

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Mestrado em Comportamento e Biologia Animal

Noelle Martins dos Reis Hallack

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE FORMIGAS EM
TRÊS FITOFISIONOMIAS DO PARQUE ESTADUAL DO
IBITIPOCA – MG**

Juiz de Fora

2010

Noelle Martins dos Reis Hallack

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE FORMIGAS EM
TRÊS FITOFISIONOMIAS DO PARQUE ESTADUAL DO
IBITIPOCA – MG**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Floriano Lopes Santos

Juiz de Fora

2010

Noelle Martins dos Reis Hallack

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE FORMIGAS EM TRÊS
FITOFISIONOMIAS DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA – MG**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Aprovada em 31 de maio de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Marcelo Dias Müller

Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora

Dr. Fábio Prezoto

Universidade Federal de Juiz de Fora – MG

Dra. Juliane Floriano Lopes Santos

Universidade Federal de Juiz de Fora – MG

À minha amada Lania, que se foi, e
ao meu pequeno Theo, que chegou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o único responsável por tornar tudo isso possível.

A minha orientadora Juliane Floriano Lopes Santos pela ajuda incansável, pela dedicação e confiança, pela paciência e principalmente pela grande amizade construída ao longo deste trabalho. Você sempre me ensinou muito, e muito além da ciência. Palavras nunca serão o suficiente para te agradecer.

Ao meu marido David por todo o amor e dedicação e por compreender meus dias de extremo nervosismo e todas as minhas ausências!

A minha mãe e meu irmão por todo o amor, carinho, apoio e pelos almoços de todos os dias, porque eu não tinha tempo pra mais nada!

Ao meu pai Rildo por todos os investimentos feitos durante meus estudos e por toda a confiança no meu potencial desde sempre. Obrigada por tudo!

Ao meu avô Zorly por me ajudar incondicionalmente, sempre.

A minha sogra e amiga Má, pelos almoços, por todo carinho, por todas as palavras de incentivo e por toda a ajuda, pra que eu pudesse finalizar esse trabalho.

As minhas colegas de Laboratório Mari, Bel, Tajla, Tati e Laila pela ajuda na coleta de dados, nos artigos e nos momentos maravilhosos na hora do café.

Ao meu amigo Régys pela franqueza, conselhos e pela total boa vontade em me ajudar e pegar no pesado a qualquer hora!

A amiga Nádia e Prof. Roberto da Gama Alves pelas ótimas considerações feitas durante a minha qualificação, muito obrigada!

Ao meu amigo Rodrigo dos Santos Machado Feitosa pelo carinho e paciência ao me ajudar nas identificações!

Ao Jeyson e Arthurzinho por fazerem as nossas viagens a campo ficarem muito mais divertidas!

A todos os colegas da Pós-Graduação, em especial Bianca, Mari, Élder, Mona, Mateus, Vívian e Dani pelo companheirismo, trabalho e diversão!

A Rita, Rô e Andrea pelo carinho e atenção sempre.

A todos os professores da Pós-graduação, em especial Fábio Prezoto e Roberto da Gama Alves pela compreensão nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos membros da Banca examinadora Dr. Fábio Prezoto e Dr. Marcelo Dias Müller e da Banca Suplente Dr. Alexander Machado Auad e Dr. Roberto da Gama Alves, pela oportunidade e pela gentileza em aceitar meu convite e receber meu trabalho tão em cima da hora! Muito obrigada!

A Universidade Federal de Juiz de Fora e ao Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal pelo incentivo e pelas diárias concedidas para nos ajudar nas viagens.

A FAPEMIG por compreender a importância deste trabalho e pelo financiamento concedido.

A todos os responsáveis pelo Parque Estadual do Ibitipoca, obrigada pelas ótimas acomodações e pela gentileza em nos deixar invadir para pesquisar!

E ao meu filho Theo, por ter tornado tudo muito mais demorado, mais complicado, porém muito mais feliz! Obrigada meu bichinho, por ter feito a minha vida incomparavelmente melhor. Por todos os seus sorrisos terem feito a exaustão valer a pena. Pra você não tenho palavras.

“Quem planeja a curto prazo, deve cultivar cereais;
quem planeja a médio prazo, deve plantar árvores;
quem planeja a longo prazo, deve educar pessoas.”

Kwantzu, China, a.C.

RESUMO

A realização de inventários de espécies de formigas pode fornecer dados de distribuição de espécies raras, ameaçadas ou de importância ecológica, sendo algumas espécies citadas na literatura como bioindicadoras pela sua capacidade de responder ao estresse em um nível muito mais sensível do que outros animais. Este estudo foi realizado no Parque Estadual do Ibitipoca – MG com o objetivo de fornecer uma base de dados sobre a mirmecofauna local. A assembléia de formigas foi inventariada e caracterizada e os parâmetros ecológicos investigados foram riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade. Os locais de amostragem foram Mata Ciliar (MC), Campo Rupestre (CR) e Mata Secundária Semidecidual Ombrófila (MS). "Pit-fall", isca atrativa de sardinha e mel e coleta manual de serapilheira foram os métodos de coleta utilizados de julho a dezembro de 2008. Um total de 8.730 indivíduos, 20 gêneros, 46 espécies e oito subfamílias foi amostrado. A curva de rarefação sugere que a amostragem contemplou a maioria das espécies, exceto na Mata Ciliar, cuja curva não tende a assíntota. A subfamília com o maior número de gêneros foi Myrmicinae e o mais representativo foi *Pheidole*. A abundância média de formigas foi maior na Mata Ciliar, a riqueza (Margalef) também foi maior para a Mata Ciliar. O índice de diversidade (Shannon) ficou muito próximo para as três áreas podendo ser considerado relativamente alto. A Dominância foi baixa e a Equitabilidade alta, indicando uma distribuição uniforme entre as espécies que compõem a mirmecofauna do Parque. Tais resultados demonstram que as relações de dominância e/ou co-dominância estão bem estabelecidas. Classificando-se as espécies em grupos funcionais, predominou-se as Generalistas Myrmicinae (*Crematogaster* e *Pheidole*): Mata Secundária (75.50%), Campo Rupestre (59.45%) e Mata Ciliar (45.63%). Os resultados contribuem com uma base de dados para auxiliar em ações conservacionistas futuras, utilizando as formigas como instrumento de pesquisa e como espécies bioindicadoras.

Palavras-chave: Inventário, bioindicadores, grupos funcionais, riqueza, abundância.

ABSTRACT

Inventories of ants species can provide data about distribution of rare, threatened or with ecological importance species, some of them are cited at the literature as bioindicators due to its ability to respond to stress in a much more sensitive way than other animals. This study was conducted in Ibitipoca State Park – MG in order to provide a database on the local ant fauna. The ants assemblage was sampled and characterized and the ecological parameters investigated were: richness, diversity, dominance and evenness. The sampling sites were Riparian Forest (MC), Field Rock (CR) and Secondary Semidecidual Rain Forest (MS). Pit-fall, bait attractive of sardines and honey and manual collection of litter were the collection methods used during July and December 2008. A total of 8730 individuals, 20 genera, 46 subfamilies and eight species were sampled. The rarefaction curve suggests that samples included the most species, except in the riparian forest, which tends to curve does not asymptote. The subfamily with the largest number of genera was Myrmicinae and the genera more representative was *Pheidole*. The average abundance of ants was greater in the riparian forest, as well as the Margalef richness index. The diversity index (Shannon) was very close to the three areas and can be considered relatively high. The Dominance was low and Equitability high, indicating a uniform distribution among the species that composed the Park ant fauna. Our results demonstrate that the relations of dominance and/or co-dominance are well established. Classifying species into functional groups, are the predominant Generalists Myrmicinae (*Crematogaster* and *Pheidole*): Secondary Forest (75.50%), Camp Rock (59.45%) and riparian forest (45.63%). The results contribute to a database to assist in future conservation actions, using ants as a research tool and as bioindicators.

Keywords: Inventory, bioindicators, functional groups, richness, abundance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Parque Estadual do Ibitipoca no estado de Minas Gerais.....	34
Figura 2. Fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca – MG, (A) Campo Rupestre, (B) Mata Ciliar e (C) Mata Secundária.....	35
Figura 3. Desenho esquemático da distribuição dos pontos de coleta em cada quadrante no Parque Estadual do Ibitipoca – MG.....	37
Figura 4. Armadilha atrativa de sardinha e mel utilizada nas coletas no Parque Estadual do Ibitipoca – MG, com detalhe de <i>Camponotus renggeri</i> alimentando.....	38
Figura 6. (A) Quadrante de PVC (0,25m ²) utilizado para amostrar a camada de serapilheira na superfície do solo do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. (B) Armazenamento da amostra de serapilheira amostrada no solo do Parque Estadual do Ibitipoca – MG.....	40
Figura 7. Modelo de um funil de Berlese similar ao utilizado para triar as formigas de serapilheira.....	40
Figura 8. (A) Modelo de formiga transfixada. (B) Coleção da mirmecofauna do Parque Estadual do Ibitipoca – MG.....	41

Figura 9. Curva de rarefação correspondente a mirmecofauna amostrada em três fitofisionomias no Parque Estadual de Ibitipoca – MG.....	46
Figura 10. (A e B) <i>Pheidole obscurithorax</i>	48
Figura 11. (A) <i>Acromyrmex echinator</i>	50
Figura 12. (A e B) <i>Apterostigma auriculatum</i>	52
Figura 13. (A e B) <i>Cephalotes pusillus</i>	53
Figura 14. (A e B) <i>Crematogaster sericea</i>	54
Figura 15. (A e B) <i>Strumigenys louisianae</i>	55
Figura 16. (A e B) <i>Octostruma balsani</i> . (C e D) <i>Octostruma rugifera</i>	56
Figura 17. (A) <i>Solenopsis molesta</i> (B) <i>Solenopsis amblychila</i>	57
Figura 18. (A e B) <i>Wasmannia auropunctata</i>	57
Figura 19. (A) <i>Brachymyrmex patagonicus</i> (B) <i>Brachymyrmex depilis</i>	59
Figura 20. (A) <i>C.crassus</i> (B) <i>C.bonariensis</i> (C) <i>C.melanoticus</i> (D) <i>C. reggeri</i>	60
Figura 21. (A) <i>Myrmelachista</i> sp (B) <i>Myrmelachista gallicola</i>	62

Figura 22. (A e B) <i>Paratrechina longicornis</i>	63
Figura 23. <i>Ectatomma edentatum</i>	64
Figura 24. (A) <i>Heteroponera dentinodis</i> .(B) <i>Heteroponera inermis</i>	64
Figura 25. (A e B) <i>Hypoponera foreli</i>	65
Figura 26. (A e B) <i>Pachycondyla striata</i>	66
Figura 27. (A) <i>Linepithema pulex</i> (B) <i>Linepithema cerradense</i>	67
Figura 28. (A e B) Formiga do gênero <i>Labidus</i>	69
Figura 29. (A) <i>Pseudomyrmex denticollis</i> (B) <i>Pseudomyrmex ejectus</i>	70
Figura 30. Abundância média e desvio padrão de formigas amostradas na Mata Ciliar e Mata Secundária. *Indica diferença significativa de acordo com o teste de Mann-Whitney (P=0,05).....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Coordenadas geográficas dos quadrantes amostrados no Parque Estadual do Ibitipoca, MG.....	34
Tabela 2.	Número de indivíduos e localização das espécies de formigas amostradas no Parque Estadual do Ibitipoca – MG. Período de junho a dezembro de 2008.....	47
Tabela 3.	Índices ecológicos calculados para a fauna de formigas amostrada em três fitofisionomias no Parque Estadual do Ibitipoca – MG.....	72
Tabela 4.	Abundância dos grupos funcionais em cada fitofisionomia analisada no Parque Estadual do Ibitipoca – MG, medidas em porcentagem (%)......	76
Tabela 5.	Classificação dos Grupos Funcionais da assembleia de formigas do Parque Estadual do Ibitipoca – MG.....	77

SUMÁRIO

1	Introdução.....	19
2	Revisão de Literatura.....	23
2.1	Mata Atlântica e a mirmecofauna.....	23
2.2	Efeitos da fragmentação.....	25
2.3	Formigas como Bioindicadores.....	27
2.4	Classificação das formigas em Grupos Funcionais.....	29
2.5	Parque Estadual do Ibitipoca.....	31
3	Material e Métodos.....	34
3.1	Locais de amostragem.....	34
3.1.1	Campo Rupestre.....	36
3.1.2	Mata Secundária.....	36
3.1.3	Mata Ciliar.....	36
3.2	Determinação da Composição das Assembleias de Formigas.....	36

3.2.1 Isca Atrativa.....	38
3.2.2 <i>Pit-fall</i>	38
3.2.3 Coleta de serapilheira.....	39
3.2.4 Triagem e identificação das amostras.....	40
3.3 Análise dos dados.....	41
3.4 Parâmetros Ecológicos	42
3.4.1 Riqueza.....	42
3.4.2. Diversidade de Shannon.....	43
3.4.3 Dominância.....	43
3.4.4 Equitabilidade (J').....	44
3.5 Classificação dos grupos funcionais.....	44
4 Resultados e Discussão.....	46
4.1 Composição das Assembleias de Formigas.....	46
4.1.1 Subfamília Myrmicinae.....	48

4.1.1.1 <i>Pheidole</i>	48
4.1.1.2 <i>Acromyrmex</i>	50
4.1.1.3 <i>Apterostigma</i>	51
4.1.1.4 <i>Cephalotes</i>	52
4.1.1.5 <i>Crematogaster</i>	53
4.1.1.6 <i>Strumigenys</i>	54
4.1.1.7 <i>Octostruma</i>	55
4.1.1.8 <i>Solenopsis</i>	56
4.1.1.9 <i>Wasmmania</i>	57
4.1.2 Subfamília Formicinae.....	58
4.1.2.1 <i>Brachymyrmex</i>	59
4.1.2.2 <i>Camponotus</i>	60
.	
4.1.2.3 <i>Myrmelachista</i>	61
4.1.2.4 <i>Paratrechina</i>	62

4.1.3 Subfamília Ectatominae.....	63
4.1.3.1 <i>Ectatomma edentatum</i>	63
4.1.4 Subfamília Heteroponerinae.....	64
4.1.4.1 <i>Heteroponera</i>	64
4.1.5 Subfamília Ponerinae.....	64
4.1.5.1 <i>Hypoponera</i>	65
4.1.5.2 <i>Pachycondyla</i>	66
4.1.6 Subfamília Dolichoderinae.....	66
4.1.6.1 <i>Linepithema</i>	67
4.1.7 Subfamília Ecitoninae.....	67
4.1.7.1 <i>Labidus</i>	68
4.1.8 Subfamília Pseudomyrmicinae.....	69
4.1.8.1 <i>Pseudomyrmex</i>	69

4.2. Mata Ciliar vs Mata Secundária.....	71
4.3. Parâmetros Ecológicos.....	72
4.3.1. Riqueza.....	72
4.3.2. Diversidade de Shannon.....	74
4.3.3 Dominância e Equitabilidade.....	74
4.4. Grupos Funcionais.....	75
5. Considerações Finais.....	81
6. Referências Bibliográficas.....	82

1 – INTRODUÇÃO

As formigas são um grupo de insetos com importância relevante nas florestas tropicais, devido a sua biomassa, número de indivíduos e plasticidade comportamental. Dentre os insetos sociais, possuem uma distribuição ampla e são numericamente abundantes, estando entre os grupos de maior sucesso ecológico (FITTKAU & KLINGE, 1973; STORK, 1988; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Elas são encontradas em todos os estratos da floresta e se alimentam dos mais diversos tipos de recursos. Ocorrem em praticamente todos os ambientes terrestres, com exceção da Islândia, Groelândia e pólos; espécies nativas são ausentes em algumas ilhas (FOLGARAIT, 1998). Estima-se que atualmente existam aproximadamente 12.592 espécies registradas para a família Formicidae (AGOSTI & JOHNSON 2005).

