

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em
cultivo orgânico de café (*Coffea Arabica*.)**

Mateus Varajão Spolidoro

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2009**

Mateus Varajão Spolidoro
Engenheiro Agrônomo

Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea Arabica*.)

Orientador:
Prof. Dr. **EVONEO BERTI FILHO**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2009

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Spolidoro, Mateus Varajão

Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea Arabica*) / Mateus Varajão Spolidoro. - - Piracicaba, 2009.
73 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Agricultura orgânica 2. Biodiversidade 3. Café 4. Formigas I. Título

CDD 633.73
S762L

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram nesta caminhada, a todos que me seguraram no momento em que menos acreditava em mim mesmo e a superação que me proporcionou ao concluir este trabalho.

Este trabalho é de todos vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me iluminado e permitido a conclusão deste trabalho, obrigado meu Senhor o seu amor e luz me fortalecem todos os dias.

Ao Professor Dr. Evoneo a oportunidade de redigir este trabalho e ter me acolhido como seu orientado no curso de Entomologia.

Aos Professores Dra. Maria Santana e Dr. Carlos Brandão pela ajuda fundamental na identificação das formigas e a todos os seus orientados que me ajudaram. Dé brigadão!

Ao Professor Paulo Cassino que mesmo a distância me encativou para que eu estivesse realizando este trabalho.

Ao doutorando Leonardo que me ajudou de forma fundamental para que eu realizasse meu trabalho obrigado.

Aos meus pais pelo apoio em todos os momentos e a minha tia Liane pela ajuda.

A minha madrinha Ângela, obrigado, pela amizade por seu apoio e carinho que foi fundamental no final do trabalho.

Aos Técnicos do departamento de Entomologia por toda a ajuda, em especial a João Gorá.

Ao pessoal do departamento o Dino, Carlinhos, Carlos, João e Wiliam obrigado pelos momentos de distração e conversas.

A Angelina, a Cristiane e ao Leandro na ajuda na maioria das disciplinas. A ajuda de vocês foi fundamental. E aos demais colegas, muito obrigado por tudo.

A todos os orientados do Professor Evoneo, obrigado.

A todos do departamento de Entomologia, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Cafeicultura.....	15
2.2 Formigas.....	16
2.3 Bioindicadores.....	22
2.4 Material e Métodos.....	25
2.4.1 Descrição das Áreas.....	25
2.4.2 Metodologia de Coleta.....	26
2.4.3 Identificação do Material.....	30
2.4.4 Estatística.....	31
2.5 Resultados e Discussão.....	35
2.5.1 Mirmecofauna.....	35
2.5.2 Ambientes Coletados.....	40
2.5.3 Frequência e Constância.....	43
2.5.4 Diversidade de Formigas.....	46
2.5.5 Bioindicadores.....	56
3 Conclusão.....	59
Referências.....	60

RESUMO

Levantamento da mirmecofauna de solo (*hymenoptera, formicidae*) em cultivo orgânico de café (*coffea arabica*.)

A preocupação com novos conceitos de produção é importante devido às mudanças observadas no mundo. Para isto, o conhecimento da diversidade dos ambientes se torna uma ferramenta de comparação entre diferentes ambientes, sendo onde se encaixa o uso das formigas como bioindicadoras, pela sua fácil coleta e identificação. O objetivo deste projeto foi identificar as espécies da família Formicidae (Hymenoptera), presentes no solo em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*), com a finalidade de determinar a riqueza e a diversidade de espécies, e as espécies que possam ser consideradas bioindicadoras dentro deste sistema. Os experimentos foram desenvolvidos em área de plantio do sistema de cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*) no município de Dois Córregos, SP, em dois períodos distintos do ano: chuvoso (fevereiro/2008) coleta I e seco (julho/2008) coleta II. A coleta da mirmecofauna foi realizada utilizando-se dois tipos de armadilhas a de solo "Pitfall" e a do tipo "Winkler". Posteriormente o material foi triado e identificado. As áreas de café foram separadas em duas a pleno sol e sombreada. Foram coletados 7101 espécimes distribuídos em 38 espécies. Poucas espécies foram constantes e freqüentes ao longo do estudo. Com relação ao índice de diversidade apenas dois pontos se destacaram ao longo do estudo na coleta I a pleno sol e na coleta II na sombra, de acordo com os índices de Shanon-Wiener e Simpson. O único ponto que teve maior dominância foi na coleta I a pleno sol. Através da análise de agrupamento dois grupos distintos foram formados a partir dos tipos de armadilha utilizados. *Linepthema humile* foi considerada como espécie bioindicadora para o cultivo orgânico de café.

Palavras-Chave: Formigas; Café; Cultivo orgânico; Diversidade

ABSTRACT

Survey of the soil Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) in organic coffee (*Coffea Arabica*) crop

This paper deals with a survey and identification of soil ant species (Hymenoptera, Formicidae) occurring in organic coffee (*Coffea arabica*) crop in order to determine species richness and diversity, as well as the ant species to be used as bioindicators of habitat disturbance in the coffee agroecosystem. Two experiments were set in an organic coffee (*Coffea arabica*) plantation in Dois Corregos, State of São Paulo, Brazil, one in rainy season (experiment I, February/2008) and other in the dry season (experiment II, July/2008). The ants were collected by using Pitfall trap and Winkler trap and the material was brought to the laboratory where the ant species were identified. There were two coffee areas: sun exposed crop and shadowed crop. One collected 7.101 specimens distributed in 38 species. Few species were constant and frequent ones along the research: Collect I-sun exposed and Collect II-shadowed crop, according to Shannon-Wiener and Simpson indices. The only point to present high dominance was observed in Collect I-sun exposed. One conclude that *Linepithema humile* is the ant species to be used as bioindicator of habitat disturbance in the organic coffee.

Keywords: Ants; Coffee; Organic crop; Diversity

1 INTRODUÇÃO

A área destinada ao cultivo orgânico cresce a cada dia em todo Brasil, havendo uma necessidade de obter dados para aperfeiçoar a produção sustentável, sem a utilização de insumos agrícolas de origem química. Assim Altieri, Silva e Nicholls (2003) ressaltam que a busca por sistemas agrícolas sustentáveis, com baixo uso de insumos e energeticamente eficientes, é hoje preocupação central de alguns pesquisadores, produtores e governantes em todo o mundo. Os autores citam, ainda, que a agricultura sustentável geralmente refere-se a um modo de produção que tenta proporcionar colheitas e retornos econômicos estáveis ao longo do tempo, através do uso de tecnologias de manejo ecologicamente sintonizadas. Isso requer que a agricultura seja tratada como ecossistema (por isso, o termo agroecossistema) e, como tal, a produção agrícola e a pesquisa não têm relação direta com altos rendimentos de uma mercadoria particular, mas sim com a otimização do sistema como um todo. Com estas observações, pode-se inferir que a agricultura orgânica encontra-se em direção contrária aos pacotes tecnológicos utilizados na agricultura convencional.

O sistema de produção orgânica é o que exclui o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, agrotóxicos, reguladores de crescimento e aditivos para a alimentação animal, compostos sinteticamente. Sempre que possível baseia-se no uso de esterco animal, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças. Busca manter a estrutura e a produtividade do solo, trabalhando em harmonia com a natureza (RIQUELME, 1997). Cada vez mais pode se observar que os agroecossistemas apresentam menor diversidade de animais e vegetais que os demais sistemas naturais, como as florestas nativas. Estes sistemas foram, na maioria, intensamente manipulados pelo homem. A mirmecofauna poderia contribuir para compreensão do que ocorre nestes ambientes, pois as formigas são organismos de fácil coleta e de certo modo, dependendo do grupo e espécie, de fácil identificação conforme demonstrado no trabalho de Fernandez (2003). A diversidade de formigas tem sido estudada com o objetivo de compreender as perturbações ocasionadas pelas constantes simplificações dos ecossistemas naturais. De acordo com Perfecto et al. (1997) alguns agroecossistemas, onde pode ser observada maior riqueza vegetal, têm a capacidade de manter uma diversidade elevada de artrópodes e, portanto mais de atenção deveria ser focalizada nestes agroecossistemas.

Existe a necessidade de mais informações para melhor compreensão da diversidade de formigas e a relação delas como bioindicadoras dentro dos sistemas orgânicos de produção

agrícola de café. O objetivo desta pesquisa foi identificar as espécies da família Formicidae (Hymenoptera), presentes no solo em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica.*), com a finalidade de determinar a riqueza e a diversidade de espécies, e as que possam ser consideradas bioindicadoras dentro deste sistema. Os experimentos foram desenvolvidos em área de plantio do sistema de cultivo orgânico de café, em dois períodos distintos do ano: chuvoso (fevereiro/2008) e seco (julho/2008).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Cafeicultura

O café é originário de florestas caducifólias da Etiópia e Sudão (BOULAY; SOMARRIBA; OLIVIER, 2000). Em vários países produtores de café, tais como Colômbia, Venezuela, Costa Rica, Panamá e México, o cultivo em sistemas agroflorestais (SAF) tem sido um recurso utilizado para aumentar a diversidade vegetal dos sistemas e a renda do produtor (BEER, 1997; ESCALANTE, 1997; BERTRAND; RAPIDEL, 1999). O parque nacional cafeeiro é atualmente formado por cerca de seis bilhões de plantas, sendo dois terços representados por cultivares de *Coffea arabica*. A partir de sua introdução no país em 1727, no Pará, a cultura do cafeeiro chegou ao sudeste brasileiro já no século seguinte e foi responsável por grandes transformações na economia e na sociedade civil (NEVES, 1974). A produção de café é uma das mais tradicionais atividades agrícolas no território brasileiro, contribuindo com cerca de 30,5% da produção mundial de café em 2005 (ABIC, 2006). A produção de café arábica se concentra em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto o café robusta é plantado principalmente no Espírito Santo e em Rondônia (MATIELO et al., 2002; RUFINO, 2003). Para o cultivo orgânico de café, Souza, Otani e Saes (2001) ressaltaram a importância das preocupações com a preservação ambiental e com a responsabilidade social, que possibilitam aos produtores melhor distribuição de ganhos com os produtos orgânicos.

Nos cultivos orgânica e convencional de café foram observados dois sistemas bem distintos: o de sombra (policultivo) e o de sol (monocultivo), que apresentam diferenças significativas como foi demonstrado por Ricci et al. (2006). No Brasil, a maioria dos produtores prefere o cultivo a pleno sol por acreditar que o sombreamento diminui a produtividade e porque o cultivo sombreado representa maior necessidade de mão-de-obra, além da dificuldade na passagem de máquinas. Estima-se que mais de 90% das lavouras existentes são a pleno sol (RICCI; ARAÚJO, 2002). Em muitos estudos conduzidos sobre arborização de cafezais, a sombra reduziu a produção (HERNÁNDEZ; BEER; PLATEN, 1997). Entretanto, a maioria desses estudos foi conduzida sob sombra muito densa. Segundo Fernandes (1986), o sombreamento com espécies e espaçamentos adequados pode apresentar resultados satisfatórios, quando comparado ao cultivo a pleno sol. Em relação ao solo, a presença de árvores aumenta o

aporte de matéria orgânica em virtude da queda de folhas, conserva a umidade, reduz as perdas de N, aumenta a capacidade de absorção e infiltração de água, reduz o risco de erosão e a emergência de plantas invasoras, e estimula a atividade biológica (MUSCHLER, 2000). Adicionalmente, as árvores contribuem para melhorar a fertilidade do solo (MUÑOZ; ALVARADO, 1997), funcionam como banco de estoque de carbono no solo e na vegetação, removendo quantidades significativas de CO₂ da atmosfera (ANDRADE; IBRAHIM, 2003), e servem como refúgio para a diversidade animal (PERFECTO et al., 1996; GORMLEY; SINCLAIR, 2003). A existência de maior diversidade possibilita a autorregulação dos sistemas (DUBOIS, 2004) e proporciona condições desfavoráveis ao estabelecimento de pragas e doenças (GUHARAY; MONTERROSO; STAVER, 2001), como por exemplo, a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), a antracnose (*Colletotrichum* spp.) (BOULAY; SOMARRIBA; OLIVIER, 2000) e o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (HAGGAR; SCHIBLI; STAVER, 2001). Entre estes dois sistemas de produção existem diferenças relevantes em relação à qualidade ambiental, sendo que as formigas são consideradas excelentes indicadores ecológicos, o que pode ser útil na avaliação do estado de conservação destes ambientes (SILVESTRE, 2000).

2.2 Formigas

Foi estimado um número aproximado de três a oito mil espécies de formigas na região neotropical (KEMPF, 1972; HOLLOBLER; WILSON, 1990). Nas regiões tropicais as formigas constituem uma das maiores parcelas da biomassa animal, e existe uma diversidade de espécies caracterizada pela capacidade de adaptação a diferentes habitats, o que permite uma ampla variedade de nichos ecológicos para ocupação destes insetos; além disso, as densidades elevadas de formigueiros que existem em diferentes meios terrestres contribuem para a manutenção da estabilidade dos ecossistemas tropicais (HOLLOBLER; WILSON, 1990; FOWLER et al., 1991; BRANDÃO, 1999). A família Formicidae possui seis subfamílias no Brasil (MARICONI, 1970). A alimentação das formigas ao contrário da dos demais insetos sociais é extremamente variada incluindo material de origem animal e vegetal, entretanto algumas espécies têm dieta especializada (DIEHL-FLEIG, 1995). As formigas ocorrem em todos os ambientes terrestres desde o Equador até latitudes de 50°, do nível do mar a altitudes de cerca de 3000m (BRANDÃO, 1999). As formigas constituem um grupo interessante para estudos da influência de fatores locais,

pois suas comunidades são geralmente concieradas interativas e fortemente estruturadas por processos locais como competição intra e interespecífica (LEVINGS; FRANKS, 1982; ANDERSEN; PATEL, 1994). Suas plasticidades fenotípicas e comportamentais favorecem sua dispersão, sendo cosmopolitas e muito numerosas (WILSON, 1963). O conhecimento sobre essas comunidades é de suma importância por fornecer uma imagem sobre a situação transitória ou permanente os quais são freqüentemente associados ao uso da terra pelo homem (NOSS, 1990), impactos de práticas florestais (YORK, 1994), sucesso de recuperação ecológica (MAJER; KOCK, 1992), comparação de diferentes ferramentas de manejo, impacto de perturbação em áreas de conservação e avaliação de diversidade biológica (MAJER, 1976; OLIVEIRA; BRANDÃO, 1991). Em agroecossistemas, *Atta* spp. atraem a atenção pela organização e o elevado número de colônias em determinada área e por serem insetos nocivos à agricultura, pois atacam vorazmente quase todas as plantas cultivadas (MARICONI, 1970). Entretanto diversos gêneros têm ação predatória o que tem efeito sobre o controle biológico (WHITCOMB, 1976). Mas gêneros como *Crematogaster* não têm esta função, porém foram importantes devido a sua associação com pulgões e outros insetos (LESTON, 1973). Pisarski (1978), no leste europeu, observou que em cultivos perenes a mirmecofauna era mais diversa e numerosa que em cultivos temporários. Leston (1973), em Ghana, na África, observou que culturas sombreadas possuíam mais espécies predominantes que as não-sombradas, que possuíam menor número de espécies, com várias colônias numerosas.

Cultivos mais antigos de citros apresentam maior diversidade que cultivos recentes, na África do Sul, segundo Samways (1983). Espécies de *Pheidole* e *Camponotus* foram encontradas em todos os pomares amostrados. Certas espécies de *Tetramorium* eram restritas aos pomares antigos, evidenciando assim restrições a habitats por parte desses formicídeos. Castro, Queiroz e Araujo (1989) também encontraram mirmecofauna mais diversa em laranjais antigos do que em laranjais recentes, em Bom Despacho, MG. Boomsma e Van Loon (1982), na Europa, observaram que quanto maior a heterogeneidade estrutural do habitat, maior a diversidade da família Formicidae. Essa correlação também foi registrada por Room (1975), em Papua, Nova Guiné e na África, estudando a mirmecofauna. Briese e Macauley (1977), na Austrália, não encontraram essa correlação, quando se comparou comunidade de formigas de áreas de arbustos e de áreas de pastagem rala. Room (1975) observou que a ação antrópica afetava a diversidade e a abundância da mirmecofauna, porque as práticas culturais destroem seus ninhos (PISAKSKI,

1978). Há um certo consenso entre autores das regiões temperadas de que quanto maior a ação antrópica, menor o número de espécies e de espécimes. Samways (1981), na África do Sul, não encontrou essa relação, em laranjais com diferentes graus de manejo. Em Sete Lagoas, MG, Castro e Queiroz (1987) observaram que a mirmecofauna possuía maior diversidade em áreas naturais de cerrado do que em cultura do milho.

Um dos principais desafios dos ecologistas hoje é definir, com a maior precisão possível, a riqueza biológica de determinados ambientes, até então geralmente subestimados, sobretudo nas latitudes tropicais (AGOSTI et al., 1994). Entre as diferentes técnicas freqüentemente utilizadas por coletores de formigas do solo (*sensu lato*), as mais clássicas são iscas (CASTRO; QUEIROZ, 1987; FOWLER, 1995), “pitfall” (ANDERSEN, 1991; OLSON, 1991; FOWLER, 1995; ABENSPERG-TRAUN; STEVEN, 1995; OLIVER; BATTLE, 1996), funís de Berlese-Tullgren (DELABIE; FOWLER, 1995; OLIVER; BATTLE, 1996), quadrantes e transectos (ANDERSEN, 1991), coletas manuais regulares ou extração manual de um volume predefinido de solo (DELABIE; FOWLER, 1995). Della Lucia et al. (1982), em Viçosa, MG, coletaram formicídeos em armadilhas de solo, durante seis meses ininterruptamente, em ecossistemas de milho, de feijão, de consórcio milho e feijão, e de pastagens.

