

UFRRJ  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
ANIMAL

DISSERTAÇÃO

LEVANTAMENTO DE FORMICÍDEOS DE  
FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO  
MUNICÍPIO DE ENG. PAULO DE FRONTIN, RJ  
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Jorge Antonio de Lima Forny

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

OCORRÊNCIA DE FORMICÍDEOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA  
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE ENG. PAULO DE FRONTIN UTILIZANDO-SE  
ARMADILHAS DE SOLO DO TIPO *PITFALL* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

JORGE ANTONIO DE LIMA FORNY

*Sob a orientação do Professor*  
**Paulo Cesar Rodrigues Cassino**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para  
obtenção do grau de  
**Magister Scientiae** em  
Biologia Animal

Seropédica, RJ

Maio de 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

JORGE ANTONIO DE LIMA FORNY

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Magister  
Scientiae** em Biologia Animal

---

Dr. Paulo Cesar Rodrigues Cassino – USS / UFRRJ  
(Orientador)

---

Dr. Francisco Racca Filho – UFRRJ

---

Dr<sup>a</sup>. Ana Eugênia de Carvalho Campos-Farinha  
Instituto Biológico, SP

---

Dr. William Costa Rodrigues  
USS

333.95

F727o

T

Forny, Jorge Antonio de Lima, 1984-

Ocorrência de formicídios de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Eng. Paulo de Frontin utilizando-se armadilhas de solo do tipo Pitfall (Hymenoptera, Formicidae) / Jorge Antonio de Lima Forny - 2009.

Xi, 32 f. : il.

Orientador: Paulo César Rodrigues Cassino.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Bibliografia: f. 23-32

1. Biodiversidade - Mata Atlântica - Teses. 2. Formiga - Identificação - Teses. 3. Inseto - Teses. I. Cassino, Paulo César Rodrigues, 1943-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha avó, Lurdinha, por me preparar e ajudar a entender a revolução por qual passa minha vida. Lutar sempre, desistir jamais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado em tudo que fiz até o momento e, que continue a me fortalecer e abençoar ao longo do caminhar de minha vida.

A minha namorada Rafaela Jordão por toda sua dedicação e carinho e por aturar meus momentos de cansaço e estresse nas horas difíceis.

A minha avó, Maria de Loudes Peixoto Trotta, pelo carinho e dedicação, sempre me acompanhando, apoiando e estimulando minha vitória “*corre meu filho, corre*”.

A minha mãe Andréa Peixoto de Lima e irmã, Thais Barros de Lima pela compreensão e respeito à minhas idéias.

Ao Amigo Prof. Paulo Cesar Rodrigues Cassino, por orientar-me pelos caminhos da Ciência, me ensinando a andar com as próprias pernas, tornando-me um pequeno “jacaré”.

Ao meu irmão mais velho Luis Henrique Soares Alves, por estar sempre presente, participando profundamente em minha vida, tanto pessoal quanto profissional, palavras faltariam para dizer o quanto foi importante para mim.

Aos amigos Pedro Telles Ramos e Jaidson Gonçalves da Rocha, por toda colaboração e parceria, pois alegravam nosso trabalho no LABIN, quando iam.

Ao Prof. Francisco Racca Filho, por me presentear em suas aulas com parte de seu vasto conhecimento entomológico.

A Dr. Ana Eugênia de Carvalho Campos-Farinha e sua estagiária Neiva Sibinel por toda ajuda e presteza na identificação das formigas.

A minha amiga Luciana Vergílio (vulgo Lucimaria), pela confecção do abstract e pelas horas de gargalhadas.

Ao Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia, Prof. Dr. Francisco Gerson Araújo, por me mostrar que estatística é mais fácil do que pensava.

A Sra. Agra Mendonça Cardoso por toda presteza e cordialidade em seu atendimento.

A CAPES por me conceder a bolsa.

A USS, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação pela colaboração financeira através de gratificação de pesquisa de meu orientador Prof. Paulo Cesar R. Cassino.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Zoobotânico de Morro Azul, por me acolher em suas dependências todos esses anos.

## BIOGRAFIA

Jorge Antonio de Lima Forny, nascido em 28 de junho de 1984 no município do Rio de Janeiro, RJ. Em 2002 ingressou na graduação do curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Universidade Severino Sombra. Em 2002 começou a estagiar no Laboratório de Entomologia do IZMA (Instituto Zoobotânico de Morro Azul, entidade parceira da Universidade Severino Sombra) e no ano de 2003 foi convidado pelo Professor Paulo Cesar Rodrigues Cassino a estagiar no Laboratório de Bionomia de Insetos na UFRRJ. Foi autor do Projeto Levantamento de Formicídeos (Hymenoptera, Formicidae) em Fragmento de Floresta Atlântica, no município de Eng. Paulo de Frontin, RJ, onde foi bolsista da FAPERJ. No fim de 2006 concluiu o curso de Ciências Biológicas Licenciatura pela USS. No ano de 2007 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Departamento de Biologia Animal – IB/UFRRJ, ao nível de Mestrado.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	vi
<b>BIOGRAFIA</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	6
<b>3.1. Local de Coleta</b> .....	6
<b>3.2. Armadilhas de solo Pitfall</b> .....	6
<b>3.3. Procedimentos de Coleta</b> .....	7
<b>3.3.1. Caracterização dos Pontos de Coleta</b> .....	7
<b>3.4. Montagem e Identificação das Formigas</b> .....	8
<b>3.5. Análise Estatística</b> .....	12
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	13
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	22
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista parcial do Fragmento estudado, a linha indica a demarcação do Transecto. (Google Earth, capturado em 29/04/09).....	6
<b>Figura 2.</b> Pitfall instalado na mata.....	7
<b>Figura 3.</b> Esquema mostrando a disposição e distância dos <i>pitfalls</i> em um dos pontos de coleta.....	9
<b>Figura 4.</b> Esquema do transecto.....	10
<b>Figura 5.</b> Representação da altitude dos pontos de coleta.....	11
<b>Figura 6.</b> Média $\pm$ erro padrão de <i>Odontomachus sp.</i> capturados em armadilhas pitfall em fragmento de Floresta Atlântica em diferentes locais de coleta. As médias inseridas no intervalo das barras, não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott a $p < 0,05$ . Instituto Zoobotânico de Morro Azul, 2006-2007.....	18
<b>Figura 7.</b> Média $\pm$ erro padrão das morfoespécies mais freqüentes capturadas em armadilhas pitfall em fragmento de Floresta Atlântica. Instituto Zoobotânico de Morro Azul, 2006-2007.....	19

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Ocorrência de formicídeos em fragmento de Floresta Atlântica no município de Eng. Paulo de Frontin, RJ, em relação aos pontos de coleta.....	14
<b>Tabela 2.</b> Formicídeos capturados por armadilhas de solo do tipo Pitfall em fragmento de Floresta Atlântica no município de Eng. Paulo de Frontin, RJ, por meses de coleta.....	15

## RESUMO

**FORNY, Jorge Antonio de Lima. Levantamento de formicídeos de fragmento de floresta atlântica no município de Eng. Paulo de Frontin, RJ (Hymenoptera, Formicidae). 2009. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) xi + 32p. Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.**

Ao longo da costa leste do Brasil, alinham-se cadeias de montanhas onde se desenvolve a floresta conhecida como Mata Atlântica. A vegetação dessas montanhas, por sua proximidade com o litoral, sofre influência marcante dos alísios, ventos carregados de umidade, vindos do oceano. Originalmente a floresta estendia-se por quase todo o litoral, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Até mesmo no Nordeste ela ocupava uma faixa considerável, que hoje em dia está praticamente desaparecida. O estudo da biodiversidade é fundamental para que se possam estabelecer novas estratégias em questões ambientais. Os insetos tem sido alvo de muitos estudos com o objetivo de inventariar e encontrar subsídios para que não apenas se conheça a sua biodiversidade, mas também sirvam de apoio para avaliação de condições ambientais. Os insetos ocupam os mais variados habitats, são os principais consumidores dos ecossistemas terrestres e representam o mais importante recurso alimentar para animais de diversos grupos taxonômicos. A biodiversidade de formigas tem sido estudada com o objetivo de compreender as perturbações ocasionadas pelas constantes simplificações dos ecossistemas naturais, como é o caso da monocultura de eucalipto; além de responderem ao estresse do meio, as formigas apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies, são facilmente amostradas e relativamente mais fáceis de serem identificadas que outros organismos. Assim sendo, este estudo objetivou estudar a Mirmecofauna presente no Fragmento de Floresta Atlântica, determinando as formigas em nível de morfoespécie, observando as que possuem potencial bioindicador de qualidade ambiental. O estudo foi realizado no Instituto Zoobotânico de Morro Azul – IZMA, com área aproximada de 19 ha num fragmento de Floresta Atlântica de aproximadamente 120 ha localizado no Terceiro Distrito do Município de Eng. Paulo de Frontin, onde foi instalado um transecto no qual foram determinados quatro pontos distantes aproximadamente 250 metros um do outro. Nesses pontos, foram instaladas cinco armadilhas de solo do tipo *pitfall*. As armadilhas ficam 5m adentro da trilha e distantes 10m uma da outra. As armadilhas permaneceram por 48h no campo. O gênero mais representativo em relação ao número de morfoespécies foi *Pheidole*, com oito morfoespécies relacionadas, seguido por *Apterostigma* (três), *Strumigenys* (três) e *Azteca* (três). Os demais gêneros apresentaram de uma a duas morfoespécies. Os pontos de coleta I e II foram os mais representativos em relação ao número de indivíduos e diversidade de gêneros encontrados, pois esses pontos possuem maior abundância de serapilheira e riqueza de espécies vegetais, fatores importantes para a sobrevivência de várias espécies que vivem da serapilheira, como várias espécies de Ponerinae e Ectatomminae. O equilíbrio entre a ocorrência de espécies raras e comuns é um parâmetro para a avaliação de impacto ambiental. As espécies raras necessitam de uma estrutura ecológica mais harmônica, ou seja, ambientes climáticos ou em pleno estado de recuperação, como é o caso do fragmento estudado, já as espécies comuns habitam não só ambientes climáticos, como ambientes perturbados pela ação antrópica ou por processos de sucessão ecológica.

