



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

**A MIRMECOFAUNA COMO BIOINDICADOR EM AGROECOSSISTEMA:
ESTUDO DE CASO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO VALE
DO RIBEIRA, SETE BARRAS, SP.**

DANIEL AZEVEDO MENDES DE OLIVEIRA

Araras

2013



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

**A MIRMECOFAUNA COMO BIOINDICADOR EM AGROECOSSISTEMA:
ESTUDO DE CASO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO NO VALE DO
RIBEIRA, SETE BARRAS, SP.**

DANIEL AZEVEDO MENDES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. Dr. FERNANDO SILVEIRA FRANCO
CO-ORIENTADOR: PROF. Dr. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

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

2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

O48mb

Oliveira, Daniel Azevedo Mendes de.

A mirmecofauna como bioindicador em agroecossistema :
estudo de caso em áreas de restauração no Vale do Ribeira,
Sete Barras, SP / Daniel Azevedo Mendes de Oliveira. --
São Carlos : UFSCar, 2013.

40 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2013.

1. Sistemas agroflorestais. 2. Diversidade biológica. 3.
Restauração florestal. 4. Agroecologia. I. Título.

CDD: 634.92 (20ª)

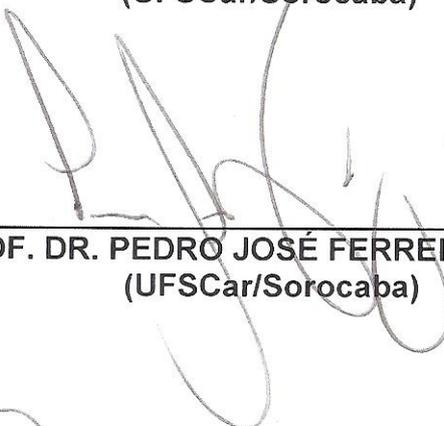
DANIEL AZEVEDO MENDES DE OLIVEIRA

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, **EM 04 DE DEZEMBRO 2013.**

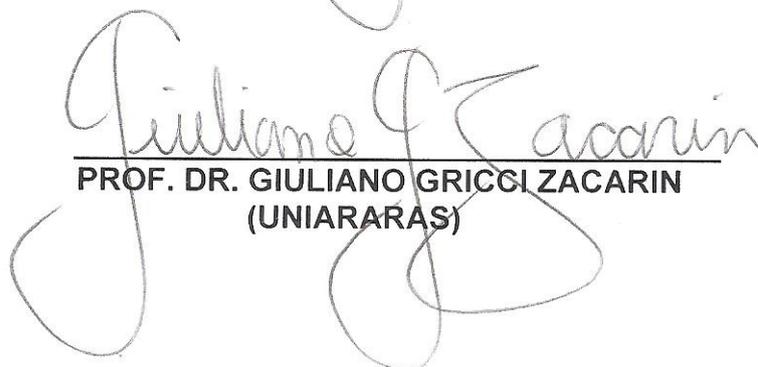
BANCA EXAMINADORA:



PROF. DR. FERNANDO SILVEIRA FRANCO
ORIENTADOR
(UFSCar/Sorocaba)



PROF. DR. PEDRO JOSÉ FERREIRA FILHO
(UFSCar/Sorocaba)



PROF. DR. GIULIANO GRICCI ZACARIN
(UNIARARAS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Fernando Silveira Franco e Marcelo Nivert Schlindwein por toda a orientação e amizade nestes últimos 5 anos;

Aos meus pais por todo o apoio nestes momentos de dificuldade;

À Bianca pela sempre compreensão das minhas ausências e viagens;

À Capes por fornecer minha bolsa de mestrado (antes tarde do que nunca);

Ao projeto Recuperação Experimental de Áreas Degradadas de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e FOD paludosa (caxetal) no Vale do Ribeira/SP, nas pessoas da Professora Eliana Cardoso Leite e da Ana Carolina Devides Castelo, por toda a ajuda operacional;

Ao amigo Cícero Santos Branco pela ajuda nas coletas;

Ao professor Jacques Delabie pelo auxílio na identificação das formigas;

Ao professor Augusto João Piratelli por emprestar sua lupa sempre que necessário;

Aos professores Giuliano Grici Zacarin, Pedro José Ferreira Filho, Rodolfo Antônio Figueiredo e demais membros da banca pelas valiosas sugestões que foram e serão fornecidas para este trabalho;

À Professora Renata Evangelista de Oliveira, por todo o apoio agroflorestal nestes últimos dois anos;

Às secretárias Cris e Sirlene por toda a ajuda burocrática nos momentos de dificuldade, e à Claudia por furar a greve dos funcionários para oficializar minha bolsa de estudos.

Aos Amigos de República Sólidos de Revolução em Araras: Tanaka, Delphito, Sato, Mr. Eike e Senhor Intemperismo por todos os momentos descontraídos e pelas discussões filosóficas;

E nunca esquecendo os antigos companheiros da Rep. Full House de Sorocaba: Feijão, Coelho, Zé Carlos, Coala, Pão de Queijo, Coxinha, Tacho,

Jackson, Psy, Latifah, Carrossel, Moqueca, Mustafa e muitos outros pelos grandes momentos Full house e América Latina;

Aos companheiros de Araras: Cris, Fábio, Augusto, Danubia, Virgílio, Rafael, Thais, Marcelinho, Baiano, Ruben e tantos outros pelas incansáveis discussões Agroecológicas;

À professora Leonor Lopes Assad por ser sempre tão dedicada e atual;

Ao amigo Rodrigo por mostrar que não fui só eu que tomei o choque;

Ao grande amigo Nevasca pelas nossas grandes discussões sobre os rumos da pesquisa no CCA, e por sempre andar com a bola de basquete no carro;

À turma da direita de 2012: Paulinho, Fernando, Marina, Aline e Vanessa, por tornar suportáveis nossas matérias obrigatórias;

À professora Fátima por gentilmente doar a placa da primeira turma de Engenharia Florestal da UFSCar.

À amiga Adriana por sempre saber a localização dos Duendes desaparecidos e ao Professor Luiz Carlos Faria por nunca saber de nada, mas sem nunca perder o bom humor.

A todo o núcleo de Agroecologia Apete Capuã por ser sempre um porto seguro para todo o coletivo;

Aos grandes amigos Biólogos: Machado, Tio e Thiago, pelo companheirismo de sempre;

Ao grande seu Oscar pela excelente recepção e tratamento com todos os alunos, e ao Leôncio por mostrar um exemplo ruim para aprendermos a valorizar o seu Oscar;

Ao grande Professor Carlos Alberto Martinelli (*In memoriam*) por estar sempre olhando por todos nós quarenta.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DA LITERATURA	04
2.1 FORMIGAS EM AGROECOSSISTEMAS	04
2.2 FORMIGAS COMO BIOINDICADORES.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.2 METODOLOGIAS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	28
6.LITERATURA CITADA.....	29

ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. GÊNEROS DE FORMIGAS COLETADOS NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	19
Tabela 2. OBSERVAÇÃO CLIMÁTICA E ESPECIFICIDADES MENSAIS NAS COLETAS	20
Tabela 3. CLASSIFICAÇÃO DOS GÊNEROS DE FORMIGAS AMOSTRADOS EM GUILDAS	21
Tabela 4. FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIAS DOS GÊNEROS DE FORMIGAS E CLASSIFICAÇÃO DE CONSTÂNCIAS EM CONSTANTES (W), ACESSÓRIAS (Y) E ACIDENTIAS (X)	21

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. MAPA DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	13
Figura 2. Área de Sistema Agroflorestal.....	15
Figura 3. Área de Plantio convencional.....	15
Figura 4. Área de Condução da regeneração natural	16
Figura 5. Área de mata nativa.....	16
Figura 6. Armadilha “pittfall”	17

**A MIRMECOFAUNA COMO BIOINDICADOR EM AGROECOSSISTEMA:
ESTUDO DE CASO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO NO VALE DO
RIBEIRA, SETE BARRAS, SP.**

Autor: DANIEL AZEVEDO MENDES DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Fernando Silveira Franco

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein

RESUMO

A diversificação da propriedade agrícola e o uso de sistemas agroflorestais prestam diversos serviços ecossistêmicos para o ambiente, pela atração de inimigos naturais e redução de insetos herbívoros. Um grupo em especial de insetos em agroecossistemas são as formigas, que são organismos muito presentes em todos os agroecossistemas terrestres podendo ser tanto predadores quanto pragas em propriedades agrícolas. O objetivo do trabalho foi analisar a ocorrência de guildas de formigas em diferentes estratégias de restauração florestal em um agroecossistema. Para este fim, foram realizadas coletas mensais de formigas durante os meses de fevereiro a julho de 2013, em uma propriedade agrícola no município de Sete Barras no Vale do Ribeira, em diferentes padrões de ambientes florestais e agroflorestais. Foi observado que ocorre maior frequência de formigas predadoras em áreas de vegetação em estágio sucessional mais avançado e maior presença de formigas cortadeiras em áreas de estágio inicial de sucessão. Esta informação pode ser um indicador dos serviços ecossistêmicos prestados pela presença da biodiversidade dentro da propriedade agrícola, que pode ser observado pelos próprios agricultores sugerindo que formigas podem ser utilizadas como bioindicadores em uma transição de agroecossistema.

Palavras - chave: Biodiversidade, Agroecologia, Restauração florestal, sistemas agroflorestais.