Outras técnicas mais sofisticadas foram também desenvolvidas, tais como a extração por flutuação (STRICKLAND, 1945; LAVELLE; KOHLMANN, 1984) ou ainda com a utilização do aparelho de Kempson (ADIS, 1987), mas nenhuma dessas fornece resultados rápidos além de ser inviável sua utilização no campo. O extrator de Winkler, também chamado armadilha de Winkler/Moczarski mostrou ser extremamente prático para amostrar rapidamente a mirmecofauna nas regiões tropicais e por isso obteve grande sucesso entre os especialistas (OLSON, 1991; BELSHAW; BOLTON, 1993; AGOSTI et al., 1994; MAJER; DELABIE, 1994; DELABIE et al., 2000). O aperfeiçoamento dos métodos de coleta das formigas da serapilheira e do solo tem sido uma preocupação constante dos mirmecologistas (OLSON, 1991). O objetivo principal desses esforços visa, além disso, extrapolar as observações para estimar de forma confiável a diversidade (COLWELL; CODDINGTON, 1994; LONGINO; COLWELL, 1997). Métodos de estimação da diversidade, além de fornecer informações sobre a riqueza bruta de determinada área, permitem ter conhecimento preciso sobre o ambiente, por comparação com outros meios cujas características foram anteriormente definidas (LAWTON et al., 1998). Coletas sistematizadas baseadas na utilização do extrator de Winkler além de fornecer informações sobre

a natureza das espécies encontradas e sua frequência relativa, esse método permite construir uma curva de riqueza acumulada cuja projeção é um interessante estimador da diversidade local (LAUGA; JOACHIM, 1987). Para organizar um grande volume de dados de diversas naturezas utiliza-se, geralmente, a análise multidimensional. As três estratégias básicas são a análise de gradientes diretos, a classificação e a ordenação. A primeira retrata as espécies e as variáveis comunitárias ao longo de gradientes definidos no ambiente. As outras organizam as entidades (populações, número de espécimes por táxon ou localidade), deixando o relacionamento de fatores abióticos para etapa subsequente (GAUCH JR., 1985). Outras ferramentas desenvolvidas (LONGINO; COLWELL, 1997; programa EstimateS de Colwell disponível na internet) foram também utilizáveis para a mesma finalidade e fornecem parâmetros ecológicos que permitem a comparação entre diferentes comunidades amostradas seguindo os mesmos critérios. Esse método permite, ainda, separar espécies raras e “turísticas” (BELSHAW; BOLTON, 1993). Para alguns autores (ABENSPERG-TRAUN; STEVEN, 1995), as espécies desta categoria (raras) foram os indicadores mais precisos de qualquer alteração do hábitat. No entanto, discorda-se desta visão, pois o aparecimento de espécies sempre raras, em ambiente preservado ou não, tem sempre uma probabilidade mínima, enquanto um bioindicador confiável deve necessariamente ser facilmente amostrado, e sua eventual ausência ser vinculada unicamente a alguma alteração do hábitat.

Em geral, enfocam-se o comportamento e a dinâmica populacional de guildas: grupos de espécies interagentes, que utilizam recursos semelhantes com a mesma finalidade (GILLER, 1984). Delabie et al. (2000) propuseram a classificação em guildas de formigas para a região de Floresta Atlântica, no Sul da Bahia, dirigida principalmente para as formigas encontradas na serapilheira. O termo guilda é apresentado de várias formas por diversos autores, tais como Root (1967), para quem guilda é um grupo de espécies que explora a mesma classe de recursos ambientais de modo similar, com padrões iguais ou parecidos de exploração de recursos. Andersen (1991, 1992) estudou grupos funcionais na Austrália, enquanto Delabie et al. (2000) e Silvestre (2000) estudaram guildas no Brasil. Para alguns autores estes conceitos são sinônimas. Guilda é um grupo de organismos, dentro de uma comunidade, que utiliza recursos iguais por terem nichos alimentares semelhantes (LOUZADA; SCHLINDWEIN, 1997). Grupos funcionais e guildas têm funcionado com sucesso em estudos para a comparação e compreensão de diferentes sistemas ou ambientes. Este modelo foi utilizado com sucesso no monitoramento de

áreas florestais por Lawton et al. (1998) e em diferentes métodos de utilização de solo por Bestelmeyer e Wiens (1996).

A diversidade de espécies de uma comunidade é determinada por vários fatores que operam em múltiplas escalas espaciais e temporais. Portanto, para se entender como é regulado o número de espécies em uma comunidade local é necessário avaliar tanto os processos que atuam em pequena escala (locais), quanto em média e grande escalas (regionais, históricos ou globais) (RICKLEFS, 1987). Nos ecossistemas terrestres, a diversidade de espécies de formigas aumenta com a complexidade estrutural do hábitat (HOLLOBLER; WILSON, 1990; FOWLER et al., 1991). Os sítios de nidificação, a área de forrageamento, a quantidade de alimento disponível e a interação competitiva entre as espécies foram fatores que influenciam esse aumento (FOLGARAIT, 1998; HOLLOBLER; WILSON, 1990; MORAIS; BENSON, 1988). Em ambientes tropicais, as florestas possuem um número de espécies bastante elevado, enquanto que nas formações vegetais mais homogêneas o número de espécies é mais reduzido (CASTRO et al., 1990; FOWLER et al., 1991; SILVA; BRANDÃO, 1999). As formigas são freqüentemente utilizadas para estudos sobre diversidade e comunidades, por ter a vantagem de serem organismos dominantes nos ecossistemas, tanto em riqueza quanto em número de indivíduos, além da facilidade de coleta e baixa mobilidade das populações (FOWLER et al., 1991). Matos et al. (1994) encontraram aumento da diversidade de formigas com o aumento da complexidade da vegetação e da serapilheira. Oliveira et al. (1995) também relataram que a variação na diversidade de formigas é influenciada pelas características do ambiente, verificando que quanto maior sua complexidade, maior a diversidade de espécies. Ramos et al. (2003a) apontaram que ecossistemas nativos preservam inúmeros elementos de diversidade da fauna e flora e que a atividade humana nestes ambientes interfere na manutenção da diversidade.

A riqueza de espécies de formigas não depende somente da complexidade dos ambientes estudados, como foi observado por Marinho et al. (2002). Segundo Majer et al. (1984), existe uma correlação entre a riqueza de espécies de formigas e a de plantas, ou seja, a recolonização de áreas por certas plantas é seguida pela recolonização de espécies de formigas.

Kempf (1953) citou *Paracryptocerus* como praga de cafeeiros. Le Pelley (1973) citou *Atta* e *Acromyrmex* como insetos praga de cafeeiros. Danos indiretos causados por *Wasmannia* foram observados em cafezais, na Colômbia, na Flórida, na Nova Caledônia e em Porto Rico, devido a proteção destas formigas a afídeos (ULLOA; CHERIX, 1988). Polania e Bolanos

(1985), em cafezais colombianos, observaram formigas do gênero *Paratrechina* atendendo a afídeos, predando insetos pragas e reduzindo áreas de forrageamento de *Atta*, *Solenopsis* e *Azteca*. Ibarra-Núñez et al. (2001) encontraram que 17,8% e 11,3% das presas de *Ectatomma ruidum* Roger e *E. tuberculatum* Olivier, respectivamente, eram insetos herbívoros de plantas de café na América Central. Armbrecht, Perfecto e Vandermeer (2004) apontaram que a riqueza de formigas é afetada pela intensificação do manejo dentro do cultivo de café e que devido a adaptações das formigas ao café a pleno sol (monocultivo), as espécies encontradas em vegetação arbórea foram especialmente afetadas e não eram mais registradas.

Roper (2005) apontou a importância da relação diversidade x estrutura arbórea presente no cultivo orgânico de café sombreado (policultivo) e observou que existe diferença na composição de fauna de formigas em sistemas sombreados e a pleno sol. Armbrecht e Perfecto (2003) evidenciaram uma importante relação entre a qualidade na produção do café e a preservação e manutenção da diversidade associada aos microhabitats, principalmente com relação às formigas que ocorrem espontaneamente em vegetação arbórea e que foram observadas também em cultivos orgânicos de café.

As formigas apresentam alta abundância e riqueza de espécies, além de possuírem táxons especializados, distribuição geográfica ampla, serem facilmente amostradas e separadas em morfoespécies e também por serem sensíveis às mudanças nas condições do ambiente (SILVA; BRANDÃO, 1999). A crescente intensificação do manejo do café afeta a diversidade de formigas presentes no solo ou nas plantas de café, diferentemente do que acontece com a abundância de formigas que tende a se manter ou até mesmo a aumentar podendo servir como um sistema modelo para investigar a interação entre a diversidade, a abundância e o ecossistema (DIAS, 2004; PHILPOTT; PERFECTO; VANDERMEE, 2006). As formigas foram citadas como polinizadoras em cultivos de café (PHILPOTT; UNO; MALDONADO, 2006), aumentando a produção de frutos e garantindo melhor produtividade para produtores de café. Segundo Vandermeer et al. (2002) as espécies de formigas do gênero *Azteca* têm grande potencial como predadoras de pragas dentro do cultivo orgânico de café. Armbrecht e Gallego (2007) apontam a importância de combinar o uso de formigas e outros agentes de controle biológico e estratégias de manejo na cultura do café, para se obter um efetivo programa de manejo integrado de pragas nesta cultura.

Borgmeier (1934) encontrou 23 gêneros de formicídeos em cafezais do Suriname. Leston (1973), em cafezais africanos, observou que *Atopogyne* ocupava, aproximadamente, 3/4 dos cafezais em uma plantação, e que *Oecophylla* e *Acantholepis* limitavam-se às bordas da cultura. Room (1975), em Papua, Nova Quiné, obteve 25 gêneros de Formicidae, em 30 amostragens de 10 min por 1 metro quadrado de solo em cafezal sombreado, onde a mirmecofauna do cafezal teve 37% de similaridade com a da floresta, e 48% de similaridade com a do cacau local. Rivera e Armbrrecht (2005) registraram, em cultivo orgânico de café, 22.983 indivíduos de formigas pertencentes a 115 morfoespécies, agrupadas em 44 gêneros de oito subfamílias existentes na região Neotropical, sendo 56 da subfamília Myrmicinae, 27 de Ponerinae, 14 de Formicinae, 8 de Dolichoderinae, 6 de Pseudomyrmecinae, 3 dentro de Ecitoninae e 1 só espécie da subfamília Cerapachyinae. As espécies mais abundantes encontradas foram os mirmicíneos com 63,6% do total de espécies capturadas, e os formicíneos com 22%. Ao nível de gênero, *Pheidole*, *Hypoponera*, *Pachycondyla*, *Solenopsis*, e *Gnamptogenys* foram representadas com 19, 8, 8, 7 e 7 espécies respectivamente.

Com relação à dominância de espécies em fazendas de café sob sistema agroecológico de cultivo na Costa Rica, Perfecto e Snelling (1995) observaram a dominância de duas espécies da família Formicidae (Hymenoptera), *Pheidole radoszkowskii* e *Solenopsis geminata*. Esta dominância também foi observada por Barbera et al. (2004) que apontaram *Solenopsis geminata* como a espécie dominante em todos os sistemas de cultivo de café, com exceção do sistema inteiramente orgânico, onde *Pheidole radoszkowskii* foi dominante. Informaram, ainda, que riqueza e diversidade das espécies de formigas foram mais elevadas no solo do que nas plantas de café.

2.3 Bioindicadores

O termo bioindicador, ou indicador biológico, surgiu na geobotânica e tem sido utilizado desde o século passado em diferentes áreas do conhecimento. Uma das definições mais aceitas é que um indicador biológico retrata facilmente estados bióticos e abióticos de um ambiente que derivam de qualquer alteração no hábitat, comunidade ou ecossistema, ou que ainda seja indicativo da diversidade de um subgrupo de taxa dentro de limitada área (LOZANO-ZAMBRANO et al., 2005). Louzada, Sanches e Schlindwein (2000) apontaram que

bioindicadores foram organismos vivos ou processos biológicos que podem avaliar perturbações associadas ao homem, de acordo com as respostas obtidas em ecossistemas que tenham sofrido alguma ação antrópica. Segundo Hilty & Merenlender (2000), os programas de monitoramento biológico baseiam-se na medida de riquezas de espécies e na estrutura trófica do ambiente. O grupo de invertebrados, particularmente os insetos, está entre os mais abundantes e bem sucedidos seres terrestres, o que os tornam excelentes indicadores ecológicos

O valor das formigas como indicadores da qualidade do solo e uso no monitoramento da sua sustentabilidade ainda não esteja claro (Lobry De Bruyn,1993), há um enorme potencial para utilização desses organismos como sistemas de alerta para a degradação das terras.

Algumas aplicações do conceito de formigas como bioindicadores foram apontadas por Majer (1983) e Wilson (1987), tais como fornecer dados para pesquisas, para o monitoramento da recuperação do ecossistema, e para determinar o grau de degradação do ecossistema, levando à melhor compreensão da composição de fauna e o status das áreas de conservação. O uso correto das formigas como bioindicadores, de acordo com Andersen (1997), deve ser através da soma dos resultados entre a pesquisa, o estudo da diversidade, da sistemática e da biologia evolucionária. Alonso (2000) descreveu que as formigas têm grande potencial para serem usadas como bioindicadores, pois sua abundância elevada, a facilidade de identificação taxonômica e a importância ecológica, fazem delas bioindicadores ideais, e indicam o uso de índices ecológicos como a riqueza de espécies de formigas ou da diversidade de espécies. Segundo Armbrrecht et al. (2004) o conjunto de espécies de formigas (Hymenoptera, Formicidae) não é somente a soma de seus mecanismos, componentes e partes, é aquela em que o contexto biológico é uma mistura de espécies que adquire características e que não foram explicadas pela soma das características de cada espécie individualmente.

Formigas foram utilizadas como bioindicadores eficazes principalmente devido à grande abundância, diversidade, importância ecológica em todos os níveis tróficos, facilidade com que foram capturadas e sensibilidade a alterações do ambiente (MAJER, 1983; GREENSLADE; GREENSLADE, 1984), além de constituírem colônias fixas. Importantes na formação do solo as formigas ainda possuem mudanças correlacionadas aos padrões de sucessão vegetal, o que torna ainda mais evidente sua importância nos estudos de um habitat em fase de reabilitação (Fowler 1998).

Na Europa e na Austrália, as formigas já foram utilizadas como indicadores de impactos do ambiente (PUSZKAR, 1979, 1980). No Brasil, a mirmecofauna foi utilizada principalmente como bioindicadora em estudos de reabilitação de minas de bauxita (MAJER, 1992, 1996), determinar efeitos de fragmentação na floresta amazônica (CARVALHO; VASCONCELOS, 1999; VASCONCELOS, 1999; VASCONCELOS et al., 2001), avaliar o impacto de práticas silviculturais em reflorestamento de eucalipto e como bioindicadores do uso de ambientes agrários e naturais (RAMOS et al., 2003a), entre outros trabalhos que vem sendo realizados ou que já mostram as aplicações das formigas como bioindicadoras no Brasil.

Estudos em áreas com e sem distúrbios, demonstraram que a riqueza de espécies foi alta nos ambientes sem distúrbios e baixa nas demais áreas amostradas (KING et al., 1998). Segundo Delabie (1999), as comunidades de formigas foram altamente instáveis e submetidas constantemente a uma pressão de colonização dos habitats que ocupam e de substituição de seus membros por espécies oportunistas ou mais competitivas.

O uso de formigas como bioindicadoras, assim como de qualquer outro organismo, requer um prévio conhecimento dos fatores ecológicos determinados da estrutura e composição de suas comunidades (ANDERSEN, 1997). O biomonitoramento visa a conservação dos habitats e o manejo correto dos recursos naturais, onde a simples presença ou ausência de uma população pode servir como parâmetro a ser avaliado (Oliveira et al., 2001).

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Descrição das Áreas

Os experimentos foram desenvolvidos em área de plantio do sistema de cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*), em dois períodos distintos do ano: chuvoso (fevereiro/2008) e seco (julho/2008), em Dois Córregos (Latitude: 22° 21' 58".2 S; Longitude: 48° 22' 49".7 O, altitude de 673 metros) (Figura 1). O nome da propriedade onde foi realizado o estudo não foi mencionado a pedido do proprietário, pois como esta é uma fazenda orgânica alguns resultados e subseqüentes comentários poderiam afetar sua certificação. Esta propriedade se encontra cercada por lavouras de cana de açúcar e está próxima a sede.



Figura 1 - Município de Dois Córregos, São Paulo, Brasil

A fazenda tem como principal produto agrícola o café orgânico e este é certificado (o nome da certificadora também não será mencionado em respeito a empresa certificadora) dentro das normas reguladoras. A espécie de café plantada foi *Coffea arabica*, das variedades Catuaí, Catuaí vermelho e amarelo e Obatã. A principal variedade nas áreas de estudo é a Obatã. O cafezal a pleno sol (monocultivo) e o sombreado (policultivo) estão plantados. No café sombreado foram encontradas árvores da família Euphorbiaceae (*Hevea brasiliensis* Muell.), as seringueiras, que fornecem sombra para as plantas de café, além do segundo produto agrícola da propriedade, a borracha. No café a pleno sol ocorrem somente as plantas de café e ervas daninhas

das ruas entre as linhas. As árvores utilizadas na borda foram as da espécie *Eugenia jambolana* (jamelão), que protegem, em parte, o efeito de borda e a pressão da lavoura de cana que se encontra no entorno.

2.4.2 Metodologia de Coleta

Foi utilizada uma parcela de 1 hectare para cada um dos diferentes sistemas estudados (sombreado e a pleno sol). Dentro deste hectare foram utilizadas três metodologias para maximizar as coletas de formigas de acordo com “Ant Leaf Litter (ALL) protocol” estipulado por Agosti e Alonso (2000). Foram usadas em conjunto as Armadilhas do tipo Winkler, armadilhas de solo (“pitfall”) e a coleta manual de formigas em cada área. As armadilhas do tipo Winkler foram utilizadas de acordo com a metodologia de coleta de serapilheira de Bestelmeyer et al. (2000), apenas com uma modificação em que a distância de cada coleta passa de 50m para 15m, devido às pequenas áreas em que foram plantados os cultivos de café orgânico, que muitas vezes não ultrapassam dois hectares de área contínua. Desta forma utilizou-se uma distância de 10 metros entre cada ponto de coleta ao longo da linha de café, sendo coletadas 15 amostras ao longo da linha, e uma segunda linha de coleta onde foram coletadas mais 15 amostras a uma distância de 50 metros da primeira linha na mesma área, totalizando 30 coletas por área amostrada (Figura 2).