## ABSTRACT

FORNY, Jorge Antonio de Lima. **Formicidae survey in a fragment of Floresta Atlântica in the county of Eng. Paulo de Frontin, RJ (Hymenoptera, Formicidae).** 2009. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) xi + 32p. Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

The east coast of Brazil, is lined with a chain of mountains where a forest known as Mata Atlântica develops. The vegetation of these mountains, because of its proximity with the coast, is under the influence of the trade winds full of humidity, from the ocean. Originally the forest extended for almost all the coast, from Rio Grande do Norte to the Rio Grande do Sul. Even in the Northeast the forest occupied a great area, that nowadays, practically has disappeared. The study of the biodiversity is fundamental to establish new strategies in environmental issues. The insects have been the subject of many studies with the objective of catalogue and find subsidies to not only know its biodiversity, as well as use them as a support to evaluate the environmental conditions. The insects are present in different habitats, they are the main consumers of the terrestrial ecosystem and represent the most important feeding resource to animals of different taxonomy groups. The biodiversity of the ants has been studied with the objective of comprehend the disturbs caused by the constant simplifications of the natural ecosystems, like the monoculture of the eucalyptus; because, besides responding the environment stress, the ants have broad distributions and local abundance, high richness of species, they are easily sampled and relatively easier to identify than other organisms. Because of that, this study had the objective of study the antfauna in the Floresta Atlântica fragment, determining the ants in morphospecies level, observing the ones that present a bioindicator power of environmental quality. The study was done in the Instituto Zoobotânico de Morro Azul – IZMA, with an area of approximately 19 ha in a fragment of Florest Atlântica of approximately 120 ha localized on the third district of the Eng. Paulo de Frontin county, where was installed a transect in which were determined four spots approximately 250m far from each other. On these spots, were installed five pitfall traps. The traps are 5m inward the trail and 10m far from each other. The traps remained in the field for 48 hours. The most representative genus in relation to the number of morphospecies was *Pheidole*, with eight morphospecies itemized, followed by *Apterostigma* (three), *Strumigenys* (three) and *Azteca* (three). The other genus presented one or two morphospecies. The sampling spots I and II were the most representative in relation to the number of individuals and diversity of genus found, because these spots show an abundance of leaf litter and a rich variety of vegetal species, important factors to the survival of many species that live of the litterfall like a lot of species of *Ponerinae* and *Ectatomminae*. The balance between the occurrence of rare and common species is a parameter to the evaluation of environmental impact. The rare species need a more harmonic ecological structure, that is to say climax environments or in complete state of recuperation, as the fragment studied, but the common species inhabit not only climax environments, as well as environments disturbed by the anthropic action or by ecology succession processes.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da costa leste do Brasil, alinham-se cadeias de montanhas onde se desenvolve a floresta conhecida como Mata Atlântica. A vegetação dessas montanhas, por sua proximidade com o litoral, sofre influência marcante dos alísios, ventos carregados de umidade, vindos do oceano (Assis et al., 1994).

A alta umidade é um dos principais fatores responsáveis pela exuberância da Mata Atlântica. Essa umidade é garantida pelas massas de ar carregado de vapor de água provindas do oceano Atlântico (Assis et al., 1994).

A Mata Atlântica é uma típica floresta tropical, semelhante em diversos aspectos à Floresta Amazônica (Brown, 1987). Mas apesar do razoável grau de afinidade entre as composições florísticas, a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica estão isoladas desde o período terciário, o que permitiu que adquirissem características próprias (Lima, 1977; Vanzolini & Heyer, 1988). Esta floresta ocupa a faixa litorânea até a cota máxima de 1.000 m, originalmente estendendo-se por aproximadamente três mil quilômetros ao longo de toda a costa brasileira (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998).

A temperatura é sempre alta na Floresta Atlântica e as chuvas são freqüentes com precipitações anuais de pelo menos 1.800 mm (Hueck, 1972). O ambiente é caracterizado por árvores de grande porte e acentuada riqueza de lianas e epífitas, mas há visíveis diferenças locais na composição florística e fisionomia da mata. Essa diversidade resulta de variações no regime de chuvas e temperatura, as quais por sua vez são resultado do gradiente de altitude (Oliveira Filho & Fontes, 2000).

Nessas matas, a diversidade da vegetação é enorme: a paisagem está tomada por plantas das mais variadas formas e tamanhos. Naturalmente, as árvores são os vegetais mais evidentes, mas epífitas, arbustos, plantas herbáceas e lianas representam grupos ecológicos igualmente abundantes e importantes, como em todas as florestas neotropicais (Gentry, 1990). Muitas árvores exibem características comuns entre as florestas tropicais em geral: altas, copas espalhadas, troncos lisos, cauliflora (crescimento de flores a partir do caule) e raízes tabulares (Goldsmith, 1998; Leigh, 1975).

Levantamentos fitossociológicos indicam as famílias Leguminosae, Myrtaceae, Melastomataceae, Rubiaceae (Palmae), Lauraceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae e Meliaceae como predominantes na vegetação arbórea da Mata Atlântica. Algumas famílias são menos comuns, mas tem excepcional abundância de algumas espécies, como é o caso da Maria-mole (*Guapira opposita*, Nyctaginaceae), imbiruçu (*Eriotheca pentaphylla*, Bombacaceae), figueira (*Coussapoa microcarpa*, Cecropiaceae) e algumas embaúbas (*Cecropia spp.*, Cecropiaceae). No sub-bosque, plantas das famílias Orchidaceae, Bromeliaceae, Begoniaceae, Solanaceae, Piperaceae, Compositae, Rubiaceae, Lauraceae e Melastomataceae estão entre as mais abundantes (Oliveira Filho & Fontes, 2000; Sanchez et al., 1999; Tabarelli & Mantovani, 1999a).

Segundo Mori (1989) e Joly (1992), além da alta diversidade, a Floresta Atlântica se destaca pelo alto grau de endemismo.

Originalmente a floresta estendia-se por quase todo o litoral, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Até mesmo no Nordeste ela ocupava uma faixa considerável, que hoje em dia está praticamente desaparecida (Assis et al., 1994).

O estudo da biodiversidade é fundamental para que se possam estabelecer novas estratégias em questões ambientais (Hammond, 1994; Lewinsohn, 2001).

Os insetos tem sido alvo de muitos estudos com o objetivo de inventariar e encontrar subsídios para que não apenas se conheça a sua biodiversidade, mas também

servam de apoio para avaliação de condições ambientais (Humphrey et al., 1999; Southwood et al., 1979).

Os insetos ocupam os mais variados habitats, são os principais consumidores dos ecossistemas terrestres (Wilson, 1987) e representam o mais importante recurso alimentar para animais de diversos grupos taxonômicos (Majer, 1987). Nas florestas neotropicais, mais da metade das espécies de pássaros e morcegos e entre 30 e 40% dos outros mamíferos são insetívoros (Malcom, 1997).

Assim sendo, este estudo objetivou estudar a Mirmecofauna presente no Fragmento de Floresta Atlântica, determinando as formigas em nível de morfoespécie, observando as que possuem potencial bioindicador de qualidade ambiental.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Biodiversidade, ou diversidade ecológica, é constituída essencialmente pelo número de espécies de uma determinada área (Begon et al., 1997; Odum, 1986), incluindo ainda a diversidade genética e ecológica (Wilson, 1988). Essa diversidade é o resultado da modificação dos diferentes tipos de organismos de um meio ambiente heterogêneo (Louzada & Schilindwein, 1997).

A “hipótese da heterogeneidade ambiental” prevê que a riqueza e a diversidade de espécies devem aumentar em ambientes mais complexos, pois, nesses, as ofertas de nichos para as espécies é maior (Pianka, 1994). A complexidade do ambiente depende do arranjo de suas estruturas físicas (Lassau & Hochuli, 2004), sendo que, na maioria dos ecossistemas terrestres, essa estrutura é influenciada, principalmente, pela riqueza e composição da comunidade de plantas (Tews et al., 2004). Por outro lado, há uma conexão importante entre a diversidade de espécies e os processos ecológicos nos sistemas. Um exemplo disso é a rapidez com que os nutrientes são reciclados nas florestas tropicais, em parte creditada às atividades de numerosas espécies de decompositores – fungos, bactérias, cupins, formigas, minhocas e outros (Gonzalez & Seastedt, 2000).

Dentre os artrópodos, estão os insetos da macrofauna de solo que atuam na ciclagem de nutrientes por fragmentação e ingestão de material presente na liteira. Estes animais interagem com outros microorganismos, os quais decompõem e mineralizam os detritos do solo (Hofer et al., 2001), afetando a estrutura do solo e alterando as suas propriedades físicas e biológicas.

A serrapilheira representa importante parâmetro ecológico, sendo considerada como reservatório de nutrientes e energia e, conseqüentemente, potencial fornecedor de nutrientes para as plantas. A biodisponibilidade de nutrientes a partir da mineralização da serrapilheira é um processo eminentemente biológico. Os artrópodes do solo estão intimamente ligados aos processos de fragmentação da serrapilheira e estimulação da comunidade microbiana do solo, desempenhando um papel fundamental na regulação da decomposição e ciclagem de nutrientes (Canto, 1996; Lavelle et al., 1993), sendo, provavelmente, os maiores reguladores da decomposição em muitas situações tropicais (Lavelle et al., 1992).

Estimativas do número de espécies de insetos não descritos nas florestas tropicais variam de 5 a 30 milhões (May, 1992).

No entanto, segundo Primack & Rodrigues (2002), dez milhões é uma estimativa considerada razoável atualmente. Se esta quantidade estiver correta, significa que os insetos encontrados nas florestas tropicais podem representar 90% das espécies de todo o mundo.

Todas as espécies de formigas pertencem à família Formicidae, que juntamente com várias outras famílias de abelhas e vespas formam a ordem Hymenoptera. São descritas 21 subfamílias, 296 gêneros e cerca de 11.000 espécies (Bolton, 1994). No entanto, novas espécies vêm sendo descritas, e estima-se que exista um número igual a este de espécies ainda não conhecidas pela ciência (Hölldobler & Wilson, 1990). Como todas as espécies de formigas são sociais, a abundância destes organismos impressiona ainda mais que a diversidade taxonômica. Enquanto as quase 10 mil espécies de formigas representam apenas 1,5% da fauna de insetos, elas somam mais de 15% da biomassa total de animais de florestas tropicais, savanas e campos (Fittkau & Klinge, 1973). Podem existir mais de oito milhões de formigas em apenas um hectare de floresta de terra-firme na Amazônia (Fittkau & Klinge, 1973), e algumas colônias apresentam mais de 300 milhões de operárias (Higashi & Yamauchi, 1979). Mas, a

conspicuidade das formigas não é restrita às florestas tropicais. As formigas distribuem-se abundantemente por todos os ambientes terrestres do planeta, desde o círculo ártico às partes mais remotas do Hemisfério Sul, como a Terra do Fogo, África do Sul e Tasmânia (Hölldobler & Wilson, 1990).