Em função da sua ampla riqueza e importância nos ecossistemas, as formigas são bastante estudadas no mundo inteiro. Constituem um grupo capaz de colonizar ambientes terrestres com poucos recursos para o desenvolvimento da vida, além de ocuparem várias posições nas cadeias tróficas (RAMOS, 2001).

Os efeitos que esses organismos exercem nos ecossistemas onde são encontrados são muito importantes, em função de sua abundância, diversidade de hábitos alimentares, estabilidade populacional e eficiência de forrageamento (WILSON, 1971; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Segundo MAJER (1983), em várias regiões do planeta, as formigas possuem um dos papéis mais importantes na pirâmide de fluxo de energia. Algumas das principais atividades realizadas por elas nos ecossistemas estão relacionadas com a ciclagem de nutrientes e controle da população de outros invertebrados (MACEDO, 2004). Algumas espécies ordenham homópteros, outras espécies predam outros artrópodes, enquanto alguns gêneros primariamente neotropicais cultivam fungos.

As atividades de forrageamento e construção das colônias por formigas influenciam diretamente no processo de formação do solo (bioperturbação) e suas dinâmicas (infiltração da água, aeração e penetração da raiz) (SUDD,

1982). Além disso, as formigas participam ativamente na determinação da composição da vegetação (MORAIS & BENSON, 1988; OLIVEIRA, 1988; DECLARO *et al.*, 1996), visto que algumas espécies a realizam dispersão de sementes, carregando-as para áreas degradadas (MOUTINHO *et al.*, 1983).

Entretanto, em função do solo ser um ambiente complexo (GILLER 1996; WOLTERS, 2001; ANDRÉ *et al.*, 2002) e a fauna de formigas que o habita geralmente não ser estudada de forma sistemática, sugere-se que este segmento de fauna possa ser ainda mais abundante e diverso do que se é documentado (BELSHAW & BOLTON, 1994; LONGINO & COLWELL, 1997; LONGINO *et al.*, 2002).

Segundo DELABIE & FOWLER (1995), 50% da fauna de formigas em florestas tropicais pode estar associada à serapilheira. Mais recentemente, WALL & MOORE (1999) registraram que aproximadamente 62% de todas as espécies de formigas descritas no mundo habitam o solo e/ou a serapilheira, de tal forma que estabeleceu-se um protocolo para a sua coleta, aceito internacionalmente, que permite comparações entre áreas e que vem sendo aplicado em diversas localidades do mundo (FEITOSA & RIBEIRO 2005).

Neste protocolo, denominado de “ALL Protocol” (Ants of the Leaf Litter Protocol), recomenda-se a utilização de diferentes métodos de amostragem de forma concomitante, determinando-se a distância entre as amostras, além de permitir o estabelecimento de uma base para programas de monitoramento de longo prazo. Dependendo dos objetivos do estudo, outros métodos complementares podem ser adicionados ao ALL Protocol a fim de amostrar diversas espécies de formigas (AGOSTI & ALONSO 2000).

Uma das formas de monitorar a qualidade de habitats e as mudanças ambientais de um local é a realização de levantamentos de certos grupos taxonômicos, referidos como indicadores biológicos ou bioindicadores (Mc GEOCH *et al.*, 2002). As formigas constituem um grupo interessante para serem usadas como bioindicadoras em estudos que permitem avaliar as condições do ambiente ou contribuem para o diagnóstico das possíveis causas das mudanças ambientais (NIEMI & McDONALD, 2004). A sensibilidade das

comunidades de formigas em relação aos distúrbios e mudanças ambientais, sua importância funcional e facilidade de amostragem, as torna uma ferramenta ideal para ser usada no monitoramento e na avaliação na gestão ambiental (ANDERSEN, 2010). Além disso, as comunidades de formigas têm sua composição alterada em relação as espécies presentes em função de diferentes padrões de sucessão vegetal, o que torna evidente sua importância em estudos de habitats em reabilitação (FOWLER, 1998) e diagnóstico ambiental.

A composição de espécies de comunidades de formigas vem sendo utilizada na Austrália como um indicador do grau de recuperação de ambientes após uma perturbação (ANDERSEN & MAJER, 2004). Segundo ANDERSEN (1997), para facilitar o estudo de formicídeos, as espécies podem ser divididas em sete grupos funcionais que são agrupados a partir de alterações em relação ao clima, solo, vegetação e distúrbios.

Através desta proposta as diferentes espécies de formigas são classificadas dentro dos grupos funcionais de acordo com a sistemática e a ecologia comportamental das mesmas, é possível inferir através das estratégias de colonização apresentadas pelos grupos de Formicidae sobre a qualidade do ambiente. Esta abordagem requer um entendimento prévio das respostas das formigas ao estresse e ao distúrbio do ambiente, sendo stress definido como qualquer fator limitante de produtividade e distúrbio como qualquer fator que remova a biomassa (ANDERSEN, 1995).

A Serra do Ibitipoca abriga o Parque Estadual do Ibitipoca (PEI) e caracteriza-se como divisor de águas entre as bacias dos rios Grande (Rio Vermelho) e Paraíba do Sul (Rio do Salto) (HIRSCH & SUBIRÁ, 1994), pertencente ao Planalto de Itatiaia e de Andrelândia que em razão do endemismo de algumas espécies, da relevância e singularidade espeleológica e da diversidade de habitats é classificado na categoria de “Extrema Importância Biológica” (COSTA *et al.*, 1998). Estes autores consideram que a maior pressão antrópica sobre a área é efetuada pelo turismo e recomendam o monitoramento da fauna.

O conhecimento da biodiversidade dos ecossistemas, através de levantamentos faunísticos e um trabalho de monitoramento do ambiente baseado em indicadores ambientais podem constituir importante embasamento para a conservação, bem como para uma potencial exploração racional dos recursos e das áreas naturais ainda existentes. Com esse enfoque, o objetivo deste trabalho foi: (1) inventariar e caracterizar a assembleia de formigas do Parque Estadual de Ibitipoca – MG em três diferentes fitofisionomias, de maneira a ampliar o conhecimento da fauna de formigas que lá ocorrem; (2) contribuir com uma base de dados para que se tenha um registro global da ocorrência das espécies de formigas do Parque Estadual do Ibitipoca; (3) contribuir com a inclusão de espécies brasileiras para uma base de dados única e de livre acesso a pesquisadores (website AntWeb www.antweb.org, sob coordenação do Dr. Brian L. Fisher e Dr. Jack Longuino; (4) testar a aplicação da proposta de ANDERSEN (2005) que classifica as formigas em diferentes grupos funcionais.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1– MATA ATLÂNTICA E A MIRMECOFAUNA

A Mata Atlântica ocupa hoje 7% de sua área original, que se estendia do Rio Grande do Norte ao extremo sul do Brasil, e está representada por florestas primárias ou em estágio avançado de regeneração com áreas acima de 10ha, segundo dados do Ministério de Meio Ambiente (2010). Estudos realizados neste complexo bioma indicam uma alta diversidade de espécies endêmicas, que podem compreender 50% do total de espécies e até 95% em determinados grupos (BROWN & BROWN, 1992; MORELLATO *et al.*, 2000).

O padrão de riqueza de espécies de uma determinada região é uma importante questão de interesse ecológico (ROSENZWEIG, 1995) tendo em vista que as espécies são a partícula fundamental para compreensão da biodiversidade (BISBY, 1995; GASTÓN, 1996). Em áreas fragmentadas, como a Mata Atlântica, o número de espécies pode ser alterado em função do chamado “efeito de borda”, região intermediária entre a vegetação nativa e a área alterada, que está sujeita às variações no microclima, na estrutura da vegetação e à invasão por outras espécies (TURNER, 1996; DIDHAM, 1997).

Nesse contexto formigas são reconhecidamente úteis no monitoramento das condições ambientais em áreas fragmentadas e/ou antropizadas por se tratarem de invertebrados relativamente fáceis de serem encontrados e por atuarem amplamente no ecossistema (HOLLDOBLE & WILSON, 1990; ANDERSEN & LONSDALE, 1990;) fornecendo informações ecológicas substanciais tendo em vista ser um grupo com alta abundância (UNDERWOOD & FISHER, 2006).

Em diversos estudos realizados em florestas tropicais busca-se conhecer a mirmecofauna local relacionando-a ao estado de conservação daquele ambiente. SANTOS *et al.* (2006) compararam a riqueza de formigas em fragmentos de Mata Atlântica de diferentes tamanhos na região do Alto Rio Grande (MG, Brasil). Foram encontrados no total 142 espécies distribuídas em 10 gêneros e os resultados obtidos sugerem que a riqueza de espécies nesses

fragmentos não se relaciona diretamente ao tamanho dos mesmos, mas a heterogeneidade e composição de cada um.

Experimentos realizados em regiões onde a Mata Atlântica foi substituída por pastagem revelam que a presença de árvores esparsas remanescentes de áreas de floresta adjacentes contribui para manutenção da riqueza moderadamente elevada de espécies de formigas arborícolas, principalmente em árvores com copas largas e que se mantêm carregadas de epífitas provenientes da cobertura vegetal original. Porém não se sabe ao certo a distância a qual estas árvores dispersas no pasto devem estar dos fragmentos de Mata Atlântica restantes para que tal condição seja mantida (MAJER & DELABIE, 1999).

Por sua vez, em estudos realizados em locais ocupados pelo cultivo de cacau, há evidências de que a riqueza de espécies de formigas é maior em áreas de florestas do que nas áreas de plantação. Também foi possível verificar diferenças abruptas na composição da comunidade de formigas na mata e no campo cultivado (MAJER *et al.*, 1997).

Para a Mata do Cipó, situada na transição entre o domínio Mata Atlântica e a Caatinga e com intensa pressão antrópica, foram encontradas 55 espécies de formigas distribuídas em 23 gêneros. Estes dados aliados a uma riqueza específica relativamente alta para esse ambiente sugerem uma representação efetiva da comunidade de formigas epígeas e uma possível regeneração do ecótono Mata do Cipó (CARVALHO *et al.*, 2004).

Em um levantamento de formigas presentes na serapilheira realizado no Parque Estadual da Cantareira foi verificada uma riqueza relativamente baixa de formigas. O parque possui um extenso fragmento de Mata Atlântica original e grande parte encontra-se em estágio avançado ou completo de recuperação, porém as proximidades com grandes centros urbanos aliada às condições locais como o solo e a topografia podem estar afetando a estrutura da comunidade de formigas nesse local (FEITOSA & RIBEIRO, 2005). Em trabalho recente sobre as áreas de Mata Atlântica fragmentadas, na Serra Grande – Alagoas, TAMBARELLI *et al.* (2009) descobriram um aumento de até 20 vezes na

densidade de colônias do gênero *Atta*, devido aos efeitos de borda que a Mata Atlântica vem sendo submetida, como conseqüência da sua fragmentação.

Estima-se que mais de 60% da população brasileira viva na área de abrangência original da Mata Atlântica, onde se concentram os principais pólos de urbanização. Este fato faz com que a Mata Atlântica apresente uma grave situação de fragmentação e seja um dos biomas mais ameaçados do Planeta (ALVES, 2007). É importante que todos os esforços possíveis sejam dirigidos em favor de ações conservacionistas que possam, de fato, dar suporte às pesquisas científicas que tem por objetivo contribuir com a preservação deste Bioma, tornando imprescindível o aumento dos estudos direcionados a esta área, sendo possível acessar os efeitos da fragmentação utilizando-se as formigas como bioindicadoras.

2.2 – EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO

A utilização dos recursos naturais de forma indiscriminada vem causando efeitos nocivos aos ecossistemas em todo o mundo. As florestas tropicais, que abrigam pelo menos a metade do total das espécies vegetais e animais existentes do planeta, se destacam entre os ecossistemas perturbados ou destruídos pela ação antrópica (MYERS, 1997). As maiores ameaças à integridade e à diversidade biológica das florestas tropicais são a destruição e a fragmentação dos ambientes naturais.

CERQUEIRA (2003) define fragmentação como sendo a separação em partes de uma dada unidade do ambiente que passa a ter condições ambientais diferentes em sua vizinhança. Para esse autor a fragmentação ocorre quando um hábitat contínuo (terrestre ou aquático) é dividido em manchas. Com essa continuidade destruída, os fragmentos restantes ficam isolados uns dos outros por uma paisagem modificada ou degradada (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A fragmentação da Mata Atlântica sempre esteve associada aos ciclos econômicos brasileiros e à expansão urbana (DEAN, 2006). A fronteira agrícola é um reflexo do rápido crescimento e da dispersão geográfica das populações

humanas que ocorre nas regiões tropicais e tende a deixar áreas de florestas remanescentes serem transformadas pela criação de pastagens, plantações e áreas urbanas (TAMBARELLI *et al.*, 2009).

As conseqüências do processo de fragmentação têm sido intensamente estudadas e o principal referencial teórico é fornecido pela Teoria da Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson, que possibilita prever o número de espécies que uma ilha de determinado tamanho poderá suportar, baseando-se no balanço entre a extinção e migração. Este é o caso da Mata Atlântica Brasileira, hoje reduzida a pequenas “ilhas” de florestas em grande parte de sua área de distribuição original (TAMBARELLI *et al.*, 2009).

A destruição dessas regiões ou sua fragmentação são processos decisivos para que as espécies sejam extintas (perda de diversidade) ou se tornem mais vulneráveis à extinção (KAGEYAMA & LEPSCH-CUNHA, 2001). Após a fragmentação, o ambiente é alterado em seu microclima, heterogeneidade ambiental, dinâmica da comunidade, diversidade de espécies e na abundância original de suas populações, que podem aumentar, diminuir ou extinguir-se localmente (KAPOS, 1989). Entre os grupos mais vulneráveis estão grandes carnívoros, aves, vertebrados frugívoros, árvores de grande porte e formigas de correição, que têm habito nômade (TAMBARELLI *et al.*, 2009).