ANT FAUNA AS BIOLOGICAL INDICATOR IN AGROECOSYSTEM: CASE STUDY IN AREAS OF FOREST RESTORATION IN RIBEIRA VALLEY, SETE BARRAS, SP.

Author: (DANIEL AZEVEDO MENDES DE OLIVEIRA)

Adviser: Prof. Dr. (FERNANDO SILVEIRA FRANCO)

Co-adviser: Prof. Dr. (MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN)

ABSTRACT

The diversification of farm and agroforestry systems brings many ecosystemical services to the environment, the attraction of natural enemies and the decrease of herbivorous insects. A particular group of insects in agroecosystems are the ants, organisms that occur in all land Agroecosystems as predators and as plagues. The aim of this experiment was to analyze the occurrence of different guilds of ants in different forest restoration strategies in agroecosystem. For this purpose were collected monthly from February to July of 2013 ants on a farm in the city of Sete Barras in the Ribeira Valley, in different patterns of forest environments and agroforestry. It was noted that the predatory ants occur more frequently in areas with advanced vegetation successional stage, and that the leaf cutting ants occur more frequently in environments of vegetation in early stages of succession. This information can be use as an indicator of ecosystemical services by the biodiversity inside the agricultural properties that can be noted by the farmers himself suggesting that ants can be used as biological indicators in Agroecosystems transitions.

Key words: Biodiversity, Agroecology, Forest restoration, Agroforestry.

1. INTRODUÇÃO

A Agroecologia é definida por Gliessmann (2001) como a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis; outra definição de Caporal e Costabeber (2004) menciona que a partir de um enfoque sistêmico a Agroecologia adota o agroecossistema como unidade de análise, tendo como propósito fornecer as bases científicas para apoiar o processo de transição do modelo convencional de agricultura para agricultura sustentável.

Surgindo o uso atual do termo pelo início dos anos 80, a Agroecologia emergiu como uma metodologia e estrutura básica conceitual distinta para o estudo dos agroecossistemas; uma influência muito importante nesse período veio dos sistemas tradicionais de cultivo de países da América Latina, que começaram a ser reconhecidos por muitos autores como importantes exemplos de manejo de agroecossistemas fundamentados ecologicamente (GLIESSMAN, 2001).

Sistemas agrícolas, diferentemente de sistemas naturais, são ambientes semidomesticados, que podem ser ambientes de mínimo impacto ou de máximo controle humano. Odum (1988) descreve algumas características de agroecossistemas, que são: inclusão de fontes auxiliares de energia, como combustível ou tração animal, para aumentar a produtividade de alguns organismos; plantas e animais que estão sofrendo mais seleção artificial do que natural; diversidade bastante reduzida se comparada a sistemas naturais; o controle do sistema é, na maioria das vezes, externo. Esse modelo caracterizado por Odum é baseado nos sistemas agrícolas encontrados nos EUA. Muitos sistemas agrícolas tropicais fogem desse conceito, como agroecossistemas nas Filipinas com mais de 600 espécies de plantas cultivadas e manejadas (ALTIERI, 1989).

Numa visão ecológica da Agroecologia, tem-se a noção de que os processos ecológicos encontrados nos ecossistemas, como ciclagem de nutrientes, interação predador/presa, competição, mutualismo e sucessão ecológica também ocorrem nos sistemas agrícolas (HECHT, 1989). A idéia

seria que por meio da compreensão desses fatores, o agroecossistema produziria melhor, com menos impactos socioambientais e menos insumos externos.

A transição de um agroecossistema, de uma monocultura para um sistema produtivo mais complexo, que inclui árvores, como um Sistema Agroflorestal, por exemplo, gera um aumento na diversidade de organismos do solo e uma redução na incidência e ataque de pragas nas plantas cultivadas (JUNQUEIRA et al., 2013). Além de sistemas agroflorestais, outras práticas como plantio consorciado e faixas de vegetação às margens das culturas, além da manutenção de uma reserva florestal na propriedade agrícola são formas de introdução de biodiversidade na paisagem agrícola, que contribuem de diversas formas na redução do problema com insetos herbívoros.

Altieri et al. (2003) mencionam diversas hipóteses para este fato: primeiramente a hipótese dos inimigos naturais, que diz que haverá uma maior abundância e diversidade de inimigos naturais de insetos pragas em agroecossistemas mais diversificados; outra hipótese é a da concentração de recursos, que explica que existe uma influência direta na concentração ou dispersão espacial de plantas hospedeiras, com a população de insetos herbívoros interferindo na sua capacidade de encontrar estas plantas; esta hipótese pode ser melhor explicada pela hipótese da “visibilidade” das plantas, que descreve que as defesas naturais das plantas cultivadas são reduzidas pela monocultura, deixando plantas cultivadas mais “visíveis” aos herbívoros do que suas plantas ancestrais, que escapavam de herbívoros temporalmente e espacialmente no ambiente.

Desta forma considera-se que a biodiversidade em agroecossistemas na forma de sistemas agroflorestais e reservas florestais prestam diversos serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados de forma benéfica para a transição agroecológica. Serviços ecossistêmicos são definidos como benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir de ecossistemas (ANDRADE; ROMERO, 2009), estes serviços são gerados a partir de funções ecossistêmicas, que podem ser agrupadas em quatro categorias: funções de regulação, funções de hábitat, funções de produção e

funções de informação (DE GROOT et al., 2002). Os fragmentos florestais e agroflorestais dentro da propriedade agrícola se enquadrariam em todas as funções: na função de regulação, por meio da regulação de recursos hídricos, da polinização e do controle biológico; na função de habitat por servir de refúgio e berçário para organismos benéficos ao agroecossistema; na função de produção pela produção de alimento, matéria orgânica e recursos genéticos; e na função de informação por poder servir como recreação e pesquisa científica (DE GROOT et al., 2002). Em trabalho de Tomas (2010) foi verificado que ocorre uma incidência menor de insetos praga do tomate em cultivos próximos a fragmentos florestais se comparados a cultivos distantes de fragmentos florestais no município de Apiaí, concluindo com isso que a biodiversidade pode ser considerada um insumo, que se manejado corretamente pode reduzir os custos de produção da agricultura, demonstrando assim os serviços ecossistêmicos prestados pelos fragmentos de vegetação e da biodiversidade florestal dentro da propriedade agrícola.

Espera-se que o aumento da diversidade seja benéfico para o agroecossistema pelos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas agroflorestais e florestais em diversos aspectos, mas principalmente com relação à redução de problemas com insetos herbívoros que podem se tornar pragas.

Assim, em processo de transição de um sistema agrícola convencional para um sistema mais sustentável, é de extrema importância o monitoramento do agroecossistema, necessário para o controle da sustentabilidade nas suas diferentes fases. A finalidade do monitoramento da sustentabilidade do sistema implantado é a comprovação de que os objetivos propostos estão sendo atingidos, já que estes sistemas apresentam caráter dinâmico e complexo, com as condições ambientais mudando no tempo (OLIVEIRA, 2011).

O monitoramento do processo de transição de um sistema de uso da terra buscando sistemas mais sustentáveis é de vital importância para o sucesso; existem diversos métodos para a realização deste monitoramento, um deles é a diagnose ambiental por meio de bioindicadores (SCHLINDWEIN,

2009). Este método tem sido cada vez mais utilizado, principalmente pelo seu baixo custo (RIBAS et al., 2007).

Para tal fim, guildas de organismos, que são grupos de espécies que provém sua alimentação pelos mesmos tipos de recursos e utilizam as mesmas estratégias na ocupação de seus nichos (TERBORGH; ROBINSON, 1986) podem ser adotadas. Os invertebrados são organismos muito usados como bioindicadores, porque podem demonstrar os efeitos das mudanças no ambiente (SANTOS et al., 2007).

Um grupo de invertebrados em especial possui grande potencial de utilização em programas de monitoramento ambiental: o grupo das formigas. Devido a algumas de suas características ecológicas, as formigas constituem-se ótimos bioindicadores em potencial. Estas características são: elevada abundância e diversidade, dominância ecológica e amostragem e identificação relativamente fáceis e capacidade de resposta rápida às variações ambientais, sendo organismos que estão sempre presentes em todos os agroecossistemas tropicais (RIBAS et al., 2007), o que pode torná-las os indivíduos mais adequados para serem usados como bioindicadores em programas de monitoramento e diagnose ambiental. Também é citado que o uso de formigas como indicadores de qualidade ambiental e funcionamento do ecossistema deve-se à sua importância nas teias tróficas, pela facilidade com que são amostradas e identificadas, grande abundância e sensibilidade a distúrbios. Essas características permitem a obtenção de respostas rápidas e facilmente interpretáveis (LOBRY DE BRUYN 1999).

O objetivo deste trabalho foi analisar a ocorrência de guildas de formigas em diferentes estratégias de restauração florestal em um agroecossistema no município de Sete Barras, São Paulo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Formigas em Agroecossistemas

As formigas apresentam ampla distribuição, ocorrendo em praticamente todos os ambientes terrestres do planeta: existem no mundo 12.545 espécies

descritas (FERNANDEZ, 2009); das quais 2500 somente no Brasil (LEWINSOHN et al.,2005). Na floresta Amazônica estima-se que as formigas constituem um terço da biomassa de insetos e sua biomassa é quatro vezes maior que a de todos os vertebrados em conjunto (FITTKAU; KLINGE, 1973).

