



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**DIVERSIDADE DE MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) E
SUA POTENCIALIDADE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS GUIADAS
PELA AGRICULTURA SINTRÓPICA.**

JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA BENEDETTI

Araras

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**DIVERSIDADE DE MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) E
SUA POTENCIALIDADE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS GUIADAS
PELA AGRICULTURA SINTRÓPICA.**

JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA BENEDETTI

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nivert Schindwein

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de
**MESTRE EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL**

Araras

2017

BENEDETTI, JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA

DIVERSIDADE DE MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) E SUA POTENCIALIDADE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS GUIADAS PELA AGRICULTURA SINTRÓPICA. / JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA BENEDETTI. -- 2017.

60 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador: MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

Banca examinadora: PROF. DR. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN, DR. LUIS OCTÁVIO RAMOS FILHO, PROF. DR. PEDRO JOSÉ FERREIRA FILHO

Bibliografia

1. Ernst Götsch. 2. Sintropia / Agroecossistema. 3. Guilda. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

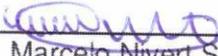


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato João Fernando de Almeida Benedetti, realizada em 27/10/2017:



Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein
UFSCar

P/ 

Prof. Dr. Pedro Jose Ferreira Filho
UFSCar



Prof. Dr. Luiz Octavio Ramos Filho
Embrapa

*“E se nós melhorássemos as condições que damos às plantas
ao invés de ficar tentando buscar características genéticas
nelas que as façam aguentar os nossos maus tratos?”*

Ernst Götsch

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha esposa Danielle, as minhas filhas Satya e Naomi e meu filho Shankar, por todo o apoio nos momentos prazerosos e difíceis, por compreenderem a importância deste trabalho em minha vida e suportarem minha ausência nas viagens de campo e horas a fio na frente de um computador.

Agradeço aos meus pais pelo apoio desde a tenra idade, incentivando para que sonhos se tornem realidade através do amor, esforço e dedicação.

Agradeço aos professores Marcelo Nivert Schlindwein e Ricardo Toshio Fujihara por esses quatro anos de orientação, paciência e amizade. Sem o otimismo, sábias reflexões e alguns “puxões de orelha” de ambos este trabalho não seria possível.

Agradeço o apoio taxonômico dos doutorandos Lívia Pires do Prado, do Museu de Zoologia da USP, e Alexandre Casadei Ferreira, do Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR.

Aos técnicos do Laboratório de Biologia da UFSCar campus de Araras, Aline, João e Ângelo, pela amizade, conversas nas horas sem fim da triagem do material e apoio técnico. A todos os professores da UFSCar que permitiram que eu continuasse a triagem em um cantinho da bancada, nas horas de aula.

Ao PPGADR que disponibilizou auxílio financeiro no transporte para que as atividades de campo pudessem acontecer. À Cristiane da secretaria do programa, ombro e sorriso amigo sempre cuidando de todos os alunos como fossem seus filhos, buscando sempre as melhores soluções e formas de resolver qualquer situação de forma séria e amorosa.

Ao professor Helbert Medeiros Prado pelas contribuições na qualificação, ao professor Pedro José Ferreira Filho pelas contribuições na qualificação e banca de defesa e ao pesquisador Luiz Octávio Ramos Filho. A todos agradeço as valiosas sugestões que foram e serão fornecidas para este trabalho.

Agradeço aos agricultores Rodrigo Junqueira e Denise Bittencourt da Fazenda São Luís; Ernst Götsch e Cimara Goulart da Fazenda Olhos d'Água e Patrícia Vaz e Gilberto da Fazenda Diversitah por permitirem as coletas, pela valiosa ajuda durante o trabalho de campo e pelas boas refeições agroflorestais.

Aos grandes amigos da ONG Mutirão Agroflorestal pelos muitos anos de trabalho conjunto, ensinamentos preciosos sobre a vida e agroflorestas e animados encontros.

Aos companheiros da República Refazenda que me abrigaram nas semanas de aula: Lara, Rafael, Marcelinho, Thais, Ruben, Adriana, Socó, Gabriel, Lucimara e tantos outros parceiros(as) de facão e terra na mão pelas incansáveis conversas, reflexões, e discussões sobre as voltas que o mundo dá e sobre os rumos da agroecologia. E por me ensinar a jogar contato!

Aos professores da Escola Waldorf Novalis, companheiros nesta caminhada pela educação integral, pelo grande apoio e incentivo.

E finalmente ao grande mestre Ernst Götsch que me ensinou muito mais do que plantar árvores junto com milho e feijão, me mostrando o encantador universo sutil das forças da natureza e uma grande lição, que ao se colher um cacho de banana sem roçar bem o mato do pé da bananeira e dispor todo o material podado no seu entorno é a mesma coisa que roubar de si próprio, ou seja, me ensinou a não ser mais um espelho da ignorância.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Áreas de estudo	8
3.2 Coleta e identificação das formigas.....	11
3.3 Análises dos dados	14
4 RESULTADOS.....	17
5 DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÕES.....	37
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1a. Número de espécies/morfo-espécies totais para cada gênero amostrado em ambas as fazendas.....	17
Tabela 1b. Número de espécies/morfo-espécies totais para cada gênero amostrado em ambas as fazendas.....	18
Tabela 2a. Número de ocorrência das espécies de formigas capturadas com “pitfall” em duas localidades: Fazenda São Luiz, São Joaquim da Barra, SP e Fazenda Olhos d’Água, Piraí do Norte, BA; e em três áreas de coleta: fragmento florestal próximo (MT); área sintrópica mais antiga e produtiva (SAF I); área sintrópica com até um ano e meio de implantação (SAF II).....	19
Tabela 2b. Continuação.....	20
Tabela 2c. Continuação.....	21
Tabela 3. Índice de Sorensen para a Fazenda São Luiz.....	26
Tabela 4. Índice de Sorensen para a Fazenda Olhos d’Água.....	27
Tabela 5a. Distribuição das morfoespécies/espécies em suas respectivas guildas, para cada fazenda.....	27
Tabela 5b. Distribuição das morfoespécies/espécies em suas respectivas guildas, para cada fazenda.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representação dos cinco pontos amostrais estabelecidos para cada área de coleta na Fazenda São Luiz, São Joaquim da Barra, SP.....	11
Figura 2. Representação dos cinco pontos amostrais estabelecidos para cada área de coleta na Fazenda São Luiz, São Joaquim da Barra, SP.....	12
Figura 3. Representação dos cinco pontos amostrais estabelecidos para cada área de coleta na Fazenda Olhos d'Água, Piraí do Norte, BA.....	12
Figura 4. Materiais utilizados para confecção das armadilhas do tipo “pitfall”. A. Garrafa pet e tampa plástica. B. Armadilha do tipo “pitfall” montada C. Colocação da armadilha ao nível do solo. D. Tampa plástica para a proteção contra chuva e detritos. Fonte: Autoria própria.....	13
Figura 5. Número de subfamílias e gêneros.....	17
Figura 6. Gêneros presentes nas três áreas amostrais da FSL.....	22
Figura 7. Gêneros presentes no fragmento florestal (MT) da FSL.....	23
Figura 8. Gêneros presentes no SAF I da FSL.....	23
Figura 9. Gêneros presentes no SAF II da FSL.....	24
Figura 10. Gêneros presentes nas três áreas amostrais da FOA.....	25
Figura 11. Gêneros presentes no fragmento florestal (MT) da FOA.....	25
Figura 12. Gêneros presentes no SAF I da FOA.....	26
Figura 13. Gêneros presentes no SAF II da FOA.....	
Figura 14. Composição das guildas encontradas na área MT da FSL. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	30
Figura 15. Composição das guildas encontradas na área SAFI da FSL. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	30

Figura 16. Composição das guildas encontradas na área SAFII da FSL. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	31
Figura 17. Composição das guildas encontradas na área MT da FOA. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	32
Figura 18. Composição das guildas encontradas na área SAFI da FOA. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	32
Figura 19. Composição das guildas encontradas na área SAFII da FOA. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.....	33

DIVERSIDADE DE MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) E SUA POTENCIALIDADE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS GUIADAS PELA AGRICULTURA SINTRÓPICA.

Autor: JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA BENEDETTI

Orientador: PROF. Dr. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

Co-orientador: PROF. Dr. RICARDO TOSHIO FUJIHARA

RESUMO

A Agricultura Sintrópica (AS) contribui para a melhoria dos serviços ecossistêmicos: incrementa a biodiversidade, dinamiza a ciclagem de nutrientes e favorece alta capacidade de interação. Isto, a partir de uma dominância de ambiente florestal como estratégia produtiva. Ernst Götsch considera as formigas como nossas “professoras”, sempre presentes na área produtiva. A partir deste ponto de vista, são consideradas ótimas bioindicadoras para monitorar a AS. A coleta foi realizada por meio de armadilha “pitfall” em duas propriedades rurais: **1.** Fazenda São Luiz/SP e **2.** Fazenda Olhos d’Água/BA. Cada qual com três áreas amostrais: I. MT-Fragmento Florestal, SAFI-sistema agroflorestal mais antigo e SAFII-mais recente. Foram coletadas 71 espécies/morfo-espécies distribuídas em seis subfamílias e 29 gêneros. A prática sintrópica para se manejar os SAFs favorece a cadeia trófica, estrutura de comunidade, composição e complexifica os sistemas criando nichos para as formigas. É necessário se ampliar a diversificação de nichos estudados. A coleta foi distribuída em 13 guildas e conseguiu apontar algumas alternativas para a elaboração de um protocolo de monitoramento participativo. As guildas sugeridas são: grandes predadoras, patrulheiras camponotíneas, desfolheadoras, generalistas mirmicíneas, pequenas especialistas, patrulheiras pseudo mirmecíneos, pequenas oportunistas, crípticas de serrapilheira poneríneas e crípticas de serrapilheira mirmicíneos.

Palavras-chave: Ernst Götsch, sintropia, formiga, sistemas agroflorestais.

DIVERSITY OF MYRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) AND ITS POTENTIAL FOR THE MONITORING OF AREAS GUIDED BY THE SYNTROPICAL AGRICULTURE

Author: JOÃO FERNANDO DE ALMEIDA BENEDETTI

Adviser: PROF. Dr. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

Co-adviser: PROF. Dr. RICARDO TOSHIO FUJIHARA

ABSTRACT

Sintropic Agriculture (AS) contributes to the improvement of ecosystem services: it increases biodiversity, promotes nutrient cycling and promotes high interaction capacity. This is pointed from a dominance of forest environment as productive strategy. Ernst Götsch considers ants as our "teachers", always present in the productive area. From this point of view, they are considered great bioindicators to monitor AS. The collected was made with help of pitfall trap in two rural properties: 1. Fazenda São Luiz / SP and 2. Fazenda Olhos d'Água / BA. Each one with three sampling areas: I. MT- Forest Fragment, SAFI - older agroforestry system and SAFII - more recent. Seventy-one species / morpho-species were collected in six subfamilies and 29 genera. The sintropic practice to handle the SAFs favors the trophic chain, community structure, composition and complexifies the systems creating niches for the ants. It is necessary to expand the diversification of studied niches. The collection was distributed in 13 guilds and managed to point out some alternatives for the elaboration of a participatory monitoring protocol. Suggested the guilds are: great predators, *camponotíneas* patrolmen, *desfolheadoras* (leaf mower), *myrmecíneas* generalists, small specialists, pseudo *mirmecíneos* patrolmens, small opportunists, *crípticas de serrapilheira* (leaf litter) *poneríneas*, and *crípticas de serrapilheira* (leaf litter) *myrmecíneo*.

Key words: Ernst Götsch, sintropy, ants, agroforestry systems.

1. INTRODUÇÃO

Acredita-se que o homem moderno, enquanto espécie *Homo sapiens sapiens*, vem desenvolvendo a agricultura a pelo menos 10.000 anos, num primeiro momento com uma intervenção pouco vigorosa, sem ferramentas (MAZOYER, 2010). A agricultura, como forma de expressão humana, que considera ou não e em intensidades distintas, valores referentes a aspectos ecológicos, culturais, sociais e econômicos, cria uma grande diversidade de arranjos produtivos e formas que podem ser classificadas em um gradiente de sustentabilidade (PENEIREIRO, 2003).

Dentre estes arranjos, têm-se os Sistemas Agroflorestais (SAFs), cuja origem é milenar, contudo somente há cerca de 50 anos que a ciência tem se dedicado a estudar tais sistemas de forma mais aprofundada (MICCOLIS et al. 2016). Existem diferentes definições para SAFs, como por exemplo:

Sistema de manejo sustentável da terra que busca aumentar a produção de forma geral, combinando culturas agrícolas com árvores e plantas da floresta e/ou animais simultânea ou sequencialmente, e aplica práticas de gestão que são compatíveis com os padrões culturais da população local. (BENE; BEALL; CÔTÉ, 1977)

Ainda, segundo Jose, 2009; o Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF) sugere:

Sistemas baseados na dinâmica, na ecologia e na gestão dos recursos naturais que, por meio da integração de árvores na propriedade e na paisagem agrícola, diversificam e sustentam a produção com maiores benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos aqueles quem usam o solo em diversas escolas.

Um ponto fascinante em relação aos SAFs é o fato de ser um sistema aberto, sem uma definição fechada, sentido lato. Todas as formas de produção sobre este prisma incluem as múltiplas dimensões do ser humano, possibilitando ao sujeito empregar livremente materiais e esforços energéticos de forma subjetiva a sua realidade e entendimento sobre os métodos e

técnicas baseados numa dinâmica natural que por isto, comporta variáveis infinitas. Isso não significa ser impossível uma sistematização para os SAFs, no entanto deixa claro não ser algo exato a ser seguido cabalmente (STEENBOCK et al., 2013).

Altieri et al. (2003) ressaltam que atualmente a busca por SAFs é preocupação central de uma parcela da sociedade, da academia e do governo, requerendo que a agricultura seja tratada como um ecossistema.

A prática deste modelo de produção é tão importante em nossa sociedade que teve que ser definido, recentemente, pela legislação brasileira, primeiramente de forma difusa no novo Código Florestal, e depois de forma definida no Decreto nº 7.830 de 17 de outubro de 2012, que define os SAFs como:

Sistema de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes. (BRASIL, 2012)

A partir destas três definições consegue-se ter clareza em relação ao que Steenbock et al. (2013) fala, de ser uma área da ciência que deve continuar sendo aberta, pois o fator humano interfere na interpretação. E isso deve ser respeitado.

Para efeito deste estudo, a referência para se definir as agroflorestas será a partir do prisma de Götsch (1992), primeiro como Agroflorestas Sucessionais, nomenclatura precursora à Agricultura Sintrópica (do grego: *syn* = convergir; *tropos* = tendência) e daqui em diante denominada AS:

Referida como uma agricultura que busca aprofundar a compreensão dos processos de sucessão ecológica, desenvolver e aplicar práticas que repliquem as funções e estruturas ecossistêmicas promotoras da aceleração dos fluxos energéticos e, obter conhecimento sobre os ciclos da matéria e da informação (MONTE, 2013).

Os sistemas produtivos que seguem princípios e práticas da AS desenvolvida por Ernst Götsch desde a década de 70 (AGENDA GÖTSCH, 2017), começam a ser reconhecidas como uma forma de produção viável principalmente para pequenos e médios produtores.