A fragmentação influencia a dinâmica biológica da floresta de diferentes maneiras em função: do grau de isolamento entre os fragmentos; o tamanho e a forma do fragmento; o tipo de matriz circundante e através do efeito de borda (CERQUEIRA, 2003). O efeito de borda, foi conceituado por Laurance, como o resultado de várias mudanças ecológicas associadas às abruptas bordas artificiais dos fragmentos de floresta. Nos locais onde verifica-se o efeito de borda, registra-se que o aumento na disponibilidade de luz e ação de ventos quentes, que causam dessecação do habitat, são provavelmente os principais mecanismos que impulsionam a alteração da floresta (TAMBARELLI *et al.*, 2009).

Como conseqüência dessas alterações, a explosão das populações de formigas cortadeiras do gênero *Atta* (saúvas) tem sido motivo de preocupação. Essas formigas têm sua população fortemente regulada pela disponibilidade de

alimentos e pela predação. Na floresta não perturbada, predominam as plantas tolerantes à sombra que, em geral, apresentam muitas defesas químicas e estruturais contra herbívoros, como as saúvas. Entretanto, a fragmentação e a criação das bordas ampliam os ambientes iluminados que favorecem as plantas pioneiras, as quais têm menos defesas e, por isso, são mais atacadas pelas saúvas (TAMBARELLI *et al.*, 2009) que conseqüentemente aumentam em densidade espacial e populacional.

Apesar do esforço e do empenho em conhecer os efeitos da fragmentação nas florestas, ainda falta uma visão mais completa e integradora desses efeitos. Essa visão é fundamental para que se estabeleçam diretrizes de um plano de manejo e conservação capazes de reduzir os efeitos da fragmentação.

2.3 – FORMIGAS COMO BIOINDICADORES

Estudar a distribuição dos organismos é fundamental para compreender as relações que existem entre diversidade biológica e a dinâmica de funcionamento dos ecossistemas (STORK, 2007). Além disso, tais estudos são necessários para o embasamento de políticas de conservação ambiental (GRYTNES & MCCAIN, 2007), onde a utilização de organismos bioindicadores permite avaliar as condições do ambiente ou contribui para o diagnóstico das possíveis causas das mudanças ambientais (NIEMI & McDONALD, 2004).

Os habitats podem ser modificados por vários tipos de eventos naturais, tais como o fogo, furacões, enchentes, os quais variam em sua extensão, magnitude e frequência. Além disso, especialmente nas regiões tropicais, a atividade humana tem contribuído significativamente para a perturbação dos habitats. Dentre diversas ações, podemos citar o desmatamento, a urbanização, a agricultura, pastagem e mineração (PHILPOTT *et al.*, 2008). Formigas podem ser muito sensíveis aos distúrbios e à transformação dos habitats, e por essa razão têm sido usadas como espécies indicadoras (HOFFMANN & ANDERSEN, 2003). A sensibilidade das comunidades de formigas em relação aos distúrbios e mudanças ambientais, somado à sua importância

funcional e facilidade de amostragem, as torna uma poderosa ferramenta de monitoramento e avaliação na gestão ambiental (ANDERSEN, 2010).

Um bom bioindicador deve ser capaz de responder de forma rápida e objetiva por intermédio da análise de seu estado a condição em que se encontra um sistema biológico (SCHECK, 1990), deve ser notável e facilmente amostrável (BROWN, 1991) e deve estar associado aos grandes processos do ecossistema, ser sensível a variações no manejo e no clima (DORAN & PARKIN, 1994). Atualmente estudos que discutem a importância dos insetos nos ecossistemas terrestres como bioindicadores de qualidade ambiental é crescente, pois os insetos desempenham papel chave nos ecossistemas terrestres (ANTONINI *et al.*, 2003).

As formigas possuem atributos biológicos que as qualificam como uma ferramenta útil para estudos de diversidade (ALONSO & AGOSTI, 2000). O conhecimento da diversidade de formigas em uma área fornece importantes informações para realização de planos de conservação, sendo utilizadas como bioindicadores eficazes principalmente devido às seguintes características: (1) apresentam uma alta diversidade e abundância local, (2) possuem ninhos perenes e estacionários, assim como área de forrageamento restrita, podendo então ser amostradas e monitoradas com segurança de que representam as unidades estudadas, (3) são facilmente amostradas e separadas em morfoespécies, e (4) respondem rapidamente a mudanças ambientais por possuírem faixas estreitas de tolerância (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

As respostas ecológicas das formigas aos impactos ambientais podem ser observadas em diferentes níveis: ecossistemas, comunidades, populações e até individualmente. Para avaliar a recuperação das comunidades após impactos ambientais, as medidas de abundância, diversidade e composição de espécies são os parâmetros mais utilizados (RIBAS *et al.*, 2009). Por esta razão, estudar as comunidades de formigas locais tem se mostrado uma excelente ferramenta para avaliar as condições ambientais em estudos de acompanhamento de áreas degradadas, dos diferentes padrões do uso do

solo, monitoramento de regeneração de áreas florestais e savanas pós-fogo (SILVA & BRANDÃO, 1999).

Essas são algumas razões pelas quais as formigas são comumente utilizadas como bioindicadores em projetos de reabilitação de áreas degradadas. As formigas foram usadas na avaliação de sistemas de manejo de pomares cítricos de diferentes idades (SMITH, 1995), em ambientes agrários e naturais (RAMOS *et al.*, 2003), em estudos de reabilitação de minas de bauxita (MAJER, 1992, 1996), na determinação dos efeitos da fragmentação da floresta amazônica (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999; VASCONCELOS, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 2001) e na elaboração de relatórios técnicos para Planos de Manejo (LOPES *et al.*, 2005). Recentemente RIBEIRO *et al.* (2009) verificaram a viabilidade da utilização da mirmecofauna para a bioindicação de impactos e restauração ambiental. O uso de formigas como bioindicadores também é um bom recurso dentro de agroecossistemas de café (SPOLIDORO, 2009).

A realização de inventários de espécies fornece dados sobre sua distribuição e conseqüentemente sobre espécies raras, ameaçadas ou de importância ecológica, como espécies praga ou endêmicas. Por outro lado, o inventário de espécies de um habitat em particular é frequentemente solicitado com o propósito de embasar políticas de conservação ou manejo, ou mesmo para estudos comparativos de comunidades entre diferentes localidades.

2.4 – CLASSIFICAÇÃO DAS FORMIGAS EM GRUPOS FUNCIONAIS

As formigas engajam-se em interações com muitos outros organismos e, conseqüentemente, participam de forma significativa dos processos funcionais dos ecossistemas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Uma proposta que auxilia na compreensão da composição das espécies numa dada comunidade é a classificação das formigas em Grupos Funcionais proposta por ANDERSEN (1995) baseado nos trabalhos publicados por GRIME (1977). A classificação das formigas em grupos funcionais transcende os limites taxonômicos e biogeográficos e responde ao estresse e ao distúrbio (LAVOREL *et al.*, 1997). ANDERSEN (1995) define os principais fatores de estresse no ambiente como:

baixa temperatura, viabilidade de locais de nidificação, disponibilidade de alimentos, técnicas de captura de recursos e estrutura do microhabitat.

Para BESTELMEYER & WIENS (1996), os grupos funcionais oferecem meios de avaliar as respostas das formigas em relação aos gradientes de uso da terra, usando facilmente as vastas características ecológicas observadas, sem exigir conhecimento detalhado da história natural ou designação das espécies. Em princípio, a classificação das formigas em grupos funcionais foi baseada em estudos australianos desenvolvidos principalmente por ANDERSEN (1995, 1997, 1998, 2000, 2010). Essa classificação das comunidades de formigas em grupos funcionais e sua utilização como bioindicadores tem sido realizada com sucesso nas zonas áridas da Austrália, pelo seu poder preditivo em relação ao impacto de fatores como *stress*, sendo usado freqüentemente em estudos que visam identificar bioindicadores ambientais (ANDERSEN *et al.*, 2002, 2004, ANDERSEN & MAJER 2004, MAJER *et al.*, 2004).

Estudos realizados por KING, ANDERSEN & CUTTER (1998) demonstram que esse mesmo esquema pode ser aplicado em áreas de florestas tropicais, mas acabam sendo limitados às classificações na forma de guildas, uma vez que esse esquema de grupos funcionais está relacionado com a distribuição da vegetação. Segundo SILVESTRE e SILVA (2001), a simples aplicação do modelo australiano não é capaz de refletir a diversidade de situações encontradas nas regiões neotropicais, porque nas florestas neotropicais a disponibilidade de nichos e a dinâmica interespecífica estão sujeitas a um número muito maior de variáveis em relação aos ambientes australianos que são mais abertos.

Entretanto, para ANDERSEN (2000) é possível aplicar a classificação de formigas em estudos de ecossistemas do mundo todo. A ecologia global não se direciona aos detalhes na composição e dinâmica das comunidades de formigas, mas procura compreender como a estrutura e função da comunidade de formigas variam entre biomas, entre diferentes estratos de uma mesma floresta e em resposta as perturbações ambientais. Para ele, os padrões dos grupos funcionais podem ser reconhecidos em relação ao clima e a vegetação, variando entre as zonas climáticas e com o tipo e complexidade da vegetação.

No Brasil, pesquisadores em taxonomia e ecologia de comunidades de formigas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (São Paulo) e o do Laboratório de Mirmecologia UESC/CEPLAC (Bahia) se propuseram a reunir dados de biologia, comportamento e morfologia da fauna de formigas de diversos biomas brasileiros. Esse conjunto de informações foi utilizado para elaborar uma proposta de classificação desta fauna em guildas, fazendo uma análise em detalhe da estrutura ecológica da fauna de formigas neotropicais. Em especial a caracterização das guildas de formigas em florestas neotropicais (DELABIE *et al.*, 2000) e do Cerrado e da mirmecofauna da serapilheira (SILVESTRE *et al.*, 2003).

De acordo com as observações acumuladas sobre guildas de formigas, sugere-se ainda que novos testes de hipóteses sobre os fatores que determinam a ecologia das comunidades e populações de formigas terão poder preditivo significativamente aumentado quando realizados segundo um modelo de guildas, se comparados a métodos analíticos tradicionais (BRANDÃO *et al.*, 2010). No presente trabalho adotou-se a classificação proposta por ANDERSEN (1995) por esta ser mais condizente com o objetivo aqui proposto e ser bem próxima do contexto de guildas proposto por BRANDÃO *et al.* (2010).

2.5 – PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA

Criado em julho de 1973 pela Lei nº 6.126, o PEI é uma das unidades de conservação administradas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2009). Está situado no sudeste do estado de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Lima Duarte, Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, entre as coordenadas 21° 40' - 21°44' S e 43°52' - 43°55' W. Em 2004 foi realizada uma nova medição do Parque onde foram inseridos os paredões de seu entorno, aumentando sua área de 1488 para 1923,5 hectares (MENINI NETO, 2005).

A Serra do Ibitipoca integra o complexo da Serra da Mantiqueira, cujo relevo é caracterizado por escarpas altas ou colinas (CETEC, 1983), com variações de altitude entre 1050m nos vales ao sul e 1784m onde está

localizado o Pico da Lombada (RODELA, 2000). A Serra forma uma área montanhosa isolada das demais áreas de campo rupestre, apresentando uma flora diferenciada da Cadeia do Espinhaço propriamente dita, sendo considerada uma disjunção em relação a esta Cadeia (GIULIETTI & PIRANI, 1988). O Parque Estadual do Ibitipoca apresenta ampla diversidade de vegetação, fauna, das formas de relevo, dos solos e dos microclimas (RODELA, 1998).

De acordo com URURAHY *et al.* (1993), o Parque encontra-se inserido entre dois domínios regionais de vegetação, originalmente compostos pelas matas estacionais semidecíduas e savanas (cerrados). Em relação à vegetação, FONTES (1997) distingue cinco tipos básicos - cerrado de altitude, campos rupestres, mata ciliar, capão de mata e uma área de mata secundária ombrófila densa, conhecida localmente como “mata-grande”.

O clima da área é classificado como Cwb (classificação de Köppen), mesotérmico úmido, com invernos secos e verões amenos com sua temperatura anual média em torno de 18.9°C. Dados pluviométricos fornecidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica no período de 1942 a 1993 indicam uma precipitação anual média de 1532 mm, com menor precipitação nos meses de junho, julho e agosto e maior nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. No Parque, a influência do relevo sobre o clima é muito importante, pois a altitude e a topografia são diferenciadas e as cristas anticlinais de Ibitipoca se sobressaem localmente em relação às áreas vizinhas, originando um clima diferenciado dos arredores (RODELA & TARIFA, 2002).

A Serra do Ibitipoca abriga o PEI e caracteriza-se como divisor de águas entre as bacias dos rios Grande (Rio Vermelho) e Paraíba do Sul (Rio do Salto) (HIRSCH & SUBIRÁ, 1994), pertencente ao Planalto de Itatiaia e de Andrelândia que em razão do endemismo de algumas espécies, da relevância e singularidade espeleológica e da diversidade de habitats é classificado na categoria de “Extrema Importância Biológica” (COSTA *et al.*, 1998) Estes autores consideram que a maior pressão antrópica sobre a área é efetuada pelo

turismo e recomendam o monitoramento da fauna. Assim, o presente estudo é uma contribuição para o conhecimento da Assembleia de formigas presentes no PEI.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de amostragem

As coletas foram realizadas no Parque Estadual do Ibitipoca – MG, situado na Serra do Ibitipoca, no sudeste do estado de Minas Gerais, abrangendo áreas dos municípios de Lima Duarte e de Santa Rita do Ibitipoca, aproximadamente entre as coordenadas 21° 40'-44' S e 43° 52'-55' W, com 1.923,5 ha (Fig. 1).



Figura 2. Localização do Parque Estadual do Ibitipoca no estado de Minas Gerais. Alfinetes vermelhos: Campo Rupestre; Alfinetes verdes: Mata Ciliar; Alfinetes Amarelos: Mata Secundária. Fonte: Google Earth, 2010.

Foram previamente definidas três áreas com fitofisionomias distintas no interior do Parque Estadual do Ibitipoca. As áreas de amostragem foram determinadas em Campo Rupestre, Mata Ciliar e Mata Secundária Semidecidual (Tab.1) (Fig. 2 A, B e C)

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos quadrantes amostrados no Parque Estadual do Ibitipoca, MG.

Quadrante	Mata Ciliar	Campo Rupestre	Mata Secundária
1	S21 42.321 W43 53.612	S21 42.524 W43 53.761	S21 42.185 W43 53.052
2	S21 42.317 W43 53.589	S21 42.471 W43 53.753	S21 42.203 W43 53.066
3	S21 42.257 W43 53.498	S21 42.430 W43 53.720	S21 42.311 W43 53.001



Figura 2. Fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca – MG, Campo Rupestre (A), Mata Ciliar (B) e Mata Secundária (C) Fonte: Noelle M.R.Hallack, 2008.