As formigas cortadeiras (Myrmicinae, Attini), além de consumirem de 4 a 17% da produção de folhas de uma floresta como a Amazônica (Araújo, 2004), criam clareiras de subbosque para a construção dos ninhos, aumentando a quantidade de luz que chega ao chão da floresta e modificando a composição de espécies e a estrutura das comunidades vegetais (Farji-Brener & Illes, 2000). Apesar da importância das formigas cortadeiras, formigas de modo geral, constituem um grupo predominantemente predador, e o seu papel estruturador de comunidades de artrópodes tem sido destacado em vários estudos (Hölldobler & Wilson, 1990; Wilson, 1987). Quando forrageando na vegetação, as formigas atacam insetos herbívoros (Wirth & Leal, 2001), diminuindo as taxas de herbivoria e aumentando o sucesso reprodutivo das plantas (Falcão et al., 2003; e.g., Oliveira et al., 1999). Por fim, as formigas também atuam como dispersores secundários de sementes (Leal, 2003a), modificando a distribuição inicial de sementes efetuada pelos dispersores primários e influenciando a distribuição espacial das populações de plantas (Roberts & Heithaus, 1986).

A biodiversidade de formigas tem sido estudada com o objetivo de compreender as perturbações ocasionadas pelas constantes simplificações dos ecossistemas naturais, como é o caso da monocultura de eucalipto (Majer, 1999); pois além de responderem ao estresse do meio, as formigas apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies, são facilmente amostradas e relativamente mais fáceis de serem identificadas que outros organismos (Alonso & Agosti, 2000). Estudos nesse sentido foram conduzidos na Austrália, em reabilitação de minas (Majer, 1981; Majer & Nichols, 1998), áreas cultivadas (Lobry de Bruyn, 1999; Majer, 1999), e na avaliação de diferentes estágios de distúrbio em florestas tropicais úmidas (King et al., 1998). No Brasil, a mirmecofauna foi utilizada como bioindicadora em estudos de reabilitação de minas de bauxita (Majer 1992, 1996).

Devido a essa alta diversidade e biomassa, as formigas desempenham papéis importantes na dinâmica de muitos ecossistemas como dispersão (Dalling & Wirth 1998; Leal 2003a; Leal & Oliveira 1998) e predação de sementes (Levey & Byrne 1993; Moutinho et al., 1993), ciclagem de nutrientes (Coutinho, 1984; Farji-Brener & Silva, 1995) e herbivoria (Wirth et al., 2003). Além disso, as formigas interagem diretamente com uma série de organismos. Algumas espécies criam pulgões e cochonilhas, outras predam artrópodes, as Attini criam fungos e, em geral, as formigas são os primeiros animais invertebrados a visitar outros animais mortos no solo (Hölldobler & Wilson, 1990). A relação positiva entre a riqueza de formigas e a complexidade estrutural dos ambientes tem sido amplamente sugerida (Leal, 2002; Leal et al., 1993; Marinho et al., 2002). Isso ocorre porque habitats mais heterogêneos disponibilizam maior variedade de sítios para nidificação, alimento, microclimas e interações interespecíficas (competição, predação, mutualismo) para as formigas se estabelecerem (Benson & Harada, 1988; Hölldobler & Wilson, 1990; Reyes-Lopes et al., 2003) do que habitats menos complexos.

A sistemática ainda está sendo trabalhada, mas bibliografia sobre taxonomia (Bolton, 1995) e chaves ilustradas para a identificação de gêneros do mundo inteiro (Bolton, 1994) dão subsídios importantes aos pesquisadores iniciantes.

A diversidade local de formigas tem sido correlacionada com a complexidade da vegetação, clima, disponibilidade de recursos e interações interespecíficas (Dansa e Rocha, 1992; Majer et al., 1997; Silva, 1999; Vasconcelos, 1998). Por isso, a família

Formicidae pode ser considerada um dos melhores grupos de invertebrados para avaliação e monitoramento ambiental (Andersen, 1997; Moraes & Benson, 1988), e ainda são consideradas “engenheiros do ecossistema” pelas suas múltiplas atividades de transformação.

Durante algum tempo acreditou-se que variações sazonais em ambientes tropicais eram pouco relevantes comparadas com os ambientes temperados. No entanto Wolda (1978), para insetos, e Levings (1983), especificamente para formigas, demonstraram a importância dessas flutuações para a dinâmica das populações e estrutura das comunidades tropicais. Por outro lado, a resposta de formigas a diferentes fisionomias vegetais, com graus variados de complexidade ambiental, também tem sido abordada por vários autores. Leal (2003b) encontrou correlação positiva entre a diversidade de formigas e a riqueza e densidade de plantas em áreas de caatinga. Os autores Lassau & Hochuli (2004), encontraram correlação negativa entre a riqueza de formigas e a complexidade do ambiente em florestas da Austrália. O trabalho de Nakamura et al., (2003) demonstrou que, entre um grande conjunto de variáveis ambientais, a profundidade da Serrapilheira foi a que mais influenciou a riqueza de formigas em experimentos de restauração florestal.

Algumas aplicações do conceito de formigas como bioindicadores são apontadas por Majer (1983), 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 das formigas como bioindicadores, de acordo com Andersen (1997), deve ser embasada na integração dos resultados entre a pesquisa, o estudo da biodiversidade, da sistemática, e da biologia evolucionária. Em seu trabalho, Alonso (2000) descreveu que as formigas têm grande potencial para serem usadas como bioindicadoras, pois sua abundância elevada, a facilidade de identificação taxonômica e a importância ecológica, fazem das formigas ideais bioindicadores, e indica o uso de índices ecológicos como a riqueza ou da diversidade de espécies de formigas.

De acordo com 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 são explicadas pela soma das características de cada espécie individualmente.

Tradicionalmente, os estudos de conservação têm enfatizado apenas o papel de vertebrados na dinâmica das comunidades. Recentemente, entretanto, a fauna de invertebrados tem sido ressaltada como de fundamental importância para os processos que estruturam ecossistemas terrestres, especialmente nos trópicos (Freitas et al., 2003; 2005). Como as formigas são fáceis de se amostrar, de identificação possível e sua diversidade tem sido correlacionada com o clima, complexidade da vegetação, grau de perturbação, disponibilidade de recursos e interações interespecíficas (Leal 2003b; Majer et al., 1997; Silva, 1999), estes organismos podem ser considerados um dos melhores grupos de invertebrados para avaliação e monitoramento ambiental (Freitas et al., 2003; 2005; Leal, 2003b).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

**3.1. Local.** O estudo foi realizado no Instituto Zoobotânico de Morro Azul – IZMA (22° 29' S e 43° 34' W), com área aproximada de 19 ha. em um fragmento de Floresta Atlântica de aproximadamente 120 ha. localizado no Terceiro Distrito do Município de Eng. Paulo de Frontin, no Estado do Rio de Janeiro, com 41% de sua área ocupada por fragmentos de Floresta Atlântica (Figura 1), sendo que esse ecossistema vem perdendo áreas para a ocupação humana desde 1500 (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998). A altitude desse fragmento varia entre 600 a 825m. Neste local existe uma trilha ecológica (Trilha dos Quatis) com 2200 metros de extensão, onde foi instalado um transecto no qual foram determinados quatro pontos distantes aproximadamente 250 metros um do outro.



**Figura 1.** Vista parcial do Fragmento estudado, a linha indica a demarcação do Transecto. (Google Earth, capturado em 29/04/09).

**3.2. Armadilhas de solo Pitfall.** São armadilhas utilizadas para avaliar a atividade da fauna epígea, ou seja, dos componentes que atuam, principalmente, na superfície do solo (Moldenke, 1994).

Esse método é bastante simples e consiste na colocação de recipientes de cerca de 10 cm de altura e 12 cm de diâmetro no nível do solo, de tal forma que, os animais ao se locomoverem, caem acidentalmente nesses recipientes (Figura 2).

Os recipientes podem ser de diferentes materiais, e, no presente estudo foram utilizados potes de plástico.



**Figura 2.** Pitfall instalado na mata.

**3.3. Procedimentos de coleta.** Todo o procedimento de coleta seguiu o Protocolo ALL (Ants from Leaf Litter, ou seja, Formigas de Folhiço), método padronizado de coletas de formigas do folhiço sugerido como o mais eficaz (Agosti et al., 2000). Esse grupo de insetos foi escolhido por ser muito sensível a mudanças ambientais, sendo recomendável como bioindicador (Agosti et al., 2000). Além disso, uma uniformização no método de coleta é altamente recomendável porque favorece a comparação da diversidade desse grupo em diferentes ambientes do globo. As amostragens foram realizadas no período de fevereiro de 2006 a novembro de 2007, totalizando nove coletas. No transecto da Trilha dos Quatis foram pré-determinados quatro pontos de coleta, distantes 250 m um do outro ao longo do transecto. A trilha se mostra muito cerrada e de difícil acesso, pois se trata de um fragmento com aproximadamente cem anos de recuperação, sem influência antrópica direta. Nesses pontos, foram instaladas cinco armadilhas de solo do tipo *pitfall*. As armadilhas ficam 5m adentro da trilha e distantes 10m uma da outra totalizando 150m<sup>2</sup> de área estudada por ponto de coleta (Figura 3). Os quatro pontos de coleta totalizam juntos 600m<sup>2</sup> do fragmento estudado. As armadilhas permaneceram por 48h no campo, contendo uma solução de detergente a 10%, formol a 1% e água como líquido fixador.

#### **3.3.1. Caracterização dos pontos de coleta (Figura 4).**

##### **Ponto 1:**

Coordenadas 22° 29' 38,1'' S e 43° 34' 2,4'' W

Altitude: 750m (Figura 5).

Localizado em zona de transição entre o interior e a borda da floresta, apresenta vegetação bem heterogênea, alcançando cerca de 20 a 25 m de altura. O solo apresenta-se com abundante Serrapilheira, devido à diversidade da vegetação, predominando de 4 a 6 cm de profundidade. Extrato vegetal predominante: arbustivo, arbóreo e herbáceo. A copa das árvores é fechada. No solo estão presentes Potássio, Cálcio e Magnésio, sendo

o pH do local em torno de 7 (médio). Nas medições do diâmetro de troncos, predominam árvores de 16 a 23 cm de diâmetro.

**Ponto 2:**

Coordenadas: 22°29' 52,7'' S e 43° 34'5,4'' W

Altitude: 690m

Mais no interior do Fragmento, a vegetação também se mostra heterogênea, e a Serrapilheira é abundante, com profundidades que variam de 3 a 9 cm. Destaca-se a presença de palmeiras, que são consideradas espécies-chave nas florestas neotropicais porque seus frutos sustentam populações de pássaros, mamíferos e morcegos. A copa das árvores é fechada, com predominância dos extratos vegetais arbóreo e arbustivo. Potássio, Cálcio e Magnésio estão presentes no solo, de pH médio (7). As árvores do local possuem, em sua maioria, 30 cm de diâmetro de tronco.