A AS trabalha na recuperação pelo uso, e parte da premissa de que a agricultura para ser sustentável deve buscar semelhança em relação à estrutura e função do ecossistema original do lugar em que se está inserida (GÖTSCH, 1995). Espelha-se nos princípios que regem a formação natural de ambientes florestais para a formação de áreas altamente produtivas e independentes de insumos externos, tendo como consequência a oferta de serviços ecossistêmicos, com especial destaque para a formação de solo, a regulação do microclima e o favorecimento do ciclo da água (AGENDA GÖTSCH, 2017). A incorporação constante de matéria orgânica, por exemplo, contribui para a estruturação solo, incremento de riqueza da fauna edáfica, além do adensamento vegetal direcionado e espontâneo (PRIMAVESI, 2008), favorecendo a resiliência neste tipo de agroecossistema e seu entorno.

Serviços ecossistêmicos são prestados pela AS, que possibilita então ganho em qualidade e rendimento na produção, otimização nos custos operacionais em relação ao manejo e insumos, controle fitossanitário, além do uso consciente e direcional dos processos ecológicos aplicados à produção. Os serviços ecossistêmicos geralmente não são comercializáveis e prestam ao bem estar humano e podem variar de simples a extremamente complexos. Por exemplo, as florestas fornecem madeira, comerciável, mas também mantem a umidade no solo e cria microclimas (CONSTANZA, 1997) que favorecem a biodiversidade. Ainda, o incremento na riqueza produzida pela AS potencializa uma maior complexidade nos ecossistemas ampliando a capacidade de resiliência.

Entre os processos ecológicos a biodiversidade pode ser considerada como uma ferramenta na produção agrícola. Seu incremento contínuo no agroecossistema é benéfico e esperado não apenas a partir das espécies de interesse econômico que serão plantadas, mas também das espécies vegetais e animais que aparecerão espontaneamente. Estas espontâneas poderão

contribuir para um bom desenvolvimento do sistema produtivo (observação pessoal). Compreender a relação entre as plantas e a intervenção humana se dá no sentido de favorecer os processos de sucessão natural para aumentar a qualidade de vida consolidada (GÖTSCH, 1995). As florestas tropicais concentram mais da metade das espécies da Biota mundial (TOMAS, apud WILSON, 2010).

Segundo Gliessmann (2013), tal impacto não deve ser visto como negativo, pois é possível explorar tais interferências que levam, não só a uma maior interação entre plantas e animais de interesse do agricultor, mas de todos os elementos que compõem o ecossistema em questão.

O desafio para o agroecologista é demonstrar as vantagens que se pode ter pela introdução da diversidade em sistemas de produção agrícola e pelo manejo desta diversidade no longo prazo, potencializando, desta forma, toda uma série de funções do ecossistema que são importantes na natureza. (GLIESSMANN, 2013)

Dentro deste contexto a AS interpreta que a biodiversidade agrega no sistema agrícola um potencial de sustentabilidade social, ambiental e econômica e pode ser encarada como um elemento base para compor o manejo sintrópico, por se espelhar em algumas estratégias que os processos ecológicos desempenham, a partir da biodiversidade.

Ao buscar estes padrões que possam se tornar ferramenta de trabalho, a partir da observação dos fenômenos ecológicos, são geradas muitas informações ambientais que traduzem uma percepção em relação ao ambiente. Quando estas informações são colhidas de forma claras, com baixo impacto sobre o ambiente e realizadas com baixo custo, se tornam replicáveis e favorecem um melhor entendimento do agricultor. Tornam-se assim, bioindicadores apropriados ao monitoramento de agroecossistemas sintrópicos. Um bom bioindicador para ser apresentado aos agricultores familiares deve ser a partir de sua realidade regional, que sejam capazes de identificar fragilidades em um nível genérico o suficiente para serem práticos e aplicáveis (MAY, 2008). Na escolha de uma espécie ou grupo para monitoramento, em estudos

ambientais, devem ser observadas características importantes como contribuição ecológica, relação com as culturas e com o ambiente estudado, assim como as interações dentro do agroecossistema (ASSIS, 2014).

Um grupo de insetos em particular tem uma presença e atuação marcante sobre as dinâmicas de formação e sucessão de ambientes florestais – as formigas. Estas fornecem respostas com base na composição e riqueza de espécies, e isso ocorre por apresentarem forte correlação com a comunidade vegetal, o ambiente físico e a diversidade de outros invertebrados (MAJER et al., 2007; ASSIS, 2014; DE OLIVEIRA, 2014).

Götsch (1995) traz uma convicção referente aos seus trabalhos, de que as formigas são professoras de nossos manejos agroflorestais. Em ambientes já florestados as formigas-cortadeiras dão lugar às formigas predadoras, grandes em tamanho (PRIMAVESI, 1994).

Essa observação de Götsch (1995) em relação à biologia das formigas, com precisão sobre o fenômeno ambiental, traz uma informação em relação à sucessão trófica das comunidades de formigas ao longo do tempo nas suas roças de cacau. Isto só foi possível com muito tempo de manejo e observação, basicamente a partir de podas regulares, deposição de todo material podado no solo, combinação de plantas companheiras e manutenção de uma alta diversidade (MONTE, 2013).

Também as formigas apresentam sua sucessão: o sistema de lignina tem a lava-pé; no intermediário, a “pixixica”; no intermediário mais avançado, tem a formiga que anda ligeiro nas árvores e é predadora de pulgões; no sistema de luxo, ocorrem formigas grandes que não importunam o ser humano. (VAZ, 2017)

As formigas cultivadoras de fungos atuam no incremento de matéria orgânica, quebrando o material vegetal ou animal em frações menores que facilitam a ação decompositora dos microrganismos, que serão o seu alimento (MELO et al., 2009). Atuam também na descompactação e areação do solo, levando matéria orgânica em profundidade no perfil do solo (VAZ, 2017).

Existem também formigas que estão relacionadas com o controle biológico de outros insetos e também de algumas espécies de formigas, realizado pelas formigas predadoras, além de outros processos ecológicos, como a dispersão de sementes, aeração e descompactação do solo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; WILSON, 1999; DELABIE et al., 2015).

As formigas estão presentes na Terra a mais de 100 milhões de anos (FERNANDEZ, 2003) e, devido à sua alta diversidade e capacidade adaptativa, a partir de 50 a 60 milhões de anos atrás, tornaram-se dominantes, desde as regiões tropicais até subárticas, coincidindo com o momento no qual as plantas com flores, as angiospermas, também se diversificaram (BACCARO et al., 2015). Segundo pesquisa do mesmo autor, Baccaro, 2015, levantou que podem representar entre 30 a 50% da biomassa animal terrestre de toda Floresta Amazônica.

Nas florestas tropicais as formigas ganharam com a multi estratificação e diversificação vegetal, que lhes permitiu o aumento na diversidade de espécies combinada com a dominância ecológica e presença em todos os estratos florestais, desde o subsolo até o dossel. Representam grande parte da massa corpórea de seres vivos em um ambiente florestal e estabelecem inter e intrarrelações complexas e de forma ampla, que vão desde associações facultativas até obrigatórias (DEL-CLARO, 2004; RIBAS et al., 2007; OLIVEIRA, 2013).

O processo de complexificar os ecossistemas naturais em ambientes terrestres se relaciona, principalmente, com a riqueza e a composição da biota vegetal (TEWS et al., 2004; MIRANDA et al., 2013). É vital para a manutenção dos ecossistemas esta relação de dependência, que envolve processos de proteção, polinização, dispersão de sementes e outras interações mutualísticas (JORGE et al., 2013). A riqueza de espécies de formigas tem sido relacionada a diversos fatores ambientais, como a quantidade de recursos, a complexidade estrutural e a heterogeneidade ambiental (RIBAS et al., 2007; ANTCAT, 2017).

Será então, que em agroecossistemas sintrópicos, as formigas acompanham essa profunda complexificação?

As formigas traduzem de certa forma, a matriz que compõe a estruturação e o funcionamento florestal, manejando os recursos naturais e atuando de forma intensa nas relações tróficas. Assim, enquanto grupo, constitui-se como ótimo bioindicador para a diagnose ambiental (OLIVEIRA, 2013).

Utilizar o conceito de guildas como estratégia para interpretar resultados na busca por bioindicadores é sugerida na literatura científica para relacionar Formicidae com funções ecológicas. Uma guilda expressa um conjunto específico de indivíduos que sobrepõem o maior número de variáveis ambientais possíveis, em um nicho multidimensional, de forma que este grupo de espécies atue e imprima no ecossistema ações que correspondam a algumas das funções ecológicas (FERNANDEZ et al., 2003).

Para Silvestre (2000), comparar e descrever o material coletado por meio de guildas é uma ferramenta que permite comparações funcionais entre composições de diferentes localidades, não somente como listas de espécies por localidade, mas também para confrontar modelos estruturais das guildas determinadas para cada comunidade. Conhecer as espécies raras pode trazer maiores informações sobre determinadas localidades ou até mesmo apresentar uma comparação entre as mesmas. Entretanto, um bioindicador confiável deve ser facilmente amostrado, e sua eventual ausência pode ser vinculada a alguma alteração do habitat (SPOLIDORO, 2009). As formigas são sensíveis às mudanças ambientais e se mostram como ferramenta confiável de avaliação para possíveis implicações ecológicas causadas por distúrbios (SILVA; BRANDÃO, 1999). Os distúrbios são frequentes e direcionais no manejo da agricultura sintrópica.

Para que sejam incorporadas no cotidiano do agricultor, devem passar por uma construção coletiva, junto aos agricultores, do qual eles serão os multiplicadores. Dessa forma irão se apropriar destas informações, possibilitando a continuidade ao processo mesmo quando não for possível o apoio técnico de extensão (NOBRE, 2011).

A dimensão política da sustentabilidade tem a ver com os processos participativos e democráticos que se desenvolvem no contexto da produção agrícola e do desenvolvimento rural, assim como com as redes de organização social e de representações dos diversos segmentos da população rural. (CAPORAL, 2002)

As metodologias participativas são à base da construção do conhecimento agroecológico, que é composto pelo conhecimento camponês, científico convencional e por outras áreas (STEENBOCK, 2013). Esta construção acontece por meio de um diálogo entre diferentes saberes e de múltiplas formas. As técnicas participativas têm fundamentação nos trabalhos de Freire (1983) a partir do método “Ver, Julgar e Agir”, base de uma educação libertadora e emancipadora que estimula o questionamento (SOUZA et al., 2014).

2. OBJETIVOS

Este estudo propõe realizar uma amostragem da diversidade de formigas em propriedades agrícolas com sistemas sintrópicos, avaliando sistemas agroflorestais em diferentes idades quanto à composição da mirmecofauna.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Avaliar a riqueza de espécies e a composição das guildas nos diferentes ambientes amostrados.
- II. Discutir o uso da mirmecofauna como ferramenta para construção de um protocolo do uso das formigas como bioindicadores de qualidade ambiental pelos agricultores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas propriedades rurais que praticam agricultura sintrópica há mais de 15 anos. Entretanto, cada uma se encontra em domínios distintos. (Figura 1)

A Fazenda São Luiz (daqui em diante denominada FSL), sede da ONG Mutirão Agroflorestal, está localizada no município de São Joaquim da Barra, SP (20°32'4.59"S e 48°6'10.40"O). Encontra-se a 600m em relação ao nível do mar, em região de ecótono entre bioma Cerrado e Mata Atlântica, fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual (MAPAS SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Influência do clima Aw, segundo Köppen, tropical chuvoso com estação seca no inverno.

Apresenta-se em região de predominante cultivo de cana-de-açúcar, atividade que também desempenha nos dias atuais, com área produtiva composta de talhões de cana-de-açúcar e corredores ecológicos que ligam fragmentos florestais internos à fazenda e com fragmentos dos vizinhos. As primeiras agroflorestas foram implantadas em 1997, baseadas nos ensinamentos que Ernst Götsch trazia a partir de seus experimentos em sua produção de cacau, que eram praticados com ele e os membros do Mutirão Agroflorestal no formato de trabalho em mutirão (DE PINHO, 2008) na São Luiz. Os primeiros mutirões tiveram como foco a restauração de mata ciliar e implantar corredores ecológicos entre os talhões de cana-de-açúcar. O SAF I, área produtiva mais antiga da propriedade, se trata da área de antigo "mangueirão" de criação de porcos. Implantada no ano de 2004 tem como foco produtivo o café, que já produz, e madeira para corte a longo prazo, como a teca e o jatobá. É uma área contígua a mata ciliar, mas também faz divisa com um pasto degradado. Mesmo com a área toda sombreada, o solo ainda apresenta muitas gramíneas, herbáceas e cipós indicadores de área de clareira, ou de borda de mata.

O SAF II, área produtiva mais recente, foi implantada em 2014 no lugar do antigo pomar da casa central, já bem envelhecido. Para a implantação todo material podado foi depositado no solo e tem como foco produtivo hortaliças e novas frutíferas para formação de pomar. O fragmento florestal utilizado como controle se encontra isolado do gado. Em 2014 sofreu com uma queimada que afetou não só a vegetação arbustiva e herbácea, mas também indivíduos arbóreos de grande porte.

A Fazenda Olhos d'Água (daqui em diante denominada FOA), propriedade de Ernst Götsch, localizada no município de Piraí do Norte, BA. Encontra-se a 350m em relação ao nível do mar, inserida no domínio Mata Atlântica, fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa Submontana (PENEIREIRO, 1999). Influência do clima Af, segundo Köppen, equatorial quente sem estação seca ao longo do ano. Suas coordenadas geográficas são 13°46'37.58"S e 39°19'53.31"O.

Inserida em uma matriz diversa; composta de lavouras de cacau de cabruca convencional; de capoeiras e matas em diversos estágios de desenvolvimento; de pasto degradado; assim como de plantios de dendê e de seringueira, entre outras. Ernst adquiriu a fazenda no início da década de oitenta (entre 1983-84), com o nome de "Fugidos da Terra Seca". Hoje em dia a Fazenda é conhecida por "Olhos d'Água", pelo fato de seu trabalho de recuperação de solos pela prática da AS resultar no retorno de 14 nascentes, dentro dos 410ha recuperados nos últimos 34 anos e que hoje em dia abastecem a região.

O SAF I desta propriedade tem foco na produção de cacau e alta qualidade para exportação, produtiva a mais de 31 anos. Possui imensas árvores para seu sombreamento, que contribuem com 30% de cobertura sobre o cacau. A vegetação rasteira consiste basicamente de bromélias, madeira em estado avançado de decomposição com muitos cogumelos, heliconias, gengiberáceas e plântulas de árvores e herbáceas.

O SAF II é uma área na beira da estrada que sofreu algumas queimadas antes de sua implantação em 2012. O fragmento florestal, área testemunho, não sofre com fogo a mais de 31 anos e não sofreu nenhuma intervenção por parte do agricultor desde então.

O mapa de localização das propriedades (Figura 1) foi elaborado a partir de base de dados do DNIT, da ong SOS Mata Atlântica e SIG gratuito Google Earth. Os pontos geoferrerienciados (Figuras 2 e 3) foram trabalhados nos programas: TrackMaker® Free Version 13.9.596 e no SIG gratuito Google Earth.