A importância destes organismos nos ecossistemas naturais é muito grande, tanto por suas atuações em diversos processos ecológicos quanto por suas relações que afetam mais diretamente ao homem (QUEIROZ et al., 2006). Com relação aos hábitos alimentares, as formigas se alimentam predominantemente de proteína animal (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), desenvolvendo também a dieta generalista, consumindo principalmente artrópodes vivos ou mortos e dieta líquida fornecida por outros insetos e plantas (CARROLL; JANZEN, 1973), constituindo-se evolutivamente do primeiro grupo de insetos sociais predadores que vivem e forrageiam no solo e na serapilheira, (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), sendo importantes controladores das populações de artrópodes de solo e herbívoros (FLOREN et al., 2002). Entretanto existe uma exceção que é a tribo Attini da subfamília Myrmicinae, composta de organismos com dieta fungívora, coletando grande quantidade de material vegetal para servir como substrato para o fungo simbiote, conhecidas popularmente como formigas cortadeiras (SCHULTZ; MEIER, 1995). As formigas cortadeiras, que são consideradas pragas agrícolas, são as saúvas (*Atta* sp) e as quenquéns (*Acromyrmex* sp), que cortam folhas de diversas espécies de plantas para servir de substrato para o fungo simbiote (DELLA-LUCIA, 2011), e ainda são organismos típicos de clareira, sendo beneficiados pelos impactos das monoculturas que são realizadas em grandes áreas abertas (RAMOS et al., 2004). Devido a isso é que ainda é considerado popularmente que formigas desfolham plantas, apesar de uma minoria das formigas apresentarem este comportamento. Assim apesar de o grupo das formigas se constituírem de um dos grupos mais conhecidos entre os invertebrados (LEWINSOHN et al., 2005) ainda a função destes organismos no agroecossistemas permanece pouco estudada (PHILPOTT; ARMBRECHT, 2006) contribuindo para que elas sejam vistas como

organismos indesejados e poucos estudos sejam referentes a seus serviços ambientais prestados (QUEIROZ et al., 2006).

Mesmo aceitando o fato de que formigas cortadeiras constituem-se pragas agrícolas, ainda existem serviços ecossistêmicos prestados por estes organismos. Nos ecossistemas tropicais a atividade microbiana é responsável pela maior parte da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes, porém a atividade destes organismos necessita de água; nos ecossistemas semiáridos e nos que apresentam longa estação seca a atividade dos microrganismos é muito limitada, e a atividade dos macroinvertebrados como cupins e formigas torna-se de suma importância para a manutenção do bioprocessamento da matéria orgânica e a disponibilização de nutrientes (LOBRY DE BRUYN; CONACHER, 1990). Mais especificamente as formigas, componentes da macrofauna do solo (2-20 mm) são organismos de extrema importância para o biofuncionamento do solo, mas pouco estudados pela pedologia; quando estudados os organismos do solo muitas vezes as formigas são ignoradas em favor de outros organismos como cupins e minhocas (LOBRY DE BRUYN, 1999). Mas para a compreensão do funcionamento dos solos tropicais é extremamente necessário o estudo destes organismos, que participam ativamente nos processos de reciclagem da matéria orgânica e seu comportamento de nidificação no solo acaba afetando as propriedades físico-químicas, a biota e a fertilidade dos solos tropicais (MOUTINHO et al., 2003).

Estes mesmos autores estudaram a importância dos ninhos da saúva *Atta sexdens* Forel sobre o solo e a regeneração de plantas na floresta amazônica. Neste estudo foi constatado que os efeitos dos ninhos no solo alcançam profundidades de até 3 m, com impactos positivos sobre a porosidade e disponibilidade de nutrientes, acompanhados de maior biomassa de raízes.

Os ninhos de saúvas são considerados um dos maiores sistemas subterrâneos biológicos que existem, nos quais várias toneladas de solo são revolvidas anualmente, causando a inversão dos horizontes e a mineralização da matéria orgânica acumulada nas câmaras do fungo simbiote ou do lixo da colônia (MOREIRA et al., 2011).

Entre os diversos efeitos promovidos pela colônia de cortadeiras no solo destacam-se a modificação da estrutura e penetrabilidade do solo (MOUTINHO et al., 2003) e a disponibilidade de nutrientes nas câmaras de lixo e fungos das colônias (STERNBERG et al., 2007). Em algumas colônias de saúvas o teor de macronutrientes pode alcançar valores de 1,3 a 300 vezes maior que em solos sem a influência dos ninhos (SOUSA - SOUTO et al., 2011). Para florestas tropicais, trabalhos de Moutinho et al. (2003) estudaram a contribuição das saúvas para a recuperação de florestas secundárias, e observaram efeitos na estrutura físicas do solo com a ação de colônias de saúvas deixando-o dez vezes mais poroso, e conseqüentemente estimulando o crescimento de raízes finas (até 2 mm de diâmetro) e raízes grossas, em profundidades de mais de 3 metros, garantindo um maior sucesso do estabelecimento da vegetação.

As formigas cortadeiras estão entre as formigas de maior relevância na manutenção da fertilidade do solo, porém é o grupo que causa mais prejuízos à agricultura; esta dualidade deve ser melhor estudada para a total compreensão da ação destes organismos no solo (Observação pessoal).

Por outro lado, a maioria das formigas que consomem proteína animal é menos estudada pela literatura mais recente. O conhecimento do potencial que formigas tem no controle biológico de insetos não é uma técnica recente: desde o séc. III a.C., formigas predadoras eram utilizadas pelos chineses para controlar pragas em plantas cítricas. Na Arábia Medieval os agricultores transportavam colônias de formigas predadoras para o controle de formigas fitófagas em palmáceas (CARVALHO, 2006). A relação entre formigas e citros é relatada desde 1726, quando moradores do sul da China criavam formigas para vender a citricultores, as quais eram utilizadas para proteger as plantas de insetos fitófagos; no pomar os citricultores ligavam as plantas com varas de bambu, para que as formigas passassem de uma para outra laranjeira (ROSSETTI, 1999).

Mesmo pesquisas mais voltadas para a agricultura convencional reconhecem a importância de formigas predadoras como controladoras de pragas agrícolas.

Como descrito em Pinto et al. (2009) várias espécies de predadores são encontradas em canaviais, especialmente em cana-soca. Entretanto, pode-se destacar as formigas predadoras como o grupo mais importante de inimigos naturais de diversas pragas de cana-de-açúcar, especialmente da broca-da-cana. As principais espécies de formigas predadoras que se instalam em canaviais são *Pheidole* spp., *Solenopsis* spp., *Wasmania* spp., *Paratrechina* ssp., *Odontomachus* spp., *Labidus* spp. e *Dorymyrmex* spp.

A cigarrinha das pastagens *Deois flavopicta* Stal (Hemiptera: Cercopidae) é a principal praga de pastagens no Brasil central, devido principalmente à sua ampla distribuição e frequentes picos populacionais (VALÉRIO; KOLLER, 1992). Estudos mostram que vários inimigos naturais causam mortalidade de ovos e ninfas da cigarrinha reduzindo sua população (SUJII et al., 2002), entre eles formigas predadoras (HEWITT; NILAKHE, 1986).

Em pastos as formigas predadoras são os predadores mais abundantes com potencial para ser agentes de controle biológico da cigarrinha das pastagens. Formigas dos gêneros *Pachycondyla*, *Camponotus*, *Ectatoma*, *Pheidole*, *Labidus* e *Mycocepurus* já foram observados predando ninfas de cigarrinha, com destaque para a espécie *Pachycondyla obscuricornis* Emery que é a mais frequente a apresentar este comportamento (SUJII et al., 2002).

Sujii et al. (2004) citam a espécie *P. obscuricornis* como um predador voraz representando grande potencial como controlador de populações de cigarrinhas das pastagens, esta praga podendo representar até 93,8 % da dieta da formiga em questão. O gênero *Pachycondyla* é composto de formigas com ninhos subterrâneos, instalados em madeira podre, no solo ou em árvores, sendo algumas espécies obrigatoriamente associada a epífitas (*Pachycondyla goeldii* Forel). São predadores frequentemente generalistas, mas algumas espécies são especializadas na predação de cupins (DELABIE, 2001).

Diversas formigas predadoras podem ser inimigos naturais de formigas cortadeiras; Primavesi (1990) cita que as saúvas ocupam mais eficientemente locais onde as formigas predadoras desapareceram; apesar do reducionismo desta afirmação, efetivamente muitas espécies de formigas predadoras são inimigos naturais de insetos considerados pragas, como saúvas e cupins.

As fases mais críticas na formação de saúveiros são quando as fêmeas virgens aparecem na superfície do ninho materno para iniciarem a revoada, e quando as fêmeas recém-fecundadas caem no solo e iniciam a busca pelo local de estabelecimento do ninho (ANJOS et al., 1998; AUTUORI, 1950). Nestas fases elas são presas fáceis de aves, sapos, lagartos e principalmente outros artrópodes, como, por exemplo, formigas predadoras.

As formigas de correição (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) são grupos de formigas predadoras basicamente especializadas em preda outras espécies de formigas (POWELL; BAKER, 2008). A espécie *Eciton hamatum* na Costa Rica ataca preferencialmente formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* Mayr (POWELL; FRANKS, 2006).

As formigas do gênero *Nomamyrmex* Borgmeier, também são conhecidas predadoras de saúvas: a espécie *N. esenbeckii* Westwood é considerada uma das únicas espécies que se alimenta predominantemente de formigas cortadeiras (POWELL; CLARK, 2004); *N. esenbeckii* não ataca somente jovens colônias, mas também colônias maduras com grandes soldados, capturando até milhares de larvas (POWELL; CLARK, 2004). Ainda segundo estes autores esta interação predador-presa foi registrada desde o México até o Brasil, sugerindo que a extensão geográfica desta espécie está sobreposta com a de *Atta*. A espécie de formiga de correição *N. hartiggi* Westwood é considerada uma espécie altamente especializada na predação de cupins, com poucos estudos sobre esta espécie devido a seus hábitos subterrâneos (RETTENMEYER, 1963).