**Ponto 3:**

Coordenadas: 22°29' 46,7'' S e 43°34' 4,7'' W

Altitude: 705m

Zona de transição entre o interior e a borda da mata. Extratos vegetais predominantes: arbustivo, arbóreo e gramíneo, também ocorrendo diversos exemplos de palmáceas. A copa das árvores é semi-aberta, com pouco adensamento. No solo, de pH médio (7), podem ser encontrados Potássio, Cálcio e Magnésio. A serrapilheira possui profundidade entre 1 e 3 cm. O diâmetro das árvores varia de 8 a 15cm.

**Ponto 4:**

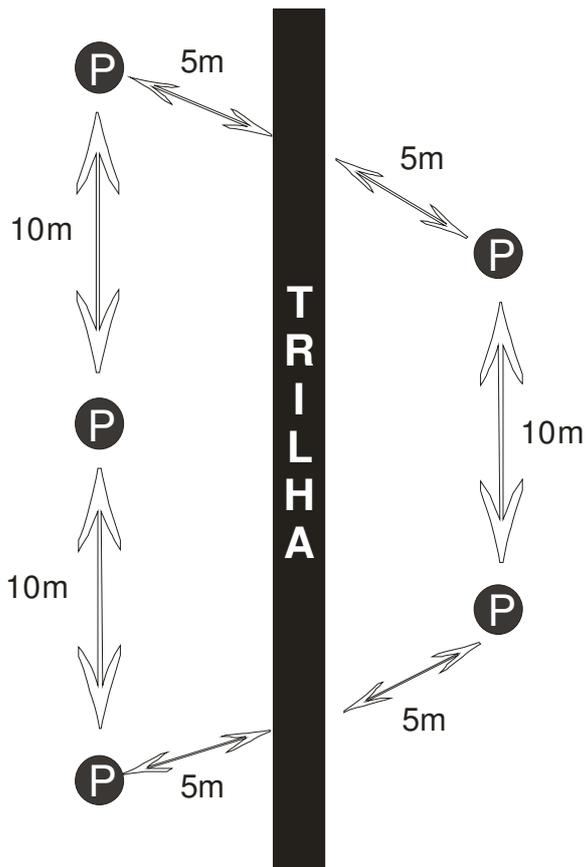
Coordenadas: 22°29' 41,3'' S e 43°34' 4,4'' W

Altitude: 664m

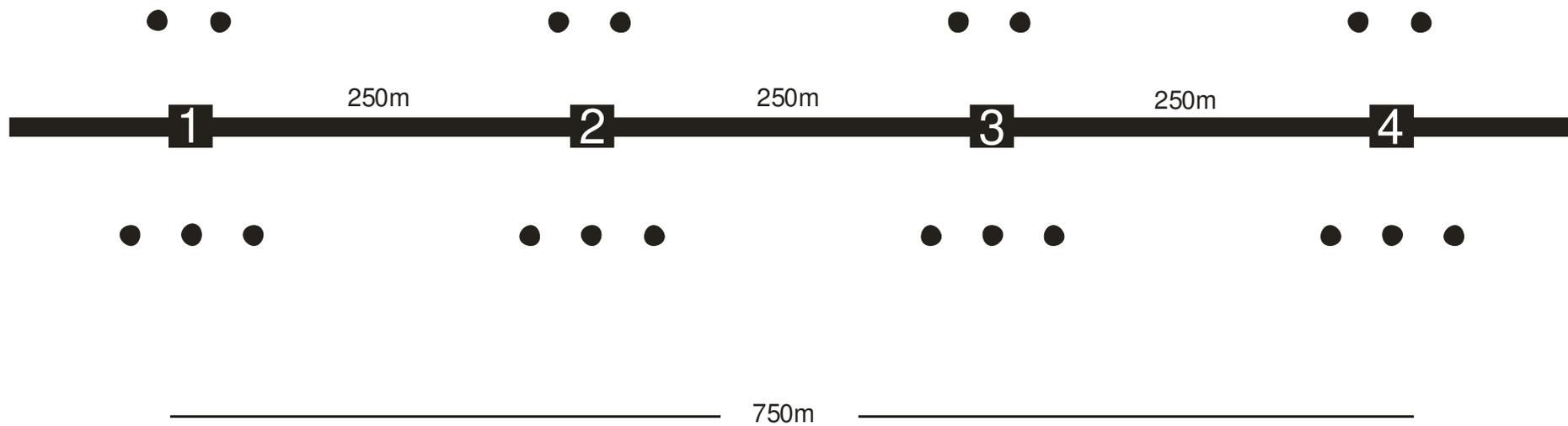
Encontra-se na zona de borda da floresta, sofrendo maior ação antrópica. O solo é seco com pH abaixo de 5 (ácido), sendo encontrados Alumínio e Fósforo. A vegetação é mais homogênea, destacando-se as gramíneas. A profundidade da serrapilheira varia de 1 a 3 cm. As árvores presentes possuem, em sua maioria, de 8 a 15 cm de diâmetro.

### **3.4. Montagem e identificação das formigas.**

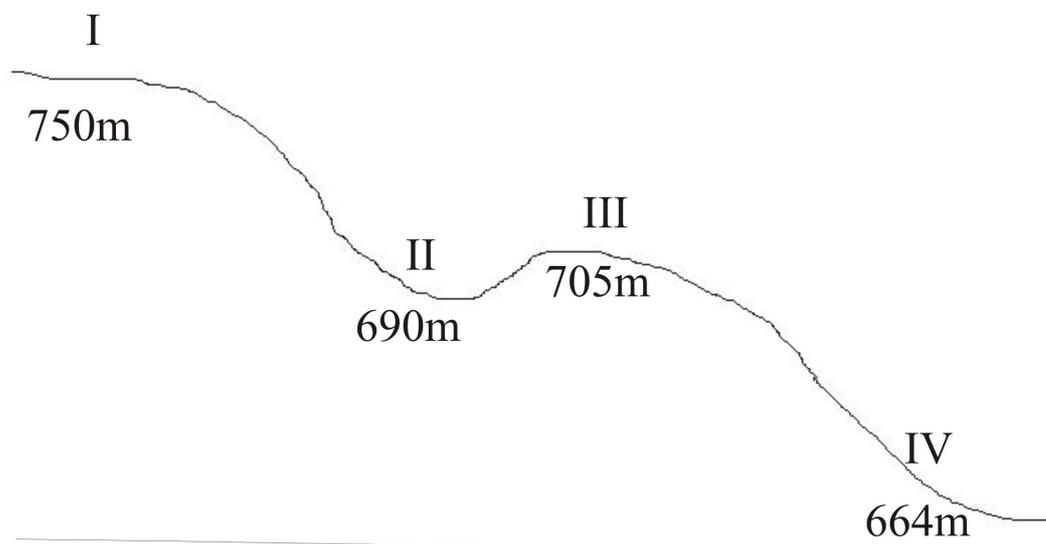
As formigas foram montadas em triângulos de papel em alfinete entomológico, no laboratório de Bionomia de Insetos - LABIN - identificadas em nível genérico com as chaves de Bolton (1994) e com colaboração do Instituto Biológico do Estado de São Paulo. Os espécimes foram guardados em caixas entomológicas com naftalina para melhor preservação. A identificação em nível específico foi feita para poucos gêneros. Sendo assim, a maioria dos espécimes continua separada apenas em nível de morfoespécie, esperando posterior identificação. O material estudado será depositado na Coleção Entomológica Ângelo Moreira da Costa Lima, localizada no Instituto de Biologia/UFRRJ.



**Figura 3.** Esquema mostrando a disposição e distância dos *pitfalls* em um dos pontos de coleta.



**Figura 4.** Esquema do transecto.



**Figura 5.** Demonstração da altitude dos pontos de coleta.

### **3.5. Análise estatística**

As densidades de insetos capturadas em cada ponto foi submetida à análise de variância e teste de média de Scott Knott a  $p < 0,05$ . Os dados de coleta de insetos em pitfall foram utilizados para cálculo de média e erro padrão com frequência das espécies. As espécies selecionadas para o estudo sazonal foram as que apresentaram frequências acima de 10% (Pereira, 2006).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados 566 indivíduos durante o experimento. Esse número foi distribuído em 7 subfamílias, 23 gêneros e 38 morfoespécies (Tabela 1). Dos 19 gêneros amostrados durante o experimento em todos os meses do ano, os gêneros mais representativos foram *Pheidole* (oito morfoespécies), *Apterostigma* (três), *Strumigenys* (três) e *Azteca* (três), não refletindo de forma similar a prevalência descrita por Wilson (1976). Segundo esse autor, *Camponotus*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Crematogaster* são os gêneros com maior diversidade de espécies e de adaptações, maior extensão de distribuição geográfica e maior abundância local, e por isso, são considerados os gêneros mais prevalentes em escala global. *Pheidole* sempre é o gênero melhor representado em coletas de formigas de Serrapilheira de áreas florestadas (Leal, 2002; Vasconcelos, 1999; Bieber et al., 2006) enquanto que o gênero *Camponotus* é mais freqüente em ambientes mais abertos, como restinga (Gonçalves & Nunes 1984), cerrado (Marinho et al., 2002) e caatinga (Leal 2002, 2003b). Além disso, coletas na vegetação também aumentam bastante a representatividade de *Camponotus* (Wilson, 1976). Dessa forma, a maior representatividade de *Pheidole* em relação à *Camponotus* obtida no presente estudo parece ser resultado das coletas exclusivas no solo. Ainda, o gênero *Pheidole* está entre os que apresentam alta riqueza de espécies em regiões tropicais (Wilson, 1976) com tendência a serem predominantes em todos ecossistemas terrestres uma vez que as suas espécies possuem ampla tolerância às condições físicas do ambiente (Andersen, 1991). A elevada freqüência das espécies deste gênero, em relação a outras espécies de formigas, poderia estar relacionada com um recrutamento em massa mais eficiente (Caldas & Moutinho, 1993). As demais foram representadas por uma ou duas morfoespécies (Tabela 1).

As variações entre as épocas de coleta podem se relacionar com os diferentes graus de termofilia das espécies (Bestelmeyer, 2000) e também com a influência da produtividade primária do ecossistema (Kaspari et al., 2000). As diferenças de temperatura entre os meses do ano podem alterar diferentemente os níveis de atividades das formigas (Bestelmeyer, 2000). Como as armadilhas de solo do tipo pitfall coletam principalmente as espécies com maior mobilidade no ambiente, um ambiente mais frio pode explicar a menor abundância e riqueza de formigas capturada nos meses frios (Tabela 2).