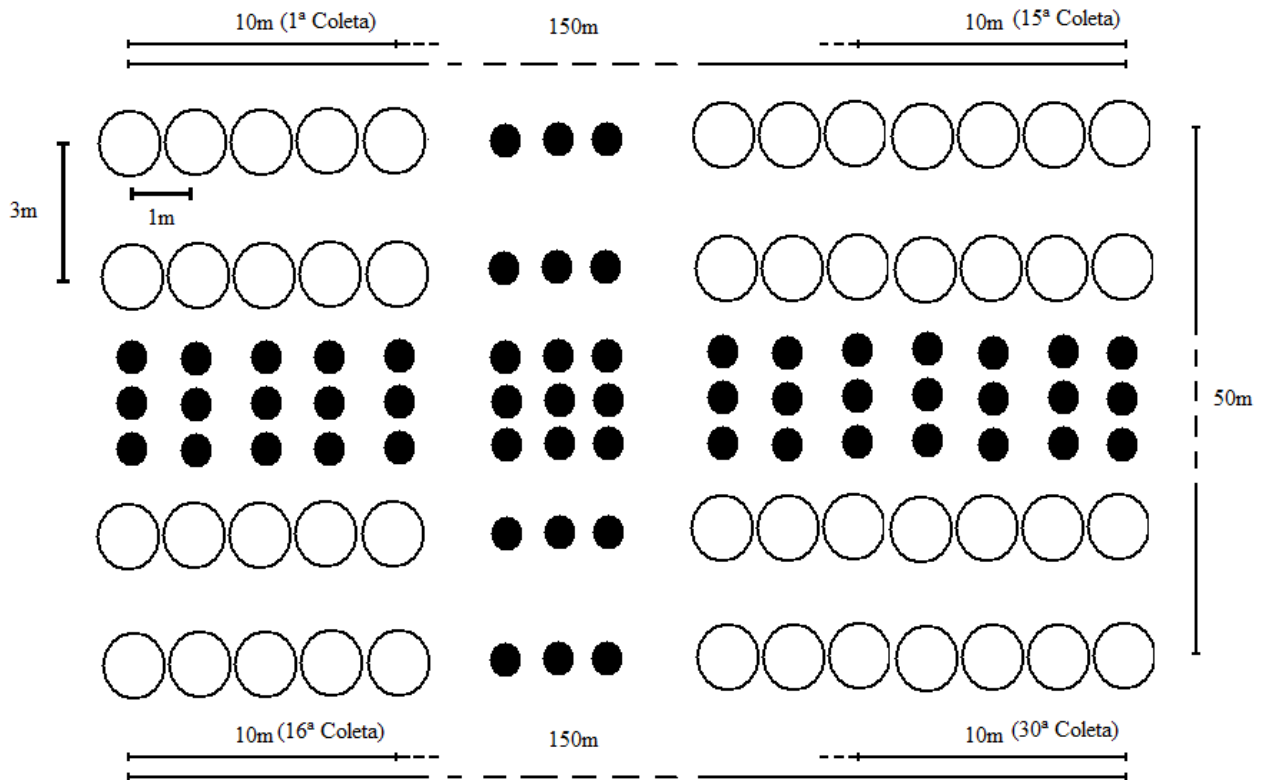


Figura 2 - Área de coleta das amostras para as armadilhas do tipo “mini-Winkler”, para o café sombreado e a pleno sol

Cada local de amostragem ficava a 20 metros da borda para coletar as amostras, tentando assim minimizar o efeito de borda. A partir do primeiro ponto foi traçado um transecto, dentro do hectare, onde os pontos foram marcados para que as demais coletas acompanhassem os mesmos pontos de coleta. Este material foi levado para o laboratório e colocado dentro das “mini-Winklers” (Figura 3), onde permaneceu por até 48h. O material extraído após as 48 horas foi triado no laboratório de Entomologia Florestal, do Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP.

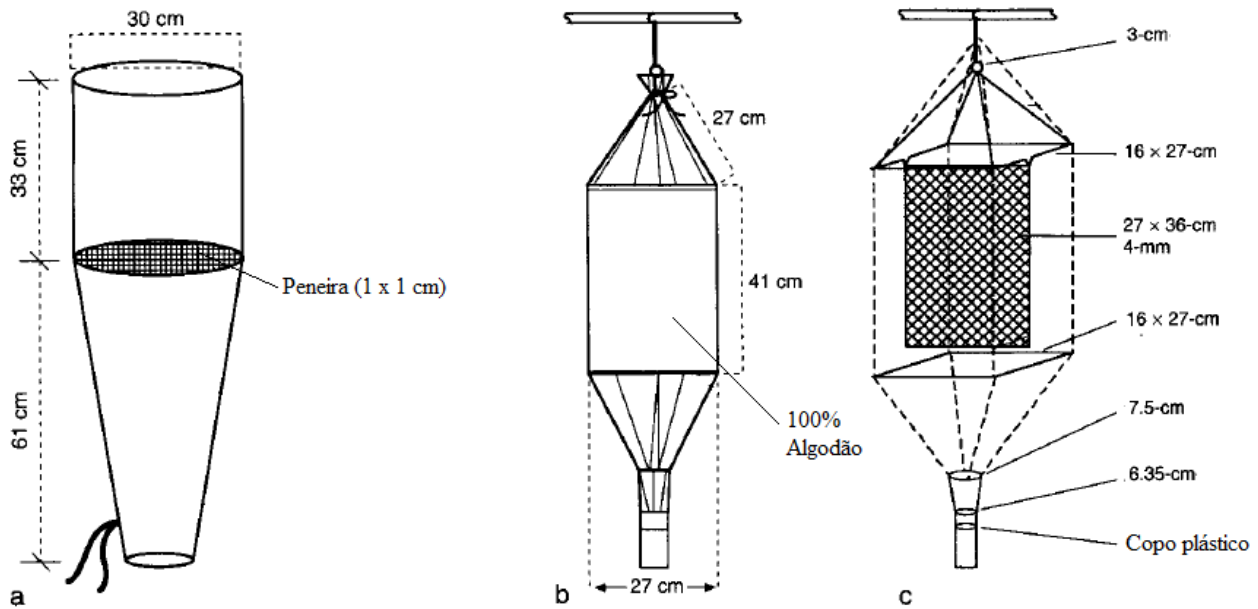


Figura 3 - (a) reconstituição da peneira para serrapilheira, (b) dimensões externas da “mini-Winkler” e (c) reconstituição interna da “mini-Winkler” (adaptado de Delabie 2000)

Na segunda parte de coleta foram utilizadas armadilhas de solo (“pitfalls”), com as armadilhas espaçadas de dez metros entre si, entre as linhas e as ruas da cultura do café (Figura 4). Em cada sistema (policultivo e monocultivo) foram instaladas 25 armadilhas, totalizando 50 armadilhas por coleta.

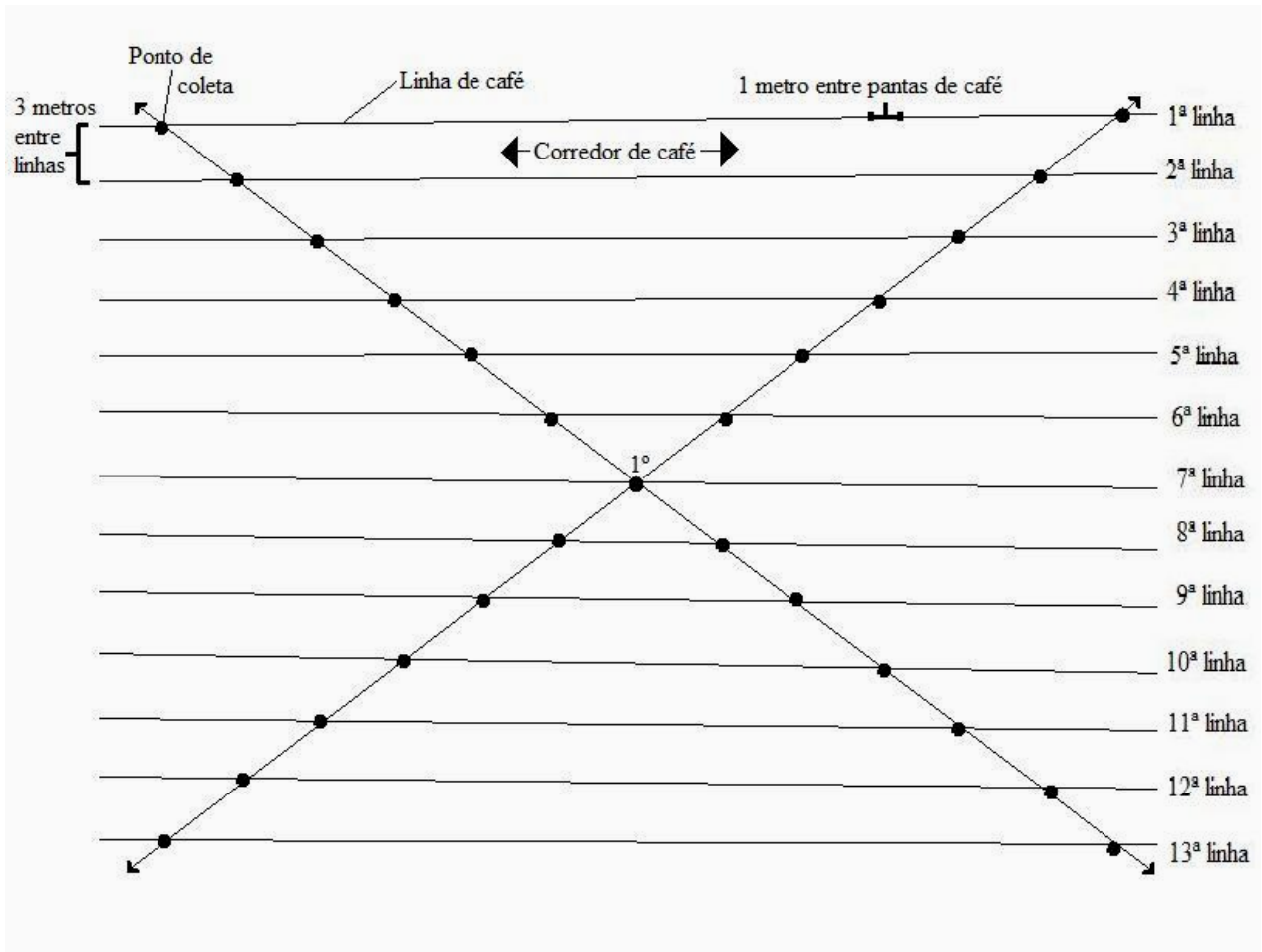


Figura 4 - Esquema da coleta para as armadilhas do tipo “Pitfall” utilizada durante o período de estudo, coleta I e coleta II, no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Estas armadilhas consistem de potes plásticos circulares de 15 cm de diâmetro por 10 cm de altura, sendo no interior colocada uma solução de álcool 70% e 1ml de detergente para a quebra da tensão superficial da lâmina formada dentro da armadilha e facilitar a coleta das formigas, completados com água até alcançar o conteúdo de 300 ml em cada armadilha (Figura 5). As tampas dos potes plásticos foram suspensas por palitos de madeira de modo a formar uma proteção contra chuvas e entrada de detritos na armadilha. Estes permaneceram durante 48 horas no campo. Após este período foram retiradas, tampadas e então levadas ao laboratório.

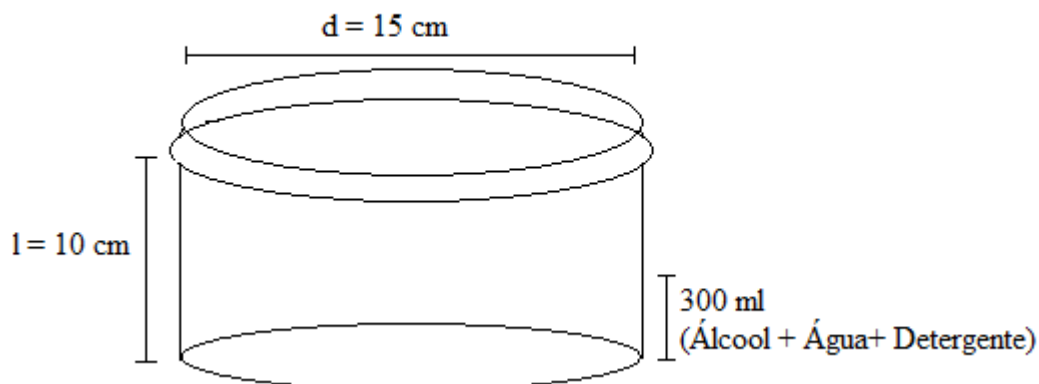


Figura 5 - Armadilha de solo do tipo “Pitfall” utilizada durante o período de estudo, coleta I (chuvas, 08 a 10 03/2008) e coleta II (seca, 11 a 13 08/2008), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

2.4.3 Identificação do Material

O material coletado foi levado ao laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP para triagem, montagem, etiquetagem e posterior identificação das espécies. A identificação das formigas ao nível de gênero foi realizada com o uso da chave entomológica de Loureiro (1990), Bolton (1994) e Baccaro (2006). Para a identificação das espécies de formigas e confirmação dos gêneros identificados contou-se com a colaboração da Professora Dra. Maria Santana de Castro Morini professora da Universidade de Mogi das Cruzes e do Professor Dr. Carlos Roberto Ferreira Brandão, curador do Museu de Zoologia da USP, do setor de mirmecologia. As formigas foram quantificadas em números totais de indivíduos coletados, para cada uma das espécies observadas. O material identificado até o nível de morfoespécie foi armazenado na coleção da Universidade de Mogi das Cruzes, na Área de Ciências da Saúde, do Núcleo de Ciências Ambientais, no Laboratório de Mirmecologia, para posterior indexação na coleção do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo em São Paulo, Himenópteros (formigas, abelhas, vespas): Sistemática, evolução e biologia de Hymenoptera. As morfoespécies encontradas neste trabalho foram descritas morfológicamente de acordo com suas principais características.

2.4.4 Estatística

Os dados obtidos foram avaliados a partir das seguintes metodologias: A) diversidade (H'); B) equitabilidade (J); C) dominância (D); D) constância (C); (E) frequência (f); (F) Número de espécies por ambiente; (G) Número espécies “singletons” (espécies que aparecem uma vez, sendo aparentemente raras) e “doubletons” (espécies que aparecem duas vezes); (H) Curva de acumulação e (I) Análise de agrupamento (“Cluster analysis”). Para as análises dos dados, foram utilizados os seguintes softwares: *Quantitative Analysis in Ecology* incluído em BROWER et al. (1997), *Biodiversity Pro* (1997) e *Planilha de Cálculo do Open Office.org 1.1* (Sun Microsystem, 2003). Foram ainda utilizadas para análise as bibliografias de SILVEIRA NETO (1976) e ZAR (1999).

A. Diversidade (H'):

Segundo BROWER et al. (1997), o Índice de Shanon- Wiener é apropriado para o cálculo da diversidade, quando se tem amostras aleatórias de espécies dentro de uma comunidade ou sub-comunidade de interesse, e foi estimado através da seguinte equação:

$$H' = -\sum p_i \times \log p_i$$

Onde, p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados.

B. Equitabilidade (J):

A equitabilidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Essa medida compara o índice de Shanon-Wiener (H') obtido com a distribuição de espécies observadas (BROWER et al. 1997). A equitabilidade J foi obtida pela equação:

$$J = H' / \log.s$$

Onde H' = índice de Shanon-Wiener e s = número de espécies amostradas.

C. Índice de Simpson (D):

De acordo com este índice, a probabilidade de dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade pertencerem à mesma espécie foi dada por:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Onde p_i é a proporção da espécie i na comunidade, e S é o número de espécies.

Uma vez que quando D aumenta a diversidade diminui, para converter essa probabilidade a uma medida de diversidade, o índice é expresso como $1/D$.

C. Dominância (d):

Para o cálculo da dominância das espécies. Foi utilizado o índice de BERGER & PARKER (1970):

$$d = N \max / Nt$$

Onde N_{max} = Número de indivíduos da espécie mais abundante e Nt é o número total de indivíduos da amostra.

D. Constância (C):

Para análise de constância utilizou-se a classificação de BODENHEIMER (1955), citada por SILVEIRA NETO (1976):

1. Espécies constantes (W): estão presentes em mais de 50% dos levantamentos realizados;
2. Espécies acessórias (Y): estão presentes entre 25 e 50% dos levantamentos realizados;
3. Espécies acidentais (Z): estão presentes em menos de 25% dos levantamentos realizados;

Para o cálculo de constância utilizou-se a seguinte equação:

$$C = p \times 100 / N$$

Onde: p = número de levantamentos contendo a espécie estudada e N = número total de levantamentos. O programa estatístico empregado será o Office 2003.

E. Frequência (f):

A frequência se refere a proporção do número de indivíduos da espécie estudada em relação ao número total de indivíduos verificados no estudo. O cálculo foi realizado através da seguinte equação:

$$f = \frac{n_i}{N_T} \times 100$$

Onde: n_i = número total de indivíduos da espécie estudada e N_T = número total de indivíduos de todas as espécies estudadas.

F. Número de espécies por ambiente

A avaliação do número de espécies por ambiente, os dados foram analisados com o auxílio do programa Biodiversity Pro (1997)

G. Número espécies “singletons” e “doubletons”

A avaliação do número das espécies “singletons” (espécies que apareceram uma única vez) e “doubletons” (espécies que apareceram duas vezes). O programa estatístico empregado será o BioDiversity Pro (1997).

H. Curva de acumulação

A curva de acumulação da abundância de espécimes e das espécies de formigas à medida que se aumenta o esforço amostral tem se um maior número de indivíduos. O programa estatístico empregado foi o Office 2003.