Espécies do gênero *Solenopsis* são predadores muito eficientes que costumam invadir colônias pequenas de saúvas para roubar ovos, larvas e pupas, o que pode implicar em alguns casos na morte da colônia, entretanto estas espécies podem atuar como protetores de outras pragas como pulgões e cochonilhas (MARICONI, 1970).

Discorrendo agora sobre as principais culturas agrícolas da região de Sete Barras e do Vale do Ribeira, tem-se a cultura da banana, do palmito pupunha e de pastagens para bubalinos. Exemplificando como o controle biológico natural realizado pelas formigas pode ser útil, cita-se as principais

pragas destas culturas: a banana tem como principal inseto praga o moleque da bananeira da espécie *Cosmopolites sordidus* German (PRESTES et al, 2006); o principal inseto praga de pastagens é a cigarrinha das pastagens *D. flavopicta* (VALÉRIO; KOLLER, 1992) e o palmito pupunha basicamente não apresenta nenhum inseto praga, mas os poucos relatos de insetos atacando a pupunha foram de coleópteros dos gêneros *Rhyncophorus* e *Strategus* (FONSECA et al, 2002).

Destes insetos praga citados para as culturas da região, observa-se que para a cigarrinha das pastagens no Brasil, trabalhos de Sujii et al (2002) listam entre os principais inimigos naturais da cigarrinha as formigas predadoras dos gêneros *Ectatomma*, *Labidus* e *Pachycondyla*, com destaque especial para a espécie *Pachycondyla obscuricornis* Emery, predador extremamente voraz que pode ter na sua dieta mais de 90% de ovos e ninfas desta praga. Em trabalhos na Colômbia, Medina et al. (1993) mencionaram que grupos de espécies dos gêneros *Solenopsis* e *Wasmannia* são grandes predadores de ovos e ninfas de cigarrinhas.

Com relação ao moleque da bananeira (*C. sordidus*) foi constatado que formigas predadoras, principalmente do gênero *Pachycondyla*, são predadores desta praga da bananeira, auxiliando no controle das populações (PRESTES et al, 2006).

E com relação às incipientes pragas da pupunheira, é possível que formigas predadoras generalistas possam atuar como inimigos naturais destes insetos também (Observação pessoal).

2.2. Formigas como bioindicadores

A partir de todas estas funções ecossistêmicas que são exercidas pelas formigas, observa-se que estes organismos são muito presentes em qualquer agroecossistema sendo, assim, de grande potencial para o uso como bioindicadores.

Bioindicadores são organismos vivos ou processos biológicos que podem avaliar perturbações associadas ao homem de acordo com respostas

obtidas em ecossistemas que tenham sofrido alguma ação antrópica (LOUZADA et al., 2000)

O uso de formigas como bioindicadores é uma prática conhecida na ciência moderna; trabalhos foram realizados com este propósito desde o início dos anos 1980, com trabalhos de Majer (1983), e as formigas tem sido usadas como bioindicadores de diversas modificações ambientais, como fogo, desmatamento, urbanização, práticas agrícolas e reabilitação de áreas de mineração (PHILLPOT et al., 2010).

As formigas podem ser utilizadas como bioindicadores eficazes principalmente devido à sua grande abundância, diversidade, importância ecológica em todos os níveis tróficos, facilidade com que são capturadas e sensibilidade a alterações do ambiente (MAJER, 1983; RIBAS et al, 2007); também é relevante o fato de normalmente formarem ninhos fixos, sendo importantes organismos na formação do solo, possuindo ainda mudanças correlacionadas com os padrões de sucessão vegetal, o que torna evidente sua importância nos estudos de um habitat em fase de restauração (FOWLER, 1998).

Para o melhor entendimento das funções ecossistêmicas das formigas elas podem ser divididas em guildas. Este termo faz uma analogia a corporações medievais de ofícios, que reuniam indivíduos com as mesmas habilidades (SILVESTRE; SILVA, 2001). Dentro dos estudos de formigas como bioindicadores destacam-se os estudos com guildas, que podem ser definidas como um grupo de organismos dentro de uma comunidade que utiliza recursos iguais por terem nichos alimentares semelhantes (LOUZADA; SCHLINDWEIN, 1997). Na Austrália foram realizadas as pesquisas com grupos funcionais de formigas por Andersen (1991), no Brasil Delabie et al. (2000) e Silvestre e Silva (2001) propuseram a classificação em guildas de formigas, sendo os termos grupos funcionais e guildas consideradas sinônimos (SPOLIDORO, 2009). Assim, grupos funcionais ou guildas têm funcionado de forma bem sucedida em estudos para a comparação de diferentes ambientes, sendo utilizados com sucesso no monitoramento de diferentes formas de uso do solo por Bestelmeyr e Wiens (1996).

A biodiversidade de formigas tem sido estudada com o objetivo de compreender as perturbações ocasionadas pelas constantes simplificações dos ecossistemas naturais, como é o caso da monocultura de eucalipto (MAJER, 1996); pois além de responderem ao estresse do meio, as formigas apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies, são facilmente amostradas e relativamente mais fáceis de serem identificadas do que outros organismos (ALONSO; AGOSTI 2000). Estudos nesse sentido foram conduzidos na Austrália, em reabilitação de minas (MAJER; NICHOLS 1998) e em áreas cultivadas (LOBRY DE BRUYN 1999) e na avaliação de diferentes estágios de distúrbio em florestas tropicais úmidas (KING *et al.* 1998). No Brasil, a mirmecofauna foi utilizada como bioindicadora em estudos de reabilitação de minas de bauxita (MAJER, 1996), determinação de efeitos da fragmentação florestal na Amazônia (CARVALHO; VASCONCELOS, 1999), além de impactos de práticas silviculturais em reflorestamento de eucalipto (RAMOS *et al.*, 2003B).

Todos os trabalhos acima são de grande importância científica, entretanto seria importante também um trabalho que possa ser usado diretamente por agricultores para a comprovação dos objetivos propostos na transição agroecológica e no monitoramento do desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais através do uso das formigas. Trabalhos como o de Junqueira *et al.* (2003), no qual foram observadas experiências de agricultores na redução do ataque de pragas em plantas cultivadas em Sistemas Agroflorestais, em comparação com as mesmas plantas cultivadas em monocultura, mencionam que a introdução de diversidade no agroecossistema proporcionado pelo sistema agroflorestal, atraiu diversidade de organismos, contribuindo para o equilíbrio do ambiente. Em trabalho de Oliveira (2011), por meio de entrevistas com agricultores e coletas de formigas em campo constatou que as formigas cortadeiras são um problema considerável apenas no início da implantação dos sistemas agroflorestais, que com o tempo o sistema tende ao equilíbrio reduzindo o ataque das saúvas e aumentando a presença de formigas predadoras. Assim contempla-se a idéia de a Agroecologia ser uma ciência

interdisciplinar que também integra o conhecimento tradicional dos agricultores, validado por meio de metodologias científicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda São José (latitude: 24° 20' 30" S; longitude: 47° 51' 6" W), localizada no município de Sete Barras/SP (Figura 1.), em região de Floresta Ombrófila Densa e ecossistemas associados, e no perímetro da APA (Área de proteção ambiental) da Serra do Mar. Este projeto é um subprojeto do projeto Recuperação Experimental de Áreas degradadas de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila densa paludosa no vale do ribeira/SP.

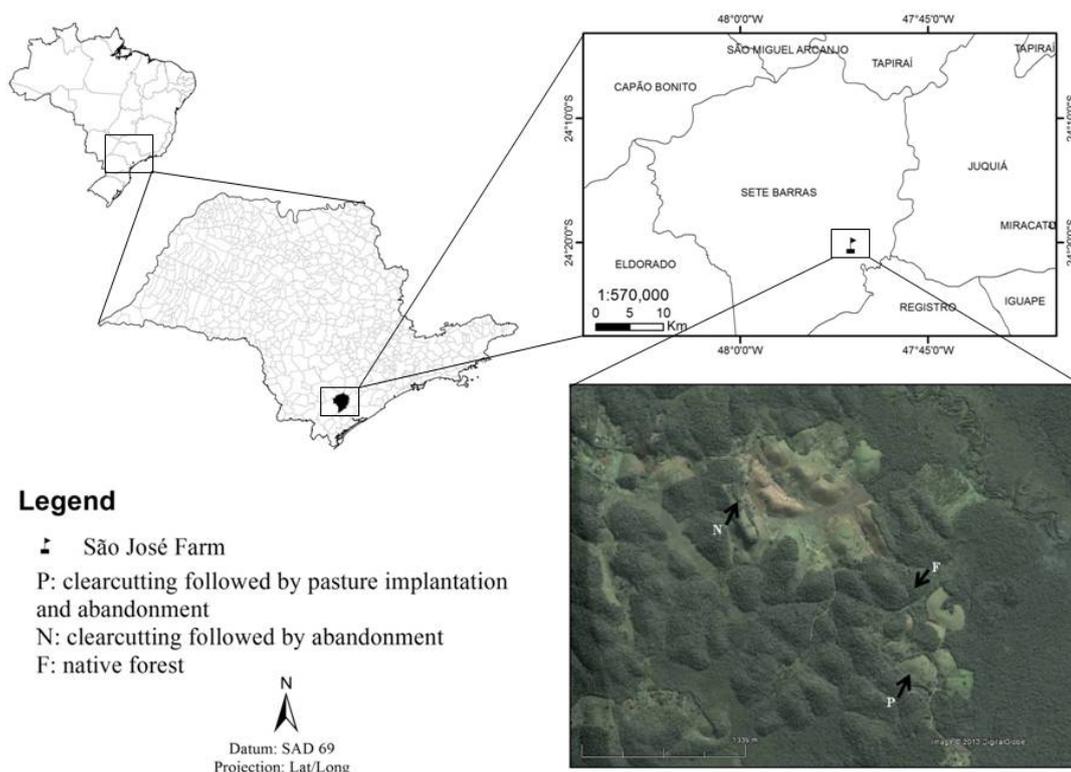


Figura 1. Mapa da área experimental.