Myrmicinae foi a subfamília dominante, tanto em número de gêneros quanto em número de morfoespécies, seguida de Dolichoderinae. Heteroponerinae, Ecitoninae e Formicinae foram as subfamílias menos representativas. Estes resultados refletem a diversidade geral dos diferentes grupos de formigas (Bolton, 1994, 2003; Hölldobler & Wilson, 1990;), mostrando que as amostras foram bastante representativas em relação à diversidade taxonômica dos diferentes grupos de formigas.

**Tabela 1.** Ocorrência de formicídeos em fragmento de Floresta Atlântica no município de Eng. Pulo de Frontin, RJ, em relação aos pontos de coleta.

<b>Táxons</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Total</b>
<b>Dolichoderinae</b>					
<i>Azteca</i> sp1	1	-	-	-	1
<i>Azteca</i> sp 2	-	1	-	-	1
<i>Azteca</i> sp3	-	1	-	-	1
<i>Iridomyrmex</i> sp	-	1	-	-	1
<i>Linepithema humile</i>	1	-	-	-	1
<i>Tapinoma</i> sp	-	2	-	-	2
<b>Ecitoninae</b>					
<i>Eciton</i> sp	4	-	-	-	4
<b>Ectatominae</b>					
<i>Ectatomma</i> sp	135	1	172	-	308
<i>Gnamptogenys</i> sp	1	-	-	-	1
<b>Formicinae</b>					
<i>Camponotus</i> sp	2	1	1	-	4
<b>Heteroponerinae</b>					
<i>Heteroponera</i> sp	-	-	1	-	1
<b>Myrmicinae</b>					
<i>Acromyrmex</i> sp	-	3	2	1	6
<i>Apterostigma</i> sp 1	1	-	1	-	2
<i>Apterostigma</i> sp 2	1	-	-	-	1
<i>Apterostigma</i> sp 3	1	-	-	-	1
<i>Atta sexdens</i>	-	8	2	-	10
<i>Crematogaster</i> sp	-	-	-	1	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp	1	-	-	-	1
<i>Hylomyrma</i> sp	-	-	-	2	2
<i>Monomorium</i> sp	-	-	-	1	1
<i>Mycocepurus goeldii</i>	-	-	1	2	3
<i>Pheidole megacephala</i>	4	-	-	-	4
<i>Pheidole</i> sp1	3	23	10	52	88
<i>Pheidole</i> sp2	14	6	13	5	38
<i>Pheidole</i> sp3	6	-	2	-	8
<i>Pheidole</i> sp4	1	-	-	1	2
<i>Pheidole</i> sp5	1	-	2	1	4
<i>Pheidole</i> sp6	1	-	-	-	1
<i>Pheidole</i> sp7	-	1	-	1	2
<i>Pheidole</i> sp8	-	1	-	-	1
<i>Solenopsis invicta</i>	-	-	1	-	1
<i>Strumigenys</i> sp1	-	1	-	-	1
<i>Strumigenys</i> sp2	-	-	-	1	1
<i>Strumigenys</i> sp3	1	-	-	-	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	3	1	-	-	4
<i>Zacryptocerus</i> sp	-	1	-	-	1
<b>Ponerinae</b>					
<i>Odontomachus</i> sp	-	19	13	2	34
<i>Pachycondyla</i> sp	2	10	6	4	22
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>81</b>	<b>227</b>	<b>74</b>	<b>566</b>

**Tabela 2.** Formicídeos capturados por armadilhas de solo do tipo Pitfall em fragmento de Floresta Atlântica no município de Eng. Paulo de Frontin, Rj, por meses de coleta.

Táxons	16/2/2006	5/5/2006	11/8/2006	5/10/2006	18/2/2007	5/5/2007	20/7/2007	2/9/2007	6/11/2007	total
<b>Dolichoderinae</b>										
<i>Azteca</i> sp1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Azteca</i> sp 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Azteca</i> sp3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Iridomyrmex</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Linepithema humile</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tapinoma</i> sp	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>Ecitoninae</b>										
<i>Eciton</i> sp	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<b>Ectatominae</b>										
<i>Ectatommma</i> sp	22	59	4	7	212	1	0	1	2	308
<i>Gnamptogenys</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Formicinae</b>										
<i>Camponotus</i> sp	0	0	0	0	1	0	1	0	2	4
<b>Heteroponerinae</b>										
<i>Heteroponera</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Myrmicinae</b>										
<i>Acromyrmex</i> sp	2	1	1	1	0	0	0	1	0	6
<i>Apterostigma</i> sp 1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Apterostigma</i> sp 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp 3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atta sexdens</i>	7	0	0	0	0	0	2	1	0	10
<i>Crematogaster</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hylomyrma</i> sp	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2

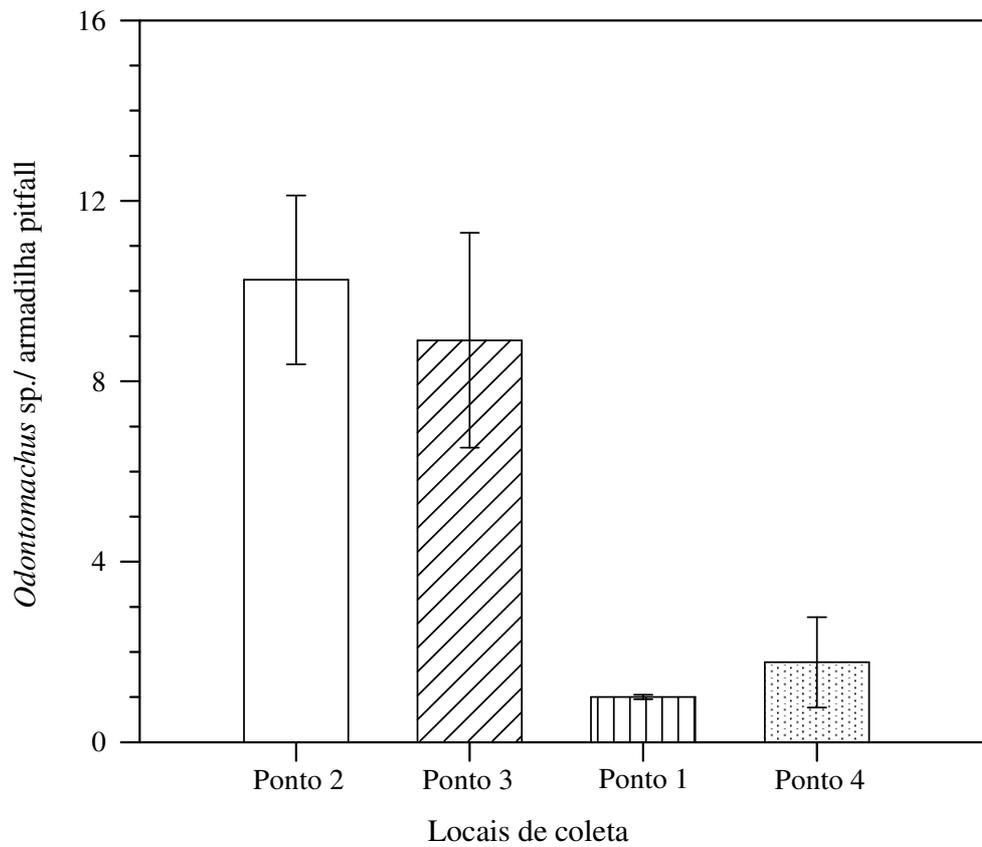
<i>Monomorium</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mycocepurus goeldii</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pheidole megacephala</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Pheidole</i> sp1	48	10	0	4	4	10	8	2	2	88
<i>Pheidole</i> sp2	20	4	0	5	2	2	5	0	0	38
<i>Pheidole</i> sp3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Pheidole</i> sp4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp5	1	2	0	0		0	0	1	0	4
<i>Pheidole</i> sp6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Solenopsis invicta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Strumigenys</i> sp1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Strumigenys</i> sp2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Strumigenys</i> sp3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Zacryptocerus</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>Ponerinae</b>										
<i>Odontomachus</i> sp	9	7	6	0	4	4	3	0	1	34
<i>Pachycondyla</i> sp	8	3	0	2	1	4	0	2	2	22
Total	151	91	11	23	231	22	19	9	9	566

O mais numeroso gênero de formigas em espécies, *Camponotus*, foi representado por quatro espécimes, inseridos em apenas uma morfoespécie, que ocorreu nos pontos de coleta I, II e III. Essa estranha ausência de espécies de *Camponotus* pode ser facilmente entendida, pois a maioria de suas espécies é predominantemente arborícola, ao contrário de *Pheidole* que é terrícola (Wilson, 1976). Assim, é esperado que este gênero seja ausente de amostras de solo, principalmente quando são amostras que não utilizam iscas para atrair as formigas, como sardinha ou atum. Leal (2002), que encontrou *Camponotus* como o segundo gênero mais rico, utilizou-se deste tipo de isca e observou que este gênero era muito oportunista e que rapidamente encontrava as iscas. Em outros trabalhos da literatura foi observado o mesmo padrão. Coletas que utilizaram iscas normalmente amostravam muitas espécies de *Camponotus* (Castro et al., 1990; Yanoviak & Kaspari, 2000); já, coletas que utilizaram o método de Winkler, Pitfall ou de Berlese geralmente possuíam poucas espécies deste gênero (Longino & Nadkarni, 1990; Vasconcelos, 1999), o que o presente trabalho confirmou. Gêneros como *Crematogaster* e *Pseudomyrmex* apresentam o mesmo padrão: aparecem apenas esparsamente em amostras de folhíço, apesar de serem numerosos e abundantes em coletas na vegetação. A ausência de morfoespécies de *Paratrechina* no transecto corrobora a hipótese de maior perturbação da área onde são encontrados muitos espécimes. Estas formigas são adaptadas a viver em áreas domiciliares (Hölldobler & Wilson, 1990). Ambas constroem ninhos em buracos nas paredes, roupas empilhadas, folhas de livros, dentre outros ambientes incomuns para a maioria das espécies não adaptadas a ambientes urbanos (Hölldobler & Wilson, 1990).

