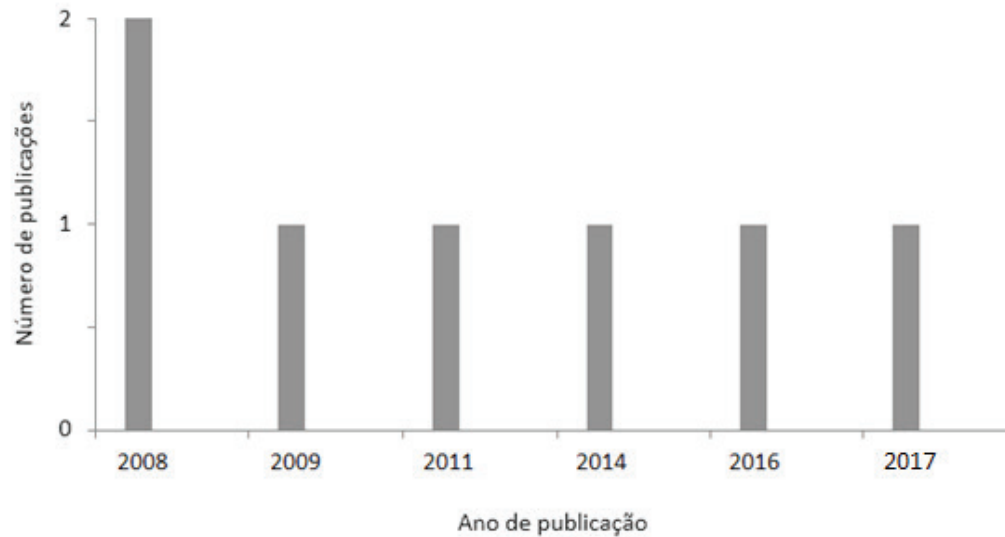
urbana”, “formiga Centro-Oeste”, “formiga Distrito Federal/DF”, “formiga Goiás/GO”, “formiga Mato Grosso/MT”, “formiga Mato Grosso do Sul/MS”, “mirmecofauna”, “formiga residência” e “formiga casa”. Novas pesquisas foram feitas utilizando a equivalência das palavras usadas em inglês. As referências dos trabalhos encontrados também foram usadas para busca de artigos relacionados ao tema de formigas-urbanas no Brasil e Centro-Oeste brasileiro.

Formigas-urbanas do Centro-Oeste

No Brasil, o crescimento desenfreado da população somado à falta de controle ambiental urbano transformou as pragas urbanas em um problema sério em grandes cidades (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005). Algumas espécies de formigas são pragas mundiais e domésticas podendo construir formigueiros embaixo de detritos, encanamentos abandonados, pedúnculos de plantas mortos, ou até mesmo em roupas sujas, sendo que em hospitais elas frequentemente contaminam roupas, comidas e mesmo feridas de pacientes (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Os poucos estudos de formigas-urbanas na Região Centro-Oeste (Figura 1), abordam em sua maioria (*i.e.* FERREIRA et al., 2008; PESQUERO et al., 2008; SANTOS et al., 2009b; SANTOS et al., 2011; SILVA et al., 2016) a ocorrência de formigas e suas consequências em ambiente hospitalar e apenas um (*i.e.* SILVA et al., 2014) em residências e outro (*i.e.* BERTO-JÚNIOR, 2017) sobre comunidades de formigas arborícolas urbanas. Nestes estudos, os autores registraram a mirmecofauna, locais de ocorrência, nível de infestação, comportamento e também investigaram os patógenos que as formigas podem transportar entre os diferentes setores dos hospitais e residências. Destes estudos, cinco foram publicados em revistas nacionais, um em uma internacional e o último, trata-se de uma tese recém defendida.

Figura 1 – Número de publicações, por ano, sobre formigas em ambientes urbanos na Região Centro-Oeste do Brasil.



No total, considerando todos estes estudos, 40 espécies de formigas foram registradas, das quais 14 (*Anochetus targionii* Emery, 1894, *Brachymyrmex patagonicus* Mayr, 1868, *Camponotus landolti* Forel, 1879, *Cephalotes borgmeieri* (Kempf, 1951), *Cephalotes palustris* De Andrade e Baroni Urbani, 1999, *Crematogaster steinheili argentina* Forel, 1915, *Crematogaster thalia* Forel, 1911, *Dorymyrmex flavus* McCook, 1879, *Dorymyrmex spurius* Santschi, 1929, *Pseudomyrmex acanthobius virgo* (Santschi, 1922), *Pseudomyrmex curacaensis* Forel, 1912, *Pseudomyrmex rochai* Forel, 1912, *Pseudomyrmex tenuissimus* Emery, 1906 e *Solenopsis basalis* Forel, 1895) foram encontradas exclusivamente em áreas urbanas na Região Centro-Oeste (Para uma lista completa de espécies encontradas em hospitais da Região Centro-Oeste comparada a outras regiões, desconsiderando morfotipos e espécies com “cf.” ver Tabela 1).

O primeiro estudo que inventariou formigas hospitalares da Região Centro-Oeste foi o de Pesquero et al. (2008) os quais avaliaram a assembleia de formigas em um hospital do município de Morrinhos, GO. Os autores encontraram nove espécies, todas infectadas por bactérias do gênero *Aeromonas*, que são importantes agentes de gastroenterites transmitidas aos seres humanos (ABDULLAH et al., 2003; CLARK; CHENOWETH, 2003; GUERRA et al., 2007), do gênero *Enterococcus*, que podem causar doenças, como infecções urinárias e endocardite (KAYAOGLU; ØRSTAVIK, 2004), do gênero *Escherichia*, que têm sido ligadas a processos de infecção, meningite e infecções gastro-intestinais (NATARO; KAPER, 1998), do gênero *Klebsiella*, que causam pneumonia bacterial, além de outras infecções (CARPENTER, 1990), do gênero *Salmonella*, causadoras de salmonelose ou gastroenterite (TORTORA et al., 2005) e do gênero *Staphylococcus*, que causam um amplo espectro de doenças sistêmicas, incluindo infecções de pele, tecidos moles, ossos, trato urinário além de intoxicações alimentares (MURRAY et al., 2014).

Ferreira et al. (2008) avaliaram as comunidades de formigas em dois hospitais do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul e encontraram 13 espécies transitando entre vários setores, algumas nidificando dentro dele e com nível de infestação relativamente maior do que encontrados em estudos realizados em hospitais de municípios de outras regiões do país. Foram encontradas espécies comuns, já descritas em outros trabalhos, dentre elas, algumas exóticas e oportunistas como *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) encontrada em vários inventários realizados em hospitais.

Santos et al. (2009b) inventariaram a mirmecofauna de dois hospitais de Ivinhema, MS, e encontraram 15 espécies forrageando e/ou nidificando em vários setores nestes ambientes, muitas delas também comuns a outros inventários de outras regiões do Brasil.

Santos et al. (2011) desenvolveram um estudo em hospitais dos municípios de Batayporã e Ivinhema, Mato Grosso do Sul e neles, além de avaliarem as assembleias de formigas, também investigaram os fungos associados à elas, como já realizado por outros estudos como de Pereira e Ueno (2008) em um hospital de Taubaté, SP; Pantoja et al. (2009) em um hospital de Fortaleza, CE; Teixeira et al. (2009) em um hospital de Uberaba, MG e Aquino et al. (2013) em um hospital de Itabuna, BA. Várias espécies destes fungos são sempre encontradas nos diferentes hospitais. No entanto, sete espécies

(*Aspergillus clavatus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus sclerotiorum*, *Aspergillus verde*, *Isaria* sp., *Penicillium solitum* e *Sporothrix* sp.) foram encontradas associadas às formigas somente em hospitais na Região Centro-Oeste.

O estudo mais recente desenvolvido em ambiente hospitalar é o de Silva et al. (2016) no município de Ipameri, GO. Nele os autores avaliaram os microrganismos associados às formigas em diferentes setores de vários postos de saúde. Foram encontradas bactérias Gram positivas e Gram negativas usando as formigas como vetores e os autores discutiram que algumas características morfológicas das formigas podem propiciar a função de vetor, como a presença de pelos por todo o corpo, além de ornamentos no exoesqueleto que facilitam adesão e sobrevivência das bactérias (FONTANA et al., 2010).

A maioria das espécies de bactérias patogênicas encontrada nestes estudos também foram registradas associadas à formigas em hospitais de outras regiões do Brasil (e.g. FOWLER et al., 1993; SILVA et al., 2005; COSTA et al., 2006; LISE et al., 2006; TANAKA et al., 2007; RANDO et al., 2009; SANTOS et al., 2009a; FONTANA et al., 2010; SILVA et al., 2012; PEREIRA; UENO, 2013; VIEIRA et al., 2013; MÁXIMO et al., 2014; MENEZES et al., 2015). Contudo, as bactérias *Aeromonas* sp., *Vibrio* sp. e *Vibrio cholerae* foram encontradas exclusivamente em formigas de hospitais em municípios da Região Centro-Oeste.

No único estudo realizado investigando formigas que ocorrem em ambiente residencial na Região Centro-Oeste foi realizado no município de Morrinhos, GO, por Silva et al. (2014) usando iscas atrativas. Também neste caso os autores avaliaram que todas as formigas agiam com vetores de bactérias, em alguns casos sendo vetores de várias espécies. Por fim, o estudo mais recente também é o único que avaliou fatores e processos que estruturam comunidades de formigas que forrageiam e nidificam em árvores de passeios públicos da cidade de Dourados, MS (BERTO-JÚNIOR, 2017). Os resultados mostram que o tipo de habitat e a composição de plantas não explicam a estrutura da comunidade de formigas arborícolas e sim fatores estocásticos impostos pela ação humana, como a poda das árvores feita sem planejamento.

Em geral, no Brasil, poucos trabalhos sobre a mirmecofauna em ambientes urbanos avaliaram o efeito da própria urbanização sobre a comunidade de formigas, e a maioria deles trata somente de levantamentos mirmeco faunísticos, principalmente em residências e hospitais (MELO; DELABIE, 2015). Apesar da Região Centro-Oeste compreender parte

irrisória do total de estudos realizados em hospitais e outras áreas urbanas do Brasil, esta região merece mais atenção devido ao seu potencial, uma vez que de acordo com Castro et al. (2015) que revisaram a literatura sobre formigas em ambientes hospitalares dos últimos 20 anos, por exemplo, o Estado de Mato Grosso do Sul apresenta o maior número de espécies documentados nestes ambientes quando comparado com outros estados.

Considerações finais

Na Região Centro-Oeste foram desenvolvidos pouquíssimos estudos sobre formigas-urbanas. Em parte pela ausência de grupos de pesquisas consolidados, investigando estes insetos, quer seja em ambiente natural ou em antropizado. Ainda assim, há o indicativo de que a riqueza de espécies de formigas em ambiente urbano nesta região é significativa, comparado a outras. A atividade agropecuária desenvolvida na maioria dos estados desta região leva a diminuição dos ambientes naturais fazendo com que formigas cada vez mais procurem recursos em ambientes transformados pela atividade humana. Portanto, deve haver uma mirmecofauna significativa em ambientes urbanos que necessita ser investigada, tanto do ponto de vista acadêmico, quanto pelos problemas sérios de saúde e prejuízos financeiros que podem causar nestes ambientes. Assim, é necessário que se invista em mais estudos nesta região, não só para se conhecer a riqueza de espécies, mas também para que se fomentem técnicas de seu manejo e conservação.

Referências

ABDULLAH, A.; HART, C.A.; WINSTANLEY, C. Molecular characterization and distribution of virulence-associated genes amongst *Aeromonas* isolates from Libya. *Journal of Applied Microbiology*, v.95, n.5, p.1001-1007, 2003.

ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; LIMA, S.M.; ANDRADE, L.H.; SÚAREZ, Y.R. Comparative study of the cuticular hydrocarbon in queens, workers and males of *Ectatomma vizottoi* (Hymenoptera, Formicidae) by Fourier transform-infrared photo acoustic spectroscopy. *Genetics and Molecular Research*, v.6, n.3, p.492-499, 2007.

ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; SÚAREZ, Y.R.; IZIDA, T.; ANDRADE, L.H.; LIMA, S. M. Intra- and interspecific variation of cuticular hydrocarbon composition in two *Ectatomma* species (Hymenoptera: Formicidae) based on Fourier transform infrared photo acoustic spectroscopy. *Genetics and Molecular Research*, v.7, n.2, p.559-566, 2008.

AQUINO, R.S.S.; SILVEIRA, S.S.; PESSOA, W.F.B.; RODRIGUES, A.; ANDRIOLI, J. L.; DELABIE, J.H.C.; FONTANA, R. Filamentous fungi vectored by ants (Hymenoptera: Formicidae) in a public hospital in north-eastern Brazil. *Journal of Hospital Infection*, v.83, n.3, p.200-204, 2013.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.H.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Ed. INPA. 2015. 388p.

BARROS, R.A.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.; PREZOTO, F. Ocorrência, comportamento e vetoração de fungos por formigas no Hospital da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zootecias*, v.8, n.2, p.217, 2006.

BATTIROLA, L.D. MARQUES, M.I.; ADIS, J.; DELABIE, J.H.C. Composição da comunidade de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) em copas de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.49, n.1, p.107-117, 2005.

BERNARDI, R.C.; FIRMINO, E.L.; PEREIRA, M.C.; ANDRADE, L.H.; CARDOSO, C.A.; SÚAREZ, Y.R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; LIMA, S.M. Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy as a potential tool in assessing the role of diet in cuticular chemical composition of *Ectatomma brunneum*. *Genetics and Molecular Research*, v.13, n.4, p.10035-10048, 2014.

BERTO-JÚNIOR, V. Fatores e processos estruturadores das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de árvores urbanas: uma perspectiva de meta comunidades. Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2017. 54p. Tese de Doutorado.

BICHO, C.L.; BRANÇÃO, 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.

BILCE, J.M. ; SILVA, S.A.A.; GALDENCIO, R.R.L.; ROMERA, A.F. ; BRITES, A.; MARTINS, E. Contribuição ao conhecimento da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em bordas de fragmentos florestais do norte de Mato Grosso, Brasil. Revista de Ciências Agro-Ambientais, v.9, n.2, p.191-209, 2011.

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

BRANDÃO, C.R.F.; SILVESTRE, R.; REIS-MENEZES, A. Influência das interações comportamentais entre espécies de formigas em levantamentos faunísticos em comunidades de cerrado. In: MARTINS, R.P.; LEWINSOHN, T.M.; BARBEITOS, M.S. (Org.). Ecologia e comportamento de Insetos - Série Oecologia Brasiliensis, v.8. Rio de Janeiro: PPPGE-UFRJ, p.371-404, 2000.

CALDART, V.M.; IOP, S.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Diversidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) do perímetro urbano do município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoociências, v.14, n.1-3, p.81-94, 2012.

CAMPOS, R.I. ; LOPES, C.T. ; MAGALHÃES, W.C.S. ; VASCONCELOS, H. Estratificação vertical de formigas em Cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. Iheringia Série Zoologia, v.98, n.3, p.311-316, 2008.

CARPENTER, J.L. *Klebsiella* pulmonary infections: occurrence at one medical center and review. Reviews of Infectious Diseases, v.12, n.4, p.672-682, 1990.

CASTRO, M.M.; PREZOTO, H.H.S.; FERNANDES, E.F.; BUENO, O.C.; PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, v.59, n.1, p.77-83, 2015.

CINTRA, P.; BUENO, F.C.; MONTELLI, A.C.; SADATSUNE, T.; BUENO, O.C. Monitoramento multipontual e controle da infestação de formigas no Hospital das Clínicas da FMB-UNESP. Infectologia, v.168, p.28-34, 2004.

- CINTRA-SOCOLOWSKI, P.; MALASPINA, O.; CAVALCANTE, R.S.; MONDELLI, A.L.; BUENO, O.C. Integrated pest management programme in hospital environment. *Indoor and Built Environment*, v.24, n.3, p.414-421, 2015.
- CLARK, N.M.; CHENOWETH, C.E. *Aeromonas* infection of the hepatobiliary system: report of 15 cases and review of the literature. *Clinical Infectious Diseases*, v.37, n.4, p.506-513, 2003.
- CORASSA, J.N.; FAIXO, J.G.; NETO, V.R.A.; SANTOS, I.B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. *Comunicata Scientiae*, v.6, n.2, p.154-163, 2015.
- CORIOLANO, R.E.; ESTRADA, M.A.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v.12, n.4, 2014.
- CORRÊA, M.M.; FERNANDES, W.D.; LEAL, I.R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology*, v.35, n.6, p.724-730, 2006.
- COSTA, S.B.; PELLI, A.; CARVALHO, G.P.; OLIVEIRA, A.G.; SILVA, P.R.; TEIXEIRA, M.M.; MARTINS, E.; TERRA, A.P.S.; RESENDE, E.M.; OLIVEIRA, C.C. H.B.; MORAIS, C.A. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.39, n.6, p.527-529, 2006.
- CREPALDI, R.A.; PORTILHO, I.I.R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F.M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura pecuária. *Ciência Rural*, v.44, n.5, p.781-787, 2014.
- CUISSI, R.G. ; LASMAR, C.J.; MORETTI, T.S. ; SCHMIDT, F.A. ; FERNANDES, W.D. ; FALLEIROS, A.B.; SCHOEREDER, J.H.; RIBAS, C.R. Ant community in natural fragments of the Brazilian wetland: species–area relation and isolation. *Journal of Insect Conservation*, v.19, n.3, p.531-537, 2015.
- DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F.; NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de floresta atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Bioscience Journal*, v.27, n.3, p.494-504, 2011.
- DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, n.2, p.264-270, 1995.

DEMÉTRIO, M.F.; SILVESTRE, R. Local and regional richness and rarity of leaf-litter ants: An overview from spacial scale in Neotropical region. *Open Journal of Animal Sciences*, v.3, n.2, p.10-15, 2013.

DEMÉTRIO, M.F.; SILVESTRE, R.; AOKI, C. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenheiro Eliezer Batista. In: RABELO, A.P.C.; MOREIRA, V.F.; BETESSONI, A.; AOKI, C. (Org.). *Descobrimos o Paraíso: Aspectos Biológicos da RPPN Eng. Eliezer Batista, Pantanal Sul*, 1ed. Rio de Janeiro: Instituto Homem Pantaneiro, p.182-203, 2012.

ESTRADA, M.A.; CORIOLANO, R.E.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Influência de áreas verdes urbanas sobre a mirmecofauna. *Floresta e Ambiente*, v.21, n.2, p.162-169, 2014.

FARNEDA, F.Z.; LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, v.1, n.2, p.53-66, 2007.

FERNANDES, W.D.; LANGE, D.; SOARES, S.A. Communities of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented environments. *Sociobiology*, v.55, n.1, p.255-271, 2010.

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, n.3, p.783-794, 2008.

FONTANA, R.; WETLER, R.M.C.; AQUINO, R.S.S.; ANDRIOLI, J.L.; QUEIROZ, G.R.G.; FERREIRA, S.L.; NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H.C. Disseminação de bactérias patogênicas por formigas (Hymenoptera: Formicidae) em dois hospitais do Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, v.39, n.4, p.1-8, 2010.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A.C. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. *International Journal of Tropical Insect Science*, v.14, n.3, p.367-370, 1993.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C. Congruent spatial and temporal foraging by a dominant ant (Hym., Formicidae) and its replacement in an assemblage in a large urban structure in southeastern Brazil. *Journal of Applied Entomology*, v.120, n.1-5, p.29-32, 1996.

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, 1995.

GALLEGO-ROPERO, M.C.; FEITOSA, R.M.; PUJOL-LUZ, J.R. Formigas (Hymenoptera, Formicidae) Associadas a ninhos de *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera, Termitidae) no Cerrado do Planalto Central do Brasil. *EntomoBrasilis*, v.6, n.1, p.97-101, 2013.

GARCIA, F.R.M.; AHLERT, C.C.; FREITAS, B.R.; TRAUTMANN, M.M.; TANCREDO, S.P.; LUTINSKI, J.A. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Scientiarum Health Sciences*, v.33, n.2, p.203-209, 2011.

GAZETA, G.S.; FREIRE, M.L.; EZEQUIEL, O.S.; NUNES, A.J.M.; FERREIRA, S.V.; NORBERG, A.N. Artrópodes capturados em ambiente hospitalar do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Patologia Tropical*, v.36, n.3, p.254-264, 2007.

GONÇALVES, M.G.; LOECK, A.E.; SILVA, E.J.E.; SILVA, W.P.; ROSADO, J.L.O.; BASTOS, C.P.; BASSANI, M.T. Associação entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e bactérias patogênicas em cinco hospitais do município de Pelotas, RS. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.78, n.2, p.287-295, 2011.

GUERRA, I.M.F.; FADANELL, R.; FIGUEIRÓ, M.; SCHREINER, F.; DELAMARE, A. P.L.; WOLLHEIM, C.; COSTA, S.O.P.; ECHEVERRIGARAY, S. *Aeromonas* associated diarrhoeal disease in South Brazil: prevalence, virulence factors and antimicrobial resistance. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.38, n.4, p.638-643, 2007.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. *The Ants*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 1990. 732p.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 03 out.2016.

ILHA, C.; LUTINSKI, J.A.; PEREIRA, D.V.M.; GARCIAL, F.R.M. Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Bacia da Sanga Caramuru, município de Chapecó-SC. *Biotemas*, v.22, n.4, p.95-105, 2009.

IOP, S.; CALDART, V. M.; LUTINSKI, J.A.; GARCIAL, F.R.M. Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v.22, n.2, p.55-64, 2009.

IZZO, T.J.; PETINI-BENELLI, A. Relação entre diferentes espécies de formigas e a mirmecófita *Cordia nodosa* Lamarck (Boraginaceae) em áreas de mata ripária na Amazônia mato-grossense. *Acta Amazonica*, v.41, n.3, p.355-60, 2011.

KAMURA, C.M.; MORINI, M.S.; FIGUEIREDO, C.J.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology*, v.67, n.4, p.635-641, 2007.

KAYAOGLU, G.; ØRSTAVIK, D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, v.15, n.5, p.308-320, 2004.

LANGE, D.; FERNANDES, W.D.; RAIZER, J.; SILVESTRE, R. Activity of hypogeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in flooded and non-flooded forest patches in the Brazilian Pantanal. *Sociobiology*, v.51, n.3, p.661-672, 2008a.

LANGE, D.; FERNANDES, W.D.; RAIZER, J.; FACCENDA, O. Predacious activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in conventional and in no-till agriculture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.51, n.6, p.1199-1207, 2008b.

LIMA, L.D.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Foraging strategies of the ant *Ectatomma vizottoi* (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.57, n.4, p.392-396, 2013.

LIMA, W.R.S.; MARQUES, S.G.; RODRIGUES, F.S.; REBÊLO, J.M.M. Ants in a hospital environment and their potential as mechanical bacterial vectors. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.46, n.5, p.637-640, 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.

LOPES, A.S. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae), em área urbana e em área rural da cidade de Sorocaba/ SP. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.2, n.3, p.32-46, 2009.

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.

MARQUES, A.P.C.; ALE-ROCHA, R.; RAFAEL, J.A. Levantamento de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em residências de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v.32, n.1, p.133-139, 2002.

MARQUES, M.I. ; ADIS, J.; CUNHAS, C.N.; SANTOS, G.B. Arthropod biodiversity in the canopy of *Vochysia divergens* (Vochysiaceae), a forest dominant in the Brazilian Pantanal. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.36, n.3, p.205-210, 2001.

- MÁXIMO, H.J.; FELIZATTI, H.L.; CECCATO, M.; CINTRA-SOCOLOWSKI, P.; BERETTA, A.L.R.Z. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo county, Brazil. BMC Research Notes, v.7, n.1, p.1-5, 2014.
- MELO, T.S.; DELABIE, J.H.C. Ecologia de poneromorfos em ambientes urbanos. In: DELABIE, J.H.C. et al. (Org.). As formigas Poneromorfos do Brasil. Ilhéus: Editus, 2015. p.313-326.
- MENEZES, J.S.; LIMA, L.S.; MOREIRA, B.S.; CHAVASCO, J.K.; LOIOLA, C.F. Análise microbiológica de formigas capturadas em ambiente hospitalar da cidade de Alfenas/MG. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v.13, n.1, p.589-598, 2015.
- MONTEIRO, D.S.; LIMA, L.S.; MOREIRA, B.S.; CHAVASCO, J.K.; LOIOLA, C.F. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de floresta ombrófila densa e reflorestamento de Teca (*Tectona grandis* L. F. - Verbenaceae) na Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu, MT. In: RODRIGUES, D.J.; IZZO, T.J.; BATTIROLA, L.D. (Org.) Descobrindo a Amazônia Meridional: Biodiversidade da Fazenda São Nicolau, 1ed. Cuiabá: Editora Pau e Prosa Comunicação Ltda., p.287-301, 2011.
- MOREIRA, D.O.; MORAIS, V.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; TONHASCA JR., A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. Neotropical Entomology, v.34, n.6, p.999-1006, 2005.
- MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. Iheringia, Série Zoologia, v.7, n.3, p.246-252, 2007.
- MURRAY, P.R.; ROSENTHAL, K.S.; PFALLER, M.A. Microbiologia Médica, 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. 33p.
- NATARO, J.P.; KAPER, J.B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clinical Microbiology Reviews, v.11, n.1, p.142-201, 1998.
- 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.; MOREIRA FILHO, R.E.; BRITO, E.H.; ARAGÃO, T.B.; BRILHANTE, R.S.; CORDEIRO, R.A.; ROCHA, M.F.; MONTEIRO, A.J.; QUINET, Y.P.; SIDRIM, J.J. 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.

PAULA, M.C.; MORISHITA, G.M.; CAVARSON, C.H.; GONÇALVES, C.R.; TAVARES, P.R.; MENDONÇA, A.; SÚAREZ, Y.R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Action of ants on vertebrate carcasses and blow flies (Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, v.53, p.tjw19, 2016.

PELLI, A.; TEIXEIRA, M.M.; REIS, M.G. Ocorrência de formigas em uma área urbana peri-hospitalar de Uberaba/Brasil. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, v.8, n.1, p.107-113, 2013.

PEREIRA, M.C.; DELABIE, J.H.C.; SÚAREZ, Y.R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Spatial connectivity of aquatic macrophytes and flood cycle influence species richness of an ant community of a Brazilian floodplain. *Sociobiology*, v.60, n.1, p.41-49, 2013.

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

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

PESQUERO, M.A.; FILHO, J.E.; CARNEIRO, L.C.; FEITOSA, S.B.; OLIVEIRA, M.A.C.; QUINTANA, R.C. Formigas em ambiente hospitalar e seu potencial como transmissoras de bactérias. *Neotropical Entomology*, v.37, n.4, p.472-477, 2008.

PIMENTA, L.B.; ARAUJO, M.S.; LIMA, R.; SILVA, J.M.S.; NAVES, V.G.O. Dinâmica de forrageamento e caracterização de colônias de *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890) (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de cerrado goiano. *Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal*, v.5, n.9, p.1-12, 2007.

PRESTES, A.C.; CUNHA, H.F. Interações entre cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera) co-habitantes em cupinzeiros epígeos. *Revista de Biotecnologia e Ciência*, v.1, n.1, p.50-60, 2012.

RANDO, J.S.S.; MATSUMOTO, L.S.; SILVA, G.V.; QUIRINO, A.F.A.; HADDAD, R.E. Caracterização da mirmecofauna em estabelecimentos ligados à área da saúde no município de Bandeirantes, PR. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.76, n.4, p.665-671, 2009.

RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H.; PIC, M.; SOARES, S.M. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology*, v.28, n.3, p.305-314, 2003.

- ROCHA, O.W.; DORVAL, A.; FILHO, O.P.; VAEZ, C.A.; RIBEIRO, E.S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. *Floresta e Ambiente*, v.22, n.1, p.88-98, 2015.
- RODOVALHO, C.M.; SANTOS, A.L.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M.; BRANDEBURGO, M.A. Urban ants and transportation of nosocomial bacteria. *Neotropical Entomology*, v.36, n.3, p.454-458, 2007.
- SANT'ANA, M.V.; TRINDADE, R.B.R.; LOPES, C.C.S.; FACCENDA, O.; FERNANDES, W.D. Atividade de forrageamento de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de mata e campo de gramíneas no Pantanal sul-mato-grossense. *EntomoBrasilis*, v.1, n.2, p.29-32, 2008.
- SANTOS, G.B.; MARQUES, M.I.; ADIS, J.; MUSIS, C.R. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.47, n.2, p.211-224, 2003.
- 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, n.1, 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.5, p.565-569, 2009a.
- SANTOS, V.S.; SANTOS-JUNIOR, L.C.D.; SOARES, S.A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. 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.
- SANTOS, V.S. ; SOARES, S.A. ; DELABIE, J.H.C. ; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. 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-JUNIOR, L.C., SARAIVA, J.M.; SILVESTRE, R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Evaluation of insects that exploit temporary protein resources emphasizing the action of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a Neotropical semi-deciduous forest. *Sociobiology*, v.61, n.1, p.43-51, 2014.
- SILVA, D.A.; PEREIRA, F.T.; ARAÚJO, M.S.; JESUS, F.G.; CARVALHO, D.D.C. Formigas urbanas como veiculadoras de microrganismos em postos de saúde–ESF em Ipameri, Goiás. *Revista Biociências*, v.22, n.1, p.78-83, 2016.

SILVA, E.J.E.; LOECK, A.E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, n.3, p.220-224, 1999.

SILVA, G.M.; CARMO, M.S.; MORAES, L.S.; MORAES, F.C.; BARNABÉ, A.S.; FIGUEIREDO, P.M.S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis-Maranhão. *Revista de Patologia Tropical*, v.41, n.3, p.348-355, 2012.

SILVA, L.T.; PICHARA, N.L.; PEREIRA, M.A.; FIORINI, J.E. Formigas como veículo de patógenos no Hospital Universitário Alzira Velano, em Alfenas-MG. *Revista Médica de Minas Gerais*, v.15, n.1, p.13-16, 2005.

SILVA, N.C. ; PICHARA, N.S. ; PEREIRA, M.A.; FIORINI, J.E. Assessment of ants as bacterial vector in houses. *African Journal of Microbiology Research*, v.8, n.13, p.1413-1418, 2014.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVESTRE, R. Similarity between Cerrado localities in central and southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.39, n.3, p.191-199, 2004.

SILVA, T.F.; SOLIS, D.R.; MORETTI, T.C.; HABIB, M.E.E.D.M. House-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of southeastern Brazil. *Sociobiology*, v.54, n.1, p.153-159, 2009.

SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; SOUZA, M.G.M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. *Iheringia Série Botânica*, v.66, n.1, p.61-86, 2011.

SILVESTRE, R.; DEMETRIO, M.F.; TRAD, B.M.; LIMA, F.V.O.; AUKO, T.H.; SOUZA, P.R. Diversity and distribution of Hymenoptera Aculeata in midwestern Brazilian dry forests. In: GREER, F.E. (Org.) *Dry forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management*. New York: NOVA, p.29-79, 2014.

SILVESTRE, R.; DEMÉTRIO, M.F.; DELABIE, J.H.C. Community structure of leaf-litter ants in a Neotropical dry forest: a biogeographic approach to explain beta diversity. *Psyche*, v.2012, n.1, p.1-15, 2012.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, n.3, p.324-328, 2006.

SOARES, S.A.; SÚAREZ, Y.R.; FERNANDES, W.D.; TENÓRIO, P.M.S.; DELABIE, J.H.C.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Temporal variation in the composition of ant assemblages (Hymenoptera, Formicidae) on trees in the Pantanal floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.57, n.1, p.84-90, 2013.

SOARES, S.A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; LIMA-JUNIOR, S.E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.54, n.1, p.76-81, 2010.

SOUZA-CAMPANA, D.R.; SILVA, O.G.M.; MENINO, L.; MORINI, M.S.C. Epigaeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in Atlantic Forest biome. *Check List*, v.12, n.5, p.1-15, 2016.

SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C.; FEITOSA, R.M.; SILVA, R.R. Formigas do Alto Tietê. Bauru, SP: Canal 6. 2015. 456p.

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

TEIXEIRA, M.M.; PELLI, A.; SANTOS, V.M.; REIS, M.G. Microbiota associated with tramp ants in a Brazilian University Hospital. *Neotropical Entomology*, v.38, n.4, p.537-541, 2009.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. *Microbiologia*, 8 ed. Porto Alegre: Artmed.2005. 894p.

VICENTE, R.E.; PRADO, L.P.; IZZO, T.J. Fauna de formigas (Insecta, Hymenoptera, Formicidae). In: RODRIGUES, D.J. et al. (Org.). *Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino*, 1ed. Sinop: Áttema Editorial, 2016, p.125-140.

VIEIRA, A.S.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; FERNANDES, W.D.; TOFOLO, V.C. GIANNOTTI, E. Description of the immature and adult stages of *Ectatomma vizottoi* (Formicidae: Ectatomminae). *Sociobiology*, v.53, n.1, p.27-38, 2009.

VIEIRA, A.S. ; FACCENDA, O.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. ; FERNANDES, W.D. Nest structure and occurrence of three species of *Azteca* (Hymenoptera, Formicidae) in *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) in non-floodable and floodable Pantanal areas. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.54, n.3, p.441-445, 2010a.

VIEIRA, A.S.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Populational fluctuation and nest architecture of *Ectatomma brunneum* (Hymenoptera, Formicidae) in remaining areas of pasture, Dourados-MS, Brazil. *Sociobiology*, v.47, n.1, p.275-287, 2006.

VIEIRA, A.S.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; FERNANDES, W.D. Modelo arquitetônico de ninhos da formiga *Ectatomma vizottoi* Almeida (Hymenoptera, Formicidae). Revista Brasileira de Entomologia, v.51, n.4, p.489-493, 2007.

VIEIRA, A.S.; FERNANDES, W.D.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Behavioral differentiation and ovarian development of unmated gynes, queens, and workers of *Ectatomma vizottoi* Almeida 1987 (Formicidae, Ectatomminae). Psyche, v.2012, n.1, p.1-8, 2012.

VIEIRA, A.S.; FERNANDES, W.D.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. Temporal polyethism, life expectancy, and entropy of workers of the ant *Ectatomma vizottoi* Almeida, 1987 (Formicidae: Ectatomminae). Acta Ethologica, v.13, n.1, p.23-31, 2010b.

VIEIRA, G.D.; ALVES, T.C.; SILVA, O.B.; TERASSINI, F.A.; PANIÁGUA, N.C.; TELES, C.B.G. Bactérias Gram positivas veiculadas por formigas em ambiente hospitalar de Porto Velho, Estado de Rondônia, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, v.4, n.3, p.33-36, 2013.

ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS, A.E.C.; RUSSOMANO, O.M.R.; KRUPPA, P.C.; GONÇALES, E. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of microorganisms in residential and industrial environments: II. Fungi. Sociobiology, v.50, n.2, p.653-658, 2007.

ZARZUELA, M.F.M.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; PEÇANHA, M.P. Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as carriers of pathogens in residential and industrial environments: I. Bacteria. Sociobiology, v.45, n.1, p.9-14, 2005.

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.1, p.85-87, 2002.

Tabela 1 – Espécies de formigas-urbanas identificadas em estudo desenvolvidos na região Centro-Oeste com ocorrência em outras regiões do Brasil

Espécie/subfamília	Centro-Oeste	Outras regiões
Dolichoderinae		
<i>Dorymyrmex flavus</i>	(33); (41)	-
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	(26)	(6); (11); (16); (45)
<i>Dorymyrmex spurius</i>	(56)	-
* <i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	(26)	(1); (4); (5); (8); (18); (21); (27); (28); (32); (34); (42); (45)
* <i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	(25); (51); (54)	(1); (2); (3); (4); (6); (7); (9); (10); (11); (12); (13); (14); (15); (16); (18); (19); (20); (22); (23); (24); (27); (28); (29); (30); (31); (32); (34); (35); (36); (37); (39); (42); (43); (44); (45); (46); (47); (48); (49)
Dorylinae		
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858)	(41)	(21); (27); (45); (53)
Formicinae		
<i>Brachymyrmex incisus</i> Forel, 1912	(33)	(34)
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	(33)	-
<i>Camponotus arboreus</i> (Smith, 1858)	(56)	(1); (2); (11); (30); (38)
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	(56)	(6); (11); (13); (16); (31); (44); (45)
<i>Camponotus cingulatus</i> Mayr, 1862	(25)	(4); (45)
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	(25); (41)	(13); (16); (18); (21); (27); (28); (38); (42); (43); (45); (48); (49); (53); (55)
<i>Camponotus landolti</i>	(56)	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	(41)	(16); (30); (45); (49)

Espécie/subfamília	Centro-Oeste	Outras regiões
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	(56)	(6); (11); (13);(30); (38)
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	(26)	(5); (6); (11); (17); (18); (20); (21); (27); (31); (39); (40); (42); (44)
Myrmicinae		
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	(41)	(11); (18); (27); (28); (34); (38); (42); (45); (52);(53); (55)
<i>Cephalotes borgmeieri</i>	(56)	-
<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804)	(33)	(11)
<i>Cephalotes palustris</i>	(41)	-
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	(33); (41); (56)	(11); (18); (28); (42); (45); (48); (53); (55)
<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862	(56)	(48);(49)
<i>Crematogaster steinheili argentina</i>	(56)	-
<i>Crematogaster thalia</i>	(56)	-
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	(33)	(11); (44)
* <i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	(25); (33); (41); (56)	(1); (2); (3); (8); (9); (11); (12); (13); (16); (24); (34); (45); (46); (48); (50); (52); (53)
* <i>Pheidole megacephala</i>	(25); (33); (41); (56)	(3); (16); (20); (21); (37); (43); (45); (53)
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908	(33); (41)	(53); (55)
<i>Solenopsis basalis</i>	(56)	-
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	(33); (41)	(11)
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	(25); (33)	(3); (4); (5); (6); (10); (11); (15); (17); (20); (21); (27); (28); (30); (36); (40); (42); (43); (44); (45); (53); (55)

Espécie/subfamília	Centro-Oeste	Outras regiões
Ponerinae		
<i>Anochetus targionii</i>	(33); (41)	-
<i>Neoponera villosa</i> (Fabricius, 1804)	(56)	(27); (45)
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	(25)	(6); (16)
Pseudomyrmecinae		
<i>Pseudomyrmex acanthobius virgo</i>	(56)	-
<i>Pseudomyrmex curacaensis</i>	(33)	-
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	(41); (56)	(18); (21); (27); (28); (42); (45); (53); (55)
<i>Pseudomyrmex rochai</i>	(33)	-
<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i>	(33)	-
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	(56)	(45);(49)

(*): Espécies exóticas;(1) Fowler et al. (1993); (2) Fowler et al. (1995); (3) Delabie et al. (1995); (4) Fowler e Bueno (1996); (5) Silva e Loeck (1999); (6) Marques et al. (2002); (7) Santos et al. (2002); (8) Zarzuela et al. (2002); (9) Cintra et al. (2004); (10) Moreira et al. (2005); (11) Oliveira e Campos-Farinha (2005); (12) Zarzuela et al. (2005); (13) Barros et al. (2006); (14) Costa et al. (2006); (15) Lise et al. (2006); (16) Soares et al. (2006); (17) Bicho et al. (2007); (18) Farneda et al. (2007); (19) Gazeta et al. (2007); (20) Kamura et al. (2007); (21) Morini et al. (2007); (22) Rodovalho et al. (2007); (23) Tanaka et al. (2007); (24) Zarzuela et al. (2007); (25) Ferreira et al. (2008); (26) Pesquero et al. (2008); (27) Ilha et al. (2009); (28) Iop et al. (2009); (29) Lopes (2009); (30) Pantoja et al. (2009); (31) Rando et al. (2009); (32) Santos et al. (2009a); (33) Santos et al. (2009b); (34) Silva et al. (2009); (35) Teixeira et al. (2009); (36) Bragança e Lima (2010); (37) Fontana et al. (2010); (38) Dáttilo et al. (2011); (39) Garcia et al. (2011); (40) Gonçalves et al. (2011); (41) Santos et al. (2011); (42) Caldart et al. (2012); (43) Aquino et al. (2013); (44) Lima et al. (2013); (45) Lutinski et al. (2013); (46) Pelli et al. (2013); (47) Vieira et al. (2013); (48) Coriolano et al. (2014); (49) Estrada et al. (2014); (50) Máximo et al. (2014); (51) Silva et al. (2014); (52) Cintra-Socolowski et al. (2015); (53) Suguituru et al. (2015); (54) Silva et al. (2016); (55) Souza-Campana et al. (2016); (56) Berto-Júnior (2017).