3.1.1 – Campo Rupestre

Os campos rupestres se distinguem principalmente pela vegetação campestre constituída por gramíneas, ervas e subarbustos associados a solos rasos, rochas quartzíticas e alta incidência solar (CAMPOS, 2005). A vegetação de campo rupestre localiza-se em modelados de rochas proteozóicas pré-cambrianas (700Ma), como por exemplo a Cadeia do Espinhaço, dividida em dois principais blocos: Chapada Diamantina (no estado da Bahia) e a Serra do Espinhaço (no estado de Minas Gerais) (MOREIRA & CAMELIER, 1977).

3.1.2 – Mata Secundária

A mata secundária ombrófila densa ocupa uma área de 90 hectares ao Sul do Parque e é totalmente cercada por bosques. A floresta está sob grande influência de nuvens, ventos e relâmpagos. E possui uma abundância marcada de plantas epífitas e líquens (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Sua vegetação é composta principalmente de gêneros de *Rubiaceae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Euphorbiaceae*, *Nyctaginaceae*, *Melastomataceae*, *Annonaceae*, *Palmae*, *Apocynaceae* e *Monimiaceae* (FONTES, 1997).

3.1.3 – Mata Ciliar

A Mata Ciliar em sua grande maioria e extensão constitui-se de adensamentos arbustivos que acompanham a distribuição dos solos mais espessos, em condições de vertente ou de terrenos concavizados. Esse subtipo de vegetação mostra-se úmida, com ação dos ventos reduzida, e com presença marcante e diversificada de bromélias, musgos, e nas bordas ou áreas menos sombreadas, muitos tipos de líquens (FONTES, 1997).

3.2 – Determinação da Composição das Assembleias de Formigas

Após a definição das três áreas de estudo, a assembleia de formigas foi amostrada através de uma coleta ao mês, no período de julho a dezembro de 2008, totalizando 6 coletas. Para a realização das coletas foram demarcados três quadrantes (40x20m) em cada área (Fig.3). O intervalo entre cada quadrante foi de 50 m, distância considerada suficiente para garantir a independência dos mesmos (DELABIE, 1999).

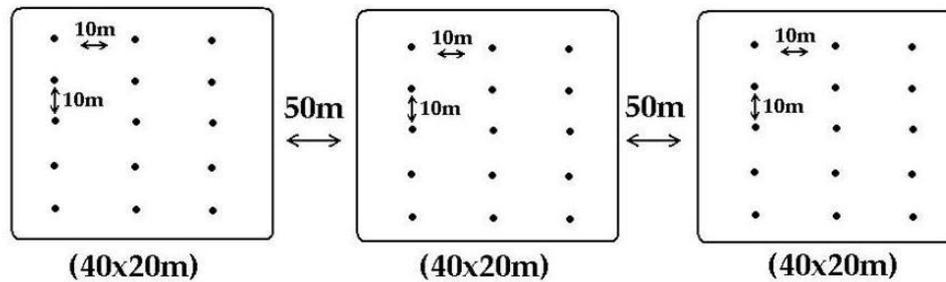


Figura 3. Desenho esquemático da distribuição dos pontos de coleta em cada quadrante no Parque Estadual do Ibitipoca – MG. Fonte: Noelle Hallack, 2008.

Em cada quadrante foram estabelecidos três transectos paralelos, distanciados entre si por 10m, dispostos ao longo do comprimento dos quadrantes. Ao longo de cada transecto foram determinados os pontos de coleta distantes em 10m, totalizando 15 amostras por quadrante, conseqüentemente 45 amostras por fitofisionomia (Fig.3). Em cada transecto foi colocado um tipo de armadilha, sendo a determinação da mesma aleatória, através de um sorteio, para cada um deles. Dessa forma as armadilhas foram distribuídas num arranjo do tipo grade. Um total de 135 amostras/mês de coleta foi obtido considerando os nove quadrantes e para cada amostra foram devidamente registrados: ambiente, método e data de coleta.

As amostras foram obtidas a partir de três métodos de coleta:

- Iscas atrativas feitas de mel e sardinha.
- Armadilha do tipo *pit-fall*
- Coleta de serapilheira.

Para as coletas realizadas em áreas de campo rupestre, as armadilhas do tipo *pit-fall* e coleta de serapilheira foram substituídas por isca atrativa de sardinha e mel. Nesta fitofisionomia, a instalação de armadilhas de queda do tipo “*pit-fall*” e a coleta de serapilheira não foram possíveis haja vista o solo quartzítico e ausência de serapilheira no local.

3.2.1 – Isca atrativa

Nesta técnica de amostragem utilizam-se alimentos como iscas para atrair formigas forrageiras aos pontos onde elas podem ser coletadas ou observadas. Iscas de atum ou sardinha são as mais comuns, porém, alimentos que são mais ricos em carboidratos – tal como geléia de frutas, migalhas de biscoitos, mel ou soluções açucaradas – são também usadas sozinhas ou em combinação com as iscas de proteínas. Insetos vivos ou mortos e sementes são empregados para aplicações especiais (BESTELMEYER *et al.*, 2000).

As iscas atrativas utilizadas neste trabalho continham 5g de pasta de mel com sardinha (1:1 vol), distribuídas sobre fragmentos de papel toalha. Elas permaneceram no campo por 60 min, sendo recolhidas para triagem (Fig.4). Espécies que se movem submissa e rapidamente encontram as iscas mais cedo, mas são frequentemente substituídas mais tarde por espécies lentas, porém dominantes (BESTELMEYER *et al.*, 2000). Segundo FREITAS *et al.* (2003) este tempo de exposição das iscas é suficiente, pois se expostas por mais tempo pode resultar em dominância total de algumas espécies com alto recrutamento, tais como *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*, em detrimento de outras, como, por exemplo, espécies do grupo Poneróide.



Figura 4. (A e B) Armadilha atrativa de sardinha e mel utilizada nas coletas no Parque Estadual do Ibitipoca – MG, com detalhe de *Camponotus* tocando o alimento. Fonte: (A e B) Noelle Hallack, 2008.

3.2.2 – Pit-fall

As armadilhas de *pit-fall* foram feitas com potes plásticos de 500mL enterrados de forma que a borda coincidissem com a superfície do solo. Dentro do pote colocou-se 200mL de uma solução de água com detergente neutro

(10%) para impedir a fuga dos organismos coletados. Estas armadilhas permaneceram no campo por 24h (Fig.5) (BESTELMEYER *et al.*, 2000).

Este método também pode ser aplicado para estimar a abundância e a composição das espécies de formigas em uma área. Como nas iscas, a abundância de formigas nos *pit-falls* fornece uma medida da importância das espécies numa comunidade por integrarem ambos atributos de forrageio e padrões de dispersão da colônia. Armadilhas de *pit-fall* podem ser usadas para fazer um censo das formigas que forrageiam no solo e na serapilheira, porém, em solos rochosos, sua instalação pode ser muito difícil, ou até mesmo inviável (BESTELMEYER *et al.*, 2000).



Figura 5. Armadilha de solo (*pitfall*) utilizadas nas coletas no Parque Estadual do Ibitipoca, MG. Fonte: Noelle Hallack, 2008.

3.2.3 – Coleta de serapilheira

Nesta técnica formigas são amostradas diretamente dentro de uma área delimitada por um quadrante. Um fixo e transportável quadrante feito por canos plásticos de PVC é usado para delinear a área de observação. Assim como as armadilhas de *pit-fall*, este método é usado para estimar a abundância e a composição das espécies de formigas ativas na superfície do solo de uma determinada área (BESTELMEYER *et al.*, 2000).

A serapilheira foi amostrada dispondo-se uma grade feita por canos de PVC de 0,25m² no solo e retirando-se manualmente a camada de serapilheira (Fig.7A), que foi posteriormente armazenada em sacos plásticos (Fig.7B). As

amostras de serapilheira foram levadas ao Laboratório Avançado de Zoologia da Universidade Federal de Juiz de Fora e colocadas em funil de *Berlese* por 48h (Fig.8).

No funil de *Berlese*, uma quantidade de serapilheira foi colocada dentro de um ou mais funis para serem processadas. Em seguida, os funis foram colocados embaixo de lâmpadas. Como as porções mais altas das colunas de serapilheira secam, invertebrados móveis se dirigem para baixo da coluna de serapilheira, para o fundo do funil e caem dentro de recipientes coletores, na direção contrária à luz (BESTELMEYER *et al.*, 2000). No interior de cada recipiente coletor, foi utilizado álcool 90%. Os espécimes amostrados foram recolhidos e armazenados em eppendorfs devidamente identificados de acordo com local e data de coleta.



Figura 6. (A) Quadrante de PVC (0,25m²) utilizado para amostrar a camada de serapilheira na superfície do solo do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. (B) Armazenamento da amostra de serapilheira amostrada no solo do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. Fonte: (A e B) Noelle M.R. Hallack, 2008.



Figura 7. Modelo de um funil de Berlese similar ao utilizado para triar as formigas de serapilheira. Fonte: Museu de Ciências Naturais – UNIVATES, 2010.

3.2.4 – Triagem e identificação das amostras

Todo material coletado foi triado realizando-se a separação dos organismos em formigas e outros artrópodes. Em seguida foram contados, codificados e armazenados em álcool 90%. No caso das formigas, estas foram submetidas à identificação taxonômica sob microscópio estereoscópio (Leica®), a partir de chaves dicotômicas (BOLTON, 1994; FERNÁNDEZ, 2003).

Os espécimes foram codificados ao nível de gênero e separados em morfo-espécies. Para contribuir com a identificação dos indivíduos, sempre que possível ao nível de espécie, contou-se com a colaboração do MSc. Rodrigo Feitosa da Universidade de São Paulo. Os espécimes foram montados e depositados na coleção temática do MirmecoLab, ICB – UFJF (Campus Universitário, Cidade Universitária - s/n, Juiz de Fora – MG, CEP: 36036900) (Fig. 9A e B). Uma réplica da coleção foi doada ao Parque Estadual do Ibitipoca. Todo o delineamento experimental utilizado seguiu os padrões do ALL Protocol.

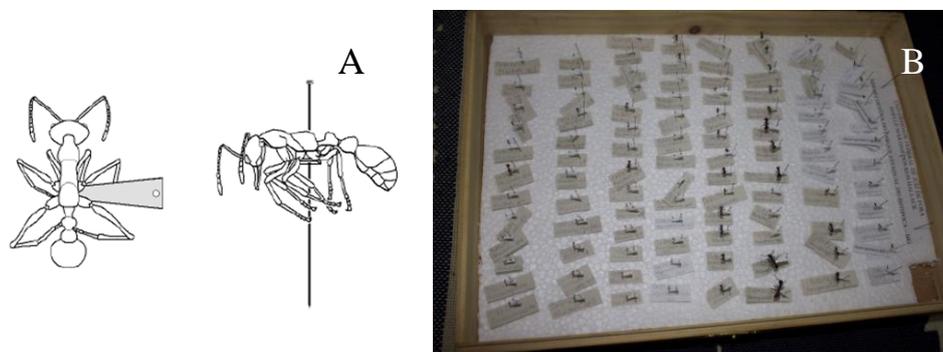


Figura 8. (A) Modelo de formiga transfixada. (B) Coleção da mirmecofauna do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. Fonte: (A) Shattuck & Barnett, 2008. (B) Juliane Lopes, 2010.

3.3. – Análise dos dados

A fim de avaliar a acurácia das coletas, uma curva de rarefação (COLWELL *et al.*, 2004) foi construída usando o software “EstimateS” (COLWELL, 2006). As amostras foram randomizadas 1.000 vezes e plotada a curva média.

Para desenvolver o referido trabalho contou-se com a licença e autorização concedida através do nº036/08 e nº15276-1 pelos órgãos competentes, o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais e o IBAMA, respectivamente.

3.4. – Parâmetros Ecológicos

Índices ecológicos são ferramentas fundamentais para avaliar os dados coletados em campo. Elas demonstram com razoável precisão semelhanças ou diferenças entre diferentes áreas estudadas. Os fatores considerados são estimados e algumas variáveis que podem influenciar os dados analisados podem ser excluídas, auxiliando a testar hipóteses (FARMER & WIENS, 1999). O presente estudo tem como hipótese que as diferentes fitofisionomias apresentam diferentes índices em função da variação na composição vegetacional.

Com os dados do número de espécies, composição das espécies e a proporção da abundância de espécies, podemos plotar em modelos onde serão gerados índices que auxiliarão na determinação da integridade local, o que será determinante para o monitoramento de um determinado ambiente (SPELLERBERG, 1991). Os parâmetros ecológicos analisados foram riqueza, diversidade de Shannon, dominância e equitabilidade. Estes índices foram calculados utilizando-se o software Past (freeware).

3.4.1. Riqueza

A riqueza de uma comunidade deve ser estimada porque um senso completo de espécies (principalmente de formigas) em condições naturais é impossível na prática. A riqueza estimada foi obtida pelo índice de MARGALEF (1958). A teoria proposta por MARGALEF (1958) está embasada nas relações entre a riqueza de espécies (S) e o número total de indivíduos observados (n), podendo variar com o esforço amostral. O índice de Margalef é expresso por:

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln(n)}$$

Onde R = riqueza de espécies

S = número total de espécies

n = número total de indivíduos observados

3.4.2. Diversidade de Shannon

Esse índice usa o número de espécies (riqueza) e a distribuição dos indivíduos entre as espécies (equitatividade) para representar a diversidade de indivíduos de uma área independente do tamanho da amostra (MAGURRAN, 1988). A teoria de SHANNON & WEAVER (1949 *apud* MAGURRAN, 1988), nos fornece dados sobre quão comuns ou raras são as espécies amostradas, onde $H' = 0$ se apenas uma espécie for registrada na amostra e H' tem o valor máximo se todas as espécies amostradas (S) estiverem representadas pelo mesmo número de indivíduos nas amostras. O índice de diversidade de Shannon é expresso por:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S^*} (p_i \ln p_i)$$

Onde H' = índice de diversidade de Shannon

S^* = número total de espécies na comunidade com as abundâncias conhecidas.

p_i = parâmetro populacional de abundância em cada amostra

O valor do índice de Shannon obtido através de dados empíricos varia entre 1.5 e 3.5, raramente ultrapassando 4.0. Apenas quando há um enorme número de espécies na amostra é que são obtidos valores superiores a quatro (MAGURRAN, 1988).

3.4.3. Dominância

O índice de dominância pode ser entendido por: 1 – o índice de Simpson e varia de 0 (quando todas as espécies estão igualmente presentes) à 1 (quando um táxon domina totalmente a comunidade) (HAMMER *et al.*, 2001).

$$D = \sum \frac{((n_i)^2)}{n}$$

Onde, n_i é o número de indivíduos do táxon i .