\

I. Análise de agrupamento (“Cluster analysis”)

Para avaliação da similaridade entre cada ambiente amostrado foi realizada a análise de agrupamento (Dendograma de similaridade). O programa estatístico utilizado foi o BioDiversity Pro (1997).

2.5 Resultados e Discussão

2.5.1 Mirmecofauna

No período de estudo foram coletados 7101 espécimes de formigas, distribuídas em 38 espécies, 17 gêneros e 6 subfamílias (Tabela 1). Bolton (2003) classificou as formigas em 21 subfamílias, sendo que 14 ocorrem na região Neotropical. Divididos da seguinte forma para cada ambiente estudado para coleta I (chuvas): 26 (sombra/“Pitfall”), 23 (pleno sol/“Pitfall”), 7 (sombra/“Winkler”) e 12 (pleno sol/“Winkler”) e na coleta II (seca): 20 (sombra/“Pitfall”), 23 (pleno sol/“Pitfall”), 7 (sombra/“Winkler”) e 13 (pleno sol/“Winkler”). A média de espécies coletadas por ambiente foi de 18,13. Perfecto & Vandermeer (2002) encontraram maior riqueza de formigas em cultivo orgânico de café do que em cultivo moderno com o uso de agrotóxicos e adubos químicos, o que condiz com os resultados encontrados neste trabalho, quando comparado a outros estudos em áreas de cultivo moderno. É importante entender que em outros países da America Latina o cultivo tradicional é aquele realizado da forma mais natural sem o uso de nenhum composto químico, enquanto que no Brasil este termo se refere a cultivos de monocultivo utilizando-se agrotóxicos e adubos químicos, assim estes foram considerados cultivos modernos para que o texto seja melhor interpretado.

Tabela 1 - Espécies e morfoespécies de formigas encontradas (x) nos diferentes ambientes amostrados em café orgânico. Durante o período de estudo, coleta I e coleta II, no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Ambientes Amostrados

Subfamília/Espécies	Coleta I				Coleta II			
	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)
Myrmicinae								
<i>Atta sexdens</i>	x							
<i>Cardycondyla emeryi</i>	x	x			x	x		
<i>Crematogaster acuta</i>	x	x						
<i>Mycocepurus goeldii</i>	x	x	x		x	x		
<i>Mycetarotes parallelus</i>	x				x			
<i>Pheidole</i> sp.42	x	x			x	x		x
<i>Pheidole</i> sp.35	x	x						
<i>Pheidole</i> sp.30	x	x			x	x		
<i>Pheidole</i> sp.28	x	x	x	x	x	x		x
<i>Pheidole</i> sp.27	x							
<i>Pheidole</i> sp.22	x	x						
<i>Pheidole</i> sp.2	x	x		x	x	x		x
<i>Solenopsis</i> sp.3				x			x	x
<i>Solenopsis</i> sp.2	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis invicta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys</i> sp.2		x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys</i> sp.1				x				
Formicinae								
<i>Camponotus lespesii</i>	x					x		
<i>Camponotus crassus</i>	x	x			x	x		x
<i>Camponotus</i> sp.4		x				x		
<i>Camponotus melanoticus</i>		x			x	x		
<i>Camponotus</i> sp.1	x				x			
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	x	x			x	x		x
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Brachymyrmex micromegas</i>						x		
<i>Brachymyrmex</i> sp.1						x		

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler) (Continua...)

Tabela 1 - Espécies e morfoespécies de formigas encontradas (x) nos diferentes ambientes amostrados em café orgânico. Durante o período de estudo, coleta I e coleta II, no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP (Continuação...)

Subfamília/Espécies	Ambientes Amostrados							
	Coleta I				Coleta II			
	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)
Dolichoderinae								
<i>Dorymyrmex atticanis</i>	x	x		x	x	x		x
<i>Linepithema fuscum</i>	x	x				x		
<i>Linepithema humile</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
Ponerinae								
<i>Pachycondyla harpese</i>	x	x	x	x		x		x
<i>Pachycondyla striata</i>				x				
<i>Odonthomacrus chelififer</i>	x	x			x	x		
<i>Odonthomacrus bauri</i>	x							
<i>Anochetus</i> sp.1				x				
Ectatomminae								
<i>Gnamptogenys striatula</i>	x	x					x	
Pseudomyrmecinae								
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>					x			

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler)

As morfoespécies podem ser encontradas para comparação na coleção de mirmecologia da Universidade de Mogi das Cruzes, sob os cuidados da Professora e curadora da coleção Dra. Maria Santana de Castro Morini.

As formigas do gênero *Pheidole* foram identificadas principalmente pelos soldados, mas como estes não foram tão ativos quanto as operárias, não foi possível coletá-los para todas as morfoespécies, assim a identificação morfológica dos indivíduos deste gênero foi realizado através das operárias de *Pheidole*.

O número de espécies encontradas neste trabalho foi o dobro do que foi encontrado em café por Barbera et al. (2004) que observaram em diferentes sistemas de produção de café 19 espécies. Em estudos na Mata do Cipó e em dois agroecossistemas de café e eucalipto na Bahia,

Brito et al. (2007) observaram na área de café 34 espécies, número próximo do encontrado neste estudo.

Os gêneros mais ricos em espécies foram *Pheidole* com sete morfoespécies, *Camponotus* com três espécies e duas morfoespécies, *Brachymyrmex* com uma espécie e três morfoespécies, *Solenopsis* com uma espécie e duas morfoespécies e *Odonthomacrus* e *Linepithema* com duas espécies cada. O gênero *Dorymyrmex* foi predominante em quase todos os ambientes, principalmente onde foram realizadas as coletas com armadilha de solo (“Pitfall”); já para as armadilhas do tipo “Winkler” o gênero *Solenopsis* foi o que apresentou os melhores resultados.

A subfamília com o maior número de táxons foi Myrmicinae, com nove gêneros e 23 espécies, onde foram observadas também o maior número de espécimes coletados, mas estes resultados estão abaixo dos encontrados por Castro e Queiroz (1987), Oliveira e Della Lucia (1992) e Ramos et al. (2003a). Segundo Fowler et al. (1991) este grupo foi um dos mais diversificados em relação ao hábitat para nidificação e hábitos alimentares. O estado atual de conhecimento sobre a taxonomia é desigual entre as tribos que a compõe, sendo o trabalho de Kugler (1978) o único que estuda este grupo pela presença do ferrão.

A subfamília Formicidae contou com dois gêneros e nove espécies, sendo este o segundo grupo mais representativo em relação ao número de espécies em relação aos demais gêneros.

A subfamília Dolichoderinae apresentou dois gêneros e três espécies. Os gêneros *Dorymyrmex* e *Linepithema* pertencem ao grupo de formigas onívoras, dominantes de solo ou serapilheira (Delabie et al., 2000). Esta subfamília também pode ser encontrada com facilidade em áreas urbanas, onde possui o comportamento de nidificação de diversos ninhos interligados entre si. Entre formigas desta subfamília, a espécie que mais se destaca e que foi encontrada neste estudo foi *Linepithema humile*, a formiga argentina, invasora de diversos ambientes principalmente na Europa, Estados Unidos e Austrália, pois interferem nas atividades de outras formigas atrapalhando a germinação e o desenvolvimento de diversas plantas nativas (BOND; SLINGSBY, 1984; SUAREZ; HOLWAY; CASE, 2001; HOLWAY et al., 2002). E por serem formigas agressivas nos ambientes em que se instalam podem monopolizar fontes alimentares de diversas formigas nativas pela alta capacidade de recrutamento que esta espécie possui (MAJER, 1994; GÓMEZ; OLIVEIRA, 2002; TOUTAMA; OGATA; SUGIYAMA, 2003). Em áreas urbanas se instalam em vários locais, sendo que o mais perigoso é em hospitais, já que elas

podem se instalar praticamente em qualquer local de um prédio (WARD, 1987; ROBINSON, 1996).

Dorymyrmex atticanis foi a espécie com maior número de espécimes coletados ao longo de todo o estudo com 2683 indivíduos (37,81% do total de 7101). De acordo com Kamura et al. (2007) *D. atticanis* foi uma espécie de formiga encontrada em áreas urbanas.

O elevado número de formigas do gênero *Dorymyrmex* contrasta com o apresentado por Sant'ana et al. (2008) que relataram um pequeno número de indivíduos deste gênero.

Os resultados observados neste estudo corroboram com o de outros trabalhos onde o gênero *Pheidole* foi predominante no número de espécies em relação aos demais gêneros (MAJER; DELABIE, 1994; VERHAAGH; ROSCISZEWSKI, 1994; SANTOS; MARQUES, 1996; SOARES et al., 1998; MARINHO et al., 2002). Este gênero se encontra entre um dos mais bem distribuídos pelo mundo, principalmente na região Neotropical, onde ocorrem em maior número (HOLDOBLER; WILSON, 1990), apresentando mais de 600 espécies (WILSON, 2003). Este grupo se destaca pelo eficiente recrutamento, o que lhe permite dominar os recursos e excluir a maioria das outras espécies de formigas (FOWLER, 1993), apesar deste grupo apresentar mais espécies que os demais gêneros neste estudo, este gênero não apresentou um número elevado de indivíduos por espécie, mas se destaca quando foi agrupado, chegando a 3066 indivíduos (43,17% do total de 7101). Este ainda foi considerado um gênero não especialista, mas altamente competitivo (SUD; FRANKS, 1987). Isto se deve porque, de acordo com Futuyama (1986), a velocidade de recrutamento em espécies menores deve ocorrer com melhor eficiência do que em formigas maiores.

O gênero *Solenopsis* foi extremamente abundante, possuindo mais de 90 espécies descritas na região Neotropical e foi composto por espécies cosmopolitas de hábito alimentar variado (GONÇALVES; NUNES, 1984; ANDERSEN, 1991; BRANDÃO, 1999). São formigas muito agressivas na utilização dos recursos alimentares, sendo frequentemente observadas tanto em ambientes agrícolas como em nativo (DELABIE; FOWLER, 1995). Fowler et al. (1991) informaram que estas formigas podem passar longos períodos de escassez de alimento e competir com outras formigas por apresentarem recrutamento em massa.

Apesar do gênero *Camponotus* não ter sido observado em abundância neste trabalho como em outros estudos taxonômicos (BONNET; LOPES, 1993), este grupo tem várias espécies onívoras, presentes em plantas tropicais e no solo, possuindo alta capacidade de invasão e

adaptação (WILSON, 1976). As espécies são predominantemente noturnas (OLIVEIRA; BRANDÃO, 1991), o que não poderia ter interferido na coleta já que a armadilha de solo se encontrou em campo por 48 h, outros fatores poderiam influenciar a coleta de espécies deste gênero, como a alta incidência de formigas do gênero *Dorymyrmex*.

O gênero *Brachymyrmex* foi coletado durante todo o estudo em todos os ambientes de coleta com o uso dos dois tipos de armadilhas utilizados, principalmente *Brachymyrmex* sp.2, sendo este um resultado esperado, pois segundo Delabie et al. (2000) este gênero forrageia no solo ou na serapilheira.

As espécies do gênero *Odonthomacrus* se encaixam na guilda de predadoras generalistas; foram observadas duas espécies, sendo que uma delas, *Odonthomacrus bauri*, pode ser observada ativamente também em ambientes urbanos, podendo causar sérios riscos às pessoas devido a sua picada dolorida.

Dentre os gêneros que apresentam somente uma espécie se encontram *Atta*, *Anochetus*, *Cardyocondyla*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Myceratotes*, *Mycocepurus* e *Pseudomyrmex*. Isto pode ter ocorrido devido a metodologia de amostragem, apesar de terem sido utilizados dois tipos de armadilhas. O gênero *Atta* é considerado praga dos agroecossistemas de café e de diversos outros agroecossistemas (LE PELLEY, 1968; MARICONI, 1970), e apresentou um baixo índice de incidência na área de estudo. As demais espécies podem apresentar comportamentos de nidificação, forrageamento e predação que levem ao baixo número de indivíduos por coleta. Um exemplo deste comportamento foi a constatação de *Crematogaster* em associação com *Coccus viridis* (Hemiptera Sternorrhyncha, Coccoidae) nas folhas e ramos de café em campo durante a instalação das armadilhas. A subfamília *Pseudomyrmex* não foi expressiva neste estudo, pois só apresentou um indivíduo em toda a coleta, isto se deve de acordo com Brandão et al. (1999) por este ser um grupo encontrado principalmente em ambientes naturais.

2.5.2. Ambientes Coletados

Foram observadas na primeira coleta, na época das chuvas, utilizando-se armadilhas do tipo pitfall na área de café orgânico a pleno sol, um total de 2312 espécimes, com 718 do gênero *Dorymyrmex* e 1319 do gênero *Pheidole*, sendo este ponto amostral o que obteve a maior

abundância. Na área sombreada foram observados 1575 espécimes sendo que dentre estes novamente se destacam o gênero *Dorymyrmex* com 894 espécimes e o gênero *Pheidole* com 508. Esta foi a coleta que teve o maior número de espécimes durante o período de estudo. Na primeira coleta utilizando-se armadilhas do tipo mini-“Winkler” na área a pleno sol foram observados 43 espécimes e na área sombreada 31, o gênero mais representativo foi o *Solenopsis* com 18 espécimes. Este valores obtidos nas coletas com armadilhas do tipo “Winkler” poderiam ter sido melhores. Provavelmente a falta de diversidade vegetal pode ter influenciado neste resultado, além do manejo de limpeza da saia (parte inferior da planta de café), que pode interferir na nidificação de espécies de formigas que necessitam deste material orgânico (serapilheira) para nidificar.

Para a segunda coleta, na época de seca, com armadilhas do tipo pitfall na área de café orgânico a pleno sol, foram observados 1954 espécimes sendo que destes 814 foram da espécie *Dorymyrmex* e 623 do gênero *Pheidole*. Na área sombreada foram observados 995 espécimes sendo 257 do gênero *Dorimyrme*x e 571 do gênero *Pheidole*. Na segunda coleta, utilizando-se armadilhas do tipo mini-“Winkler” na área a pleno sol, foram observados 66 espécimes e na área sombreada 125 espécimes. Nas duas áreas o gênero *Solenopsis* apresentou o maior número de espécimes (97). Novamente, nesta coleta, pode ser observada a discrepância entre os dados obtidos entre as coletas com “Pitfall” e “Winkler” (Tabela 2).

Tabela 2 - Número total de espécimes de formigas coletadas durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Data da I Coleta: 08 a 10 03/2008 (Chuvas)	Total de espécimes	Data da II Coleta: 11 a 13 08/2008 (Seca)	Total de espécimes
Sombreado “Pitfall”	1575	Sombreado “Pitfall”	995
Pleno Sol “Pitfall”	2312	Pleno Sol “Pitfall”	1954
Sombreado “Winkler”	43	Sombreado “Winkler”	125
Pleno Sol “Winkler”	31	Pleno Sol “Winkler”	66
Total	3961	Total	3140

Análise de agrupamento

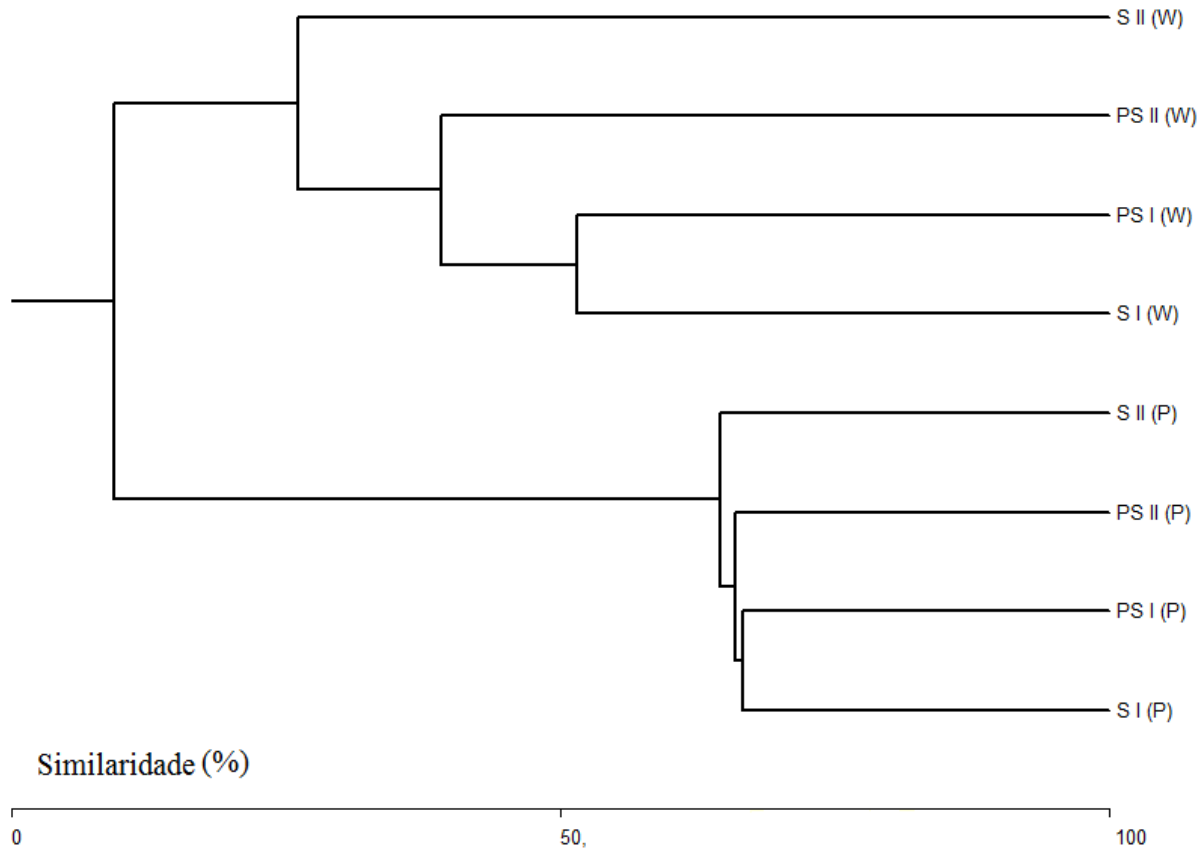


Figura 6 - Dendrograma de similaridade para as oito amostras, durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP. S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler)

Como pode ser observado (Figura 6) há dois grupos distintos obtidos pelas metodologias de coleta, sendo que existe maior similaridade entre o grupo formado pelas armadilhas de solo do tipo “Pitfall”. Existe uma diferença entre as metodologias de coleta em que as formigas em que foram registrados os melhores resultados foram diferentes dentro da “Pitfall” e das “Winklers”. Os principais grupos de formigas observados nas armadilhas de solo do tipo “Pitfall” foram *Dorymyrmex* e *Pheidole* e para armadilhas do tipo “Winkler” foi *Solenopsis*.