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NA REGIÃO NORTE: O ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS FUTURAS

EMÍLIA ZOPPAS DE ALBUQUERQUE
LÍVIA PIRES DO PRADO

Resumo

As formigas estão adaptadas a viver em estreito contato com o homem e o ambiente que o cerca. Mesmo que muitos benefícios sejam atribuídos a elas, algumas espécies podem causar uma série de problemas ou danos ao homem e nessas situações são consideradas como pragas urbanas. Neste capítulo resumizamos dados da literatura e relatos pessoais sobre formigas-urbanas na Região Norte, apresentando (i) uma lista de espécies das formigas registradas em diferentes ambientes urbanos; (ii) uma lista dos laboratórios e pesquisadores estabelecidos na região envolvidos com este tema, (iii) um estudo de caso sobre a invasão de *Solenopsis saevissima* em um município no Estado do Amazonas e, por fim, (iv) as perspectivas de estudos para o desenvolvimento de linhas de pesquisa com formigas-urbanas na Região Norte do Brasil. A lista de espécies de formigas-urbanas foi elaborada a partir de 13 publicações encontradas na literatura disponíveis *online*. Registramos para os diferentes ambientes urbanos (residências, hospitais e fragmentos florestais) 222 espécies e/ou morfoespécies de formigas, pertencentes a 60 gêneros, distribuídos em 10 subfamílias. Este número parece relativamente

alto tratando-se de formigas-urbanas, mas pode ser compreendido por termos incluído as formigas presentes em fragmentos florestais urbanos. Sete pesquisadores estabelecidos na Região Norte contribuíram com o tema publicando artigos, orientando e co-orientando alunos ou realizando trabalhos com fins de divulgação científica e atualmente, um deles ainda desenvolve pesquisa nesta linha. Os estudos recentes evidenciam a importância e o crescimento do tema, atraindo alunos e pesquisadores da região, o que nos leva a uma previsão de crescimento dessa linha de pesquisa em Mirmecologia para os próximos anos.

Introdução

O início da Entomologia no Brasil está diretamente ligado aos estudos dos insetos que apresentavam alguma relação direta com o homem, seja referente à saúde humana, animal, vegetal ou pelo aspecto utilitário (MARINONI; MARINONI, 2012). Na Região Norte do Brasil não foi diferente e a fundação das primeiras instituições, a formação dos primeiros entomólogos e a publicação dos primeiros estudos envolvendo entomologia tinham como objetivo contribuir nas pesquisas para caracterização de modelos de transmissão de doenças por insetos, bem como as medidas profiláticas sobre essas moléstias (SCHWEICKARDT, 2009; MARINONI; MARINONI, 2012), além de dar suporte científico às comissões de estudos contra as epidemias da lavoura (GONÇALVES, 2016).

Uma das primeiras instituições entomológicas a surgir neste cenário foi o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), fundado em 1871 em Belém (PA), com o intuito de trabalhar com questões do Bioma Amazônico (SANJAD et al., 2012). Adolpho Ducke foi o primeiro entomólogo do MPEG e um importante organizador da coleção de invertebrados, que iniciou-se em 1899, assim como um dos pesquisadores que mais contribuiu para o desenvolvimento da Entomologia na Amazônia Oriental (OVERAL; GORAYEB, 1981). Nesta época, o MPEG se destacou pelos seus esforços e pioneirismo em minimizar a ação dos mosquitos na transmissão de febre amarela, malária e filariose (MARINONI; MARINONI,

2012) e somente a partir da década de 1990 passou a contar com uma especialista (Dra. Ana Yoshi Harada) no estudo de formigas, responsável pela coleção e pelas primeiras linhas de pesquisa em Mirmecologia.

Mais tarde, em 1936, foi fundado o Instituto Evandro Chagas (IEC), também na cidade de Belém (PA), que tinha como missão ações de pesquisas científicas no âmbito das Ciências Biológicas, Meio Ambiente, Medicina Tropical e Saúde Pública com ênfase na Amazônia Legal (PÓVOA et al., 2016). Com isso, ampliaram-se os estudos sobre sistemática e biologia dos insetos transmissores de doenças regionais (SCHWEICKARDT, 2009; MARINONI; MARINONI, 2012). Em 1952, foi criado o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus (AM) com o intuito de desenvolver pesquisas em diferentes áreas, além de consolidar uma política científica nacional, mantendo projetos em âmbito internacional, regional e local (FAULHABER, 2005; 2008). A Entomologia do INPA iniciou seus trabalhos junto ao Departamento de Pesquisas Médicas, trabalhando com os grupos de insetos de interesse médico (MARINONI; MARINONI, 2012).

Com o incentivo financeiro do Governo Federal entre a década de 1960 e meados da década de 1990 para o desenvolvimento da Região Norte, incluindo projetos de colonização e medidas fiscais (PRATES; BACHA, 2011), uma série de outras universidades e institutos foram criados nos setes estados da Região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins). Este cenário histórico da criação das principais instituições de pesquisa da região possibilita entender como as pesquisas com formigas e, mais especificamente, com formigas-urbanas, foram desenvolvidas na região.

Muitos organismos estão adaptados a viver em estreito contato com o homem e o ambiente que o cerca (HUNTER, 2007). Entre eles, as formigas estão presentes em uma série de ambientes urbanizados, tais como residências, hospitais, estabelecimentos comerciais, fábricas de alimentos, zoológicos e parques (CAMPOS-FARINHA et al., 2002). Também são utilizadas como alimentos em diferentes culturas ao redor do mundo – como os índios amazônicos que consomem as gines de *Atta*, conhecidas popularmente como tanajura (DE FOLIART, 1999), para produzir compostos com propriedades medicinais – como o uso de nanofibras produzidas a partir da formiga tecelã (*Oecophylla*) (REDDY et al., 2011),

além de desempenharem papéis ecológicos cruciais como dispersores de sementes, predadoras, engenheiras do solo, agentes de controle biológico entre outros (FOLGARAIT, 1998; CRIST, 2009; DEL TORO et al., 2012). Apesar de todos os benefícios atribuídos às formigas, algumas espécies podem causar uma série de problemas como contaminação alimentar (LEE, 2001), picadas e alergias (WILLIAMS et al., 2001), contaminação de instrumentos cirúrgicos em hospitais (BEATSON, 1972) e transmissão de doenças (BUENO; FOWLER, 1994). Nestas situações, formigas são consideradas pragas urbanas. No Brasil, cerca de 20 a 30 espécies são conhecidas como “*tramp species*” ou formigas-urbanas (BUENO et al., 1994; CAMPOS-FARINHA et al., 1997). O grande sucesso na colonização e adaptação aos ambientes urbanos se deve à forma de organização das colônias (e.g. poliginia, populações unicolônias), a alta taxa de reprodução (e.g. reprodução por fragmentação) e por apresentarem variação morfológica que permitem uma gama de respostas às diversas situações e adaptação ao ambiente urbano (BUENO et al., 1994; SOARES et al., 2006).

Os estudos relacionados às formigas em áreas urbanas exploram diversos aspectos relacionados à ecologia como diversidade, riqueza, composição e similaridade da fauna de formigas entre ambientes, presença de espécies invasoras, exóticas e nativas, ou ainda relativos à saúde pública, como formigas transmissoras de microrganismos patogênicos em hospitais e ambientes não hospitalares (SANTOS, 2016). No entanto, pouco se sabe sobre a influência das comunidades de formigas em fragmentos de florestas e áreas verdes situados em grandes centros urbanos (MORINI et al., 2007). Assim, para este capítulo, adotamos um conceito mais amplo sobre formigas-urbanas. Adotamos, neste capítulo, como formigas-urbanas (mas, veja definição no Capítulo 1) todas as espécies encontradas em fragmentos de florestas urbanas ou outros tipos de áreas verdes dentro do perímetro urbano, assim como aquelas ocorrendo em ambientes artificiais (praças, parques, quintais, residências, entre outros).

A partir de uma extensa revisão na literatura disponível *online*, apresentamos neste capítulo: (i) uma lista das espécies de formigas registradas em diferentes ambientes urbanos da Região Norte do Brasil; (ii) uma lista dos laboratórios e pesquisadores estabelecidos em centros de pesquisas da Região Norte que possuem trabalhos nesta linha de pesquisa, (iii) um estudo de caso sobre a invasão de *Solenopsis saevissima* em um município no Estado do Amazonas e, por fim, (iv)

uma breve discussão das contribuições dos trabalhos realizados na região e as perspectivas para o desenvolvimento de pesquisas com formigas-urbanas na região Norte.

Formigas em diferentes ambientes urbanos na Região Norte

A lista de espécies de formigas-urbanas em diferentes tipos de ambientes para os sete estados da Região Norte do Brasil foi elaborada com base nos dados encontrados na literatura, o que representa 13 publicações (Figura 1). Deste total, seis são artigos publicados em revistas científicas. Os demais trabalhos são resumos de reuniões científicas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, de domínio público.

Foram priorizadas informações sobre a presença de formigas identificadas em nível específico; entretanto, em muitos trabalhos, as determinações não eram específicas e as formigas estavam identificadas somente em morfoespécies. Neste caso, a informação foi compilada na lista com o nome do respectivo gênero ao qual foi atribuída a abreviatura “spp.”. Como não é possível compatibilizar as morfoespécies identificadas em diferentes trabalhos, todas as morfoespécies entraram nesta mesma categoria. Adotamos este procedimento para extrair o máximo de informação disponível na literatura, já que dados sobre formigas-urbanas para a Região Norte do Brasil são escassos. Registramos para os diferentes ambientes urbanos dos sete estados da Região Norte, 222 espécies e/ou morfoespécies de formigas, pertencentes a 60 gêneros, distribuídos em 10 subfamílias (Tabela 1). Este número parece relativamente alto tratando-se de formigas-urbanas, mas pode ser compreendido por termos incluído as formigas de fragmentos urbanos, como sugerido por Morini et al. (2007).

Figura 1 – Mapa da Região Norte do Brasil, indicando o número de trabalhos sobre formigas-urbanas encontrados na literatura científica disponível *online*.



A seguir, destacamos os resultados para cada tipo de ambiente, incluindo um breve comentário sobre as espécies neles encontradas.

Formigas em ambientes hospitalares

A presença de formigas em ambientes hospitalares é a área que tem recebido maior atenção nas pesquisas em mirmecologia urbana (LUTINSKI et al., 2013). Algumas espécies têm sido descritas como importantes vetores e representam um problema de saúde pública, uma vez que são agentes potenciais de transmissão de patógenos (BRAGANÇA; LIMA, 2010). Dois artigos e uma dissertação de mestrado foram encontrados sobre formigas em ambiente hospitalar nos estados do Amapá, Rondônia e Tocantins (BRAGANÇA; LIMA, 2010; SÁ, 2013; VIEIRA et al., 2013). A maioria das 15 espécies registradas pertence a gêneros amplamente distribuídos em habitats perturbados do mundo como *Monomorium*, *Paratrechina*, *Solenopsis* e *Tapinoma* (Tabela 1). Cinco espécies merecem destaque: *Tapinoma melanocephalum*, *Paratrechina longicornis*, *Monomorium pharaonis*, *Solenopsis globularia* e *Solenopsis saevissima*, pois são as espécies mais frequentes encontradas em ambiente hospitalar na Região Norte e muitas vezes associadas à transmissão de bactérias *gram* positivas e *gram* negativas, além de fungos patogênicos (RODOVALHO et al., 2007; GARCIA; LISE, 2013). Como visto, na Região Norte, dados sobre formigas em hospitais são extremamente escassos, embora sejam de alta relevância para a elaboração de programas de controle, visando diminuir os incômodos ou problemas associados a estes potenciais vetores de microrganismos patogênicos (BRAGANÇA; LIMA, 2010; SANTOS et al., 2009; GARCIA; LISE, 2013).

Formigas em estabelecimentos residenciais e comerciais

As espécies de formigas-urbanas possuem características que favorecem sua disseminação nesses ambientes, como a facilidade para nidificar em pequenos orifícios, construções, móveis e equipamentos (BUENO, 1997). Na Malásia, análises sobre a fauna urbana, revelaram que depois dos mosquitos e baratas, as formigas são consideradas as pragas mais abundantes em residências (LEE et al., 1999). Foram registrados somente dois estudos sobre formigas em residências e

estabelecimentos comerciais, um para o estado do Amazonas (MARQUES et al., 2002) e outro para o estado de Rondônia (SANTOS-SILVA et al., 2016). Assim como para formigas em ambiente hospitalar, os trabalhos nesta área são recentes e existem grandes lacunas de conhecimento.

A lista das espécies que ocorrem em ambientes urbanos residenciais e comerciais na Região Norte do Brasil compreende um total de 50 espécies, pertencentes a 21 gêneros, distribuídos em seis subfamílias (Tabela 1). No município de Manaus (AM), Marques et al. (2002) realizaram um levantamento em 28 residências, revelando 21 espécies de formigas. Destas, sete espécies (*Tapinoma melanocephalum*, *Monomorium pharaonis*, *Paratrechina longicornis*, *Solenopsis saevissima*, *Wasmannia auropunctata*, uma morfoespécie de *Pheidole* e uma de *Camponotus*) foram consideradas verdadeiramente de habitat urbanos, pois foram registradas em mais de 90% das residências. O segundo trabalho realizado, no município de Cacoal (RO), analisou quintais de residências, registrando 56 espécies e/ou morfoespécies de formigas (SANTOS-SILVA et al., 2016).

Novos estudos sobre a distribuição da fauna de formigas em ambientes urbanos são também importantes e necessários para a Região Norte, especialmente com a malha urbana dos grandes centros desta região expandindo-se.

Formigas em fragmentos florestais urbanos

Áreas verdes urbanas podem ser consideradas de grande importância, como repositório da biodiversidade local (MORINI et al., 2007; LUTINSKI et al., 2013). Ao longo do processo de urbanização, extinções locais de algumas espécies são esperadas, podendo ou não haver substituição de espécies nativas por espécies exóticas, com grande plasticidade, ocorrendo ao longo do tempo um processo de homogeneização da fauna (MCINTYRE, 2001). Os fragmentos de vegetação nativa em áreas urbanas contribuem para o aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, oferta de refúgios para a fauna nativa e fornecimento de recursos para nidificação, alimentação e proteção contra predadores

(NOGUCHI et al., 2017). Além dos grandes fragmentos florestais, os pequenos habitats, cada vez mais frequentes nas áreas urbanas densamente povoadas, como telhados verdes, jardins domésticos e hortas comunitárias permanecem totalmente inexplorados (JAGANMOHAN et al., 2013).

Estudos sobre riqueza e composição das espécies em fragmentos florestais urbanos são essenciais para a elaboração de planos de manejo e conservação, bem como para a compreensão dos impactos causados pela urbanização (MORINI et al., 2007; LUTINSKI et al., 2013). As formigas são amplamente utilizadas em estudos de biodiversidade e são consideradas boas indicadoras dos efeitos da urbanização, por conta da sua diversidade, abundância, capacidade de cooperação na exploração dos recursos naturais e por suas relações mutualísticas com uma série de outros organismos (LANGE et al., 2015).

Formigas em fragmentos urbanos representam a maior parte dos registros da literatura publicada sobre formigas-urbanas para a Região Norte do Brasil. Ainda assim, apenas dois desses trabalhos estão publicados em periódicos científicos (KEMPF, 1970; ANDRADE-NETO, 1987). Os demais foram divulgados como resumos de reuniões científicas (CAJAIBA; SILVA, 2014; SANTOS; SILVA, 2016), dissertação (RABELO, 2015) e trabalho de conclusão de curso de graduação (SOUZA, 2004), não publicados formalmente, mas disponíveis *online*.

A lista de espécies de formigas para fragmentos urbanos e áreas verdes dentro dos perímetros urbanos da Região Norte do Brasil está representada por 190 espécies em 55 gêneros, distribuídos em 10 subfamílias (Tabela 1). Do total de espécies registradas nos fragmentos urbanos, 159 foram exclusivas deste ambiente e 31 também ocorrem em pelo menos mais um tipo de ambiente urbano. A lista de espécies de formigas-urbanas apresentada aqui, incluindo os fragmentos e áreas verdes, deve ser entendida dentro da paisagem do Bioma Amazônico - portanto, não é surpreendente que a diversidade de espécies seja alta.

Formigas e suas aplicações forenses

A utilização de formigas em aplicações forenses tem sido uma área da mirmecologia bastante negligenciada nos últimos anos, incluindo a Região Norte do Brasil. Formigas podem desempenhar diversos papéis na entomologia forense, como nos processos de decomposição dos cadáveres, no auxílio da estimativa do tempo de morte, como agentes causadores de lesões humanas ou mortes e ajudam a determinar o local da morte (RAMÓN; DONOSO, 2015). Podem também influenciar negativamente nas investigações criminais, pois muitas vezes danificam o estado dos cadáveres, produzindo manchas no corpo, fazendo com que os peritos ocasionalmente confundam com lesões (ANDRADE-SILVA et al., 2015).

Foram encontrados dois trabalhos de formigas com aplicações forenses para a Região Norte do Brasil. Um deles é uma dissertação de mestrado apresentada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro sobre a atividade de formigas e suas implicações forenses em cadáver humano no Amazonas (CELINO, 2014); o outro, trata-se de um resumo de reunião científica sobre formigas associadas à carcaça de *Sus scrofa* (porco doméstico) em quintais de residências no município de Macapá, AP (SIDÔNIO et al., 2012). Em relação a estudos forenses, nenhum estudo na Região Norte do Brasil foi ainda publicado em revistas científicas. A lista das espécies de formigas associadas a cadáveres humanos e/ou animais inclui 13 espécies, pertencentes a 10 gêneros e quatro subfamílias (Tabela 1). Três dessas espécies são frequentemente reportadas para ambientes urbanos (*Camponotus rufipes*, *Paratrechina longicornis* e *Solenopsis saevissima*). A presença de *Cephalotes atratus*, de uma espécie de *Ochetomyrmex* e outra de *Cyphomyrmex* parecem estar mais relacionadas ao local onde essas carcaças e cadáveres foram encontrados (próximos de fragmentos urbanos), sugerindo um comportamento de forrageio oportunista destas espécies.

Tabela 1 – Lista das espécies de formigas registradas em diferentes ambientes urbanos para a Região Norte do Brasil (Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Tocantins), compilados da literatura.

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
Amblyoponinae			
<i>Prionopelta</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
Dolichoderinae			
<i>Azteca</i> spp.	AP ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Hospital	2; 3; 8
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius, 1775)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Dolichoderus bidens</i> (Linnaeus, 1758)	PA ¹	Fragmento urbano	2; 3
<i>Dolichoderus decollatus</i> Smith, 1858	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Dolichoderus imitator</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Dolichoderus quadridenticulatus</i> (Roger, 1862)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Dolichoderus septemspinus</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Dolichoderus</i> spp.	AM ² ; PA ²	Fragmento urbano	4; 13
<i>Dorymyrmex pyramicus guyanensis</i> Santschi, 1922	AM ²	Residência	5
<i>Dorymyrmex spurius</i> Santschi, 1929	RO ¹	Residência	6
<i>Dorymyrmex</i> spp.	TO ¹	Hospital	7
<i>Forelius pusillus</i> Santschi, 1922	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Forelius</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Linepithema neotropicum</i> Wild, 2007	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	AP ¹ ; AM ^{1,2} ; RO ^{1,2} ; TO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Hospital; Residência	1; 5; 6; 7; 8; 9; 14
Dorylinae			
<i>Eciton burchellii</i> (Westwood, 1842)	PA ¹	Fragmento urbano	2

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Eciton hamatum</i> (Fabricius, 17822)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Eciton mexicanum</i> Roger, 1863	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Eciton rapax</i> Smith, 1855	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Eciton vagans</i> (Olivier, 1792)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Eciton</i> spp.	AM ²	Fragmento urbano	4
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Labidus mars</i> (Forel, 1912)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Labidus spininodis</i> (Emery, 1890)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Labidus</i> spp.	PA ²	Fragmento urbano	13
<i>Neivamyrmex emersoni</i> (Wheeler, 1921)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Neivamyrmex pilosus</i> (Smith, 1858)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Nomamyrmex esenbeckii</i> (Westwood, 1842)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
Ectatomminae			
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 6
<i>Ectatomma lugens</i> Emery, 1894	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Carcaça animal	1; 3; 11
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	PA ¹	Fragmento urbano	2; 3
<i>Ectatomma</i> spp.	AM ² ; PA ^{1,2}	Fragmento urbano; Cadáver humano	3; 4; 11; 13
<i>Gnamptogenys bisulca</i> Kempf & Brown, 1968	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Gnamptogenys hartmani</i> (Wheeler, 1915)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Gnamptogenys lanei</i> Kempf, 1960	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Gnamptogenys minuta</i> (Emery, 1896)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel, 1912)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Gnamptogenys pleurodon</i> (Emery, 1896)	PA ¹	Fragmento urbano	2

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Gnamptogenys regularis</i> Mayr, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 2; 5
<i>Gnamptogenys tortuolosa</i> (Smith, 1858)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Gnamptogenys</i> spp.	PA ^{1,2} ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência	3; 6; 13
<i>Typhlomyrmex rogenhoferi</i> Mayr, 1862	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Typhlomyrmex</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	10
Formicinae			
<i>Acropyga</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Brachymyrmex brevicornis</i> Emery, 1906	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868	RO ¹	Residência	6
<i>Brachymyrmex prox. tristis</i>	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Brachymyrmex</i> spp.	AM ² ; TO ¹ ; PA ^{1,2} ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência; Hospital	1; 5; 6; 7; 10; 13
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	2; 5
<i>Camponotus balzani</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Camponotus blandus</i> (Smith, 1858)	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	2; 6
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus femoratus</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2; 3
<i>Camponotus godmani</i> Forel, 1899	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus leydigi</i> Forel, 1886	AM ²	Residência	5
<i>Camponotus prox. macrochaeta</i>	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	RO ¹	Residência	6

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Camponotus nidulans</i> (Smith, 1860)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	2; 6
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	AM ² ; RO ¹	Residência	5; 6
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	AM ²	Cadáver humano	11
<i>Camponotus sanctaefidei</i> Dalla Torre, 1892	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus prox. silvicola</i>	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus substitutus</i> Emery, 1894	RO ¹	Residência	6
<i>Camponotus prox. testaceus</i>	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Camponotus vittatus</i> Forel, 1904	AP ¹ ; RO ¹	Residência; Hospital	6; 8
<i>Camponotus prox. wheeleri</i>	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Camponotus</i> spp.	AM ² ; TO ¹ ; PA ^{1,2} ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência; Hospital; Cadáver humano	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 11; 13
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	2; 5
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Nylanderia vividula</i> (Nylander, 1846)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Nylanderia</i> spp.	AP ¹ ; PA ¹ ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência; Hospital	1; 2; 6; 8
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	AP ¹ ; AM ^{1,2} ; RO ¹ ; TO ¹	Residência; Hospital; Carcaça animal	4; 5; 6; 7; 8; 12; 14
Myrmicinae			
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Acromyrmex hystrix</i> (Latreille, 1802)	PA ¹	Fragmento urbano	2

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Acromyrmex rugosus</i> (Smith, 1858)	RO ¹	Residência	6
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)	RO ¹	Residência	6
<i>Acromyrmex</i> spp.	TO ¹ ; PA ²	Fragmento urbano; Hospital	7; 13
<i>Apterostigma auriculatum</i> Wheeler, 1925	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Apterostigma jubatum</i> Wheeler, 1925	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Apterostigma urichii</i> Forel, 1893	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Apterostigma</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Atta</i> spp.	AM ²	Fragmento urbano	4
<i>Basiceros militaris</i> (Weber, 1950)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	AM ² ; RO ¹ ; PA ^{1,2}	Fragmento urbano; Residência; Cadáver humano	1; 2; 6; 11; 13
<i>Cephalotes grandinosus</i> (Smith, 1860)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Cephalotes oculatus</i> (Spinola, 1851)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	RO ¹	Residência	6
<i>Cephalotes</i> spp.	PA ^{1,2}	Fragmento urbano	3; 13
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster brasiliensis</i> Mayr, 1878	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Crematogaster carinata</i> Mayr, 1862	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 6
<i>Crematogaster curvispinosa</i> Mayr, 1862	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Crematogaster egegor</i> Forel, 1912	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Crematogaster erecta</i> Mayr, 1866	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	2; 6
<i>Crematogaster evallans</i> Forel, 1907	RO ¹	Residência	6

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Crematogaster foliocrypta</i> Longino, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster limata</i> Smith, 1858	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2; 3
<i>Crematogaster longispina</i> Emery, 1890	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster moelleri</i> Forel, 1912	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster nigropilosa</i> mayr, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster obscurata</i> Emery, 1895	RO ¹	Residência	6
<i>Crematogaster rochai</i> Forel, 1903	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster sotobosque</i> Longino, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster sumichrasti</i> Mayr, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Crematogaster torosa</i> Mays, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster wardi</i> Longino, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Crematogaster</i> spp.	AP ¹ ; AM ² ; PA ^{1,2}	Fragmento urbano; Cadáver humano; Carça animal	1; 2; 3; 4; 11; 12; 13
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i> Weber, 1938	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Cyphomyrmex</i> prox. <i>minutus</i>	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Cyphomyrmex peltatus</i> Kempf, 1966	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 6
<i>Cyphomyrmex</i> spp.	AP ¹ ; AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Carça animal	1; 4; 12
<i>Daceton armigerum</i> (Latreille, 1802)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Hylomyrma immanis</i> Kempf, 1973	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	AP ¹ ; RO ¹	Residência; Hospital	6; 8
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)	AP ¹ ; AM ^{1,2}	Residência; Hospital	5; 9; 14
<i>Monomorium</i> spp.	AM ²	Residência	5

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Mycetarotes</i> spp.	PA ²	Fragmento urbano	13
<i>Mycetophylax bigibbosus</i> (Emery, 1894)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Mycocephurus smithii</i> (Forel, 1893)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Mycocephurus</i> spp.	AM ² ; PA ²	Fragmento urbano	4; 13
<i>Myrmicocrypta</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Nesomyrmex wilda</i> (Smith, 1943)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	AP ¹	Carcaça animal	12
<i>Octostruma amrishi</i> (Makhan, 2007)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Octostruma balzani</i> (Emery, 1894)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Octostruma batesi</i> (Emery, 1894)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole asperithorax</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pheidole coffeicola</i> Borgmeier, 1934	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1870	AM ²	Residência	5
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 6
<i>Pheidole guilelmimuelleri</i> Forel, 1886	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pheidole lanigera</i> Wilson, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole laticornis</i> Wilson, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole minutula</i> Mayr, 1878	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pheidole mittermeieri</i> Wilson, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole monstrosa</i> Wilson, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole paraensis</i> Wilson, 2003	PA ¹	Fragmento urbano	1

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Pheidole simplex</i> Wheeler, 1925	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886	AM ²	Residência	5
<i>Pheidole</i> spp.	AP ¹ ; AM ² ; PA ^{1,2} ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência; Hospital; Cadáver humano; Carcaça animal	1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 11; 12; 13
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Forel Emery, 1878	RO ¹	Residência	6
<i>Procryptocerus hylaeus</i> Kempf, 1951	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Rhopalothrix</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1; 10
<i>Rogeria</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1; 10
<i>Solenopsis globularia</i> (Smith, 1858)	AP ¹ ; TO ¹	Hospital	7; 8
<i>Solenopsis prox. helena</i>	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	RO ¹	Residência	6
<i>Solenopsis laeviceps</i> Mayr, 1870	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Solenopsis pollux</i> Forel, 1893	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Solenopsis richteri</i> Forel, 1909	RO ¹	Residência	6
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	AP ¹ ; AM ² ; TO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência; Hospital; Carcaça animal	3; 5; 7; 8; 13
<i>Solenopsis virulens</i> (Smith, 1858)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Solenopsis</i> spp.	AP ¹ ; AM ² ; PA ^{1,2} ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência; Cadáver humano	1; 2; 4; 5; 6; 10; 11; 12; 13
<i>Strumigenys prox. connectens</i>	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys prox. cosmostela</i>	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887	PA ¹	Fragmento urbano	1

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Strumigenys eggersi</i> Emery, 1890	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys fridericimuelleri</i> Forel, 1886	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys longimala</i> De Andrade, 2007	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys precava</i> Brown, 1954	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Strumigenys schulzi</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys trinidadensis</i> Wheeler, 1922	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Strumigenys villiersi</i> (Perrault, 1986)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Strumigenys</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Trachymyrmex bugnioni</i> (Forel, 1912)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Trachymyrmex</i> prox. <i>mandibularis</i>	RO ¹	Residência	6
<i>Trachymyrmex opulentus</i> (Mann, 1922)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Trachymyrmex</i> spp.	AM ²	Fragmento urbano	4
<i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander, 1846)	RO ¹	Residência	6
<i>Tetramorium</i> spp.	TO ¹	Hospital	7
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	AM ² ; RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 2; 3; 5; 6
<i>Wasmannia</i> spp.	PA ²	Fragmento urbano	13
Paraponerinae			
<i>Paraponera clavata</i> (Fabricius, 1775)	PA ¹	Fragmento urbano	2
Ponerinae			
<i>Anochetus diegensis</i> Forel, 1912	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Anochetus emarginatus</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Anochetus horridus</i> Kempf, 1964	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Anochetus mayri</i> Emery, 1884	PA ¹	Fragmento urbano	1

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Anochetus neglectus</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Anochetus targionii</i> Emery, 1894	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Anochetus</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	3
<i>Dinoponera gigantea</i> (Petry, 1833)	PA ¹	Fragmento urbano	2; 3
<i>Hypoponera</i> spp.	AP ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Carcaça animal	1; 2; 10; 12
<i>Leptogenys unistimulosa</i> Roger, 1863	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Leptogenys</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 3
<i>Neoponera commutata</i> (Roger, 1860)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Neoponera crenata</i> (Roger, 1861)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Neoponera unidentata</i> (Mayr, 1862)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Neoponera villosa</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	3; 5
<i>Odontomachus biumbonatus</i> Brown, 1976	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Odontomachus brunneus</i> (Patton, 1894)	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Odontomachus caelatus</i> Brown, 1976	PA ¹	Fragmento urbano	3
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	PA ²	Fragmento urbano	13
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 2; 3; 6
<i>Odontomachus hastatus</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Odontomachus laticeps</i> Roger, 1861	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Odontomachus opaciventris</i> Forel, 1899	PA ¹	Fragmento urbano	1

Subfamília/Espécie	Localidade	Ambiente	Referência
<i>Odontomachus</i> spp.	AM ² ; PA ¹	Fragmento urbano	2; 4
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 3
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	RO ¹ ; PA ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 3; 6
<i>Pachycondyla</i> spp.	AM ² ; PA ²	Fragmento urbano	4; 13
<i>Thaumatomyrmex ferox</i> Mann, 1922	PA ¹	Fragmento urbano	1
Proceratiinae			
<i>Discothyrea sexarticulata</i> Borgmeier, 1954	PA ¹	Fragmento urbano	1
<i>Probolomyrmex</i> spp.	PA ¹	Fragmento urbano	1
Pseudomyrmecinae			
<i>Pseudomyrmex concolor</i> (Smith, 1860)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	RO ¹	Residência	6
<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Smith, 1855)	PA ¹	Fragmento urbano	2
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	PA ¹	Fragmento urbano	1; 2
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	RO ¹	Residência	6
<i>Pseudomyrmex</i> spp.	PA ¹ ; RO ¹	Fragmento urbano; Residência	1; 6

Localidades: AM¹=Eurinapé; AM²=Manaus; AP¹=Macapá; PA¹=Belém; PA²=Uruará; RO¹=Cacoal; RO²=Porto Velho; TO¹=Palmas. **Referências:** 1=RABELO, 2015; 2=KEMPF, 1970; 3=ANDRADE-NETO, 1987; 4=SOUZA, 2004; 5=MARQUES et al., 2002; 6=SANTOS-SILVA et al., 2016; 7=BRAGANÇA & LIMA, 2010; 8=SÁ, 2013; 9=VIEIRA et al., 2013; 10=SANTOS & SILVA, 2016; 11=CELINO, 2014; 12=SIDÔNIO et al., 2012; 13=CAJAIBA & SILVA, 2014; 14=Odair Bueno com. pess.

Laboratórios e pesquisadores estabelecidos na Região Norte do Brasil

Embora a Região Norte abrigue grupos tradicionais de pesquisa em Mirmecologia, nunca abrigou um grupo de pesquisa especializado em estudar as formigas-urbanas como os centros de pesquisa localizados na Região Sudeste. Entretanto, mesmo sem tradição nessa área, alguns pesquisadores da região contribuíram individualmente com o tema. Com base em acessos à Plataforma de Currículos Lattes (CNPq), apresentamos abaixo informações sobre os pesquisadores em atividade e estabelecidos na Região Norte do Brasil que contribuíram sobre o estudo de formigas-urbanas na forma de participação em projetos de pesquisa, orientação e co-orientação de alunos (iniciação científica, mestrado e doutorado), apresentação e publicação de resumos em reuniões científicas e publicação de artigos em revistas científicas. Da lista apresentada abaixo, atualmente, apenas um pesquisador, Dr. Rogério R. da Silva do MPEG, desenvolve um projeto nesta linha de pesquisa sobre formigas de solo em fragmentos florestais urbanos, orientando uma aluna de Iniciação Científica.

- 1) *Dra. Ana Yoshi Harada* - Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, Belém, Pará.
- 2) *Dr. José Albertino Rafael* - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.
- 3) *Dr. Marcos Antonio Lima Bragança* - Universidade Federal do Tocantins, Centro de Ciências Biológicas, Campus de Porto Nacional, Porto Nacional, Tocantins.
- 4) *Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto* - Universidade Federal do Amapá, Centro de Ciências Biológicas, Macapá, Amapá.
- 5) *Dr. Rogério Rosa da Silva* - Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Belém, Pará.
- 6) *Dra. Rosaly Ale-Rocha* - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.
- 7) *Dr. William Leslie Overal* - Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, Belém, Pará.

Estudo de caso: As “formigas de fogo” da Amazônia

Neste tópico, apresentamos um estudo de caso realizado em um município do interior do Amazonas pelo Dr. Odair Correa Bueno da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (*Campus* Rio Claro), especialista em formigas-urbanas.

“Em agosto de 2004 recebi um *e-mail* enviado pelo teólogo alemão Frank Tiss, por indicação do Dr. Roberto M. Pereira, pesquisador da Universidade da Flórida especialista em insetos urbanos solicitando ajuda. Neste *e-mail*, Frank relatava a situação sobre as “formigas-de-fogo” no município de Eirunepé, AM. Situação desesperadora devido ao alto nível de infestação e o problema mais delicado, a preocupação da aplicação de agrotóxicos não específicos para combater as formigas. A Câmara Municipal local tinha aprovado o combate as “formigas-de-fogo” em todo o município, semelhante ao realizado na década de 1990 em Envira, AM, mas agora, aplicando agrotóxicos não recomendados. A ideia era pulverizar inseticida em toda a cidade. Após algumas trocas de *e-mails*, aceitei o convite para visitar o município e fazer um diagnóstico local.

Durante o voo, além de rios e de poucas cidades, só se avistava floresta. De repente um desmatado, a cidade de Eirunepé às margens do rio Juruá. Nos dias seguintes realizei visitas a vários locais, coletando as formigas, medindo o tamanho dos ninhos, estimando a densidade (eram cerca de 40 ninhos por hectare), tentamos visualizar forídeos (mas não foram encontrados) e visitando locais onde as pessoas estavam fazendo o controle das formigas utilizando piretróide de uso veterinário. A presença de formigas também ocorria nas escolas, com ninhos externos e invadindo as salas. Verificando os enormes ninhos no gramado, percebi que estavam repletos de alados, em pleno mês de maio.

Como o nível do rio Juruá ainda alto havia várias áreas inundadas e os ninhos estavam concentrados na parte mais urbanizada do município. As residências (muitas palafitas) tinham que ser constantemente protegidas. Para tal, as pessoas passavam nas pilastras das palafitas de tudo, para evitar que as formigas subissem, destacando o óleo diesel e o agrotóxico a base piretróide. Outra constatação foi de que as pessoas não conseguiam andar pelo quintal devido à enorme

quantidade de formigas, nem colher as frutas, pois estavam sempre cheias de formigas. Devido à falta de geladeiras, os moradores perdiam grandes quantidades de alimento, principalmente peixe, atacado pelas formigas.

Logo após o retorno fiz uma análise da situação e encaminhei uma proposta de controle. Esta proposta previa a montagem de equipes locais e de preparação em Rio Claro, estabelecendo um cronograma de controle em duas etapas: a etapa inicial de duas semanas, que seria o tratamento de choque utilizando iscas a ser aplicada em toda área; e a segunda etapa, um tratamento de longo prazo (mínimo de seis meses), realizando pulverização nos murundus reincidentes, utilizando um produto natural, no caso o limoneno.

Voltei em outubro deste mesmo ano, para assessorar a TV que queria fazer um relato da presença das formigas e como o teólogo havia evitado o emprego de grande quantidade de agrotóxico no meio da Floresta Amazônica e que ao contrário de solucionar os problemas ocasionados pela presença de formigas, poderia ocorrer o contrário. A história das formigas na Região Amazônica é recorrente, principalmente pela presença da formiga lava-pé. Sempre aparecem novos casos de invasão das formigas. Vários municípios e lugarejos da região passaram por essa situação no século passado e continuam ocorrendo neste século, inclusive algumas precisaram mudar de lugar.”

Desafios e perspectivas nos estudos das formigas-urbanas da Região Norte

A Região Norte do Brasil abrange a maior parte do país, com uma área que corresponde a 45,27% do território brasileiro. Apesar das formigas serem consideradas boas indicadoras ambientais e permitirem o acompanhamento do impacto da urbanização na biodiversidade (JAGANMOHAN et al., 2013), o conhecimento sobre a fauna de formigas em ambientes urbanos na Região Norte é praticamente inexistente para a maioria dos estados (CAMPOS-FARINHA, 2005).

No presente capítulo reunimos dados da literatura e um relato pessoal. É evidente a deficiência de dados sobre formigas-urbanas na Região Norte do Brasil, principalmente referente aos dois maiores centros urbanos (Belém e Manaus)

que possuem população superior a um milhão de habitantes. Diversos trabalhos realizados nunca foram publicados, tornando boa parte dessas informações indisponíveis para o público ou tomadores de decisão. Apesar de todas as dificuldades no desenvolvimento desta área de conhecimento na Região Norte do Brasil, uma expressiva proporção dos trabalhos conhecidos foi publicada nos últimos dez anos. Os estudos recentes evidenciam a importância e o crescimento do tema, atraindo alunos e pesquisadores da região, o que nos leva a uma previsão de crescimento dessa linha de pesquisa em Mirmecologia para os próximos anos.

O número de espécies de formigas-urbanas registradas para a Região Norte do Brasil parece elevado (222 espécies) quando comparado a outros locais; entretanto, entendemos que grande parte dessas espécies está associada principalmente a fragmentos e parques urbanos, os quais podem ser considerados repositórios da biodiversidade local. Por exemplo, um dos fragmentos urbanos mais bem estudados da Região Norte e com diversos trabalhos publicados (KEMPF, 1970; ANDRADE-NETO, 1987; RABELO, 2015; SANTOS; SILVA, 2016) está localizado no município de Belém, denominado Mocambo. O fragmento está localizado no Parque Estadual do Utinga, a cerca de 3 km de uma das mais antigas instituições de pesquisa da Região Norte: O Museu Paraense Emílio Goeldi. Apesar de haver muita informação sobre alguns locais, regiões de outros estados, como Acre e Roraima, têm a fauna de formigas de ambientes urbanos completamente desconhecida.

A alteração da paisagem em grandes áreas pode provocar situações calamitosas em relação às formigas, como as relatadas para municípios no interior do Amazonas (Envira, Eirunepé, entre outros). Muitas espécies de formigas são comuns em pequenas cidades e grandes centros urbanos sendo relacionadas em estudos sobre biodiversidade e ecologia urbana (SANTOS, 2016). Neste contexto, trabalhos realizados a curto e em longo prazo podem ser realizados por grupos de pesquisa sem grandes custos. Levantamentos das espécies de formigas nas residências, nas principais praças públicas da cidade, nos *campi* universitários, instituições de pesquisa, parques e fragmentos florestais urbanos podem futuramente auxiliar a consolidar as informações existentes e avaliar o verdadeiro *status* das formigas-urbanas na Região Norte.

Além de conhecer a biodiversidade dos ecossistemas naturais como as florestas, é necessário entender como a perda de áreas verdes em pequena escala afeta a fauna da região. A urbanização causa grande impacto sobre a biodiversidade,

mas os ambientes urbanos também oferecem oportunidades únicas para implementações de estratégias e políticas para conservação da biodiversidade, incluindo benefícios para a saúde e o bem-estar dos moradores de grandes centros urbanos.