3.4.4. Equitabilidade (J')

O índice, proposto por PIELOU (1975), avalia como os dados de abundância estão distribuídos entre as espécies que compõe a assembléia de formigas. Quando as espécies encontradas são igualmente abundantes, o índice expressa valor máximo, entretanto, decai para zero se as abundâncias relativas fogem de um padrão de igualdade (BARBIERI 2009). O índice de Equitabilidade de Pielou (J') é expresso por:

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)} = \frac{\ln(N1)}{\ln(N0)}$$

Onde E1 = índice de equitabilidade de Pielou

H' = valor obtido do índice de diversidade de Shannon

S = número total de espécies amostradas

3.5 – Classificação dos grupos funcionais

Os gêneros de formigas coletados também foram classificados em grupos funcionais de acordo com o proposto por ANDERSEN (1995):

- **Dominante Dolichoderinae (DD):** são dominantes, predominam em ambientes de baixos níveis de estresse e perturbação, exerce alta influência competitiva com outras formigas, e ocorrem moderadamente ou são muitas vezes ausentes em habitats estressados.
- **Subordinada Camponotini (SC):** são diversas e abundantes em comunidades de formigas, apresentam comportamento submisso às Dominantes Dolichoderinae quando coexistentes no mesmo habitat, entretanto, podem ser competitivas e dominantes na ausência destas.
- **Especialistas Climáticas (CS):** estas foram divididas em três zonas climáticas distintas: **Especialistas de Clima Quente (HCS)**,

concentradas em regiões áridas; **Especialistas de Clima Tropical (TCS)**, concentradas em regiões úmidas; e **Especialistas de Clima Frio (CCS)**, concentradas em regiões temperadas frias. As especialistas de clima frio e tropical são encontradas apenas em áreas que apresentam baixa abundância de Dominantes Dolichoderinae. Já as Especialistas de Clima Quente são encontradas em áreas que apresentam alta abundância de Dominantes Dolichoderinae, pois forrageiam apenas em altas temperaturas, momento em que não há outras espécies forrageando, reduzindo interações com outras formigas.

- **Espécies Crípticas (C):** são espécies de pequeno tamanho, predominando as subfamílias Myrmicinae e Ponerinae, que nidificam e forrageiam em solos, serapilheira e troncos em decomposição, tendo poucas interações com outras formigas. Exemplos: *Octostruma*, *Myrmelachista*.

- **Oportunistas (O):** são espécies pouco competitivas, encontradas em ambientes ruderais, ocupando apenas habitats que não favorecem a outras formigas, devido à escassez de nichos e recursos produtivos para serem utilizados, sendo fortemente influenciadas pela competição com outras espécies de formigas. Exemplos: *Tetramorium*, *Paratrechina*, *Dorymyrmex*.

- **Generalistas Myrmicinae (GM):** representadas pelos gêneros *Pheidole*, *Monomorium* e *Crematogaster*, são as formigas mais abundantes na maioria dos habitats, sendo extremamente competitivas, principalmente com as Dominantes Dolichoderinae, na disputa por recursos energéticos e áreas para fundação de suas colônias, geralmente fundadas próximo à fonte de alimento, possibilitando rápido recrutamento de outros indivíduos para a defesa da colônia.

- **Predadoras Especialistas (SP):** a este grupo pertencem as formigas de tamanho médio e grande, predadoras de outros artrópodes. Exceto pela predação direta, elas tendem a ter pouca interação com outras formigas devido a sua dieta e a sua baixa densidade populacional. Exemplo: *Pachycondyla*.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Composição das Assembléias de Formigas

Foi coletado um total de 8.730 indivíduos, pertencentes a 20 gêneros e 46 espécies englobando oito subfamílias: Ecitoninae, Ectatomminae, Heteroponerinae, Ponerinae, Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae e Myrmicinae. A abundância de cada espécie e sua respectiva ocorrência em cada fitofisionomia está apresentada na Tabela 2.

A curva de rarefação (Fig.10) sugere que a amostragem contemplou a maioria das espécies, com exceção da área da Mata Ciliar, cuja curva não tende a assíntota. A tendência à estabilização das curvas no Campo Rupestre e Mata Secundária demonstra que as coletas conseguiram registrar grande parte das espécies existentes na área com baixa probabilidade de aumento do número de espécies para estas fitofisionomias. Destaca-se o resultado obtido para a área do Campo Rupestre, no qual foram utilizadas apenas iscas atrativas em função de suas características, que demonstra a eficácia do método adotado para este ambiente.

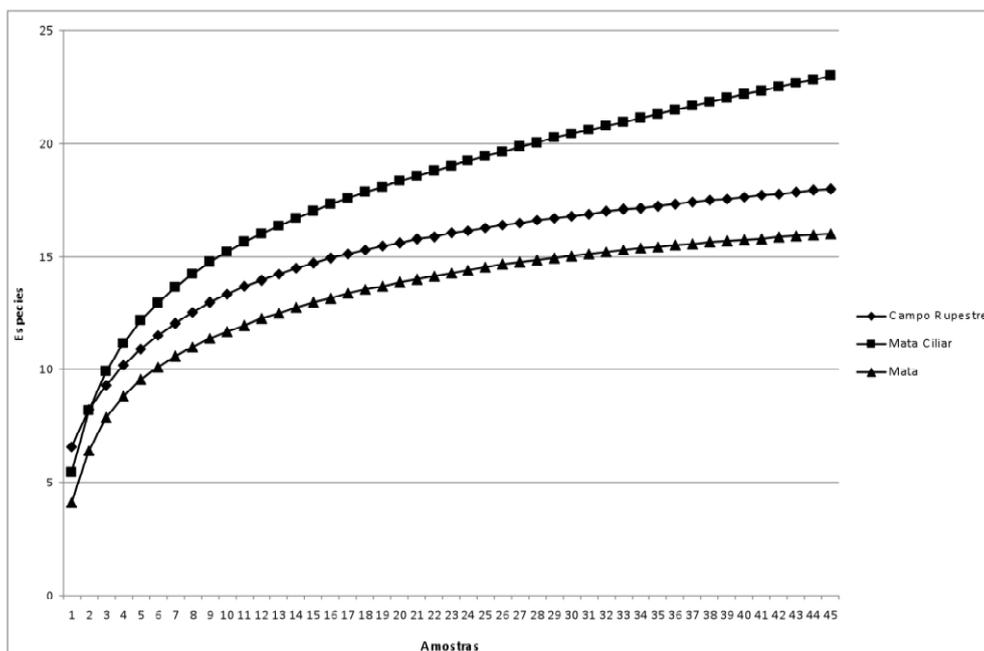


Figura 9. Curva de rarefação correspondente a mirmecofauna amostrada nas três fitofisionomias no Parque Estadual de Ibitipoca – MG (Mata Ciliar, Mata Secundária e Campo Rupestre) em coletas feitas no período de julho a dezembro 2008.

Tabela 2. Número de indivíduos e localização das espécies de formigas amostradas no Parque Estadual do Ibitipoca – MG. Período de julho a dezembro de 2008.

Espécies	Campo Rupestre	Mata Ciliar	Mata Secundária
Myrmicinae			
<i>Acromyrmex aspersus</i> F. Smith, 1858	0	383	32
<i>Acromyrmex hispidus</i> Santschi, 1925	51	200	3
<i>Apterostigma</i> (gr. pilosum) sp1 Mayr	1	2	2
<i>Apterostigma</i> sp2 Mayr	16	0	1
<i>Cephalotes pavonii</i> Latreille, 1809	303	21	0
<i>Cephalotes pusillus</i> Klug, 1824	26	0	0
<i>Crematogaster sericea</i> Forel, 1912	2107	32	1
<i>Octostruma balzani</i> Emery, 1894	0	3	5
<i>Octostruma rugifera</i> Mayr, 1887	0	1	1
<i>Pheidole obscurithorax</i> Forel, 1985	35	7	3
<i>Pheidole radoskowskii</i> Mayr, 1884	39	5	44
<i>Pheidole</i> sp1 Westwood	260	708	219
<i>Pheidole</i> sp2 Westwood	196	71	233
<i>Pheidole</i> sp3 Westwood	435	239	216
<i>Pheidole</i> sp4 Westwood	9	5	13
<i>Pheidole</i> sp5 Westwood	83	24	31
<i>Pheidole</i> sp6 Westwood	0	4	1
<i>Solenopsis</i> sp1 Westwood	1	95	1
<i>Solenopsis</i> sp2 Westwood	60	88	6
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	0	22	0
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929	5	9	4
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger, 1863	32	96	38
Formicinae			
<i>Brachymyrmex</i> sp1 Mayr	0	0	1
<i>Brachymyrmex</i> sp2 Mayr	0	1	0
<i>Brachymyrmex</i> sp3 Mayr	11	0	0
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	598	51	0
<i>Camponotus genatus</i> Santschi, 1922	2	0	0
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	22	15	0
<i>Camponotus pr bonariensis</i> Mayr, 1868	3	2	0
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	71	20	0
<i>Myrmelachista</i> sp1 Roger	0	0	4
<i>Myrmelachista</i> sp2 Roger	798	0	0
<i>Myrmelachista</i> sp3 Roger	11	0	0
<i>Paratrechina</i> sp1 Motschoulsky	0	10	0
Ectatominae			
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	46	32	1
Heteroponerinae			
<i>Heteroponera dentinodis</i> Mayr, 1887	0	3	13
<i>Heteroponera inermis</i> Emery, 1894	0	2	34
Ponerinae			
<i>Hypoponera foreli</i> Mayr, 1887	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp1 Santschi	1	5	51
<i>Hypoponera</i> sp2 Santschi	2	2	4
<i>Hypoponera</i> sp3 Santschi	0	3	38
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	4	9	5
Ecitoninae			
<i>Labidus</i> sp1 Jurine	0	1	0
Dolichoderinae			
<i>Linepithema cerradense</i> Wild, 2007	69	6	2
<i>Linepithema pulex</i> Wild, 2007	23	223	0
Pseudomyrmicinae			
<i>Pseudomyrmex</i> sp1 Lund	2	0	0

4.1.1 – Subfamília Myrmicinae

A subfamília com o maior número de gêneros representados nas três fitofisionomias amostradas foi Myrmicinae, com um total de nove gêneros. FEITOSA & RIBEIRO (2005) encontraram resultados similares em um levantamento da fauna de formigas feito no Parque Estadual da Cantareira – SP. Também os levantamentos realizados por ESPÍRITO SANTO (2008), SILVA & LOPES (1997); BRÜHL *et al.* (1998); RAMOS *et al.* (2003); SILVA & SILVESTRE (2004); MORINI *et al.* (2007) verificaram maior ocorrência de Myrmicinae. Em verdade Myrmicinae é a maior e mais diversificada subfamília de formigas tanto em termos regionais como globais (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Segundo BOLTON (1995), mais de 45% das espécies e mais de 52% dos gêneros de Formicidae pertencem a esta subfamília.

4.1.1.1 - *Pheidole*

O gênero com o maior número de espécies foi *Pheidole* (n=8), que possui o maior número de espécies dentro do grupo Formicidae e é comumente encontrado nos mais diferentes ambientes (Fig.11 A e B). A superioridade numérica de espécies de *Pheidole* é condizente com o verificado por MORINI *et al.* (2007) em 3 fragmentos de Mata Atlântica: Parque da Providencia, Horto Oswaldo Cruz e a Reserva Florestal Armando Salles de Oliveira - SP, por FEITOSA & RIBEIRO (2005) no Parque Estadual da Cantareira - SP, por RAMOS *et al.* (2003) em plantações de eucalipto, na Bahia e por BRÜHL *et al.* (1998) em florestas de Bornéu. CALDAS & MOUTINHO (1993), BOLTON (1994) e FERNÁNDEZ (2003) já registraram até 70 espécies em uma única localidade.



Figura 10. (A e B) *Pheidole obscurithorax*. Fonte: (A) Alex Wild, 2010 (B) Antweb.

LOP *et al.* (2009) caracterizaram entre 10 e 15 espécies de *Pheidole* consideradas como pragas urbanas em áreas perturbadas entretanto DELABIE *et al.* (2009) observaram uma situação diferente na qual o número de espécies de *Pheidole* aumentava de acordo com o bom estado de preservação do habitat. Segundo ALVES (2007) a diversidade elevada de *Pheidole* numa área é um indicativo de área conservada o que confere relevância a *Pheidole* visto que apresenta ampla distribuição e expansão.

Sua classificação tanto como espécie praga quanto como indicadora de qualidade ambiental se deve ao fato de apresentar papéis ecológicos diversificados, havendo espécies colhedoras de sementes, generalistas onívoras, predadoras e mutualistas em associação com muitas plantas e homópteros. (KUSNEZOV, 1956; BRIAN, 1983; HOLLDOBLE & WILSON, 1990). Seu eficiente recrutamento em massa é evidenciado pela significativa abundância em iscas atrativas (FOWLER, 1993). Tal comportamento permite a estas dominar recursos e efetivamente excluir outras concorrentes (WILSON, 1987).

No Parque Estadual do Ibitipoca este gênero foi representado por oito morfoespécies, sendo a identificação ao nível específico realizada apenas para dois morfotipos: *Pheidole radoskowskii* e *Pheidole obscurithorax*. Apenas uma espécie não foi registrada no Campo Rupestre.

Pheidole nidifica no solo e menos frequentemente em troncos de árvores em decomposição justificando sua presença no Campo Rupestre, embora com uma freqüência menos representativa (19,86%) quando comparado aos ambientes de floresta da Mata Ciliar (44,29%) e Mata Secundária (75,39%).

Pheidole obscurithorax é uma formiga escura com comprimento de até 6mm. Apresenta operárias dimórficas, com os soldados apresentando cabeças alargadas. Nidifica no solo em áreas abertas, construindo ninhos conspícuos, geralmente com uma única abertura que fica coberta por folhas ou outro tipo de material coletado. Tem hábito onívoro e coleta uma grande variedade de presas, incluindo outras espécies de formigas, e menos frequentemente utiliza material vegetal. Utiliza uma combinação de estratégias de forrageamento que variam de acordo com o tamanho das presas, destacando-se a velocidade no

transporte destas para o ninho. Defende ativamente as presas coletadas confrontando diretamente, inclusive com espécies de *Solenopsis* (STORZ & TSCHINKEL, 2004). Sobre *Pheidole radoskowskii* não foram localizadas informações específicas quanto à esta espécie.