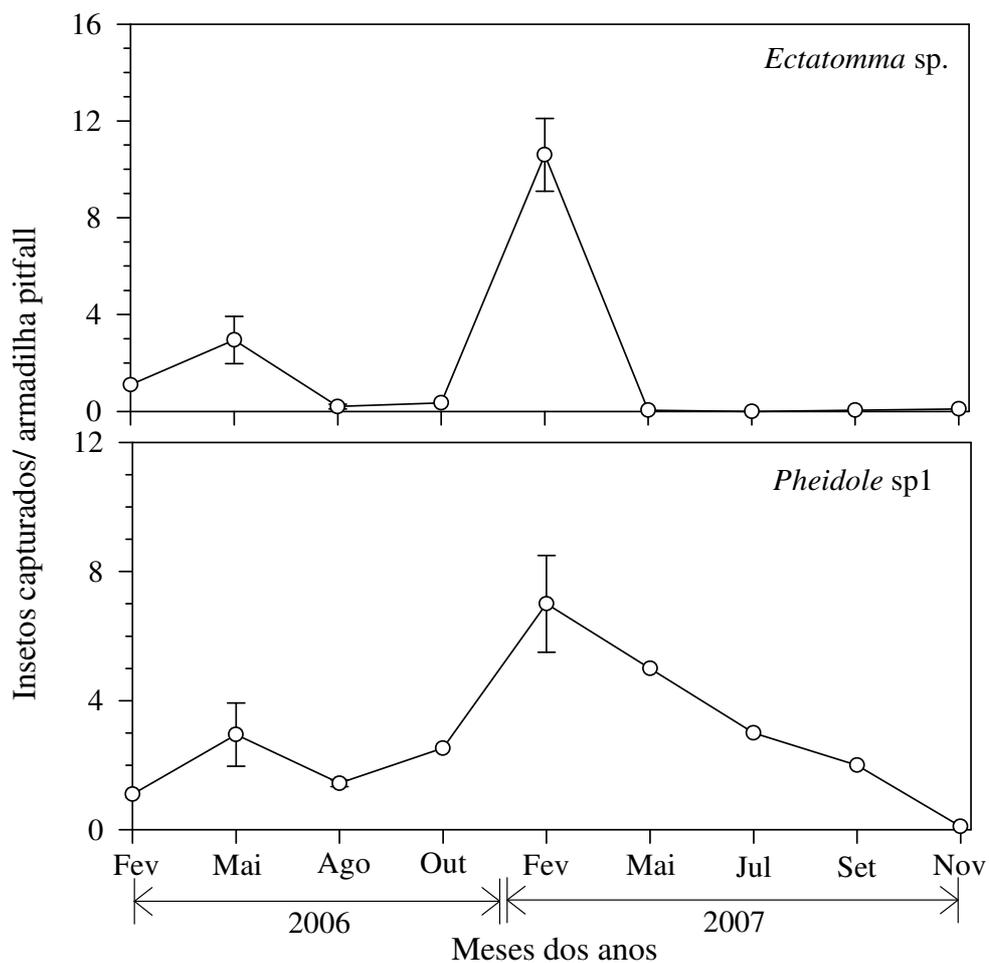
Ectatomminae e Ponerinae foram bem representativas em relação ao número de espécimes coletados. A alta representatividade de Ectatomminae e Ponerinae é característica de ambientes florestados, como floresta Atlântica (Bieber et al., 2006; Leal 2002; Leal et al., 1993) e Amazônica (Benson & Harada, 1988; Vasconcelos, 1999).

O gênero *Ectatomma* é composto por espécies predadoras de outros artrópodes e freqüentemente tem sido relacionado com a espessura da serrapilheira e a qualidade do habitat (Agosti et al., 2000), apesar de algumas de suas espécies serem abundantes em ambientes perturbados, como por exemplo, agroecossistemas (Barbosa & Fernandes, 2003; Fernandes et al., 2001). Como as espécies de *Ectatomma* são bastante agressivas (Hölldobler & Wilson, 1990), provavelmente inibem o aumento populacional de espécies menos agressivas e que são menos adaptadas para competirem por alimento (Fernandes et al., 2001). Além disso, essas espécies forrageiam durante longos períodos e suas abundâncias podem ter sido superestimadas pelo tipo de metodologia utilizada.

*Odontomachus* sp. foi a única morfoespécie que apresentou diferença na sua densidade entre os pontos (locais) de captura ( $F=4,75$ ; g.l.= 3, 168;  $p=0,00331$ ), e os pontos 2 e 3 foram os locais com maiores densidades desta espécie (Figura 5). Já as densidades de *Ectatomma* sp. e *Pheidole* sp1 diferiram significativamente ao longo do tempo ( $F=8,94$ ; g.l.= 8, 168;  $p<0,001$ ) e ( $F=28,84$ ; g.l.= 8, 168;  $p<0,001$ ), respectivamente (Figura 6). As espécies de formigas predadoras são consideradas indicadoras de habitats conservados (cf. Freitas et al. 2003; 2005).



**Figura 6.** Média  $\pm$  erro padrão de *Odontomachus* sp. capturados em armadilhas pitfall em fragmento de Floresta Atlântica em diferentes locais de coleta. As médias inseridas no intervalo das barras, não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott a  $p < 0,05$ . Instituto Zoobotânico de Morro Azul, 2006-2007.



**Figura 7.** Média  $\pm$  erro padrão das morfoespécies mais freqüentes capturadas em armadilhas pitfall em fragmento de Floresta Atlântica. Instituto Zoobotânico de Morro Azul, 2006-2007 com significância de 5%.

A disponibilidade de locais para nidificação é uma influência importante na produtividade e estrutura da comunidade de formigas (Andersen, 2000), mas antes disso, as condições de temperatura e umidade criam um envelope de restrições para a maioria das espécies de formigas (Hölldobler & Wilson, 1990). Neste estudo, assim como no de Nakamura et al., (2003), a profundidade da serapilheira foi o fator preponderante que explicou as variações na riqueza de espécies. Se de um lado uma serapilheira mais profunda representa maior oferta de alimento e locais para nidificação, por outro, ela proporciona um microclima favorável à vida de um número maior de espécies (Nakamura et al., 2003).

O gênero *Solenopsis* foi representado por apenas um espécime; sabe-se que as espécies de *Solenopsis* estão entre as mais agressivas na utilização dos recursos a nível da serapilheira, sendo particularmente freqüentes em ambientes agrícolas ou mesmo nativos (Delabie & Fowler, 1995). São formigas que, certamente, podem passar longos períodos de escassez de alimento e competir com outras espécies de formigas ou outros grupos de animais por apresentarem eficiente estratégia de recrutamento em massa (Fowler et al., 1991).

Após análise da serrapilheira dos quatro pontos, observou-se que o ponto 4 possui uma serapilheira muito superficial ou inexistente, composta principalmente de folhas. Estiveram ausentes dessa comunidade as espécies que dependem sobremaneira da serapilheira, como várias espécies de Ponerinae e Ectatomminae. *Gnamptogenys* foi representada por apenas um indivíduo, pois espécies de *Gnamptogenys* nidificam frequentemente em galhos secos (Carvalho & Vasconcelos, 2002) e predam pequenos artrópodes que vivem na serapilheira (Hölldobler & Wilson, 1990).

Os pontos I e II, com maior riqueza de espécies vegetais no Transecto possuem serapilheira mais profunda cobrindo bem o solo. A temperatura é menor e a umidade relativa do solo maior e através desses fatores pode-se observar maior abundância nas coletas realizadas nesses locais (tabela 1). Uma espécie que parece ter sido afetada pela complexidade do ambiente foi *Wasmannia auropunctata* (Roger) 1863, mundialmente conhecida pela sua capacidade de invadir novos ambientes (McGlynn, 1999), pois foi encontrada apenas nos referidos pontos.

A formiga-argentina *Linepithema humile* (Mayr) 1868 é nativa da região sul da América do Sul, incluindo o norte da Argentina, Uruguai, Paraguai e sul do Brasil (Suarez et al., 2001; Tsutsui et al., 2001; Wild, 2004). É bem-sucedida em regiões de clima mediterrâneo e subtropical, porém em regiões de climas temperado, tropical ou de aridez excessiva parece ser incapaz de se dispersar e sobreviver (Hölldobler & Wilson, 1990; Passera, 1994). Entretanto, áreas desfavoráveis sob o ponto de vista climático podem ser rapidamente colonizadas por essa espécie em decorrência da sua capacidade de acompanhar o homem e ocupar ambientes antropizados, sendo, portanto, incluída no grupo das chamadas formigas andarilhas, *tramp species* (Chen e Nonacs, 2000; Suarez et al., 2001). Dentre as espécies de organismos invasores, *L. humile* é uma das que apresentam maior sucesso de colonização (Wild, 2004). No presente trabalho *L. humile* foi representada por apenas um indivíduo, já que o fragmento estudado é de Floresta Atlântica em recuperação, praticamente sem influência antrópica.

A tribo Atinni foi representada por *Acromyrmex*, *Atta sexdens*, *Apterostigma* e *Cyphomyrmex*. As formigas do gênero *Acromyrmex* destacam-se por cortarem um grande número de diferentes vegetais e pelos elevados danos que causam especialmente nas florestas comerciais (Fowler et al., 1986), porém, no referido trabalho a ação dessas formigas não é considerada negativa, pois não se observa danos ocasionados nas plantas ao longo do transecto. Segundo Hölldobler & Wilson (1990), este gênero juntamente com *Atta* são considerados como os herbívoros dominantes da Região Neotropical consumindo muito mais vegetação do que qualquer outro grupo com diversidade taxonômica comparável.

## 5. CONCLUSÕES

O método de coleta utilizado se mostrou eficaz para a realização do levantamento da mirmecofauna do referido Fragmento. Entretanto, se o propósito da amostragem for produzir um inventário mais completo, é de fundamental importância que ocorra uma combinação de métodos, em particular as armadilhas de solo e o extrator de Winkler. Desse modo, o Protocolo para Amostragem de Formigas da Serapilheira (ALL Protocol) parece ser adequado para a amostragem de formigas em Fragmentos de Floresta Atlântica, pois os resultados encontrados corroboram a literatura mirmecológica.

O gênero mais representativo em relação ao número de morfoespécies foi *Pheidole*, com oito morfoespécies relacionadas, seguido por *Apterostigma* (três), *Strumigenys* (três) e *Azteca* (três). Os demais gêneros apresentaram de uma a duas morfoespécies.

*Odontomachus* sp. foi a única morfoespécie que apresentou diferença na sua densidade entre os pontos (locais) de captura ( $F=4,75$ ; g.l.= 3, 168;  $p=0,00331$ ). Os pontos II e III foram os locais com maiores densidades desta espécie.

Os pontos de coleta I e II foram os mais representativos em relação ao número de indivíduos e diversidade de gêneros encontrados, pois possuem serapilheira mais abundante, promovendo maior oferta de alimento e abrigo.