Agradecimentos

Agradecemos à Ana Eugênia de Carvalho Campos, Odair Correa Bueno e a Maria Santina de Castro Morini pelo convite para escrever este capítulo e a oportunidade de aprofundar a discussão sobre esse tema; agradecemos ao colega Odair Correa Bueno pelo relato mencionado neste trabalho e Rogério R. Silva e Rodrigo M. Feitosa pela leitura crítica e sugestões. L.P.P. agradece ao Programa de Capacitação Institucional (MPEG/MCTI, CNPq/PCI-DC 313168/2016-4) pela concessão de bolsa de pesquisa.

Referências

ANDRADE-NETO, H.G. Taxa de exploração de iscas por formigas em uma floresta de terra firme na Amazônia Oriental. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica, v.3, n.2, p.219-234, 1987.

ANDRADE-SILVA, J.; PEREIRA, E.K.C.; SILVA, O.; DELABIE, J.H.C.; REBELO, J.M.M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in an urban area. Sociobiology, v.62, p.527-532, 2015.

BEATSON, S.H. Pharaoh's ants as pathogen vectors in hospital. Lancet, v.1, p.425-427, 1972.

BRAGANÇA, M.A.L; LIMA, J.D. Composição, abundância e índice de infestação de formigas em um hospital Materno-Infantil de Palmas, TO. Neotropical Entomology, v.39, n.1, p.124-130, 2010.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G.; KETELHUT, S.M. Formigas, uma praga urbana. Informativo Zeneca – Saúde Pública, 1994.

BUENO, O.C. Formigas Urbanas: Identificação e Controle. *O Biológico*, v.59, n.2, p.17-19, 1997.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G. Exotic ants and native ant fauna of brazilian hospitals. In: WILLIAMS, D. (Org.) Exotic ants: biology impact and control of introduced species. Boulder Colorado: Westview Press, p.191-197, 1994.

CAJAIBA, R.L.; SILVA, W.B. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento florestal urbano no município de Uruará, PA. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.10, n.18, p.2226-2238, 2014.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; JUSTI JR., J.; BERGMANN, E.C.; ZORZENON, F.J.; RODRIGUES NETO, S.M. Formigas urbanas. *Boletim Técnico do Instituto Biológico*, n.8, p.5-20, 1997.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; KATO, L.M.; CAMPOS, M.C.G. Formigas urbanas no Brasil: retrospecto. *O Biológico*, v.64, n.2, p.129-133, 2002.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Urban pest ants of Brazil (Hymenoptera: Formicidae). In: International Conference on Urban Pests. Proceedings of the fifth international conference on urban pests. Cingapura: Perniagaan Ph'ng, p.81-84, 2005.

CELINO, T.B. Atividade de formigas e suas implicações forenses em um ecossistema dinâmico – o corpo em decomposição. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2014. 75p.

CRIST, O. Biodiversity, species interactions, and functional roles of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented landscapes: a review. *Myrmecological News*, v.12, p.3-13, 2009.

DE FLOIART, G.R. Insects as food: Why the Western attitude is important. *Annual Review of Entomology*, v.44, p.21-50, 1999.

DEL TORO, I.; RIBBONS, R.R.; PELINI, S.L. The little things run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, v.17, p.133-146, 2012.

FAULHABER, P. A história dos institutos de pesquisa na Amazônia. *Estudos Avançados*, v.19, n.54, p.241-258, 2005.

FAULHABER, P. Olhares histórico-comparativos sobre os dois institutos de pesquisa na Amazônia (Brasil e Colômbia). *Cadernos de História da Ciência*, v.4, n.2, p.9-36, 2008.

FOLGARAIT, P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, v.7, p.1221-1244, 1998.

GARCIA, F.R.M.; LISE, F. Ants associate with pathogenic microorganisms in Brazilian hospitals: attention to a silent vector. *Acta Scientiarum*, v.35, n.1, p.9-14, 2013.

GONÇALVES, M.A. Institucionalização da entomologia no Brasil: dos trabalhos na década de 1920 à criação da sociedade brasileira de entomologia (SBE). Dissertação de mestrado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2016. 71p.

HUNTER, P. The human impact on biological diversity. How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. *EMBO Reports*, v.8, n.4, p.316-318, 2007.

JAGANMOHAN, M.; VAILSHERY, L.S.; NAGENDRA, H. Patterns of insect abundance and distribution in urban domestic gardens in Bangalore, India. *Diversity*, v.5, p.767-778, 2013.

KEMPF, W.W. Levantamento das formigas da mata Amazônica, nos arredores de Belém do Pará, Brasil. *Studia Entomologica*, v.13, fasc.1-4, p.321-344, 1970.

LANGE, D.; VILELA, A.A.; ERDOGMUS, G.D.V.M.; BARBOSA, A.B.; COSTA, S.C.; STEFANI, V. Temporal dynamic of foraging of epigeic ant in a urban forest fragment. *Bioscience Journal*, v.31, p.1501-1511, 2015.

LEE, C.Y. Urban pest ants - biology, human perceptions and management strategies. In: CHEN, C.S. (Org.). *Proceedings of the 13th FAOPMA Pest Control Convention & Exhibition*. Taipei: Chine Pest Control Association, Taipei, p.74-86, 2001.

LEE, C.Y.; YAP, H.H., CHONG, N.L.; JAAL, Z. *Urban pest control - A Malaysian Perspective*. Penang: Universiti Sains Malaysia, 1999, 134p.

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, p.1-11, 2013.

- MARINONI, R.C.; MARINONI, L. Breve histórico da entomologia brasileira. In: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. (Orgs.). *Insetos do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, p.2-20, 2012.
- MARQUES, A.P.C; ALE-ROCHA, R.; RAFAEL, J.A. Levantamento de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em residências de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v.32, n.1, p.133-140, 2002.
- MCINTYRE, N.E., RANGO, J., FAGAN, W.F.; FAETH, S.H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, v.52, p.257-274, 2001.
- MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. *Iheringia, Série Zoológica*, v.97, n.3, p.246-252, 2007.
- NOGUCHI, S.; SILVA, N.S.; SILVA, O.G.M.; BONFIM-KUBATAMAIA, E.G.; MORINI, M.S.C. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em parques urbanos na cidade de Mogi das Cruzes: comparação de técnicas de coleta. *Revista Científica da UMC*, v.2, p.1-12, 2017.
- OVERAL, W.L.; GORAYEB, I.S. Entomologia do Museu Goeldi. *Acta Amazônica*, v.11, p.177-181, 1981.
- PÓVOA, M.M.; SOARES, M.C.P.; LIMA, M.O.V; COSTA, P.F. O Instituto Evandro Chagas e seu passado memorável. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v.7, p.9-10, 2016.
- PRATES, R.C.; BACHA, C.J.C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, v.20, p.3-43, 2011.
- RABELO, R.C. Estudo sobre as formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Reserva Mocambo, Belém, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2015.
- RAMÓN, G.; DONOSO, D.A. The role of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Forensic Entomology. *Revista Ecuatoriana de Medicina Y Ciencias Biológicas*, v.36, p.19-26, 2015.
- REDDY, N.; XU, H.; YANG, Y. Unique natural-protein hollow-nanofiber membranes produced by weaver ants for medical applications. *Biotechnology and Bioengineering*, v.108, n.7, p.1726-1733, 2011.

RODOVALHO, C.M.; SANTOS, A.L.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M.; BRANDENBURGO, M.A.M. Urban ants and transportation of nosocomial bacteria. *Neotropical Entomology*, v.36, n.4, p.454-458, 2007.

SÁ, D.M.C. Diversidade de Formicidae em ambiente hospitalar público do Município de Macapá-Amapá. Dissertação de mestrado, Fundação Universidade Federal do Amapá. 2013. 80p.

SANJAD, N.; OREN, D.C.; SILVA JUNIOR, J.S.E; HOOGMOED, M.S.; HIGUCHI, HO. Documentos para a história do mais antigo jardim zoológico do Brasil: o Parque Zoobotânico do Museu Goeldi. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v.7, p.197-204, 2012.

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.5, p.565-569, 2009.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, n.3, p.359-371, 2016.

SANTOS, I.C.S.; SILVA, R.R. A estrutura e composição de solo determinam a morfologia da fauna de formigas subterrâneas? In: Anais do VIII Simpósio do PPBio – A Pesquisa em Unidades de Conservação. 2016.

SANTOS-SILVA, L.; VICENTE, R.E.; FEITOSA, R.M. Ant species (Hymenoptera, Formicidae) of forest fragments and urban areas in a Meridional Amazonian landscape. *Check List*, v.12, p.1885, 2016.

SCHWEICKARDT, J.C. A Ciência nos Trópicos: as práticas médico-científicas em Manaus na passagem do século XIX para o XX. *Revista Pós Ciências Sociais*, v.06, p.69-88, 2009.

SIDÔNIO, I.A.P.; SÁ, D.M.C.; SILVA, T.P.; CAVALCANTE, K.S.; MONTEIRO, R. A.; LOBATO, T.A.S.; SOUTO, R.N.P. Mirmecofauna associada à carcaça de (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) em área urbana de Macapá, Amapá. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia. Curitiba, 2012.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Região Urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology*, v.35, n.3, p.324-328, 2006.

SOUZA, K.C.P. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas na serapilheira da população de palmeiras (Palmae) na área de mata do Centro Universitário Nilton Lins. Monografia de graduação, Centro Universitário Nilton Lins, Manaus, AM. 2004, 51p.

VIEIRA, G.D.; ALVES, T.C.; SILVA, O.B.; TERASSINI, F.A.; PANIÁGUA, N.C.; TELES, C.B.G. 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.

WILLIAMS, D.F. COLLINS, H.L.; OI, D.H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): an historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control. American Entomologist, v.47, p.146-159, 2001.

FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS NO NORDESTE DO BRASIL

YVES QUINET

Resumo

Com uma população de cerca de 57 milhões de habitantes e uma extensão territorial de 1.542.246 km², a Região Nordeste representa a segunda e a terceira das cinco regiões do Brasil, respectivamente. Também possui alguns dos maiores centros urbanos do Brasil (ex: Fortaleza, Recife e Salvador), além de muitas outras cidades de médio porte onde boa parte (mais de 70%) da população do Nordeste se encontra. Entretanto, das 77 publicações referentes a pesquisas sobre formigas-urbanas do Brasil, e recenseadas para o período 1993-2016, apenas nove (11,7%) se referem a pesquisas realizadas na Região Nordeste, principalmente no Estado da Bahia, em cidades inseridas no Bioma da Mata Atlântica. Seis dos nove estados da Região Nordeste, ou seja, boa parte do semiárido, são completamente desprovidos de pesquisas publicadas sobre formigas-urbanas. Esses números refletem os números registrados para a Região Nordeste, mais particularmente para a região do semiárido, para o estudo da fauna de formigas e para a biodiversidade global de um modo geral.

Introdução

Composta por nove Estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe), a Região Nordeste representa, em extensão territorial (1.542.246 km²) e em população (\pm 57 milhões de habitantes em 2015), a terceira e a segunda das cinco regiões do Brasil, respectivamente (IBGE).

Biogeograficamente, a Região Nordeste é também muito diversa, pois quatro províncias biogeográficas (*sensu* MORRONE, 2014), ou domínios morfoclimáticos (*sensu* AB'SABER, 1977), são representadas. A mais importante, com uma extensão de \pm 800.000 km², é a província da Caatinga (ou domínio das Caatingas), quase que inteiramente inserida na Região Nordeste, com a exceção de uma pequena porção na extremidade Sul, localizada no Estado de Minas Gerais. As outras províncias/domínios representadas são: província Atlântica (ou domínio Tropical Atlântico), presente na faixa atlântica indo do Sul do Rio Grande do Norte até a extremidade Sul da Bahia; província do Cerrado (ou Domínio dos Cerrados), presente no Sudoeste e Norte do Piauí e Sul do Maranhão; e a província de Pará (ou domínio Equatorial Amazônico), presente no Norte do Maranhão.

A Região Nordeste também se destaca, como o resto do Brasil, por um alto grau de urbanização da população (70,13% em 2010 – IBGE) que se encontra principalmente concentrada em grandes centros urbanos, muitos deles situados na faixa litorânea, como São Luiz (1,1 milhões de habitantes, 1,6 milhões na Região Metropolitana), Parnaíba (0,2 milhão de habitantes), Fortaleza (2,6 milhões de habitantes, 4 milhões na RM), Natal (0,9 milhão de habitantes, 1,5 milhões na RM), João Pessoa (0,8 milhão de habitantes, 1,2 milhões na RM), Recife (1,6 milhões de habitantes, 4 milhões na RM), Maceió (1 milhão de habitantes, 1,5 milhões na RM), Aracaju (0,65 milhão de habitantes, 0,95 milhão na RM), e Salvador (2,9 milhões de habitantes, 4 milhões na RM) (IBGE). Além do mais, muitos desses grandes centros urbanos ficam próximos a portos (ex: Porto do Itaqui no Maranhão, o Porto do Pecém (Ceará), o Porto de Suape (Pernambuco), ou o Porto de Salvador (Bahia)) com intensa movimentação, nacional e internacional, de mercadorias, e, portanto, com potencial de contribuir ao transporte de formigas entre regiões, países e continentes.

Região Nordeste e conhecimento da biodiversidade

Apesar dessa expressiva diversidade biogeográfica e extensão territorial, a Região do Nordeste permanece a região do Brasil cuja biodiversidade é menos conhecida e estudada, junto com a região Centro-Oeste. Dos 535 inventários de animais (vertebrados e invertebrados) realizados no Brasil e publicados entre 1985 e 1999 (fonte: Zoological Record), apenas 47 (7,6%) são da Região Nordeste (apenas 4 dos 40 inventários de himenópteros publicados no mesmo período são da Região Nordeste), contra 184 (34%) e 91 (17%) para as Regiões Sudeste e Sul, respectivamente (LEWINSOHN; PRADO, 2002). Os mesmos números são encontrados quando se leva em conta o número de coleções (de animais ou plantas) representativas no Brasil. De um total de 355 coleções recenseadas no final dos anos 1990, apenas 25 (7%) são da Região Nordeste, contra 280 (78,9%) para as Regiões Sul e Sudeste (LEWINSOHN; PRADO, 2002).

A escassez de inventários e coleções, e o conseqüente desconhecimento da biodiversidade, é particularmente aguda para o Bioma da Caatinga, já que dos 395 inventários de animais publicados no mesmo período, e com bioma claramente identificado, apenas três (0,7%) são da Caatinga, contra 103 (26%) para a Floresta Amazônica e 54 (14%) para o Bioma da Mata Atlântica, um dos biomas presentes no Nordeste (LEWINSOHN; PRADO, 2002). Publicações mais recentes reforçam a constatação de insuficiência de estudos da biodiversidade da Região Nordeste, e particularmente da Caatinga (LEAL et al., 2003, 2005; BRANDÃO; YAMAMOTO, 2004; ARAÚJO et al., 2005; SANTOS et al., 2011).

O estudo da biodiversidade dos ecossistemas urbanos do Nordeste, e mais particularmente, o estudo da fauna de formigas associada aos diversos ambientes urbanos sofre das mesmas carências.

Conhecimento da fauna de formigas-urbanas na Região Nordeste

A fim de se ter um retrato fiel do esforço de pesquisa realizado no Brasil, na área das formigas-urbanas, no período de 1993 (ano de publicação dos primeiros artigos com formigas de ambientes urbanos do Brasil) até hoje, foi feito um levantamento completo das publicações em revistas indexadas, e tratando exclusivamente do tema das formigas em ambientes urbanos do Brasil, nesse período. Dois artigos de síntese foram as fontes primárias de informações: “Research on urban ant: approaches and gaps” (SANTOS, 2016) e “The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil” (CASTRO et al., 2015). A bibliografia de outros artigos recentes (ex: GARCIA; LISE, 2013; MELO et al., 2014; CASTRO et al., 2016) foi também usada para completar o levantamento.

Foram identificadas 77 publicações para o período de 1993 a 2016, com pesquisas realizadas exclusivamente ou principalmente nos seguintes temas: formigas como vetores potenciais de agentes patogênicos (28), diversidade da fauna de formigas em hospitais e ambientes similares (ex: postos de saúde) (19), diversidade da fauna de formigas em domicílios e/ou prédios públicos não hospitalares e/ou ambientes comerciais/industriais (16), diversidade da fauna de formigas em áreas verdes urbanas (remanescentes de matas, parques, jardins etc.) (9), biologia/ecologia de espécies urbanas (4), controle de formigas (*pest control*) (1).

Dessas 77 publicações apenas nove (11,7%) se referem a pesquisas realizadas na Região Nordeste (Figura 1), todas em cidades da zona litoral (Tabela 1). Dessas nove publicações, cinco (55,5%) se referem a pesquisas realizadas na Bahia, em localidades inseridas no Bioma da Mata Atlântica, três (33,3%) se referem a pesquisas realizadas no Maranhão, em localidades inseridas na zona de transição Floresta Amazônica/Caatinga, e uma (11,1%) se refere a uma pesquisa realizada no Ceará, em Fortaleza, localidade inserida no Bioma da Caatinga (Tabela 1). Das nove publicações, a maioria (66,6%) se refere a pesquisas realizadas em ambientes hospitalares, com foco na problemática das formigas como vetores potenciais de agentes patogênicos; as outras (n=3) se referem a pesquisas sobre a diversidade da fauna de formigas em ambientes

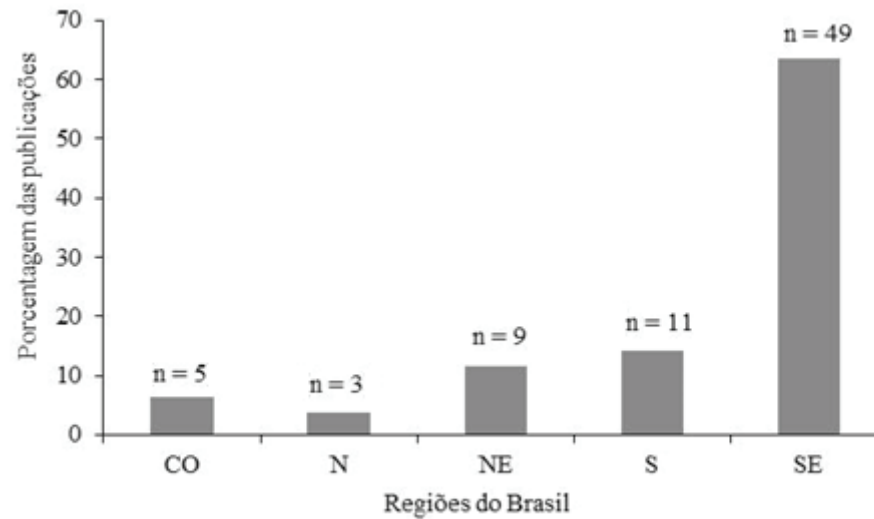
urbanos (1 pesquisa realizada em ambientes domiciliares, 1 pesquisa realizada em ambiente hospitalar, 1 pesquisa realizada em áreas verdes urbanas) (Tabela 1).

Tabela 1 – Publicações referentes aos estudos sobre formigas-urbanas realizados na Região Nordeste no período 1993-2016. RM: cidades da região metropolitana de Salvador; ZT-A/C: zona de transição Floresta Amazônica/Caatinga; DD: Diversidade da fauna de formigas em áreas domiciliares; DH: diversidade da fauna de formigas em ambientes hospitalares; DV: diversidade de formigas em áreas verdes urbanas; FV: formigas enquanto vetores de agentes patogênicos em ambientes hospitalares.

Estado	Localidade(s)	Bioma	Tipo de estudo	Autores/ano
Bahia	Ilhéus	Mata Atlântica	DD	Delabie et al. (1995)
Bahia	Itabuna	Mata Atlântica	FV	Delabie et al. (2002)
Bahia	Ilhéus e Itabuna	Mata Atlântica	FV	Fontana et al. (2010)
Bahia	Itabuna	Mata Atlântica	FV	Aquino et al. (2013)
Bahia	Salvador + RM	Mata Atlântica	DV	Melo et al. (2014)
Maranhão	Chapadinha	ZT-A/C	DH	Carvalho et al. (2011)
Maranhão	São Luiz	ZT-A/C	FV	Silva et al. (2012)
Maranhão	São Luiz	ZT-A/C	FV	Lima et al. (2013)
Ceará	Fortaleza	Caatinga	FV	Pantoja et al. (2009)

Desse levantamento, três conclusões podem ser tiradas: (1) o esforço de pesquisa sobre as formigas-urbanas da Região Nordeste é muito reduzido, e essencialmente concentrado no Estado da Bahia, no Bioma da Mata Atlântica, (2) a maioria dos estados da Região Nordeste é desprovida de estudos publicados sobre as formigas-urbanas, (3) pouquíssimos estudos foram realizados sobre as comunidades de formigas dos ambientes urbanos da Região Nordeste, seja em ambientes humanos (casas, hospitais, prédios públicos ou comerciais etc.) ou em áreas verdes (parques, bosques, remanescentes de mata etc.).

Figura 1 – Contribuição (em %) de cada região do Brasil no número total (n = 77) de publicações referentes a estudos sobre formigas-urbanas realizados no Brasil, no período 1993-2016. CO: Centro-Oeste; N: Norte; NE: Nordeste; S: Sul; SE: Sudeste. Em cima das barras: número de publicações para cada região.



Considerações finais

A escassez de estudos sobre a fauna de formigas-urbanas da Região Nordeste reflete o fraco investimento na pesquisa sobre a biodiversidade animal de um modo geral (LEWINSOHN; PRADO, 2002;) e da fauna de formigas em particular (baixo número de pesquisadores especialistas e de instituições com centros/laboratórios de mirmecologia), dessa região, sobretudo na região do semiárido (BRANDÃO; YAMAMOTO, 2004; SANTOS et al., 2011; ULYSSÉA; BRANDÃO, 2013).

A maioria dos poucos estudos na Região Nordeste foi realizada em ambientes hospitalares, com foco na problemática das formigas enquanto vetores potenciais de agentes patogênicos. Nenhum estudo foi efetuado sobre a ecologia das formigas encontradas nos ambientes hospitalares (sítios de nidificação, fontes de alimentação, competição entre as espécies, contatos com os pacientes etc.), nem sobre os fatores bióticos e abióticos que favorecem sua permanência e o desenvolvimento das suas colônias nesses ambientes, ou ainda, sobre as ações preventivas e/ou de controle que poderiam ser providenciadas para limitar sua proliferação nesses ambientes.

Ainda quase não há estudos sobre as comunidades de formigas encontradas nas áreas verdes urbanas dos centros urbanos do Nordeste. A Região Nordeste possui três dos maiores centros urbanos do Brasil (Fortaleza, Recife e Salvador), cada um com uma malha mais ou menos importantes de áreas verdes, com tamanhos variados e grau diversificado de simplificação paisagística/antropização. Essas áreas oferecem, portanto, excelentes oportunidades de investigar as variáveis ambientais e fatores bióticos que intervêm na estruturação das comunidades de formigas. O monitoramento das áreas próximas aos grandes portos, potencial porta de entrada de espécies exóticas, poderia também constituir uma das prioridades das pesquisas sobre formigas-urbanas, não apenas na região Nordeste, mas no Brasil todo.

Agradecimentos

Agradeço aos editores Odair Correa Bueno, Ana Eugênia Campos e Maria Santina de C. Morini pelo convite na produção deste capítulo.

Referências

- AB'SABER, A. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia*, v.52, p.1-21, 1997.
- AQUINO, R.S.S.; SILVEIRA, S.S.; PESSOA, W.F.B.; RODRIGUES, A.; ANDRIOLI, J.L.L.; DELABIE, J.H.C.; FONTANA, R. 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.
- ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V. (Eds.) *Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 446p.
- BRANDÃO, C.R.F.; YAMAMOTO, C.I. Invertebrados da Caatinga. In: CARDOSO, J.M.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (Eds.) *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: MMA/EFPE/Conservação Internacional do Brasil/EMBRAPA, p.135-140, 2004.
- 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.; PREZOTO, H.H.S.; FERNANDES, E.F.; BUENO, O.C.; PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.59, p.77-83, 2015.
- CASTRO, M.M.; ALMEIDA, M.; FERNANDES, E.F.; PREZOTO, F. Ants in the hospital environment: ecological parameters as support for future management strategies. *Neotropical Entomology*, v.45, p.320-325, 2016.
- DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A.B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v.78, p.264-270, 1995.
- DELABIE, J.H.C.; FONTANA, R.; BRITO, T.A.; FERREIRA, S.L. Infecção hospitalar e formigas no Brasil: o caso de um hospital do sudeste da Bahia. *O Biológico*, v.64, p.41-42, 2002.

FONTANA, R.; WETLER, R.M.D.C.; AQUINO, R.S.; ANDRIOLI, J.L.; QUEIROZ, G.R.; FERREIRA, S.L., NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H.C. Pathogenic bacteria dissemination by ants (Hymenoptera: Formicidae) in two hospitals in northeast Brazil. *Neotropical Entomology*, v.39, p.655-663, 2010.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 05/02/2017.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 806p.

LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; LACHER, T.E. Changing the course of biodiversity conservation in the caatinga of Northeastern Brazil. *Conservation Biology*, v.19, p.701-706, 2005.

LEWINSOHN, Thomas M.; PRADO Paulo Inácio. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo: Editora Contexto, 2002. 176p.

LIMA, W.R.S.; MARQUES, S.G.; RODRIGUES, F.S.; REBELÔ, J.M.M. 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.

MELO, T.S.; PERES, M.C.L.; CHAVARI, J.L.; BRESCOVIT, A.D.; DELABIE, J.H.C. Ants (Formicidae) and spiders (Araneae) listed from the metropolitan region of Salvador, Brazil. *Check List*, v.10, p.355-365, 2014.

MORRONE, J.J. Biogeographical regionalisation in the Neotropical region. *Zootoxa*, v.3782, p.001-110, 2014.

PANTOJA, L.D.M.; MOREIRA, F.R.E.; BRITO, E.H.S.; ARAGÃO, T.D.; BRILHANTE, R.S.N.; CORDEIRO, R.A.; ROCHA, M.F.G.; MONTEIRO, A.J., QUINET, Y.P., SIDRIM, J.J.C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as carriers of fungi in hospital environments: an emphasis on the genera *Tapinoma* and *Pheidole*. *Journal of Medical Entomology*, v.46, p.895-899, 2009.

SANTOS, M.N. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, v.63, p.359-371, 2016.

SANTOS, J.C.; LEAL, I.R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Tropical Conservation Science*, v.4, p.276-286, 2011.

SILVA, G.M.; CARMO, M.S.D.; MOARES, L.S.; MOARES, F.C.; BARNABÉ, A.S.; FIGUEIREDO, P.D.M.S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vectores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis-Maranhão. *Revista de Patologia Tropical*, v.41, p.348-355, 2012.

ULYSSEÁ, M.; BRANDÃO, C.R.F. Ant species (Hymenoptera: Formicidae) from the seasonally dry tropical forest of northeastern Brazil: a compilation from field surveys in Bahia and literature records. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.57, p.217-224, 2013.

Parte 4

**FORMIGAS EM AMBIENTES
URBANOS NO COTIDIANO**

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE FORMIGAS NA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ

JOSÉ RODRIGUES DE ALMEIDA NETO
KELLY POLYANA PEREIRA DOS SANTOS
ROSELI FARIAS MELO DE BARROS
ERALDO MEDEIROS COSTA NETO

Resumo

As formigas, por dominarem os ecossistemas terrestres e serem dentre os insetos sociais os que mais se adaptam as áreas urbanas, mantêm nos diversos espaços de uma cidade interações muito próximas com o homem. Os conhecimentos, os valores, as ideias e práticas que as pessoas estabelecem com as formigas, são importantes para a construção de representações, que se manifestam por meio de elementos cognitivos, como imagens, conceitos, categorias e teorias, socialmente elaboradas e compartilhadas. As representações sobre formigas que surgem no cotidiano, de forma individual e posteriormente compartilhadas, possuem naturezas positivas, negativas e neutras. Os estudos que buscam verificar as concepções, sentimentos, percepções e práticas direcionadas às formigas em áreas urbanas no Brasil são escassos. Portanto, partindo de um contexto particular buscou-se, na cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, Nordeste

brasileiro, estudar as representações sociais sobre formigas-urbanas. Nos diferentes grupos estudados, donas de casa, comerciários e funcionários de postos de saúde, as expressões e/ou sentimentos que sustentam a relação com as formigas foram organizadas em categorias de análise, dependendo da natureza sentimental e direcionamento semântico, as quais foram definidas como depreciativas, apreciativas e ambivalentes. Desta forma foi possível verificar que as Representações Sociais construídas sobre as formigas pelos grupos estudados são na sua maioria negativas, sendo expressas por meio de atributos negativos, com predomínio da ideia central de nocividade. As expressões e os sentimentos mais negativos em relação às formigas podem estar relacionadas ao medo inato a insetos potencialmente perigosos, ou partem de uma perspectiva excessivamente antropocêntrica. A concepção de formigas como transmissoras de doenças, especialmente pelos funcionários de postos de saúde, é validada pelos levantamentos de formigas em ambientes hospitalares no Brasil. Os atributos positivos centraram-se na concepção de utilidade, do anúncio de mensagens à alimentação humana e nas associações antropomórficas. Formigas com associações antropomórficas e míticas, também foram encontradas em representações gráficas nos muros da cidade. A ideia de percepção pejorativa como único direcionamento às formigas não é generalizada, pois, os insetos em algumas situações podem ser percebidos de forma antagônica, ou seja, ambivalente, como bons e ruins. As representações sobre formigas são resultantes do encontro de saberes e culturas, em um ambiente altamente híbrido como as cidades. A mudança no referencial afetivo-emocional que existe hoje para as formigas é essencial para os processos de conservação de espécies no ambiente urbano. Mais estudos de Representações Sociais da população sobre a mirmecofauna em ambientes urbanos são necessários, pois podem contribuir para desvendar as percepções direcionadas a esses animais, na tomada de atitudes conservacionistas de espécies consideradas prejudiciais e ameaçadas, e até mesmo como instrumento nos projetos voltados ao manejo e ensino.

Introdução

Os animais denominados popularmente de formigas (Hymenoptera) dominam a maioria dos ecossistemas terrestres, representando de 10 a 25% do total da biomassa faunística do planeta (COSTA NETO; RODRIGUES, 2005). São conhecidas 15.300 espécies conhecidas, pela ciência (ANTWIKI, 2017), mas estima-se que devam existir em torno de 22.000 a 30.000 espécies no mundo (SUGUITURU et al., 2015; BACCARO et al., 2015). Ecologicamente são os insetos sociais que mais se adaptam as áreas urbanas, especialmente em ambientes tropicais; as formigas-urbanas compartilham características que as tornam aptas a dominar o ambiente antrópico como associação com o homem, que lhe fornece locais para a construção dos ninhos e é responsável pela dispersão para longas distâncias (CAMPOS-FARINHA; BUENO, 2004; OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; BICHO et al., 2007; FONTANA et al., 2010). A maior disponibilidade de nichos, e a complexidade do ambiente, fazem com que a riqueza e diversidade de espécies de formigas tendam a aumentar (ROCHA et al., 2015). A importância biológica desse grupo reside no controle de populações de outros insetos, na incorporação de nutrientes e aeração do solo, além de serem importantes bioindicadores ambientais, usados na análise do grau de degradação ou recuperação de uma área, seja pela presença ou ausência de espécies, ou pela interação com a vegetação (CAMPOS-FARINHA; BUENO, 2004; ROCHA et al., 2015). Entretanto, devido a algumas interações danosas, algumas espécies de formigas podem ser consideradas pelo homem como sinônimo de pragas e doenças.

A associação das formigas com o homem pode ocorrer nos mais diversos espaços em uma cidade, como residências, postos de saúde, hospitais, estabelecimentos comerciais, fábricas e zoológicos (CAMPOS-FARINHA et al., 2002). Podem: a) provocar danos em jardins, canteiros, estruturas de casas e prédios comerciais; b) relacionar-se a sujeira e contaminação em cozinhas e alimentos; c) gerar incômodos como rejeição psicológica e provocar desde coceiras leves a choque anafiláticos em pessoas com alergias; d) em hospitais podem falsear resultados laboratoriais por passarem de uma placa de Petri a outra; e) facilitar o carreamento de patógenos, pois microrganismos podem aderir e sobreviver em seu tegumento (OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; FONTANA et al., 2010; VIEIRA et al., 2013).

As formigas, do mesmo modo que os demais representantes de Insecta, na concepção de Trindade et al. (2012), despertam um considerável interesse pelas pessoas, devido às diversas relações que o ser humano pode manter com estes animais em função de sua rica diversidade. Para Costa Neto (2002), em diferentes sociedades, as ideias, concepções e, notadamente, as representações sobre esses animais, são produtos socioculturais, oriundos da dinâmica cultural desses povos. De acordo com Clavijo-Vargas e Costa Neto (2010) as atitudes expressas pelos humanos direcionadas às outras espécies animais têm sido investigadas por diversos campos acadêmicos. A teoria das Representações Sociais é aplicada em vários campos (TRINDADE et al., 2012); e pode ser uma ferramenta importante aos estudos etnoentomológicos, no entendimento das concepções construídas e compartilhadas por um determinado grupo social sobre as formigas.

As Representações Sociais são formas de conhecimento que se manifestam como elementos cognitivos (imagens, conceitos, categorias, teorias), socialmente elaboradas, compartilhadas que contribuem para a construção de uma realidade comum, possibilitando a comunicação (SPINK, 1993). Santos (2010), ao analisar as ideias de Serge Moscovici, psicólogo social que propôs a teoria das Representações Sociais, afirma que estas se caracterizam como sistemas de valores, ideias e práticas com a dupla função de convencionalizar o mundo e de serem prescritivas. Alexandre (2004) discute que as representações surgem na realidade da vida cotidiana, em um mundo intersubjetivo, no qual cada um participa junto a outros indivíduos, compartilhando de atitudes naturais. Este autor afirma que as representações como fenômenos sociais têm de ser entendidas a partir do seu contexto de produção, isto é, a partir das funções simbólicas e ideológicas a que servem e das formas de comunicação por onde circulam. Essa ideia é consonante a de Posey (1986) para os estudos etnoentomológicos no que diz respeito à abordagem emicista-eticista, por entender as concepções populares sobre insetos de forma abrangente, respeitando as intersubjetividades.

No Brasil, pesquisas sobre formigas-urbanas começaram a ser desenvolvidas na década de 1980 (CAMPOS-FARINHA et al., 2002). Segundo Melo e Delabie (2015), parte dessas pesquisas são levantamentos da mirmecofauna em diferentes habitat humanos, e que estudos que avaliem os efeitos da urbanização sobre as comunidades de formigas são recentes. Qualquer interação entre pessoas e insetos, em qualquer época e lugar, é alvo de estudos da Etnoentomologia

(COSTA NETO, 2000), uma ciência transdisciplinar que buscar conhecer e valorizar as diversas conexões mantidas entre sociedades humanas e os organismos percebidos culturalmente como insetos. Almeida Neto et al. (2015) comentam que muitos estudos etnoentomológicos, com vistas à percepção sobre insetos já foram desenvolvidos, porém especialmente no contexto rural da região Nordeste. Sobre as representações sociais da mirmecofauna urbana, os trabalhos com esse direcionamento são escassos. Desta forma, buscou-se, no contexto da cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, Nordeste brasileiro, estudar as representações sociais sobre formigas-urbanas.

Aspectos metodológicos

A pesquisa de natureza qualiquantitativa foi desenvolvida na cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí. O município possui uma unidade territorial de 1.391,981 km², com população estimada em 2016 de 847.430 habitantes e densidade demográfica de 584,94 hab/km² (IBGE, 2017).

A pesquisa de campo ocorreu durante os meses de outubro de 2016 a janeiro de 2017. Trabalhou-se com três grupos de sujeitos: donas de casa, comerciários e funcionários de postos de saúde, totalizando 60 participantes, 20 por grupo. O protocolo utilizado para a coleta de dados foi um guia composto de nove questões abertas. Obedecendo-se aos preceitos éticos, antes da aplicação do guia, os participantes foram informados e esclarecidos sobre os propósitos da pesquisa, participando, portanto, apenas aqueles que se sentiram à vontade. Os guias foram aplicados em todas as zonas da cidade (Centro, Norte, Sul, Leste e Sudeste), abrangendo 29 bairros da capital. Participaram representantes dos seguintes segmentos comerciários: agrícola, armazém, produtos farmacêuticos e artigos de vestuário, além de trabalhadores de três postos de saúde localizados nos bairros Poty Velho, Picarreira e Vila Bandeirantes. Como estudo complementar ao de Representações Sociais sobre formigas em ambiente urbano, saídas de campo nas diferentes zonas da cidade foram realizadas para o registro fotográfico das representações artísticas/gráficas sobre formigas.

Com o intuito de analisar os discursos encontrados, optou-se por usar as análises de conteúdo e semiótica (BARDIN, 1978; REIS; BELLINI, 2011). Investigou-se também segundo a interpretação emicista-eticista (POSEY, 1986), e toda informação pertinente ao assunto pesquisado foi considerada, o que pressupõe o modelo da união das diversas competências individuais de Hays (MARQUES, 1991). A abordagem emicista diz respeito ao modo como os membros da cultura em estudo percebem, estruturam, classificam e articulam seu universo, enquanto que a abordagem eticista refere-se ao modo como o pesquisador vê a cultura do outro (COSTA NETO, 2003). Portanto, natureza sentimental, direcionamento semântico, todos os registros verbais e escritos foram considerados para análise. Levou-se em consideração as expressões direcionadas às formigas com as seguintes tendências: i) positividade, como de aproximação por utilidade, admiração estética e afetividade; ii) negatividade, como de afastamento por nocividade, desagrado e inutilidade; e iii) neutralidade, como as positivas e negativas ao mesmo tempo. Identificadas e interpretadas, as expressões foram categorizadas e classificadas como depreciativas, apreciativas e ambivalentes. Para verificar diferenças de percepção sobre as formigas entre os grupos estudados, foi utilizado o Teste do Qui-quadrado (χ^2) estabelecendo como nível de significância o valor de 0,05, usando o programa Epi Info®.

Resultados e discussão

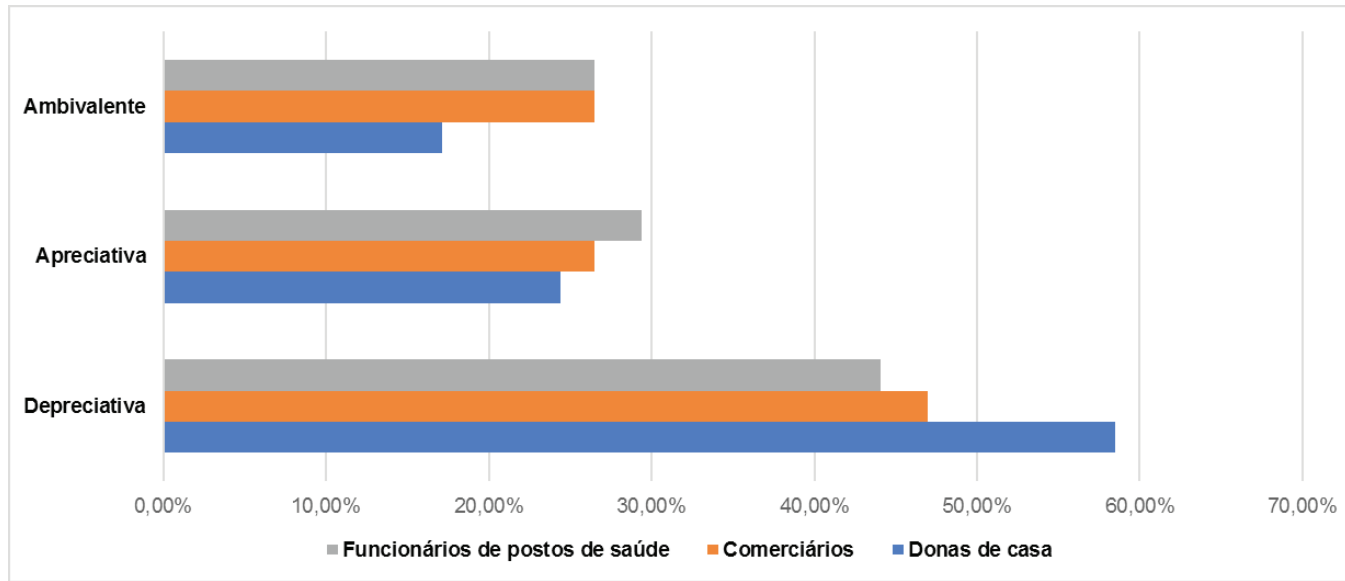
As expressões que sustentam a relação entre as formigas e os grupos de entrevistados foram quantificadas e podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Categorização dos padrões de respostas dos entrevistados em relação as expressões que sustentam em relação às formigas em Teresina/PI.