4.1.1.2 - *Acromyrmex*

Foram amostradas duas espécies de *Acromyrmex* (Fig.12), gênero pertencente à tribo Attini. No Brasil, ocorrem 21 espécies do gênero *Acromyrmex* (GONÇALVES, 1961), embora DELLA-LÚCIA *et al.* (1993) considerem a ocorrência de 20 espécies que apresentam preferências alimentares características que alternam entre o corte de folhas de monocotiledôneas, eudicotiledôneas ou ambas, para uso como substrato do fungo simbiote (FOWLER *et al.*, 1991). Ambas espécies presentes no Parque Estadual do Ibitipoca se caracterizam pelo corte de folhas de eudicotiledôneas, que são utilizadas para o cultivo do fungo simbiote, fonte de alimentação primária das formas imaturas.



Figura 11. *Acromyrmex echinator*. Fonte: Alex Wild, 2010.

O gênero *Acromyrmex* representou 24,29% das espécies na Mata Ciliar, contrastando com uma representatividade de 3,47% e 0,29% na Mata Secundária e Campo Rupestre, respectivamente. A presença de *Acromyrmex* pode ser associada à perturbação ambiental em função de seu hábito alimentar e sua abundância em áreas de borda ou pequenos fragmentos onde as plantas pioneiras investem menos em defesa química (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

A mata ciliar amostrada no presente estudo fica próxima a uma trilha utilizada por turistas, local supostamente mais propenso a perturbações em função da visitação. Entretanto, não se registrou a presença de *Atta*, o que indica uma boa qualidade ambiental, corroborando o baixo estado de

degradação deste ambiente, o que é pertinente, visto que o Parque é uma área preservada por lei, mas, por outro lado, evidenciando a influência dos visitantes.

Sugere-se que sua baixa representatividade no campo rupestre está relacionada ao seu hábito de nidificação no solo. O campo rupestre é caracterizado por afloramentos de rocha quartzíticas exposta e pela escassez de solo arenoso, que quando presente é raso (CAMPOS, 2005). Ninhos de *Acromyrmex* podem atingir uma profundidade de 4 a 5 m, nas espécies *A. rugosus rugosus* (VERZA *et al.*, 2007) e *A. landolti* (NAVARRO & JAFFÉ, 1985), portanto um solo raso seria um fator limitante para esse gênero nesse ambiente.

Acromyrmex aspersus é uma espécie florestal que invade culturas, constrói ninhos subterrâneos com monte de terra solta constituído por solo retirado da escavação das câmaras. Na Argentina há registros de ninhos cuja câmara de fungo estava localizada em espaços vazios abaixo de pedras ou entre rochas no solo (GONÇALVES, 1961). Também são observados nidificando em árvores (SILVA, 1964 apud FORTI *et al.*, 2006)

Acromyrmex hispidus é uma espécie com operárias castanho-avermelhadas, com no máximo 7mm de comprimento, que também constrói ninhos subterrâneos. De acordo com GONÇALVES (1961), sua distribuição está restrita à região Sul do Brasil e São Paulo. Assim, os dados coletados ampliam o registro da distribuição da espécie para o estado de Minas Gerais.

4.1.1.3 – *Apterostigma*

Também incluído na tribo Attini, o gênero *Apterostigma* (Fig.13 A e B) foi representado no Parque Estadual do Ibitipoca por duas espécies, sendo uma delas ausente na Mata Ciliar. A representatividade de ambas espécies foi baixa nas três fitofisionomias.

Formigas pertencentes a este gênero apresentam tamanho médio e corpo desprovido de espinhos ou tubérculos (Fig.13 A e B). Nidificam no solo, mas algumas espécies são encontradas no estrato arbóreo (FERNÁNDEZ, 2003).

O gênero compreende 48 espécies encontradas em florestas mesófilas do México a Argentina (LATTKE, 1997).

ALVES (2007) verificou a ocorrência de *Apterostigma* em áreas florestadas seguidas de cacauais e não registrou sua presença em áreas de pastagem, desprovidas de serrapilheira e com menor disponibilidade de matéria orgânica. Segundo LATTKE (1997) e SILVESTRE (2000) essas formigas são encontradas em locais mais fechados da floresta, com um comportamento críptico, sendo favorecidas pela cobertura de serapilheira. É um gênero característico de ambientes conservados.

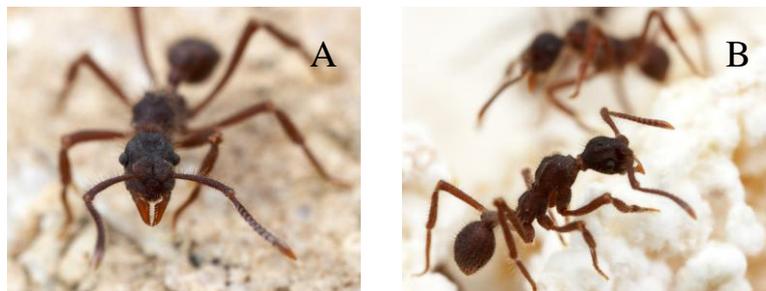


Figura 12. (A e B) *Apterostigma auriculatum*. Fonte: (A e B) Alex Wild, 2010.

No Parque Estadual do Ibitipoca, o gênero representou 0,31% da abundância de formigas no Campo Rupestre, valor muito próximo ao verificado para a Mata Secundária (0,29%). Sugere-se que em função do Campo Rupestre apresentar menor quantidade de serapilheira, provavelmente a espécie *Apterostigma* sp2 apresente hábito arborícola.

4.1.1.4 – *Cephalotes*

O gênero *Cephalotes* (Fig.14 A e B) está representado por duas espécies (*Cephalotes pusillus* e *Cephalotes pavonii*), sendo ambas ausentes nas amostras coletadas na Mata Secundária e *C. pusillus* também ausente na Mata Ciliar. Em contraste, as duas espécies representam 6,18% da abundância de formigas no Campo Rupestre, provavelmente em função de seu hábito arborícola e comportamento considerado “tímido” e lento (FERNÁNDEZ, 2003).

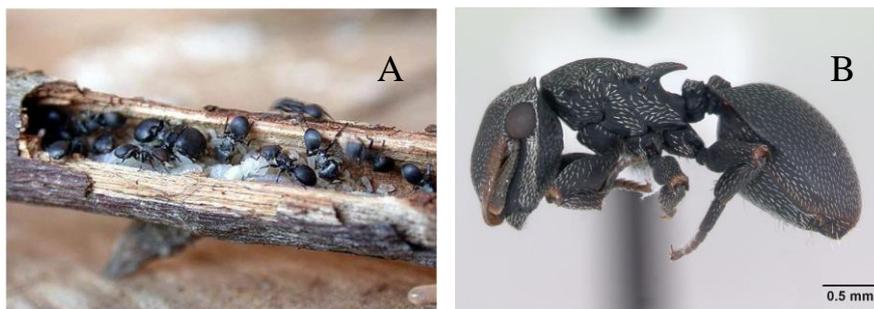


Figura 13. (A e B) *Cephalotes pusillus*. Fonte: (A) Alex Wild, 2010 e (B) Antweb.

Estudos florísticos realizados no campo rupestre do Parque Estadual do Ibitipoca indicam predominância de espécimes de Candeia (gênero *Vanillosmopsis*) com espécimes vegetais arbustivos sobre afloramentos de rochas quartzíticas, onde arbustos e arvoretas existem em maior quantidade e com portes mais desenvolvidos (CAMPOS, 2005). Aliando essas características com a ausência de serapilheira sugere-se que essa fitofisionomia favoreça a nidificação de espécies arborícolas, como é o caso de *Cephalotes*, em detrimento de espécies de solo.

O gênero *Cephalotes* possui espécies coletoras de néctar e pólen e são também conhecidas por serem onívoras. Muitas descem ao solo para forragear e algumas nidificam em troncos caídos. Espécies deste grupo evitam interações agressivas com outras espécies (SILVESTRE & SILVA, 2001) diferentemente de outras espécies arborícolas que são consideradas territorialistas e agressivas, apresentando mecanismos de defesa para defender a planta hospedeira de herbívoros (FREDERICKSON *et al.* 2005) e até mesmo de outras formigas (HARADA & BENSON 1988).

4.1.1.5 – *Crematogaster*

O gênero *Crematogaster* (Fig.15 A e B) está presente em todas as regiões zoogeográficas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Possui espécies com distribuição cosmopolita, estando amplamente distribuídas na Região Neotropical. Em recente revisão feita para o gênero, FELIZARDO & HARADA (2007) detectaram 18 espécies de *Crematogaster* para a Amazônia brasileira, quatro espécies foram registradas no Nordeste, quatro espécies no Sudeste e uma espécie no Sul do Brasil.

A maioria das espécies deste gênero está presente nas regiões tropicais, onde são elementos dominantes da fauna arbórea (AGOSTI & JOHNSON, 2007). A sua riqueza de espécies, ampla distribuição geográfica, sua diversidade de adaptações e abundância, tanto local quanto global, contribui para que este grupo seja um dos mais dominantes entre os formicídeos; entretanto, estes fatores contribuem também para as dificuldades encontradas em sua taxonomia (FELIZARDO & HARADA 2007).

Possuem hábito generalista na escolha dos seus itens alimentares e podem também ser agressivas em competições interespecíficas (SILVESTRE, 2000). Frequentemente nidifica em galhos de árvores caídas, troncos de árvores mortas ou não, selecionando o interior dos galhos e raramente são observadas com ninhos sob a casca, talvez pelo maior espaço e eventual proteção contra predadores e/ou chuvas (CARVALHO & VASCONCELOS, 2002).

As espécies deste gênero podem estar associadas a diversos tipos de plantas, como as bromélias que, ao acumularem água e nutrientes na sua roseta foliar, constituem um microhabitat bastante peculiar (ROSUMEK *et al.*, 2008). O gênero *Crematogaster* foi representado por uma única espécie, *Crematogaster sericea*, com alta abundância no Campo Rupestre (n=2107).



Figura 14. (A e B) *Crematogaster sericea*. Fonte: (A e B) Antweb.

4.1.1.6 – *Strumigenys*

É um grupo diversificado de pequenas predadoras, com mandíbulas especializadas para capturar suas presas. As centenas de espécies de *Strumigenys* mostram uma considerável variação na morfologia da mandíbula e

escultura do corpo, bem como a modificação extrema dos pêlos do corpo. Pouco se sabe sobre a biologia da maioria das espécies.

Strumigenys (Fig.16 A e B) é comum em áreas com climas mais quentes ao redor do mundo, mas muitas vezes não são vistas por causa de seu pequeno tamanho, movimentos lentos e hábitos crípticos. Vivem associadas à serapilheira (SILVESTRE *et al.*, 2003) e no Parque Estadual do Ibitipoca foram encontradas apenas na Mata Ciliar e representada por uma única espécie: *Strumigenys louisianae*.



Figura 15. (A e B) *Strumigenys louisianae*. Fonte: (A) Alex Wild 2010 e (B) Antweb.

4.1.1.7 – *Octostruma*

O gênero *Octostruma* (Fig.17 A e B) pertence à tribo Basicerotini, um grupo de formigas predadoras especializadas a captura de colêmbolos e outros pequenos artrópodes e que apresentam hábitos crípticos e uma morfologia bastante particular no formato da cabeça, no escapo da antena e no tipo de mandíbula (PALÁCIO, 1997). Nidificam geralmente na serapilheira e em troncos caídos, mas também têm sido observados ninhos em epífitas e conchas abandonadas (BROWN & KEMPF, 1960), o que justifica sua ausência no campo rupestre. As espécies coletadas nesse trabalho foram *Octostruma balsani* e *O.ruggifera*, ocorreram apenas na Mata Ciliar e na Mata Secundária, embora sua abundância tenha sido muito baixa (n=8; n=2 respectivamente).

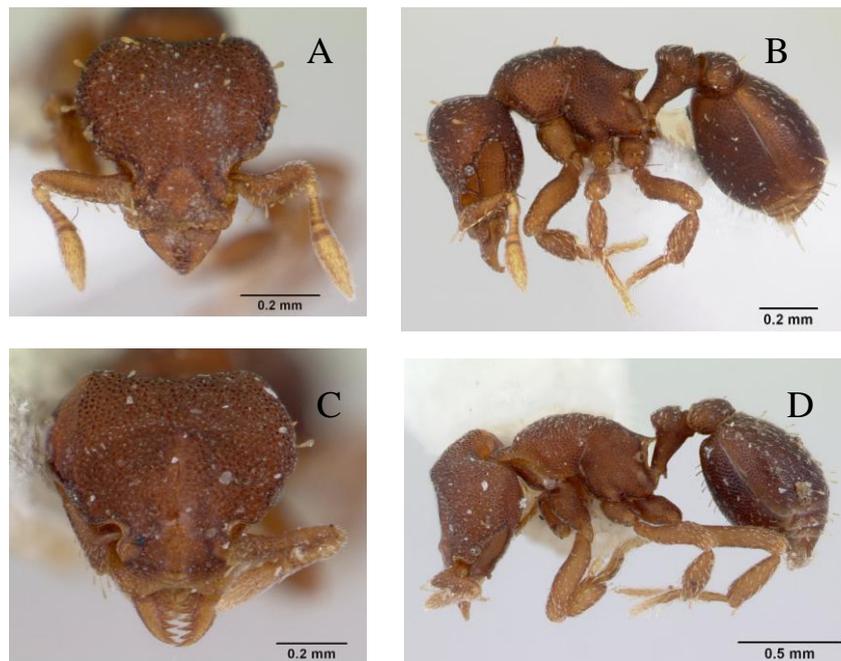


Figura 16. (A e B) *Octostruma balsani*. (C e D) *Octostruma rugifera*. Fonte: (A, B, C e D) Antweb.

4.1.1.8 – *Solenopsis*

Indivíduos do gênero *Solenopsis* (Fig.18 A e B) possuem grande capacidade de invadir e de se adaptar em ambientes antropizados (DELABIE, 1988), o que pode estar relacionado com sua grande abundância na Mata Ciliar (n=183), local que possui em seu entorno as trilhas ecológicas utilizadas pelos turistas que visitam o Parque. Sugerindo assim que a esta fitofisionomia apresente certo grau de perturbação.

DELABIE *et al.* (2009) trabalhando com formigas como bioindicadoras em ambientes antrópicos na Guiana Francesa, constatou que *Solenopsis saevissima* comumente nidificava próximo a trilhas em que a população usava como caminho. *Solenopsis*, juntamente com *Pheidole*, aumentam sua riqueza específica quando há alguma alteração na estrutura da vegetação da mata original (ANDERSEN, 2000; WARD, 2000; BROWN JR., 2000). SILVESTRE (2000), trabalhando com formigas do cerrado, observou um comportamento agressivo e dominante nas espécies deste gênero, que monopolizava completamente o alimento oferecido e sempre excluía ou reduzia a população de todas as espécies com as quais interagiu.

De acordo com MARINHO *et al.* (2002), este gênero se destaca pela agressividade na utilização dos recursos podendo suportar prolongados períodos de escassez de alimento. A presença de alguns gêneros pode indicar que o ambiente esteja sofrendo algum grau de perturbação, como é o caso de *Paratrechina*, *Atta*, *Acromyrmex* e *Solenopsis*.