Dentro de cada grande grupo pode ser observada a similaridade que ocorre entre eles sendo constatada maior igualdade entre as amostras das armadilhas de solo do tipo “Pitfall”. Em estudos na savana africana Parr e Chown (2001) verificaram que ao usarem somente armadilhas do tipo “Pitfall” estas foram mais eficientes, produtivas e consistentes que armadilhas do tipo “Winkler”.

O que pode explicar a maior incidência de fomigas dos gêneros *Dorymyrmex* e *Solenopsis* é o fato destes serem grupos de formigas predadoras generalistas. Mesmo o gênero *Pheidole* estando dividido em mais espécies, que os demais gêneros, este também tem sua importância ecológica, pois a soma de todas as espécies evidencia para este gênero o elevado número de indivíduos como pode ser observado na primeira coleta, pois estes ambientes não foram ricos na sua composição vegetal quanto outros ambientes como matas.

Apesar da armadilha do tipo “Winkler” não ter apresentado bons resultados neste trabalho este tipo de coleta foi satisfatório em vários outros estudos, como pode ser constatado no trabalho de Santos et al. (2006) onde pode ser observada a coleta de até 142 espécies. Isto indica a eficiência desta armadilha. Um dos fatos que pode ter atrapalhado a coleta foi a falta de experiência no manuseio desta armadilha ao longo deste estudo, mas que mesmo assim foi através desta armadilha que se pode constatar a presença de duas morfoespécies *Anochetus* sp.1 e *Solenopsis* sp.3 que não foram encontradas nas armadilhas do tipo “Pitfall”.

2.5.3 Frequência e Constância

Dentre as espécies de formigas já identificadas e observadas no decorrer do estudo as que tiveram maior frequência média em todos os ambientes amostrados foram *Dorymyrmex atticanis*, *Pheidole* sp.42, *Pheidole* sp.28 e *Solenopsis* sp.2 (respectivamente 19,60%, 14,98%, 11,72% e 9,04%). Registrou-se as frequências de todas as espécies estudadas em cada ambiente amostrado (Tabela 2). As únicas espécies que foram frequentes em todas as amostras foram *Linepithema humile*, *Brachymyrmex* sp.2, *Solenopsis* sp.2 e *Solenopsis invicta* (Tabela 3). Nas armadilhas de solo (“Pitfall”) o melhor resultado foi da espécie *D. atticanis* (56,76%, na área sombreada durante a primeira coleta), seguida da espécie *Pheidole* sp.42 (43,42%, na área sombreada durante a segunda coleta), enquanto que para as armadilhas do tipo “Winkler” a espécie com melhor resultado foi *Solenopsis* sp.2 (40,80%, na área sombreada durante a segunda coleta) e *Solenopsis* sp.3 (34,88%, na área a pleno sol durante a primeira coleta).

Algumas espécies ocorreram somente uma vez em apenas uma coleta, como exemplo *Pseudomyrmex* sp.1 (Tabela 3), foi encontrado somente um exemplar na coleta II (na área sombreada/“Pitfall”).

Tabela 3 - Frequência (%) das espécies coletadas durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Espécies	Ambientes Amostrados							
	Coleta I				Coleta II			
	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)
<i>Atta sexdens</i>	1.46							
<i>Dorymyrmex atticanis</i>	56.76	31.06		2.33	25.83	41.66		
<i>Pheidole</i> sp.42	5.78	15.61			43.32	23.34		31.82
<i>Pheidole</i> sp.38	0.63				1.81	1.28		
<i>Pheidole</i> sp.35	2.60	0.74						
<i>Pheidole</i> sp.30	4.38	3.59			1.51	1.64		
<i>Pheidole</i> sp.28	8.00	29.37	35.48	13.95	1.41	2.51		3.03
<i>Pheidole</i> sp.27	0.38							
<i>Pheidole</i> sp.22	0.95	1.64						
<i>Pheidole</i> sp.2	13.22	7,62		6.68	9.35	3.12		3.03
<i>Camponotus lespesii</i>	0.19					0.20		
<i>Camponotus crassus</i>	0.13	0.35			0.10	0.10		16.67
<i>Camponotus</i> sp.4		0.17				0.05		
<i>Camponotus melanoticus</i>		0.17			0.10	0.10		
<i>Camponotus</i> sp.1	0.13				0.10			
<i>Linepithema humile</i>	1.21	0.95	6.45	4.65	0.90	1.48	0.80	4.55
<i>Linepithema fuscum</i>	0.19	0.52				0.05		
<i>Crematogaster acuta</i>	0.06	0.30						
<i>Cardycondyla emeryi</i>	0.63	3.50			0.20	0.41		
<i>Brachymyrmex micromegas</i>	2.35	3.42			4.72	5.32		3.03
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	1.65	1.21	6.45	4.65	1.61	1.54	1.60	7.58
<i>Brachymyrmex</i> sp.4						1.69		
<i>Brachymyrmex</i> sp.1						1.43		
<i>Pachycondyla striata</i>				2.33				
<i>Pachycondyla harpese</i>	0.25	0.13	3.23	2.33		0.05		1.52
<i>Odonthomacrus chelifer</i>	0.06	0.43			0.20	0.26		
<i>Odonthomacrus bauri</i>	0.32							
<i>Anochetus</i> sp.1				2.33				
<i>Gnamptogenys striatula</i>	0.25	0.17					2.40	
<i>Mycocarpus goeldii</i>	0.44	0.09	3.23		1.51	1.28		
<i>Mycetarotes parallelus</i>	0.06				0.30			
<i>Strumigenys</i> sp.2		0.22	9.68	18.60	0.20	0.05	17.60	7.58
<i>Strumigenys</i> sp.1				2.33				
<i>Solenopsis</i> sp.3				34.88			34.40	3.03
<i>Solenopsis</i> sp.2	0.19	0.09	16.13	2.33	1.01	0.26	40.80	12.12
<i>Solenopsis invicta</i>	1.33	0.17	19.35	4.65	5.73	12.18	2.40	6.06
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>					0.10			

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler).

Tabela 4 - Constância das espécies coletadas durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Espécies	Ambientes Amostrados							
	Coleta I				Coleta II			
	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)
<i>Atta sexdens</i>	y							
<i>Dorymyrmex atticanis</i>	w	w		z	w	w		
<i>Pheidole</i> sp.42	y	w			w	w		z
<i>Pheidole</i> sp.38	z				z	z		
<i>Pheidole</i> sp.35	y	z						
<i>Pheidole</i> sp.30	y	y			z	z		
<i>Pheidole</i> sp.28	y	w	z	z	z	z		z
<i>Pheidole</i> sp.27	z							
<i>Pheidole</i> sp.22	z	z						
<i>Pheidole</i> sp.2	w	w		z	w	y		z
<i>Camponotus lespesii</i>	z					z		
<i>Camponotus crassus</i>	z	z			z	z		z
<i>Camponotus</i> sp.4		z			z	z		
<i>Camponotus melanoticus</i>		z			z	z		
<i>Camponotus</i> sp.1	z				z			
<i>Linepithema humile</i>	y	y	z	z	z	y	z	z
<i>Linepithema fuscum</i>	z	z				z		
<i>Crematogaster acuta</i>	z	z						
<i>Cardycondyla emeryi</i>	z	y			z	z		
<i>Brachymyrmex micromegas</i>	w	y			w	w		z
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	w	w	z	z	y	y	z	z
<i>Brachymyrmex</i> sp.4						z		
<i>Brachymyrmex</i> sp.1						z		
<i>Pachycondyla striata</i>				z				
<i>Pachycondyla harpese</i>	z	z	z	z		z		z
<i>Odonthomacrus chelififer</i>	z	y			z	z		
<i>Odonthomacrus bauri</i>	z							
<i>Anochetus</i> sp.1				z				
<i>Gnamptogenys striatula</i>	z	z					z	
<i>Mycocarpus goeldii</i>	z	z	z		z	z		
<i>Mycetarotes parallelus</i>	z				z			
<i>Strumigenys</i> sp.2		z	z	z	z	z	y	z
<i>Strumigenys</i> sp.1				z				
<i>Solenopsis</i> sp.3				z			y	z
<i>Solenopsis</i> sp.2	z	z	z	z	z	z	w	z
<i>Solenopsis invicta</i>	w	z	z	z	y	w	z	z
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>					z			

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler).

As espécies e morfoespécies que se apresentaram constantes para as coletas realizadas com armadilhas do tipo “Pitfall” foram *D. atticanis*, *Pheidole* sp.42, *Pheidole* sp.28, *Brachymyrmex* sp.4, *Brachymyrmex* sp.2, *Solenopsis* sp.2 e *Solenopsis invicta*; as demais espécies foram acessórias ou acidentais (Tabela T). Para as coletas realizadas com armadilhas do tipo “Winkler” foi encontrada apenas uma espécie constante em somente em um ambiente amostrado (Tabela 4), as demais espécies observadas foram acidentais ou acessórias.

A capacidade de invasão das formigas onívoras generalistas, como *Linepithema humile* e *Solenopsis invicta* em ambientes antrópicos, foi um problema que deve ser observado com mais detalhe e cuidado. A espécie *S. invicta* pode causar danos indiretos às plantas cultivadas, através de sua associação com homópteros (Vinson & Scarborough, 1991). Outra fonte de preocupação relacionada a presença de *S. invicta* é o potencial que a espécie possui para afetar outras espécies de formigas, principalmente onde ela é invasora, dado a sua agressividade e sua maior eficiência em explorar os alimentos (HOLWAY et al., 2002). Esse problema também é conhecido para outras espécies de formigas invasoras, como no caso da espécie *Linepithema humile*, cuja ação foi responsável pela desestruturação da comunidade de formigas nativas em ambientes invadidos pela espécie no Estado da Califórnia, EUA (SANDERS et al., 2003). Vários trabalhos mostraram que *S. invicta* pode ser responsável pela redução da diversidade de artrópodes nativos em ecossistemas invadidos por ela (GOTELLI; ARNETT, 2000; WOJCIK, 2001; JETTER et al., 2002; MORRISON, 2002; PARRIS et al., 2002).

2.5.4 Diversidade de Formigas

Foram observados altos valores médios para Shannon-Wiener (H') nos ambientes amostrados, ocorrendo uma baixa diversidade somente na coleta II (seca) na área sombreada (“Winkler”) ($H' = 0,574$).

De acordo com o índice de diversidade de Simpsons (D e $1/D$), existe maior possibilidade de serem encontrados indivíduos de uma mesma espécie na coleta I (chuvas) sombra (“Pitfall”) ($D = 0,326$ e $1/D = 3,065$) e na coleta II (seca) na área sombreada (“Winkler”) ($D = 0,312$ e $1/D = 3,208$), sendo estes valores decorrentes da presença das seguintes espécies *D. atticanis* e *Solenopsis* sp.2 (respectivamente para cada coleta).

Em todos os levantamentos o nível de dominância encontrado foi baixo ($d \leq 0,55$), sendo este resultado referente a todas as metodologias de coleta e períodos de coleta. Foram registrados dados das análises estatísticas de todas as coletas (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios de diversidade de Shanon-Wiener (H'), Equitabilidade (J'), diversidade de Simpsons (D e $1/D$) e índice de dominância de Berger-Parker (d) das espécies coletadas durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Índices	Coleta I				Coleta II			
	S(P)	PS(P)	S(W)	PS(W)	S(P)	OS(P)	S(W)	PS(W)
H'	0,809a	0,846a	0,765ab	0,926c	0,766ab	0,806a	0,574d	0,937c
J'	0,529a	0,611ab	0,87d	0,785c	0,58a	0,589a	0,68ab	0,848cd
D'	0,326a	0,21b	0,195c	0,2b	0,269ab	0,248ab	0,312a	0,152c
$1/D'$	3,065a	4,76ab	5,118b	5b	3,713a	4,025ab	3,208a	6,58c
d'	0,544a	0,306c	0,367bc	0,417b	0,433b	0,417b	0,408bc	0,318c

¹Medidas seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $>0,05$).

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler);

PS(W) = Pleno Sol (Winkler).

Dentre os ambientes amostrados o que apresentou o maior número de espécies “singletons” (espécies que apareceram uma única vez), foram as áreas da coleta I a pleno sol nas coletas usando a armadilha do tipo Winkler e na coleta II a pleno sol nas coletas usando a armadilha do tipo Winkler. Já os ambientes que apresentaram maior número de espécies “doubletons” (espécies que apareceram duas vezes), foram as áreas da coleta I sombreada e a pleno sol (“Pitfall”) (Tabela 6 e Figura 7 e 8).

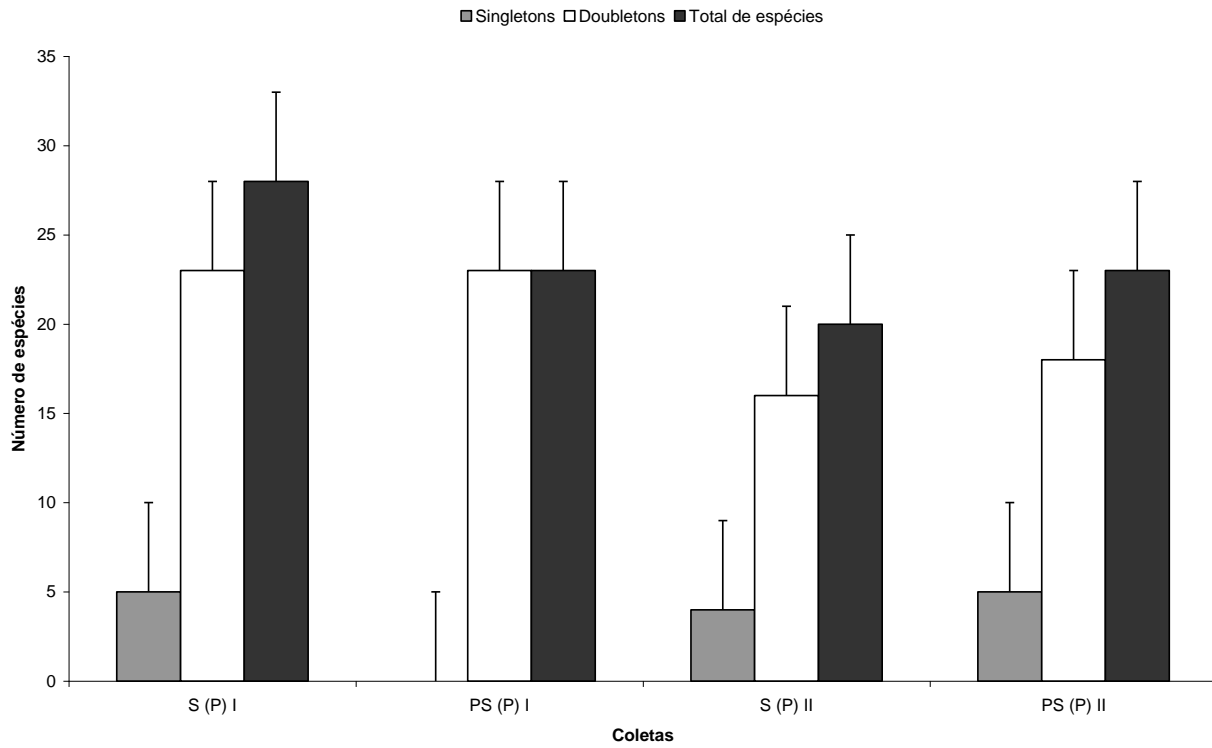


Figura 7 - Número total de espécies “singletons” e “doubletons” nas coletas com armadilhas do tipo “Pitfall”, durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP. S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler)

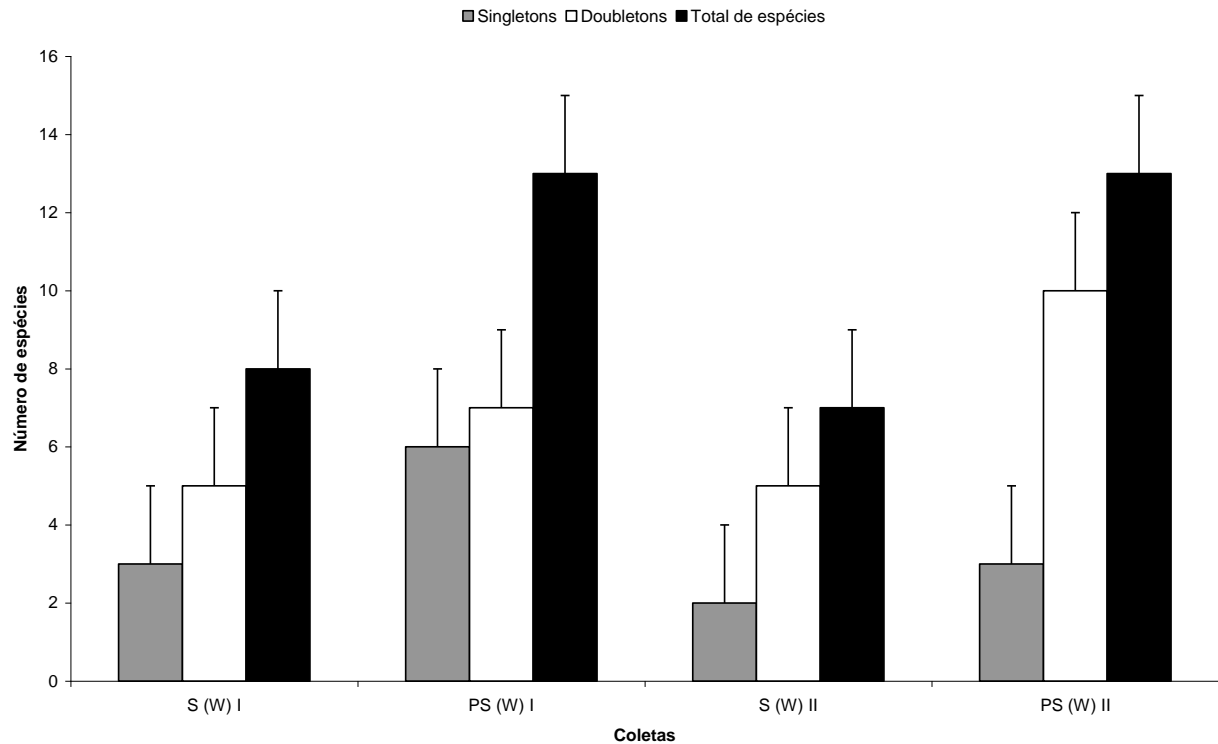


Figura 8 - Número total de espécies “singletons” e “doubletons” nas coletas com armadilhas do tipo “Winkler”, durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP. S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler)

Tabela 6 - Número total de espécies “singletons” e “doubletons”, durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Levantamentos	S (P) I	PS (P) I	S (P) II	PS (P) II	S (W) I	PS (W) I	S (W) II	PS (W) II
Singletons	5	0	4	5	3	6	2	3
Doubletons	23	23	16	18	5	7	5	10

S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler).