Categorização das expressões	Donas de casa		Comerciários		Funcionários de postos de saúde	
	Citações (n)	Citações (%)	Citações (n)	Citações (%)	Citações (n)	Citações (%)
Expressões de natureza depreciativa	24	58,5	16	47	15	44,1
Expressões de natureza apreciativa	10	24,4	9	26,5	10	29,4
Expressões ambivalentes	7	17,1	9	26,5	9	26,5
Totais	41	100	34	100	34	100

Como observado, entre todos os entrevistados, donas de casa (58,5%), comerciários (47%) e funcionários de postos de saúde (44,1%), predominou as expressões de natureza depreciativa, estabelecendo, portanto, uma representação negativa em relação às formigas. Quando verificado a diferença de percepção sobre as formigas entre esses grupos, não foi significativa ($p= 0,16$); mas é possível verificar na Figura 1, uma tendência maior da percepção depreciativa, ou seja, negativa.

Figura 1 – Tendência da percepção dos entrevistados em relação às formigas em Teresina/PI.



As expressões depreciativas sobre as formigas, que podem se concretizar por meio de atitudes de aversão, antipatia e medo, podem estar relacionadas a uma aprendizagem inata do ser humano em evitar o contato com animais invertebrados, a tendência a relacioná-los a doenças e a pragas, ao seu distanciamento filogenético e ecológico e desconhecimento sobre a maioria das espécies (KELLERT, 1993). Assim, é pertinente a ideias de Modro et al. (2009) quando discorrem sobre a importância da aprendizagem construída sobre os insetos no ensino formal, por meio do conhecimento de sua biologia e ecologia, da sensibilização sobre sua conservação, como instrumentos que podem influenciar sentimentos e atitudes mais positivas sobre esses animais.

Dentre os insetos que apresentam importância nos sistemas culturais de diferentes sociedades, as formigas se destacam, pois, estão presentes no cotidiano das pessoas de diversas formas (COSTA NETO; RODRIGUES, 2005). A natureza depreciativa também foi observada no estudo realizado por Souza Junior e Lima (2014) na zona urbana de Teresina, entrevistando pessoas em hortas comunitárias e mercados públicos sobre a percepção de insetos, em que o sentimento de aversão foi predominante e a percepção das formigas no cotidiano dos entrevistados foi baixa, pois elas figuraram apenas em quatro citações, direcionadas negativamente.

É comum nos estudos etnoentomológicos, de grupos mais contemporâneos, como em áreas urbanas ou urbanizadas, a predominância de aspectos negativos aos insetos, como os que foram direcionados às formigas. Isso é reforçado pelos relatos abaixo:

“Elas incomodam a gente, e danificam a casa”

(Dona de casa, 32 anos)

“Tenho é nojo, elas ficam no quintal, dentro de casa, entram nos aparelhos e prejudicam”

(Dona de casa, 42 anos)

“Eu e minha filha, a gente tem pavor, a picada de algumas pode causar alergia na gente”

(Funcionária de posto de saúde, 28 anos)

“Alguns prejuízos as formigas podem causar, transmitem doença através da alimentação, carregam bactérias, podem provocar infecção hospitalar”

(Funcionária de posto de saúde, 50 anos)

“Acho que o fato de ir em coisas doces ou adocicadas; já até deixei de comer e vender por causa delas”

(Comerciária, 35 anos)

“Elas são ruim, já ouvi dizer que elas possuem mais doenças do que as baratas; é menos perigoso você comer alguma coisa por onde a barata passou, do que a formiga andou”
(Comerciária, 26 anos)

Aspectos negativos – de medo, perigo, incômodo – são presentes nas citações de fala dos entrevistados, além da relação de prejuízo e veiculação de doenças. Algumas espécies de formigas são importantes por infestarem casas e apartamentos, causarem incômodo, atacarem os alimentos e provocarem estragos às estruturas, podendo, ainda, danificar tecidos e certos objetos de borracha (FONSECA et al., 2010). Soares et al. (2006) afirmam que perturbações antrópicas facilitam a adaptação de muitos insetos colonizarem em ecossistemas urbanos, como formigas que podem nidificar no interior de residências, utilizando pequenas cavidades em azulejos, guarnições de janelas e em batentes de porta. Contudo, Fontana et al. (2010) falam que apesar dos incômodos causados em residências, como prejuízos de ordem psicológica e estruturais, a ocorrência de formigas nesses ambientes é raramente considerada perigosa à saúde.

A concepção de formigas como transmissoras de doenças, especialmente por funcionários de postos de saúde, é validada pelos levantamentos de formigas em ambientes hospitalares no Brasil. As formigas além de estarem associadas a bactérias multirresistentes, podem também ser carregadas pelo ser humano do ambiente hospitalar para o domiciliar, havendo, neste caso, a possibilidade de serem deslocadas cepas bacterianas multirresistentes, o que eleva o risco de infecções comunitárias graves (SILVA et al., 2012). É complexa a erradicação de formigas em prédios urbanos, especialmente quando é considerado o ambiente hospitalar; a presença de abrigo e disponibilidade de restos de alimento e acondicionamento inadequado do lixo são fatores primordiais para o estabelecimento das formigas em recintos urbanos (FONSECA et al., 2010). O controle de formigas no ambiente hospitalar no Brasil é uma tarefa difícil (FONTANA et al., 2010).

As expressões e os sentimentos mais negativos em relação às formigas está relacionada ao medo inato a insetos potencialmente perigosos, como explica Costa Neto (2002). Segundo o mesmo autor, a associação desses animais a enfermidades e invasores de habitações humanas são razões que também explicam esse fato. Para Kellert (1993), essas representações procedem de uma perspectiva excessivamente antropocêntrica. Essa ideia onde o homem se comporta como

superior as demais espécies, e portanto, tende a construir concepções negativas, de evitar e dominar outros organismos, como no caso das formigas, é intensificada em áreas urbanas. Almada (2010) discorre que a cidade moderna é uma representação de dominação da natureza pela sociedade, uma vez que o processo de urbanização conduz a profundas mudanças nas formas de organização, o que pode tornar os moradores das áreas urbanas, pela dissipação dos elementos de modernidade, alienados aos bens necessários à sua sobrevivência.

A ideia de percepção pejorativa como único direcionamento a formiga não é generalizada, pois, os insetos em algumas situações podem ser percebidos de forma antagônica, ou seja, ambivalente, como bons e ruins, seja por relações inatas dos seres humanos em manter contato com outras formas de vida, seja por atribuições de valores de diversas ordens a esses animais (KELLERT, 1993; WILSON, 1993; COSTA NETO, 1999). A ambivalência expressa pelos entrevistados pode ser percebida por meio das citações abaixo:

“As formigas são boas eu faço é gostar, mas eu também sinto nojo, por que elas transportam doenças, andam muito em lugar sujo”

(comerciária, 35 anos)

“Depende, se for em um meio de algo de gosto, como a comida, eu sinto nojo, se for na natureza, eu gosto delas”

(Dona de casa, 23 anos)

As expressões de natureza ambivalentes sobre as formigas podem ser explicadas como uma manifestação a partir de um conflito interno do pensamento do indivíduo, cuja reação é expressar atitudes ambivalentes ou antagônicas, como felicidade e asco, medo e curiosidade, entre outras (CLAVIJO-VARGAS; COSTA NETO, 2010). As Representações Sociais, como sistemas de interpretação do mundo, orientam as nossas ações, positivas e negativas, direcionadas aos insetos (TRINDADE et al., 2012).

As atitudes que as pessoas expressam sobre os insetos oscilam dentro de um amplo espectro de possibilidades emocionais, determinadas por fatores inatos, como aprendidos dentro da cultura, portanto, os aspectos bioculturais

intermedeiam os conjuntos de reações positivas, como a atração, e negativas, como a repulsa (CLAVIJO- VARGAS, 2014). A partir das expressões catalogadas, foi possível extrair atributos negativos direcionados às formigas, os quais foram organizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Interpretação emicista-eticista negativa para a categorização dos termos utilizados na definição de formigas pelos entrevistados em Teresina/PI.

Interpretação eticista		Atributos	Citações	%	
NEGATIVO	Idea Central de Nocividade	Destruidora	2	3,6	
		Inseto nocivo	1	1,8	
		Mordedora	4	7,3	
		Perigosa	1	1,8	
		Agressiva	1	1,8	
		Picadora	5	9,1	
		Devastadora	1	1,8	
		Praga	1	1,8	
		Peste	1	1,8	
		Diabo	1	1,8	
		Danosa	1	1,8	
		Transmissor (vetor) de doenças	16	29,1	
		Causadora de infecção	1	1,8	
		Contaminadora de alimentos	6	10,9	
		Esteticamente desagradável	Suja	1	1,8
			Nojenta	9	16,4
		Psicologicamente desagradável	Perturbadora	1	1,8
Anormal	1		1,8		
Sem valor de uso	Imprestável	1	1,8		
TOTAL			55	100	

Os fatores emocionais direcionam a percepção dos seres humanos sobre um determinado objeto (ANDERSON, 1996). Como observado na Tabela 2, algumas características antropomórficas sobre as formigas foram registradas, ou seja, foram-lhes atribuídas qualidades humanas, como nos atributos de “Agressiva”, “Suja”, “Perigosa”, “Pertubadora”, “Mordedora” e “Nociva”. Costa Neto e Rodrigues (2005) também observaram esse direcionamento antropomórfico sobre as formigas. Segundo esses autores, essas características atribuídas, dizem respeito aos efeitos nocivos de diferentes etnoespécies devido a sua mordida, ferroadada ou liberação de substâncias cáusticas na pele humana.

A ideia de projeção também pode ser utilizada para explicar outras associações antropomórficas com as formigas, como os atributos de “Diabo”, “Pertubadora” e “Anormal”. A projeção resulta de um processo psicológico pelo qual uma pessoa atribui a outro ser os motivos de seus próprios conflitos (COSTA NETO, 2002).

Atributos como “destruidora”, “devastadora” e “danosa”, fazem relação aos gastos financeiros que as formigas no ambiente urbano podem provocar, especialmente nas residências e comércios. O juízo de valor dado a insetos também pode ser justificado ao prejuízo econômico que estes podem provocar, especialmente no dano causado em produtos alimentares comercializados (SOUZA JUNIOR; LIMA, 2014).

O atributo de “imprestável” para as formigas, evidencia a expectativas de valor utilitário a esses animais. Os invertebrados, muitas vezes, são relegados a um plano secundário na escala de valores dos seres humanos, e isso resulta no inequívoco utilitarismo que sempre guiou as relações do homem com o mundo (COSTA NETO, 2002). Nessa escala utilitarista, os humanos enxergam o valor prático dos invertebrados ou a condição de subordinação destes para a produção de bens materiais (KELLERT, 1993).

Foi possível também, extrair os atributos positivos direcionados as formigas, como pode ser observado na Tabela 3. Dentre os aspectos positivos, a ideia central de utilidade foi a geradora de mais atributos às formigas, do anúncio de mensagens à alimentação humana, e principalmente as suas funções ecológicas, como pode ser constatado pelas atribuições de “Decompositora”, “Boas para o solo”, “Dispersora de semente”, “Ajudante da natureza” e “Controladora do ambiente”. Segundo Alves (2014), uma parte da interação entre seres humanos e animais, repousa no seu valor utilitário,

por apresentar uma fonte de produtos essenciais à sobrevivência do homem, quanto mais usos uma determina espécie tiver, maior será a sua relevância.

Tabela 3 – Interpretação emicista-eticista positiva para a categorização dos termos utilizados na definição de formigas pelos entrevistados em Teresina/PI.

Interpretação emicista		Atributos	Citações	%	
POSITIVO	Ideia central de utilidade	Heróis invisíveis	1	3,4	
		Decompositora	4	13,8	
		Alimento	4	13,8	
		Adivinhadora de chuva	1	3,4	
		Boas para o solo	2	6,9	
		Dispersora de semente	1	3,4	
		Ajudante da natureza	3	10,3	
		Controladora do ambiente	8	27,6	
		Inofensibilidade	Coitadinhas	1	3,4
		Esteticamente agradável	Admiráveis	1	3,4
			Bonitinhas	1	3,4
		Habilidade	Inteligentes	2	6,9
TOTAL			27	100	

O atributo “Adivinhadora de chuva” é uma interpretação semiótica da passagem de formigas, sem motivos aparentes, que tem a utilidade de sinalizar chuvas vindouras, caracterizando um entomoáugure. Na perspectiva de Almeida Neto et al. (2015), os entomoáugures se caracterizam como a sinalização de coisas boas ou ruins, percebidas no momento da presença, passagem ou canto (ruídos) de insetos em um determinado local.

O uso de formigas como alimento conecta positivamente esses insetos ao homem. No Brasil, a antropofagia que é o uso de insetos como recurso alimentar pelas populações humanas, não é uma prática exclusiva de grupos indígenas ou rurais. Dentre os insetos comestíveis as formigas são os preferidos em regiões tropicais; no Brasil as formigas do gênero *Atta*, são amplamente usadas não só em áreas rurais, como também no meio urbano (COSTA NETO; RAMOS-ELORDUY, 2006). Barrionuevo (2016) diz que a formiga *Tajanura* era vendida, no começo do século XIX, pelas ruas de São Paulo em tabuleiros. Nessa perspectiva, Holanda (2001), afirma que a farofa de *tanajura* venceu as resistências e urbanizou-se, assim como outras comidas tradicionais brasileiras. Rose (1993) relata que na época das revoadas das *tanajuras*, os donos de bares da feira de Caruaru, Estado de Pernambuco, vendem as formigas como acompanhamento da cachaça. Atualmente, o consumo de *tanajuras* parece ainda ser uma prática alimentar comum nos períodos das festas de São João em Caruaru.

As concepções positivas direcionadas às formigas, por meio da ideia central de utilidade, residem também nas suas funções ecológicas. Como exemplo, o atributo “dispersoras de sementes” que reforça a ideia da mirmecocoria, um tipo de dispersão biótica. As sementes possuem um mecanismo de defesa adaptado a atrair formigas, que atuam como agente dispersor; em alguns ecossistemas as formigas chegam até a competir com aves e roedores pelas sementes existentes (RODRIGUES; ALBUQUERQUE, 2007).

O aspecto afetivo é um domínio importante na relação homem e formigas, como pode ser observado nos atributos de “coitadinha”, “bonitinhas” e “admiráveis”. Segundo a hipótese da biofilia, a espécie humana possui afinidades emocionais genéticas, de contato com os outros seres vivos existentes; essa necessidade de aproximação com os demais organismos vivos é construída a partir de padrões de aprendizagens e comportamentos complexos (KELLERT; WILSON, 1993). Valores positivos, como estético, humanístico, moral e lúdico, são comuns dentro das tipologias de relação que os seres humanos mantêm com a diversidade de insetos (KELLERT, 1993).

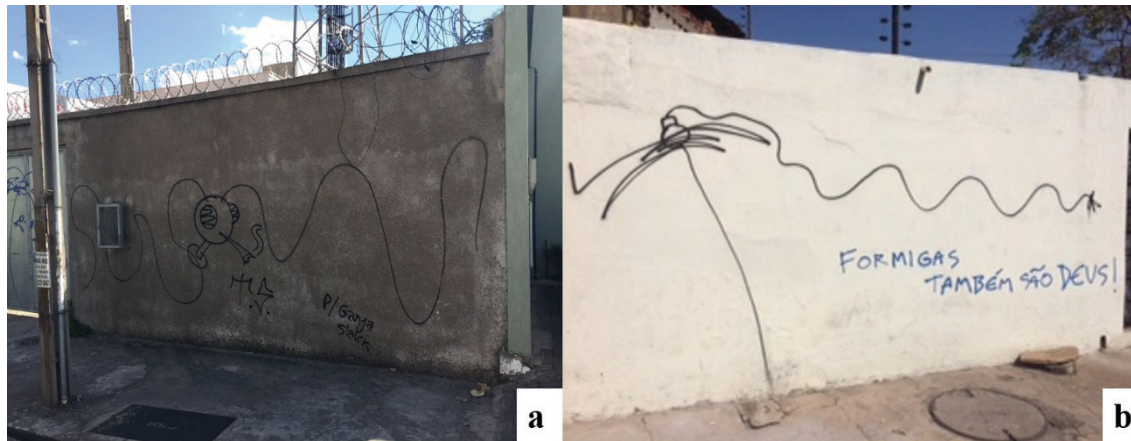
A mudança no referencial afetivo-emocional que existe hoje para as formigas é essencial nos processos de conservação de espécies no ambiente urbano. A maneira como esses animais são concebidos, valorados e tratados pelas pessoas,

poderia ser transformada, gerando uma convivência menos conflitiva. Deste modo, campanhas educativas são necessárias para promover mudanças de atitudes negativas para com as espécies consideradas prejudiciais (CLAVIJO-VARGAS; COSTA NETO, 2010).

Desde os primórdios da humanidade, os insetos participam com muitos significados na vida diária de diferentes grupos étnicos, inclusive, influenciando culturalmente em diversos campos, como nas línguas, artes, literatura, história representativa, entre outros (LENKO; PAPAVERO, 1996; COSTA NETO, 2002.). Essa ideia é reforçada por Cardona (2014), ao falar de patrimônio zoocultural, quando considera que os insetos estão presentes no cotidiano das pessoas, mediante expressões culturais e sendo motivos de inspiração artística.

As representações gráficas de insetos, como as formigas, registradas em muros (Figura 2), são expressões populares que se materializam na cidade de Teresina, e podem ser analisadas do ponto de vista semiótico.

Figura 2 – Representações gráficas (A, B) de formigas na cidade de Teresina/PI.



Essas expressões gráficas foram registradas especialmente na região central da cidade, onde é possível visualizá-las sempre com a mesma configuração, em grande quantidade nos muros das ruas comerciais e avenidas principais. Na Figura 2a, é clara a representação gráfica de uma formiga com presença de olhos e fumando, uma configuração morfológica e comportamental humana. A humanização de formigas pode ser um processo inconsciente de manter e externalizar os vínculos afetivos e aproximação, de natureza humana com os insetos.

Clavijo-Vargas e Costa Neto (2010) enunciam que existem algumas maneiras de pensar e atuar sobre os animais, uma delas é a antropomorfização, que consiste em transferir aos animais características, raciocínios, emoções e condutas tipicamente humanas. Sobre o fenômeno da antropomorfização de formigas, Amaral (2014) afirma, a partir de sua análise da humanização de formigas no filme *FormiguinhaZ*, que isso é necessário para que seja produzido um efeito de identificação suficiente com os humanos.

A humanização de formigas não é um fenômeno contemporâneo no Brasil. No final do século XIX em São Paulo, formigas eram vestidas, em alguns casos como bailarinas, e vendidas em caixas de papelão para presentear moças; e no início do século XX algo semelhante acontecia, pois, para muitas meninas vestir formigas como noivas e simular seus casamentos, eram seu passatempo (TEIXEIRA et al., 2008). A antropomorfização de formigas, coloca esses insetos entre os animais invertebrados com alta escala de valorização, devido a diversos fatores, como, por exemplo, o simbolismo carismático (CLAVIJO-VARGAS, 2014). O papel decisivo na veiculação de uma mensagem artística que envolva insetos é o valor estético, atratividade física e apelo simbólico desses animais (COSTA NETO, 2000).

Na Figura 2b, a expressão “formigas também são Deus”, pode ser entendida como a atribuição de um valor supremo a estes animais, como elemento de adoração. A ligação inata entre seres humanos e animais, pode ser concebida por meio de um fenômeno semiótico zoofílico (MARQUES; ANDRADE, 1998). Clavijo-Vargas e Costa Neto (2010), ao denotarem sobre zoolatria, explicam que ocorrem excessos de afeto pelos seres da natureza, e que por isso alguns podem ser adorados e convertidos em figuras celestiais, uma prática bem-sucedida por comunidades aborígenes, mas que pode ser expressa por sociedades contemporâneas. No caso dos insetos, a Entomolatria considera que em muitos grupos étnicos lhes são

atribuídos papéis altamente significativos, como professores, seus ancestrais, amigos e como deuses (COSTA NETO, 2002). Em diferentes países do mundo, muitas espécies animais, foram e continuam sendo associadas a deuses zoomórficos, adoradas e consideradas como sagradas (ALVES, 2014). Apesar da associação mítica dos insetos, como as formigas, por exemplo, serem mais presentes em comunidades tradicionais primitivas, as práticas culturais externas podem ser apreendidas de forma individual, por diversas vias de influência, e transmitidas socialmente, disseminando inclusive em áreas urbanas.

Apesar das representações gráficas apresentadas, serem consideradas localmente como pichações e alvo de preconceito, se valorizadas e ressignificadas, podem constituir um patrimônio zoocultural material da cidade de Teresina. Se as formigas são expressas graficamente, e possuem valores intrínsecos que lhes são atribuídos, isso se constitui, na perspectiva de análise de Clavijo-Vargas (2014), uma expressão zoocultural, pois são representações populares de um determinado grupo social. A cultura é constituída por todas as formas de criação dos seres humanos em um dado momento histórico e, em particular, os insetos são grandes fontes de inspiração das expressões artísticas e culturais (CARDONA, 2014).

Para Soldati (2013), os humanos se caracterizam, dentro de um sistema cultural, como seres que manejam informações, as quais se originam basicamente de uma fonte genética, da aprendizagem individual e de informações que lhes são transmitidas socialmente. Diante disto, na perspectiva do que afirma Almada (2010), as cidades ainda representam uma fronteira de conhecimento para alguns campos, como a Etnoentomologia; seus sistemas socioecológicos são complexos e o diálogo das disciplinas para a leitura dos saberes ecológicos urbanos, é fundamental. As representações sobre formigas são resultantes do encontro de saberes e culturas, em um ambiente altamente híbrido, como as cidades.

Conclusão

As Representações Sociais sobre as formigas são na sua maioria negativas, pois foi constatada uma tendência da percepção depreciativa por meio de atributos negativos, predominando a ideia central de nocividade. Nos diferentes grupos

estudados, donas de casa (58,5%), comerciários (47%) e funcionários de postos de saúde (44,1%), as expressões de natureza depreciativas foram as predominantes e se manifestaram através de falas que evidenciaram os prejuízos causados pelas formigas nas estruturas prediais, no mobiliário de residências, bem como infestação de alimentos, além da associação com injúrias físicas e transmissão de doenças. As representações positivas centraram-se no valor utilitário das formigas. Os sentimentos de ambivalência foram detectados, expressando valores ambíguos, de aproximação e repulsa. Expressões gráficas sobre formigas foram encontradas pela cidade, por meio de representações antropomórficas e míticas. Entende-se que mais estudos sobre representações sociais da mirmecofauna em ambientes urbanos são necessários, especialmente com um universo amostral maior e com outros grupos de sujeitos, podendo contribuir para desvendar as percepções direcionadas a esses animais, na tomada de atitudes conservacionistas de espécies consideradas prejudiciais e ameaçadas, e até mesmo como instrumento nos projetos voltados ao manejo e ao ensino sobre formigas.

Referências

- ANTWIKI – disponível em <http://www.antwiki.org>. Acesso 25 de maio de 2017.
- ALEXANDRE, M. Representação Social: uma genealogia do conceito. *Comum*, Rio de Janeiro, v.10, n.23, p.122-138, 2004.
- ALMADA, E.D. Sociobiodiversidade urbana: por uma etnoecologia das cidades. In: SILVA, V.A. ALMEIDA, A.L.S.; ALBUQUERQUE, U.P. *Etnobiologia e etnoecologia: pessoas e natureza na América Latina*. Recife: NUPEEA, p.39-63, 2010.
- ALMEIDA NETO, J.R.; COSTA-NETO, E.M.; SILVA, P.R.R.; BARROS, R.F.M. Percepções sobre insetos em duas comunidades rurais da Serra do Passa Tempo, Nordeste do Brasil. *Revista Espacios*, v.36, n.11, 2015.
- ALVES, R.R.N. Recursos animais. In: ALBUQUERQUE, U.P. (Org.) *Introdução à etnobiologia*, Recife, PE: NUPEEA, p.115-120, 2014.

AMARAL, T.S. Morfologia, biologia e comportamento: entre a literatura entomológica e a recriação fílmica em Formiguinha Z. In: COSTA NETO, E.M. (Ed.) Entomologia cultural: ecos do i simpósio Brasileiro de entomologia cultural. UEFS, p.179- 191, 2014.

ANDERSON, E.N. Ecologies of the heart: emotion, belief, and the environment. Oxford: Oxford University Press, p.272, 1996.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Ed. 70, 1978.

BARRIONUEVO, C. 50 domingos. Simplíssimo, livros digitais. 1ª ed. p.67, 2016.

BICHO, C.L.; BRANÇÃO, 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.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; CAMPOS, M.C.G.; KATO, L.M. As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. Biológico, São Paulo, v.64, n.2, p.129-133, 2002.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C. Formigas urbanas: comportamento e controle. Biológico, v.66, n.1/2, p.47-48, 2004.

CARDONA, J.I.Z. Los insectos em La literatura, lãs artes plásticas, El diseño, La publicidad y La recreación. In: COSTA NETO, E.M. (Ed.) Entomologia cultural: ecos do i simpósio Brasileiro de entomologia cultural. UEFS, p.75- 96, 2014.

CLAVIJO-VARGAS, M. La conservación zoocultural aplicada a los insectos: qué tienen que ver El patrimonio, La sicología y la educación?. In: COSTA NETO, E.M. (Ed.) Entomologia cultural: ecos do i simpósio Brasileiro de entomologia cultural. UEFS, p.259-292. 2014.

COSTA NETO, E.M. A etnocategoria "inseto" e a hipótese da ambivalência entomoprojetiva. Acta Biológica Leopoldensia, v.21. p.714, 1999.

COSTA NETO, E.M. Introdução à etnoentomologia: considerações metodológicas e estudo de casos. Feira de Santana: UEFS. 2000.

COSTA NETO, E.M. Manual de Etnoentomología. Zaragoza, España: Zaragoza. p.104, 2002.

- COSTA NETO, E.M. Etnoentomologia no povoado de Pedra Branca, Município de Santa Terezinha, Bahia. Um estudo de caso das interações seres humanos/insetos. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 253f, 2003.
- COSTA NETO, E.M.; RODRIGUES, R.M.R.F. As formigas (Insecta: Hymenoptera) na concepção dos moradores de Pedra Branca, Santa Teresinha, Estado da Bahia, Brasil. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n.37, p.353-364, 2005.
- COSTA NETO, E.M.; RAMOS-ELORDUY, J. Los insectos comestibles de brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n.1, v.38, p.423-442, 2006.
- FONSECA, A.R; BATISTA, D.R; AMARAL, D.P; CAMPOS, R.B.F; SILVA, C.G. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas em um hospital no município de Luz, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum, Health Sciences*, v.32, n.1, p.29-34, 2010.
- FONTANA, R.; WETLER, R.M.C, AQUINO, R.S.S.; ANDRIOLI, J.L.; QUEIROZ, G.R.G.; FERREIRA, S.L.; NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H.C. 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.
- HOLANDA, S.B. Caminhos e Fronteiras. São Paulo: Brasiliense, 2001.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades Teresina. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=221100&search=piaui|teresina|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 12/01/2017.
- KELLERT, S.R. Values and perceptions of invertebrates, *Conservation Biology*, v.7, n.4, p.845-855, 1993.
- KELLERT, S.R; WILSON, E.O. The biophilia hypothesis. Washington, D.C., Island Press, 1993.
- LENKO, K.; PAPAVERO, N. Insetos no folclore. São Paulo: Plêiade/FAPESP, p.468, 1996.
- MARQUES, J.G.W.; ANDRADE, C.T.S. Semiótica Publicitária Zoofílica. 1- Peixe é bom para “vender o peixe”. In: Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia, 2, 1998, São Carlos. Resumos: São Carlos: UFSCar, p.89, 1998.
- MARQUES, J.G.W. Aspectos ecológicos na etnoictiologia dos pescadores do complexo estuarino lagunar Mundaú Manguaba. Tese (Doutorado em Ecologia). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1991.

MELO, T.S.; DELABIE, J.H.C. Ecologia de poneromorfos em ambientes urbanos. In: DELABIE, Jacques H. C. et al. As formigas poneromorfos do Brasil. Ilhéus: Editus, p.313-326, 2015.

MODRO, A.F.H.; COSTA, M.S.; MAIA, E.; ABURAYA, F.H. Percepção entomológica por docentes e discentes do município de Santa Cruz do Xingu, Mato Grosso, Brasil. Revista Biotemas, v.22 n.2, p.153-159, 2009.

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

POSEY, D.A. Topics and a issues um ethnoentomology with some suggestions for the development of hypothesis-generation and testing in ethnobiology. Journal of Ethnobiology, v.6, n.1, p.99-120, 1986.

REIS, S.L.A; BELLINI. M. Representações sociais: teoria, procedimentos metodológicos e educação ambiental. Acta Scientiarum, Human and Social Sciences, v.33, n.2, p.149-159, 2011.

ROCHA, W.O.; DORVAL, A.; FILHO, O.P.; VAEZ, C.A.; RIBEIRO, E.S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. Floresta e Ambiente, v.22, n.1, p.88-98, 2015.

RODRIGUES, I.F; ALBUQUERQUE, L.B. Role of ants in seeds dispersal of *Alibertia edulis* (L.L. Rich) A.C. Rich Multitemas, n.35, p.113-133, 2007.

ROSE, M. Tanajuras fritas: um prato muito apreciado. Jornal do Comércio, Recife, p.12. 16 de maio, 1993.

SANTOS, N.B. Resenha do livro "Representações Sociais: Investigações em Psicologia Social" by Serge Moscovi. Revista Ciências & Idéias, v.2, n.1, p.1-6, 2010.

SILVA, G.M; CARMO, M.S; MORAES, L.S; MORAES, F.C; BARNABÉ, A.S; FIGUEIREDO, P.M.S. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of bacteria in a hospital environment in São Luís-MA City. Revista Patologia Tropical, v.41, n.3, p.348-355, 2012.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L.O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, A.M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. Neotropical Entomology, v.35, n.3, p.324-328, 2006.

- SOLDATI, G.T. Transmissão de conhecimento: origem social das informações e da evolução cultural. In: ALBUQUERQUE, U.P. (Org.) Etnobiologia: bases ecológicas e evolutivas. Recife, PE: NUPEEA, p.37-51, 2013.
- SOUZA JÚNIOR, J.R. LIMA, E.F.B. Representações locais sobre insetos em hortas comunitárias e mercados públicos da cidade de Teresina, Piauí. In: Entomologia cultural: ecos do Simpósio Brasileiro de Entomologia Cultural. p.607-620, 2014.
- SPINK, M.J.P. The Concept of social representations in social psychology. Cadernos de Saúde Pública, v.9, n.3, p.300-308, 1993.
- TEIXEIRA, D.M; PAPAVERO, N.; MONNÉ, M.A. Insetos em presépios e as “formigas vestidas” de Jules Martin (1832-1906): uma curiosa manufatura paulistana do final do século XIX. Anais do Museu Paulista, v.16. n.2. p.105-127, 2008.
- TRINDADE, O.S.N.; JÚNIOR, J.C.S.; TEIXEIRA, P.M.M. Um estudo das representações sociais de estudantes do ensino médio sobre os insetos. Revista Ensaio, v.14, n.03, p.37-50, 2012.
- VARGAS-CLAVIJO, M.; COSTA-NETO, E.M. Actitudes hacia la fauna: algunas explicaciones de La conducta humana hacia los animales. In: ALVES, R.N.; SOUTO, W.M.S.; MOURÃO, J.S. (Orgs) A etnozootologia no Brasil, importância, status atual e perspectivas. Recife: NUPEEA, p.97-119, 2010.
- VIEIRA, G.D.; ALVES, T.C.; SILVA, O.B.; TERASSINI, F.A.; PANIÁGUA, N.C.; TELES, C.B.G. Bactérias Gram positivas veiculadas por formigas em ambiente hospitalar de Porto Velho, Estado de Rondônia, Brasil, Revista Pan Amazônica de Saúde, v.4, n.3, p.33-36, 2013.
- WILSON, E.O. Biophilia and the conservation ethic. In: KELLERT, S.R.; WILSON, E.O. (Orgs) The biofilia hypothesis. Washington, D.C.: Island Press. p.31-41, 1993.

Parte 5

**FORMIGAS EM AMBIENTES URBANOS COMO
TEMA DE ENSINO E CULTURA**

FORMIGAS EM ÁREAS VERDES DAS ESCOLAS: AULA PRÁTICA PARA O ENSINO DE BIODIVERSIDADE

ROGÉRIO SOARES CORDEIRO
JÉSSICA PALOMA FERREIRA
MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI
MOACIR WUO

Resumo

O termo biodiversidade possui uma ampla variedade de definições e conceitos. Seu entendimento muitas vezes é apenas teórico, especialmente quando tratado na Educação Básica. Por várias razões, as formigas são insetos que viabilizam aulas práticas sobre essa temática. Assim, o objetivo desta pesquisa foi utilizar formigas como protagonistas para o ensino sobre biodiversidade no Ensino Médio. Participaram alunos de três escolas, sendo que em uma delas as aulas foram somente expositivas, em outras atividades teórico-práticas e uma terceira incluída para estudo de caso. As atividades desenvolvidas versaram sobre nicho ecológico, riqueza, abundância e relevância de áreas verdes na manutenção do microclima que possibilita a existência e interação entre animais e plantas. Foram aplicados questionários pré e pós a aplicação das atividades de ensino. Os resultados mostram que na escola onde ocorreram atividades teóricas acompanhadas de atividades práticas houve melhor

apropriação do conceito de biodiversidade em até 46,5%, sendo que 100% dos alunos da Escola III entenderam que formigas são insetos abundantes e de ocorrência em diversos ambientes. Os resultados também apontam para maior consistência de aprendizagens entre os alunos que participaram das atividades práticas tanto nos aspectos qualitativos, tais como definições e explicitações mais claras e completas sobre biodiversidade, como na aquisição de habilidades técnicas para quantificar a diversidade biológica a partir de coleta de dados em campo e sobre a importância das observações e descrições morfológicas para a identificação de espécimes. O conjunto de conhecimentos adquiridos nas atividades práticas permitiu aos alunos identificar e associar que as diferenças morfológicas de formigas, a pluralidade de funções que desempenham em diferentes ecossistemas é fundamental para o conhecimento e a compreensão da diversidade biológica em diferentes dimensões, a partir da participação e interações desses insetos tão necessários para a manutenção dos processos biológicos.

Introdução

A biodiversidade é o conjunto de todos os seres vivos dos mais diversos ecossistemas da face da Terra (BARBIERI, 2010). Zervanos e MacLaughlin (2003) fazem referência a biodiversidade como uma extraordinária variedade de seres vivos existentes na Terra, que estruturam uma complexa rede de muitos ecossistemas que compõe a biosfera. Atualmente estima-se que exista cerca de 1,5 milhões de espécies vivas catalogadas, porém, estima-se também que esse número represente apenas 10% do que existe no planeta. Cerca de 20% dessas espécies encontram-se no Brasil, que é considerado um país de megadiversidade (BONONI, 2010).

Apesar desses números, estudos têm mostrado estimativas não otimistas que indicam declínio no número de espécies de vertebrados em torno de 58% no período de 1970 e 2012 (MCRAE et al., 2017). Declínios também são registrados no número de espécies de água doce na ordem de 81%, marinhas em 36% e terrestres em 38%.

As pessoas em geral passam a dar mais importância para a biodiversidade quando entendem que o desenvolvimento atual, assim como, o desenvolvimento futuro, científico e tecnológico depende dos recursos naturais (FONSECA, 2007).

As principais diretrizes que orientam o ensino de Biologia no Brasil trazem alguns temas estruturadores para a compreensão da vida na Terra, assim como as consequências e impactos causados pelos avanços tecnológicos e a intervenção humana. Dentre esses temas podem ser destacados: as relações de interação entre os seres vivos, qualidade de vida das populações humanas, identidade dos seres vivos e diversidade da vida (BRASIL, 2002).

O ministério da Educação e Cultura (MEC) propõe, desde a década de 1990, uma série de diretrizes que auxiliam ao professor na Educação Básica. Destacam-se os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os PCN+ e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, além da Proposta Curricular de Biologia do Estado de São Paulo. Os PCN+, por exemplo, sugerem que o ensino seja feito por competências, o que é um desafio para o professor, que deverá organizar o conhecimento não a partir da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno (BRASIL, 2002). O mesmo documento prevê a importância da biodiversidade, assim como, a diferenciação das espécies, para a construção do pensamento e posicionamento crítico dos alunos. Aprender sobre a diversidade biológica por meio da experimentação constitui uma estratégia para garantir melhor aprendizagem.

Aulas práticas são comprovadamente relevantes para os processos de aprendizagem, mas, infelizmente, essa modalidade de aula representa uma parcela muito pequena no ensino de biologia no Brasil (KRASILCHIK, 2008). Atualmente as escolas apresentam os conteúdos privilegiando a memorização, não incluindo o raciocínio nem vivências práticas do cotidiano (BEREZUK; INADA, 2010). Este é o caso da taxonomia e biodiversidade, que são ensinadas num processo mnemônico (KVIST et al., 2011).

As atividades de campo permitem aos alunos participação ativa com oportunidades para lidar com o real (KVIST et al., 2011). Tais atividades conduzem a um aprendizado crítico além da passividade dos livros textos. Zervanos e MacLaughlin (2003) indicam que após as atividades práticas os alunos constroem novas percepções e discernimentos, renovam interesses assim como desperta desejos de contar a todos sobre o que aprenderam nessas atividades. Outros aspectos também considerados pelos autores são as aprendizagens em todos os níveis, incluindo o desenvolvimento de inúmeras habilidades e a oportunidade que os alunos têm de “fazer coisas” e “pensar sobre as coisas que fazem”. Berezuk

e Inada (2010) incluem nas habilidades desenvolvidas nas aulas práticas a capacidade dos alunos em avaliar resultados, testar experimentos, solucionar problemas e enfrentarem desafios.

Tais habilidades e competências são explicitadas na Proposta Curricular da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo para a disciplina de Biologia, dentre elas: realizar observações, selecionar variáveis, interpretar e propor experimentos, fazer e verificar hipótese, entre outras, que compõem a competência investigar e intervir em situações reais (SÃO PAULO, 2008).

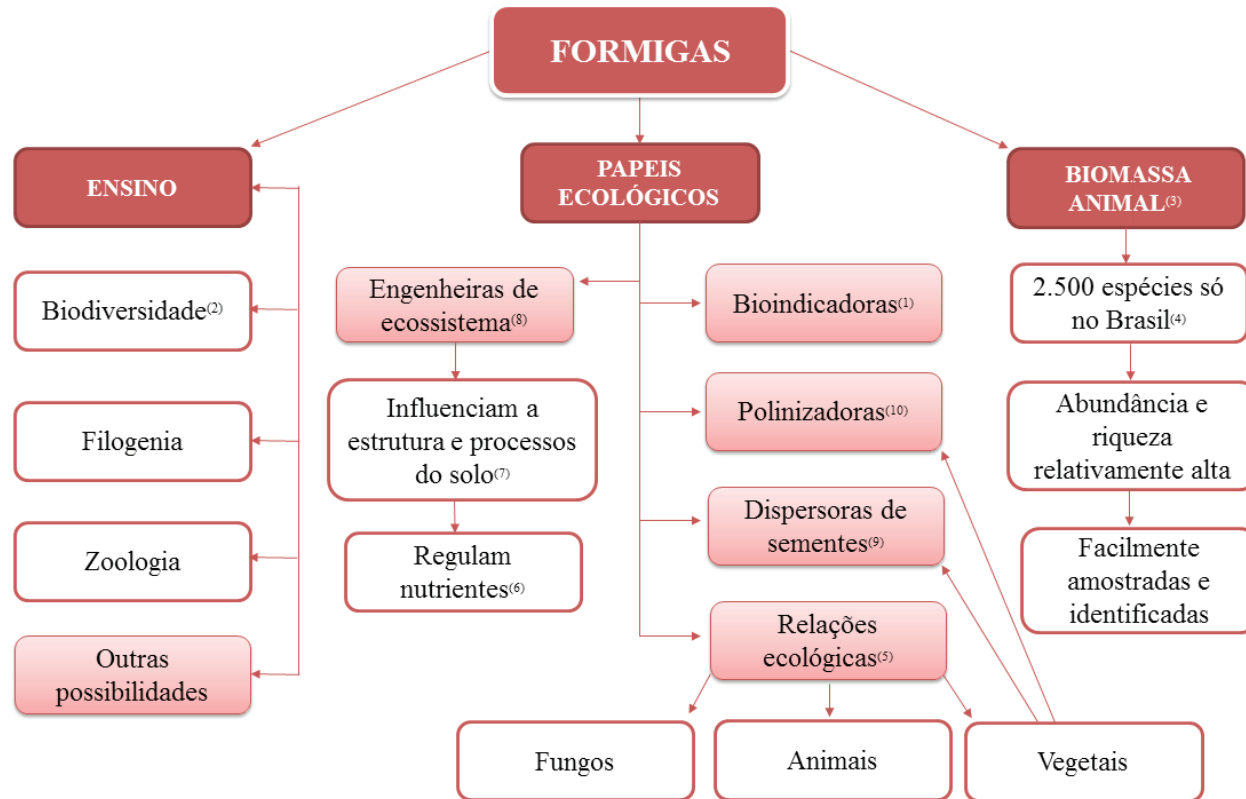
Portanto, o Ensino Médio é a etapa em que deve ocorrer a consolidação de conhecimentos adquiridos durante o Ensino Fundamental e o aluno pode melhorar, ou mesmo vir a desenvolver, sua capacidade de pesquisar, investigar, coletar e analisar informações a fim de compreendê-las. Nessa etapa da Educação Básica o aluno traz suas vivências e percepções de mundo que possibilita sistematizar e organizar os conhecimentos no desenvolvimento de competências e habilidades, como aquelas indicadas na Proposta Curricular de Biologia da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Embora a maioria das aulas práticas ocorra em laboratório, essa não é exatamente uma condição obrigatória. Espaços verdes de uma escola podem se tornar uma opção para aulas que permitam observações, coleta de dados, análises, descrições, comparações, prospecções, predições e inferências diversas em situações reais. Uma vez compreendidas as vantagens de aulas práticas como estratégia para estudo da biodiversidade, faz-se necessária a escolha do objeto de estudo.