Figura 1. Mapa de localização das Fazendas São Luiz em São Joaquim da Barra-SP e Olhos d'Água em Piraí do Norte-BA.

3.2. Coleta e identificação das formigas

Em ambas as fazendas foram selecionadas três áreas de coleta: FF) fragmento florestal próximo; SAF I) área sintrópica mais antiga com pelo menos 15 anos e produtiva e; SAF II) área sintrópica com até um ano e meio de implantação e já produtivas. As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro e agosto de 2015, contemplando assim, os períodos de chuva e de estiagem.

Em cada área de coleta foi demarcado um transecto de 80m de comprimento. Foram definidos cinco pontos amostrais ao longo de cada transecto, distando 20m entre si (adaptado de AGOSTI, 2000). Para a instalação dos transectos não foi considerado o efeito de borda devido ao tamanho das áreas. Todos os pontos foram georreferenciados com um GPS *Garmin 64s*[®] (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Representação dos cinco pontos amostrais estabelecidos para cada área de coleta na Fazenda São Luiz, São Joaquim da Barra, SP.



Figura 3. Representação dos cinco pontos amostrais estabelecidos para cada área de coleta na Fazenda Olhos d'Água, Piraí do Norte, BA.

Para a coleta das formigas foram utilizadas armadilhas do tipo “pitfall”, confeccionadas com garrafas pet de 600ml cortadas na altura do gargalo. A cobertura de proteção das armadilhas foi montada com quatro palitos de churrasco e uma tampa de pote de sorvete de 1,5L (Figura 4A). As armadilhas foram enterradas ao nível do solo e preenchidas com água e detergente a 1% (Figura 4B). Estas foram mantidas em campo por 48 horas (OLIVEIRA, 2013).

Para retirar as armadilhas do campo foi utilizada a parte superior da garrafa pet com o gargalo virado para baixo e preso com dois pregadores, de forma que pudessem ser retiradas com poucos detritos (Figura 4 - C e D). Todo material coletado foi filtrado em rede de aquário e armazenado em coletores universais estéreis de 80ml contendo álcool a 70%, para o transporte até o Laboratório de Biologia do CCA/UFSCar, Araras, SP.



Figura 4. Materiais utilizados para confecção das armadilhas do tipo “pitfall”. **A.** Garrafa pet e tampa plástica. **B.** Armadilha do tipo “pitfall” montada **C.** Colocação da armadilha ao nível do solo. **D.** Tampa plástica para a proteção contra chuva e detritos. Fonte: Autoria própria.

As formigas foram identificadas em subfamílias e gêneros (BACCARO et al., 2015), e posteriormente em nível de morfo-espécie, por meio da Coleção de Hymenoptera do Museu de Zoologia da USP (MZUSP), São Paulo, SP. e. Os “vouchers” encontram-se depositados no MZUSP, contribuindo para o projeto Protax/CNPq 440574/2015-3. A partir de iniciativa do próprio museu, espécimes do gênero *Pheidole* foram enviados ao Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR, Curitiba, PR, onde uma parcela do material foi identificado e depositado na coleção do referido laboratório.

3.3. Análises dos dados

As análises de riqueza absoluta e frequência de ocorrência foram realizadas para cada localidade e depois comparando às áreas de coleta entre si. Entre as áreas foi realizado o índice de similaridade de Sorensen (GALITZKI, 2009), de forma qualitativa. O índice se baseia na presença ou ausência das espécies/gêneros entre as duas fazendas. Este índice é calculado a partir da fórmula:

$$S_o = \frac{2.C}{(A+B)}$$

Onde:

S_o - Índice de Sorensen.

A - Número de gêneros que ocorre na fazenda A.

B - Número de gêneros que ocorre na fazenda B.

C - Número total de gêneros.

Desta forma, temos como comparar a estrutura das comunidades dentro de cada fazenda e se necessário entre as duas fazendas, pois, as espécies distribuídas nas guildas podem ser consideradas equivalentes ecológicas (MARTINEZ, 1996, apud SILVESTRE, 2000).

Os parâmetros considerados para a definição das guildas utilizadas neste estudo têm por base os trabalhos de Agosti et al. (2000) e Silvestre (2000, 2001), assim como dos sites AntWiki e AntWeb (2017). A terminologia

das guildas utilizada foi baseada principalmente no trabalho de Silvestre (2000). Foram consideradas as seguintes variáveis como parâmetros de classificação: 1. trófica, 2. substrato de forrageamento, 3. comportamento de forrageamento e 4. forma de recrutamento.

Uma guilda é o agrupamento de espécies que obtém sua subsistência a partir dos mesmos recursos e utilizam as mesmas estratégias para ocupação de um determinado nicho (FERNANDEZ, 2003). Acredita-se que estas variáveis possam expressar minimamente a complexidade existente no ecossistema e expressem o uso e ocupação espacial das formigas. Devido as variáveis escolhidas, podemos descrever as guildas como macroguildas, pela amplitude que algumas terão. Sendo assim:

1. Grandes Predadoras – espécies poneromorfas, são predadoras e necrófagas, mas também visitam nectários extraflorais, vivem sobre o solo e formam colônias pequenas. São ágeis e agressivas no patrulhamento solitário. Salvo exceções, nidificam na vegetação.
2. Patrulheiras camponotíneas – espécies do gênero *Camponotus* são oportunistas omnívoras, na sua maioria, de tamanho entre médio e grande. São patrulheiras de recrutamento massivo de operárias. Nidificam preferencialmente em troncos podres, dentro de cupinzeiros ou na vegetação. Algumas espécies mantêm relações mutualísticas.
3. Patrulheiras pseudomirmecíneas – Patrulham solitariamente com agilidade grandes áreas ao redor do ninho e também visitam nectários extraflorais. São diurnas, se orientam pela visão e nidificam preferencialmente na vegetação.
4. Pequenas oportunistas – generalistas e omnívoras, são ágeis e realizam recrutamento massivo. São pequenas e vivem em grandes colônias. Nidificam em locais diversos.
5. Crípticas de serrapilheira poneríneas – são de tamanho pequeno, predadoras, de pouca agilidade e vivem em pequenas colônias.

6. Crípticas de serrapilheira mirmicíneos – de tamanho minúsculo, na sua maioria são predadoras especialistas, Nidificam na serrapilheira.
7. Desfolheadoras – cultivam fungos a partir de folhas, flores e por vezes frutos e sementes coletadas pelas grandes colônias. Forrageiam por recrutamento massivo.
8. Cultivadoras de fungos a partir de matéria em decomposição – apresentam tamanho médio a pequeno e vivem em colônias pequenas. Cultivam fungos sobre carcaças, fezes ou outros materiais em decomposição. Mais comum de serem coletadas no interior da mata, com comportamento às vezes críptico.
9. Generalistas mirmicíneas – de forrageamento diverso, tem tamanho médio e grande, são agressivas e típicas de ambientes perturbados. Possuem diversidade na nidificação.
10. Dolichoderíneas agressivas – de tamanho pequeno, possuem atividade focal e recrutamento massivo para dominar o recurso. São omnívoras. Nidificam na vegetação e utilizam químicos repelentes para defesa.
11. Nômades – Forrageamento solitário com recrutamento do tipo legionário são extremamente agressivas. Especialistas em predação de cupins.
12. Pequenas especialistas – de tamanho minúsculo, possuem atividade especializada, são de difícil observação no campo. Forrageamento na vegetação e por vezes no solo. Algumas espécies podem manter relações mutualísticas.
13. Dolichoderíneas coletoras de néctar e exudatos – espécies do gênero *Dolichoderus*, arbóreas e forrageamento na vegetação.

4. RESULTADOS

As formigas coletadas estão distribuídas em seis subfamílias, 29 gêneros e 71 morfoespécies/espécies. Destas, 35% foram identificadas até o nível de espécie. Somando-se a coleta realizada nas duas propriedades rurais, Myrmicinae foi a subfamília mais rica (n=40) representando 56,34% do total, seguida por Formicinae (n=11) 15,49%, Ponerinae (n=10) 14,08%, Dolichoderinae (n=4), Ectatomminae (n=4) e Pseudomyrmecinae (n=2) (Figura 5).

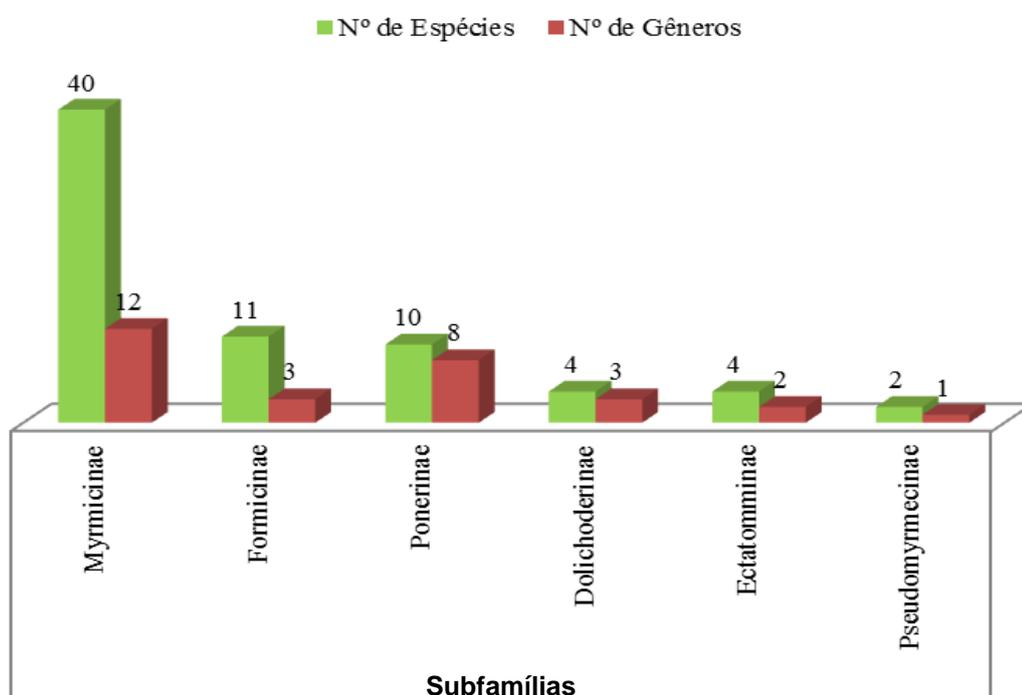


Figura 5. Número de subfamílias e gêneros total, coletado em ambas as fazendas.

Enquanto que os três gêneros com maior riqueza foram *Pheidole* (n=14), *Solenopsis* (n=8) e *Camponotus* (n=6) (Tabela 1).

Tabela 1a. Número de espécies/morfo-espécies totais para cada gênero amostrado em ambas as fazendas.

GÊNEROS	N° de Espécies
<i>Pheidole</i>	14
<i>Solenopsis</i>	8
<i>Camponotus</i>	6
<i>Nylanderia</i>	3

Tabela 1b. Número de espécies/morfo-espécies totais para cada gênero amostrado em ambas as fazendas.

GÊNEROS	Nº de Espécies
<i>Strumigenys</i>	3
<i>Brachymyrmex</i>	2
<i>Carebara</i>	2
<i>Crematogaster</i>	2
<i>Cyphomyrmex</i>	2
<i>Ectatomma</i>	2
<i>Gnamptogenys</i>	2
<i>Hypoponera</i>	2
<i>Linepithema</i>	2
<i>Mycocepurus</i>	2
<i>Octostruma</i>	2
<i>Odontomachus</i>	2
<i>Pseudomyrmex</i>	2
<i>Sericomyrmex</i>	2
<i>Acromyrmex</i>	1
<i>Anochetus</i>	1
<i>Atta</i>	1
<i>Dolichoderus</i>	1
<i>Dorymyrmex</i>	1
<i>Leptogenys</i>	1
<i>Mayaponera</i>	1
<i>Neoponera</i>	1
<i>Pachycondyla</i>	1
<i>Pseudoponera</i>	1
<i>Wasmannia</i>	1

É válido ressaltar que não foi encontrado nenhum gênero de “formiga de correição”, consideradas importantes indicadores de ambiente conservado (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Por serem nômades e pelo fato de não se ter utilizado isca atrativa, elas não aparecerem nas coletas não indica que não estejam presentes em ambas as propriedades. Isso só poderá ser constatado a partir de um esforço amostral maior.

A tabela 2 apresenta a riqueza total, estações do ano e área amostral de ocorrência para cada morfo-espécie/espécie, para as duas localidades. Na FSL foram encontradas 43 espécies distribuídas em 21 gêneros e na FOA, 51 espécies distribuídas em 25 gêneros.

Tabela 2a. Número de ocorrência das espécies de formigas capturadas com “pitfall” em duas localidades: Fazenda São Luiz, São Joaquim da Barra, SP e Fazenda Olhos d’Água, Piraí do Norte, BA; e em três áreas de coleta: fragmento florestal próximo (FF); área sintrópica mais antiga e produtiva (SAF I); área sintrópica com até um ano e meio de implantação (SAF II).

Táxons	São Luis			Olhos d'Água		
	MT	SAF I	SAF II	MT	SAF I	SAF II
Subfamília Dolichoderinae						
Tribo Dolichoderini						
<i>Dolichoderus</i> sp. 1	-	-	-	i	-	-
Tribo Leptomyrmecini						
<i>Dorymyrmex</i> prox. <i>brunneus</i>	-	-	i	-	-	-
<i>Linepithema</i> prox. <i>pullex</i>	v	-	-	-	-	-
<i>Linepithema</i> sp. 1	-	-	-	i	-	-
Subfamília Ectatomminae						
Tribo Ectatommini						
<i>Ectatomma edentatum</i>	v	vi	-	i	v	-
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	vi	-	-	i	v	-
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	-	-	-	i	-	-
<i>Gnamptogenys striatula</i>	-	-	-	i	-	-
Subfamília Formicinae						
Tribo Camponotini						
<i>Camponotus atriceps</i>	i	-	-	i	-	-
<i>Camponotus crassus</i>	-	vi	i	i	v	-
<i>Camponotus renggeri</i>	-	vi	-	i	-	-
<i>Camponotus</i> sp. 1	vi	vi	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp. 2	-	i	-	-	v	-
<i>Camponotus</i> sp. 3	-	-	-	i	-	-
Tribo Lasiini						
<i>Nylanderia fulva</i>	-	-	-	i	-	-
<i>Nylanderia</i> sp. 1	-	-	-	i	-	-
<i>Nylanderia</i> sp. 2	i	-	-	i	-	-
Tribo Myrmelachistini						
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	vi	vi	-	i	v	-
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	vi	-	-	-	-	-
Subfamília Myrmicinae						
Tribo Attini						
<i>Acromyrmex</i> sp. 1	-	i	-	-	-	-
<i>Atta sexdens</i>	vi	vi	vi	-	-	-