Um dos pontos que podem explicar a falta de diversidade dentro do ecossistema de café sombreado e a pleno sol foi a falta de espécies vegetais, pois o conjunto destas forma um tapete de folhas (serapilheira) diverso que pode influenciar significativamente na riqueza de espécies de formigas (Figura 9) pode ser observada a diferença que existe entre os sistemas de café. Roper (2005) afirmou ainda que a composição e estrutura em dois sistemas de café, policultivo comercial (sombreado) e monocultivo moderno a pleno sol refletem bem a diversidade de formigas associadas a estes sistemas e assim à medida que sua composição e estrutura foi mais

completa para a diversidade associada foi maior. Perfecto et al. (1997) constataram que a transformação do agroecossistema de café resulta em perda significativa da diversidade biológica, não só de formigas como também de outros artrópodes no agroecossistema tradicional (figura ?) preserva melhor a diversidade que os demais ambientes.

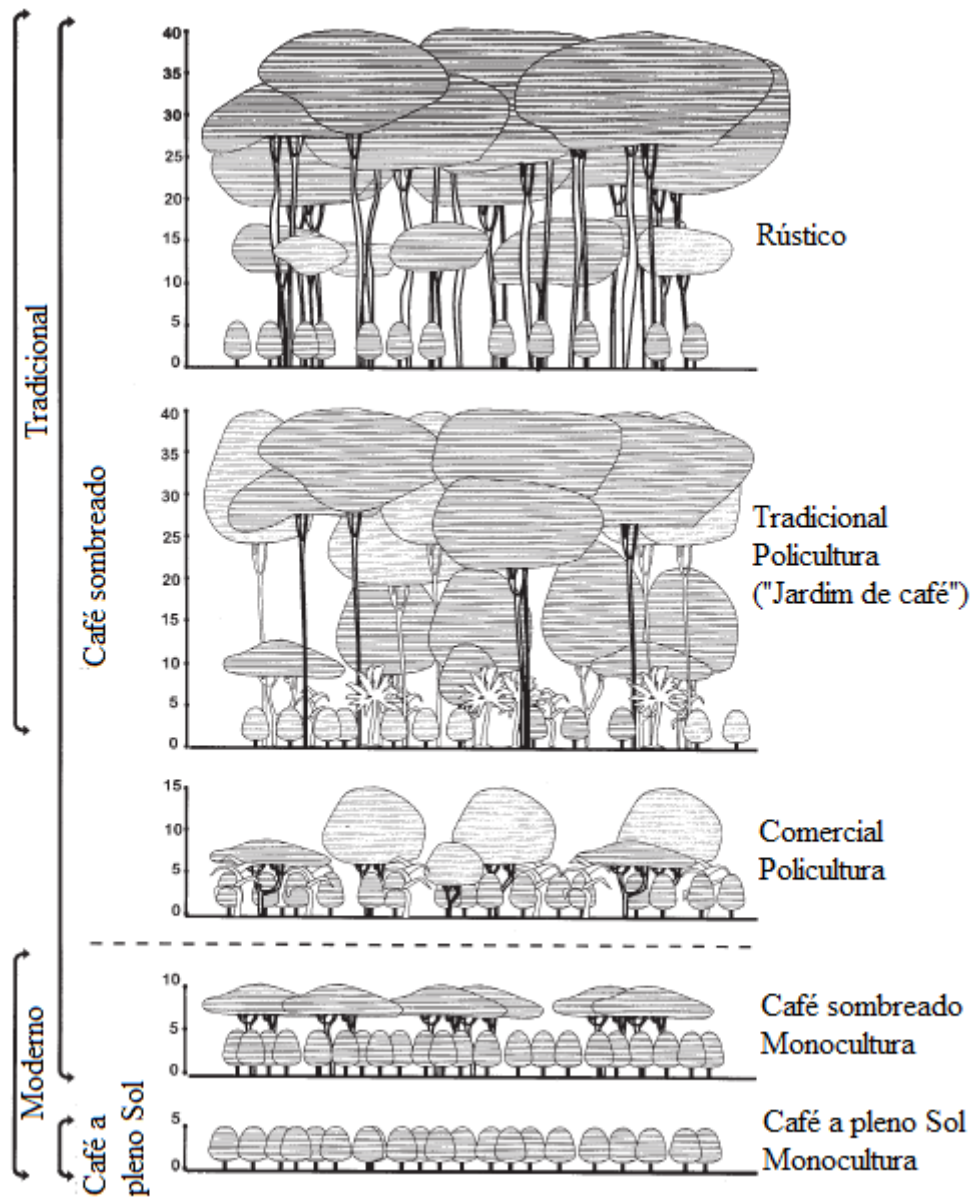


Figura 9 - Diferentes paisagens da produção de café (adaptado de MOGUEL; TOLEDO, 1998)

Ao testarem a hipótese de que agroecossistemas de café a pleno sol e que apresentem alta incidência luminosa e pouca ou nenhuma serapilheira, Perfecto e Vandermeer (1996) indicaram

que estes seriam fatores determinantes para uma baixa diversidade de formigas, o que condiz com os resultados obtidos neste trabalho onde foi encontrado um número abaixo dos ambientes naturais. Como pode ser observado o número de espécies esta quase sempre próximo, de acordo com o tipo de armadilha utilizada, o que leva a crer que devem ser levando em conta outros fatores, pois neste caso este foi um agroecossistema orgânico, e somente estes fatores não seriam suficientes, pois existem outros como o manejo, a umidade e a diversidade vegetal.

Aparentemente a riqueza local de formigas em fragmentos foi mais dependente da diversidade de habitats disponíveis localmente e outros fatores que atuam em escala local, por exemplo, a estrutura física e a quantidade de serapilheira, onde estão contidos recursos alimentares e sítios de nidificação diversos utilizados por elas. Possivelmente, quanto maior a quantidade de serapilheira, maior disponibilidade de alimentos e sítios de nidificação (SANTOS et al., 2005). Desta forma, como não existe uma diversidade de ambientes no agroecossistema de café estudado, observa-se um único tipo de serapilheira que pode interferir na nidificação. Mesmo no ambiente sombreado, com um número um pouco maior de espécies por coleta, esta falta de diversidade pode influenciar já que a seringueira é outra planta de uso comercial e a utilização de manejos na cultura como a roçagem e práticas comuns na propriedade podem interferir na riqueza local de formigas diferindo desta forma de fragmentos florestais. De acordo com Perfecto e Snelling (1995) a intensificação do manejo em fazendas de café na Costa Rica tem implicações diretas sobre a diversidade, causando perda significativa na diversidade de espécies de formigas.

O número não significativo de formigas cortadeiras dos gênero *Atta* é interessante, pois este é um grupo destacado como praga dentro de lavouras de café, indicando desta forma uma pequena melhora do ambiente, mas que não é expressivo devido a presença elevada de formigas generalistas como *Dorymyrmex* e *Solenopsis*.

Outros gêneros de importantes predadores foram observados em menor número, ou praticamente não foram representativos, como o caso do gênero *Odonthomacrus* no qual se encontram importantes espécies reguladoras da entomofauna, por este grupo ser exclusivamente predador (Tabela 7). Pode se determinar que existe um desbalanço na mirmecofauna desta localidade, este mesmo problema pode ser observado em outros gêneros de predadoras (Tabela 7), fortalecendo este desbalanço entre diferentes guildas. O uso de formigas como inimigos naturais de pragas de café foi observado no estudo de Vandermeer et al. (2002), em lavouras de

café no México, com resultados indicando que o gênero *Azteca* teve efeito positivo sobre os níveis de infestação de determinadas pragas, mas um efeito negativo sobre as potenciais pragas herbívoras do café. Roper e Ambrecht (2005) constataram em trabalhos de campo que existe possibilidade do uso de formigas para o controle biológico de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera; Scolytidae), principalmente em áreas sombreadas no verão. Esta pode ser uma informação valiosa, pois, como observado neste estudo, o verão (estação chuvosa) é quando ocorre o maior número de espécies, desta forma as formigas podem estar contribuindo para o controle biológico de pragas do café.

Ramos et al. (2003b) apontaram a importância do conhecimento da diversidade da fauna de Formicidae em áreas de cerrado ao sugerirem a urgência de se estabelecer uma política séria de conservação desse bioma ao observar em seu estudo a ocorrência de espécies de formigas dos gêneros de *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Linepithema*, *Paratrechina*, *Pheidole* e *Solenopsis* que podem estar associados à alta capacidade das mesmas à invasão de áreas com impacto antrópico e adaptação a ambientes residenciais e pastos.

Tabela 7 - Guildas de formigas, classificadas como predadoras, onívoras e fungívoras coletadas nos diferentes sistemas de produção de café, durante o período de estudo, coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP

Guilda*	Gêneros
Predadoras	<i>Strumigenys</i> , <i>Gnamptogenys</i> , <i>Pachycondyla</i> , <i>Pseudomyrmex</i> , <i>Anochetus</i> e <i>Odontomachus</i>
Onívoras	<i>Brachymyrmex</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Cardyocondyla</i> , <i>Camponotus</i> , <i>Crematogaster</i> , <i>Pheidole</i> , <i>Linepithema</i> e <i>Dorymyrmex</i>
Fungívoras	<i>Atta</i> , <i>Mycocepurus</i> , <i>Mycetarotes</i>

*Classificação adaptada da proposta por Delabie et al. (2000).

De acordo com Ambrecht, Rivera e Perfecto (2005), a perda da diversidade de espécies é resultado da intensificação da agricultura o que também afeta a interação, complexidade e variabilidade entre as espécies, em agroecossistemas de café. Isto explicaria o que ocorre em relação as espécies de formigas observadas neste trabalho.

Resultados obtidos por Moutinho (1998) em áreas de floresta primária, secundária e de pastagens abandonadas revelaram um total de 54 espécies para floresta primária, 56 espécies para floresta secundária e 25 para o pasto abandonado. Ele concluiu que quando florestas foram

convertidas em pastagens há uma drástica redução (cerca de 50%) na diversidade das espécies de formigas. Em contrapartida, algumas espécies, principalmente as de hábitos generalistas foram favorecidas pela conversão de florestas em pastagens. Oliveira et al. (1995) relataram variação na diversidade de formigas em função das características do ambiente. Assim, quanto maior a complexidade do ambiente em sua composição vegetal e a sua paisagem, maior será a diversidade de formigas observada.

A falta de diversidade vegetal pode ter influência sobre a diversidade e com a intensificação da agricultura resulta na perda da diversidade de espécies, assim como interfere nas interações e complexidade das espécies de formigas presentes em cultivos de café. Desta forma, é importante repensar o quão importante é a passagem do modelo convencional de produção de café para modelos orgânicos que podem garantir melhor preço de seu produto e a proteção do meio ambiente.

Barbosa e Fernandes (2003) observaram maior riqueza, diversidade e equitabilidade para a fauna de formigas em áreas de *Eucalyptus urophylla* mais complexas, com presença de sub-bosque; entretanto, em experimento com oferecimento de iscas, observaram que a maior proporção de retirada ocorreu nas áreas com manejo e sem a presença de sub-bosque. Isso foi explicado porque a área com maior complexidade vegetal disponibilizava maior quantidade de recursos alimentares. A manutenção de fragmentos florestais próximos a cultivos deve ser estimulada, pois, como se pode ver neste trabalho, melhores resultados foram observados e podem contribuir para o aparecimento de outras espécies de formigas que tenham ação sobre o ambiente.

A não constatação de formigas dos gêneros *Eciton* e *Labidus*, também predadoras extremamente ativas e de alta eficiência, pode ser mais uma evidência do desequilíbrio dentro desta área, já que em estudos em área de café convencional. Já que este é um grupo bioregulador (atacando praticamente todo tipo de animal encontrado dentro de florestas e arredores) de ambientes. Em observações da espécie *Labidus coecus*, Perfecto (1992) indicou a ação desta dentro do agroecossistema de café na Costa Rica sobre quatro gêneros de evidência observados neste trabalho, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Brachymyrmex* e *Dorymyrmex* mostra em observações diretas o ataque sobre colônias destes gêneros. Isto demonstrando a importância da presença desta espécie dentro da cultura do café e a presença de fragmentos florestais próximos, onde espécies nativas do Brasil com esta capacidade predatória foram muito importantes. A falta destas pode

afetar o equilíbrio até mesmo dentro de agroecossistemas fazendo com que sejam observados os resultados encontrados neste trabalho, elevado número de indivíduos da espécie *D. atticanis*.

Armbrecht e Perfecto (2003) encontraram uma drástica redução da diversidade de formigas da serapilheira em cultivos de café muito distantes de áreas de mata nativa. Philpott et al. (2006a) observaram uma redução na diversidade de formigas arborícolas sobre plantas de café em cultivos mais intensivos com baixa diversidade de espécies vegetais. Lobry De Bruyn (1993) associa à agricultura um decréscimo de 50% na riqueza de espécies de formigas. Radford et al. (1995) encontraram densidade de formigas quatro vezes maior em sistemas de cultivo mínimo (plantio direto) comparado com plantio convencional. Wang et al. (1996) encontraram mais formigas em áreas menos irrigadas e de cultivo mínimo. Peck et al. (1998) demonstraram efeitos significativos do manejo do solo e da aplicação de inseticidas sobre a estrutura da comunidade de formigas que habita a interface solo-serapilheira. Portanto o manuseio da lavoura com as ações de manejo que requerem cada cultura, neste caso do café, levam a indicar um planejamento mais elaborado que possa ter menores conseqüências sobre a diversidade, pois como foi mostrado em muitos trabalhos a intencidade do manejo pode afetar direta ou indiretamente a diversidade da mirmecofauna.

Entre outros fatores que influenciam as populações e comunidades de formigas está a temperatura, a umidade, a disponibilidade de locais para nidificação, a disponibilidade de alimento, a estrutura do microhabitat e as interações competitivas entre as espécies (Kaspari, 2000). As formigas foram organismos termofílicos e as condições de temperatura e umidade criam restrições para a maioria das espécies (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). O que reforça a questão do manejo discutido acima.

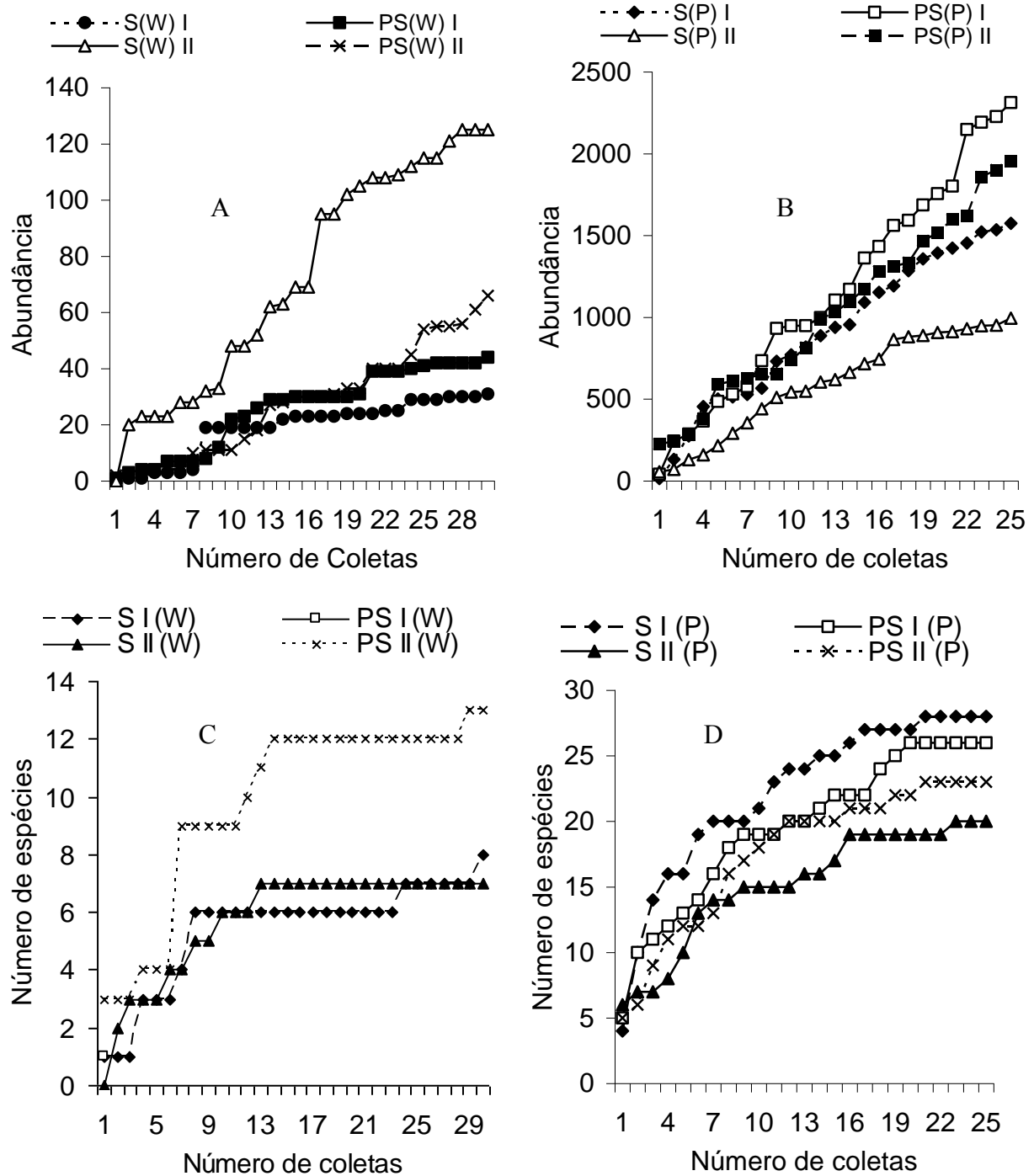


Figura 10 - Curva de acumulação da abundância A – armadilhas do tipo “Winkler”; B – armadilhas do tipo “Pitfall”. Curva de acumulação das espécies abundância C – armadilhas do tipo “Winkler”; D – armadilhas do tipo “Pitfall”. Coleta I (chuvas) e coleta II (seca), no ano de 2008 no município de Dois Córregos/SP. S(P) = Sombreado (Pitfall); PS(P) = Pleno Sol (Pitfall); S(W) = Sombreado (Winkler); PS(W) = Pleno Sol (Winkler)

De acordo com a curva de acumulação de espécies os melhores resultados foram obtidos pelos ambientes da coleta I a pleno sol (“Pitfall”) e da coleta II a sombra (“Winkler”), e como pode ser observado (Figura 10 C e D) foram os levantamentos que sempre apresentaram o maior valor de espécimes por coleta. O número de coletas foi suficiente com a estabilização das curvas para encontrar um número satisfatório de espécies.