Existem dados que apontam que os insetos podem ser até sete vezes mais abundantes que a quantidade já descrita (LEWINSOHN; PRADO, 2000), dentro deste grupo encontram-se as formigas. Há vários atributos que as tornam relevantes para o estudo de biodiversidade, tais como a abundância e as riquezas local e global serem relativamente altas, facilmente amostradas, separadas e identificadas (MAJER, 1983; ALONSO; AGOSTI, 2000).

De acordo com vários autores, as formigas estão associadas a uma série de funções (Figura 1). Nesse sentido, de acordo com estudos realizados por Cordeiro et al. (2010), esses curiosos e dinâmicos insetos podem ser um excelente recurso para propiciar aulas práticas sobre biodiversidade para alunos do Ensino Médio.

Figura 1 – Representação das possibilidades de trabalhos a partir da utilização de formigas. Informações obtidas de: ¹MAJER (1983); RIBAS et al. (2012); SILVESTRE; SILVA (2001); ²CORDEIRO et al. (2010); ³AGOSTI et al., (2000); ⁴BRANDÃO, (1999); ⁵TOBIN, (1995); ⁶HÖLDOBLER; WILSON, (1990); ⁷FOLGARAIT, (1998); ⁸JOUQUET et al. (2006); ⁹PIZO; OLIVEIRA (2000); ¹⁰CONCEIÇÃO (2007)



Nesta pesquisa foram propostas sequências didáticas para o Ensino Médio, que incluem a experimentação por meio de coletas de formicídeos nas áreas verdes das escolas. Sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas que visam o alcance dos objetivos, com princípio e fim conhecidos por professores e alunos (ZABALA, 1998). O objetivo, portanto, foi propiciar aos alunos o contato real com um grupo biodiverso e de fácil amostragem.

As atividades foram propostas nos moldes de estudo do meio. Esse tipo de estudo pode ser entendido como uma estratégia de ensino que proporciona aos alunos e professores o contato direto com a realidade, por meio da imersão dentro de um problema. Isso torna a estratégia de ensino significativa e estimula o desenvolvimento de um olhar crítico e investigativo (LOPES; PONTUSCHKA, 2009).

Sequência metodológica

Nesta pesquisa participaram 93 alunos do Ensino Médio de três escolas públicas, com o desenvolvimento dos seguintes processos de ensino (Processo CEP: 45534515.6.0000.5497) (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadro comparativo da pesquisa entre as escolas participantes do estudo.

Escolas	Método de ensino	Número de alunos participantes	Número de aulas
I	Aula expositiva e prática	27	04
II	Aula expositiva	52	02
III	Aula expositiva, prática, discussão e exposição	12	11

O método proposto nesta pesquisa tomou como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos sobre biodiversidade. Um questionário estruturado foi elaborado, e aplicado antes da primeira e depois da última aula, com o intuito de quantificar e analisar as aprendizagens iniciais e aquelas adquiridas no processo (Tabela 2).

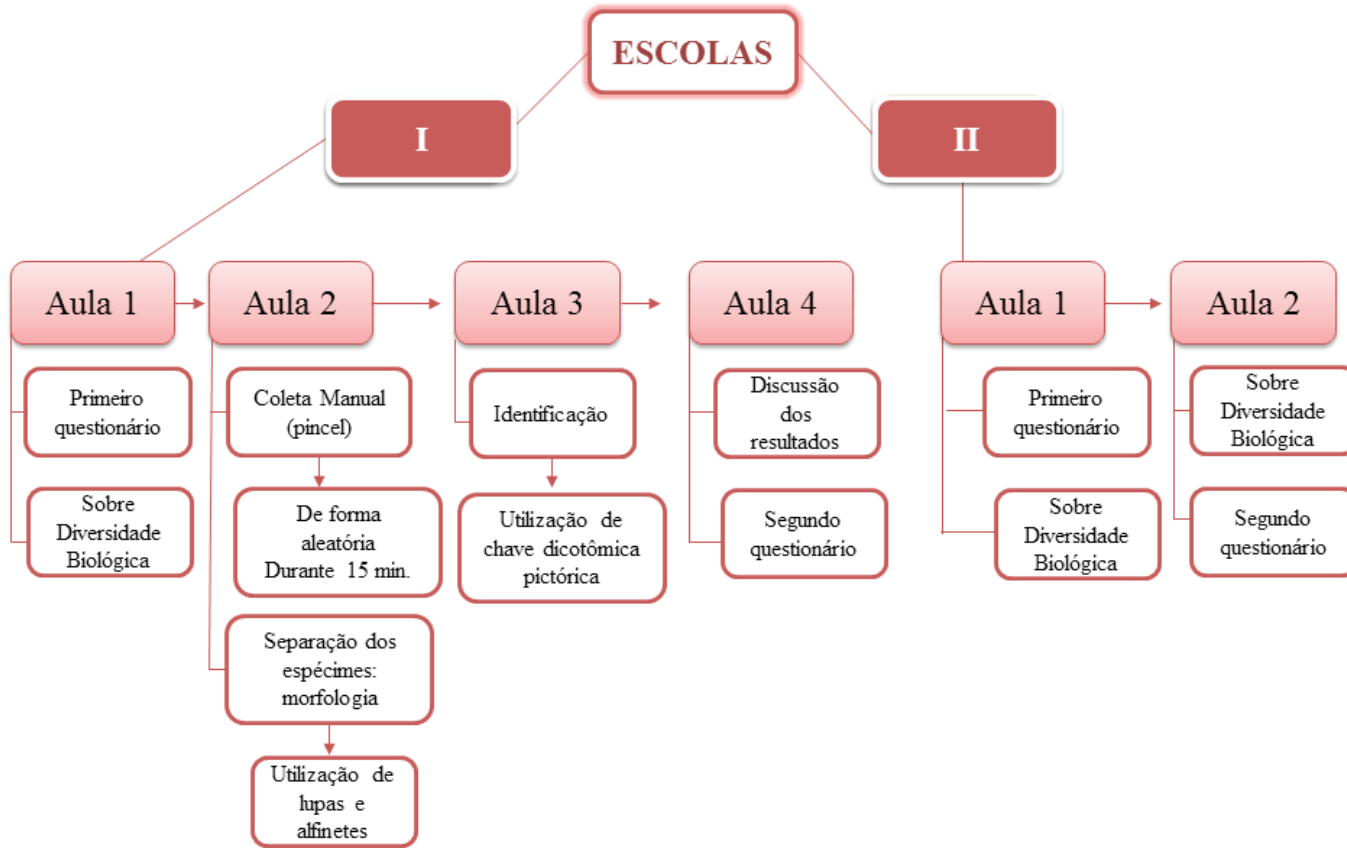
Tabela 2 – Dimensões, variáveis e questões do instrumento da coleta de dados.

Dimensões	Variáveis	Questões
1. Identificação	Idade, gênero e cidade onde mora.	1, 2 e 3
2. Formação	Turno matriculado, jornada de estudo semanal, áreas do conhecimento de interesse, acesso a <i>internet</i> .	4 a 9
3. Conhecimento específico	Biodiversidade, importância, relações com meio ambiente, relações com áreas urbanas, papéis ecológicos das formigas.	10 a 20

As respostas dadas às questões foram tabuladas e suas frequências expressas em porcentagens. Para análise estatística foi utilizado o teste do Qui-quadrado (χ^2) considerando $p \leq 0,05$ para a significância das diferenças entre as frequências das respostas dadas pelos alunos, com o programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Participaram das atividades 79 alunos, sendo 27 da Escola I e 52 da Escola II. Para efeito comparativo, o roteiro de aulas aplicadas incluiu, além da aplicação dos questionários, aulas expositivas e práticas, para os alunos da Escola I e aulas teóricas para os alunos da Escola II (Figura 2).

Figura 2 – Roteiros das aulas aplicadas aos alunos pertencentes às Escolas I e II.

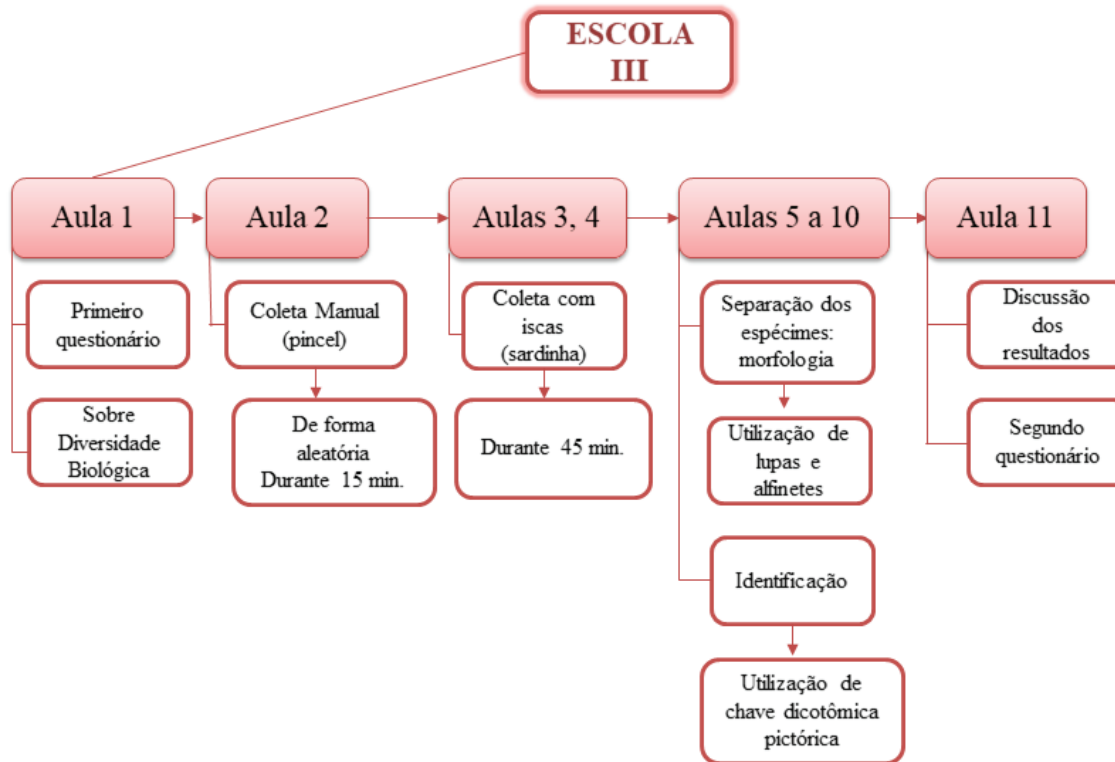


Para as análises dos conhecimentos adquiridos pelos alunos foram consideradas as expectativas de aprendizagem sobre diversidade previstas na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008). De acordo com a essa Proposta Curricular considera-se que, ao final do Ensino Fundamental II, o aluno já tenha condições de identificar e qualificar variáveis sobre a defesa da biodiversidade. No Ensino Médio os alunos devem adquirir conhecimentos aprofundados sobre biodiversidade, sem exageros propedêuticos, com desenvolvimento de competências relacionadas ao conhecimento científico, contextos reais de modo interdisciplinar (SÃO PAULO, 2008).

Para as Escolas I e II as atividades foram desenvolvidas durante as aulas de biologia conforme previstas na Proposta Curricular. Na Escola III foram incluídas atividades além das previstas nas Escolas I e II, como mostra o organograma (Figura 3). A inclusão de atividades foi possível devido a participação da Escola III no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid da CAPES. Esse programa promove a articulação entre Ensino Superior, Escolas Públicas com a participação de alunos de cursos de Licenciatura. Dentre os objetivos destacam-se o incentivo à formação docente, valorização do magistério, desenvolvimento de projetos de ensino. Nas propostas de projetos são priorizados aqueles que viabilizam experiências metodológicas inovadoras, interdisciplinares, com interações institucionais e que possibilitem identificar e superar problemas de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2010).

Alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas participaram com professores da Escola III do desenvolvimento das atividades, contribuindo para a construção de espaços de aprendizagens contextualizados na realidade escolar e ampliando, de maneira concreta, as possibilidades metodológicas no ensino do tema *Biodiversidade*.

Figura 3 – Roteiros das aulas aplicadas aos alunos pertencentes à Escola III.

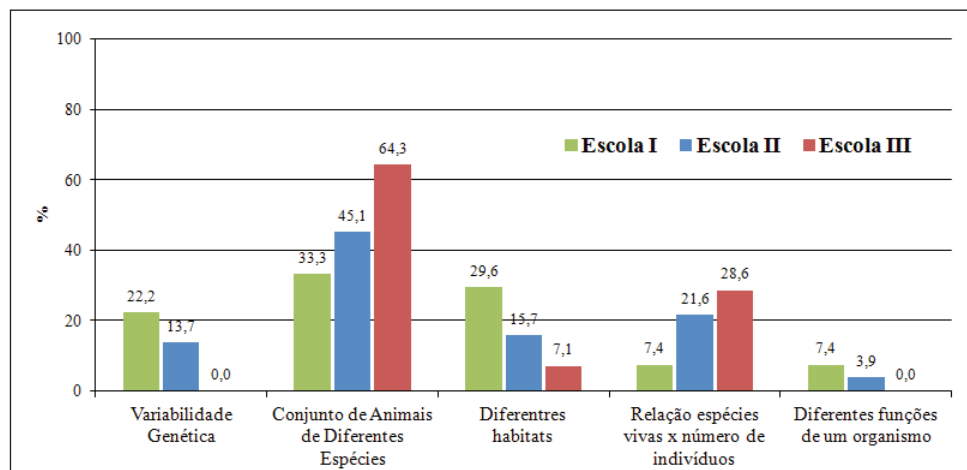


Análises dos resultados

Os resultados das análises das definições sobre *Biodiversidade* apresentadas pelos alunos são mostrados nas Figuras 4 e 5. Nas duas escolas, a resposta mais assinalada foi a que relaciona *Biodiversidade* aos animais de diferentes espécies excluindo outros organismos, por exemplo, fungos, bactérias e plantas.

Dentre todas as respostas apresentadas pelos alunos das Escolas I, II e III sobre o conceito de *Biodiversidade* no Pré-Teste (Figura 4), aparece com maior frequência a alternativa *Conjunto de animais de diferentes espécies*, na qual nas respostas apresentadas são incluídos animais de diferentes espécies e excluído fungos, bactérias e plantas. A Escola III aparece em primeiro lugar com frequência de 64,3%, seguida da Escola II com 45,1% e Escola I com 33,3%; as respostas são estatisticamente diferentes ($p=0,0058$).

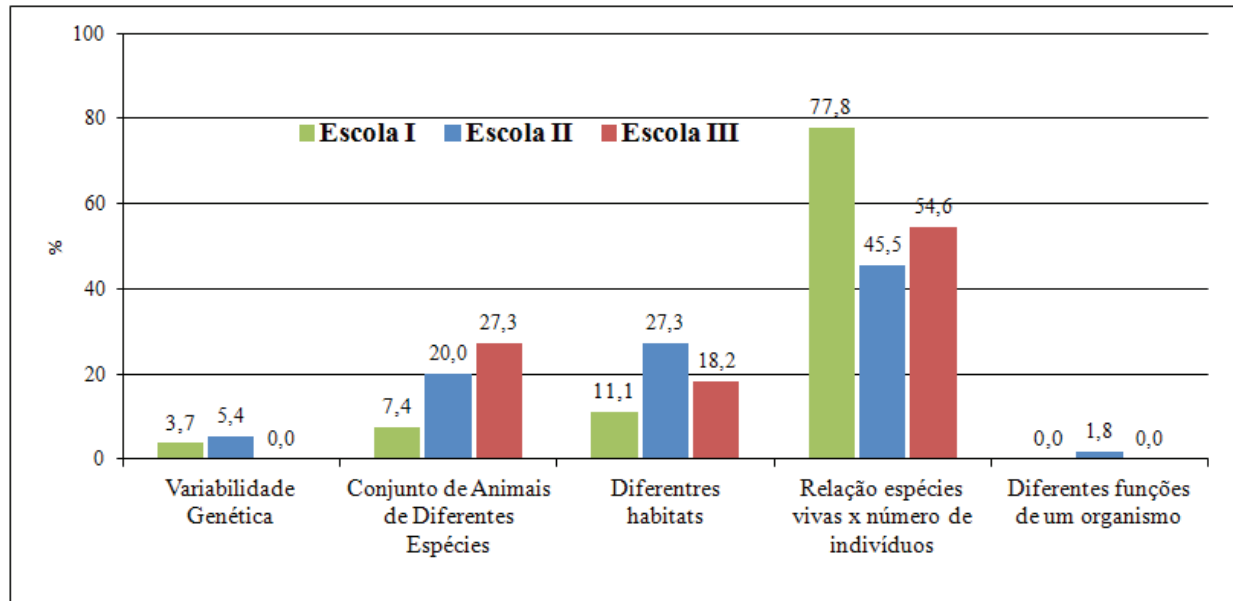
Figura 4 – Comparações entre as frequências das respostas no Pré-Teste sobre os conceitos de Biodiversidade.



As respostas apresentadas pelos alunos no Pós-Teste (Figura 5) mostram um deslocamento para a alternativa *Relações espécies vivas x número de indivíduos*. A Escola I aparece em primeiro lugar com frequência de 77,3%, seguida da Escola I com 54,6% e Escola II com 45,5%, cujas diferenças são estatisticamente significativas ($p=0,0093$).

O deslocamento dos conceitos dos alunos da categoria *Conjunto de animais de diferentes espécies* para a categoria *Relações espécies vivas x número de indivíduos* indica que ocorreu aquisição do conceito de *Biodiversidade* e como esse conceito é traduzido na análise ambiental.

Figura 5 – Comparações entre as frequências das respostas no Pós-Teste sobre os conceitos de Biodiversidade.



As frequências das respostas dos alunos no Pré e Pós-Teste quanto às definições de “ecoconceitos” fundamentais sobre *Nicho*, *Riqueza*, *Abundância* e *Habitat* são apresentadas na Figura 6. Ocorreram maiores frequências no Pré-Teste ocorreram na Escola III em todos os “ecoconceitos” tanto no Pré-Teste como no Pós-Teste para *Nicho*, *Habitat* e *Riqueza*, não se observando diferenças estatisticamente significativas, sendo os valores de $p=0,16$, $0,51$ e $0,91$, respectivamente. Quanto a questão da *Abundância* embora tenha ocorrido um decréscimo nas frequências de $72,7\%$ no Pré-Teste para $66,7\%$ no Pós-Teste, essas diferenças não são estatisticamente significativas ($p=0,67$). Esses resultados indicam que os “ecoconceitos” fundamentais entre os alunos da Escola III parecem consolidados e após as atividades ocorreram ganhos na aprendizagem, exceto para *Abundância*.

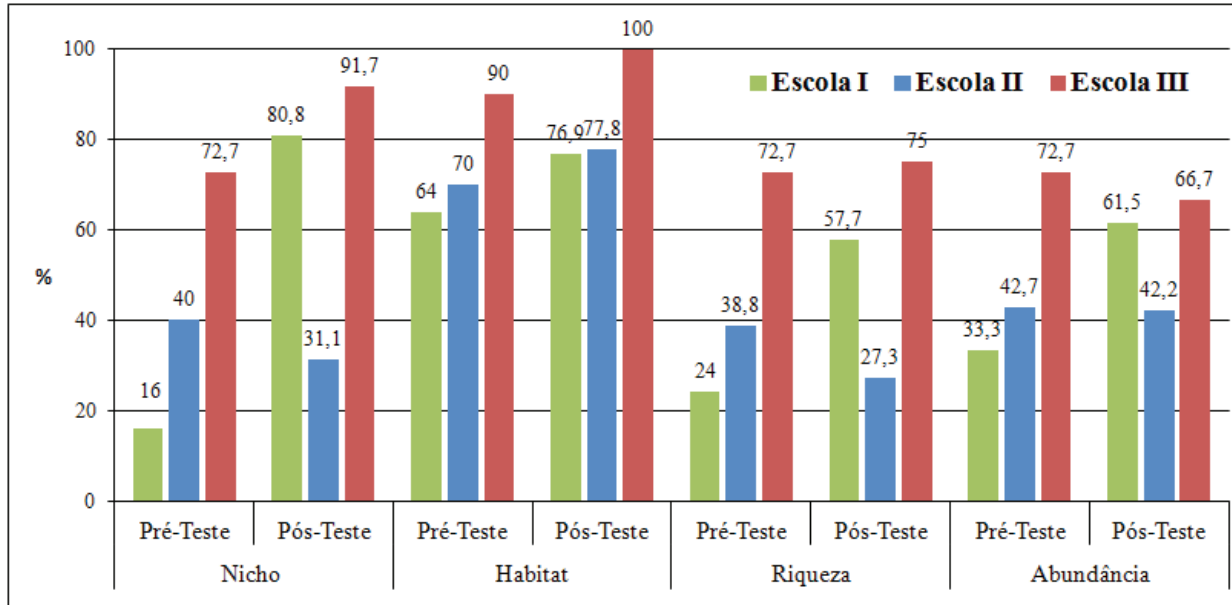
As diferenças entre os aumentos das frequências das respostas certas do Pré para o Pós-Teste sobre os “eco conceitos” fundamentais entre os alunos da Escola I, apresentaram-se estatisticamente significativas para *Nicho* ($p<0,0001$), *Riqueza* ($p=0,0003$) e *Abundância* ($p=0,009$). Embora para o “eco conceito” *Habitat* não tenha sido observado diferença estatisticamente significativa entre as frequências ($p=0,3161$), ocorreu um aumento nessas frequências de $64,0\%$ no Pré-Teste para $76,9\%$. Possivelmente, o conceito de *Habitat* tenha sido apreendido devido à singularidade como aparece no cotidiano.

Na Escola II um aumento nas frequências do conceito sobre *Habitat* de 70% para $77,8\%$. Nos demais “ecoconceitos”, *Nicho*, *Riqueza* e *Abundância* ocorreram decréscimos nas frequências de acertos, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas em nenhuma dessas frequências ($p=0,349$, $0,197$ e $0,957$, respectivamente).

Os alunos das Escolas I e II consolidaram seus conceitos sobre *Nicho* e *Habitat* após as atividades, embora essas aprendizagens deveriam ter ocorrido uma vez que são previstas para as séries iniciais do Ensino Médio e não para as séries finais (SÃO PAULO, 2008). Com os alunos da Escola II, que participaram das aulas teóricas sem atividades práticas, não ocorreu ganhos significativos na aprendizagem dos “ecoconceitos”. De acordo com Bizzo (2007), termos científicos não são apenas formalidades, mas uma forma de compactar informação, de maneira precisa, que não sofra modificações

temporais ou influências de modismos. Um dos principais desafios do ensino de biologia são as terminologias científicas, que devem ser sempre contextualizadas e retomadas em situações e momentos diversos ao longo do Ensino Médio.

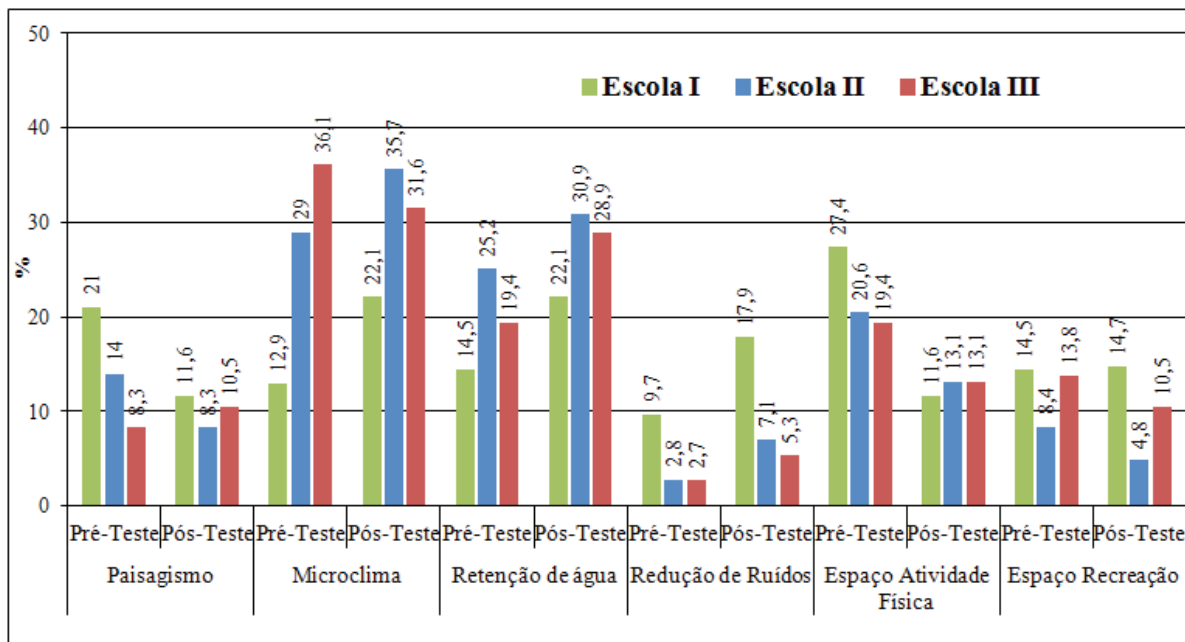
Figura 6 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste dos “ecoconceitos” fundamentais.



Na questão sobre *Áreas verdes urbanas* buscaram-se as percepções dos alunos sobre as relações e a importância da biodiversidade nas áreas urbanas. Os resultados possibilitam observar a importância das *Áreas verdes urbanas* para os alunos de cada escola antes e após a aplicação das atividades sobre *Biodiversidade* (Figura 6). As alternativas propostas relacionam as áreas verdes com *Paisagismo*, *Microclima*, *Retenção de água pelo Solo*, *Redução de Ruídos*, *Espaço para Atividades Físicas* e *Espaço para Recreação*.

Nas respostas dos alunos no Pré-Teste para Escola I a alternativa *Espaço para Atividades Físicas* aparece em primeiro lugar com frequência de 27,4% e para as Escolas II e III a alternativa *Microclima* com frequências de 26% e 36,1%, respectivamente. Os resultados do Pós-Teste mostram maiores frequências das respostas para todas as escolas foram as alternativas *Microclima* e *Retenção de Água pelo Solo*, sendo para a Escola I a frequência de 22,1% para ambas as alternativas, para a Escola II 35,7% e 30,9% e Escola III 31,6% e 28,9%, respectivamente. As diferenças entre as frequências das respostas das Escolas I, II e III tanto para *Microclima* como para *Retenção de água pelo solo* não são estatisticamente significativas ($p=0,195$ e $p=0,459$, respectivamente).

Figura 7 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste sobre áreas verdes urbanas.

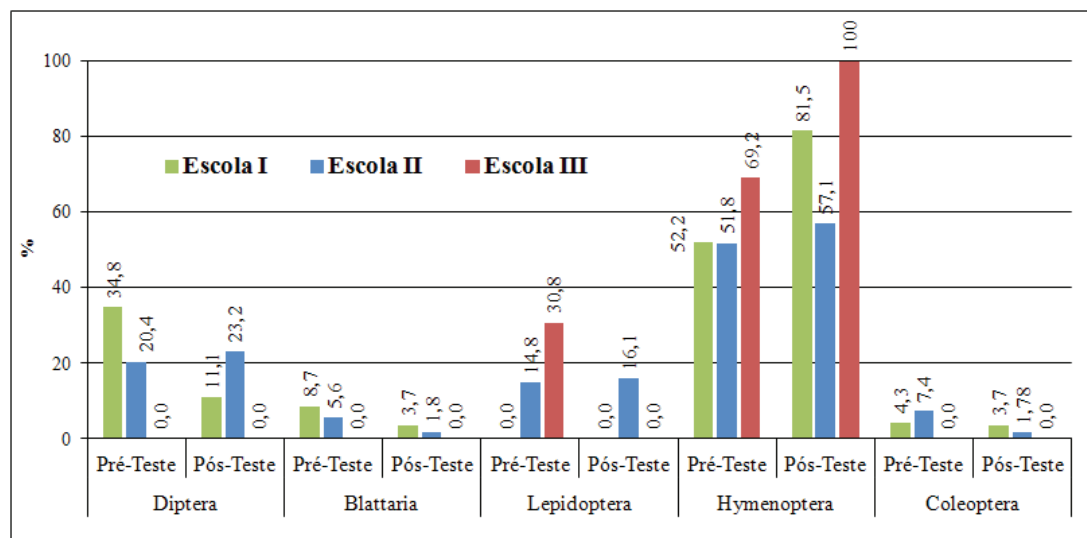


Provavelmente, os alunos da Escola I, à medida que tinham contato com as áreas verdes para coletar os formicídeos, acabaram percebendo que estes locais também contribuem para melhora do microclima, além da redução de ruídos e a retenção de água no solo.

Os alunos foram questionados sobre a *Diversidade de insetos* em áreas verdes urbanas (Figura 8). Os insetos que apresentam maior diversidade são os himenópteros, grupo composto pelas formigas, abelhas e marimbondos.

As maiores frequências de indicações dos alunos das três escolas foram para o grupo de interesse desse estudo, os himenópteros. Nas Escolas I e III as diferenças entre as frequências do Pré e Pós-Teste foram estatisticamente significativas ($p=0,014$ e $p=0,022$, respectivamente). Na Escola II as frequências para Pré e Pós-Teste foram 51,8% e 57,1%, cujas diferenças não são estatisticamente significativas ($p=0,680$).

Figura 8 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste sobre diversidade de insetos em áreas verdes urbanas.



Esses resultados evidenciam que o contato com as áreas verdes da escola propiciou aos alunos uma nova perspectiva sobre a diversidade dos insetos, levando-os a notar, em pouco tempo de observação, que a maioria dos espécimes presentes nestas áreas pertence à ordem dos himenópteros.

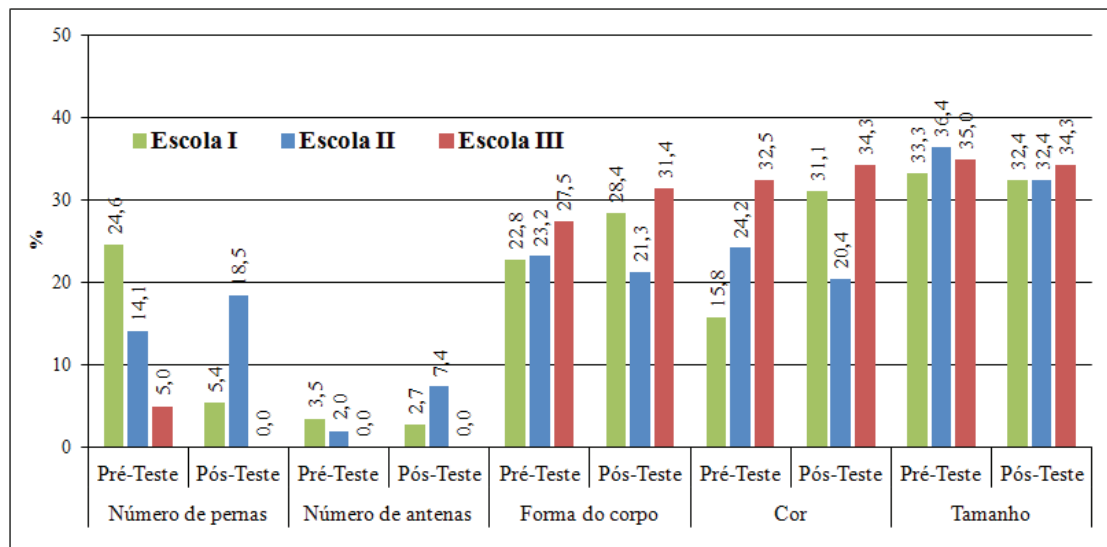
As formigas apresentam variações de forma do corpo, cor e tamanho, mas não há variações quanto ao número de antenas e número de pernas (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2015). Entretanto, não é bem isso que a maioria dos alunos pensa ao trabalhar com esses diminutos insetos.

Como mostra a Figura 9, nas Escolas I e II, antes da aula prática, no Pré-Teste, mesmo considerando que características dos insetos tenham sido ensinadas em séries anteriores como previsto nos PCN para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) e na Proposta Curricular para o Ensino de Ciências (SÃO PAULO, 2008), os alunos apontaram que as formigas apresentavam variações no *Número de pernas* de um espécime para o outro. Frequências das respostas no Pré-Teste mostram 24,6% para a Escola I e 14,1% para a Escola II.

Esse dado é relevante, endossando a importância das aulas práticas dentro das sequências didáticas, assim os conteúdos de biologia são trabalhados de forma individualizada, permitindo a vivência dos alunos com o objeto de estudo, observações, manipulações, evitando-se que a atividade prática seja apenas uma ilustração da aula teórica (KRASILCHIK, 2008).

Os alunos da Escola II, que não participaram de aulas práticas, mantiveram no Pós-Teste a ideia de que as formigas, quanto à morfologia, apresentam variações no *Número de pernas*, enquanto que os alunos da Escola I não. A frequência das respostas no Pós-Teste na Escola II foi de 18,5% e na Escola I 5,4%.

Figura 9 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste sobre variações morfológicas entre as formigas.



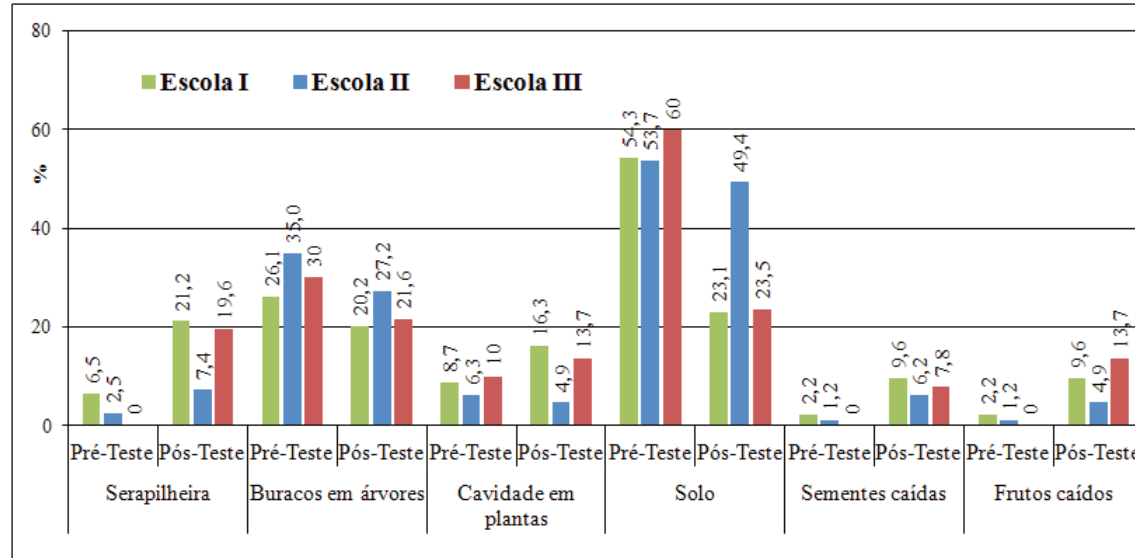
Nas atividades práticas, das quais participaram os alunos da Escola I, foram utilizadas lupas para analisar as formigas, observando seus detalhes e comparando umas às outras. Assim, os alunos observaram que o *Número de pernas*, bem como o de *Número de antenas*, não varia dentre os formicídeos.

Para as características *forma do Corpo*, *Cor* e *Tamanho* não ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas frequências do Pré e Pós-Teste para as três escolas, sendo $p=0,2$ para a Escola I, $p=0,979$ para a Escola II e $p=0,911$ para a Escola III. Na Escola I houve variação acentuada nas indicações da característica *Cor* cujas frequências no Pré-Teste de 15,8% passando para 31,1% no Pós-Teste, indicando ganhos de aprendizagem.

Os *Ninhos das formigas* ocorrem em locais bastante variados e são importantes nas análises da biodiversidade pela possibilidade de relacionar com o meio ambiente e com os tipos de materiais utilizados nos ninhos. Foi solicitado aos alunos

que indicassem locais nos quais as formigas fazem seus ninhos a partir das alternativas propostas: *Serapilheira*; *Buracos em árvores*; *Cavidades em plantas*; *Solo*; *Sementes caídas* e *Frutos caídos*. Os resultados são apresentados na Figura 10.

Figura 10 – Comparações das frequências no Pré e Pós-Teste sobre locais dos ninhos das formigas.

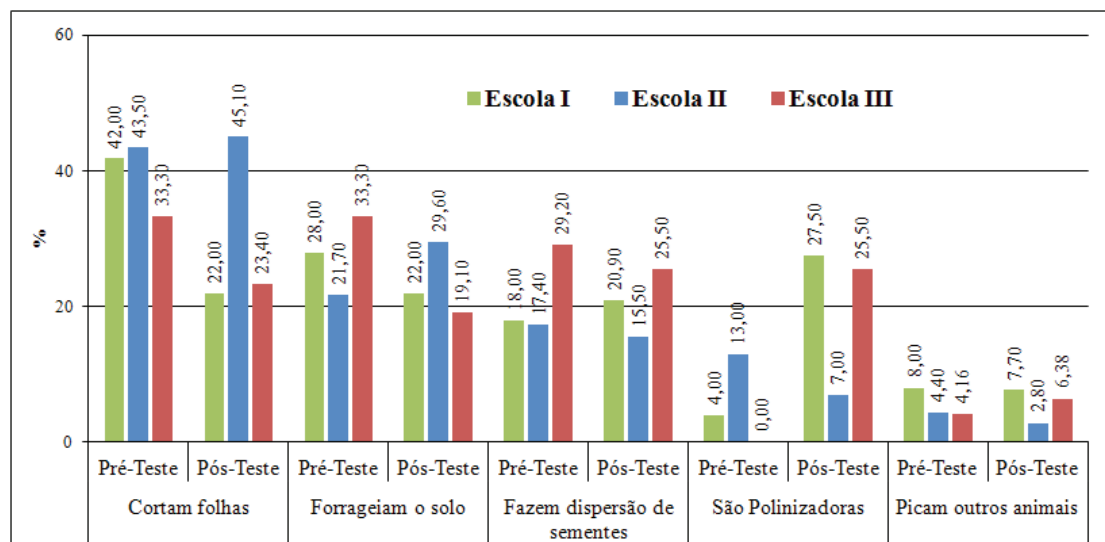


As frequências de indicações sobre os locais dos *Ninhos das formigas* apresentaram diferenças significativas entre o Pré e Pós-Teste para as Escolas I, II e III. Na Escola I a frequência das respostas do Pré para o Pós-Teste que passou de 6,5% para 21,2% ($p=0,009$) e na Escola III de 0% para 19,6% ($p<0,0001$). Essas diferenças são indicadoras de que o convívio com o ambiente real nas atividades práticas conduz a uma maior compreensão sobre o nicho ecológico das formigas, além dos conhecimentos prévios de que as formigas fazem seus ninhos no solo. Essa evidência se confirma quando se observa que as frequências das respostas dos alunos das Escolas I e II apresentam decréscimos estatisticamente significativos entre Pré

e Pós-Teste, sendo que na Escola I passou de 54,3% no Pré-Teste para 23,1% no Pós-Teste ($p=0,001$) e na Escola III de 60% para 23,5% ($p=0,000$), enquanto que na Escola II, sem a vivência prática, as variações ocorreram de 53,7% para 49,4%, cuja diferença não é estatisticamente significativa ($p=0,528$).