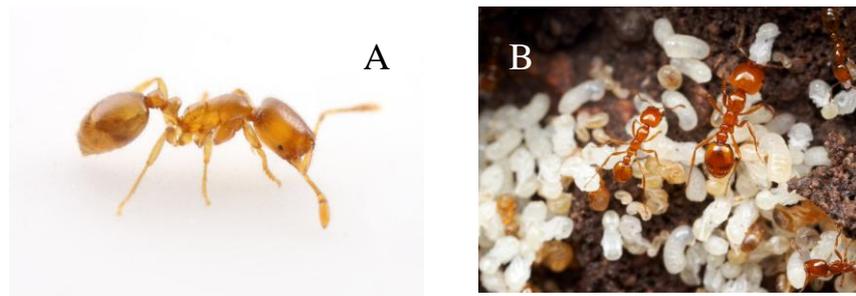


Figura 17. (A) *Solenopsis molesta* (B) *Solenopsis amblychila*. Fonte: (A e B) Alex Wild, 2010.

4.1.1.9 – *Wasmmania*

Wasmmania (Fig.19 A e B) é um gênero que possui um comportamento generalista e oportunista, que se adapta com muita facilidade a ambientes perturbados (FOWLER *et al.*, 1990). De fato, se trata de uma espécie mundialmente conhecida pela sua capacidade de invadir novos ambientes (MCGLYNN, 1999). Seu comportamento generalista também pôde ser comprovado em estudo feito por ROSUMEK *et al.* (2008) onde *W. auropunctata* e *W. affinis* foram encontradas nidificando tanto no solo quanto em Bromélias em uma área de Mata Atlântica em Santa Catarina.

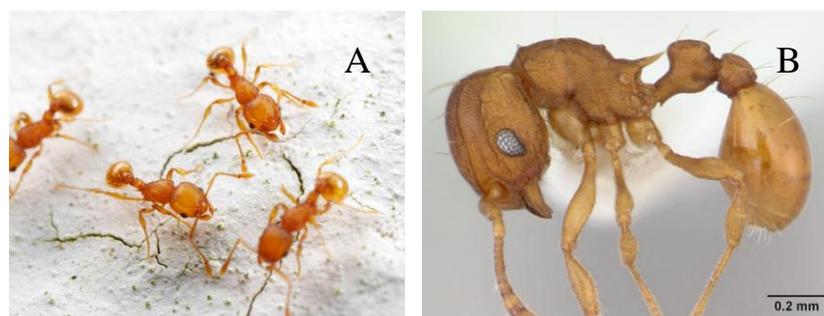


Figura 18. (A e B) *Wasmannia auropunctata*. Fonte: (A) Alex Wild 2010 e (B) Antweb.

Wasmannia auropunctata é conhecida como sendo uma espécie altamente competitiva, capaz de dominar as comunidades de serapilheira eliminando outras espécies (LE BRETON *et al.*, 2003). Mundialmente é tratada como uma invasora de comunidades (HOLWAY *et al.*, 2002), sendo sua presença uma indicação de perturbação (MAJER & DELABIE, 1999).

LE BRETON *et al.* (2003) discutiram as causas do sucesso de *W. auropunctata* quando ela é introduzida em novos ambientes: agressividade, o pequeno tamanho das operárias e as altas densidades populacionais da espécie. Em função de tais características, sugere-se um comportamento generalista para a espécie, visto que é observada em diferentes ambientes, a despeito da complexidade estrutural dos mesmos (VARGAS *et al.*, 2007).

Entretanto, SILVA (2006) observou que uma menor abundância de *W. auropunctata* em ambientes de mata nativa quando comparadas a áreas de reflorestamento de *Eucalyptus*, demonstrando alta capacidade de adaptação a ambientes com menor complexidade. Seus hábitos generalistas aliados a sua agressividade possibilitam sua nidificação em áreas com menor oferta de recursos para espécies de formigas e condições microclimáticas mais severas, como é o caso de áreas de plantio (LOUZADA *et al.*, 1997).

4.1.2 – Subfamília Formicinae

As formigas desta subfamília podem ser arborícolas (*Camponotus*, *Myrmelachista*), epigéicas (*Paratrechina*), de serapilheira (*Brachymyrmex*) ou subterrâneas (*Acropyga*). São as únicas formigas que produzem ácido fórmico e que apresentam a abertura cloacal na forma de um acidóporo. Apresentam um único segmento peciolar (FERNÁNDEZ, 2003). De modo geral, as Formicinae têm dieta líquida, apresentando em alguns casos associações com plantas ou com hemípteros (FOWLER *et al.*, 1991).

A subfamília Formicinae foi representada por 12 espécies, sendo três espécies de *Brachymyrmex*, cinco de *Camponotus*, três de *Myrmelachista* e uma espécie de *Paratrechina*.

4.1.2.1 – *Brachymyrmex*

O gênero *Brachymyrmex* (Fig. 20 A e B) caracteriza-se por formigas bastante pequenas, habitantes do solo e da serapilheira (FERNÁNDEZ, 2003). Em termos de dieta alimentar, são consideradas como verdadeiramente onívoras (DELABIE *et al.*, 2000), sendo que algumas espécies estão associadas a homópteros crípticos que habitam as raízes superficiais, abaixo da serapilheira. *Brachymyrmex depilis*, uma espécie dominante em amostras de solo de florestas temperadas, por exemplo, depende de homópteros para sua alimentação (LYNCH *et al.*, 1988).



Figura 19. (A) *Brachymyrmex patagonicus* (B) *Brachymyrmex depilis*. Fonte: (A) Alex Wild 2010 e (B) Antweb.

No PEI foram amostradas três morfoespécies, não sendo possível a identificação ao nível específico. Apenas um indivíduo foi amostrado para duas morfoespécies e 11 indivíduos para a terceira (Tab. 2). Importante ressaltar que cada morfoespécie teve ocorrência exclusiva para cada uma das fitofisionomias estudadas, o que pode ser indicativo de uma forte interação competitiva entre as espécies deste gênero. Interações competitivas são mais fortes quanto mais parecidos são os indivíduos ou espécies (BEGON, 2006), levando a uma separação espacial entre os mesmos.

Interessante destacar a ocorrência superior de indivíduos no Campo Rupestre, provavelmente em função da instalação de um número maior de iscas atrativas, o que coaduna com o hábito onívoro do gênero.

4.1.2.2 – *Camponotus*

O gênero *Camponotus* (Fig. 21 A, B, C e D) é diverso e abundante, apresentam atividade noturna, reduzindo assim fatores de competição, entretanto possuem alta capacidade de adaptação e invasão de novos habitats (BARBIERI, 2009). Nidificam dentro de cavidades variadas: galhos, troncos, epífitas, montes de matéria orgânica e embaixo de pedras. Apresenta grande abundância e é característico de ambientes degradados (MARIANO, 2004).

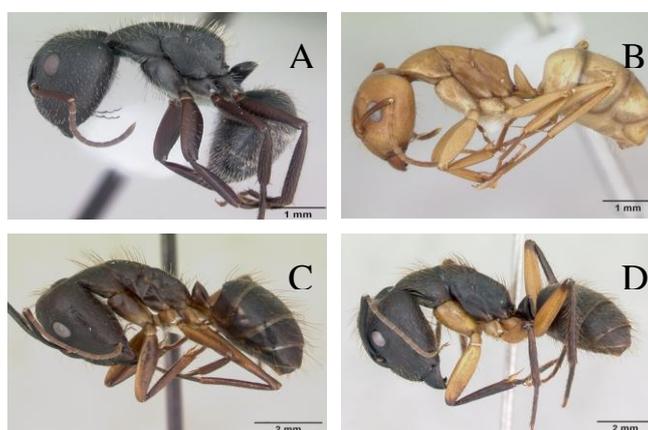


Figura 20. (A) *C. crassus* (B) *C. bonariensis* (C) *C. melanoticus* (D) *C. reggeri*. Fonte: (A, B, C e D) Antweb.

As espécies desse gênero são na maioria generalistas e oportunistas em termos de dieta e local de nidificação. Muitas espécies oportunistas evitam interações agressivas e geralmente coletam o alimento com rapidez até serem deslocadas por outra espécie mais agressiva ou abundante (SILVESTRE, 2000). Entretanto, este mesmo autor observou um comportamento agressivo para *Camponotus crassus*, com operárias hábeis em dominar uma fonte de alimento e em excluir operárias de *Pheidole*.

O gênero *Camponotus* contribuiu com um número expressivo de espécies neste inventário, totalizando cinco espécies. Para LUTINSKI & GARCIA (2005) na Reserva de Chapecó – SC, *Camponotus* foi o gênero que apresentou o maior número de espécies amostradas (n=7). Dentre as espécies de formigas que ocorreram no Campo Rupestre, 13% dos indivíduos

pertenciam ao gênero *Camponotus*. Não foi amostrado nenhum indivíduo deste gênero na Mata Secundária (n=0).

É importante enfatizar o alto registro de *Camponotus crassus* (n=598) no Campo Rupestre, que pode ser explicado pelo seu hábito em nidificar em árvores. O Campo Rupestre não favorece espécies epigéicas, devido ao solo rochoso. SOARES *et al.* (2003) pesquisando a comunidade de formigas na Serra da Jibóia – BA, observaram uma predominância de *C. crassus* (15,7%) em Campo Rupestre. Os autores argumentam que a preferência desta espécie por secreções açucaradas pode ter sido o fator determinante para sua alta frequência neste local, visto que as espécies vegetais de Campo Rupestre se caracterizam pela presença de nectários extraflorais (CAMPOS, 2005).

Em estudo realizado no Pantanal, a presença de *C. crassus* foi positivamente relacionada com a densidade de árvores, sugerindo que esta espécie seja característica de micro-habitats sombreados, com baixas temperaturas e alta umidade (RIBAS & SCHOEREDER, 2007). Tal resultado é contraditório em relação ao presente estudo, visto que o Campo Rupestre, local de alta ocorrência de *C. crassus*, é um ambiente com baixa umidade, especialmente em função da altitude (1387m) que embora amenize a temperatura acarreta em menor umidade.

C. melanoticus é uma espécie com hábitos noturnos assim como *C. renggeri* e em estudo realizado em Mata secundária semidecidual em Minas Gerais foram registradas cuidando de afídeos em indivíduos de *Baccharis dracunculifolia*, espécie da família Asteraceae de porte arbustivo, que apresenta alta incidência de galhas. Neste contexto, as espécies de *Camponotus* citadas atuam na redução da formação de galhas, visto que os afídeos que elas cuidam afetam a viabilidade das galhas (FAGUNDES *et al.*, 2005).

4.1.2.3 – *Myrmelachista*

O gênero *Myrmelachista*, (Fig. 22 A e B), embora pouco estudado, contempla formigas exclusivamente arborícolas que possuem complexas associações com as plantas nas quais nidificam (FREDERICKSON *et al.*, 2005;

LONGINO, 2006) Por apresentarem atividade exclusivamente na vegetação, para SILVESTRE e SILVA (2001) podem ser boas indicadoras de áreas que estão sendo recuperadas, justificando sua ausência na Mata Ciliar (n=0), ambiente cujos os resultados obtidos sugerem estar mais exposto a perturbação. No presente estudo, o gênero foi representado por três espécies e *Myrmelachista* sp2 foi exclusiva do Campo Rupestre (n=798), representando 15% das formigas amostradas.

Para IOP *et al.* (2009) em áreas urbanas de Xanxerê – SC estas espécies foram registradas principalmente em ambientes residenciais onde a arborização era maior, o que permite a nidificação de algumas espécies de formigas arborícolas.

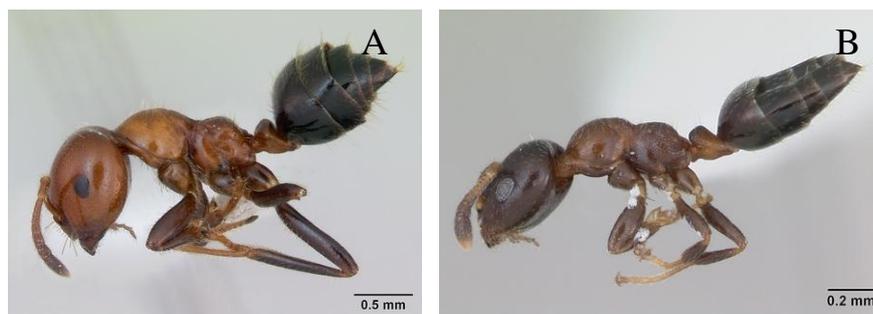


Figura 21. (A) *Myrmelachista* sp (B) *Myrmelachista gallicola*. Fonte: (A e B) Antweb.

4.1.2.4 – *Paratrechina*

Paratrechina (Fig.23 A e B) é conhecida popularmente como formiga-louca e é classificada como uma espécie-praga em ambientes urbanos. Muitas espécies do gênero *Paratrechina* se dispersaram pelo mundo através do comércio, dentre elas *P. longicornis* que, segundo BUENO & CAMPOS-FARINHA (1999), é considerada como uma das espécies exóticas mais importantes. Em ambientes urbanos no Brasil, está associada a residências, comércios e ambientes hospitalares (BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999; MOREIRA *et al.*, 2005; OLIVEIRA & CAMPOS-FARINHA, 2005; COSTA *et al.*, 2006; LISE *et al.*, 2006; SOARES *et al.*, 2006; FARNEDA *et al.*, 2007), onde causa grande incômodo e se comporta como vetor mecânico de organismos patogênicos. No Parque

Estadual do Ibitipoca, sua ocorrência foi verificada apenas na Mata Ciliar, representando 10,20% para a subfamília Formicinae, neste ambiente.

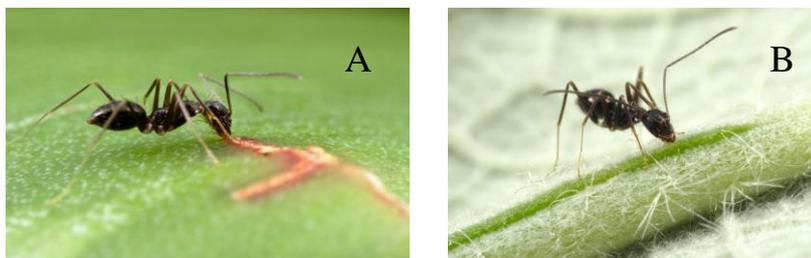


Figura 22. (A e B) *Paratrechina longicornis*. Fonte: (A e B) Alex Wild 2010.