Tabela 2b. continuação

Táxons	São Luis			Olhos d'Água		
	MT	SAF I	SAF II	MT	SAF I	SAF II
<i>Cyphomyrmex prox. rimosus</i>	-	-	-	-	i	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	-	-	-	-	i	-
<i>Mycocepurus goeldi</i>	vi	vi	-	-	-	-
<i>Mycocepurus</i> sp. 1	i	-	-	-	i	-
<i>Octostruma balzani</i>	-	vi	-	-	vi	-
<i>Octostruma iheringi</i>	-	-	-	-	v	-
<i>Pheidole fimbriata</i>	vi	vi	-	-	-	-
<i>Pheidole oxyops</i>	vi	vi	vi	-	v	-
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	-	i	i	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.	-	v	-	-	-	v
<i>Pheidole</i> sp. 1	i	vi	-	-	vi	v
<i>Pheidole</i> sp. 2	-	i	-	-	i	vi
<i>Pheidole</i> sp. 3	-	-	-	-	-	vi
<i>Pheidole</i> sp. 4	-	-	-	-	-	vi
<i>Pheidole</i> sp. 5	-	-	-	-	-	vi
<i>Pheidole</i> sp. 6	-	i	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 9	i	i	i	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 11	v	v	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 12	-	-	v	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 13	-	-	v	-	-	-
<i>Sericomyrmex saussurei</i>	v	-	-	-	-	-
<i>Sericomyrmex</i> sp. 1	-	-	-	-	-	vi
<i>Strumigenys eggersi</i>	-	-	-	v	-	-
<i>Strumigenys</i> sp. 1	-	-	-	-	-	v
<i>Strumigenys subdentata</i>	-	v	v	-	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	-	i	v	-	-
Tribo Crematogastrini						
<i>Carebara</i> sp. 1	-	-	-	-	v	-
<i>Carebara urichi</i>	v	-	-	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. 1	-	-	-	i	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. 2	-	-	-	-	vi	-
Tribo Solenopsisini						
<i>Solenopsis</i> sp.	i	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 1	vi	vi	-	v	-	i
<i>Solenopsis</i> sp. 2	v	v	v	v	-	v
<i>Solenopsis</i> sp. 3	v	v	vi	v	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 4	-	i	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 5	-	-	i	-	-	-

Tabela 2c. continuação

Táxons	São Luiz			Olhos d'Água		
	MT	SAF I	SAF II	MT	SAF I	SAF II
<i>Solenopsis</i> sp. 6	-	-	-	-	-	v
<i>Solenopsis</i> sp. 7	-	-	-	v	-	-
Subfamília Ponerinae						
Tribo Ponerini						
<i>Anochetus mayri</i>	-	i	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 1	-	-	v	v	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 2	-	-	-	-	-	v
<i>Leptogenys</i> sp. 1	-	-	-	-	v	-
<i>Mayaponera constricta</i>	-	-	-	v	-	-
<i>Neoponera apicalis</i>	-	-	-	v	-	v
<i>Odontomachus bauri</i>	-	-	-	v	-	-
<i>Odontomachus</i> sp. 1	v	vi	v	v	-	-
<i>Pachycondyla striata</i>	vi	v	-	v	v	-
<i>Pseudoponera stigma</i>	-	-	-	-	v	-
Subfamília Pseudomyrmecinae						
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	i	-	-	-	-	v
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	-	-	-	-	v	v

v = verão e i = inverno

A subfamília Myrmicinae é considerada a mais biodiversa do mundo e apresentou, o maior número de táxons coletados, corroborando com sua condição ecológica. Dentre os três gêneros mais representativos, os dois primeiros são desta subfamília, sendo eles *Pheidole* e *Solenopsis*. *Camponotus* está dentro da subfamília Formicidae, a segunda mais representativa. Estes três gêneros estão entre os mais diversificados do mundo (SILVESTRE, 2000; BOLTON, 2003; CORRÊA; FERNANDES; LEAL, 2006).

Em relação às espécies exclusivas para cada propriedade, observamos uma diferença de 25% a mais no número de espécies exclusivas para FOA, com 28, em relação à FSL que apresentou uma riqueza de 21 espécies exclusivas. Em relação às ocorrências para as duas propriedades, temos 22 espécies/morfo-espécies compartilhadas entre si.

Sendo assim, 17 gêneros são recorrentes às duas fazendas, representado 58,62% de compartilhamento. São eles: *Camponotus*, *Carebara*, *Brachymyrmex*, *Ectatomma*, *Hypoponera*, *Linepithema*, *Mycocepurus*, *Nylanderia*, *Octostruma*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Pheidole*,

Pseudomyrmex, *Sericomyrmex*, *Strumigenys*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Este compartilhamento entre as duas fazendas, provavelmente, se deve ao fato de que muitas das espécies que representam estes gêneros, são de formigas de ampla ocorrência e/ou cosmopolitas (BACCARO et al., 2015).

Entre estes gêneros, de maneira geral para as duas fazendas, podemos constatar que: I. os gêneros *Linepithema* e *Nylanderia* só aparecem no fragmento florestal; II. os gêneros *Ectatomma*, *Brachymyrmex* e *Mycocepurus* só ocorreram no fragmento florestal e no SAF I; III. os gêneros *Sericomyrmex*, *Wasmannia* e *Hypoponera* ocorreram no fragmento florestal e no SAF II e; IV. que *Carebara* e *Octostruma* só ocorreram nos SAFs I. Os outros gêneros ocorreram nas três áreas amostrais.

A distribuição dos gêneros para as três áreas amostrais, de cada propriedade se apresenta nos gráficos abaixo:

Fazenda São Luiz – SP.

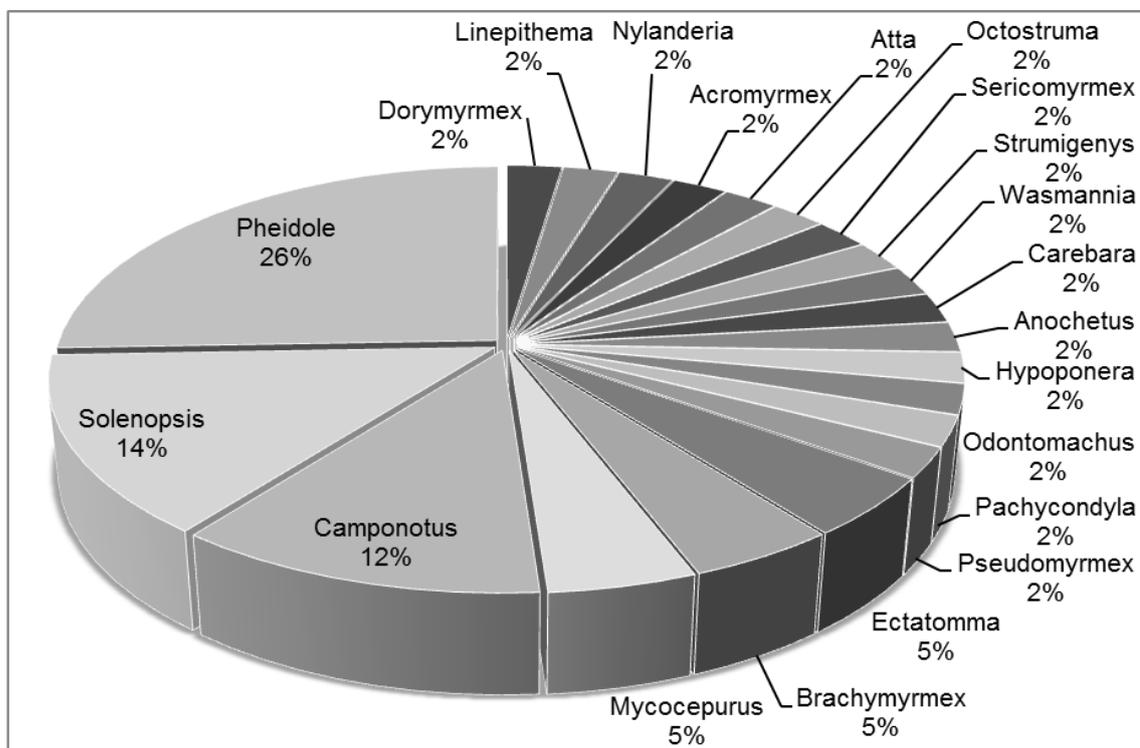


Figura 6. Gêneros presentes nas três áreas amostrais da fazenda São Luiz.

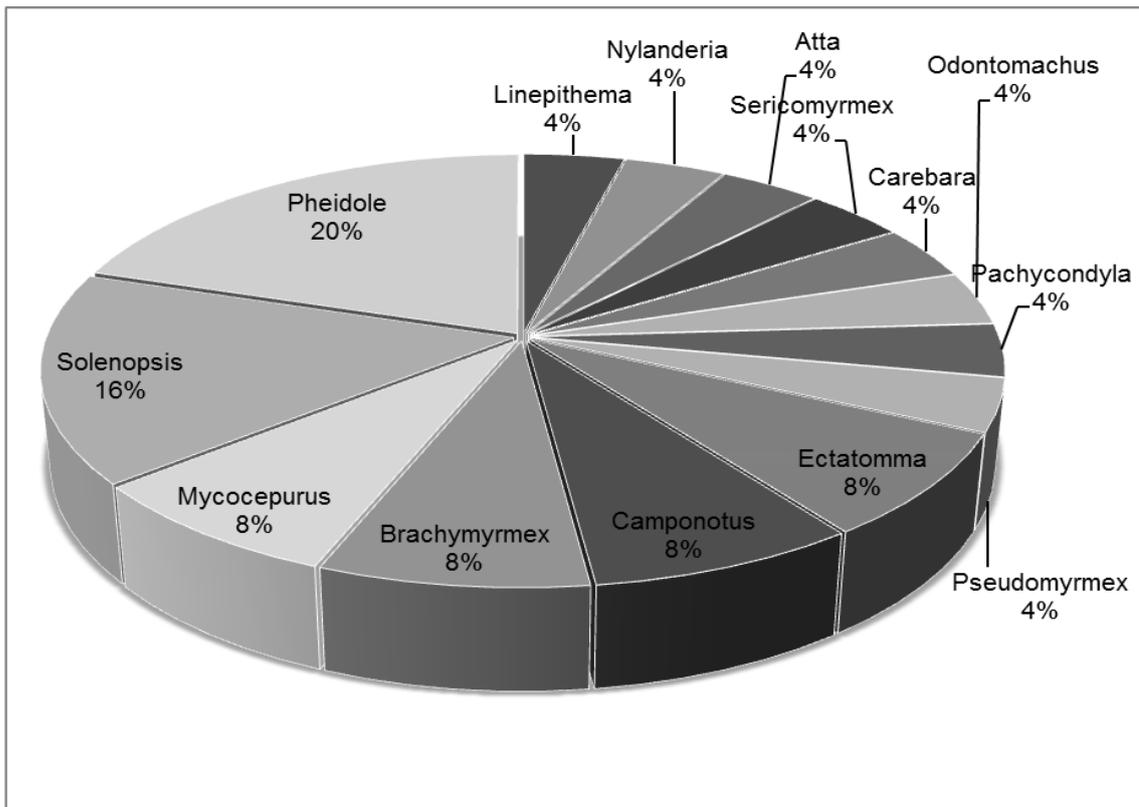


Figura 7. Gêneros presentes no fragmento florestal (MT) da fazenda São Luiz.

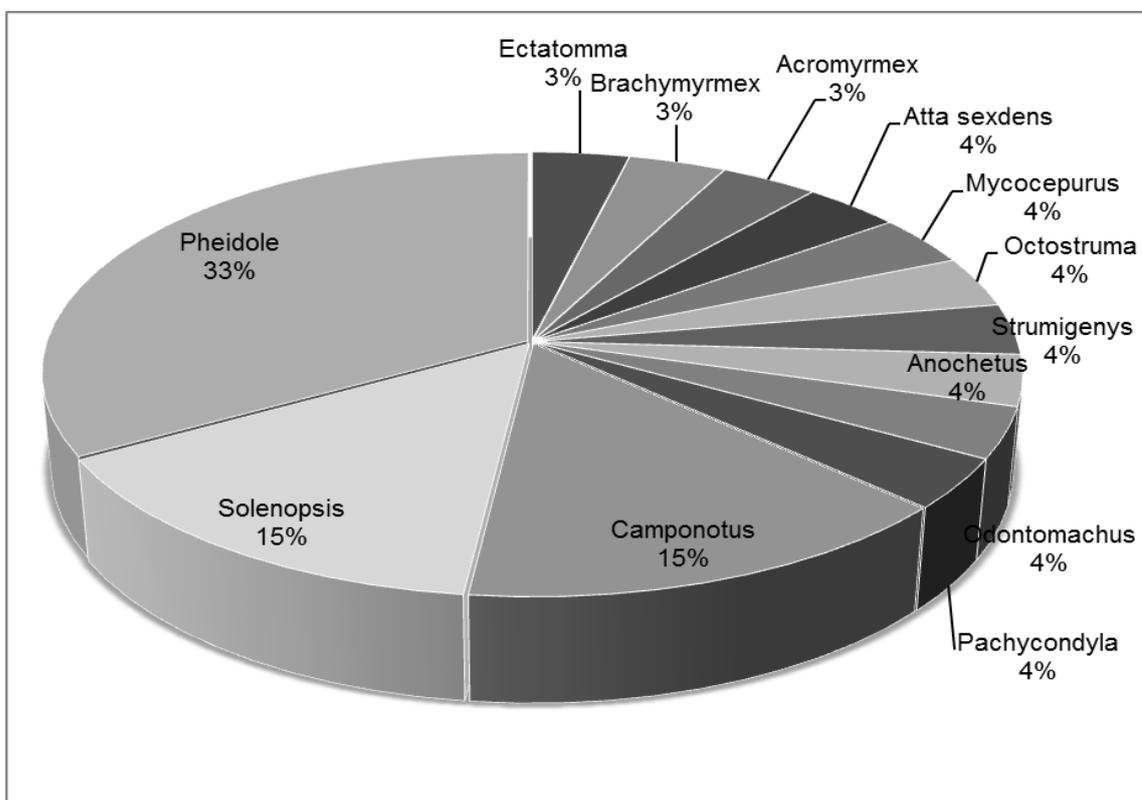


Figura 8. Gêneros presentes na agrofloresta mais antiga (SAFI) da fazenda São Luiz.

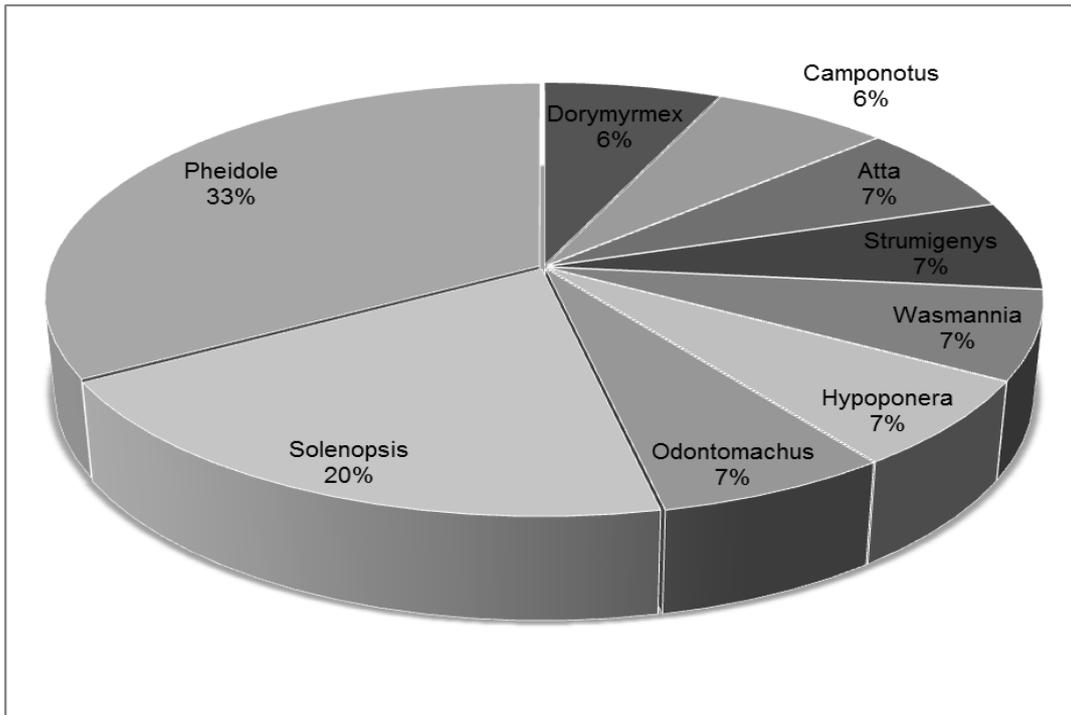


Figura 9. Gêneros presentes na agrofloresta mais recente (SAFII) da fazenda São Luiz.