No questionamento aos alunos sobre o *Papel ecológico das formigas* foram ofertadas as alternativas: *Cortam folhas*, *Forrageiam o solo*, *Fazem dispersão de sementes*, *São Polinizadoras* e *Picam os outros animais* (Figura 11). Todas as alternativas ofertadas compõem o papel ecológico das formigas uma vez que, esses insetos atuam na estabilidade de diversos ecossistemas e ciclagem de nutrientes (HÖLDOLBLER; WILSON, 1990), ocupam todos os espaços disponíveis (SILVESTRE; SILVA, 2001), atuam na distribuição espacial de plantas (LEAL, 2003) quando dispersam sementes (MOUTINHO et al., 1983).

Figura 11 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste sobre o papel ecológico das formigas.



Nós observamos diferenças nas frequências das respostas dos alunos na Escola I e Escola III quanto a atividade das formigas *Cortam folhas*. As frequências das respostas no Pré e Pós-Teste da Escola I e III foram, respectivamente, 42% e 22%, 33,3% e 23,4%. Houve, portanto, um decréscimo na atribuição do papel ecológico *Cortam folhas*. Mesmo que na Escola I a diferença tenha sido estatisticamente significativa ($p=0,018$), e na Escola III não ($p=0,237$), é possível evidenciar que os alunos ampliaram a visão sobre o papel ecológico das formigas, uma vez ocorreu aumento nas frequências das respostas sobre *São polinizadoras*, cujas diferenças são estatisticamente significativas ($p<0,001$ para as Escolas I e III).

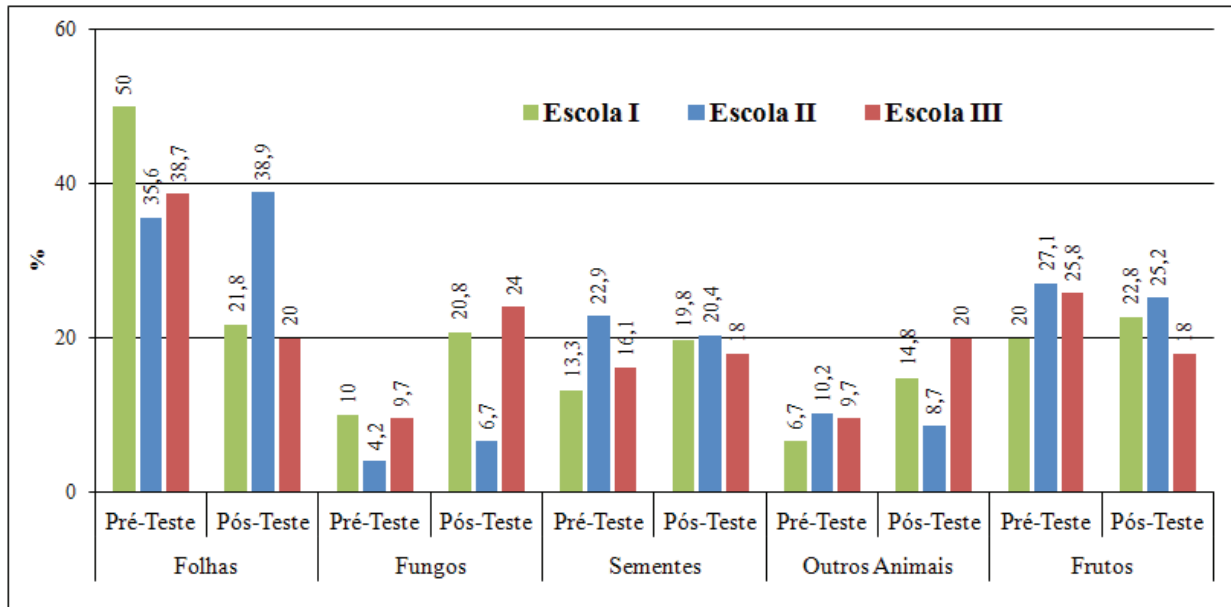
Essas diferenças não foram observadas nas respostas dos alunos da Escola II, que pode indicar uma manutenção dos conhecimentos anteriores, aqueles evidenciados no Pré-Teste, mesmo após as atividades de ensino, limitadas a teoria.

As formigas apresentam hábitos alimentares bastante variados assim como suas fontes de alimentos. As frequências das respostas dos alunos para essa questão são apresentadas na Figura 12.

Folhas como alimento foi a indicação com maior frequência nas respostas dos alunos da Escola I no Pré-Teste (50%). Porém, após a atividade, no Pós-Teste, ocorreu um decréscimo na frequência para 21,8%, cuja diferença é estatisticamente significativa ($p=0,001$). Ao mesmo tempo a frequência das respostas para *Fungos* passou de 10% no Pré-Teste para 20,8% no Pós-Teste. Diferenças aproximadas a essas foram observadas nas frequências das respostas da Escola III tanto para *Folhas* como para *Fungos*.

Nas frequências das respostas dos alunos da Escola II essas diferenças não foram observadas, tendo ocorrido um aumento na fonte de alimento *Folhas* de 35,6% no Pré-Teste para 38,9% no Pós-Teste. Nas demais indicações também não foram observadas diferenças significativas indicando certa estabilidade entre os conhecimentos iniciais dos alunos, demonstrando ganhos muito tênues de conceitos sobre os hábitos alimentares das formigas apenas com as aulas teóricas.

Figura 12 – Comparações das frequências das respostas no Pré e Pós-Teste sobre fontes de alimentos das formigas.



Consolidando e aplicando conhecimentos

Para a consolidação dos conhecimentos aprendidos durante as atividades e as possibilidades de aplicações, dentro do escopo pedagógico, foi apresentada uma proposta desafiadora aos alunos da Escola III: expor à comunidade escolar o que tinham aprendido acerca das formigas. Segundo Berezuk e Inada (2010), nas atividades práticas os alunos são estimulados ao desafio.

As atividades práticas de campo e laboratório (Figura 13) foram efetuadas a partir do ensino de *Biodiversidade*; e o processo foi fundamentado na proposta de Cordeiro et al. (2010) usando formigas como objeto de aprendizagem.

Figura 13 – Alunos desenvolvendo as atividades em A, B e C) coleta nas dependências da escola; D e E) triagem e F) identificação.



Os alunos, apoiados e acompanhados pelos professores e pelos participantes do Pibid, planejaram e organizaram, com proficiência e autonomia, uma proposta de sequência didática para apresentação de seus conhecimentos para a comunidade escolar e visitantes. Definiram a apresentação de sua proposta no evento anual da escola denominado ‘Casa Aberta’, na forma de exposição teórica e prática. Os alunos intitularam a exposição como “*Um novo olhar sobre as Formigas*” (Figura 14).

Ao sugerir a temática para a exposição os alunos demonstram que os conhecimentos adquiridos nas atividades de identificação dos formicídeos; ao planejar e executar a exposição extrapolaram os conhecimentos livrescos e superficiais, criaram vínculos com instituições de ensino superior e com criatividade e fundamentação científica, propiciaram oportunidades de aprendizagens para outros alunos e pessoas não vinculadas à escola. A concepção da forma de apresentação, os elementos que compuseram as bancadas, o percurso dos visitantes, os jogos e atividades de monitorias desenvolvidas foram todos frutos de iniciativa dos alunos.

Figura 14 – Exposição “Um novo olhar sobre as Formigas” – A) painel de entrada do evento, B) apresentação de pôster, C) visão geral da exposição, D e E) utilização de lupas para observar aspectos morfológicos e F) visitas monitoradas pelos alunos.



Considerações finais

Na biologia, é muito comum que os conhecimentos estejam organizados em subáreas, como citologia, genética, zoologia, botânica, ecologia, evolução, entre outras, normalmente construídos numa lista de nomenclaturas. O fato é que a escola na atualidade trata os conteúdos de maneira descontextualizada, distante da realidade ou, quando ocorre atividades práticas estas ficam restritas ao estudo de um organismo com ênfase na zoologia. Nesse tipo de aula, poucas vezes os estudantes são levados a pensar no contexto daquele organismo, sua história evolutiva, suas relações intra e interespecíficas, sua relevância ecológica.

Vários estudos apontam que aulas práticas de ciências da natureza contribuem para a alfabetização científica, crescimento e autonomia dos alunos. Se essas aulas estiverem atreladas aos planos pedagógicos, tiverem baixo custo e fácil execução, tornam-se ainda mais interessantes. Todos esses requisitos podem ser atendidos quando é feita a utilização de formigas em aulas práticas, isso porque tem ampla ocorrência nos perímetros escolares, como terrenos ociosos e jardins.

São notórios os ganhos de repertório e avanço na aprendizagem do grupo de alunos que participou de aulas práticas nas Escolas I e III. Na Escola I, especialmente, no que se refere aos conceitos, tais como: diversidade biológica, riqueza, abundância e nicho; da importância de manutenção de áreas verdes urbanas; da diversidade de insetos; das características de formicídeos quanto a morfologia, nidificação, relevância ecológica e alimentação).

Na Escola II, que segue o padrão das escolas públicas sem atividades práticas, observa-se com clareza as lacunas nos conhecimentos dos alunos formadas pela ausência desse saber prático. Soma-se ainda a apatia e indisciplina dos alunos no decorrer da aula expositiva e aplicação dos questionários. Nessa escola, os questionários foram aplicados no momento estratégico para análise dos resultados. Após a aplicação do questionário de Pós-Teste os alunos também tiveram acesso às aulas práticas como nas demais escolas.

Na Escola II, observou-se com clareza lacunas formadas pela ausência das aulas práticas utilizando formicídeos, naquele momento de construção do conhecimento. Isso é perceptível devido ao fato de terem acertado apenas uma questão que versava sobre o conceito de biodiversidade.

Na Escola III ocorreu aumento de acertos significativos foi menor, mas com outro teor de informação, eram alunos previamente melhor preparados, uma evidência disso foram as questões mais específicas, aquelas que detinham menor domínio conceitual. Nessas, assim que as aulas foram ministradas, houve avanço significativo de conhecimento, porém, o que mais chamou a atenção foi o modo como passaram a enxergar o papel dos formicídeos nos diversos ambientes, ao ponto de mobilizarem as apresentações para comunidade, validando o que se prega como uma das premissas da educação ambiental: o despertar da consciência crítica e buscar soluções para um problema (KINDELL, 2006).

Esse pode ser um importante caminho para se construir o saber, a articulação de um projeto de sequência didática bem elaborado, com relevância local, baixo custo, fácil manuseio, que independente de um espaço físico de laboratório e que, especialmente, coloca o estudante no seu devido de lugar, o lugar de protagonista.

Agradecimentos

Aos autores desta obra pelo convite, à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao Pibid (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade de Mogi das Cruzes – UMC, ao Lamat (Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê), às equipes gestoras das escolas e alunos pela participação voluntária.

Referências

AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; TENNANT, L.A.; SCHULTZ, T. *Ants: standart methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington, USA, 280p., 2000.

ALONSO, L.E., AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds.) *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000, 280p.

AYRES, M.; AYRES, JR. M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Biológicas e médicas*. Instituto do desenvolvimento Sustentável Mamirauá. IDSM/MCT/CNPq, 2007, 364p.

BARBIERE, E. *Biodiversidade: a variedade de vida no planeta Terra*, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/biodiversidade.pdf>. Acesso em: 17 de março de 2016.

BEREZUK, P.A; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, v.32, n.2, p.207-215, 2010.

BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* – 2ª ed. São Paulo: Editora Ática, p.24-75, 2007.

BONONI, V.L.R. *Biodiversidade / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto de Botânica*. São Paulo: SMA, 2010.

BRANDÃO, C.R.F. Formicidae. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELO, E.M. (Eds.) *Invertebrados terrestres*. FAPESP, p.213-223, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *PCN Ensino médio: orientações educacionais suplementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Decreto n. 7.219, de 24 de junho de 2010. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência — PIBID e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

CONCEIÇÃO, E.S.; COSTA NETO, A.O.; MOURA, J.I.L.; DELABIE, J.H.C. Auto-polinização direta do coqueiro *Cocos nucifera* L. var. "Anão verde da Malásia" por formigas. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 18, São Paulo. O Biológico, v.69, p.507-509, 2007.

CORDEIRO, R.S; WUO, M.; MORINI, M.S.C. Proposta de atividade de campo para ensino de biodiversidade usando formigas como modelo. Acta Scientiarum Education, v.32, n.2, p.247-254, 2010.

FOLGARAIT, P.J. Ant Biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and Conservation, v.7, p.1221-1244, 1998.

FONSECA, M.J.C.F. A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do Ensino médio de Belém (PA), Brasil. Educação e Pesquisa, v.33, n.1, p.63-79, 2007.

HÖLDOBLER, B.; WILSON, E.O. The ants. Cambridge: Harvard University Press, 732p, 1990.

JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAGERLO, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. Applied Soil Ecology, v.32, p.153-164, 2006.

KINDELL, E.A.I.; FABIANO, W.S.; MICAELA, Y. Educação Ambiental: vários olhares e várias práticas. Mediação, 2 ed., Curitiba-PR, 2006.

KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KVIST, S.; MONTANARI, S.A.; YI, H.; FUKS, B.; SIDDALL, M.E. Teaching biodiversity & evolutionary Biology in North America Marine Coastal Environment. The American Biology Teacher, v.73, n.2, p.72-77, 2011.

LEAL, I.R. Dispersão de sementes por formigas na caatinga, p.435-460. In: LEAL, I.R; TABARELLI, M.; SILVA, J.M. (Eds.). Ecologia e conservação na caatinga. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 802 p, 2003.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento, 2000. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Aval_Conhec_Cap1.pdf. Acesso em: 02 de maio de 2000.

LOPES, C.S.; PONTUSCHKA, N.N. Estudo do Meio: Teoria e Prática. Geografia, v.18, n.2, p.173-191, 2009.

MCRAE, L.; DEINET, S.; FREEMAN, R. The Diversity-weighted living planet index: controlling for taxonomic bias in global biodiversity indicator. PLoS One, v.12, n.1, p.169-156, 2017.

MAJER, J.D. Ants: bioindicators of mine site rehabilitation, land use and land conservation. Environmental Management, v.7, p.375-383, 1983.

MOUTINHO, P.R., NEPSTAD, D.C.; ARAÚJO, K; UHL, C. Formigas e floresta: Estudo para a recuperação de áreas de pastagem. Ciência Hoje, v.15, p.59-60, 1983.

RIBAS, C.R.; CAMPOS, R.B.F.; SCHMIDT, F.A.; SOLAR, R.R. C. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. Psyche: A Journal of Entomology, v.2012, p.1-24, 2012.

PIZO, M.A.; OLIVEIRA, P.S. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. Biotropica, v.32, p.851-861, 2000.

SÃO PAULO, Secretaria do Estado da Educação. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia, 2008.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luís Antônio – SP – sugestões para aplicação de guildas como bioindicadores ambientais. Biotemas, v.14, n.1, p.37-69, 2001.

TOBIN, J.E. Ecology and diversity of tropical forest canopy ants. In: LOWMAN, M.D.; NADKARNI, N.M. (Eds.) Forest Canopies. New York, Academic Press, 624p., 1995.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. Estudo dos Insetos. Cengage Learning, 2ª edição, São Paulo - SP, 762p., 2015.

ZABALA, A. A prática educativa. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZERVANOS, S.M.; MACLAUGHLIN, J.S. Teaching Biodiversity & Evolution through travel course experiences. The American Biology Teacher, v.65, n.9, p.683-688, 2003.

FORMIGAS E HUMANIDADE: UMA LONGA JORNADA ADAPTATIVA E CULTURAL

KARINE SANTANA CARVALHO
GABRIELA CASTAÑO-MENESES
LILIAN BOCCARDO
JULIANA BRITO SANTOS

Resumo

As formigas, são culturalmente hostilizadas pelas pessoas, seja por medo, pavor ou nojo. De onde vem tamanha aversão? Porque as pessoas de um modo geral têm uma relação no mínimo conflituosa com os insetos? Porque, dentre os animais, insetos como formigas são talvez os menos bem quistos? Nesse contexto, dividimos o presente capítulo em duas partes complementares entre si: I) Formigas e urbanidades: miscelânea cultural exemplificada, por intermédio de revisão bibliográfica e imagens, as referências humanas às formigas desde as pinturas rupestres até atuais mídias digitais, em diferentes regiões do planeta. II) Formigas e cidades – o dia-a-dia e o livro traz, por meio de uma pesquisa exploratória de cunho etnozoológico, uma reflexão sobre as interações seres humanos-formigas, baseada em saberes urbanos locais cotejados com os científicos a partir dos olhares de moradores de um bairro do município de Jequié, Bahia, Brasil, sobre as formigas em geral. Os participantes da pesquisa demonstraram saberes híbridos advindos de suas experiências cotidianas urbanas, fortemente arraigados no senso comum, com traços culturais de vivências em ambientes rurais.

Houve muitas variações em termos emocionais e atitudinais nos depoimentos denotando, ao mesmo tempo, sentimentos ambíguos de admiração e aversão com relação às formigas. Os participantes subestimam e até certo ponto desconhecem os modos de vida e os serviços ecológicos prestados pelas formigas em ambientes naturais e cultivados. Com base na literatura, e na pesquisa de campo, concluímos que mesmo “indesejáveis”, as formigas têm influenciado a história do homem no planeta uma vez que esses insetos, como os outros animais, estão intimamente associados ao seu cotidiano: na alimentação, vestimenta, religiosidade, afetividade, enfim, na nossa cultura. Assim, podemos considerar as cidades como verdadeiras relíquias de conhecimentos e tradições com relação à natureza no tempo e espaço.

Introdução

As cidades podem ser consideradas como verdadeiras relíquias de tradições no que concerne ao uso de recursos naturais (MEDEIROS et al., 2012). Nesse cenário, merecem destaque plantas medicinais, horticultura e animais ornamentais, a exemplo dos tão populares peixes de aquário. Essa utilização, segundo Ladio e Albuquerque (2014), cria uma filosofia mais naturista e/ou “new age” e significa uma maior aproximação da natureza com o cotidiano das pessoas nos centros urbanos, local de sucessivas e constantes alterações da vida silvestre. Nesse cenário, onde os humanos são o principal agente transformador, seja de forma voluntária ou involuntária, há tanto a exclusão quanto a inserção de novos elementos na paisagem, como a introdução de espécies animais e vegetais, que podem causar mudanças significativas nos sistemas socioambientais (NUÑEZ et al., 2005). Tais mudanças são ainda mais expressivas se levarmos em consideração que a relação homem-natureza remonta aos tempos do nomadismo, uma história de 3, 6 milhões de anos (DIAMOND, 2007).

De fato, o homem já modificou praticamente todos os ambientes naturais do planeta. E, assim como os ambientes naturais, os ambientes artificiais também podem ser colonizados e explorados pelas diversas espécies de animais. Dentre essas espécies, as formigas merecem destaque por apresentar uma íntima associação com o homem e incríveis adaptações

aos centros urbanos (FOWLER et al., 1995; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Esses insetos, que seguem o rastro da ocupação humana, a exemplo das saúvas (formigas cortadeiras do gênero *Atta*, vulgarmente conhecidas com “tanajuras” - uma referência às fêmeas aladas que revoam no período reprodutivo) são importantes para a economia da América Latina através da história (MARICONI, 1970; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

No Brasil, segundo Hölldobler e Wilson (1990) os primeiros relatos da importância das saúvas como praga agrícola começaram desde a chegada dos colonizadores portugueses que fizeram diversas declarações como: “Se não há nesta terra muito vinho é por causa das formigas que em uma noite dão em uma parreira e lhes cortam as folhas e frutos e os lançam no chão.” “Em uma palavra, é o maior flagelo que têm os lavradores.” “O Brasil é um grande formigueiro”. De todos esses relatos, no entanto, o mais conhecido é a citação do naturalista francês Saint’Hilaire, datada de 1822: “Ou o Brasil mata a saúva ou a saúva mata o Brasil.”

Apesar de seu “status” de praga agrícola, as populações de saúva são expressivas somente em ambientes perturbados ou em estágios iniciais de sucessão florestal (VASCONCELOS; CHERRETT, 1995) quando há uma predominância de plantas pioneiras que investem mais em crescimento que em defesas contra herbívoros (JAFFÉ; VILELA, 1989; FARJIBRENNER, 2001). Desta forma, apenas 1% das espécies de formigas são consideradas como pragas, e na mesma direção, seguem as espécies de formigas-urbanas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Ou seja, do ponto de vista econômico e também social (especialmente quando envolvem problemas de saúde pública e formigas que veiculam bactérias patogênicas responsáveis por infecção hospitalar), as formigas causam muito menos danos do que se imagina. De fato, se fizermos um balanço dos “benéficos” e “malefícios” que esses diminutos insetos causam ao homem, o resultado seguramente será positivo, frente ao seu papel ecológico descrito anteriormente nesse texto e ilustrado pela famosa afirmação do cientista Edward O. Wilson, um dos mais célebres estudiosos das formigas “Se destruíssemos somente os insetos neste planeta, o resto da vida e toda a humanidade desapareceriam junto com eles. Dentro de poucos meses”.

Apesar de sua importância, as formigas, como a maioria dos outros insetos, são culturalmente hostilizadas pelas pessoas, seja por medo, pavor ou nojo. De onde vem tamanha aversão? Porque as pessoas de um modo geral têm uma relação no mínimo conflituosa com os insetos? Porque, dentre os animais, insetos como formigas são talvez os menos bem quistos?

Nesse contexto, dividimos o texto em duas partes complementares entre si.

A primeira parte – Formigas e urbanidades - miscelânea cultural exemplificada, por intermédio de revisão bibliográfica e imagens, as referências humanas às formigas desde as pinturas rupestres até atuais mídias digitais, em diferentes regiões do planeta.

A segunda parte - Formigas e cidades – o dia-a-dia e o livro trazem, por meio de uma pesquisa exploratória de cunho etnozoológico, uma reflexão sobre as interações seres humanos-formigas, baseada em saberes urbanos locais co-tejados com os científicos a partir dos olhares de moradores de um bairro do município de Jequié, Bahia, Brasil, sobre as formigas em geral.

Formigas e urbanidades – Uma revisão bibliográfica

“... ²⁴Quatro seres da terra são pequenos, e, no entanto, muito sábios:

²⁵As formigas, criaturas de pouca força, contudo, armazenam sua comida no verão;

²⁶os coelhos, criaturas sem nenhum poder, contudo, habitam nos penhascos;

²⁷os gafanhotos, que não têm rei, contudo, avançam juntos em fileiras;

²⁸a lagartixa, que se pode apanhar com as mãos, contudo, encontra-se nos palácios dos reis...

(Prov. 30:24-28)

É bíblico. O falar e pensar nos animais que nos cerca! O nosso cotidiano é repleto de lendas, casos e identificações envolvendo animais, conscientemente ou não... O fato é que pensamos e falamos dos outros animais (que não nós!) de

forma tão natural que muitas vezes nem percebemos as comparações ou notificações que fazemos acerca da fauna em nossas vidas. Mas elas estão lá, no nosso dia a dia, basta observar mais atentamente.

De fato, as visões são bem contraditórias, às vezes de aversão, às vezes de muito afeto, mas isso depende muito de qual animal estamos falando... pois o “grau de fofulência” influencia muito nessa relação. Ou seja, quando se trata de um peludo urso de pelúcia ou de outro mamífero, mesmo com certo medo, a afetividade predomina afinal o urso panda é um dos animais aparentemente mais queridos pelos humanos (símbolo de uma das Ongs mais populares do mundo, como a WWF). Mas quando o assunto é réptil como cobras e lagartos ou insetos, a concepção muda completamente. As formigas compõem esse quadro de aversão quase universal. No capítulo: “Os animais imperfeitos: esquisitos, perturbadores e amedrontantes de Campos (1995) é dito que é mais fácil alguém se livrar de uma onça do que das implacáveis “formigas soldado” que caminham obstinadas e por onde passam mordem, trituram e pulverizam o que lhes aparece de obstáculo. Esses mesmos “monstrinhos” não se dobram nem às formigas de fogo e aos marimbondos! (ROOSEVELT, 1943). Também Castello (1971) registra observações antigas como as do Frei João César de que as formigas são insetos aéreos ou voláteis que despertam do sono, destroem flores e plantas.

No entanto, as mesmas formigas cortadeiras de plantas (gênero *Atta*), deixam seus ninhos (chamadas de “içás”) como uma suculenta alimentação do mundo alado e como alimento fácil para os desdentados tatus e tamanduás (BARROS JÚNIOR, 1981). Sobre degustá-las, o humano e etnólogo Hart sabe bem como é, pois, ao comer cabeças de saúva (que são as mesmas “içás” após arrancar suas asas para digeri-la como fonte de proteína, estão à procura de um local no solo para clausura, oviposição e fundação de sua colônia e são capturadas por ávidos humanos em busca de uma farta farofa) as classificou como uma especiaria parecida com cravo da Índia, como descrito em Santos (1987).

Fêmeas de *Atta* sp. capturadas na temporada de voo nupcial (durante os meses de outubro e novembro) também foram tradicionalmente utilizados em “presépios de formigas”, no Estado de São Paulo (Figura 1), desde meados do século XIX até a década de 60 do século XX. O costume de vestir as formigas teve seu auge durante o final do século XIX graças a Jules Marin, quem comercializou e deu grande difusão a este artesanato (MARTINS et al., 2008). Esse é um bom exemplo

para mostrar que as características peculiares e a organização altamente social das formigas, que se assemelha em parte com as nossas sociedades (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) tem chamado a atenção de nós humanos, e que em muitas civilizações se encontra fortemente incorporada à cultura e diferentes manifestações (SLEIGH, 2003).

Figura 1 – Presépio de formigas. (Figura: MARTINS et al., 2008. Banco de dados de Folha de São Paulo, São Paulo).



A abundância, diversidade e as múltiplas interações que estabelecem com uma variedade de organismos, torna as formigas um dos insetos mais populares (MATTHEWS et al., 1997; SNADDON; TURNER, 2007) presentes em contos, lendas e/ou superstição. Por exemplo, afirmação de que “levar ferroada de formiga vermelha é bom para amenizar dor reumática localizada” é registrada inclusive como terapia na União Soviética e no Nordeste brasileiro (CAMPOS, 1995).

Outro exemplo, é a presença de formigas na música “Formiga Bossa Nova”, cuja letra é o poema “Velha Fábula em bossa nova”, do poeta português Alexandre O’Neill (2007), e que foi primeiramente gravada pela cantora portuguesa Amália Rodríguez, e regravada no ano de 2004 por Adriana Calcanhotto:

Formiga Bossa Nova

(Letra: Alexandre O’Neill; Musicas: Alain Oulman)

Minuciosa formiga
não tem que se lhe diga:
leva a sua palhinha
asinha, asinha.
Assim devera eu ser
e não esta cigarra
que se põe a cantar
e me deita a perder.
Assim devera eu ser:
de patinhas no chão,
formiguinha ao trabalho
e ao tostão.
Assim devera eu ser
se não fora
não querer.

Em muitas civilizações existem registros da importância e presença de formigas na vida cotidiana, as quais foram incorporadas em várias maneiras, como é o caso dos hieróglifos egípcios (Figura 2), pinturas gregas e hindus, as representações feitas pela cultura Hopi no norte da América (com uma antiguidade entre 8.000 e 10.000 anos; CAPINERA, 1993) bem como os pictogramas chineses da cultura Dong Ba (Figura 3), que data de antes da dinastia Siu (HUANG, 1994; MELIC, 2003). No Brasil, na Serra das Confusões, Sudeste do Piauí, as pinturas rupestres embora não mostrem

formigas, retratam o tamanduá (Figura 4), que se alimenta delas (BUCO, 2012). Também no Sudeste de Piauí, na Toca do Alto do Fundo do Boqueirão da Pedra Furada, tem uma representação de um objeto trançado (cofo ou luva) que seguindo os pesquisadores poderia conter formigas ou marimbondos, para os rituais de iniciação de varões jovens (Figura 5) em muitos grupos indígenas da região e do Brasil todo (MAGALHÃES, 2011).

Figura 2 – Pedra gravada com formigas, proveniente do antigo Egito. (Fonte: PETRIE, 1927).



Figura 3 – Escritura pictográfica Dong Ba. (Fonte: HUANG, 1994; https://www.insects.org/ced3/picto_f.html).



Figura 4 – Tamanduá na Toca do Enoque, Serra das Confusões (Fonte: BUCO, 2012).



Figura 5 – Antropomorfos segurando objeto que poderia conter formigas ou marimbondos. Toca do Alto do Fundo do Boqueirão da Pedra Furada. (Fonte: PESSIS, 2003).



Da mesma forma, a fundação e o nome de muitas cidades em diferentes locais, estão também ligadas as formigas. Por exemplo, na cultura mexicana, um dos principais assentamentos urbanos, que data desde os anos 600 (CASTAÑEDA DE LA PAZ, 2013), é Azcapotzalco, que na língua náhuatl significa “no formigueiro” (acatl = formiga; potzalli = montículo; co = lugar), se relaciona com a lenda de descobrimento do milho por Quetzalcoatl. Atualmente é uma das 16 delegações que formam a Cidade do México, que apesar do seu desenvolvimento urbano, conserva a estreita relação cultural com as formigas; sendo ainda possível encontrar nos espaços verdes da região, grandes formigueiros de *Pogonomyrmex barbatus* (VÁSQUEZ-BOLAÑOS; CASTAÑO-MENESES, 2007).

No Brasil, existem dez cidades nomeadas “Formiga”, nos Estados de Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Sul e São Paulo. O município de Formiga (Figura 6), no Estado de Minas Gerais, é o mais conhecido (AMORIM FILHO et al., 2007); seu nome é atribuído a existência de uma redução da estrada pela passagem do rio, com um tráfego constante de escravos fugitivos, recordando as fileiras de formigas, por isso deram o nome ao rio e, em seguida, foi para a cidade que foi construída em torno de 1749 (FERREIRA et al., 1958).

Figura 6 – Imagens obtidas na cidade de Formiga, Minas Gerais. A. Fonte no cemitério municipal; B. Ônibus municipal. (Imagens: Tae T. Fernandes)



A cidade de Ouro Preto, no Estado de Minas Gerais, as formigas são incorporadas à cultura urbana, porque uma das suas repúblicas mais antigas, datando de 1951, é “Formigueiro” (<http://www.republicaformigueiro.com/>, Figuras 7, 8), que é destinada para estudantes de engenharia (LUIS MACHADO, 2003). Tal nome é adequado para a profissão de engenheiro que trabalha no solo, pela atividade de escavação das formigas e também porque muitas espécies (especialmente *Atta*) são consideradas como engenheiros de ecossistemas (JONES et al., 1994).

Figura 7 - Site da República Formigueiro no Ouro Preto (<http://www.republicaformigueiro.com/>).



Figura 8 – Local da República Formigueiro, Ouro Preto, MG. (Foto: <https://www.google.com.mx/maps>)



As formigas, em especial as saúvas, pelo seu apelo econômico e *status* de praga agrícola, também estão presentes na nossa literatura. O escritor Mário de Andrade, em *Macunaíma* fala: “Muita saúva e pouca saúde os males do Brasil são.” No romance “Triste Fim de Policarpo Quaresma”, do autor Lima Barreto, o personagem central vê seus planos de prosperidade falirem diante do assédio da saúva (SOFFIATI, 2012).

Também o autor João Dornas Filho escreveu o ensaio “A saúva e o Brasil”, que foi incluído no livro “Aspectos da Economia Colonial” que relata um processo analisado por Vieira Fazenda início do século XVIII no Maranhão, sobre uma disputa no mínimo curiosa, entre frades do Convento de Santo Antônio *versus* saúvas. A demanda realizou-se perante o tribunal da Divina Providência e os franciscanos defenderam as rés, no caso as formigas, alegando que elas receberam a vida do Criador, sendo exemplo de trabalho, prudência, caridade e piedade. Além disso, esses insetos antecederam todos na ocupação da terra. Nesse entrave, o capitão Urbano Duarte, depôs como testemunha de defesa, dizendo que as rés eram criaturas a quem não se pode imputar malícia, pois não sabem distinguir o bem do mal, e que as encontrou ali quando o convento foi fundado. Por fim, o veredito foi a favor das formigas e determinou que os frades destinassem parte das terras daquele Convento para que as saúvas se instalassem definitivamente nelas sob pena de excomunhão (SOFFIATI, 2012).

As formigas também estão associadas às lendas urbanas. Uma delas, super bizarra, é a de um menino que se empanturrou de doces em uma noite de *Halloween* e foi dormir sem escovar os dentes. Por causa disso, foi posto de castigo e durante o mesmo, se queixou diversas vezes para a mãe, sobre uma coceira na boca. Mas a mãe não deu importância até o dia seguinte, quando resolveu levá-lo ao hospital onde foi tirado um raio X que detectou pontinhos pretos estranhos no cérebro da criança. Após uma tentativa de cirurgia às pressas, os médicos descobriram que havia uma infestação de formigas no cérebro e não havia mais como salvar o menino que veio a óbito imediatamente (CULTURALMENTE POP, <http://www.culturalmentepop.blogspot.com>).

Outra lenda urbana, conta que a mãe saúva ganhava a vida como costureira e para isso, precisava da ajuda da filha que nunca fazia o trabalho porque estava sempre cortando folhas. Assim, um dia ao sair, a mãe amarrou a filha pela

cintura, atando a corda ao pé da cama. A prisioneira por sua vez, mexeu e remexeu tanto tentando se livrar das amarras, que o nó foi ficando cada vez mais apertado ao ponto de fazer a famosa cinturinha das formigas (VÍRUS DA ARTE & CIA, <http://www.virusdaarte.net>).

E falando em formigas que “tocam o terror”, temos a sul americaníssima formiga lava-pés, a *Solenopsis saevissima* que ocorre do arquipélago de Galápagos até o Chile. No Brasil é registrada em todo o país, com muita abundância na Bacia Amazônica (TRAGER, 1991). Nas áreas urbanizadas essa espécie também é encontrada, levando sérios problemas às populações dos municípios de Envira, Eurunepé e Airão, no Estado do Amazonas (WILLIAMS, 1995). Inclusive no município de Airão, existe o velho e o novo justamente por conta dessas formigas. Reza a lenda que os moradores abandonaram a cidade por causa de uma infestação de lava pés. No entanto, provavelmente, o estopim do abandono foi devido à decadência do Ciclo da Borracha (1880 e 1914) na Amazônia. A população esvaziou a cidade totalmente somente em 1985, sendo que boa parte mudou-se para vilarejos próximos à capital do Estado, Manaus, e maioria foi transferida para a vila de Itapeaçu, que passou a se chamar “Novo Airão” (WIKIPÉDIA, 2016). Se as formigas lava-pés não foram a causa, seguramente elas ajudaram nessa debandada geral, uma vez que elas são extremamente adaptadas ao convívio urbano e competem pelos mesmos recursos que nós, além de serem altamente agressivas (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Lendas à parte, no mundo moderno, super globalizado e antenado em que vivemos, seguir o comportamento das formigas pode ir desde uma simples tendência de moda (Figura 9) até uma filosofia de vida. Ao menos é o que pensam os idealizadores paulistanos (Carmem Guerreiro, Fernanda Carpegiani e Luciano Arnold) do site “Formiga-me” (<http://www.formiga.me>) que fala sobre iniciativas de transformação de espaços públicos de cidades no mundo inteiro com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do cidadão urbano e inspirar mais pessoas a fazer o mesmo em outros locais. O nome, como descrito no próprio site, faz referência a formigamento, uma sensação que nos faz querer mudar para sair da inércia, da posição incômoda. Também é uma forma de incorporar nas pessoas parte do comportamento das formigas, que são: solidárias, colaborativas e cooperativas, organizadas, eficientes, engenheiras, protetoras, comunicadoras, planejadoras, desbravadoras, estrategistas, resilientes, fertilizadoras, fortes, resistentes, farejadoras e sociáveis.

Figura 9 – Formigas em tendências de moda em vestuário e decoração. (<https://www.zazzle.com.br>)



Formigas e cidades: o dia-a-dia e o livro

Vislumbrando ilustrar este texto com aspectos relacionados às percepções de pessoas residentes em ambientes urbanos, um estudo etnozoológico exploratório foi conduzido na cidade de Jequié, Bahia, Brasil. O trabalho de campo foi realizado no período de outubro a dezembro de 2016, no entorno da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB no bairro Jequiezinho. Os dados foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas baseadas numa lista de perguntas previamente elaboradas que se referiam à taxonomia, habitat, sazonalidade, reprodução, importância e usos.

As entrevistas duravam cerca de 30 minutos, em diferentes espaços sociais tais como, residências, calçadas e comércio. Seguindo os princípios éticos da pesquisa com seres humanos a cada nova entrevista era explicada, de forma clara, a razão do estudo e, mediante consentimento, eram gravadas. As entrevistas foram transcritas literalmente, cujos registros encontram-se no laboratório de Zoologia e Etnozoologia da UESB, Campus de Jequié. O grupo amostral escolhido, aleatoriamente, foi constituído por 13 indivíduos sendo 11 do gênero feminino e 02 do gênero masculino, cujas idades

variaram de 28 a 86 anos, os quais também assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os resultados foram analisados qualitativamente e os depoimentos citados, em linguajar local.

Os participantes da pesquisa demonstraram saberes híbridos advindos de suas experiências cotidianas urbanas, fortemente arraigados no senso comum, com traços culturais de vivências em ambientes rurais.

Para referirem-se às formigas os entrevistados usaram diferentes termos tais como: inseto, insetozinho, bichuzinho, bichinho, formiguinha e mosquitinho, alguns deles de caráter pejorativo.

“É um bichuzinho, um inseto, num sei” (Dona V.G.S, 64 anos)

“Pra mim a formiga é um bichinho assim, sei lá [...] um mosquitinho, um morcego assim que eu não tenho bem. Eu sei que ela destrói muita coisa, né? É um inseto[...] pode ser também, não pode?” (Dona E.C.S., 69 anos)

As formigas estão entre os insetos mais conspícuos do nosso planeta (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) e desempenham diversos papéis na dinâmica e funcionamento na maioria dos ecossistemas terrestres, tais como: dispersão e predação de sementes (LEAL, 2003), ciclagem de nutrientes (FARJI-BRENER; SILVA, 1995) e herbivoria (WIRTH et al., 2003), entre outros. Provavelmente, as referências ou definições das pessoas estão intimamente relacionadas à atuação das formigas nessas diferentes funções ambientais que as tornam presentes mesmos em ambientes artificiais como as cidades. Esse fato se deve especialmente à excelente irradiação adaptativa das formigas, insetos virtualmente presentes em todas as regiões, à exceção dos polos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Quanto à diversidade foram citadas algumas etnoespécies tais como: onça (grande e pequena), raspa, cortadeira, caçaramba, estralo, tanajura, correição, conga, lavradeira, formiga de açúcar, formiga de asa, além de denominações genéricas tais como: pequenininha, grande, vermelha, maiorzinha, lora e bunda mole.

Há muitas variações em termos emocionais e atitudinais nos depoimentos denotando, ao mesmo tempo, sentimentos ambíguos de admiração e aversão com relação às formigas:

“Uma formiga...uma formiga pra mim é um animal muito trabalhador. Eu observo sempre e vejo assim, que elas trabalham compartilhando, uma ajudando a outra. Esta demonstração eu acharia interessante tomar como exemplo pra nossa própria vida” (Dona M.G.B.R, 47 anos).

“Oh minha fia, um bichinho que só presta pra morder e cortá pranta. E, não faz mal a ninguém, né? É porque formiga é só prá...tem umas que morde, tens umas que não morde, só presta pra cortá pranta...” (Dona O.V.C., 81 anos).

Mais de 15.300 espécies de formigas foram descritas para o mundo, dessas estima-se que o Brasil tenha cerca de 2.500 espécies (BOLTON, 2014; atualmente tem-se descritas 1.489 ANTWIKI, 2017). Tais espécies ocupam um número significativo de nichos e guildas tróficas como predadores, desfolhadores, coletores de pólen e néctar, e ainda decompositores (BRANDÃO et al., 2012). Em adição a todas estas características, as formigas exibem uma grande variação de formas e comportamento, o que lhes permitem forragear em diversos habitat (WARD, 2006). Diante de tamanha diversidade, é razoável supor que as etnoespécies citadas pelos entrevistados, seguem a mesma direção.