Nesta fazenda estão sendo testadas propostas experimentais de restauração florestal; todas as propostas de recomposição seguem as

legislações do Estado de São Paulo, como a Resolução SMA/SP 008/2008, que prevê a possibilidade de utilização de espécies de uso econômico em projetos de recuperação de áreas degradadas, num período de até 3 anos. A Resolução SMA/SP 044/2008 prevê utilização de Sistemas Agroflorestais para a restauração florestal, inclusive em áreas de APP (Área de preservação permanente) para agricultores familiares.

As áreas selecionadas para os procedimentos experimentais foram quatro: área de sistema agroflorestal (SAF) figura 2., composto de diversas espécies arbóreas nativas associadas a espécies para geração de renda típicas da região, como banana (*Musa paradisiaca*) e palmito juçara (*Euterpe edulis*) e espécies de adubação verde, como a crotalaria (*Crotalaria spectabilis*); área de plantio convencional de arbóreas nativas (PC) figura 3. em uma área com histórico de uso como pastagem; área de condução da regeneração natural (RN) figura 4., com espécies arbóreas, arbustivas e gramíneas espontâneas; e um fragmento florestal (MN) figura 5. da propriedade de floresta ombrófila densa. Este último será considerado como área com vegetação em estágio sucessional avançado, e o plantio convencional de mudas será considerado como a vegetação em estágio inicial de sucessão, pois são de implantação recente, ainda apresentando aparência mais próxima de pastagem do que de floresta; as áreas de sistema agroflorestal e condução da regeneração natural serão consideradas áreas em estágio médio de sucessão, caracterização descrita na resolução conjunta CONAMA e SMA nº 01, de 1994, que descreve os estágios de regeneração florestal para a mata atlântica.



Figura 2. Área de sistema agroflorestal



Figura 3. Área de Plantio convencional



Figura 4. Área de condução da regeneração natural



Figura 5. Área de mata nativa

3.2. Metodologias

Nas quatro áreas experimentais foram realizadas coletas mensais de formigas epigéicas, desde o mês de fevereiro até julho, passando pelas estações de verão e inverno, em cada coleta foi realizado um diário de campo com especificidades climáticas do dia de coleta, e com as atividades de manejo realizadas na área.

Para a coleta foram utilizadas armadilhas de fosso do tipo 'pittfall'(figura 6.), que consistem de recipientes de alumínio de 350 ml de volume, dispostos de 2 em 2 metros, em um transecto de 25 metros, os quais foram preenchidos com água e detergente neutro e deixados em campo por 72 horas; também foram utilizadas iscas atrativas para formigas, compostas por salsicha estragada, que por conter carne e grande quantidade de óleo de soja funciona como atrativo para tanto predadores como não predadores, dispostas a cada 2 metros e deixadas em campo por 50 minutos e também foi realizada a busca ativa por formigas. Estas metodologias foram semelhantes às utilizadas por Schlindwein (1996).



Figura 6. Armadilha "pittfall"

Após as coletas, os espécimes foram armazenados em frasco contendo álcool 70% e identificados até o nível de gênero por meio das chaves de identificação consultadas de LOUREIRO e BRAZ de QUEIROZ (1990).

Para cada área foi calculada a frequência de cada espécie, dividindo-se o número de amostras em que a espécie foi encontrada pelo número total de amostras coletadas na área. Para a melhor análise dos dados das frequências foi feita a classificação da constância, na qual as espécies foram separadas em categorias (Macedo, 2004):

Espécies Constantes (w): Presentes em mais de 50% das coletas.

Espécies acessórias (y): Presentes em 20-50% das coletas.

Espécies Acidentais (x): Presentes em menos de 20% das coletas.

Também foi realizado neste trabalho o estudo de guildas de formigas, que são grupos de espécies que proveem sua alimentação pelos mesmos tipos de recursos e utilizam as mesmas estratégias na ocupação de seus nichos (TERBORGH; ROBINSON, 1986). As divisões de guildas de formigas de solo foram modificadas de Delabie et al.(2000), e são:

- 1) Dominantes de solo: espécies que forrageiam no solo ou na vegetação. São subdivididas em grandes predadoras generalistas e onívoras verdadeiras;
- 2) Cultivadoras de fungos: espécies que se alimentam do fungo simbiote, são formigas da tribo Attini, subfamília Myrmicinae;
- 3) Formigas legionárias: formigas de correição, podendo ser predadores generalistas ou especialistas;
- 4) Predadoras: podem ser generalistas, se alimentando de vários tipos de presas ou especialistas, se alimentando de um conjunto restrito de presas;
- 5) Formigas onívoras: utilizam várias fontes de alimentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi coletado um total de onze gêneros de formigas divididos em subfamílias: Ecitoninae (gêneros *Eciton* e *Labidus*); Formicinae (gênero *Camponotus*); Myrmicinae (gêneros *Acromyrmex*, *Cyphomyrmex*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Solenopsis*); Ponerini (gêneros *Ectatomma*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*), como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Gêneros de formigas coletados nas áreas experimentais.

Subfamílias	Tribos	Gêneros	Meses de coleta
Ecitoninae	Ecitonini	<i>Eciton</i>	<i>Abril</i>
		<i>Labidus</i>	<i>Junho, Julho</i>
Formicinae	Camponotini	<i>Camponotus</i>	<i>Fevereiro, março</i>
Myrmicinae	Attini	<i>Acromyrmex</i>	<i>Fevereiro, Maio, Junho</i>
		<i>Cyphomyrmex</i>	<i>Abril, maio, junho, julho</i>
	Myrmicini	<i>Pheidole</i>	<i>Fevereiro, março, abril, maio, junho, julho</i>
	Ochetomyrmicini	<i>Wasmannia</i>	<i>Abril, junho, julho</i>
	Solenopsidini	<i>Solenopsis</i>	<i>Fevereiro, março, abril, maio, junho, julho</i>
Ponerinae	Ectatommini	<i>Ectatomma</i>	<i>Março, abril, maio</i>
	Ponerini	<i>Odontomachus</i>	<i>Março, abril, maio, junho, julho</i>
		<i>Pachycondyla</i>	<i>Fevereiro, março, abril, maio, julho</i>

Sempre nas coletas mensais era realizado um diário de campo com algumas especificidades climáticas do exato dia e semana da coleta, observadas em campo, e também qualquer operação de manejo realizada nas áreas como mostrado na tabela 2.

Tabela 2. Observação climática e especificidades mensais nas coletas

Meses de coleta	Condição climática	Especificidades de manejo	Observações gerais
Fevereiro	Dia ensolarado, porém semana chuvosa		Formação de trilha de <i>Acromyrmex</i> na área RN
Março	Semana chuvosa, dia de coleta nublado	Capim muito alto no PC	
Abril	Semana chuvosa, dia de coleta nublado	Crotalárias muito altas no SAF/ capim muito alto no PC	Formação de correição de <i>Eciton</i> na área RN
Maiο	Semana chuvosa, dia de coleta nublado	Crotalárias extremamente altas no SAF/capim muito alto no PC	Formação de trilha de <i>Acromyrmex</i> no PC
Junho	Dia chuvoso	Crotalárias frutificando no SAF/ capim muito alto no PC	Formação de correição de <i>Labidus</i> no PC
Julho	Leve garoa	Uso da roçada em todas as áreas	

Os gêneros de formigas encontradas nas áreas experimentais foram divididos nas seguintes guildas: Dominantes de solo, Cultivadoras de fungos,

Legionárias e Predadoras (Tabela 3), apresentando quatro gêneros para as Dominantes de solo, três para as Predadoras, e dois gêneros para a guilda de Cultivadoras de fungos e Legionárias.

Tabela 3. Classificação dos gêneros de formigas amostrados em guildas

Dominantes de solo	Cultivadoras de fungos	Legionárias	Predadoras
<i>Pheidole</i>	<i>Acromyrmex</i>	<i>Eciton</i>	<i>Pachycondyla</i>
<i>Solenopsis</i>	<i>Cyphomyrmex</i>	<i>Labidus</i>	<i>Ectatomma</i>
<i>Wasmannia</i>			<i>Odontomachus</i>
<i>Camponotus</i>			

A partir das coletas foi possível calcular as frequências de ocorrências dos gêneros de formigas em cada uma das áreas: na área de Regeneração natural (F_m), no plantio convencional (F_{pc}), no fragmento de mata nativa (F_{mn}) e no Sistema Agroflorestal (F_{saf}), que são mostradas na tabela 4.