Fazenda Olhos d'Água – BA

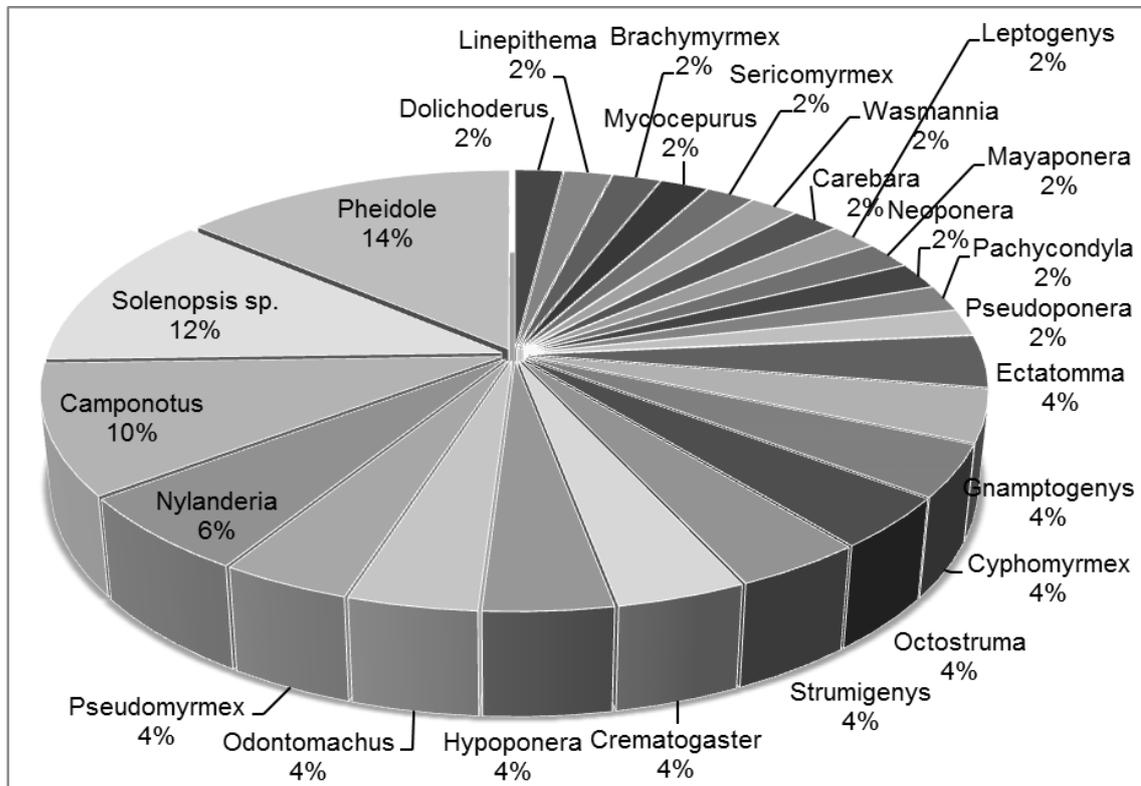


Figura 10. Gêneros presentes nas três áreas amostrais da fazenda Olhos d'Água.

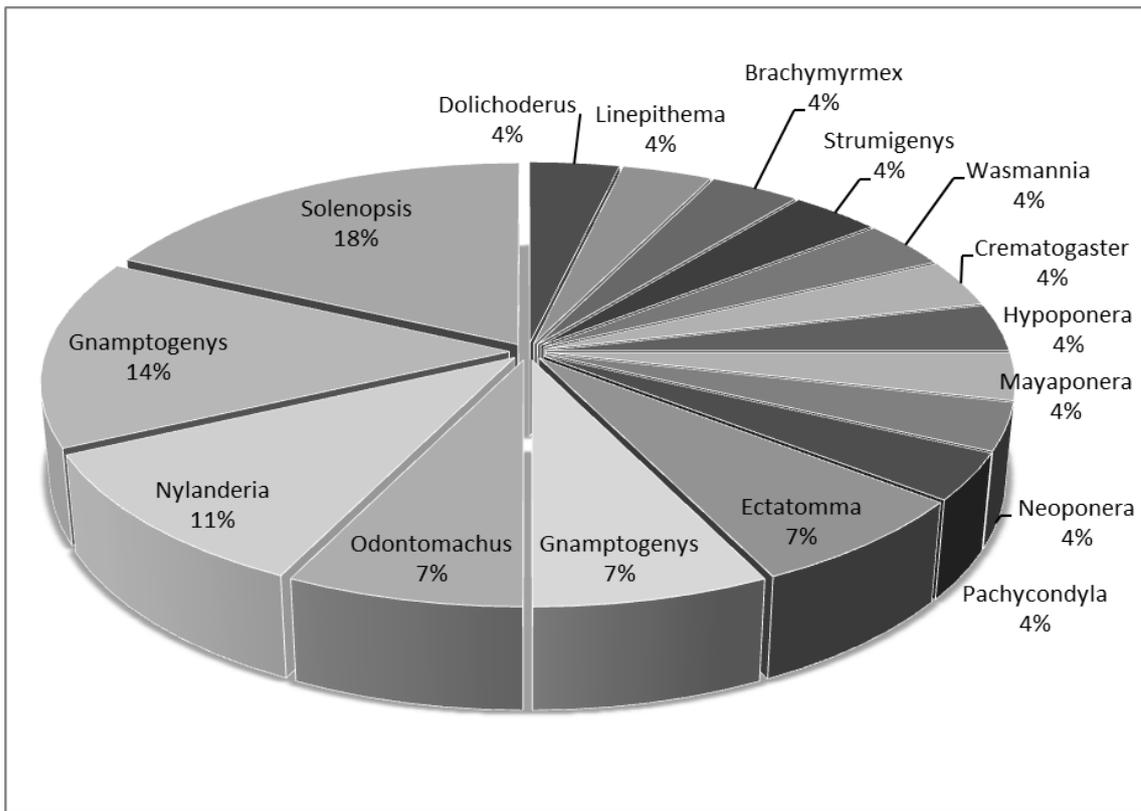


Figura 11. Gêneros presentes no fragmento florestal (MT) da fazenda Olhos d'Água.

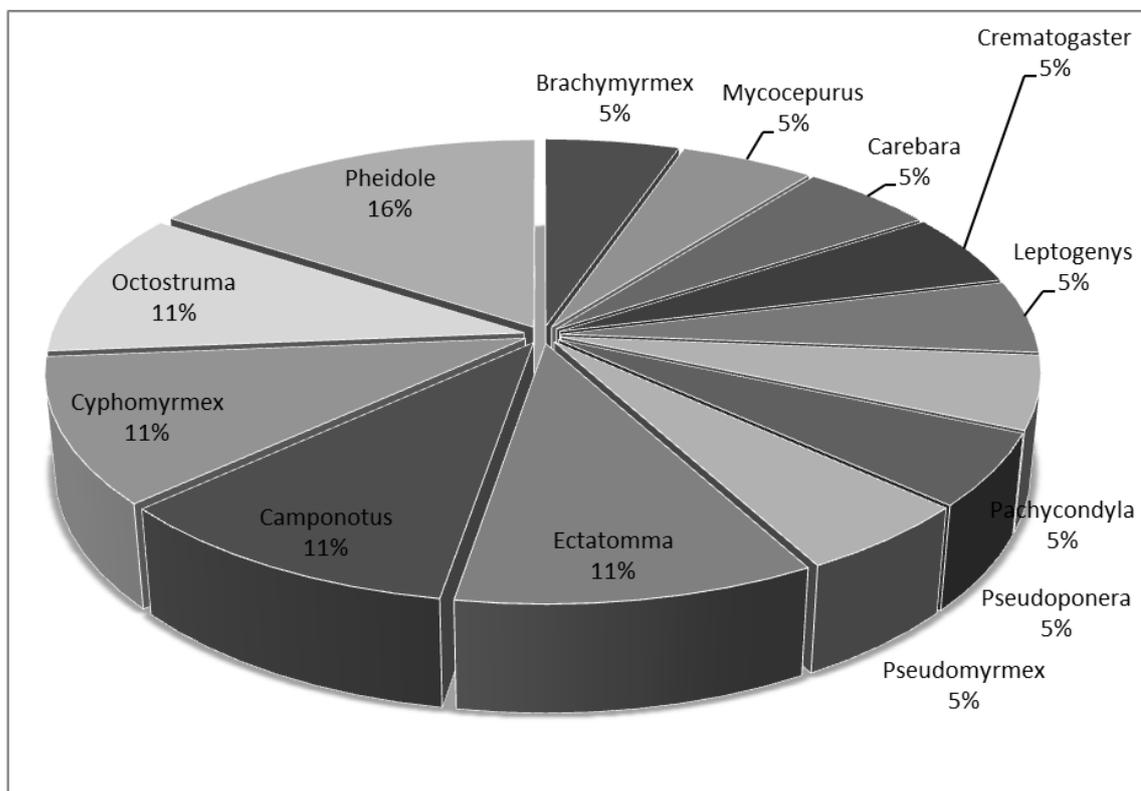


Figura 12. Gêneros presentes na agrofloresta mais antiga (SAFI) da fazenda Olhos d'Água.

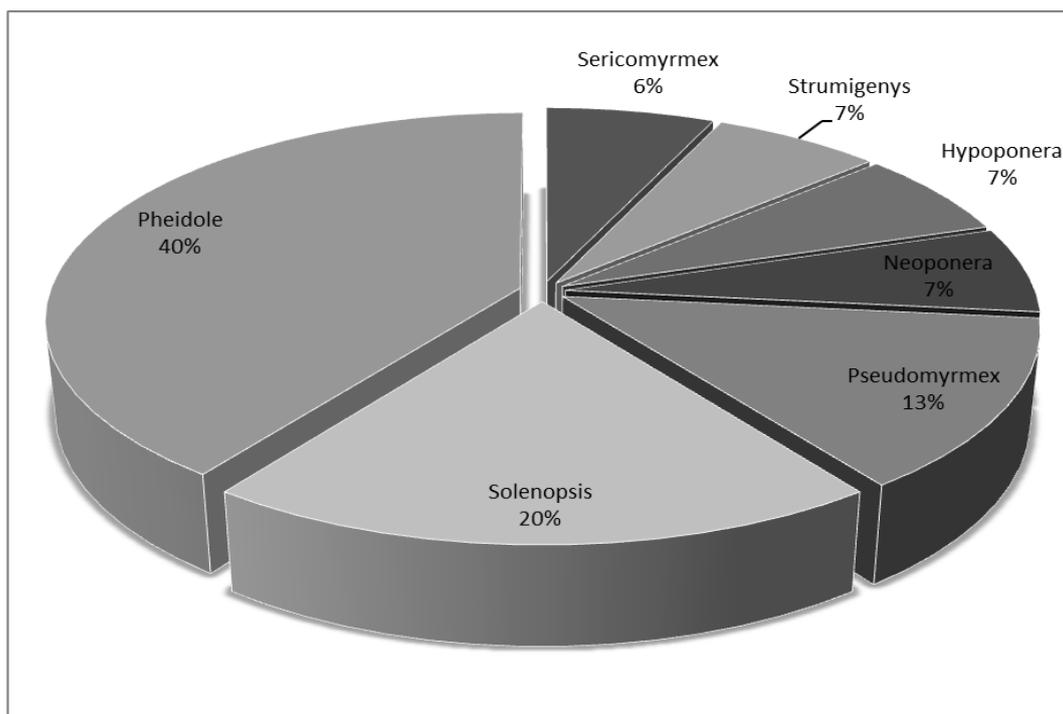


Figura 13. Gêneros presentes na agrofloresta mais recente (SAFII) da fazenda Olhos d'Água.

O índice de Sorensen entre as duas fazendas, como forma qualitativa para os gêneros que ocorreram entre elas, teve o valor de 0,74. Isso mostra que as localidades possuem alta similaridade, reforçando o entendimento de que a prática sintrópica na agricultura contribuiu para uma expressiva riqueza de formigas.

Em relação ao índice de Sorensen dentro de cada fazenda, temos que em ambas as propriedades eles evidenciam que o SAFII é mais similar a MT do que o SAFI, como pode ser observado nos resultados a seguir (Tabelas 4 e 5).

Tabela 3 – Índice de Sorensen para a Fazenda São Luiz.

Sorensen entre:	Valor do Índice
Fragmento florestal e SAF I	1,56
Fragmento Florestal e SAF II	1,83
SAF I e SAF II	1,91

Tabela 4 – Índice de Sorensen para a Fazenda Olhos d'Água .

Sorensen entre:	Valor do Índice
Fragmento florestal e SAF I	1,73
Fragmento Florestal e SAF II	2,17
SAF I e SAF II	2,5

As espécies e morfo-espécies encontradas em ambas as fazendas foram distribuídas nas 13 guildas sugeridas (Tabela 7).

Tabela 5a – Distribuição das morfo-espécies/espécies em suas respectivas guildas, para cada fazenda.

	Guildas	Espécies	
		São Luiz - SP	Olhos d'Água
1	Grandes Predadoras	<i>Odontomachus</i> sp. 1 <i>Pachycondyla striata</i> <i>Ectatomma edentatum</i> <i>Ectatomma tuberculatum</i>	<i>Mayaponera constricta</i> <i>Neoponera apicalis</i> <i>Odontomachus bauri</i> <i>Odontomachus</i> sp. 1 <i>Pachycondyla striata</i> <i>Pseudoponera stigma</i> <i>Ectatomma edentatum</i> <i>Ectatomma tuberculatum</i> <i>Gnamptogenys</i> sp. 1 <i>Gnamptogenys striatula</i>
2	Patrulheiras camponotíneas	<i>Camponotus atriceps</i> <i>Camponotus crassus</i> <i>Camponotus renggeri</i> <i>Camponotus</i> sp. 1 <i>Camponotus</i> sp. 2	<i>Camponotus atriceps</i> <i>Camponotus crassus</i> <i>Camponotus renggeri</i> <i>Camponotus</i> sp. 2 <i>Camponotus</i> sp. 3
3	Patrulheiras pseudomirmecíneos	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1 <i>Pseudomyrmex</i> sp. 2
4	Pequenas oportunistas	<i>Nylanderia</i> sp. 2	<i>Nylanderia fulva</i> <i>Nylanderia</i> sp. 1 <i>Nylanderia</i> sp. 2

Tabela 5b – Continuação. Distribuição das morfo-espécies/espécies em suas respectivas guildas, para cada fazenda.