2.5.5 Bioindicadores

Com relação aos bioindicadores observa-se a importância da escolha de indivíduos que sejam de fácil identificação e coleta, o que é o caso da espécie *Linepithema humile* notoriamente conhecida por ser invasora de diversas áreas e que compete diretamente com outras espécies.

Poderia-se já escolher também indivíduos dos gêneros *Pheidole* e *Dorymyrmex*, só que no primeiro caso, *Pheidole*, existem problemas taxonômicos, elevado número de espécies e na sua maioria generalistas; no segundo caso, *Dorymyrmex*, apesar de ter sido encontrada em maior número de indivíduos que as demais espécies, pode ser um caso à parte e o estudo em outras áreas de café se faz necessário. Neste caso estes seriam grupos difíceis de trabalhar o que estaria fora do que se pretende na busca de um bioindicador confiável. Conceição et al. (2006) observaram que entre todas as espécies de formigas encontradas, somente uma, do gênero *Pheidole*, mostrou possuir as características apropriadas de uma espécie bioindicadora para a região do estudo e concluíram que existia a dificuldade na identificação das formigas do gênero *Pheidole* o que praticamente inviabilizava seu uso prático em monitoramento de impacto ambiental.

Entre as mais de 12.000 espécies de formigas já descritas, aproximadamente 100 delas (menos de 1%) podem ser consideradas nocivas às atividades humanas e menos de 50 delas ocorrem nas áreas urbanas, sendo que destas apenas 10 espécies estão adaptadas a conviver com o homem (BUENO; BUENO, 2007). Dentre estas espécies descritas pelos autores duas estão presentes neste trabalho *L. humile* e *Solenopsis invicta*.

A escolha de *L. humile* pode ser levada em conta por esta ser uma formiga generalista e presente em ambientes urbanos. Durante a coleta existiam ninhos desta espécie de formiga próximos a sede e outras áreas da propriedade. Sua identificação pode ser feita até mesmo de forma rápida e eficiente, possibilitando ao produtor identificar a presença destas formigas em sua

propriedade. Esta formiga se distingue da outra espécie *Dorymyrmex atticanis*, presente em todo o estudo, principalmente nas coletas com “Pitfall”, e é muito parecida com o gênero *Linepithema*, da qual se difere pelo “espinho” presente em seu propodeo, não observado em *Linepithema*.

Desta forma este ambiente provavelmente se apresenta em desequilíbrio. Um dos prováveis fatores deste desequilíbrio pode ser o entorno de toda a propriedade que é cercada por plantações de cana de açúcar. Apesar desta propriedade apresentar um cinturão de jamelão (*Eugenia jambolana*) ao seu redor, dividindo a cana e o café, provavelmente a produção de cana-de-açúcar exerce pressão sobre as comunidades de formigas, pois pode favorecer formigas predadoras generalistas. Rossi e Fowler (2004) observam esta incidência ao constatarem elevada abundância dos gêneros *Solenopsis*, *Pheidole* e *Dorymyrmex*, em lavouras de cana de açúcar na usina de Barra Bonita, SP.

Este ponto é reforçado em estudos de borda por Perfecto e Vandermeer (2002) ao verificarem que quanto mais distante de um fragmento florestal menor a diversidade de espécies de formigas e que a presença de corredores ecológicos pode ajudar nesta preservação, o que difere deste trabalho já que não foi observado nenhum fragmento florestal próximo ao agroecossistema de café. Dados obtidos por Lutinski e Garcia (2005) sugerem uma relativa correlação entre o grau de preservação do ecossistema relacionado às características da vegetação predominante e à fauna de formicídeos indicando as comunidades destes como potenciais bioindicadores.

Há várias razões que poderiam explicar os impactos da agricultura sobre as formigas. As mudanças das condições microclimáticas podem afetar larvas e pupas, as atividades de forrageamento e as condições para nidificação. A disponibilidade de alimentos pode ser reduzida pelo uso de pesticidas e o manejo do solo pode reduzir a quantidade de matéria orgânica, o que acaba por interferir no uso de recursos pelas populações (LOBRY DE BRUYN, 1999). Além disso, em ambientes altamente antropizados as interações com espécies introduzidas podem alterar a estrutura da comunidade de formigas nativas (HOLWAY et al., 2002). Delabie et al. (2006) registraram a eficácia do uso de formigas como bioindicadora dos impactos humanos em manguezais.

Souza et al. (2007) observaram a elevada presença destes três gêneros em cultivos de cana de açúcar, principalmente das espécies *Pheidole* sp.35 e *D. atticanis*, provavelmente a pressão exercida pela cana sobre o cultivo de café poderia influenciar nos resultados encontrados neste

trabalho, já que em lavouras de cana o manejo é constante e existe uma pressão sobre os organismos presentes neste ambiente.

Armbrecht e Perfecto (2003) observaram a manutenção e a preservação da diversidade associada ao microhabitat serapilheira de café. Os autores afirmaram que a presença próxima de fragmentos florestais tem forte influencia sobre as comunidades de formigas presentes na serapilheira. Esta pode ser uma explicação do que ocorre na área de estudo ao não apresenta nenhum tipo de fragmento florestal, existe apenas em seu entorno lavouras de cana e pastagem. Outro fator é que existem apenas dois tipos de espécies vegetais arbóreas presentes na área além do café, jamelão (*Eugenia jambolana*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*), que podem não favorecer a ocorrência de outras espécies de formiga. Desta forma a presença de mais morfoespécies de gêneros generalistas como *Pheidole* é uma amostra de como existe uma pressão ambiental que deve ser corrigida.

Perfecto et al. (2005) demonstraram que há uma relação inversa entre riqueza de espécies de insetos, borboletas e formigas, e produtividade na cultura do café na América Central. Esse aparente dilema pode ser resolvido por mecanismos de certificação que garantam preços melhores para produtos de sistemas que ajudem a conservar a diversidade.

Assim fica clara a importância das formigas como indicadores ecológicos e que mesmo trabalhos que não sejam complexos com o uso de morfoespécies catalogadas e indexadas em museus e coleções, podem obter respostas reforçando o uso de formigas como bioindicadoras ambientais. O uso desta metodologia pode ser aplicado por produtores de café orgânico do Estado de São Paulo para a constatação de que pode estar ou não ocorrendo desequilíbrio dentro de sua propriedade, para que sejam tomadas as ações compatíveis para melhorar o agroecossistema. Estas ações podem levar a novos conceitos do manejo integrado de pragas e da influencia da mirmecofauna sobre os insetos praga presentes nas lavouras de café. Segundo Queiroz, Almeida e Perreira (2006) as formigas, se bem compreendidas e estudadas, podem ser um exemplo para a utilização sustentável da diversidade em paisagens rurais.

3 CONCLUSÃO

O maior número de espécies foi observado na primeira coleta, havendo apenas uma pequena diferença entre o número de espécimes coletados nas duas estações (Chuva e seca).

Não foi constatada diferença significativa entre os diferentes ambientes amostrados, de acordo com o tipo de armadilha utilizada.

O uso de armadilhas de solo do tipo “Pitfall” é o mais indicado, já que foram mais simples de serem utilizadas e manuseadas do as armadilhas do tipo “Winkler”, e por terem apresentado melhores resultados neste trabalho.

Os gêneros mais abundantes ao longo do levantamento foram *Dorymyrmex*, *Pheidole* e *Solenopsis*. As únicas espécies observadas em todos os levantamentos foram *Linepthema humile* e *Solenopsis invicta* e a morfoespécie *Solenopsis* sp.2. A espécie com o maior número de indivíduos coletados foi *Dorymyrmex atticanis*.

O uso de formigas como bioindicadoras é um bom recurso dentro de agroecossistemas de café e deve ser explorado para obtenção de respostas quanto as características do ambiente.

Com a facilidade na identificação, já que é conhecida mundialmente, em relação as demais espécies e morfoespécis e por estar presente em todos os ambientes coletados a espécie *L. humile* é indicada como bioindicadora em cultivos de café orgânico.

REFERÊNCIAS

- ABENSPERG-TRAUN, M.; STEVEN, D. The effects of pitfall trap diameter on ant species richness (Hymenoptera: Formicidae) and species composition of the catch in a semi-arid eucalypt woodland. **Australian Journal of Ecology**, Canberra, v.20, p.282-287, 1995.
- ADIS, J.; MORAIS, J.W.; MESQUITA, H.G. Vertical distribution and abundance of atthropods in the soil of a neotropical secondary Forest during the raining season. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 189-197, 1987.
- AGOSTI, D.; MOHAMED, M.; ARTHUR, C.Y.C. Has the diversity of tropical ant fauna been underestimated an indication from leaf litter studies in a West Malasian lowland rain florest. **Tropical Biodiversity**, Indonesia, v.2, n.1, p.270-275, 1994.
- AGOSTI, D.; ALONSO, L.E. The ALL protocol: A standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E; SCHULTZ, T.R., (Ed.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington; London. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press 2000. p. 204-206
- ALONSO, L.E. Ants as Indicators of Diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, LE; SCHULTZ, T.R. (Ed.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington; London. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press 2000. p. 80-88.
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo integrado de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.
- ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. **Science**, Brooklyn, v. 304, p. 284-286 , 2004.
- ARMBRECHT, I.; RIVERA, L.; PERFECTO I. Reduced diversity and complexity in the leaf-litter ant assemblage of colombian coffee plantations. **Conservation Biology**, Washington, v. 19, n. 3, p. 897-907, 2005.
- ARMBRECHT I.; GALLEGGO, M.C. Testing ant predation on the coffee berry borer inshaded and sun coffee plantations in Colombia. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, DOI: 10.1111/j.1570-7458.2007.00574.x, p. 1-7 2007.
- ANDERSEN, A. Using ants bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. **Conservation Ecology**, Washigton, v. 1, n. 1, p. 8, 1997.
- ANDERSEN, A.N. Responses 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.
- ANDERSEN A.N. Regulation of momentary diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **American Naturalist**, Chicago, v.140, n.3, p.401-420, 1992.

ANDERSEN, A.N. function groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.24, n.3, p.433-460, 1997.

ANDERSEN, A.N.; PATEL, A.D. Meat ants as dominant members of Australian ant communities: an experimental test of their influence on the foraging success and forager abundance of other species. **Oecologia**, Berlin, v. 98, p. 15-24. 1994.

ANDRADE, H.J.; IBRAHIM, M. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.10, p.109-116, 2003.

ARMBRECHT I.; PERFECTO I. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 97, p. 107-115, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ- ABIC. **Produção e Exportação Mundial de Café**. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estat_exporta_ppaises.html> ABIC, 2006. Acesso em: 08 ago. 2006.

BACCARO, F.B. **Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae)**. Manaus: INPA/PPBIO/Faculdades Cathedral, 2006. 34p.

BARBERA, N.; HILJE, L.; HANSON, P.; LONGINO, J.T.; CARBALLO, M.; MELO E. DE. **Ant species diversity in a gradient of organic and conventional coffee systems. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, v. 72, p. 60-71, 2004.

BARBOSA, L.P.; FERNANDES, W.D. Bait removal ants (Hymenoptera: Formicidae) in managed and unmanaged *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE fields. **Brazilian Journal Ecology**, Rio Claro, v. 5, n. 6, p. 61-63, 2003.

BEER, J. Café bajo sombra en América Central ¿Hace falta más investigación sobre este sistema agroflorestral exitoso? **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.4, p.8-13, 1997.

BELSHAW, R.; BOLTON, B. The effect of forest disturbance on leaf litter ant fauna in Ghana. **Biodiversity and Conservation**, London, v.2, p.656-666, 1993.

BERGER, W.H.; PARKER, F.L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. **Science**, Brooklyn, v. 168, n. 3927, p. 1345-1347, 1970.

BERTRAND, B.; RAPIDEL, B. **Desafíos de la cafeicultura en Centroamérica**. San José, Costa Rica: Promecafé; Paris: Cirad, 1999. 496p.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W.L. JR.; DELABIE J.H.C; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington; London. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press, 2000. p. 122-144.

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

BOLTON, B.A. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1994. 228p.

BOND, W.; SLINGSBY, P. Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorus Proteacea. **Ecology**, Brooklyn, v. 65, p. 1031-1037, 1984.

BONNET, A.; LOPES, B.C. Formigas de dunas e restingas da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta, Hymenoptera). **Biotemas**, Florianópolis, v. 6, p. 107-114, 1993.

BOOSAMA, S.; VAN LOON, A. Structure and diversity of ant communities in successive coastal dune valleys. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 51, p. 957-974, 1982.

BORGMEIER, T. Contribuição para o conhecimento da fauna mirmecológica dos cafezais de Paramaribo, Guiana Holandesa (Hymenoptera, Formicidae). **Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 93-111, 1934.

BOULAY, M.; SOMARRIBA, E.; OLIVIER, A. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.7, p.40-42, 2000.

BRANDÃO, C.R.F. Reino Animalia: Formicidae. In: JOLY, C.A.; CANCELLO, E.M. (Ed.). **Invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. p.58-63.

BRIESE, D.T.; MACAULEY, B.J. Physical structure of an ant community in semi-arid Australia. **Australian Journal of Ecology**, Queensland, v. 2, p. 107-120, 1977.

BRITO, A.F.S.; MOREIRA, A.A.; CASTELLANI, M.A.; CAMPOS FARINHA, A.E. D.E.C.; SIBINEL, N.; FERREIRA, G.F.P. Mirmecofauna em mata de cipó e em agroecossistemas de eucalipto e café no sudoeste da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 59., 2007. Belém. **Resumos... Amazônia: Desafio Nacional**; Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, 2007.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VON ENDE, C.N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4th ed. WBC/McGraw-Hill, 1997. 237p.

BUENO, O.C.; BUENO, F.C. Controle de formigas em áreas urbanas. In.: PINTO, A.S.; ROSSI, M.M.; SALMERON, E. (Ed.). **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba: Editora CP2, 2007. p. 67-77.

CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. Forest fragmentation in Central Amazônia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**. Barking, v.91, n.2/3, p.151-157, 1999.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agroecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 16, p. 363-375, 1987.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B.; ARAÚJO, L.M. Estudo da estrutura e diversidade de comunidades de formigas (Insecta, Hymenoptera) em pomares de cítricos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 229-246, 1989.

Castro, A.G.; Queiroz, M.V.B.; Araújo, L.M. O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 201-213, 1990.

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

COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.

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

DELABIE, J.H.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae): métodos de estudo e estudos de casos na Mata Atlântica. In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE. 12., 1999. Feira de Santana. **Resumos...** Feira de Santana: UEFS/SNZ, 1999. p.58-68.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T.; SCHULTZ, T. (Ed.). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. p. 145-154

J.H.C. DELABIE; V.M. PAIM; I.C. DO NASCIMENTO; S. CAMPIOLO; C.S.F. MARIANO. As formigas como indicadores biológicos do impacto humano em manguezais da costa sudeste da Bahia. **Neotropical Entomology**, Itabuna, v. 35, n. 5, p. 602-615, 2006.

DIEHL-FLEIG, E. **Formigas: organização social e ecologia comportamental**. Cidade: Ed. UNISINOS. 1995. 168p.

DELLA LUCIA, T.M.B.; LOUREIRO, M.C.; CHANDLER, L.; FREIRE, J.A.H.; FERNANDES, B. Ordenação de comunidade de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 67-94, 1982.