Algumas das etnoespécies podem ser “identificadas” por nossa experiência de campo e manuseio tais como: raspa: *Camponotus* spp.; cortadeira: operárias de *Atta* spp. ou *Acromyrmex* spp.; estralo (chamadas assim devido ao movimento de fechamento das mandíbulas que produz o som de um estalo): *Odontomachus bauri* e tanajura: fêmeas de *Atta* spp. As eleitas como “formigas de açúcar” podem pertencer às espécies: a) *Tapinoma melanocephalum* (também chamada formiga fantasma, devido ao hábito de andar em “zingue-zague”) que nidifica em azulejos, batentes de porta e rodapés e faz recrutamento de muitas operárias; b) *Monomorium pharaonis* (conhecida como de formiga-do-faraó por ter sido descoberta numa tumba de faraó), que infesta aparelhos eletrônicos, livros, caixas e embalagens, fazem trilha em linha reta e possuem movimentos muito rápidos e c) *Wasmannia auropunctata* (pixixica, pequena formiga-de-fogo) que vivem em ninhos no solo ou em árvores mas podem viver dentro de casa e são fortemente atraídas por alimentos na cozinha. (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Wasmannia auropunctata que é originária da América do Sul, as outras espécies foram introduzidas no Brasil, vindas do Continente Africano (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Desta forma, sem inimigos naturais, como outras

espécies sinantrópicas, essas formigas se adaptaram muito bem e se proliferaram livremente em nossas cidades fazendo parte do nosso cotidiano. Assim, não há como ignorar a presença das formigas em nossas casas, quintais e jardins, sendo elas então observadas e “julgadas” pelas pessoas. Hora como “trabalhadoras” devido ao comportamento organizado de tarefas de uma colônia, uma das características de sua eusocialidade (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), hora como insetos que só “servem” para morder, fazendo uma alusão tanto às formigas que eventualmente mordem (como as saúvas, portadoras de mandíbulas fortes para cortar folhas, galhos e afins) quantas aquelas que picam dolorido, como *Solenopsis saevissima* conhecida por isso como “lava-pés ou “formiga de fogo”; ou como *Odontomachus* spp. que usam o ferrão que portam no final do gáster. Picadas ou ferroadas geralmente constituem o sistema de defesa das formigas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Os participantes subestimam e até certo ponto desconhecem os modos de vida e os serviços ecológicos prestados pelas formigas em ambientes naturais e cultivados, ao emitirem opiniões vagas do tipo são protetoras da terra (solo), promovem a limpeza do ambiente, ajudam a aliviar a temperatura da terra (solo), além de outros comentários tais como não servem para nada, não tem importância nenhuma e causam injúrias às pessoas:

“Ela não adula ninguém. Onde encontra as pernas da gente, tá mordendo. Morde mesmo e não pede licença não minha fia! É só chegar...crau, crau, crau e o camarada se vê doido” (Seu L.A.S, 86 anos).

Apenas um dos entrevistados respondeu de uma forma mais abrangente sobre a importância ecológica das formigas, justificando seus saberes por que fora criado no campo:

“...eu acredito que as formigas até pra nós seres humanos é de suma importância, primeiro porque as formigas é como se fosse um arado. Ela remove o solo, ela dá vida para solo. Ela faz com que o solo tenha oxigenação, infiltra mais água. [...] ela alimenta lá, os pássaros, os sapos e os tamandú” (Seu E.C.C., 52 anos).

Nos ecossistemas terrestres, embora o ambiente acima e abaixo do solo esteja ligado por meio de plantas, minhocas e larvas de insetos (ZAK et al., 2003), esses dois locais são espacialmente distintos. Neste sentido, minhocas, térmitas e formigas, o principal grupo de “engenheiros do ecossistema”, segundo Lavelle et al. (1997), são animais criteriosos em misturar horizontes e partículas do solo e produzir estruturas físicas (ou biogênica) capazes de modificar a disponibilidade ou acessibilidade de recursos para outros organismos (FARJI-BRENNER, 2001).

De fato, como engenheiras de ecossistemas, as saúvas realizam “bioperturbação” no solo na criação e manutenção de seus ninhos, promovem inúmeros benefícios físicos e químicos tais como: aumento da porosidade, diminuição sua resistência à penetração e raízes e concentração local de matéria orgânica (MOUTINHO et al., 2003). Tais ações têm consequências diretas sobre a vegetação circundante que tem seu crescimento ou “fitness” aumentado (SAHA et al., 2012).

De maneira geral as respostas referem-se aos danos provocados às plantas, uma vez que a maioria dos depoentes possui, em suas residências, quintais com plantas ornamentais, árvores frutíferas e hortaliças.

“[...] as formigas aqui em casa é um instrumento de destruição das minhas plantas. Quando entra em casa atrás de açúcar oh!, a gente rapidinho dá um jeito nela”. (Dona E.S.C., 55 anos).

As formigas mais danosas para a agricultura são as saúvas, consideradas como o herbívoro mais conspícuo da região neotropical e endêmica das Américas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Com as folhas que cortam, as operárias cultivam um fungo simbiote que é o único alimento para os imaturos (larvas) da colônia (MARICONI, 1970).

Apesar dos prejuízos econômicos causados pelas saúvas, somente 1% das espécies de formigas são consideradas como pragas, bem como as espécies sinantrópicas, aquelas que vivem em íntima associação com o homem competindo pelos mesmos recursos nos ambientes urbanos. Juntas, essas formigas somam menos de 50 espécies das aproximadamente 2.000 que ocorrem no Brasil (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998).

Em relação aos aspectos lúdicos, apesar da produção de tantas obras literárias, musicais e cinematográficas envolvendo as formigas, apenas um trecho de uma canção infantil foi entoado:

“[...] a formiguinha corta a folha e carrega, quando uma deixa a outra pega”. (Dona M.G.B.R., 47 anos).

Talvez as formigas mais populares do Brasil sejam as cortadeiras saúvas e quenquéns (respectivamente *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.) por serem comuns em jardins e quintais onde cortam folhas de plantas e hortaliças e por isso nunca passam despercebidas. Essas formigas pertencem as “high attines”, espécies mais derivadas da tribo Attini (ao contrário das “lower attines”, mais primitivas) e de fato exibem comportamento altamente sofisticado (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Operárias de *Atta* spp., apresentam um polimorfismo extremamente acentuado que se relaciona com a complexa divisão de labor das colônias (MARICONI, 1970). Um comportamento bastante proeminente é a assepsia dos fragmentos das folhas pelas minúsculas jardineiras que começa desde a trilha (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Devido a sua notabilidade, é razoável esperar que (a única!) música lembrada pelos entrevistados tenha sido em relação a atividade de corte de folhas pelas formiga. Além do mais, essa música remete ao espírito de colaboração, tão comum na história natural das formigas.

Consideração final

A existência humana seguramente não seria e mesma sem a presença dos animais. O fato de os animais estarem extremamente arraigados no nosso cotidiano, mesmo que indiretamente, na alimentação, vestimenta, religiosidade, afetividade, enfim, na nossa cultura, traduz o mundo natural de formas completamente distinta entre as sociedades. Desta forma, podemos considerar as cidades como verdadeiras relíquias de conhecimentos e tradições com relação à natureza no tempo e no espaço. Nessa perspectiva, mesmo tida como “indesejáveis”, as formigas têm influenciado, sem sombra de dúvidas, a história do homem no planeta.

Referências

ANTWIKI – Disponível em <http://www.antwiki.org>. Acesso em 25 de maio de 2017.

AMORIM FILHO, O.B.L.; RIGOTTI, J.I.R.; CAMPOS, J. Os níveis hierárquicos das cidades médias de Minas Gerais. RA'EGA. O Espaço Geográfico em Análise, v.13, p.7-18, 2007.

BARROS JÚNIOR, F. Caçando e Pescando por todo o Brasil. Ed. Melhoramento, São Paulo, 2 edição, 240p, 1981.

BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H.C. Neotropical ants (Hymenoptera) functional groups: nutritional and applied implications. In: PANIZZI A.R.; PARRA J.R.P. (Eds) Insect Bioecology and nutrition for integrated pest management. CRC, Boca Raton, p.213–236, 2012.

BOLTON, B. Gênero: *Ectatomma*. AntWeb.org. Acesso em 03 dezembro 2015, 2014.

BUCO, C.A. Arqueologia do Movimento: Relações entre Arte Rupestre, Arqueologia e Meio Ambiente, da Pré-história aos dias atuais, no Vale da Serra Branca. Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. Diss. Tese de Doutorado. 600p. Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2012.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. As formigas domésticas. In: MARCONI, F.A.M. (Coord.) Insetos e outros invasores de residências. FEALQ, Piracicaba, SP., p.135-181, 1999.

CAMPOS, E. Os animais imperfeitos: esquisitos, perturbadores e amedrontantes, p.193-2010. In: PAIVA, M.P; CAMPOS, E. (Eds) Fauna do Nordeste do Brasil. Conhecimento científico e popular. Banco do Nordeste de Brasil, Fortaleza, 1995, 273p.

CAPINERA, J.L. Insects in art and religion: the American Southwest. American Entomologist, v.39, p.221-230, 1993.

CASTAÑEDA DE LA PAZ, M. Dos parcialidades étnicas en Azcapotzalco, Mexicapan y Tepanecapan. Estudios de Cultura Náhuatl, v.46, p.223-248, 2013.

CASTELLO, J.A. O Movimento Academicista no Brasil. Cons. Estadual de Cultura, SP, v.1, t.5, p.380, 1971.

CULTURALMENTE POP. Formigas no cérebro. Disponível em: <<http://culturalmentepop.blogspot.com.br/2015/02/lendas-urbanas-formigas-no-cerebro.html/>> acesso em 24 nov. 2016.

DIAMOND, J. Armas, Germes e Aço. Os destinos das sociedades humanas. 9ª edição. Rio de Janeiro: Record, 2007.

FERREIRA, J.P.; CORREA FILHO, V.; MARTINS, H.; FAISSOL, S.; FERREIRA, D.P. (1958) Enciclopédia dos municípios brasileiros. v.25. Minas Gerais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1958.

FORMIGUE-ME por cidades que façam sentido. Disponível em: <<http://www.formiga.me>>. Acesso em 24 nov. 2016.

FOWLER, H.G.; ANARUMA-FILHO, F.; BUENO, O.C. Formigas nos hospitais. *Ciência Hoje*, v.19, n.111, p.12-13, 1995.

FARJI-BRENNER, A.G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forest than in old-growth tropical forest? An evaluation of the palatable forage hypothesis. *Oikos*, v.92, n.169-170, 2001.

FARJI-BRENER, A.G.; SILVA, J.F. Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: Facilitated succession? *Journal of Tropical Ecology*, v.11, p.651-669, 1995.

Google maps. República Formigueiro. https://www.google.com.mx/maps/@-20.3879024,-43.5030033,3a,37.5y,69.13h,103.97t/data=!3m6!1e1!3m4!1sPU0ianLhTn9atXrdscy_Lw!2e0!7i13312!8i6656. Acesso em 15 mar. 2017.

HUANG, J. Insects in Chinese pictographs. *Cultural Entomology Digest* 3. Disponível em http://www.insects.org/ced3/chinese_picto.html. Acesso 15 mar. 2017, 1994.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. *The ants*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University, p.732, 1990.

JAFFÉ, K.; VILELA, E. On nest densities of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* in tropical primary forest. *Biotropica*, v.21, p.234-236, 1989.

JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHACK, M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, v.69, p.373-386, 1994.

- LADIO, A.H.; ALBUQUERQUE, U.P. Urban Ethnobiology. 33-38. In: ALBUQUERQUE, U.P.; ALVES, R.R.N (Eds) Introduction to Ethnobiology. Springer, 2014, 307p.
- LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*, v.33, p.159-193, 1997.
- LEAL, I.R. Diversidade de formigas em diferentes unidades da paisagem da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M. (Eds) Ecologia e conservação da Caatinga. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003, 802p.
- LUIS MACHADO, O. As Repúblicas estudantis da Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, v.66, p.197-199, 2003.
- MAGALHÃES, S.M.C. A arte rupestre no centro-norte do Piauí: indícios de narrativas icônicas. Tese de Doutorado, História. Niterói: Universidade Federal Fluminense. http://www.historia.uff.br/stricto/teses/Tese-2011_Sonia_Maria_Campelo_Magalhaes.pdf, 2011.
- MARICONI, F.A.M. As saúvas. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo/SP, 1970, 54p.
- MARTINS, D.; PAPAVERO, N.; MONNÉ, M.A. Insetos em presépios e as "formigas vestidas" de Jules Martin (1832-1906): uma curiosa manufatura paulista do final do século XIX. *Anais do Museu Paulista*, v.16, n.2, p.105-127, 2008.
- MATTHEWS, R.W.; FLAGE, L.R.; MATTHEWS, J.R. Insects as teaching tools in primary and secondary education. *Annual Review of Entomology*, v.42, p.269-289, 1997.
- MEDEIROS, P.M.; SOLDATI, G.T.; ALENCAR, N.L et al. The use of medicinal plants by migrant people: adaptation maintenance, and replacement. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v.2012, n.1-11, 2012.
- MELIC, A. De los jeroglíficos a los tebeos: los artrópodos en la cultura. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, v.32, p.325-357, 2003.
- MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.C.; DAVIDSON, E.A. Influence of leaf-cutter ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. *Ecology*, v.84, p.1265–1276, 2003.

NUÑEZ, M.A.; SIMBERLOFF, D.; WACHTEL, M. Invasive species and the cultural keystone species concept. *Ecology and Society*, v.10, n.1, p.r4, <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/resp4/>. 2005.

O'NEILL, A. *Poesias completas*, Assírio & Alvim, Lisboa, 2007, 507p.

PESSIS, A.M. *Imagens da Pré-História*. Parque Nacional Serra da Capivara. São Paulo, FUMDHAM/PETROBRAS, 2003, 307p.

PETRIE, W.M.F. *Objects of Daily Use, with over 1800 figures from University College*, British School of Archaeology in Egypt, London, 1927, 75p.

Provérbio 30: 24-28. *Bíblia Sagrada on line*. Disponível em <https://www.bibliaonline.com.br/nvi/pv/30>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

República Formigueiro, Ouro Preto, Rua Xavier da Veiga, 170, Ouro Preto, MG. <http://www.republicaformigueiro.com>. Acesso 15 mar. 2017.

ROOSEVELT, T. *Nas Selvas do Brazil*, tradução de Luiz Guimarães Júnior, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1943, p.330.

SANTOS, E. *Histórias, lendas de nossos bichos*. Editora Itatiaia, Belo Horizonte, 1987, 168p.

SAHA, A.K.; CARVALHO, K.S; STERNBERG, L.; MOUTINHO, P. Effect of leaf-cutting ant nests on plant growth in an oligotrophic Amazon rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.28, p.263-270, 2012.

SLEIGH, C. *Ant*. London d: Reaktion, 2003, 216p.

SNADDON, J.L.; TURNER, E.C. A child's eye view of the insect world: perceptions of insect diversity. *Environmental Conservation*, v.34, n.1, p.33-35, 2007.

SOFFIATI, A. Dois insetos na História do Brasil. Rede Brasileira de História Ambiental. O portal brasileiro de história e meio ambiente. Disponível em: <<http://www.historiaambiental.org/dois-insetos-na-historia-do-brasil/>>. Acesso em 24 nov. 2016, 2012.

TRAGER, J.C. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminate* Group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Journal New York Entomology, v.99, p.141-198, 1991.

VASCONCELOS, H.L.; CHERRETT, J.M. Changes in leaf-cutting ant populations (Formicidae: Attini) after the clearing of mature forest in Brazilian Amazonia. Studies of Neotropical Fauna & Environment, v.0, p.107-113, 1995.

VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M.; CASTAÑO-MENESES, G. Las hormigas en Mesoamérica: una tierra gobernada por dioses. In: NAVARRETE-HEREDIA, J.L.; QUIROZ-ROCHA, G.; FIERROS-LÓPEZ, H.E. (Coord.) Entomología cultural: una visión iberoamericana. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, p.185-198, 2007.

VÍRUS DA ARTE & CIA. A Lenda da Formiga Saúva. <http://virusdaarte.net/a-lenda-da-formiga-sauva>. Acesso em: 21 nov. 2016.

WARD, P.S. Ants. Current Biology, v.6, p.152-155, 2006.

WIRTH, R., et al. The herbivory of leaf-cutting ants. A case study on *Atta colombica* in the tropical rainforest of Panama. Ecological Studies 164, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 230p.

WIKIPÉDIA. Velho Airão. https://pt.wikipedia.org/wiki/Velho_Air%C3%A3o/ acesso em: 24 nov. 2016.

WILLIAMS, D.F. Controlling fire ants in the Amazon. Greensboro, Crop Protection News, p.6, 1995.

ZAK, D.R.; HOLMES, W.E.; WHITE, D.C.; PEACOCK, A.D.; TILMAN, D. Plant diversity, soil microbial communities, and ecosystem function: are there any links? Ecology, v.84, p.2042-2050, 2003.

ZAZZLE. Formigas Camiseta. Disponível em: <https://www.zazzle.com.br/formigas_camiseta-235806205742262470> Acesso em: 15 abril. 2017.

ZAZZLE. Formigas Gravata. Disponível em: <https://www.zazzle.com.br/formigas_gravata-151048355750596247> Acesso em: 15 abril. 2017. Disponível em: <<https://www.zazzle.com.br/formigas-256068814719895799>> Acesso em: 15 Abril. 2017.

FORMIGAS NO AMBIENTE URBANO: OLHAR DO FOTÓGRAFO

ELIZA CARNEIRO

Resumo

A fotografia está em nossas vidas há muito tempo e passou por diversas transformações até chegar à forma como a conhecemos e praticamos. Hoje, 175 anos depois, temos ao alcance de nossas mãos celulares com poderosas lentes e a vantagem de compartilhar com o mundo aquilo que registramos. A fotografia é uma poderosa ferramenta de comunicação e divulgação, além de ser arte. Dentre os vários gêneros existentes, a fotografia macro nos permite enxergar mais de perto e com mais detalhes pequenos objetos e organismos que passam despercebidos a olhos não treinados. Na fotografia de natureza, ela vem trazer mais para perto de nós detalhes de flores, fungos, gotas d'água, insetos etc. O mundo dos minúsculos seres é rico e exuberante em detalhes e os artrópodes são a maior prova disso. Com seus *designs* geniais, como articulações, antenas, mandíbulas, corpos, transparências, cores, iridescências, fornecem infinitas possibilidades de cliques, para criar arte e informação. Essa perspectiva diferenciada de olhar o microcosmo é ferramenta importante na divulgação científica, além de servir como ponte entre a academia e o público em geral, levando conhecimento, informação e arte.

Introdução

A fotografia é arte que encanta, atrai, comunica e integra, além de ser uma ferramenta poderosa na informação e divulgação científica, independentemente de qual sistema utilizamos para registrar imagens que nos agradam. A fotografia foi, desde seu início, uma importante ferramenta para documentar e retratar o cotidiano das pessoas, viagens, guerras e tantos outros acontecimentos. Grande responsável por levar pessoas a lugares em que nunca se imaginou estar, explorando lugares muitas vezes inóspitos, revelando culturas e formas de vida diversificadas, aproximando pessoas, agregando conhecimento. Sua atuação está presente em diversas áreas do conhecimento humano, abrangendo vários gêneros. Alguns têm mais destaque que outros, como a fotografia publicitária, a jornalística e a documental. Outro gênero de relativo destaque é a fotografia científica, com sua utilização na área médica, odontológica e nas ciências da natureza. De fato, sua aplicação vai desde a astronomia até o mundo da microscopia.

Dentre os vários ramos fotográficos que existem, certamente um dos que mais atrai interesse e admiradores, tanto do público amador quanto profissional, é o que retrata a vida selvagem, natureza e as grandes paisagens, também conhecida como fotografia *outdoor*. Quem não se encanta com um pôr-do-sol espetacular ou uma paisagem grandiosa com belíssimas cadeias de montanhas, um oceano ou cachoeiras de tirar o fôlego? O caminho das estrelas no céu noturno com formações rochosas completando o cenário é outro tema que encanta. Ou, ainda, ficar admirado em ver uma família de felinos em seu ambiente natural, um cardume de peixes ou um tubarão-baleia na imensidão do oceano, com seu estilo de vida e comportamentos registrados. O que se pode dizer das belezas e encantos das aves e seu incrível *gamut* de cores em suas exuberantes plumagens. Aliás, a fotografia de aves é uma das mais bem exploradas e praticadas no planeta. Existe boa quantidade de material a respeito do assunto, com inúmeros guias especializados na técnica de fotografia de aves. Certamente, essa vastidão de material se deve à prática bem estabelecida de *Birdwatching*, passatempo antigo que começou na Inglaterra no século XVIII. É prática famosa na Europa e nos Estados Unidos, com milhões de adeptos ao redor do globo. Pessoas viajam o mundo para observar as aves e fotografá-las. Aqui no Brasil o hábito de “passarinhar”,

como é carinhosamente definido, tem crescido e, junto a ele, também o hábito de fotografar as aves, que ocorre em escala maior que em outras porções do mundo. Infelizmente, o mesmo não acontece com tamanha intensidade quando se trata de outros táxons, tendo-se reduzido número de apreciadores e fotógrafos especializados.

Mas um grupo animal em especial atrai muitos seguidores e admiradores ao redor do planeta. Referimo-nos aos artrópodes, mais especificamente aos insetos e aracnídeos. A riqueza de detalhes em seus corpos, cores, transparências e iridescências, bem como a variedade de espécies que o grupo possui atrai a atenção de muitos. É um mundo particular de maravilhas quase microscópicas, muitas vezes imperceptível à maioria de nós. Porém, se observado mais de perto e com mais acuidade, esse universo revela infinitas possibilidades de bons cliques, trazendo à luz detalhes, hábitos de vida, comportamentos que, de outra maneira, passariam despercebidos, sem falar na possibilidade de compartilhar tal exuberância com várias pessoas que não teriam como acessar tais mundos se não fosse pela fotografia.

O gênero da fotografia que trabalha com os detalhes de pequenos objetos e organismos é o da macrofotografia ou fotografia *close-up*, revelando detalhes que muitas vezes são invisíveis a olho nu. Essa forma de fotografia nos permite, literalmente, entrar em outro mundo. Quando se trata da macrofotografia da natureza, as asas de uma libélula se revelam em belíssimos vitrais; ou as gotículas de água sobre a superfície de uma folha ou flor se transformam em um espetáculo cristalino à parte. A abelha visitando uma flor e seu corpo recoberto dos minúsculos grãos de pólen, ou, quem sabe ainda, a iridescência de alguns coleópteros quando a luz do sol incide no ângulo certo, são revelados em detalhes e nitidez. Aranhas em suas teias cobertas de orvalho pela manhã, surpreendentes micro-orquídeas, pequeninas formigas e seus *designs* corporais maravilhosos, sutilezas infinitas que só são revelados em sua magnificência por meio de equipamentos apropriados a esse formato de fotografia. Assim, através de lentes especiais e olhos curiosos, atentos e treinados, conseguiremos nos deleitar com as riquezas que esses reinos encantados têm a nos oferecer.

A macrofotografia de natureza é incipiente no Brasil e ainda não caiu no gosto popular. E quando se trata de insetos, mesmo que esse tipo de imagem impressione, ainda causa certa repulsa em muitas pessoas. Mas, com certeza, em pouco tempo ela conquistará mais praticantes e apreciadores, como em outros gêneros fotográficos. Além do mais, a fotografia

macro de natureza funciona como uma ferramenta poderosa no trabalho de conservação e conhecimento do comportamento e vida dos pequenos artrópodes. Arte e ciência se misturam em um espetáculo a parte se complementando ao revelar o caráter artístico da ciência e o científico da fotografia.

Há algumas boas referências na macrofotografia com trabalhos de alta qualidade, inspiradores com fotos de tirar o fôlego. O trabalho do entomologista e fotógrafo Norte Americano Alexander (Alex) Wild tem um tom mais científico, podendo ser conferido através do *site*: <http://www.alexanderwild.com>. Outros já são mais artísticos, como os do Russo Andrey Pavlov, que fotografa formigueiros próximos de sua casa e depois faz montagens para criar histórias (<http://www.pavlovants.com>). Levon Biss, fotógrafo Britânico, tem um trabalho espetacular, intitulado “Microesculturas” (*Microsculpture*), feito com insetos da coleção do Museu de História Natural da Universidade de Oxford. Seu trabalho está disponível no *site*: <http://microsculpture.net>. O biólogo e fotojornalista da National Geographic, Christian Ziegler (<http://www.christianziegler.photography>), também tem excelentes imagens do universo macro. Outro nome relevante é o de Mark W. Moffett, ecólogo, explorador e também fotojornalista da National Geographic. O documentário “Polinizadores”, que faz parte da série Fotografias Espetaculares, produzido pela National Geographic (2010), traz uma parte da qualidade do trabalho de Moffett. Ele desenvolveu um trabalho interessante com formigas e, claro, a macrofotografia está presente (MOFFETT, 2010).

Existe pouca literatura especializada em português no ensino de técnicas de fotografia macro, mas vale destacar o livro “Macrofotografia e *Close-up*: conceitos, técnicas e práticas”, Philip (2012) e alguns artigos em revistas de fotografia. Já em inglês, existem muitas obras direcionando às técnicas da fotografia *close up* e macro com aplicações diversas e até mesmo específicas à natureza, como Fitzharris (2005), Detrick (2008), Peterson (2009), Cremona (2014), Humphrey (2014), Gerlach e Gerlach (2015), Sheppard (2015) e Harnischmacher (2016).

Macrofotografia e o mundo das formigas-urbanas

Para explorar o universo da macrofotografia precisamos de algumas ferramentas apropriadas e de precisão que garantam a qualidade das imagens que iremos registrar. É importante ter uma câmera com boa resolução em seu sensor digital e que ofereça controles de abertura de diafragma, tempo de exposição e sensibilidade à luz (ISO). Existem basicamente dois tipos de câmeras digitais, as com objetivas intercambiáveis e as que não permitem a troca de objetivas. Câmeras que não trocam lente são conhecidas como compactas avançadas ou superzoom. Elas têm os controles citados anteriormente, além de muitos outros modos de cena (modos automáticos), sendo um deles o “macro” ou *close-up*. Algumas câmeras permitem uma aproximação entre 0,5 e 1,0 cm do assunto a ser fotografado em modo macro. A categoria das câmeras que permitem intercâmbio de objetivas, conhecidas também por DSLR (*Digital Single Lens Reflex*), possui sensores digitais com área maior que aquelas que não trocam as objetivas, o que, por consequência, devolve uma imagem com qualidade superior. Qualidade essa que é completada pela qualidade das objetivas, as quais são desenvolvidas para funções específicas, como esportes, vida selvagem, retratos, arquitetura, macrofotografia etc.

As objetivas voltadas à fotografia macro permitem maior aproximação ao objeto a ser fotografado, colocando-os em foco a partir de uma distância curta, tornando-os grandes o suficiente para preencherem o quadro. Uma fotografia é considerada macro quando o tamanho do assunto é fotografado com uma proporção entre 1:1 e 10:1, ou seja, quando o detalhe em questão é igual ou até 10 vezes maior que o real (PETERSON, 2009; PHILIP, 2012; CREMONA, 2014). Uma proporção acima de 10:1 é considerada microfotografia.

As distâncias focais mais comuns das lentes macro estão entre: 50 e 100mm e normalmente são lentes fixas, sem zoom. A qualidade ótica é excelente e aquelas com distância focal maior permitem que o trabalho seja feito a uma distância um pouco maior do nosso objeto de estudo. Como toda ferramenta de precisão, o custo destas objetivas é um pouco elevado, porém garantem excelente qualidade de imagem, como brilho e ótima definição nos detalhes. Existem opções mais em conta, que são filtros *close up*. Eles são usados na frente das objetivas que já vêm na câmera e permitem certa

aproximação. A qualidade ótica não é de excelência, mas já é um começo. Para esse gênero fotográfico alguns outros acessórios são utilizados, como flash externo (*ring flash* ou *flash twin*), tripé, tubo extensor, disparador remoto, rebatedor de luz etc.

Uma boa imagem começa a ser construída conhecendo e tendo domínio da técnica fotográfica. Ter as ferramentas apropriadas é fundamental, mas existe algo a mais entre ter um bom equipamento e obter uma excelente foto. Esse algo a mais é a sensibilidade do olhar. Não é só de técnica que uma boa imagem é feita. Fazemos fotografias com nossa bagagem de vida. Documentários e filmes a que assistimos, livros que lemos, imagens de outros fotógrafos que vemos em livros, exposições, nossa sensibilidade e senso de observação, conhecimento de biologia e de comportamento do espécime a ser clicado (para o caso de fotografia da natureza e vida selvagem), as histórias que ouvimos e outras tantas variáveis, que se constituirão em bagagem que fará a diferença no momento do clique. É um processo de evolução constante, refinado com a prática e experiências.

Saber como e o que fotografar e o que se deseja são passos decisivos para uma imagem interessante. O fotógrafo compõe a imagem praticamente na mesma duração de tempo que leva para apertar o botão disparador da câmera, na velocidade de um ato reflexo. Mas, algumas vezes, o disparo é atrasado para aguardar que a cena aconteça. É o que um dos grandes mestres da fotografia, o francês Henri Carier-Bresson (1908-2004), definiu como o “Instante decisivo”. Aguardar, antecipar um movimento ou idealizar uma cena e aguardar que ela se forme diante dos nossos olhos é algo interessante a se praticar. No início é natural irmos a campo clicando tudo que aparece, mas, com a experiência, passamos a fazer o contrário, ou seja, sair para buscar a imagem e não “qualquer” imagem. É usar intuição e sensibilidade para saber quando e como movimentar a câmera para compor uma imagem. Sentir se se deve aproximar mais do cenário ou se afastar dele. Ajoelhar ou buscar um ângulo mais elevado, inusitado. Posicionar-se com luz a favor do assunto ou trabalhar em contraluz e criar uma foto com aquele “algo a mais”, diferenciado. O olhar do fotógrafo está constantemente avaliando. Com tempo e treino passamos a dominar isso mais facilmente e tudo passa ser natural, quase automático, em que, em questão de segundos, a decisão é tomada e o clique é feito.

Quando se trabalha com natureza, há que se ter em mente que o trabalho é feito no ritmo dela e não no nosso. Então, algo que foi idealizado anteriormente pode simplesmente não acontecer. Ou algo inesperado pode aparecer bem diante dos olhares atentos e render algo surpreendente. Conhecer um pouco o comportamento, biologia e história natural da espécie que vai ser trabalhada ajuda a sentir e saber qual seria o momento decisivo de apertar o botão da câmera. E se esse conhecimento prévio não fizer parte da bagagem, não tem problema algum, pois eis aí uma ótima oportunidade de aprender através da observação. Todas as experiências são válidas, já que não existe certo ou errado, mas sim uma prática divertida e enriquecedora, realizada com respeito e admiração.

O universo natural fornece ótimos temas e assuntos a serem trabalhados com a fotografia macro. Os artrópodes fornecem vasto material a ser explorado de maneiras formidáveis, tanto artísticas quanto científicas. Dentro do grupo dos artrópodes, as formigas são, sem dúvida, um universo à parte. É um grupo com que temos contato bem próximo, em casa, jardins, matas, florestas. Um mundo fascinante, mas que na maioria das vezes passa despercebido dos olhares de boa parte de nós.

A ordem Hymenoptera abrange as abelhas, vespas e formigas. Do grupo das formigas, existem mais de 15.300 espécies conhecidas pela ciência (ANTWIKI, 2017), mas estima-se que devam existir em torno de 22.000 a 30.000 espécies no mundo (SUGUITURU et al., 2015; BACCARO et al., 2015). No Brasil ocorrem em torno de 1.481 espécies distribuídas em 111 gêneros (ANTWIKI, 2017). Muitas espécies de formigas são benéficas, desempenham papel importante na aeração do solo, dispersão de sementes (FOLGARAIT, 1998), mas algumas espécies são pragas. Segundo Campos-Farinha e Bueno (2004), no Brasil, de 20 a 30 espécies são consideradas pragas urbanas.

Elas estão presentes em nosso cotidiano, pois no ambiente urbano dividem conosco as moradias, jardins, quintais, parques. Parte desse convívio costuma ser prejudicial, mas, deixando de lado isso, elas são animais surpreendentes. O fascínio surge já da variedade de tamanhos e formatos de seus corpos com anatomia diversa e curiosa, seus comportamentos, hábitos de vida etc. Da forma como tem-se para as aves a prática do *Birdwatching*, a prática de um *Antwatching* acaba sendo algo fácil, acessível e interessante de ser praticado. Uma visita ao quintal, jardim ou praça revela inúmeras

possibilidades para a prática da observação de formigas, instigando a curiosidade acerca do incrível modo de vida desses insetos. E por serem relativamente fáceis de se encontrar, acabam fornecendo excelente material a ser fotografado. Um deleite para a prática da fotografia macro que se torna uma aliada científica por ilustrar a história natural desses organismos.

Antes de sair ávido e fotografar, exercício proposto a seguir é uma maneira simples e divertida de desenvolver o olhar, além, claro, de liberar a criatividade. Ao realizar a atividade-treino é recomendado sair para realizá-la sem o uso da câmera fotográfica. Utilize apenas seus olhos e sua mente curiosa para absorver a maior quantidade de detalhes possível. Escolha um local para a prática, que pode ser o quintal ou jardim de casa, uma árvore, arbusto ou mesmo um vaso de plantas. Inicie com uma visão ampla do lugar escolhido, perceba quantos detalhes conseguiu. Depois, como se fizesse um zoom, chegue mais perto, escolha uma porção do ambiente e, novamente, perceba, absorva quantos detalhes forem possíveis. Observe a direção da luz, das sombras, formas e texturas, cores, presença de flores, gotículas d'água, se há insetos como formigas ou outros. Observe como estes estão se comportando, como interagem. Novamente, tente absorver a maior quantidade de detalhes possível. Fique algum tempo contemplando e “fotografando” com seus olhos e cérebro. Finalmente utilize a câmera para clicar o que percebeu. A maneira como cada um registra ou percebe é única e para isso utilize as inspirações que fazem parte da sua bagagem de vida. Pratique sempre, quando e quantas vezes quiser, isso fará com que o ato de perceber e ter ideias fique cada vez mais fluído, intuitivo, mecânico.

A ordem desse exercício não é algo que deve prender o praticante e sim o estímulo que ela propicia, estimulando os sentidos e refinando o senso de observação e criatividade. Recomenda-se variar os horários do dia, de modo a desenvolver também a percepção da luz, que varia com o horário do dia e sofre variações ao longo do ano. Um mesmo local (cenário) apresenta infinitas possibilidades de clique, basta o observador treinar o olhar.

As imagens que seguem ilustram um pouco de tudo que foi mencionado. Parques, praças e quintais foram os cenários para a produção das fotografias de formigas-urbanas. Todas foram feitas, com exceção de apenas uma, utilizando objetiva específica para fotografia macro e em nenhum dos casos foi utilizado *flash*, somente luz natural. Outro desafio para quem fotografa natureza é a inconstância da luz natural, principalmente quando se tem nuvens em movimento. O

flash e rebatedores de luz se tornam aliados na composição e tentativa de equilibrar a quantidade de luz na fotografia. Essa luz extra deve ser usada com parcimônia, apenas quando necessário, evitando o *stress* e desgaste dos protagonistas. É muito eficaz para revelar iridescência do corpo de algum inseto quando necessário, como preenchimento. A luz natural é a mais bela que existe, portanto, vale a pena aproveitá-la ao máximo.

A Figura 1 retrata uma composição com formigas cortadeiras. São modelos interessantes de ser fotografados. Na Figura 1A e 1B as cortadeiras estão transportando uma flor de cerejeira e uma folha, respectivamente. A luz na Figura 1A está incidindo lateralmente e a favor da formiga. Já nas figuras 1B e 1D a luz está de frente para o fotógrafo, revelando certa transparência, tecnicamente chamada contraluz. A figura 1C é a única que foi feita utilizando uma câmera digital compacta. Ela mostra o comportamento de disputa, luta entre os dois espécimes. A luz está incidindo por cima dos soldados, produzindo, dessa forma, pouca sombra.

Figura 1 – A. retrata uma formiga cortadeira – *Acromyrmex* sp.; B. uma cortadeira do gênero *Atta* sp. carregando folha para o formigueiro; C. dois soldados de *Atta laevigata* em confronto e D. duas outras cortadeiras – *Atta* sp. trabalham recortando a folha.



Na Figura 2 estão representadas outras quatro espécies de formigas em ambientes urbanos. As espécies das Figuras 2A, 2C e 2D foram fotografadas em terrenos baldios em área de Cerrado e os espécimes da Figura 2B foram fotografadas em área urbana de Mata Atlântica (praça pública). Na 2A e 2D elas estão na mesma espécie de planta, visitando os botões

florais. As duas formigas da Figura 2C estavam possivelmente coletando água do orvalho da manhã, pois apresentam uma gotícula de água em suas mandíbulas. Na Figura 2B pequenas formigas do gênero *Myrmelachista* passeiam em meio a estames e grãos de pólen da flor. Nas Figuras 2A, 2C e 2D o dia estava nublado, como a luz fica difusa e, assim, não produz sombras, diferente da leve iluminação lateral que entra pela direita da imagem 2B, que não ficou tão evidente devido ao sombreamento produzido pelas árvores acima do local onde a flor se encontrava.

Figura 2 – A. mostra uma diminuta formiga – *Cephalotes* sp.; B. formigas *Myrmelachista* sp. estão ao redor dos estames da flor. C. traz dois espécimes de *Ectatomma* sp. D. mostra a mesma espécie de planta da figura 2A, com a visita de uma *Camponotus* sp.



A luz é o principal fator a ser considerado na fotografia. Na verdade, a fotografia só existe devido à presença da luz. Outra coisa que deve ser levada em consideração no momento de compor uma imagem é estar atendo aos detalhes do segundo plano. Ele pode ser muito bem utilizado para dar destaque à imagem, como na Figura 3A, onde em instantes antes do clique ele foi acrescentado propositalmente na composição. A iluminação que projetava ao fundo criou um pano de fundo forte e interessante aos elementos do primeiro plano. A atenção aos elementos que irão compor a imagem é importante, pois da mesma forma que um segundo plano interessante foi colocado na composição, ele também pode ser evitado em outra, por talvez produzir uma distração que afetará a foto como um todo.

Na Figura 3B, outra vez a luz contrária é utilizada para usar apenas a silhueta da formiga na composição da imagem, criando uma imagem mais artística, inviabilizando um pouco a identificação do espécime, porém produzindo uma plástica interessante.

Enfim, são muitas as opções de onde procurar uma boa oportunidade de registrar uma formiga em seu ambiente (o mesmo vale para qualquer animal). Galhos, gavinhas, botões florais, folhas, flores, chão, e tantos outros locais capazes de propiciar composições interessantes na perspectiva interacional formiga-planta, formiga-formiga ou formiga e outro objeto ou animal. Por isso, é importante saber o que procurar, onde procurar e conhecer algo a respeito da história natural dos protagonistas e olhos atentos e apurados.

Figura 3 – *Camponotus* sp. caminhando nos galhos de cerejeira (A). A silhueta de outra espécie de *Camponotus* sp. (B), aproveitando a luz contrária para a composição da foto. Em (C) a diminuta formiga da família Formicinae, quase camuflada, passeia pela espiral da gavinha do pé de maracujá. Na imagem (D) os botões florais são explorados por *Ectatomma* sp.



Independente de qual equipamento é utilizado para registrar imagens agradáveis aos olhares de quem contempla, é fato que a fotografia é arte que encanta, atrai, comunica e integra. É também ferramenta poderosa na informação e divulgação científica.

Sendo assim, a poesia do olhar, aquela maneira única que cada um tem de ver, sentir e perceber uma situação ou contexto, combinada à maneira científica e investigativa de reter detalhes, podem e devem ser somadas. Arte e ciência

se misturam e se complementam. Uma boa fotografia deve ter detalhes suficientes que permitam a identificação de uma espécie por um especialista, além, é claro, de uma pitada de arte na plástica da composição final. Dessa maneira, os trabalhos científicos ficarão melhor ilustrados fazendo jus ao papel informativo e contemplativo da fotografia, trazendo outra forma de enxergar e apreciar o rico e exuberante mundo dos minúsculos.

Agradecimentos

À Dr^a. Débora Rodrigues Souza-Campana pela identificação das espécies de formigas fotografadas.

Referências

ANTWIKI – disponível em <http://www.antwiki.org>. Acesso 25 de maio de 2017.

ARBABI, S. The Complete Guide to Nature Photography: Professional techniques for capturing images of nature and wildlife. 1. Ed. New York, 2011.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J.L.P.; SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus-AM. Editora INPA, 2015.

BLAIR, J.P.; STUCKEY, S.S.; VESILIND, P. Novo Guia de Fotografia National Geographic. São Paulo – SP. Editora Abril, 2011.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C. Formigas urbanas: comportamento e controle. In: Palestra Biológico, ano 1, n.2, p.13-16, 1998.

CARTIER-BRESSON, H. The Mind's Eye: Writings on photography and photographers. 1. Ed. Aperture. New York, 1999.