	Guildas	Espécies	
		São Luiz - SP	Olhos d'Água
5	Crípticas de serrapilheira poneríneas	<i>Anochetus mayri</i> <i>Hypoconera</i> sp. 1	<i>Hypoconera</i> sp. 1 <i>Hypoconera</i> sp. 2
6	Crípticas de serrapilheira mirmicíneas	<i>Octostruma balzani</i> <i>Strumigenys subdentata</i>	<i>Octostruma balzani</i> <i>Octostruma iheringi</i> <i>Strumigenys eggersi</i> <i>Strumigenys</i> sp. 1
7	Desfolheadoras	<i>Acromyrmex</i> sp. 1 <i>Atta sexdens</i>	-
8	Cultivadoras de fungos a partir de matéria em decomposição	<i>Mycocepurus goeldi</i> <i>Mycocepurus</i> sp. 1 <i>Sericomyrmex saussurei</i>	<i>Cyphomyrmex</i> prox. <i>Rimosus</i> <i>Cyphomyrmex</i> sp. 1 <i>Mycocepurus</i> sp. 1 <i>Sericomyrmex</i> sp. 1
9	Generalistas mirmicíneas	<i>Pheidole fimbriata</i> <i>Pheidole oxyops</i> <i>Pheidole radoszkowskii</i> <i>Pheidole</i> sp. <i>Pheidole</i> sp. 1 <i>Pheidole</i> sp. 2 <i>Pheidole</i> sp. 6 <i>Pheidole</i> sp. 9 <i>Pheidole</i> sp. 11 <i>Pheidole</i> sp. 12 <i>Pheidole</i> sp. 13 <i>Wasmannia auropunctata</i> <i>Solenopsis</i> sp. <i>Solenopsis</i> sp. 1 <i>Solenopsis</i> sp. 2 <i>Solenopsis</i> sp. 3 <i>Solenopsis</i> sp. 4 <i>Solenopsis</i> sp. 5	<i>Pheidole oxyops</i> <i>Pheidole</i> sp. <i>Pheidole</i> sp. 1 <i>Pheidole</i> sp. 2 <i>Pheidole</i> sp. 3 <i>Pheidole</i> sp. 4 <i>Pheidole</i> sp. 5 <i>Wasmannia auropunctata</i> <i>Solenopsis</i> sp. <i>Solenopsis</i> sp. 1 <i>Solenopsis</i> sp. 2 <i>Solenopsis</i> sp. 3 <i>Solenopsis</i> sp. 6 <i>Solenopsis</i> sp. 7 <i>Crematogaster</i> sp. 1 <i>Crematogaster</i> sp. 2
10	Dolichoderíneas agressivas	<i>Dorymyrmex</i> prox. <i>Brunneus</i> <i>Linepithema</i> prox. <i>Pullex</i>	<i>Linepithema</i> sp. 1
11	Nômades	-	<i>Leptogenys</i> sp. 1
12	Pequenas especialistas	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1 <i>Brachymyrmex</i> sp. 2 <i>Carebara urichi</i>	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1 <i>Carebara</i> sp. 1
13	Dolichoderíneas coletoras de néctar e exudatos	-	<i>Dolichoderus</i> sp. 1

As guildas Nº01 Grandes Predadoras e a Nº09 Generalistas mirmicíneas foram as únicas que apresentaram indivíduos coletados em todos os pontos amostrais e em ambas as fazendas.

Para a FSL, não foram encontradas formigas nas guildas Nº11 Nômades e Nº13 Dolichoderíneas coletoras de néctar e exudatos. Na FOA foram coletadas formigas nos pontos amostrais SAFI e MT, respectivamente para cada guilda.

A guilda Nº07 Desfolheadoras não ocorre na FOA, ao passo que na FSL está presente em todas as áreas amostrais. A guilda Nº02 Patrulheiras camponotíneas

também aparece em todas as áreas amostrais da FSL, entretanto, na FOA aparece em MT e no SAFI.

A Nº06 Crípticas de serrapilheira mirmicíneas apresentou coleta em todas as áreas amostrais da FOA, entretanto, na FSL não ocorreu apenas em MT.

A Nº04 Pequenas oportunistas apresentou comportamento semelhante para as duas fazenda, com coleta apenas nas áreas de MT. A Nº12 Pequenas especialistas teve ocorrência em MT e SAFI para ambas as fazendas.

As guildas Nº05 Crípticas de serrapilheira poneríneas e Nº08 Cultivadoras de fungos a partir de matéria em decomposição ocorreram em duas áreas em ambas as fazendas, sem uma correlação entre as fazendas. Em relação à FSL e FOA; a guilda Nº05 ocorreu em SAFI / SAFII e MT / SAFII e a guilda Nº08 em MT / SAFI e SAFI / SAFII; respectivamente.

A Nº03 ocorreu apenas em MT para FSL e nas áreas SAFI /SAFII em FOA. Para a guilda Nº10 Dolichoderíneas agressivas houve ocorrência nas áreas MT / SAFII da FSL e apenas em MT da FOA.

Na busca em se contemplar o objetivo deste trabalho, ou seja, para que o resultado da coleta, a composição da comunidade e sua distribuição em guildas sejam factíveis de serem analisadas e compreendidas pelo agricultor, em relação aos seus sistemas de AS de idades diferentes, foram elaboradas as figuras abaixo (Figuras de 14 a 19). É válido ressaltar que a identificação prévia dos gêneros de formiga, deve ser realizada ou encaminhada para identificação em algum centro de referência, pelo técnico extensionista.

Desta forma podemos aproximar as informações em relação às funções ecológicas existentes nas áreas a serem analisadas, a partir de representação que as guildas expressam, de um possível protocolo de monitoramento a partir da mirmecofauna, que beneficie os agricultores.

Fazenda São Luiz – SP.

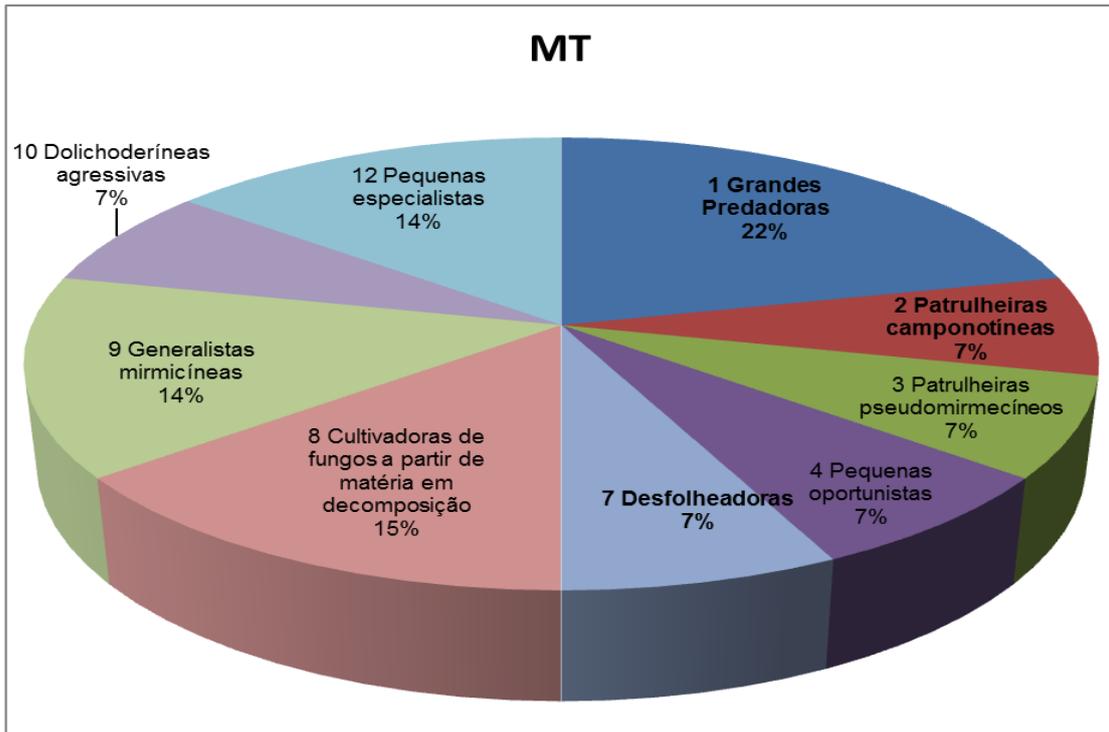


Figura 14. Composição das guildas encontradas no fragmento florestal (MT) da fazenda São Luiz. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

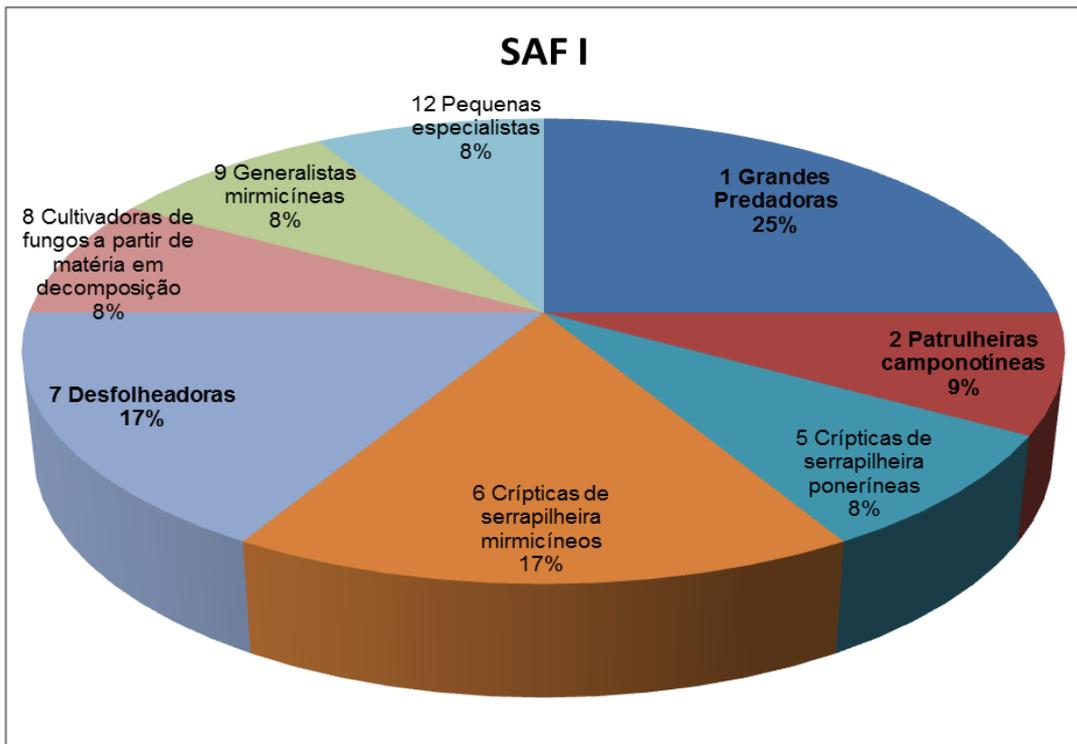


Figura 15. Composição das guildas encontradas na agrofloresta mais antiga (SAFI) da fazenda São Luiz. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

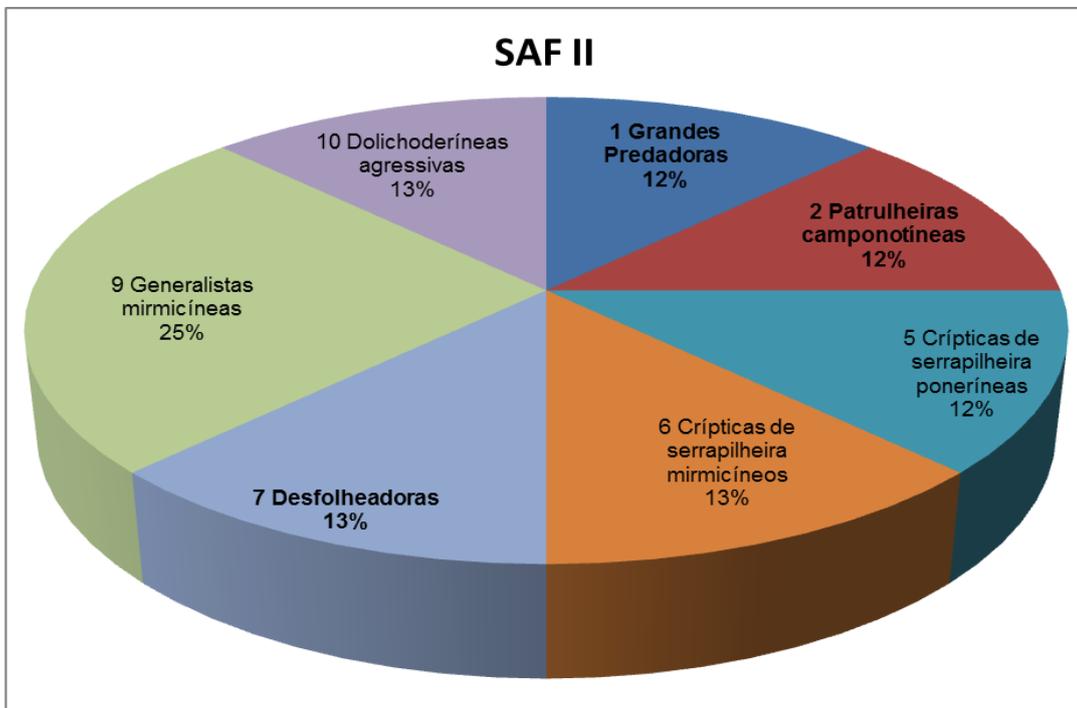


Figura 16. Composição das guildas encontradas na agrofloresta mais recente (SAFII) da fazenda São Luiz. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