- DUBOIS, J.C.L. Biodiversificação de SAFs. **Rebraf**, 2004. Disponível em: <<http://www.rebraf.org.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.
- ESCALANTE, E. Café y agroforestería en Venezuela. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.4, p.21-24, 1997.
- FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do café: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.275-301.
- FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 398 p.
- FOWLER, H.G. Biodiversity estimates: Ant communities and the rare ant species (Hymenoptera: Formicidae) in a fauna of a sub-tropical island. **Revista de Matemática e Estatística**, Marília, v.13, p.29-38, 1995.
- FOWLER, H.G. Provas de melhoria ambiental. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.24, n. 142, p. 69-71, 1998.
- FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L.. Ecologia nutricional de formigas. In.: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas**. São Paulo: Editora Manole ; CNPq, 1991 . p.131-223
- FUTUYMA, D.J. **Evolutionary biology**. Sinderland: Sinauer Associates, 1986. 600p.
- GAUCH, J.R. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge:Cambridge University Press, 1985. 298p.
- GILLER, P.S. **Community structure and the niche**. London: Chapman and Hall, 1984. 176p.
- GÓMEZ, C.; OLIVEIRAS, J. Can Argentine ant (*Linepithema humile* Mayr) replace native ants of southern Europe. **PNAS**, New York, v. 99, p. 47-53, 2002.
- GONÇALVES, C.R.; NUNES, A.M. Formigas das praias e restinga do Brasil. In.: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TUREQ, B. (Ed.). **Restingas: origem, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 373-378.
- GORMLEY, L.H.L.; SINCLAIR, F.L. Modelaje participativo del impacto de los árboles en la productividad de las fincas y la biodiversidad regional en paisajes fragmentados en América Central. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.10, p.103-108, 2003.
- GOTELLI, N.J.; ARNETT, A.E. Biogeographic effects of red fire ant invasion. **Ecology Letters**, Oxford, v .3, p. 257-261, 2000.

GREENSLADE P.J.M.; GREENSLADE, P. Invertebrates and environmental assessment. **Journal of Environmental Planning and Management**, Abingdon, v.3, p. 13-15, 1984.

GUHARAY, F.; MONTERROSO, D.; STAVAR, C. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.8, p.22-29, 2001.

HAGGAR, J.; SCHIBLI, C.; STAVAR, C. ¿Cómo manejar árboles de sombra en cafetales? **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.8, p.42-45, 2001.

HERNÁNDEZ, O.; BEER, J.; PLATEN, H. VON. Rendimiento de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra, producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones con diferentes densidades de sombra en Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.4, p.8-13, 1997.

HILTY, J.; MERENLENDER, A. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. **Biological Conservation**, Barking, v.2, n.92, p.185-197, 2000.

HOLLOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 731p.

HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.D. The causes and consequences of ant invasions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 33, p. 181-233, 2002.

IBARRA-NÚÑEZ, G. Prey analysis in the diet of some Ponerinae ants (Hymenoptera: Formicidae) and some web-building spiders (Araneae) in coffee plantations in Chiapas, Mexico. **Sociobiology**, Chico, v. 37, p. 723-755, 2001.

JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, Berkeley, v.56, p.26-34, 2002.

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

KASPARI, M.A. Primer on ant ecology. p. 9-24. In: Agosti D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Ed.). **Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press. 2000. 280p.

KEMPF, W.S. Uma nova espécie de *Paracryptocerus* da Colômbia, praga do cafeeiro. **Papéis avulsos do Museu de Zoologia**, São Paulo, v. 11, p. 79-88, 1953.

KEMPF, W.S. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical (Hymenoptera; Formicidae). **Studia Entomologica**, Petrópolis, v. 15, n. 1/4, p. 3-344, 1972.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ants as bioindicator of habitat disturbance: validation of functional group model for Australia's humid tropic. **Biodiversity and Conservation**, London, v.7, p.1627-1638, 1998.

KUGLER, C. A comparative study of the myrmecine sting apparatus (Hymenoptera: Formecidae). **Studia Entomológica**, Petropolis, v. 20, p. 413-548, 1978.

LAUGA, J.; JOACHIM, J. L'échantillonnage des populations d'oiseaux par la méthode des E.P.F.: intérêt d'une étude mathématique de la courbe de richesse cumulée. **Acta Oecologica – Oecologia Generalis**, Paris, v.8, n.2, p.117-124, 1987.

Lavelle, P.; B. Kohlmann. Étude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). **Pedobiologia**, Jena, v.27, p.377-393, 1984.

LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P.M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSEN, T.B.; MAWDSLEY, N.A.; STORK, N.E.; SRIVASTA, D.S.; WATT, A.D. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, London, v.391, n.6662, p.72-76, 1998.

LE PELLEY, R.H. **Pests of Coffee**. London: Logmans Green, 1968. 590p.

LE PELLEY, R.H. Coffee insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 18, p. 121-142, 1973.

LESTON, D. The ant mosaic: Tropical tree crops and the limiting of pest and diseases. **PANS**, New York, v. 19, n. 13, p. 311-341, 1973.

LEVINGS, S.C.; N.R. Franks. Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. **Ecology**, Brooklyn, v.63, p.338-344, 1982

LOBRY DE BRUYN, A. Ant composition and activity in naturally vegetated and farmland environments on contrasting soil at Kellerberin, Western Australia. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, p. 1043-1056, 1993.

LONGINO, J.T.; COLWELL, R.K. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. **Ecological Applications**, Washington, v.7, n.4, p.1263-1277, 1997.

LOUREIRO, M.C. **Insetos de Viçosa**: 1. Formicidae. Viçosa, UFV. Impr. Univ., 1990. 106p.

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 Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.202, p.72-77, 2000.

- LOZANO-ZAMBRANO, F.H.; JIMÉNEZ, E.; CAYCEDO-ROSALES, P.C.; MENDOZA, J.E. Hormigas como indicadores de diversidade em paisajes rurais subandinos de los Andes Centrales de Colômbia. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA – BIODIVERSIDADE E BIOINDICAÇÃO, 27., 2005. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2005. 1 CD-ROM.
- LUTINSKI J.A.; GARCIA, F.R.M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 73 - 86, 2005
- MAJER, J.D. The influence of ant and ant manipulation on the cocoa farm fauna. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 157-175, 1976.
- MAJER, J.D. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, College Park, v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.
- MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Poços de Caldas, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.8, n.1, p.97-108, 1992.
- MAJER, J.D. Spread of Argentine ant (*Linepithema humile*), with special reference to Western Australia. In: WILLIAMS, D.F. (Ed): **Exotic ant: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: CO., Westview Press., 1994. p. 163-173.
- MAJER J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, n.2, p.257-273, 1998.
- MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C. Comparison of the of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in Brazilian Amazon. **Insects Sociaux**, Basel, v. 41, p. 343-359, 1994.
- MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167p.
- MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) em área de cerrado em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Itabuna, v.31, n.2, p.187-195, 2002.
- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387p.
- MATOS, J.Z.; YAMANAKA, C.N.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii* com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, Florianópolis, v. 7, n. 1/2, p. 57-64, 1994.
- MOGUEL, T.; TOLEDO, V.M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. **Conservation Biology**, Washington, v.13, n.1, p.11-21, 1999.

MORAIS, H.C.; BENSON, W.W. Recolonização de vegetação de cerrado, após queimadas por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 459-466, 1988.

MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, Brooklyn, v.83, p.2337-2345, 2002.

MOUTINHO, P.R.S. **Impactos da formação de pastagens sobre a fauna de formigas:** conseqüências para a recuperação florestal na Amazônia Oriental. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA, 1998. p.155-170

MUÑOZ, G.; ALVARADO, J. Importancia de la sombra en el cafetal. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v.4, p.25-29, 1997.

MUSCHLER, R.G. **Árboles en cafetales**. Turrialba: Catie/GTZ, 2000. 139p. (Módulo de enseñanza agroforestal, 5).

NEVES, C. - **A estória do café**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1974. 52 p.

NOSS, R.N. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**. Washington v. 4, p. 355-364, 1990.

OLIVER, I.; BEATTIE, A.J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, Washington, v.6, n.2, p.594-607, 1996.

OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Levantamento de Formecidae de chão de áreas mineradas sob a recuperação florestal de porto de Trombetas, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 8, n. 2, p. 375-384, 1992.

OLIVEIRA, C.R.F.; MATOS, C.H.C.; GONÇALVES, J.R. Porque os insetos podem ser considerados bons bioindicadores ecológicos? **Folha Florestal**, Viçosa, n.99, p. 12-13, 2001.

OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; ARAÚJO, M.S; CRUZ, A.P. da A fauna de formigas em povoamento de eucalipto a mata nativa no Estado do Amapá. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 25, n. 1/2, p. 117-126, 1995.

OLIVEIRA, P.S.; BRANDÃO, C.R.F. The ant community associated with extraforal nectaries in the Brazilian cerrado. In.: HUXLEY, C.R.E.; CUTLER, D.F. (Ed.). **Ant-plant interactions**. London: Oxford University Press, 1991. p. 198-212.

OLSON, D.M. A comparison of efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf-litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v.23, p.166-172, 1991.

PARRIS, L.B.; LAMONT, M.M.; CARTHY, R.R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.85, p.514-517, 2002.

- PARR, C.L.; CHOWN, S.L. Inventory and bioindicator sampling: Testing pitfall and Winkler methods with ants in a South African savanna. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 5, p. 27–36, 2001.
- PECK, S.L.; MCQUAID, B.; CAMPBELL, C.L. Using ant species (Hymenoptera: Formidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. **Environmental Entomology**, College Park, v.27, p.1102-1110, 1998.
- PERFECTO, I. Observations of a *Labidus coecus* (Latreille) underground raid in the central highlands of Costa Rica. **Psyche**, Cambridge, v. 99, p. 214-220, 1992.
- PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and the Transformation of a Tropical Agroecosystem: Ants in Coffee Plantations. **Ecological Applications**, Washington, v. 5, n. 4, p. 1084-1097, 1995.
- PERFECTO, I.; RICE, R.A.; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M.E. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. **BioScience**, Washington, v.46, p.598-608, 1996.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. **Oecologia**, Heidelberg, v. 108, n. 3, p. 577-582, 1996.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. The quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. **Conservation Biology**, Washington, v. 16, p. 174-182, 2002.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; HANSON, P.; CARTIÂN, V. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 935-945, 1997.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; MAS, A.; SOTO-PINTO, L. Biodiversity, yield and shade coffee certification. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.54, p. 435-446. 2005
- PHILPOTT, S. M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 15, p. 139–155, 2006.
- PHILPOTT, S.M.; UNO, S.; MALDONADO, J. The importance of ants and high-shade management to coffee pollination and fruit weight in Chiapas, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 15, p. 487–501, 2006.
- PISARSKI, B. Comparison of various biomes. In.: Brian, M.V. **Production ecology of ants and termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 326-332.
- POLANIA, I.Z.; BOLANOS, N.R. Hábitos alimenticios y relaciones simbióticas de la “hormiga loca” *Nylanderia fulva* con otros artrópodos. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafé de Bogotá, v. 11, n. 1, p. 3-10, 1985.

PUSZKAR, T. Changes in epigeal fauna as a bioindicator within the reach of emission from the “Siarkpol”. Sulphur-producing combine at machow near Tarnobrzeg. Poland. **Bulletin de L’Académie Polonaise de Sciences**, Varsóvia, v. 27, n. 6, p. 467-471, 1979.

PUSZKAR, T. Epigeal fauna as a bioindicator of changes in environment in areas of high industrial pressure. **Bulletin de L’Académie Polonaise de Sciences**, Varsóvia, v. 27, n. 6, p. 925-931, 1980.

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**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 37 - 45, 2006.

RADFORD, B.J.; KEY, A.J.; ROBERTSON, L.N.; THOMAS, G.A. Conservation tillage increases soil water storage, soil animal populations, grain yield, and response to fertiliser in the semi-arid tropics. **Australian Journal Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 35, p. 223-232. 1995.

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

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, 2003b.

RICCI, M.S.F.; ARAÚJO, M.C.F.; FRANCH, C.M.C. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101p.

RICCI, M.S.F.; COSTA, J.R; PINTO, A.N.; SANTOS, V.L.S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, Rio de Janeiro v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

RICKLEFS R.E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. **Science**, Brooklyn, v. 235, p. 167-171, 1987.

RIQUELME, A.H. **Control ecologico de las plagas de la huerta**. Buenos Aires: INTA. 1997. 93p. (Cartilla,10)

RIVEIRA, L.; ARMBRECHT, I. Diversidad de tres gremios de hormigas em cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafé de Bogotá, v. 31, n. 1, p. 89-96, 2005.

ROBINSON, W.H. **Urban Entomology** – Insect and mite pests in the human environment. New York. St Edmundsbury Press. 1996. p. 261-284.

ROPERO, M.C.G. Intensidad de Manejo del Agroecosistema de Café (*Coffea arabica* L.) (Monocultivo y Policultivo) y Riqueza de Especies de Hormigas Generalistas. **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**, Cali, v. 6, n. 2, p. 16-29, 2005.

ROPERO, M.C.G.; AMBRECHT, I. Depradación por hormigas sobre la broca del café *Hypothenemus hamei* (Coloptera; Scolytidae) en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia. **Manejo Integrado de Plagas y Acroecología**, Turrialba, v. 76, p. 32-40, 2005.

ROOM, P.M. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 23, p. 71-89, 1975.

ROOT, R.B. The niche exploration pattern of the blue-grey gnatcatcher. **Ecological Monographs**, Durham, v.37, p.317-350, 1967.

ROSSI, M.N.; FOWLER, H.G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, p. 805-811, 2004.

RUFINO, J.L. Por um planejamento estratégico para o café. **Revista SEBRAE**, Rio de Janeiro, n.9, p.86-95, 2003.

SAMWAYS, M.J. Community structure of ants (Hymenoptera; Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, p. 833-847, 1983.

SANDERS, N. J.; GOTELLI, N.J.; HELLER, N.E.; GORDON, D.M. Community disassembly by an invasive species. **PNAS**, New York, v. 100, p. 2474-2477, 2003.

SANT'ANA, M.V.; TRINDADE, R.B.R.; LOPES, C.C.S.; FACCENDA, O.; FERNANDES, W.D. Forrageamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Áreas de Mata e Campo de Gramíneas no Pantanal sul-mato-grossense. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v.1, n.2, p. 29-32, 2008.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.N. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SILVESTRE, R. **A fauna de formigas capturadas em iscas numa área de cerrado em regeneração no Município de Cajuru, Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/zoologia/ant/>>, 2000. Acesso em: 15 fev.2007.

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

SOARES, S.M., MARINHO, C.G.S. DELLA LUCIA, T.M.C. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. **Acta Biologica Leopoldensia**, Leopoldina, v. 19, p. 157-164, 1998.

SOUZA, D.R.; STINGEL, E.; ALMEIDA, L.C.; LAZARINI, M.A.; ARCHANGELO, C.R.; RAMOS, A.F.; BUENO, O.C.; MORINI, M.S.C. Avaliação das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cultivo de cana de açúcar (Cyperales: Poaceae). **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.475-544, 2007

SOUZA, M.C. M.DE; OTANI, ; SAES, M. S. M. **Novas tendências de inserção de pequenos agricultores no mercado de cafés especiais**: produção orgânica, comércio solidário e slow food. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=80>>, IEA, 2001. Acesso em: 12 fev. 2007.

STRICKLAND, A.H. A survey of the arthropod soil and litter fauna of some forest reserves and cacao estates in Trinidad, British West Indies. **Journal of Animal Ecology**, London, v.14, n.1, p.1-11, 1945.

SUAREZ, A.V.; HOLWAY, D.A.; CASE, T.J. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. **PNAS**, New York, v. 98, p. 1095-1100, 2001.

SUDD, J.H.; FRANKS, N.R. **The behavioral ecology of ants**. Glasgow: Blackie, 1987. 206p.

TOUTAMA, Y.; OGATA, K.; SUGIYAMA, T. The Argentine ant, *Linepithema humile*, in Japan: Assessment of impact on diversity of ant communities in urban environments. **Entomological Science**, Brooklyn, v. 6, p. 57-62, 2003.

ULLOA, P.C.; CHERIX, D. Quelques aspects de la biologie de *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). **Insects Sociaux**, Basel, v. 4, p. 177-184, 1988.

VANDERMEEN, J.; PERFECTO, I.; NUÑEZ, G.; PHILLPOTT, S.; BALLINAS, A.G., Ants (*Azteca* sp.) as potential biological control agents in shade coffee production in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 56, p. 271-276, 2002.

VASCONCELOS, H.L. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 8, n. 3, p. 409-420, 1999.

VASCONCELOS, H.L.; CARVALHO, K.S.; DELABIE, J.H.C. Landscape modifications and ant communities. In.: BIERREGAARD JUNIOR, R.O.; GASCON, C; LOVEJOY, T.E. (Ed.). **Lessons from Amazonia**: the ecology and conservation of a fragmented forest. New Haven: Yale University Press, 2001. 478p.

VERHAAGH, M.; ROSCISZEWSKI, K. Ants (Hymenoptera: Formicidae) and savanna in the Biosphere Reserve Beni, Bolivia. **Andrias**, Karlsruhe, v. 13, p. 199-214, 1994.

- VINSON, S.B.; SCARBOROUGH, T.A. Interactions between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 84, p. 159-164, 1991.
- WANG, D.; LOWERY, B.; MCSWEENEY, K.; NORMAN, J.M. Spatial and temporal patterns of ant burrow openings as affected by soil properties and agricultural practices. **Pedobiologia**, Jena, v. 40, p. 201-211, 1996.
- WARD, P.S. Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. **Hilgardia**, Berkeley, v. 55, n. 2, p. 1-16, 1987.
- WHITCOMB, W.H. **Ant manipulation for biological control**. In.: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 14., 1976. Washington. **Proceedings....** Washington, 1976. 1v.
- WILSON, E.O. The social biology of ants. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 8, p. 345-368, 1963.
- WILSON, E.O. Causes of ecological success: the case of the ant. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 56, p. 1-9, 1987.
- WILSON, E.O. **Pheidole in the New World, a dominant, hyperdiverse ant genus**. Massachusetts: Harvard University Press, 2003. 794p.
- WOJCIK, D.P.; ALLEN, C.R.; BRENNER, R.J.; FORYS, E.A.; JOUVENAZ, D.P.; LUTZ, B. Red imported fire ants: impact on biodiversity. **American Entomologist**, Cincinnati, v. 47, p. 6-23, 2001.
- Zar, J.H. **Biostatistical analysis**. 3.rd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 662p.