Tabela 4: Frequências de ocorrências dos gêneros de formigas e classificação das constâncias em constantes (w), acessórias (y) e acidentais (x).

Gêneros	F_{rn}	F_{pc}	F_{mn}	F_{saf}
<i>Acromyrmex</i>	0,16x	0,5y	0	0
<i>Cyphomyrmex</i>	0	0,16x	0	0,66w
<i>Solenopsis</i>	0,16x	0,5y	1,0w	0
<i>Pheidole</i>	0,5	0,66w	1,0w	0,33y
<i>Wasmannia</i>	0,33y	0	0,16x	0,33y
<i>Camponotus</i>	0,33y	0	0	0
<i>Pachycondyla</i>	0,83w	0	0,33y	0,16x
<i>Odontomachus</i>	0,33y	0	0	0,33y
<i>Ectatomma</i>	0	0	0,5y	0
<i>Labidus</i>	0,16x	0,33y	0	0,33y
<i>Eciton</i>	0,16x	0	0	0

A partir dos resultados é possível observar uma tendência das guildas de formigas com relação aos locais de onde foram coletadas: normalmente as Dominantes de solo estão presentes basicamente em todas as áreas, as Cultivadoras de fungos aparecem nos locais de sucessão inicial, e as Predadoras aparecem nas áreas com vegetação em estágios mais avançados de sucessão. E considerando que as Legionárias são de comportamento nômade, pouca lógica teria o local de onde foram coletadas.

Com relação às formigas Cultivadoras de fungos, grupo ao qual as formigas cortadeiras pertencem, normalmente são as de maior interesse em informações pelos agricultores pelo fato de que estes organismos podem desfolhas basicamente qualquer planta, sendo um dos insetos mais polípagos que existe (HOWARD, 1987) tornando-se assim pragas agrícolas de quase todas as culturas. No presente trabalho, as formigas Cultivadoras de fungos coletadas no experimento foram as do gênero *Acromyrmex* e *Cyphomyrmex*, sendo a primeira, conhecida popularmente como quenquém, a única coletada que realmente pode ser considerada uma praga agrícola, por cortar folhas de diversas espécies de plantas para a utilização como substrato para o cultivo do fungo simbiote (DELLA-LUCIA, 2011).

Estes gêneros só foi observado forrageando nos ambientes mais simplificados, com o plantio convencional e a condução da regeneração natural, sendo considerada uma espécie acessória somente no plantio convencional, e nunca sendo encontrada nas áreas mais fechadas de Sistema Agroflorestal e mata nativa. Isto ser explicado pelo fato destes organismos serem favorecidos pela baixa complexidade vegetal do ambiente, apresentando maiores populações em habitats mais alterados e a quantidade de novos ninhos serem reduzidas com o aumento da diversificação da vegetação (RAMOS et al., 2004). Isso mostra um possível benefício do Sistema Agroflorestal, pelo uso de leguminosas - que por apresentarem crescimento rápido geram uma cobertura do solo mais rápida que o plantio convencional de mudas, que crescem lentamente - e podem servir como fonte alternativa de alimento para as formigas cortadeiras pelo fato de serem dicotiledôneas, como as mudas arbóreas, e poderem ser igualmente palatáveis. E sugere o motivo

pelo qual as quenquéns formam coletadas em áreas de plantio convencional e não na área de SAF, que são muito próximas.

O outro gênero Cultivador de fungo, o gênero *Cyphomyrmex*, constitui-se de espécies que tem o comportamento de procurar pedaços de folhas, flores secas, pedaços de cascas, líquidos açucarados de frutos e sementes caídos no solo para o cultivo do fungo, e não causam danos à agricultura (LOPES, 2007). Estas formigas são consideradas espécies acidentais em plantio convencional e espécies presentes em Sistemas Agroflorestais. A espécie coletada foi a *Cyphomyrmex transversus* Emery, espécie que segundo trabalho de Ramos et al. (2003a) foi coletada em área conservada de cerrado não ocorrendo nas áreas de cerrado alteradas; esta formiga também é considerada muito presente em pomares de laranja e em pastagens manejadas (GOLIAS, 2008), podendo possivelmente ser um organismo que necessita de uma vegetação mais presente, não sendo um colonizador tão eficiente como as saúvas e quenquéns, não constituindo uma praga para a agricultura. Este organismo foi coletado no sistema agroflorestal somente a partir de abril, no mês que ocorreu a grande cobertura do solo por crotalária, reforçando a idéia apresentada anteriormente.

A guilda de formigas Dominantes de solo, representadas neste trabalho pelos gêneros *Solenopsis*, *Camponotus*, *Pheidole* e *Wasmannia*, foi a mais abundante, ocorrendo em todas as áreas. Este grupo é considerado predador de pragas agrícolas (PINTO et al., 2009; MEDINA et al., 1993). Segundo Fowler et al. (1991) os gêneros *Pheidole* e *Camponotus* são de larga distribuição e abundância nos ecossistemas terrestres e se caracterizam por interações agressivas com outros organismos e dieta generalista. O gênero *Camponotus* foi amostrado somente na área de Regeneração natural, na qual foi considerado uma espécie acessória. O gênero *Pheidole* apesar de ser o único a ser encontrado em todas as áreas, tem baixo potencial de ser usado como bioindicador, pois é um gênero bastante generalista, possuindo espécies tanto em ambiente florestal quanto em ambiente aberto e é de difícil identificação até nível de espécie (BRAGA et al., 2010).

O gênero *Solenopsis* está entre as formigas mais eficientes na utilização dos recursos na serapilheira, sendo particularmente frequentes tanto em ambientes agrícolas quanto em nativos (DELABIE; FOWLER, 1995); estes organismos são muito eficientes na competição por alimentos devido à sua estratégia de recrutamento em massa (FOWLER et al., 1991). No trabalho, foi coletada na área de mata nativa a espécie *Solenopsis virulens*, espécie relativamente rara de *Solenopsis*, que é extremamente sensível ao desmatamento (uma exceção para o gênero), que é associada geralmente a homópteros subterrâneos se alimentando de secreções açucaradas (DELABIE, Comunicação pessoal); já nas áreas de plantio convencional foi encontrada a espécie *Solenopsis saevissima* que é considerado na literatura como espécie indicadora de áreas perturbadas (RIBAS et al., 2012).

Com relação ao gênero *Wasmannia*, a espécie encontrada na área foi a espécie *Wasmannia auropunctata*, que é capaz de explorar uma grande quantidade de recursos tanto animais quanto vegetais (seiva, sementes, flores, néctar, anelídeos, gastrópodes, artrópodes, secreção de homópteras entre outros). Esta plasticidade de comportamento garante o sucesso deste organismo (SOUZA, 2007), sendo considerado um organismo típico de áreas em início de sucessão (COELHO et al., 2009) e uma espécie acessória nas áreas de Regeneração natural e sistema agroflorestal. Esta espécie é de fácil identificação taxonômica, entretanto seu pequeno tamanho torna inviável qualquer observação deste organismo em campo por agricultores.

Com relação às formigas Legionárias, representadas pelos gêneros *Labidus* e *Eciton*, são predadoras agressivas que inclusive podem atacar ninhos de formigas cortadeiras (POWELL; CLARK, 2004). Estes organismos apresentam um comportamento nômade, assim pouco se pode afirmar quanto ao ambiente em que foram coletados, entretanto a presença destas espécies, como a do gênero *Labidus*, em um ambiente fragmentado aponta para um bom estado de conservação (DIEHL et al., 2005), indicando mais uma vez os benefícios dos fragmentos de vegetação nativa na propriedade agrícola.

Na guilda das Predadoras, observou-se a coleta dos gêneros *Pachycondyla*, *Ectatomma* e *Odontomachus*; indivíduos coletados

predominantemente nas áreas de vegetação em estágio avançado, com destaque para *Pachycondyla* como espécie constante na regeneração natural e acessória na mata nativa, *Ectatomma* como espécie acessória na mata nativa e *Odontomachus* como espécie acessória no Sistema Agroflorestal e na condução da regeneração natural. Também se pode ressaltar que estes indivíduos não foram encontrados na área de vegetação em estágio inicial de sucessão do plantio convencional de mudas.

O gênero *Odontomachus* é composto de predadores específicos e generalistas, que atuam também como dispersores de sementes (LATTKE, 2003). O gênero *Pachycondyla* é composto de predadores frequentemente generalistas, mas algumas espécies são especializadas na predação de cupins (DELABIE, 2001). As formigas do gênero *Ectatomma* são predadores de destacada importância no controle biológico natural de pragas agrícolas em ambiente tropical (DELABIE *et al.*, 2007), sendo também sua presença muitas vezes relacionada com a espessura de serapilheira (AGOSTI *et al.*, 2000). Assim este grupo de formigas da subfamília Ponerinae (Gêneros *Odontomachus*, *Pachycondyla* e *Ectatomma*) destaca-se como sendo predominantemente predador, podendo contribuir para o controle dos níveis populacionais das pragas agrícolas, e ocorrendo principalmente em áreas com vegetação em estágio sucessional mais avançado.

A espécie *Pachycondyla harpax* Fabricius que é considerada na literatura como típica de áreas florestais e característica de áreas de baixo impacto humano, não ocorrendo em áreas de alto impacto humano, apresenta alto potencial como bioindicador de sistemas conservados (CONCEIÇÃO *et al.*, 2006). A espécie encontrada no experimento em questão foi a *Pachycondyla striata*, que é considerada na literatura como característica de floresta secundária em início de sucessão (SCHMIDT; DIEHL, 2008), sendo uma das espécies presentes na área de regeneração natural. Estas formigas predadoras seriam as melhores tanto para ser utilizadas como bioindicadores por agricultores, quanto para que seja observada sua função como predador, pois pelo seu tamanho relativamente grande fica extremamente fácil observar esta formiga predando outros insetos como cupins (Observação pessoal).