Fazenda Olhos d'Água - BA

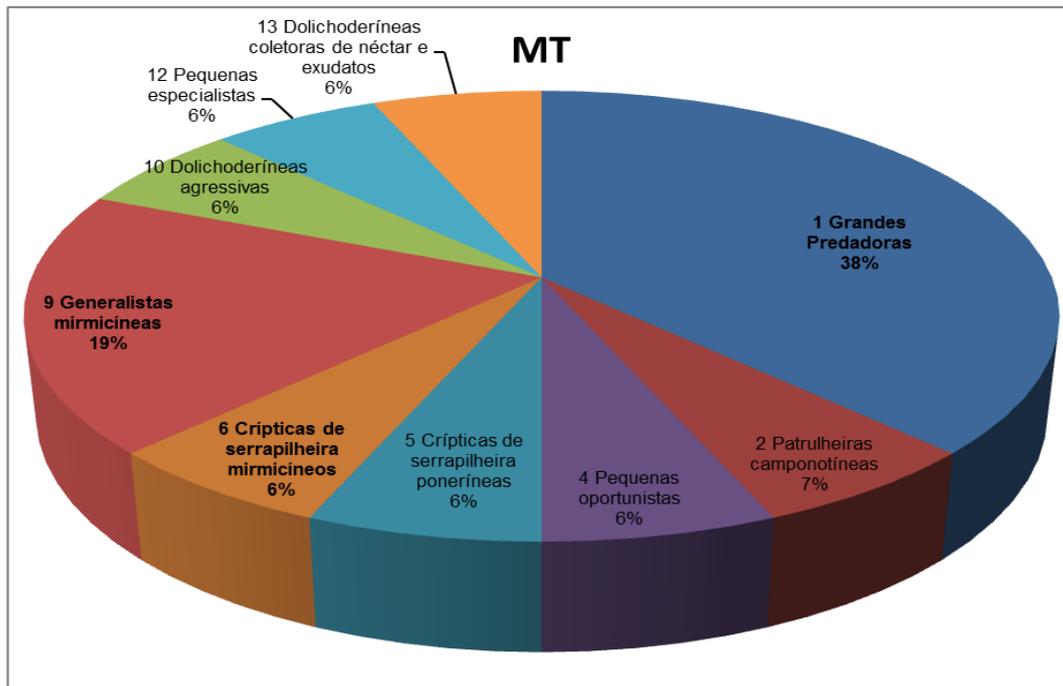


Figura 17. Composição das guildas encontradas no fragmento florestal (MT) da fazenda Olhos d'Água. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

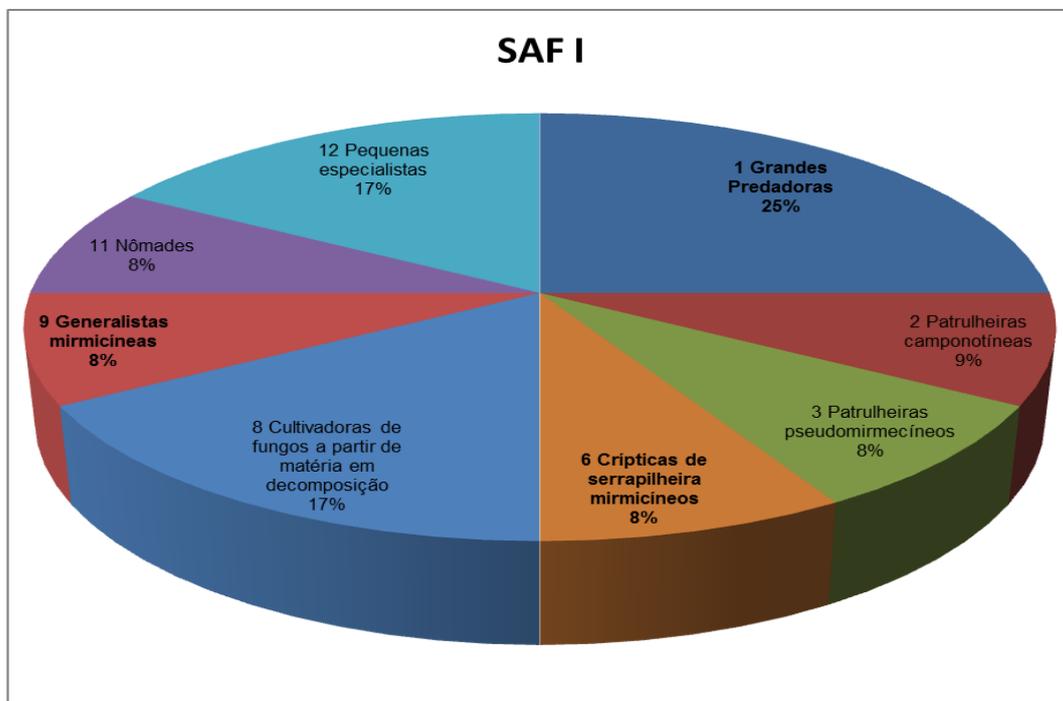


Figura 18. Composição das guildas encontradas na agrofloresta mais antiga (SAFI) da fazenda São Luiz. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

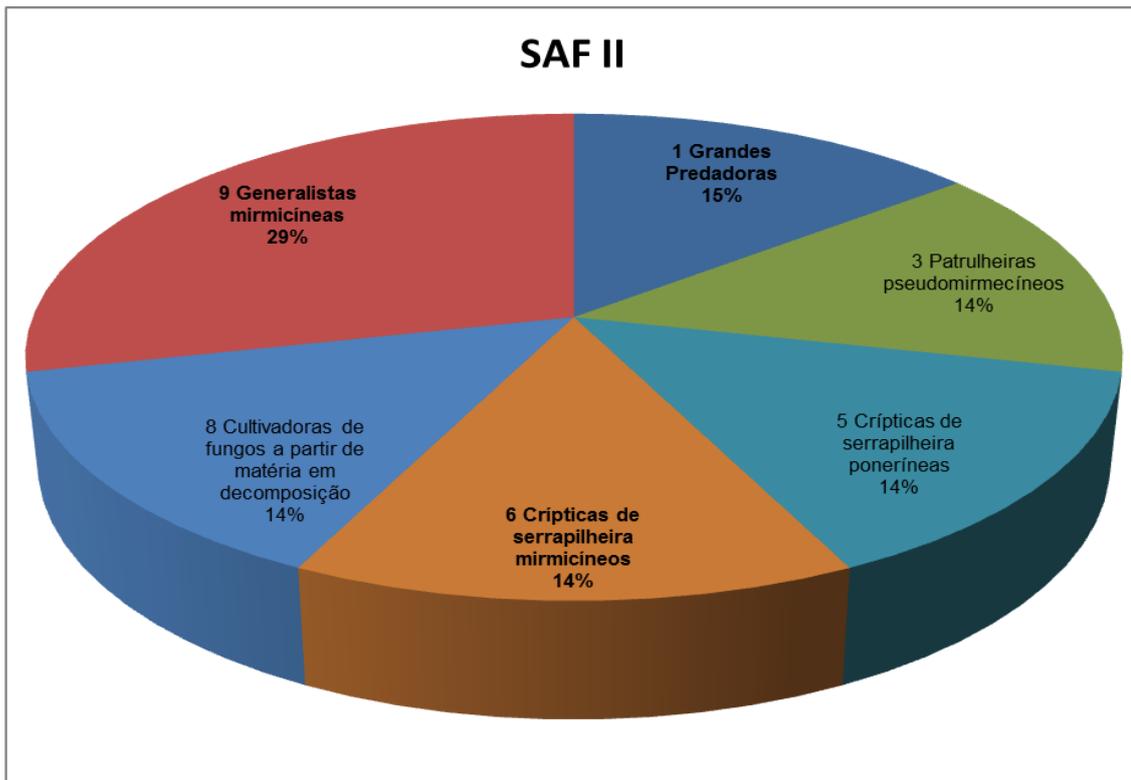


Figura 19. Composição das guildas encontradas na agrofloresta mais recente (SAFII) da fazenda São Luiz. As proporções indicam o número de gêneros por cada uma das guildas utilizadas neste trabalho.

Nas seis figuras acima, os nomes das guildas em negrito são as que aparecerem em todas as áreas amostrais, respectivamente, em cada fazenda.

5. DISCUSSÃO

Analisando a distribuição das espécies e morfo-espécies nas três diferentes áreas amostrais (Tabela 2) de cada uma das duas fazendas, podemos constatar diferenças na estrutura da comunidade ao longo do tempo, se comparar as duas fazendas entre si. Uma possível análise é que a diferença da paisagem em que cada fazenda está inserida seja o principal fator. Com isto, é recomendado que um estudo prévio da paisagem, seja realizado, como parte do protocolo de monitoramento para sistemas de AS, pois, a biodiversidade local é considerada como ferramenta para um manejo produtivo, e fragmentos florestais são as principais matrizes de diversidade. Ter reserva florestal dentro da propriedade agrícola aliada a sistemas agroflorestais pode

ser uma forma de maximizar serviços ecossistêmicos de regulação de pragas, exercido pelas formigas que possuem hábito de patrulha e deslocamento (OLIVEIRA, 2013). O histórico de uso do solo e a paisagem que compõe a matriz de cada sistema agrícola sintrópico contam muito sobre o potencial e os desafios que cada agricultor tem nas mãos. Em relação a insetos e outros organismos do solo como indicadores de qualidade do solo, sete entre dez agricultores relataram ter observado um aumento de diversidade de insetos, entretanto, este tipo de indicador baseado na percepção e observação apresenta limitações já que conhecer os diferentes tipos de insetos é muito técnico e pode trazer dificuldade de compreensão para os agricultores (JUNQUEIRA, 2013). As formigas são bem conhecidas pelos agricultores e por isto bons indicadores de qualidade (autoria própria).

A importância de se buscar indicadores por meio de classificação dentro de guildas ajuda na identificação de padrões dentro da estrutura das comunidades de formigas, permitindo o monitoramento através da presença ou ausência de determinados grupos, o que pode refletir, ou não, uma maior estabilidade e equidade nos agroecossistemas (RÉ, 2007).

A partir dos resultados observados, expresso na distribuição do material coletado em guildas, é possível que a composição da comunidade de formigas aponte tendências de avanço ecológico entre as áreas amostrais, respectivamente SAFI e SAFII, que diferem de forma considerável na idade entre elas. Para fins de análise, a MT será utilizada como modelo, considerando esta área um ambiente estabilizado. Discutir processos ecológicos a partir de guildas implica considerar que existam diferenças funcionais entre as espécies, assim como uma estrutura e/ou correlação significativa entre as mesmas (WILSON, 1999).

É válido ressaltar que apenas duas guildas apareceram em todas as áreas amostrais e em ambas as fazendas, a N°01 e a N°09. A guilda N°01 das Grandes Predadoras possui um padrão de aumento na representatividade da diversidade de gêneros ao longo do tempo. Isto não fica claro na FSL, pois temos uma porcentagem maior de gêneros em SAFI do que em MT. Este fato pode estar associado a heterogeneidade contida na paisagem, disponibilizando

uma gama maior de habitats e presas, para as espécies de formiga que se encaixam nesta guilda. Outra interpretação possível é de que a MT por ser pequena e sofrer pressão a partir da paisagem circundante, esteja em estágio de sucessão inferior em relação ao SAFI, pelo menos em relação as funções exercidas pela mirmecofauna. Entretanto, o aumento de riqueza de gêneros entre o SAFII e o SAFI é bem marcante e evidencia que esta guilda está associada a ambientes que tenham uma estrutura florestal mais avançada. Para a FOA temos quase um padrão de aumento de 10% entre as áreas, respectivamente da mais recente para a mais antiga. Neste caso a MT apresenta-se como área com maior riqueza de gêneros. A paisagem neste caso é bem diferente, com um fragmento florestal bem maior e mais consolidado, contínuo as áreas de AS com produção de cacau e fragmentos florestais dos vizinhos limítrofes a FOA.

Salvas as diferenças entre os locais de estudo, Oliveira (2013) também constatou que as predadoras têm presença mais frequente em ambientes com vegetação mais estruturada e similar à florestal.

Segundo Ernst-Götsch:

A vida neste planeta é uma só, é um macrorganismo cujo metabolismo gira num balanço energético positivo, em processos que vão do simples para o complexo, na sintropia. Assim, cada animal é entrópico em si mesmo, porém, cada um tem a função de favorecer processos sintrópicos. (GÖTSCH, 1995)

Com estas palavras e a partir da constatação apresentada neste estudo e já observada por Oliveira (2013), é possível afirmar que a guilda nº01 apresenta um potencial satisfatório para compor um protocolo de monitoramento, pois além de seguir uma tendência de aumento na riqueza de gêneros conforme o ambiente se torna mais avançado, soma-se o fato de serem formigas com tamanho grande e relativamente fáceis de serem identificadas. Ainda, os gêneros encontrados nesta guilda são conhecidos por serem especialistas. Atuam de diversas formas no ambiente, desde contribuindo na dispersão de sementes - *Odontomachus*, como na predação de cupim - *Pachycondyla*, de pragas agrícolas - *Ectatomma* (apud OLIVEIRA,

2013), larvas de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera - *Neoponera* e *Gnamptogenys* (também preda outras formigas) e com especialização para predação noturna - *Mayaponera* (DELABIE, 2015).

A guilda N°09 das Generalistas Mirmicíneas possui uma tendência que se mostrou similar para ambas as fazendas. Isso significa que se observou uma grande representatividade de gêneros no SAF II, uma baixa considerável no SAF I e uma porcentagem de riqueza de gêneros mediana entre estas duas áreas para MT. Uma interpretação possível é que SAFI demonstre algum atributo ecológico que não está clara segundo a força amostral deste trabalho. Poderá ser utilizada em protocolo de monitoramento na AS, para tal, seriam necessários estudos em outras propriedades sintrópicas e comparações com outras formas de produção agrícola. Também seria interessante incorporar em um futuro estudo mais faixas de idade, reduzindo o tempo de comparação entre áreas de uma mesma propriedade. Uma inclinação é de se acreditar que o padrão encontrado nesta guilda, indica que os fragmentos florestais possuem uma dinâmica de incorporação de madeira no solo, menor do que nas áreas de AS, principalmente nas áreas com mais de 15 anos de manejo. E isto seja inversamente proporcional a riqueza de gêneros desta guilda.

A guilda N°02 das Patrulheiras Camponotíneas apresenta uma tendência contrária a guilda N°01, pois decai a representação de gêneros ao longo do tempo. Pode ser que este fato indique uma forma de relação entre estas duas guildas, que podem estar intrinsecamente ligadas. Uma característica da guilda N°01 é apresentar representantes que predam outras formigas. Outro fato que estimula esta interpretação é de que, alguns representantes de ambas as guildas competem pelo mesmo tipo de alimentos - os cupins (DELABIE, 2015). É possível que a combinação destes dois fatos traga compreensão para a tendência apresentada. Um estudo mais aprofundado sobre a biologia desta guilda, em relação aos gêneros apresentados na guilda N°01 poderá indicar caminhos para que as Patrulheiras Camponotíneas sejam incorporadas em protocolo de monitoramento. Também favorece serem utilizadas, o fato de terem tamanho médio ou grande. Um ponto que pode prejudicar esse potencial é que talvez seja o maior gênero de

formigas e por isto sua taxonomia se torna completa (ANTWIKI, 2017). Entretanto, todas as espécies se agrupam nesta guilda, sendo necessária apenas a identificação até o nível de gênero.

A guilda N°07 das Desfolheadoras aparece apenas na FSL, formada por representantes que são indicadores de área degradada e causam grandes estragos na produção agrícola de maneira geral. São os gêneros *Acromyrmex* e *Atta*. Estas formigas conseguem predação praticamente qualquer planta e são mais conhecidas pelo agricultor como “cortadeiras”. Têm como tendência desaparecer em ambientes mais biodiversos e estruturados (RAMOS et al., 2004), como é observado na FOA. Pelo fato de as áreas da FSL estarem sobre influência direta de pastos degradados e área agrícola de monocultura, existe uma pressão destes gêneros de formiga que forrageiam extensas áreas, sobre as áreas de AS e nos fragmentos florestais. A não presença desta guilda em qualquer agroecossistema permite avaliar que o mesmo se encontra em grau avançado na sucessão ecológica (OLIVEIRA, 2014).