A redução na diversidade de formigas, à medida que diminui o tamanho do fragmento, reforça a literatura sobre os efeitos deletérios causados pela fragmentação e perda de habitats. Futuramente é preciso testar a influência de outros parâmetros como distância para a área florestada mais próxima, forma do fragmento, grau de perturbação e pressão antrópica na diversidade de formigas, para se ter uma visão mais completa sobre os efeitos causados pela atividade humana em ecossistemas naturais.

Gêneros encontrados no fragmento estudado, considerados bioindicadores pela literatura: *Ectatomma*, *Pachycondyla* e *Odontomachus* (Agosti et al., 2000; Freitas et al., 2003, 2004), *Linepithema humile* - sua ausência ou baixo número de espécimes, pois é uma espécie exótica e invasora, encontrada em grande número em ambientes degradados (Wild., 2004).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, A. N. **Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia.** *Biotropica* 23: 575-585, 1991.

Andersen, A. N. **Insight using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology.** *Conservation Ecology* 1:1, 1997.

Andersen, A.N. **A global ecology of rain forest ants: Functional groups in relation to environmental stress and disturbance,** p.25-34. In D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz (eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* Smithsonian Institutions Press, Washington, 280p, 2000.

Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz. **Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** 1. ed., Smithsonian Institution Press, Washington, 280p, 2000.

Alonso, L.E. & D. Agosti. **Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: An Overview,** p. 1-8. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* Smithsonian Institution Press, Washington, 280p, 2000.

Araújo, M.V.Jr. **Efeito da fragmentação florestal nas taxas de herbivoria da formiga cortadeira *Atta laevigata*.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

Armbrecht I.; I., Perfecto; J., Vandermeer. **Enigmatic Biodiversity Correlations: Ant Diversity Responds to Diverse Resources.** *Science.* v. 304, p. 284-286, 2004.

Assis, C. De, Toledo, C.B. De, Romanilic Neto & Cordeiro, I. **Mata Atlântica.** FTD, São Paulo. 73p, 1994.

Barbosa, L.P. & W.D. Fernandes. **Bait removal by ants (Hymenoptera: Formicidae) in managed and unmanaged *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Fields.** *Braz. J. Ecol.* 8: 61-63, 2003.

Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. **Ecology: individuals, populations and communities.** Oxford, Blackwell Science, 1068p, 1997.

Benson, W.W. & A.Y. Harada. **Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae).** *Acta Amaz.* 18: 275-289, 1988.

Bestelmeyer, B. **The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community.** *J. Anim. Ecol.* 69: 998-1009, 2000.

Bestelmeyer, B.T. & Wiens, J.A. **The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco.** *Ecol. Appl.*, v. 6, p.1225-1240, 1996.

Bieber, A.G.D., O.P.G. Darrault, C.C. Ramos, K.K.M. Silva & I.R. Leal. **Formigas**, p.257-275. In K. Pôrto, M. Tabarelli & J. Almeida-Cortez (eds.), **Composição, riqueza e diversidade de espécies do Centro de Endemismo.** Pernambuco. Recife, Editora Universitária da UFPE, 363p, 2006.

Bolton, B. **Identification guide to ant genera of the world.** Harvard University Press, 1994.

Bolton, B. **A new general catalogue of the ants of the world.** Harvard University Press, Cambridge, 1995.

Bolton, B. **Synopsis and classification of Formicidae.** *Mem. Am. Entomol. Inst.*, Gainesville, v. 71, 370p, 2003.

Boomsma, J.J., B.C. Baer & J. Heinze. **The evolution of male traits in social insects.** *Annu. Rev. Entomol.* 50: 395-420, 2005.

Brandão, C. R. F. **Família Formicidae.** pp. 215-233. *In:* C. A. Joly e Bicudo, C. E. M. (eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese ao final do século XX, 5-invertebrados terrestres/** C. R. F. & Cancellato, E. M. (eds.). São Paulo: FAPESP, 1999.

Brown, Jr., K. S. **Conclusions, synthesis, and alternative hypothesis,** pp. 175-196 *IN:* **Biogeography and quaternary history in tropical America** (Whitmore, T. C. & Prance, G. T., eds.). Clarendon Press, Oxford, Reino Unido, 1987.

Caldas, A. & P. R. S. Moutinho. **Composição e diversidade da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em áreas sob remoção experimental de árvores na Reserva Florestal de Linhares, ES, Brasil.** *Revista Brasileira de Entomologia* 37(2): 299-305, 1993.

Canto, A.C. **Alterações na mesofauna do solo causadas por uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central.** *Revista da Universidade do Amazonas. Série: Ciências Agrárias*, v. 4/5, n. 1 /2, p. 79-94, 1996.

Carvalho, K.S. & H.L. Vasconcelos. **Comunidade de formigas que nidifica em pequenos galhos da serapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil.** *Rev. Bras. Entomol.* 46: 115-121, 2002.

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* 34: 201-213, 1990.

Chen, J.S.C. & Nonacs, P. **Nestmate recognition and intraspecific aggression based on environmental cues in Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae).** *Annals of the Entomological Society of America*, 93:1333-1337, 2000.

Coutinho, L.M. **Aspectos ecológicos da saúva no cerrado - A saúva, as queimadas e sua possível relação na ciclagem de nutrientes minerais.** Bol. Zool. USP 8: 1-9, 1984.

Dalling, J.W. & R. Wirth. **Dispersal of *Miconia argentea* seeds by the leaf-cutting ant *Atta colombica*.** J. Trop. Ecol. 14: 705-710, 1998.

Dansa, C. V. A. & Rocha, C. F. D. **An ant -membracid-plant interaction in a cerrado area of Brazil.** Journal of Tropical Ecology 8: 339-348, 1992.

Delabie, J.H.C. **Formigas exóticas na Bahia. Bahia, Análise Dados.** 3: 19-22, 1993.

Delabie, J.H.C & H.G. Fowler. **Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations.** Pedobiologia 39: 423-433, 1995.

Falcão, P.F.; Melo-de-Pinna, G.F.A.; Leal, I.R. & Almeida-Cortez, J.S. **Morphology and anatomy of extrafloral nectaries in *Solanum stramonifolium* (Solanaceae).** Canadian Journal of Botany 81: 859-864, 2003.

Farji-Brener A.G. & J.F. Silva. **Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: Facilitated succession?** J. Trop. Ecol. 11: 651-669, 1995.

Farji-Brener, A.G. & Illes, A.E. **Do leaf-cutting ant nests make “bottom-up” gaps in neotropical rain forest? A critical review of the evidence.** Ecology Letters 3: 219-227, 2000.

Fernandes, W.D., S.L. Carvalho & M.E.M. Habib. **Attractiveness of cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) adults to the aggregation pheromone during between-season periods.** Sci. Agric. 58: 229-234, 2001.

Fittkau, E.J. & H. Klinge. **On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem.** Biotropica 5: 2-14, 1973.

Fowler, H. G.; V. Pereira-da-Silva & N. B. Saes. **Economics of grass-cutting ants,** p. 18-35. In: C. S. LOFGREN & R. K. VANDER MEER (eds.) **Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management.** Boulder, Westview Press, 435 p, 1986.

Fowler, H.G.L., C. Forti, C.R.F. Brandão, J.H.C. Delabie & H.L. Vasconcelos. **Ecologia nutricional de formigas,** p. 131-209. In A.R. Pazzini, & J.R.P. Parra (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo, Manole, 359p, 1991.

Freitas, A.V.L.; Francini, R.B. & Brown-Jr., K.S. **Insetos como indicadores ambientais.** Pp. 125-151. In: L. Cullen, R. Rudran & C.V. Padua (Orgs.) **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Ed. Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, 2003.

Freitas, A.V.L.; Leal, I.R.; Prado, M.U. & Iannuzzi, L. **Insetos como indicadores de conservação da paisagem**. In: C.F. Rocha, H. Bergalo, M. Van Sluys & M.A. Alves (Eds.) **Biologia da conservação**. Ed. UERJ, Rio de Janeiro (no prelo), 2005.

Fundação SOS Mata Atlântica. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995**. São Paulo, 1998.

Gentry, A. H. **Floristic similarities and differences between southern Central America and upper and central Amazonia**, pp. 141-157 *In: Four Neotropical rainforests* (Gentry, A. H., ed.). Yale University Press, New Haven, EUA, 1990.

Goldsmith, F. B. **Tropical rain forests - what are they really like?**, pp. 1-20 *In: Tropical rain forest: a wider perspective* (Goldsmith, F. B., ed.). Chapman & Hall, Londres, Reino Unido, 1998.

Gonçalves, C.R. & A.M. Nunes. **Formigas das praias e restingas do Brasil**, p. 373-377. In L.D. de Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turq (eds.), **Restingas: Origem, estrutura e funções**. Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, 450p, 1984.

Gonzales, G. & T. R. Seastedt. **A comparison of the abundance and composition of litter fauna in tropical and subalpine forests**. *Pedobiologia*. 44: 545-555, 2000.

Hammond, P.M. **Practical approach to the estimation of the extent of biodiversity in speciose groups**. *Philosophical Transactions of Royal Society of London*, 345: 119-136, 1994.

Heinze, J. & J.H.C. Delabie. **Population structure of the male-polymorphic ant *Cardiocondyla obscurior***. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 40: 187-190, 2005.

Higashi, S. & Yamauchi, K. **Influence of a supercolonial ant *Formica yessensis* Forel on the distribution of other ants in Ishikari Coast**. *Japanese Journal of Ecology* 29: 257-264, 1979.

Hofer, H., W. Hanagarth, M. Garcia, C. Martius, E. Franklin, J. Rombke, L. Beck. **Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems**. *Euro Journal Soil Biology* 37: 229-235, 2001.

Hölldobler, B. & E.O. Wilson. **The ants**. Belknap Press, Cambridge, 732p, 1990.

Holway, D.A., L. Lach, A.V. Suarez, N.D. Tsutsui & T.J. Case. **The causes and consequences of ant invasions**. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 181-233, 2002.

Hueck, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. Polígono, São Paulo, 1972.

Humphrey, J.W., C. Hawes, A.J. Peace, R. Ferris-Kaan & M.R. Jukes. **Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forest**. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, 113: 11-21, 1999.

Joly, Aylthon Brandão. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 10. ed. São Paulo: Nacional, 777p, 1992.

Kaspari, M, L. Alonso & S. O'Donnell. **Three energy variables predict ant abundance at geographical scale**. Proc. R. Soc. Lond. B 267: 485-489, 2000.

King, J.R., A.N. Andersen & A.D. Cutter. **Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics**. Biodiv. Conserv. 7: 1627-1638, 1998.

Lassau, S. A. & D. F. Hochuli. **Effects of habitat complexity on ant assemblages**. Ecography. 27: 157-164, 2004.