Outra questão de bastante interesse para os agricultores é a das formigas cortadeiras, que neste experimento foram coletadas somente nas áreas mais abertas; como já mencionado antes, estes organismos são favorecidos pela baixa complexidade vegetal do ambiente, e a quantidade de novos ninhos é reduzida com o aumento da diversificação da vegetação (RAMOS et al., 2004); também existe o fato de que a presença de sub-bosque pode dificultar o pouso da fêmea reprodutiva da formiga durante a fundação do novo ninho, que tende a ser em áreas abertas (ALMEIDA et al., 1983). Entretanto, outro fator pouco estudado pela literatura mais tradicional é o de que as saúvas ocupam mais eficientemente locais onde as formigas predadoras desapareceram (PRIMAVESI, 1990); efetivamente muitas espécies de formigas predadoras são inimigos naturais de formigas cortadeiras, como citado anteriormente. É possível que uma combinação das duas explicações acima seja a mais apropriada para a compreensão do motivo pelo qual as formigas cortadeiras são menos frequentes em áreas mais fechadas.

A presença de formigas predadoras ocorre com mais frequência em ambientes de vegetação em estágio mais avançado. Esse fato pode ser usado pelos agricultores da região tropical por meio de práticas para o redesenho de agroecossistemas, a fim de maximizar o serviço ecossistêmico que os fragmentos de vegetação prestam na forma de regulação, por meio do controle biológico natural por formigas predadoras e outros inimigos naturais reduzindo também as cortadeiras.

Práticas como a conservação de reservas florestais dentro da propriedade agrícola, o uso de Sistemas Agroflorestais e plantios consorciados podem ser aplicadas na transição agroecológica, pois como as formigas geralmente possuem um hábito de patrulha e deslocamento, o início do cultivo agroecológico poderia ser próximo a um fragmento de vegetação para se aproveitar ao máximo o serviço ecossistêmico de regulação de pragas que os fragmentos de vegetação exercem.

Inicia-se agora uma discussão de como agricultores poderiam utilizar as formigas como bioindicadores. Em trabalho de Farji-Brener (2001) observou-se que a densidade de ninhos de formigas cortadeiras é 30 vezes maior em

florestas em estágio inicial de sucessão em comparação a florestas em estágio avançado, desta forma formigas cortadeiras estão relacionadas com o estágio sucessional da vegetação. O presente trabalho encontrou resultados semelhantes, então se pode sugerir que assim como um sistema natural em equilíbrio apresenta baixa incidência destes organismos, um agroecossistema em equilíbrio pode apresentar essa mesma característica, assim a redução da presença de cortadeiras na propriedade é um possível indicativo de estágios mais avançados de transição agroecológica.

Estes resultados corroboram resultados anteriores de Oliveira (2011), nos quais diversos agricultores agroflorestais do município de Iperó mencionaram em questionários semi-estruturados que as saúvas foram um problema apenas no início da implantação do sistema agroflorestral, e que com o tempo o sistema tende a um equilíbrio reduzindo naturalmente a infestação. A partir disso observa-se a extrema importância da inclusão de diversidade na propriedade agrícola para manejar apropriadamente este “insumo” que é a biodiversidade no agroecossistema, em ambientes tropicais que naturalmente apresentam grande diversidade de plantas e insetos em um mesmo local, ao contrário de monoculturas, reforçando os resultados de Tomas (2010) que indicam que áreas agrícolas próximas a fragmentos florestais apresentam menor quantidade de insetos praga. Além disso, o aumento das formigas predadoras, principalmente da subfamília Ponerinae, que são organismos de fácil visualização, poderia ser um indicador de possível visualização pelos próprios agricultores de que o agroecossistema está tendendo ao equilíbrio.

5. CONCLUSÕES

Foi verificada uma maior frequência de formigas predadoras em áreas de vegetação em estágio sucessional mais avançado e maior presença de formigas cortadeiras em áreas de estágio inicial de sucessão. Assim sugere-se que formigas podem ser utilizadas como bioindicadores em uma transição agroecológica ou na conversão de uma área degradada para florestal.

6. LITERATURA CITADA

AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. *Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. **Smithsonian Institution Press**, Washington, 1 ed, 280p, 2000.

ALMEIDA, A. F.; ALVES, J. E. M.; MENDES FILHO, J. M. A. Manutenção de sub-bosque em florestas de *Eucalyptus urophylla* e a distribuição regular de porta-iscas, visando o controle preventivo de saúvas (*Atta* spp.). **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 142-144, 1983.

ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: An Overview, p. 1-8. In: AGOSTI, D. MAJER, J. D.; ALONSO L. E; SCHULTZ, T. R. (eds.), **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 280p, 2000.

ALTIERI, M.A. **Agroecologia**: As bases científicas da agricultura alternativa. 2. Ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE, 1989. 240p.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto. Ed Holos, 2003.226p.

ANDERSEN, A.N. Response of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, Washington, v. 23, n.4, p. 575-585, 1991.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto Para discussão**. IE/ UNICAMP, Campinas, n.155, 2009.

ANJOS, N.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J. **Guia prático sobre formigas-cortadeiras em reflorestamentos**. Ponte Nova, MG: Graff Cor Ltda., 1998. 97 p.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento de saúvas (*Atta* sp. Hymenoptera-Formicidae). V. Número de formas aladas e redução de saúveiros iniciais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 19, p. 325-331, 1950.

BESTELMEYER, B.T.; WIENS, J.A. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentina Chaco. **Ecological Application**, Washington, v. 6, n.4, p. 1225-1240, 1996.

BRAGA, D. L.; LOUZADA, J.N.C.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. Avaliação Rápida da Diversidade de Formigas em Sistemas de Uso do Solo no Sul da Bahia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.4, p.464-469, 2010.

CAPORAL, F.R. COSTABEBER, J.A. **Agroecologia: Alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/ SAF/DATER-IICA, 2004. 24p.

CARROLL, C.R.; JANZEN, D.H. Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 4, p. 231-257. 1973.

CARVALHO, R. da S. **Biocontrole de moscas-das-frutas: histórico, conceitos e estratégias**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. (Circular técnica 83).

CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. "Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants," **Biological Conservation**, vol. 91, no. 2-3, p. 151–157, 1999.

COELHO, M. S.; FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C.; DELABIE, J. H. C. “Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators of land restoration in a Brazilian Atlantic forest fragment,” **Sociobiology**, Feira de Santana, vol. 54, n. 1, pp. 51–63, 2009.

CONCEIÇÃO, E.S.; COSTA-NETO, A.O.; ANDRADE, F.P.; NASCIMENTO, I.C. MARTINS, L.C.B.; BRITO, B.N. MENDES, L.F. DELABIE, J.H.C. Assembléias de Formicidae da serapilheira como bioindicadores da conservação de remanescentes de Mata Atlântica no extremo sul do estado da Bahia. **Sitientibus Sér Ci Biol**, Feira de Santana, v.6, n.4, p. 296-305, 2006.

DE GROOT, R.S., WILSON, M.A., BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Washington, 41, 393-408, 2002.

DELABIE, J.H.C. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 501-516, 2001.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds). **Samplin ground-dwelling ants case studies from world’s rain forests**. Bulletin 18. Perth: Curtin University School of Environmental Biology, 2000, p. 1-17.

DELABIE, J. H. C.; ALVES, H. S. R.; FRANÇA, V. C.; MARTINS, P. T. A.; NASCIMENTO, I. C. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Agrotrópica**, Itabuna, v. 19, p. 13-20, 2007.

DELABIE, J.H.C; FOWLER, H.G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. **Pedobiologia**, Ilhéus, V.39, p.423-433, 1995.

DELLA-LUCIA, T.M.C.; SOUZA, D.J.. Importância e história de vida das formigas-cortadeiras. IN: DELLA LUCIA, T.M.C. **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 421p.

DIEHL, E.; SACCHETT, F. ALBUQUERQUE, E. Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista brasileira de Entomologia**, São Paulo, V. 49, n. 4, p. 552-556, 2005.

FARJI-BRENER, A. G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**, Kobenhavn, v. 92, p.169-177, 2001.

FERNANDEZ, F. Claves taxonômicas y la divulgación del conocimiento taxonômico em mirmecologia. **Anais do XIX Simpósio de Mirmecologia**. P. 1-7. Ouro Preto – MG, 2009.

FITTKAU, E. J., KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, Oxford, 5, 2-14, 1973.

FONSECA, E. B. A.; MOREIRA, M. A.; DE CARVALHO, J. G. (2002). **Cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.)**. Universidade Federal de Lavras, Boletim Técnico. Cuiabá, MT, (29), 45.

FLOREN, A.; BIUN, A.; LINSENMAIR, K.E. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. **Oecologia**, New York, 131, 137-144, 2002.

FOWLER, H.G. Prova de melhora ambiental. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.24, n.142, p. 69-71, 1998.

FOWLER, H.G.L.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F; DELABIE J.H.C.; VASCONCELOS H.L. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-209. In. PAZZINI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole, 359p.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. Ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. P. 658.

GOLIAS, H. C. **Diversidade de formigas epígeas em três ambientes no noroeste do Paraná**. 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2008.