Outra guilda com potencial para compor um protocolo de monitoramento é a de N°12 Pequenas Especialistas, que só ocorreram na MT e no SAFI de ambas as propriedades. O fato de ocorrer em uma determinada área agrícola sintrópica e no fragmento florestal, evidencia que a AS viabiliza o nicho necessário para que elas ocorram. O grande problema de serem utilizadas diretamente pelos agricultores como forma de monitoramento é que são de tamanho minúsculo e de difícil identificação. Entre as possíveis guildas relacionadas para formar um protocolo de monitoramento, esta talvez seja a com menor potencial para que agricultores utilizem no monitoramento da AS, devido ao seu pequeno tamanho e hábito críptico.

A guilda n°04 Pequenas Oportunistas apareceu apenas em MT, em proporção similar, para ambas as fazendas. É difícil estabelecer alguma relação, pois são formigas pequenas e generalistas. Entretanto, por estarem agrupadas no grupo das poneromorfas, se tornam potenciais candidatas a compor protocolo de monitoramento. A subfamília Ponerinae é indicada para protocolos de monitoramento, pois são na sua maioria predadoras, especialistas ou na sua alimentação ou na forma de predação. São organismos de

fácil visualização, inclusive podem ser indicadoras próprias aos agricultores, que sinalizam uma tendência ao equilíbrio, para agroecossistemas (OLIVEIRA, 2013). Outras guildas estão nesta mesma situação. É o caso das guildas N°03 Patrulheiras pseudomirmecíneos e N°05 Crípticas de serrapilheira poneríneas. A guilda N°06 Crípticas de serrapilheira mirmicíneos, apesar de ser de outra subfamília apresenta uma biologia similar a das poneromorfas, ou seja, são predadoras especializadas.

A guilda N°11 Nômades, por apresentarem tal comportamento, é difícil afirmar ou estabelecer algum potencial para compor protocolo, pois a sua coleta deve ser entendida como ao acaso. São formigas do gênero *Leptogenys*, especializadas na predação de isópodes (ANTWIKI, 2017).

A guilda N°13 aparece apenas na área MT da FOA. Com isto, fica inviável discorrer alguma conclusão, a partir apenas dos dados coletas nesta pesquisa. Devem estar relacionadas a ambiente em estado de sucessão avançado, pois são consideradas arborícolas com forrageamento na vegetação.

Ernst Götsch sistematizou ao longo de quatro décadas, técnicas baseadas em princípios que possibilitam a produção de alimentos integrada à dinâmica de regeneração natural e considera todas as interações animais e vegetais de forma contínua na complexificação dos sistemas (ANDRADE; PASINI, 2014). Isto foi constatado com a mirmecofauna amostrada em cada propriedade. Há nitidamente uma evolução em relação à riqueza e às guildas que se apresentaram nos SAFI e SAFII, quando comparadas. Na época da coleta, em ambas as fazendas, o SAFII tinha 1,5 ano de idade, a partir de sua implantação. E mesmo assim, já apresentavam a maioria das guildas, ou seja, já expressavam funções ou serviços ecossistêmicos sendo exercidos no ambiente, pelo menos sob o olhar da comunidade de formigas. Isso também corrobora com os trabalhos de Ribas (2004), Silvestre (2001) e Oliveira (2013).

É importante ressaltar que esta constatação pode ser mais consistente a partir de estudos futuros que possam aplicar outras técnicas de coleta que abarquem as comunidades arborícolas, subterrâneas o/ou crípticas e mais profundamente as de serrapilheira e de solo.

A partir deste estudo temos três guildas indicadas, que podem compor um protocolo de monitoramento e outras duas que possuem algum potencial, pois, foram bem representativas nas duas fazendas, entretanto, necessitam de mais estudos para tal. Outras duas guildas, apesar de pouco representativas, são indicadas por serem composta exclusivamente por espécies poneromorfas. E mais uma, por ter hábitos similares às poneromorfas. Com isto, temos oito guildas que foram apontadas como candidatas a colaborarem em um protocolo de monitoramento que possa ser viabilizado de forma participativa junto aos agricultores. Isto, por estarem presentes nas duas propriedades e por apresentar certa facilidade de serem observadas em campo, serem identificadas ou mesmo para função ecológica de exerce.

Segundo Oliveira (2016):

Um possível papel do monitoramento participativo na construção do conhecimento sobre sistemas agroflorestais, seja o de mediar as perguntas que as ciências se interessam em fazer acerca da integração de árvores com cultivos agrícolas, nas mais variadas combinações, e as respostas que os agricultores estão interessados em encontrar, sobre o mesmo objeto de interesse.

Ainda são necessários mais esforços para socializar com os agricultores, formas de manejo agroflorestal que sejam capazes de aumentar os níveis de biodiversidade dos sistemas (MAY e TROVATTO, 2008). Com uma melhor compreensão das funções que as formigas desempenham em ambientes agrícolas, a partir das guildas é possível se estabelecer base para a utilização sustentável, como bioindicador, deste componente da biodiversidade (QUEIROZ et al., 2006). O agricultor a partir de sua interação constante com a natureza identificou ao longo das gerações, indicadores de avaliação empírica da qualidade dos solos, que hoje, encontram fundamentação científica comprovada (LOUZADA et al., 2002).

O uso de bioindicadores é muito mais amplo que o delineado na literatura especializada, e o reconhecimento da amplitude de sua aplicação podem abrir novos horizontes para a pesquisa

agropecuária. A utilização em nível de campo ainda carece de metodologia especializada e estudos mais aprofundados (LOUZADA et al., 2002).

De qualquer forma, todas as áreas amostrais nas duas fazendas apresentaram múltiplas guildas, indicando uma tendência de complexificação dos sistemas agrícolas a partir das práticas da agricultura sintrópica. Técnicas de coleta de formigas arbóreas através de métodos já desenvolvidos na literatura (FOWLER et al., 1994; MAJER, 2007) poderiam aprimorar a análise das guildas em sistemas agroflorestais, refinando as informações sobre as comunidades de formigas ao longo da sucessão ecológica, possibilitando melhor compreensão dos serviços ambientais disponibilizando pelas comunidades de formigas.

6. CONCLUSÕES

Considerando os resultados e discussões proposta, fica claro que a mirmecofauna é capaz de proporcionar à elaboração de um protocolo de monitoramento tangível a realidade do agricultor. Entretanto, para tal é necessário que exista um apoio técnico para que as coletas sejam identificadas e distribuídas em guildas para que seja possível uma avaliação mais profunda sobre o estado em que se encontra uma determinada área agrícola sintrópica, junto ao agricultor, de forma participativa.

Um importante elemento para compor um futuro protocolo de monitoramento para sistemas produtivos baseados na agricultura sintrópica, seria aprofundar o estudo da biologia dos gêneros que compõem as guildas: N°01, N°02, N°03, N°04, N°05, N°06, N°07, N°09 e N°12.

O esforço amostral desta pesquisa indicou que as guildas podem ser importantes elementos de percepção da diversidade e complexidade ecológica dos Sistemas Agroflorestais pelos agricultores. Porém não foram identificados espécies ou gêneros que poderiam ser facilmente usados como bioindicadores. O estudo das comunidades de formigas através das uso das guildas pode ser muito promissora para auxiliar na percepção dos agricultores sobre os

elementos de funcionalidade ecológica ao longo da sucessão ecológica, conceitos fundamentais da agricultura sintrópica de Ernst Götsch.

Também é necessário ampliar os estudos, com outras formas de coleta e que sejam realizadas em outras propriedades que pratiquem agricultura sintrópica para que seja realizada uma validação da discussão aqui levantada, assim como, comparações com área que não seguem as orientações da agricultura sintrópica para se aprofundar a discussão sobre o tema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA GÖTSCH. Disponível em: <<http://agendagotsch.com/pt/ernst>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

AGOSTI, D.; ALONSO, L.E. **Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution, 2000.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2003.

ANDRADE, D.V.P.; PASINI, F.S. Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da agricultura sintrópica de Ernst Götsch. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.

ANTCAT. An online catalog of the ants of the World. Disponível em: <<http://www.antcat.org/>>. Acesso em: 09 jul. 2017.

ANTWEB V7.3. The world's largest online database of images, specimen records and natural history information on ants. Disponível em: <<https://www.antweb.org/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

ANTWIKI. Where ant biologists share their knowledge, provides a wealth of information on the world's ants. Disponível em: <http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki>. Acesso em: 13 out. 2017.

ASSIS, V.C.B. **Comunidades de formigas de solo em milho Bt**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias/ Produção Vegetal)- Universidade Federal de São João Del-Rei, campus Sete Lagoas, 2014.

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

BENE, J.G.; BEALL, H.W.; CÔTÉ, A. **Trees, food, and people: land management in the tropics**. International Development Research Centre, 1977.

BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p.1-370, 2003.

BRASIL, IBGE Mapa de vegetação escala 1:5.000.000 – Instituto Socioambiental e Fundação SOS Mata Atlântica. Disponível em <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_eco_ssistema.asp>. Acesso em: 09 set. 2017.

BRASIL. Decreto 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental. 2012.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 70-85, 2002.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, n. 6630, p. 253, 1997.

CORRÊA, M.M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I.a 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.

DE OLIVEIRA, M.A. GOMES, C.F.F.; PIRES, E.M.; MARINHO, C.G.S.; DELLA LUCIA, T.M.C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, suplemento n. 7, p. 800-807, 2014.

DELABIE, J.H.C.; FEITOSA, R.M.; SERRÃO, J.E.; MARIANO, C.D.S.F.; MAJER, J.D. **As formigas poneromorfas do Brasil**. SciELO-Editus-Editora da UESC, 2015.

DEL-CLARO, K. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 665-672, 2004.

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 **WILLIAMS DF Exotic ants: Biology, Impact, and Control of Introduced species**. Boulder Westview Press, p. 151-162. 1994.

GALITZKI, E.L. **Utilização de recursos florais de *Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano (Eriocaulaceae) por formigas na praia da Joaquina, Florianópolis, SC**. 2015. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, 2015.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Ed. da Univ. Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 654 p.

GOOGLE EARTH. Software livre. Versão 7.3.0. Brasil: Google, 2015. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

GÖTSCH, E. **Homem e natureza: cultura na agricultura**. Recife: Centro de Desenvolvimento Agroecológico, 1995.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Harvard University Press, 1990.

HOWARD, J. J. Leafcutting ant diet selection: the role of nutrients, water and secondary chemistry. **Ecology**, Washington, v. 68, n.3, 1987.

JORGE, V.C. et al. Interações mutualísticas entre formigas e plantas no pantanal. **Biodiversidade**, v. 12, n. 1, 2013.

LOUZADA, J.N.C.; SANCHES N.M.; SCHLINDWEIN, M.N. Bioindicadores de qualidade ambiental e de impactos ambientais de atividade agropecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.202, p. 72-77, 2000.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, 2009.

JUNQUEIRA, A.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; CANUTO, J.C.; NOBRE, H.G.; SOUZA, T.D.J.M. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 102-115, 2013.

MAJER, J.D.; ORABI, G.; BISEVAC, L. Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. **Myrmecological News**, v. 10, p. 69-76, 2007.

MAPAS SOS MATA TLÂNTICA. Atlas interativo de remanescentes florestais. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

MAY, P. H.; TROVATTO, C.M.M.; DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; VIVAN, J.L. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008. 196 p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo, Editora UNESP. NEAD, 2010.

MELO, F.V.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.; LUIZÃO, F.J.; DE MORAIS, J.W.; ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, p. 39, 2009.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; PEREIRA D. L. M. Restauração Ecológica com Sistemas agroflorestais. **Centro Internacional de pesquisa agroflorestal - ICRAF**: Brasília, 2016.

MIRANDA, T.A.; SANTANNA, A. S.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Aspectos estruturais do ambiente e seus efeitos nas assembleias de formigas em ambientes de floresta e bosque. **Cadernos UniFOA**, v. 8, n. 21, p. 63-72, 2013.

MONTE, A.L.Z. **Sintropia em agroecossistemas: subsídios para uma análise bioeconômica**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

NOBRE, H.G. **Sistemas Agroflorestais e a construção do conhecimento agroecológico em assentamentos rurais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2011.

OLIVEIRA, D. A. M. **A mirmecofauna como bioindicador em agroecossistema:** estudo de caso em áreas de restauração florestal no Vale do Ribeira, Sete Barras, SP. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2013.

OLIVEIRA, D. M.; FRANCO, F.S.; SCHLINDWEIN, M.N.; LEITE, E.C.; BRANCO, C.S. MIRMECOFAUNA EM AGROECOSSISTEMAS E SUA FUNÇÃO NA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA. **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, 2015.

OLIVEIRA, G. S. T. **O Papel do monitoramento participativo na construção do conhecimento sobre sistemas agroflorestais:** estudo de caso de uma experiência com agricultores familiares no Vale do Ribeira. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

PENEIREIRO, F.M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural:** um estudo de caso. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1999.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional.** II Simpósio sobre agrofloresta sucessionais. Embrapa/Petrobrás. Sergipe, 2003.

PENEIREIRO, F.M. **Educação na contemporaneidade:** nutrindo-se com a experiência da Escola da Floresta, Acre–Brasil. 2013. 592 f. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PINHO, R. Z. **Movimento mutirão agroflorestal:** trajetória do grupo, o processo de formação em agrofloresta, suas contribuições e impactos. Dissertação mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. 2008.

PRIMAVESI, A. Agroecologia e manejo do solo. **Agriculturas**, v. 5, n. 3, 2008.

QUEIROZ, J.M.; ALMEIDA, F.S.; PEREIRA, M. P. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2006.

RAMOS, L. S.; ZANETTI, R.; MARINHO C. G. S.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, p. 139-146, n. 1, 2004.

RÉ, T.M. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. 2007. 244 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2007.

RIBAS, C. R.; RIBAS, C.R.; SANTOS, I.A.; SCHOEREDER, J.H. MESA redonda formigas podem ser utilizadas como bioindicadoras de recuperação após impactos ambientais? **Biológico**, 69, n. suplemento 2, p. 57-60, 2007.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores de qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v.12, n. 2, p. 55-73, 1999.

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2000.

SILVESTRE, R; DA SILVA, R. R. **Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio-SP: sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais**. **Biotemas**, v. 14, n. 1, p. 37-69, 2001.

SOUZA, T.J.M. CANUTO, J.C.; NOBRE, H.G.; SCHLINDWEIN, N.M.; JUNQUEIRA, A.; JAROUCHE, N.A. A utilização de ferramentas participativas na construção do conhecimento agroecológico nos assentamentos Pirituba e Sepé Tiarajú, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 2014.

SPOLIDORO, M.V. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*)**. 2009. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2009.

STEENBOCK, W.; SILVA, L.C.; SILVA, R.O.; RODRIGUES, A.S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. **Agroecologia, Ecologia e Sociedade**. Curitiba: Cooperafloresta e Kairós Edições, 2013.

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.

TOMAS, F.L. **A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivo de tomate no município de Apiaí.** Dissertação de mestrado em recursos florestais. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba, 2010.

VAZ, P. **Viagem por Minas Gerais com Ernst Götsch.** Disponível em: <http://tctp.cpatu.embrapa.br/bibliografia/7_viagem_por_mg_com_ernst_gotsch.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

WILSON, J. B. Guilds, functional types and ecological groups. **Oikos**, p. 507-522, 1999.