- CREMONA, J. Extreme close-up photography and focus stacking. The Crowood Press, 2014.
- DETRICK, A.L. Macro photography for gardeners and nature lovers: the essential guide to digital techniques. Timber Press, 2008.
- FITZHARRIS, T. Close up photography in nature. Firefly Books, 2005.
- FOLGARAIT, P.J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and Conservation, v.7, p.1221-1244, 1998.
- GERLACH, J.; GERLACH, B. Close-up photography in nature. Focal Press, 2015.
- HACKING, J. Photography: The Whole Story. 1. Ed. Prestel Publishing, 2012.
- HARNISCHMACHER, C. The complete guide to macro and close-up photography. 1. Ed. Rocky Nook, 2016.
- HUMPHREY, J. Close-up and macro photography: art and techniques. The Crowods Press, 2014.
- KARR, A.; WOOD, M. The Practice of Contemplative Photography: Seeing the world with fresh eyes. 1 Ed. Shambhala Publications, 2011.
- MOFFETT, M.W. Adventures among ants: a global safari with a casto f trillions. University of California Press, 2010.
- PETERSON, B. Understanding close-up photography: creative close encounters with or without a macro lens. Amphoto Books, 2009.
- PHILIP, T. Macrofotografia e Close-up: conceitos, técnicas e práticas. Balneário Camboriú – SC. Editora Photos, 2012.
- SHEPPARD, R. Macro photography: from snapshots to great shots. Peachpit Press, 2015.
- SOUGEZ, M.L. História da Fotografia. 1. Ed. Lisboa, 2001.
- SUGUITURU, S.S.; MORINI, M.S.C; FEITOSA, R.M.; SILVA, R.R. Formigas do Alto Tietê. Bauru-SP. Canal 6 Editora, 2015.

TIPLING, D. The Bird Photography – Field Guide. Focal Press USA, 2011.

VARESVUO, M.; PELTOMÄKI, J.; MÁTÉ, B. The Handbook of Bird Photography. 1. Ed. Santa Barbara – CA, USA. RockyNook, 2013.

Parte 6

CONTROLE

FORMIGAS EM AMBIENTES HOSPITALARES

PRISCILA CINTRA-SOCELOWSKI
ODAIR CORREA BUENO

Resumo

Tanto no ambiente urbano como no hospitalar, há colonização dos edifícios por animais sinantrópicos. Desta forma, o monitoramento sanitário e a adequação das condições estruturais devem ser atividades constantes para se reduzir a disponibilidade de alimento, água e abrigo ou mesmo diminuir a possibilidade de dispersão de pragas. Quando se trata do controle de formigas é prioritário realizar a identificação das espécies ao menos ao nível de gênero e ter conhecimento sobre as técnicas de controle desses insetos considerando-se as especificidades dos gêneros, assim como a biologia básica de cada um, facilitando a busca por prováveis locais de instalação dos ninhos. Nos ambientes hospitalares, recomenda-se que ocorram avaliações periódicas para que haja o monitoramento da detecção das formigas, o que permitirá obter resultados concretos sobre o sucesso ou não das medidas adotadas, o que possibilita discutir com a empresa contratada para a aplicação de inseticidas a adoção de medidas complementares, quando necessário. As formigas constituem-se problema de saúde pública tanto pelos transtornos e incômodos que causam, quanto pela inoculação de peçonha (algumas espécies) e pelos efeitos indiretos, como o desenvolvimento de alergias e de entomofobias. Nos ambientes hospitalares o risco de contaminação que as formigas apresentam é parecido com o de qualquer outro vetor mecânico de disseminação de bactérias, como ocorre com as mãos de médicos e enfermeiros, considerando-se que estes insetos circulam em praticamente

todos os locais devido ao tamanho reduzido. Embora não sejam as principais fontes de micro-organismos causadores de infecções hospitalares, as formigas podem participar dessa veiculação, devendo ser monitoradas e controladas de maneira adequada.

Introdução

Os insetos compreendem o grupo animal de maior diversidade de espécies do planeta. Entre eles, as formigas são dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres, inclusive no ambiente urbano. Os hospitais são frequentemente integrados à estrutura urbana e desta forma são colonizados por animais sinantrópicos, assim como as demais edificações. O transporte de materiais e alimentos, a existência de equipe interna numerosa, fluxo de visitantes e alguns equipamentos hospitalares proporcionam condições favoráveis à dispersão de pragas, especialmente de insetos (SAWICKA, 1993). Por este motivo, o monitoramento sanitário e a adequação das condições estruturais devem ser atividades constantes para reduzir a disponibilidade de alimento, água e abrigo ou mesmo diminuir a possibilidade de dispersão. Inclui também o uso racional de produtos químicos mesmo após verificada a necessidade de sua aplicação (SRAMOVA et al., 1992; FAULDE et al., 2001; GLINIEWICZ et al., 2006).

Nesse contexto, o monitoramento é a chave do sucesso do controle integrado de pragas nos ambientes hospitalares. Através dele são definidas as ações preventivas, os detalhes das inspeções e as técnicas de controle e uso de produtos eficazes. A implantação do Programa de Controle Integrado de Pragas prevê um conjunto de ações fundamentais que visam eliminar ou minimizar os riscos de ocorrência de insetos, aracnídeos, pombos e roedores (CARVALHO NETO, 1998).

A obrigatoriedade do controle de pragas está prevista na legislação brasileira, destacando-se a ABNT NBR 15.584 – Partes I, II, III – Controle de Vetores e Pragas Urbanas, os Códigos Sanitários Estaduais e Municipais, e a RDC Nº 52,

de 22 de outubro de 2009, alterada pela RDC Nº 20, de 12 de maio de 2010 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o funcionamento de empresas especializadas na prestação de serviço de controle de vetores e pragas urbanas.

A elaboração de um plano de trabalho efetivo para o controle de formigas exige o conhecimento da biologia das principais espécies sinantrópicas, o monitoramento da presença por meio do registro das ocorrências, a identificação correta das espécies e realização de treinamentos das pessoas sobre a importância de realizar de forma precisa a notificação de ocorrências. Da mesma forma, são importantes o cumprimento de medidas preventivas, a orientação do serviço de manutenção e de empresas terceirizadas para adequação estrutural, fiscalização e o agendamento de procedimentos para aplicação correta dos produtos saneantes (CINTRA-SOCOLOWSKI, 2014).

Os hospitais no Brasil não têm planejamento de construção adequado, geralmente tendem a ser conglomerados de blocos com diversas salas e corredores, transformando o ambiente em um verdadeiro labirinto (SANTOS, 1997). A presença no hospital de um profissional coordenando as atividades de detecção da presença de animais sinantrópicos, não só contribui com o grupo multidisciplinar, como pode organizar a execução de atividades específicas, que não poderiam ser desempenhadas pelos demais profissionais de saúde, envolvidos nas suas atividades específicas.

A contratação de firmas especializadas no controle de pragas urbanas é medida obrigatória, porém seu plano de ação deve estar de acordo com as propostas do profissional responsável, sendo necessária a discussão das medidas preventivas e corretivas, além de se estabelecer estratégias de ação junto aos aplicadores dos produtos saneantes. Avaliações periódicas do monitoramento de pragas sobre os registros das ocorrências permitem obter resultados concretos sobre o sucesso ou não das medidas adotadas, o que possibilita discutir com a empresa contratada a adoção de medidas complementares, quando necessário (CINTRA-SOCOLOWSKI, 2014).

Quando se trata do controle de formigas é prioritário realizar a identificação das espécies ao menos ao nível de gênero e organizar uma pequena coleção de referência das formigas que ocorrem no hospital. Também é necessário ter conhecimento sobre as técnicas de controle desses insetos, incluindo treinamento para localizar prováveis locais de instalação dos ninhos.

A colaboração dos funcionários do hospital, inclusive da equipe médica, é importante, pois devem participar do monitoramento contribuindo com preenchimento das fichas de notificação sobre a presença das formigas. A área de manutenção deve ser orientada quando da realização dos serviços gerais. Embora não seja tão evidente, a estrutura física do hospital está diretamente relacionada à presença de formigas, da mesma forma que os jardins externos e os telhados. Pontos vulneráveis à entrada de formigas devem ser constantemente verificados, como frestas na alvenaria, rodapés do piso, vedação de tubulações, azulejos quebrados e instalações elétricas. É comum a presença de formigas em caixas de força, em motores de equipamentos e também em eletroeletrônicos. Na área externa as caixas de gordura e esgoto devem ser monitoradas.

A ocorrência de formigas em hospitais tem despertado grande interesse desde o relato inicial realizado em periódico médico científico inglês de grande importância por Beatson (1972), onde o pesquisador descreve o potencial de transmissão de bactérias causadoras de infecções hospitalares. A literatura especializada tem registrado a presença de um grande número de espécies de formigas em hospitais de vários países do mundo (CHADEE; MAITRE, 1990; BUENO; FOWLER, 1994; CARVALHO et al., 2011).

No Brasil, pesquisas com formigas urbanas se iniciaram no final da década de 1980. Desde então, levantamentos em todas as regiões do país têm revelado a presença de formigas em toda área urbanizada, inclusive em ambientes hospitalares. O nível de infestação por formigas tende a ser maior dependendo da espécie, devido às suas características biológicas (ver capítulo 1), principalmente as invasoras e espécies exóticas (ver capítulo 1).

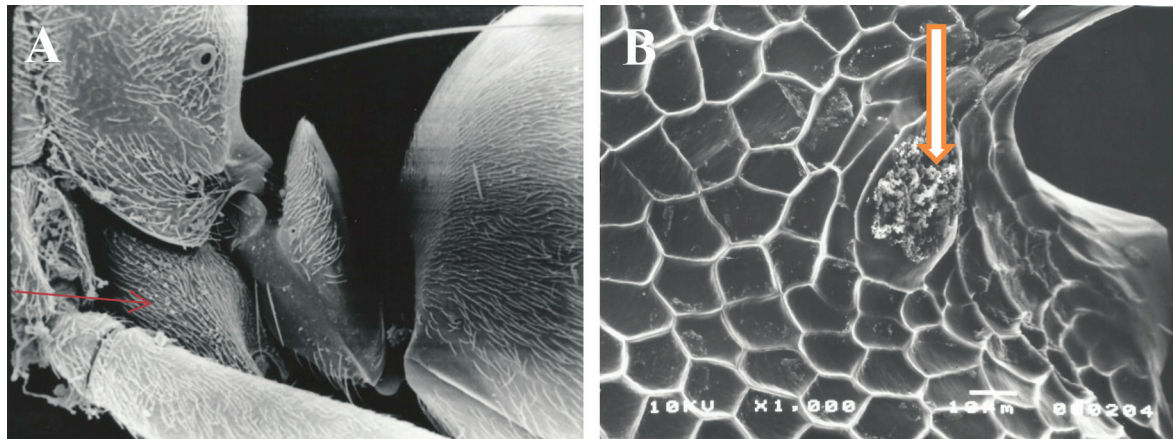
Uma revisão realizada por Castro e colaboradores (2015) sobre a presença de formigas e sua associação com micro-organismos em hospitais brasileiros revela que foram identificadas 59 espécies de formigas, pertencentes a 23 gêneros, em um total de 26 artigos. Quanto à análise de micro-organismos, 16 autores avaliaram a presença de bactérias, três analisaram associações entre formigas e fungos e sete citaram os dois micro-organismos. As espécies de formigas prevalentes foram *Tapinoma melanocephalum* e *Paratrechina longicornis*.

Nos diferentes levantamentos, dezenas de bactérias foram identificadas inclusive aquelas mais citadas nos casos de infecções hospitalares, porém sem correlação com as espécies de formigas. Uma observação a ser destacada é a de que as

bactérias presentes nas formigas apresentam níveis de resistência a antibióticos superiores às das bactérias que simplesmente estão presentes no ambiente. Isto levanta a hipótese de que as substâncias produzidas pelas glândulas exócrinas das formigas possuem ação contra as bactérias e desta forma, selecionam as de maior resistência.

Análises ao microscópio eletrônico de varredura permitem observar a ocorrência de bactérias nas formigas. A Figura 1A mostra a presença de bactérias (não identificadas) na superfície da cutícula de uma formiga-urbana (*Camponotus* sp.). Na região do propodeo de *Crematogaster* sp. pode ser observado no detalhe um aglomerado de bactérias em um de seus espiráculos (Figura 1 B).

Figura 1 – Micrografias eletrônicas de varredura da cutícula de formigas comuns no ambiente urbano, ilustrando a presença de bactérias (não identificadas) na superfície de *Camponotus* sp. (A) e no propodeo de *Crematogaster* sp. (B).



Qual é a importância das formigas na saúde pública? As formigas são consideradas problemáticas por poderem causar transtornos mais sérios do que somente o incômodo ao homem, tanto através de efeitos diretos como indiretos. Dentre os efeitos diretos, podem ser citadas as ferroadas com inoculação de peçonha, a eliminação de substâncias irritantes que

provocam reações na pele e nos olhos, o uso das mandíbulas diretamente sobre a pele causando danos principalmente em crianças e idosos, e mesmo entomofobias (quadros de pânico causados pela presença de insetos). Os efeitos indiretos estão relacionados com o papel de disseminadores mecânicos de micro-organismos em hospitais e fábricas de alimento e também pela ocorrência de intoxicações por produtos químicos na tentativa de se realizar o controle de formigas, tanto pelo uso incorreto dos inseticidas autorizados ou pelo uso de produtos irregulares. Como exemplo pode ser citado o caso ocorrido em 1999 num hospital de Porto Alegre, RS (REVISTA GALILEU, 2003) quando foram usados produtos destinados à área agrícola no ambiente urbano, o que resultou na intoxicação de mais de 100 pessoas entre pacientes e corpo funcional do hospital. Outro registro, um levantamento realizado no Centro de Controle de Intoxicação do Jabaquara, São Paulo, SP, mostrou que no ano de 1999 ocorreram 8.419 casos de intoxicação, dos quais 5,4 % com produtos domissanitários e 2,3 % com agrotóxicos, ou seja, 676 casos (BOCALIN; GRAFF, 1999).

As formigas também podem estar associadas a vários tipos de riscos hospitalares, desde provocar incômodos até problemas psicológicos, semelhantes aos enfrentados pelas donas de casa. As formigas aparecem em locais onde as pessoas não querem vê-las, mas de uma maneira real não apresentam qualquer risco à saúde. Entretanto, nos ambientes hospitalares e laboratoriais podem causar outros problemas, como o falseamento de resultados laboratoriais devido à passagem de formigas por diferentes meios de cultura. As formigas podem também ser atraídas nos pontos de inserção de agulhas de soro, principalmente glicosados, também já foram encontradas transitando em feridas cirúrgicas, em incubadoras ou berços de recém-nascidos e em quaisquer resíduos adocicados como restos de alimento, gotas de sangue, medicamentos e leite. Áreas críticas, onde a manutenção da assepsia é extrema, são as salas cirúrgicas, as unidades de tratamento intensivo e salas de esterilização de materiais, onde já foram encontrados ninhos inteiros dentro de uma única bandeja de instrumentos cirúrgicos.

Registros antigos incluem situações inesperadas envolvendo as formigas em situações de atendimento com emergência, como por exemplo ao colocar os tubos oxigenação no aparelho respiratório do paciente introduzir pequenas formigas no interior do corpo. Nos laboratórios de análises clínicas, os exames de sangue e bacteriológicos podem ser

falseados pelo trânsito de formigas entre as lâminas ou placas de cultura. Na literatura antiga constam casos resolvidos em tribunais durante julgamentos com a ocorrência de falseamento de resultados provocados pelas formigas. Outro exemplo inclui comentários do cirurgião que viu várias pequenas formigas passando pelo campo cirúrgico ao realizar tal tarefa no cérebro do paciente.

O Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu, SP (HCFMB) foi pioneiro na implantação e desenvolvimento de um programa de gerenciamento do controle de pragas com a participação de biólogo na coordenação junto à CCIRAS- Comissão de Controle de Infecções Relacionadas à Assistência em Saúde. O objetivo deste trabalho de caráter contínuo é o registro de ocorrências que envolvam formigas e outros animais sinantrópicos no hospital e a determinação das atividades que visam à redução da infestação e mesmo evitar a sua ocorrência (CINTRA-SOCOLOWSKI, 2014).

A constatação de formigas em hospitais teve início no Brasil em 1989, cujos resultados foram associados à capacidade das formigas carregarem bactérias. Estudos iniciais sobre o potencial problema com as formigas atuarem como vetor mecânico de micro-organismos foram realizados por Fowler et al. (1993) em três hospitais de diferentes tamanhos, inclusive o HCFMB-Botucatu. Foi registrada a presença de 10 espécies de formigas, com predominância de *T. melanoccephalum* e *P. longicornis*. Após cinco anos, sem qualquer intervenção de controle, novo levantamento foi realizado pelo fato de que todo o hospital apresentava grande quantidade de formigas. Foi verificada uma redução no número de espécies, porém com altíssimo índice de infestação e com predominância de *P. longicornis*. Outros levantamentos foram realizados em 2003 e 2016, revelando variação de espécies presentes ao longo do tempo, mas com pouca alternância de domínio (Tabela 1).

Tabela 1 – Índices de infestação relativa das espécies de formigas no HCFMB – SP (adaptado de CINTRA et al., 2004).

Espécies	1989	1994	2003	2016
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	75,4	2,1	47,6	2,4
<i>Paratrechina longicornis</i>	11,4	97,2	49,7	36,6
<i>Crematogaster</i> sp.	2,2	.	0,2	.
<i>Pheidole</i> sp.	2,2	.	.	.
<i>Monomorium floricola</i>	2,2	.	1,7	4,9
<i>Solenopsis</i> sp.	2,2	.	.	.
<i>Brachymyrmex</i> sp.	1,1	.	5	19,5
<i>Camponotus</i> sp.	1,1	.	0,4	2,4
<i>Dorymyrmex</i> sp.	1,1	.	0,2	.
<i>Wasmania auropunctata</i>	1,1	0,7	.	.
Índice de infestação (%)	16	73	32	34
Número de espécies	10	3	7	5

A partir do final de 2002 foi implantado nos diferentes setores do hospital um programa de monitoramento contínuo e controle de formigas. As formigas foram monitoradas inicialmente em 200 pontos. A partir do estabelecimento de um índice inicial de infestação, iniciou-se um serviço de controle utilizando a técnica de iscas atrativas, oferecidas a cada 15 dias, no momento do monitoramento. Tal metodologia de controle possibilitou a redução na infestação no HCFMB comparando-se os períodos mais quentes dos anos de 2003 e 2004 (Figura 2).

Figura 2 – Percentual de infestação de formigas no HCFMB- SP, 2003-2004 (CINTRA et al., 2004).

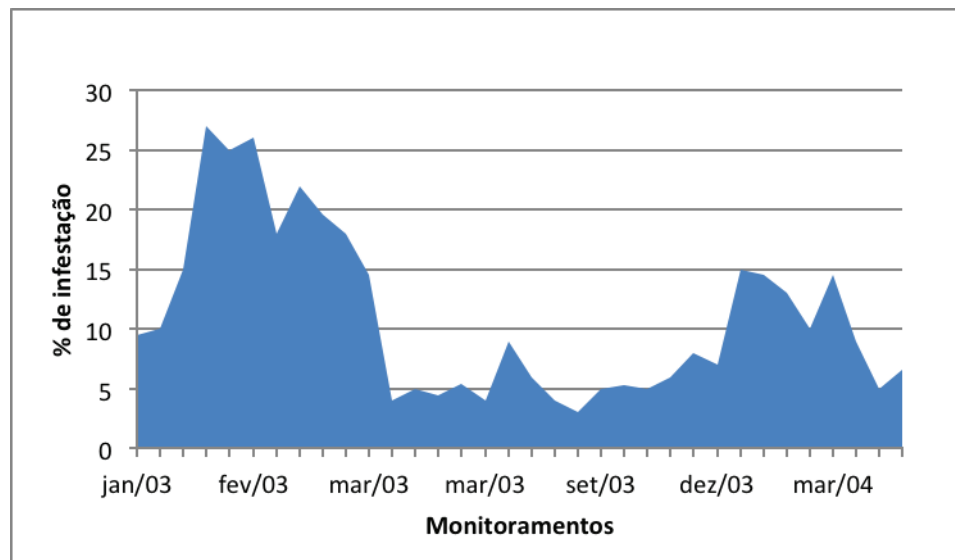
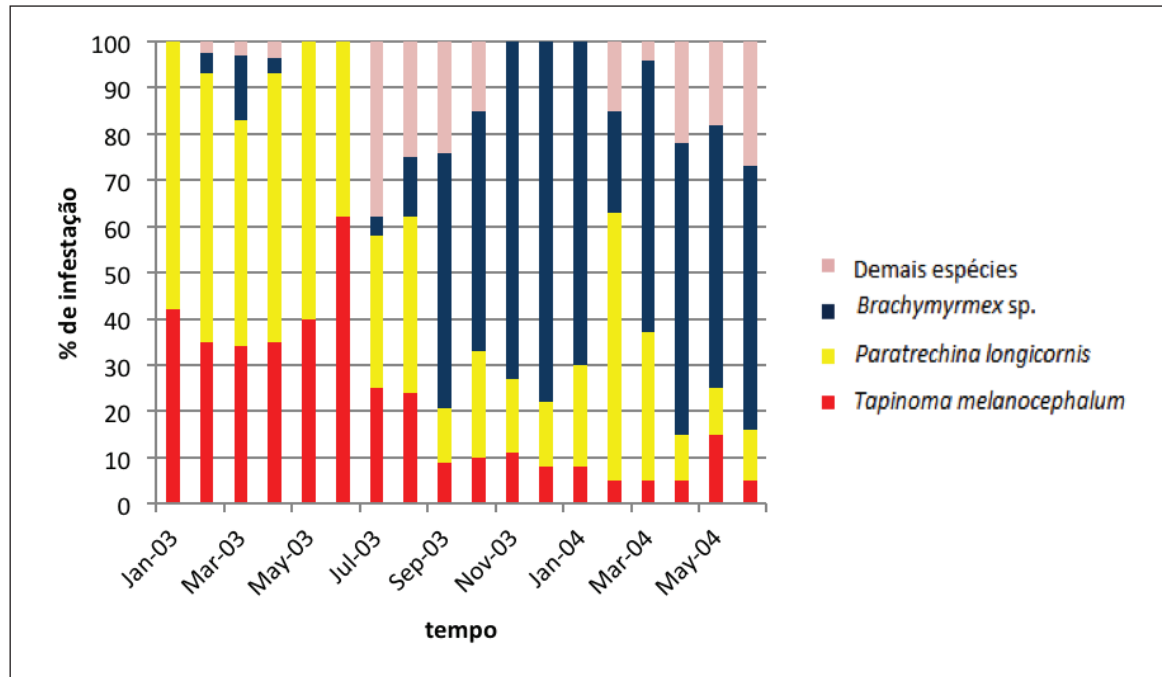
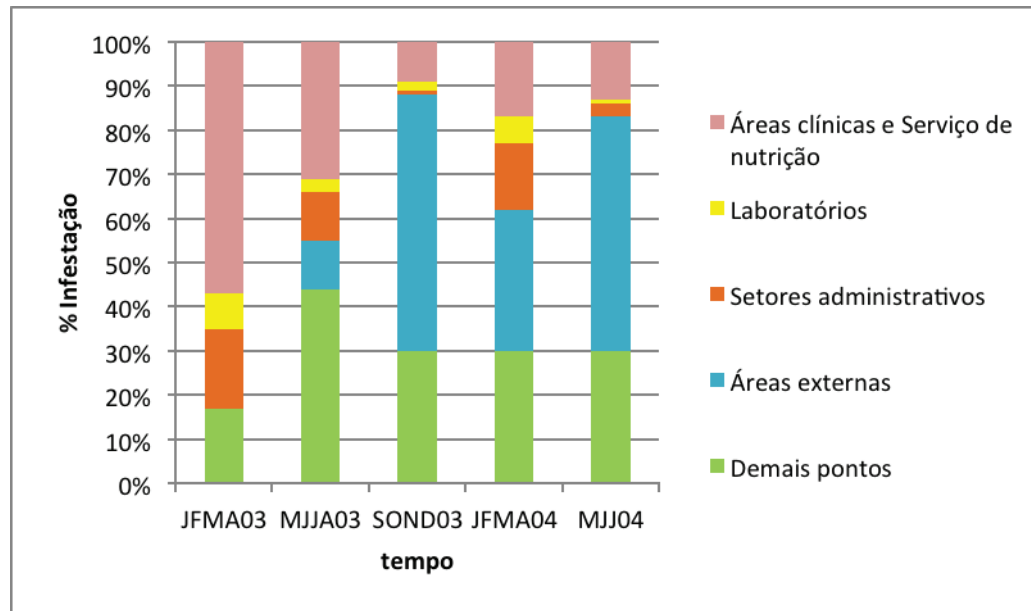


Figura 3 – Índices de infestação relativa das espécies de formigas presentes no HCFMB-SP, 2003-2004 (CINTRA et al., 2004).



Ao longo do período de monitoramento e controle observa-se na Figura 3 que *Brachymyrmex* sp. passou a ser a espécie prevalente no lugar de *T. melanocephalum* e *P. longicornis* que tiveram seus índices de infestação bastante reduzidos pelo consumo das iscas formicidas. Além da redução da infestação por estas espécies, observou-se uma modificação nos locais de ocorrência das formigas, com redução nas áreas clínicas e aumento de registros nas áreas externas (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição de formigas nos setores hospitalares do HCFMB- SP, 2003-2004 (Cintra et al., 2004).



Após 18 meses de monitoramento e controle foi observada inicialmente uma redução significativa na quantidade de pontos infestados por formigas, porém nunca houve eliminação. A redução importante se deu nos pontos críticos do hospital e aumentou em áreas próximas ao exterior. Da mesma forma houve um aumento relativo nas áreas administrativas.

Controle das espécies prevalentes

A espécie *P. longicornis*, conhecida popularmente por formiga louca, causa bastante desconforto aos pacientes e funcionários dos setores onde é notificada por tratar-se de uma formiga de tamanho um pouco maior do que as demais caracterizadas como doceiras. Quando há infestação desta espécie no ambiente hospitalar observa-se que o ninho geralmente encontra-se no exterior do edifício. As formigas entram pelas janelas, varandas ou portas e recrutam grande número de operárias, podendo infestar muitos quartos num mesmo setor ou quartos de diferentes andares, mesmo que o ninho esteja situado no jardim térreo. É uma espécie dificilmente controlada somente com géis formicidas utilizados pelas empresas controladoras de pragas urbanas, sendo necessário grande número de aplicações semanais ao longo de três meses aproximadamente. Geralmente, pode-se optar também pela aplicação de outros inseticidas piretróides na área externa, para que as trilhas sejam impedidas de entrar nos setores infestados. Para casos em que seja localizado o ninho internamente, em caixa de força ou equipamento, um aspirador pode ser utilizado para a imediata remoção de larvas, operárias e rainhas. Em setores de funcionamento 24h o controle dessa espécie é facilitado, pois poderá ser realizado externamente.

Outra espécie comumente notificada no ambiente hospitalar pertence ao gênero *Brachymyrmex*, conhecida popularmente por formiga-doceira ou formiga de açúcar. Nos setores que essas formigas são notificadas os ninhos estão instalados no interior do edifício, em frestas nas estruturas, sob azulejos ou nos batentes de armários ou portas. Embora apresentem tamanho reduzido com relação à *P. longicornis* e com movimentos mais lentos, também recrutam grande quantidade de operárias que compõem largas trilhas em lanchonetes, copas e também nos quartos. As formigas deste gênero respondem bem ao tratamento com géis formicidas, que devem ser aplicados semanalmente devido ao grande número de vezes em que esses ambientes são lavados, retirando o produto e interrompendo o tratamento. São utilizados géis a base de hidrametilnona, fipronil e ácido bórico. Por ser espécie poligínica, ou seja, ter várias rainhas, o tratamento leva de dois a três meses para que haja redução no número de formigas observadas no setor.

As formigas da espécie *Monomorim floricola* são as mais lentas dentre as encontradas no HCFMB e não são notificadas muito frequentemente, correspondendo em média a 5% das ocorrências. As operárias possuem tamanho bastante reduzido e infestam copas e demais locais em que possa ser encontrado alimento disponível. Essa espécie responde bem ao tratamento com géis formicidas.

A espécie *T. melanocephalum* é conhecida popularmente por formiga-fantasma, porque o gáster é incolor, o que aparentemente reduz ainda mais o tamanho das operárias. Nos casos de infestação por formigas-fantasma, facilmente pode haver subnotificação, porque são muito pequenas e não causam grandes transtornos, podendo passar despercebidas em muitos setores. São controláveis com os géis formicidas disponíveis, que devem ser aplicados por repetidas vezes, devido aos processos constantes de limpeza no ambiente hospitalar, que normalmente retiram o gel aplicado do ambiente.

As formigas do gênero *Camponotus* não são frequentemente notificadas no interior do ambiente hospitalar, mas causam enormes transtornos por conta do grande tamanho e hábito noturno. São encontradas geralmente infestando motores de equipamentos, em armários de madeira, sob escadaria ou em pedaços de madeira dispostos em cercas ou jardins e recomenda-se que o ninho seja removido para que o problema seja sanado imediatamente.

Já as espécies *Atta sexdens* e *Solenopsis invicta* não são tão comumente registradas no interior do ambiente hospitalar. Em anos de clima atípico (muito seco), o número de montículos de terra solta de ambas as espécies, notadamente externas ao ambiente hospitalar, fica reduzido. Especificamente para *A. sexdens*, há casos em que essas formigas invadem subterraneamente os setores e são encontradas muitas operárias, além da terra solta característica. Nestes casos é necessário vedar a entrada das formigas no piso ou nos conduítes e proceder tratamento com iscas formicidas granuladas nos olheiros externos.

É grande o número de setores hospitalares em que não é possível identificar as formigas. Isso ocorre muitas vezes por conta de alterações climáticas, nos dias mais frios geralmente as trilhas não se formam, impossibilitando a identificação de espécie. Outro fator limitante é a limpeza em que as operárias são repelidas por conta da utilização de produtos químicos de forte odor, como detergentes e desinfetantes.

As formigas e as infecções hospitalares (IHs)

A relação direta entre as formigas e as infecções hospitalares é muito controversa. Caracteriza-se como infecção hospitalar aquela adquirida após a internação do paciente e que se manifesta durante a internação ou mesmo após a alta quando puder ser relacionada com a internação ou procedimentos hospitalares a que foi submetido. Aproximadamente dois terços das IH desenvolvem-se a partir da microbiota do paciente, que pode ter origem comunitária ou intra-hospitalar, significando que são de origem autógena. A colonização precede a infecção nos dois casos, sendo difícil determinar se o paciente trouxe o micro-organismo da comunidade ou adquiriu de fonte exógena durante a internação (FERNANDES et al., 2000).

Infecções preveníveis são aquelas em que se pode evitar a cadeia de transmissão dos micro-organismos. A interrupção dessa cadeia pode ser realizada por meio de medidas reconhecidamente eficazes como a lavagem das mãos, a utilização dos equipamentos de proteção individual, no caso do risco laboral e a observação das medidas de assepsia. No entanto, a despeito de todas as precauções adotadas, a IH pode desenvolver-se em pacientes imunologicamente comprometidos, originárias a partir da sua microbiota. O fato de existirem infecções evitáveis (30%), exige da equipe de saúde e das instituições responsabilidade ética, técnica e social no sentido de prover os serviços e os profissionais de condições de prevenção, revelando-se em um dos pontos fundamentais em todo o processo (BRACHMAN, 1992; BORGES PRIMO et al., 2010).

A principal fonte de veiculação de micro-organismos causadores de IHs, especialmente do gênero *Staphylococcus*, são as mãos dos profissionais de saúde. Segundo os enfermeiros, os principais desafios para o controle das IHs são a não adesão às medidas de precaução padrão, em especial o uso dos equipamentos de proteção individual (HALEY et al., 1985; GUEDES et al., 2012; MOTA et al., 2014).

A recente revisão de Castro et al. (2015) teve como objetivo avaliar a associação entre formigas e micro-organismos patogênicos e embora os trabalhos tenham sido publicados sobre o tema, cabe ressaltar que nenhum deles relacionou a presença de formigas às infecções hospitalares (IH), pois os pacientes não foram avaliados, somente os micro-organismos carregados pelas formigas.

Estudos com formigas têm dado ênfase aos micro-organismos que estão presentes, mas não os quantificam, o que impede de afirmar a capacidade de infectividade daquelas bactérias em seres humanos. Análises de causa-efeito envolvem, além do conhecimento sobre a capacidade de infectividade do micro-organismo, conhecer a quantidade de bactérias carregadas e realizar a identificação molecular das bactérias que são importantes no contexto clínico do paciente. Só assim seria possível demonstrar que determinada bactéria que estava na formiga, é a mesma que causou a infecção no paciente. Na atualidade, existem ferramentas microbiológicas importantes que analisam se a bactéria tem a mesma composição genética, como a técnica de Pulsed Field (GOPAL et al., 2012).

Considerando-se que é impossível realizar experimentos que demonstrem a infecção de bactérias com o ser humano e mesmo outros animais vertebrados, um exemplo de fácil execução que pode ser realizado com insetos em laboratório com grande repetibilidade será apresentado a seguir, cujos resultados demonstram o potencial das formigas em transportarem bactérias (vetor mecânico) e essas provocarem contaminação e mortes dos hospedeiros.

O desenvolvimento desse experimento foi baseado em fatos ocorridos em nosso laboratório, quando as formigas invadiram as caixas de criação de *Galleria mellonella* feita em estufa e mantidas em placas com dieta artificial. Na preparação da dieta eram usados vários tipos de farinha e mel adquiridos como produtos livre de agrotóxicos. Como comprovado depois, elas apresentavam esporos de *Bacillus thuringiensis*, bactéria utilizada no controle biológico de várias pragas. Eventualmente ocorria a contaminação de uma ou outra larva, mas com a participação de formigas invasoras ocorreu a contaminação e morte de toda criação.

Protocolo experimental

Devem ser usadas formigas da espécie *M. pharaonis* e mariposa *G. mellonella*, além de um produto comercial que contenha a bactéria *B. thuringiensis*. Método: Preparar duas arenas protegidas para evitar a fuga ou entrada de outros

insetos: uma para manter uma colônia completa de formigas e a outra contendo quinze placas com culturas de larvas de *G. mellonella* mantidas sobre frascos de vidro também protegidas para evitar a subidas de formigas. Dessas, dez placas são interligadas com arames e outras cinco não. Interligar as duas arenas com arame de tal forma que as formigas acessem aquelas com *G. mellonella*, porém somente as regiões das placas interligadas sem passar pelo fundo da arena. Imediatamente as formigas iniciam forrageio por todas elas. No dia seguinte, colocar na primeira placa (a mais próxima das formigas) o produto contendo *B. thuringensis*, de tal forma que as formigas têm que passar por essa placa antes de chegar às demais. Resultados: nos dias seguintes, observar as alterações que ocorrem nas dez placas de criação da *G. mellonella*. Naquelas em que as formigas circularam livremente, observar aparecer sintomas e depois a morte das larvas, isso em uma ou duas semanas. Naquelas placas em que as formigas não tiveram acesso, as larvas permanecem sem contaminação. Conclusão: as formigas estão disseminando as bactérias e provocando a infecção, adoecimento e morte das larvas.

Nos ambientes hospitalares o risco de contaminação que as formigas apresentam é parecido com o de qualquer outro vetor mecânico de disseminação de bactérias, como ocorre com as mãos dos médicos e enfermeiros, com o agravante delas entrarem em praticamente todos os locais devido a serem muito pequenas e circularem por vários setores. Embora não sejam as principais fontes de micro-organismos causadores de infecções hospitalares, as formigas podem participar dessa veiculação, devendo ser monitoradas e controladas de maneira adequada.

Referências

BEATSON, S.H. Pharaoh's ants as pathogens vectors in hospitals. The lancet, v.1, n.19, p.425-7, 1972.

BOCALIN, S.; GRAFF, S. Impacto da utilização inadequada dos agrotóxicos na saúde humana. Monografia apresentada no Curso de Especialização "Entomologia Urbana: teoria e prática". p.42. 1999.

BORGES PRIMO M.G.; RIBEIRO L.C.M.; FIGUEIREDO, L.F.S. et al. Adesão à prática de higienização das mãos por profissionais de saúde de um Hospital Universitário. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v.12, n.2, p.266-71. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/fen/article/view/7656>. 2010.

BRACHMAN, P.S. Epidemiology of nosocomial infections. In: BENNETT, J.V.; BRACHMAN, P.S., SANFORD, J.P. (Eds). *Hospital infections*. Boston: Little, Brown and Company, Cap.5, 1992.

BUENO O.C.; FOWLER, H.G. Exotic ants and native ant fauna of Brazilian Hospitals. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.). *Exotic ants: biology, impact and control of introduced species*. Boulder, p.191-8, 1994.

CARVALHO NETO, C. Controle de pragas em hospitais. São Paulo: Editora Tanco Santec, 1998. 87p.

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 Terra*, v.11, p.67-73, 2011.

CASTRO M.M., PREZOTO, H. H. S; FERNANDES, E. F.; BUENO, O.C.; PREZOTO F. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.59, p.77-83, 2015.

CHADEE, D.D.; MAITRE, A. Ants: potencial mechanical vectors of hospital infections in Trinidad. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v.84, n.2, p.297, 1990.

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

CINTRA, P.; BUENO, F.C.; MONTELLI, A.C.; SADATSUNE, T.; BUENO, O.C. 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.; MALASPINA, O.; CAVALCANTE, R.S.; MONDELLI, A.L.; BUENO, O.C. Integrated pest management programme in hospital environment. *Indoor Built Environment*, v.1, p.1-8, 2014.

DANIEL M.; SRAMOVA, H.; ABSOLONOVA, D.; DEDICOVA, D.; LHOTOVA H.; MASKOVA L.; PETRÁS, P. Arthropods in a hospital and their potential significance in the epidemiology of hospital infections. *Folia Parasitologica*, n.39, p.159-170, 1992.

FAULDE, M.; SOBE, D.; BURGHARDT, H.; WERMTER, R. Hospital infestation by the cluster fly, *Polleniarudis sensu strictu* Fabricius 1794 (Diptera: Calliphoridae), and its possible role in transmission of bacterial pathogens in Germany. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v.203, n.3, p.201-204, 2001.

FERNANDES, A.T.; RIBEIRO FILHO, N.; BARROSO, E.A.R. Conceito, cadeia epidemiológica das infecções hospitalares e avaliação custo benefício das medidas de controle. In: FERNANDES, A.T.; VAZ, M.O.; RIBEIRO FILHO, N. (Orgs). *Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde*. São Paulo: Atheneu, p.215-65, 2000.

FOWLER, H.G.; BUENO, O.C.; SADATSUNE, T; MONTELLI, A.C. Ants as potential vectors of pathogens in Brazil hospitals in the State of São Paulo, Brazil. *Insect Science and its Application*, v.14, n.3, p.367-70, 1993.

GLINIEWICZ, A.; SAWICKA, B.; MIKULAK, E. Pest control and pesticide use in hospitals in Poland. *Indoor and Built Environment*, v.15, n.1, p.57-61, 2006.

GOPAL, J.; WU, H.F.; LEE, C.H. ; MANIKANDAN, M. Tracing the pathogen *Staphylococcus aureus* on laboratory ants using physical preconcentration coupled ZnO nanoparticle assisted MALDI-TOF MS. *Analysta*, v.137, n.2, p.357-364.

GUEDES, M.; MIRANDA, F.M.A.; MAZIERO, E.C.S. et al. Adesão dos profissionais de enfermagem à higienização das mãos: uma análise segundo o modelo de crenças em saúde. *Revista Cogitare e Enfermagem*, v.17, n.2, p.304-9. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/cogitare/article/viewFile/27886/18494>. 2012.

HALEY, R.W.; CULVER, D.H.; WHITE, J.W.; MORGAN, W.M.; EMORI, T.G.; MUNN, V.P. et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US. hospital. *American Journal of Epidemiology*, v.121, p.182-205, 1985.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Portaria nº 2616 de 13 de maio de 1998. Regulamenta as ações de controle de infecção hospitalar no país. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 15 maio 1998. Seção I.

MOTA, E.C.; BARBOSA, D.A.; SILVEIRA, B.R.M. et al. Higienização das mãos: uma avaliação da adesão e da prática dos profissionais de saúde no controle das infecções hospitalares. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, v.4, n.1, p.12-17. Disponível em: <http://online.unisc.br/seer/index.php/epidemiologia/article/view/4052>. 2014.

REVISTA GALILEU A intoxicação abafada. Edição 139, Fevereiro de 2003.

SANTOS, N.Q. Infecção Hospitalar: uma reflexão histórico crítica. Florianópolis: Editora UFSC, 1997, 144p.

SAWICKA, B. Insect vector diseases in hospitals. Przeg. Epid., v.47, n.4, p.451-7, 1993.

Sobre o livro

Formato 15,5x23 cm

Tipologia Minion (texto)
Avenir LT (títulos)

Papel Couché 90g/m² (miolo)
Cartão triplex 250g/m² (capa)

Projeto Gráfico Canal 6 Editora
www.canal6.com.br

Diagramação Erika Woelke



canal6 editora

ISBN 978-85-7917-456-8



9 788579 174568