Lavelle, P.; Blanchart, E.; Martin, A ; Spain, A; Toutain, F.; Barois, I.; Schaefer, R. **A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics**. Biotropica, v.25, n.2, p. 130-150, 1993.

Lavelle, P.; Spain, A; Blanchart, E.; Martin, A.; Martin, S.; Schaefer, R. **The impact of soil fauna on the properties of soils in the Humid Tropics**. In: Lal,R.; Sanchez, P. (Ed.). **Myths and science of soils of the tropics**. Washington, DC: Soil Science Society of America. 157-185. (Special Publication, n. 29), 1992.

Leal I.R., S.O. Ferreira & A.V.L. Freitas. **Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica**, ES, Brasil. Biotemas 6: 42-53, 1993.

Leal, I.R. & P.S. Oliveira. **Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil**. Biotropica 30: 170-178, 1998.

Leal, I.R. **Diversidade de formigas no estado de Pernambuco**, p.483-492. In J.M. Silva & M. Tabarelli (eds.), **Atlas da biodiversidade de Pernambuco**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 722p, 2002.

Leal, I.R. **Dispersão de sementes por formigas na caatinga**, p.435-460. In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M. Silva (eds.), **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 802p, 2003a.

Leal, I.R. **Diversidade de formigas em diferentes unidades da paisagem da Caatinga**, p.435-460. In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M. Silva (eds.), **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 802p, 2003b.

Leal, I.R. & Oliveira, P.S. **Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil**. Biotropica 30: 170-178, 1998.

Leigh, Jr., E. G. **Structure and climate in tropical rain forest**. Annual Review of Ecology and Systematics 6: 67-86, 1975.

Levey, D.J. & M.M. Byrne. **Complex ant-plant interactions: Rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators.** Ecology 74: 1802-1812, 1993.

Levings, C. **Seasonal, annual, and amongsite variation in the ground ant community of deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions.** Ecological Monographs, 53: 435-455, 1983.

Lewinsohn, M.T. **Esboço de uma Estratégia Abrangente de Inventários de Biodiversidade.** 376-384, In: I - Graw & B. Dias (Eds). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais.** Petrópolis, Ed. Vozes, 430p, 2001.

Lima, D. A. **Preservation of the flora of northeastern Brazil,** pp. 234-239 *IN: Extinction is forever* (Prance, G. T. & Elias, T. S., eds.). The New York Botanical Garden, New York, EUA, 1977.

Lobry de Bruyn, L.A. **Ants as bioindicators of soil function in rural environments.** Agric. Ecosys. Environ. 74: 425-441, 1999.

Longino, J.T. & Nadkarni, N.M. **A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest.** Psyche 97: 81-93, 1990.

Louzada, J.N.C. & M.N. Schilindwein. **Ecologia.** Lavras, UFLA/FAEPE, 148p, 1997.

McGlynn, T.P. 1999. **The worldwide transport of ants: geographic distribution and ecological invasions.** Journal of Biogeography 26: 535-548.

Mackay, W.P.; Rebeles, A.M.; Arredondo, H.C.B.; Rodriguez, A.D.R.; Gonzalez, D.A. & Bradleigh Vinson, S. **Impact of the slashing and burning of a tropical rain forest on the native ant fauna (Hymenoptera: Formicidae).** Sociobiology, v. 18, p. 257-268. 1991.

Majer, J.D. **The role of invertebrates in bauxite mine rehabilitation.** Peth: Forests Department of Western Australia. (Bulletin, 93), 1981.

Majer J. D. **Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation.** Environmental Management. v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.

Majer, J. D. **The conservation and study invertebrates in remnants of native vegetation,** pp. 333-335 *In: Nature conservation: the role of remnants of native vegetation* (Saunders, D. A.; Arnold, G. W.; Burbidge, A. A. & Hopkins, A. J. M.; eds.). Surrey Beatty and Sons, Sydney, Austrália, 1987.

Majer, J.D. **Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brasil.** J. Appl. Ecol. 8: 97-108, 1992.

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

Majer, J.D. & J.H.C. Delabie. **Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in Brazilian Amazon.** *Insectes Sociaux* 41: 343-359, 1994.

Majer, J.D., J.E. Day, E.D. Kabay & W.S. Perriman. **Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods.** *J. Appl. Ecol.* 21: 355-375, 1984.

Majer, J. D. Delabie, J. H. C. & McKenzie, N. L. **An litter fauna of forest, forests edges and adjacent grassland in the Atlantica rain forest region of Bahia, Brazil.** *Insectes Sociaux* 44: 255-266, 1997.

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

Majer, J.D. & H. Recher. **Are eucalipts Brazil's friend or foe?** An entomological viewpoint. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 185-200, 1999.

Malcom, J. R. **Insect biomass in Amazonian forest fragments,** pp. 510-530 In: **Canopy arthropods** (Stork, N. E.; Adis, J. & Didham, R. K., eds.). Chapman & Hall, Londres, Reino Unido, 1997.

Marinho, C.G.S., R. Zanetti, J.H.C Delabie, M.N. Schlindwein & L.S. Ramos. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado em Minas Gerais.** *Neotrop. Entomol.* 31: 187-195, 2002.

May, R.M. **How many species inhabit the Earth?** *Scientific American.* 267: 42-48, 1992.

Moldenke, A.R. Arthropods. IN: **Soil Science Society of America. Methods of Soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical Properties - SSSA Book Series,** nº 5, 1994.

Moraes, H. C. & Benson, W. W. **Recolonização de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas.** *Revista Brasileira de Biologia* 48: 459-466, 1988.

Mori, S. A. **Eastern, extra-Amazonian Brazil.** In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.) **Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future.** New York, The New York Botanical Garden, p. 427-454, 1989.

Moutinho P.R., D.C. Nepstad, K. Araujo & C. Uhl. **Formigas e floresta: Estudo para a recuperação de áreas de pastagem.** *Ciên. Hoje* 15: 59-60, 1993.

Nakamura, A., H. Proctor & C.P. Catterall. **Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration.** *Ecol. Manag. and Rest.* 4: 20-28, 2003.

- Odum. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, 434p, 1986.
- Oliveira Filho, A. T. & Fontes, M. A. L. **Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate**. *Biotropica* 32: 793-810, 2000.
- Oliveira, P.S.; Rico-Gray, V.; Diaz-Castelazo, C. & Castillo-Guevara, C. **Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical costal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae)**. *Functional Ecology* 13: 623-631, 1999.
- Passera, L. **The characteristics of tramp ant species**. In: D. F. WILLIAMS (ed.), *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. Boulder, Westview, p. 23-43. 1994.
- Perfecto, I. & Snelling, R.R. **Biodiversity and tropical ecosystem transformation: Ant diversity in the coffee agroecosystem in Costa Rica**. *Ecol. Appl.*, v. 5, p. 1084-1097, 1995.
- Pereira, J. L. **Impacto de sistemas e sucessão de cultivos em artrópodes associados à cultura do feijão**. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-graduação em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, MG. 119p, 2006.
- Primack, R. B., Rodrigues, E. **Biologia da Conservação**. Londrina-Paraná: Editora Vida, 2002.
- Pianka, E. **Evolutionary ecology**. 5th ed, New York, Harper Collins College Publishers, 484p, 1994.
- Reyes-Lopes, J., N. Ruiz, J. Fernández-Haeger. **Community structure of ground-ants: The role of single trees in a Mediterranean pastureland**. *A. Oecology* 24: 195-202, 2003.
- Roberts, J.T. & Heithaus, E.R. **Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a neotropical fig tree**. *Ecology* 67: 1046-1051, 1986.
- Sanchez, M.; Pedroni, F.; Leitão Filho, H. F. & Cesar, O. **Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP**. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 31-42, 1999.
- Silva, R. R. **Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos cerrados e similaridade entre uma localidade no Planalto Central e duas no Sudeste do Brasil**. São Paulo, Instituto de Biociências da USP. 140p. (Dissertação de mestrado), 1999.
- Silva, R.R. & Brandão, C.R.F. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres**. *Biotemas*, v. 12, p. 55-73. 1999.

Southwood, T.R.E., Brown, V.K. & Reader, P.M. **The Relationships of Plant and Insect Diversities in Succession.** Biological Journal of the Linnean Society. Londres, 12: 327-348, 1979.

Suarez, A.V.; Holway, D.A. And Case, T.J. **Patterns of spread in biological invasions dominated by long-jump dispersal: insights from Argentine ants.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98:1095-1100, 2001.

Tabarelli, M.; & Mantovani, W. **A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil).** Revista Brasileira de Botânica 22: 217-223, 1999a.

Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielbörger, M. C. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch. **Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures.** J. Biogeogr. 31: 79-92, 2004.

Tsutsui, N.D.; Suarez, A.V.; Holway, D.A. & Case, T.J. **Relationships among native and introduced populations of the Argentine ant (*Linepithema humile*) and the source of introduced populations.** Molecular Ecology, 10:2151-2161, 2001.

Vanzolini, P. E. & Heyer, W. R. (eds.). **Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution patterns.** Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1988.

Vasconcelos, H. L. **Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia.** Biodiversity and Conservation 7: 1-12, 1998.

Vasconcelos, H.L. **Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia.** Biod. Conserv. 8: 409-420, 1999.

Verhaagh, M. **Clearing a tropical rain forest - effects on the ant fauna.** 59-68. In W. Erdelen, N. Ishwaran & P. Müller (eds.), Tropical ecosystems. Saarbrücken, Germany, 202p. 1991.

Wild, A.L. 2004. **Taxonomy and distribution of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae).** Annals of the Entomological Society of America, 97:1204-1215, 2004.

Wilson, E.O. **Which are the most prevalent ant genera?** Studia Entomol. 19: 187-200, 1976.

Wilson, E. O. **The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates).** Conservation Biology 1: 344-346, 1987.

Wilson, E.O. **The current state of biological diversity,** p. 3-18p. In E.O. Wilson (ed). **Biodiversity.** National Academy Press, Washington, DC. 521p, 1988.

Wirth, R. & Leal, I.R. **Does rainfall affect temporal variability of ant protection in *Passiflora coccinea*?** Ecoscience 8: 450-453, 2001.

Wirth, R., W. Beyschlag, H. Herz, R.J. Ryel & B. Hölldobler. **The herbivory of leaf-cutting ants. A case study on *Atta colombica* in the tropical rainforest of Panama.** Ecological Studies 164, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 230p, 2003.

Wolda, H. **Seasonal Fluctuations in rainfall, food, and abundance of tropical insects.** J. Anim. Ecol. 47: 369-381, 1978.

Yanoviak, S.P. & Kaspari, M. **Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter.** Oikos 89: 259-266, 2000.