GOMES, J.C.C. **Bases epistemológicas da Agroecologia**. in Agroecologia: princípios e técnicas para agricultura orgânica sustentável. AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (ed .téc .) 1ª Ed. Brasília, DF. Embrapa Informações Tecnologia, 2005. p. 71-98.

HECHT, S. B. **A evolução do pensamento agroecológico**. In: ALTIERI, M.A. Agroecologia: As bases científicas da agricultura alternativa. 2. Ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE, 1989. 240p.

HEWITT, G.B.; NILAKHE, S.S. Environmental factors affecting the survival of eggs and early instar nymphs of spittlebugs *Zuliaentreriana* and *Deois flavopicta* during the rainy season in central Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.15, p.61-76, 1986.

HÖLLDOBLER, B. WILSON, E.O. **The Ants**. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. 630 p.

HOWARD, J. J. Leafcutting ant diet selection: the role of nutrients, water and secondary chemistry. **Ecology**, Washington, v. 68, n.3, p.503-515. 1987.

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

KING, J.R.; ANDERSEN A.N.; CUTTER, A.D.. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiv. Conserv**, v. 7: 1627-1638. 1998.

LATTKE, J. E. Biogeografía de las hormigas neotropicales. In: FERNÁNDEZ, F. ed. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. 2003. p. 65-85.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, Washington, v. 19, p. 640-645. 2005.

LOBRY DE BRUYN, L. A.; CONACHER, A. J. The role of termites and ants in soil modification: a review. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 28, n.1, p. 55–93, 1990.

LOBRY DE BRUYN, A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 425-441. 1999.

LOPES, B.C. Ecologia do forrageio de *Cyphomyrmex morchi*, Emery (Hymenoptera, Formicidae) em vegetação de restinga no sul do Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n.1, p. 52-56, 2007.

LOREIRO, M. C., BRAZ DE QUEIROZ, M. V. **Insetos de Viçosa**; 1. Formicidae. Viçosa, UFV, 1990. 106 p.

LOUZADA, J.N.C. SCHLINDWEIN, M.N. **Ecologia**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1997. 148P.

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

MACEDO, L.P.M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: formicidae) em fragmentos Mata Atlântica do estado de São Paulo**. 2004. 113p. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MAJER, J. D. "Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation," **Environmental Management**, vol. 7, no. 4, pp. 375–383, 1983.

MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **J. Appl. Ecol**, Oxford, 12: 257-273,1996.

MAJER, J.D.; NICHOLS, O.G. Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. **J. Appl. Ecol**, Oxford, 35: 161-182, 1998.

MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970, 167p.

MEDINA, C.; LAPOINTE, S.; CHACON, P. Fauna de hormigas associadas com forrages tropicales y su implicación com depredadoras de huevos y ninfas del salivazo de os pastos, *Aeneolamia* ssp. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, V. 19, n.4, p. 143-150, 1993.

MOREIRA, D.D.O.; ERTHEL JR, M. SAMUELS, R.I. Alimentação e Digestão em Formigas Cortadeiras IN: DELLA LUCIA, T.M.C. **Formigas cortadeiras: da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: UFV, 2011.p.204-225

MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.C.; DAVIDSON, E.A. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology**, Washigntos, v. 84, p. 1265-1276. 2003

ODUM, E. P. **Ecologia**. 1º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, D.A.M. **Proposta de uso da Etnomirmecologia no monitoramento de sistemas agroflorestais no assentamento rural Ipanema no município de Iperó – SP**. 2011. 23p. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de São Carlos *campus* Sorocaba, Sorocaba.

PINTO, A. de S.; BOTELHO, P.S.M.; OLIVEIRA, H.N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 160P.

PHILPOTT, S.M.; ARMBRECHT, I. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. **Ecological Entomology**, London, v. 31, p. 369-377. 2006.

PHILPOTT, S. M.; PERFECTO, I.; ARMBRECHT, I.; PARR, C. L. “Ant diversity and function in disturbed and changing habitats,” in: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. **Ant Ecology**, Eds., pp. 137–156, Oxford University Press, Oxford, UK, 2010.

POWELL, S. BAKER, B. Os grandes predadores dos neotrópicos: comportamento, dieta e impacto das formigas de correição (Ecitoninae). In: VILELA, E.F.; SANTOS, I.A.; SCHOEREDER, J.H.; SERRÃO, J.E.; CAMPOS,

L.A. DE O.;LINO-NETO, J. **Insetos Sociais: da Biologia a Aplicação**. Ed. UFV, Viçosa. 441p. 2008.

POWELL, S.; CLARK, E. Combat between large derived societies: A subterranean army ant established as a predator of mature leaf-cutting ant colonies. **Insectes Sociaux**, v. 51, p. 342-351, 2004

POWELL, S.; FRANKS, N.R. Ecology and the evolution of workers morphological diversity: a comparative analysis with *Eciton* army ants. **Functional Ecology**, London, v. 20, p. 1105-1114, 2006.

PRESTES, T. M. V.; ZANINI, A.; ALVES, L. F. A.; BATISTA FILHO, A.; ROHDE, C. Aspectos ecológicos da população de *Cosmopolites sordidus*, (Germar)(Coleoptera: Curculionidae) em São Miguel do Iguaçu, PR. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27(3), n. 3, p. 333-350, 2006.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças**: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente.1º ed. São Paulo: Nobel, 1990. 137 p.

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**, Seropédica, 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). **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 28, p. 139-146, n. 1, 2004.

RAMOS, L.S.; FILHO, R.Z.B.; DELABIE, J.H.C.; LACAU, S.; SANTOS, M.F.S.; NASCIMENTO, I.C.; MARINHO, C.G.S. Comunidades de formigas

(Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado “stricto sensu” em Minas Gerais. **Lundiana**, Belo Horizonte, V.4, n.2, p. 95-102, 2003a.

RAMOS, L.S.; MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N. Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo e eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32,n.2, p. 231-237, 2003b.

RETTENMEYER, C.W. Behavioral studies of army ants. **University of Kansas Scientific Bulletin**, Lawrence, v. 44, p. 281-465, 1963.

RIBAS, C.R.; SCHMIDT, F.A.; SOLAR, R.R.C.; SCHOEREDER, J.H.; VALENTIM, C.L.; SANCHES, A.L.P.; ENDRINGER, F.B. Formigas podem ser utilizadas como bioindicadoras de recuperação após impactos ambientais? **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.57-60, 2007.

RIBAS, C.S.; CAMPOS, R.B.F.; SCHMIDT, F.A.; SOLAR, R.R.C. 2012. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche**, Cambridge, v. 2012, p.1-23.

ROSSETTI, V. Formigas amigas. **Laranja**, Cordeirópolis, v.20, n.1, p.255-258. 1999.

SANTOS, I.A.; JÚNIOR, S.B.; ALEGRE, J. **Agricultura sem fogo na amazônia oriental: formiga como indicador agroecológico** *Biológico*, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.53- 56, 2007.

SCHLINDWEIN, M.N. **Fundamentos de ecologia para o turismo**, 2009, EdUFSCar, São Carlos, Série Apontamentos 113 p.

SCHLINDWEIN, M.N. **Avaliação das estratégias de forrageamento de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) com o uso de**

manipulação espaço-temporal de recursos vegetais. 1996. 114p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área de Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.

SCHMIDT, F.A. ; DIEHL, E. What is the effect of soil use on ant communities **Neotropical Entomology**, Londrina, vol. 37, no. 4, p. 381–388, 2008.

SCHULTZ, T. R.; MEIER, R. A phylogenetic analysis of the fungus-growing ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini) based on morphological characters of the larvae. **Systematic Entomology**, Oxford v. 20: 337-370, 1995.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP- sugestões para aplicação de guildas como bioindicadores ambientais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n.1, p. 37-69, 2001.

SOUZA, A.L.B. Caracterização comportamental de *Wasmannia auropunctata* (Myrmicinae: Blepharidattini). **Biológico**, São Paulo, v. 69, n.2, p. 153-156, 2007.

SOUSA - SOUTO, I.; STERNBERG, L. Ciclagem de Nutrientes por formigas cortadeiras IN: DELLA LUCIA, T.M.C. **Formigas cortadeiras: da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 421p.

SPOLIDORO, M.V. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (Coffea Arabica)**. 2009. 73p. Dissertação de mestrado (Mestre em Ciências: Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

STERNBERG, L. S. L.; PINZON, M. C.; MOREIRA, M. Z.; MOUTINHO, P.; ROJAS, E. I.; HERRE, E. A. Plants use macronutrients accumulated in leaf-cutting ant nests. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v. 274, n. 1608, p. 315-321, 2007.

SUJII, E.R.; GARCIA, M.A.; FONTES, E.M.G.; O'NEIL, R.J. Predation as a mortality factor in populations of the spittlebug, *Deoisflavopicta*Stal (Homoptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, p.581-588, 2002.

SUJII, E.R.; GARCIA, M. A.; FONTES, E.M.G.; O'NEIL, R.J. *Pachycondyla obscuricornis* as natural enemy of the spittlebug *Deois flavopicta*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.6, p.607-609, jun. 2004.

TERBORGH, J.; ROBINSON, S. Guilds and their utility in ecology. In: KIKKAWA, J. & ANDERSON, J. (Eds.) **Community Ecology: Pattern and Process**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1986, p. 65-90 432.

TOMAS, F.L. **A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí**. 2010. 90p. Dissertação (Mestre em Ciências: Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

VALÉRIO, J.R.; KOLLER, W.W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1992. 37p. (Embrapa-CNPGC. Documentos, 52).