4.1.3- Subfamília Ectatominae

Antes como tribo dentro da subfamília Ponerinae, esse grupo foi elevado ao nível de subfamília com o trabalho de BOLTON (2003), que lista quatro gêneros para o grupo, sendo que três deles se encontram na região Neotropical: *Ectatomma*, *Gnamptogenys* e *Typhlomyrmex* (FERNÁNDEZ & SENDOYA, 2004). Essas formigas nidificam, de modo geral, no solo ou em madeira decomposta, sendo que algumas espécies possuem hábitos de alimentação e nidificação flexíveis. A maioria das espécies é predadora, mas a biologia do grupo é pouco estudada (ARIAS-PENNA, 2007).

4.1.3.1 – *Ectatomma edentatum*

A subfamília Ectatominae foi representada por uma única espécie *Ectatomma edentatum* (Fig.24 A e B), mas que esteve presente nas três fitofisionomias. De fato, é uma espécie que pode ser caracterizada como sendo mais frequente em áreas abertas (FERNÁNDEZ, 1991). Esta espécie é caracterizada por forragear solitariamente e apresentar ninhos com pequeno número de indivíduos (FERNÁNDEZ, 1991). O gênero *Ectatomma* é endêmico da região Neotropical sendo a maioria de suas 12 espécies conhecida somente para a América do Sul. KLUGER & BROWN (1982) apresentam uma revisão para esse gênero.



Figura 23. *Ectatomma edentatum*. Fonte: (A e B) Alex Wild, 2010.

4.1.4 – Subfamília Heteroponerinae

4.1.4.1 - *Heteroponera*

A subfamília Heteroponerinae foi representada pelas espécies *Heteroponera dentinodis* (Fig.25 A) e *Heteroponera inermis* (Fig.25 B) estando ambas ausentes no Campo Rupestre. O gênero representou 4,66% dos indivíduos na Mata Secundária e apenas 0,21% na Mata Ciliar. Espécies de *Heteroponera* nidificam frequentemente na serapilheira, sendo, portanto, sua ocorrência favorecida na Mata Secundária.



Figura 24. (A) *Heteroponera dentinodis*. (B) *Heteroponera inermis*. Fonte: (A e B) Antweb.

4.1.5 – Subfamília Ponerinae

Subfamília composta por formigas com hábito predador, mas que também podem se alimentar em nectários extraflorais ou exudados de homópteros. Podem ser predadores generalistas ou especialistas como *Thaumatomyrmex*, por exemplo. São mais frequentes em florestas úmidas, mas também podem habitar bosques mais secos, com chuvas estacionárias. Fazem seus ninhos em galhos decompostos no solo e na serapilheira, porém

algumas vezes nidificam no solo ou em raízes de epífitas, bem como na serapilheira acumulada nas Bromeliáceas (FERNÁNDEZ, 2003). Segundo BOLTON (1995) quase 15% de todas as espécies de formigas Neotropicais pertence a esta subfamília.

4.1.5.1 – *Hypoponera*

São formigas consideradas basais na filogenia de Formicidae (RAMOS *et al.*, 2003). É um dos gêneros mais representativos da subfamília Ponerinae quando se fala em diversidade de espécies (BRANDÃO, 1999). Aparentemente são predadoras generalistas, mas sua biologia ainda é pouco conhecida. São encontradas em todo o trópico e também em zonas temperadas. Seus ninhos se encontram em florestas úmidas e secas, em pequenos ramos ou troncos, na casca de árvores. *Hypoponera* (Fig.26 A e B) é o terceiro gênero mais comum encontrado na serapilheira (FERNÁNDEZ, 2003).

As espécies desse gênero podem ser privilegiadas pela vasta cobertura de serapilheira encontrada na Mata Secundária, que apresenta extensão em torno de 94ha, perfazendo mais de 30% da cobertura total de florestas do Parque, com árvores de até 25m (MENINI NETO *et al.*, 2007). Nossos dados não são os mesmos encontrados por SILVA & SILVESTRE (2004) que num trabalho realizado em Seara – Santa Catarina, analisaram a riqueza da fauna de formigas que habitam o solo e a serapilheira. O gênero *Hypoponera* não foi encontrado por eles na serapilheira e no presente estudo amostrou-se quatro espécies que também foram registradas no Campo Rupestre.

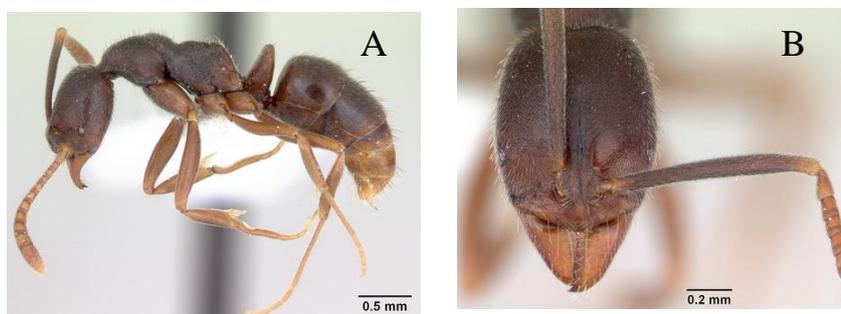


Figura 25. (A e B) *Hypoponera foreli*. Fonte: (A e B) Antweb.

4.1.5.2 – *Pachycondyla*

Este gênero pertence à tribo Ponerini e é constituído principalmente de espécies que podem forragear a longas distâncias. As espécies deste gênero são geralmente relevantes predadoras generalistas muito importantes no manejo dos ecossistemas florestais (MARIANO, 2004). Sua diversidade também reflete em sua biologia, como a variedade de habitats que ocupam e suas preferências alimentares. Fazem seus ninhos nos solos, serapilheira e em madeira em decomposição, mas existem também espécies arborícolas e usando epífitas para nidificar (FERNÁNDEZ, 2003).

Apenas uma espécie desse gênero ocorreu nas amostras, *Pachycondyla striata* (Fig.27A e B). Essa espécie ocorreu nas três fitofisionomias, concordando com sua característica generalista, sendo comumente observada em vários locais no interior do PEI, como laboratório, casa de pesquisadores, centro de visitantes e cantina (observação pessoal).

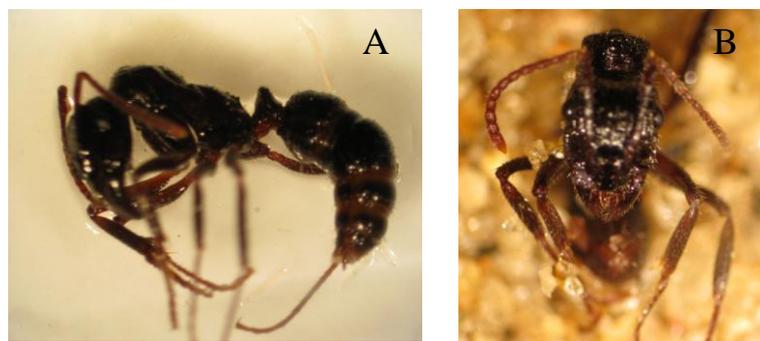


Figura 26. (A e B) *Pachycondyla striata*. Fonte: (A e B) Juliane Lopes, 2009.

4.1.6 – Subfamília Dolichoderinae

A maioria das espécies de Dolichoderinae é onívora e forrageia sobre a superfície do solo. Seu alimento consiste, normalmente, em artrópodes mortos e secreções vegetais. Essas formigas habitam lugares muito variados, desde o solo com ou sem cobertura vegetal, em madeira viva ou morta e até no dossel arbóreo (CUEZZO, 2003). De modo geral, as Dolichoderinae mantêm associações com plantas, como por exemplo, as formigas do gênero *Azteca*

que são encontradas especificamente em plantas do gênero *Cecropia* (embaúbas) (FOWLER *et al.*, 1991).

4.1.6.1 – *Linepithema*

Esse gênero apresenta 16 espécies para a região Neotropical (FERNÁNDEZ & SENDOYA, 2004) e foi recentemente revisado no trabalho de WILD (2007). Algumas formigas do gênero *Linepithema* apresentam um grande potencial invasor pela sua capacidade de se estabelecer em diversos ambientes e pelo impacto que causam nas comunidades de formigas residentes. Apresentam alta agressividade e grande eficiência no recrutamento de indivíduos ao encontrar um recurso alimentar (HUMAN & GORDON, 1999).

Seu recrutamento é massivo e caracterizam-se também por serem onívoras e frequentemente visitarem iscas. A espécie *Linepithema humile*, conhecida como formiga argentina, tem recebido bastante atenção por estar distribuída por todo o mundo e causar diversos danos à fauna e flora em cada local (SILVESTRE & SILVA, 2001). No interior de construções, *L. humile* também é uma das espécies mais freqüentes (SILVA & LOECK, 1999), diferentemente do encontrado no estudo de IOP *et al.* (2009) (apenas 0,07% dos registros). Neste levantamento foram representadas por duas espécies *L. pulex* (Fig.28 A) e *L. cerradense* (Fig.28 B), com alta representatividade na Mata Ciliar (9,54%).



Figura 27. (A) *Linepithema pulex* (B) *Linepithema cerradense*. Fonte: (A e B) Antweb.

4.1.7 – Subfamília Ecitoninae

As formigas dessa subfamília são conhecidas como formigas legionárias de correição e, sem dúvida, representam um dos grupos mais fascinantes entre

as formigas. Essas formigas não possuem ninhos permanentes e são nômades, ou seja, não permanecem em uma mesma área por muito tempo (GOTWALD, 1995). São espécies predadoras com um ciclo de vida que alterna fases estacionárias, geralmente ligadas à reprodução, e fases migratórias, sendo o comportamento bastante variável de espécie para espécie (PALÁCIO, 2003). Durante a fase estacionária, a colônia se congrega em um ninho temporal que é constituído pelos corpos entrelaçados das próprias operárias, conhecidos como “bivouacs”.

As operárias coletam e trazem à colônia uma infinidade de itens alimentares, incluindo vegetais e principalmente artrópodes imaturos (FOWLER *et al.*, 1991). Algumas espécies possuem grandes colônias e durante sua atividade de predação capturam todo organismo que estiver em seu caminho e que não consiga escapar rapidamente de seu ataque, incluindo-se pequenos vertebrados (PALÁCIO, 2003).

4.1.7.1 – *Labidus*

As formigas do gênero *Labidus* (Fig.29A e B) são nômades e possuem comportamento de recrutamento legionário. São invasoras e atacam comunidades do solo (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). São caracterizadas por sua tolerância às perturbações ambientais (LUTINSKI *et al.*, 2008).

O gênero *Labidus* teve sua abundância baixa, sendo encontrado somente um indivíduo na Mata Ciliar dentre todas as amostras. Essa baixa ocorrência pode ser explicada pelo hábito nômade (BRANDÃO, 1999). Tal movimentação dos ninhos pode ter influenciado na captura de indivíduos desta espécie, mesmo utilizando-se diferentes métodos de coleta. Ressalta-se que durante a coleta do mês de outubro, observou-se uma correição do gênero *Eciton*, em local fora dos quadrantes de amostragem (observação pessoal), sob rocha próxima ao curso de água, local denominado como Prainha, no PEI.

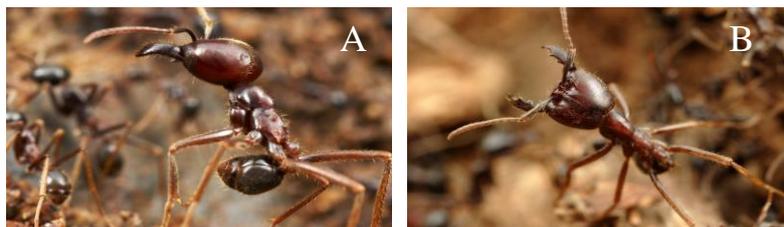


Figura 28. (A e B) Formiga do gênero *Labidus*. Fonte: (A e B) Alex Wild, 2010.

4.1.8 – Subfamília Pseudomyrmicinae

Pseudomyrmecinae é um grupo pantropical de formigas arborícolas. Poucas espécies ocorrem em regiões temperadas e a grande maioria é restrita a florestas tropicais e savanas. Fazem seus ninhos geralmente em cavidades já abertas naturalmente ou por outros insetos (WARD, 1989). De modo geral, são predadoras generalistas. Algumas espécies apresentam associações mutualísticas obrigatórias com plantas das quais obtêm alimento produzido em estruturas especializadas (FOWLER *et al.*, 1991).

4.1.8.1 - *Pseudomyrmex*

Formigas do gênero *Pseudomyrmex* (Fig.30 A e B) forrageiam sozinhas e são extremamente ágeis. São patrulheiras solitárias, podendo atuar como predadoras de solo ou visitantes de nectários extraflorais (SILVESTRE & SILVA, 2001). A abundância registrada para esse gênero foi uma das mais baixas, sendo coletados apenas dois indivíduos no Campo Rupestre. O tempo de exposição das iscas foi o recomendado por FREITAS *et al.* (2003), entretanto considerando a rapidez e agilidade das Pseudomyrmecinae, sugere-se que os indivíduos podem ter visitado a isca e desertado, antes mesmo que pudessemos recolhê-las. Aliam-se a estes dados, observações realizadas com iscas atrativas, nas quais se registra a competição inter e intra-específica, que sugerem que *Pseudomyrmex* não compete diretamente com outros indivíduos, evitando contatos diretos (observação pessoal).

As espécies representadas por um único registro somam uma mínima parcela das espécies coletadas e podem ser consideradas localmente raras

(FEITOSA & RIBEIRO 2005). No caso do Parque Estadual do Ibitipoca estas espécies estão representadas por *Brachymyrmex* sp1 e *Hypoponera foreli* na Mata Secundária; e *Brachymyrmex* sp2 e *Labidus* sp1 na Mata Ciliar.

Considerando cada fitofisionomia separadamente, lista-se três espécies para o Campo Rupestre. Entretanto uma delas é *Solenopsis*, sendo sua baixa incidência ser considerada com ressalvas e como talvez apenas localmente rara em função das peculiaridades bióticas e abióticas deste ambiente.

Para a mata Ciliar também apenas três espécies exibiram um único registro, com ressalva para *Labidus*, cuja colônia poderia estar na fase estacionaria. Destaca-se *Octostruma* como espécie rara tanto para a Mata Ciliar como para a Mata Secundária, onde além dessas outras sete espécies tiveram o registro de apenas um indivíduo. Muitos levantamentos neotropicais da fauna de solo demonstram uma alta incidência de espécies raras em comunidades locais de formigas (OLSON, 1991; DELABIE *et al.*, 2000).



Figura 29. (A) *Pseudomyrmex denticollis* (B) *Pseudomyrmex ejectus*. Fonte: (A e B) Alex Wild, 2010.

4.2. Abundância de formigas na Mata Ciliar vs Mata Secundária

Comparando-se a abundância média de formigas da Mata Ciliar e da Mata Secundária, verificou-se que na Mata Ciliar esta foi significativamente maior ($Z=2.48$; $p=0.01$) (Fig.31).

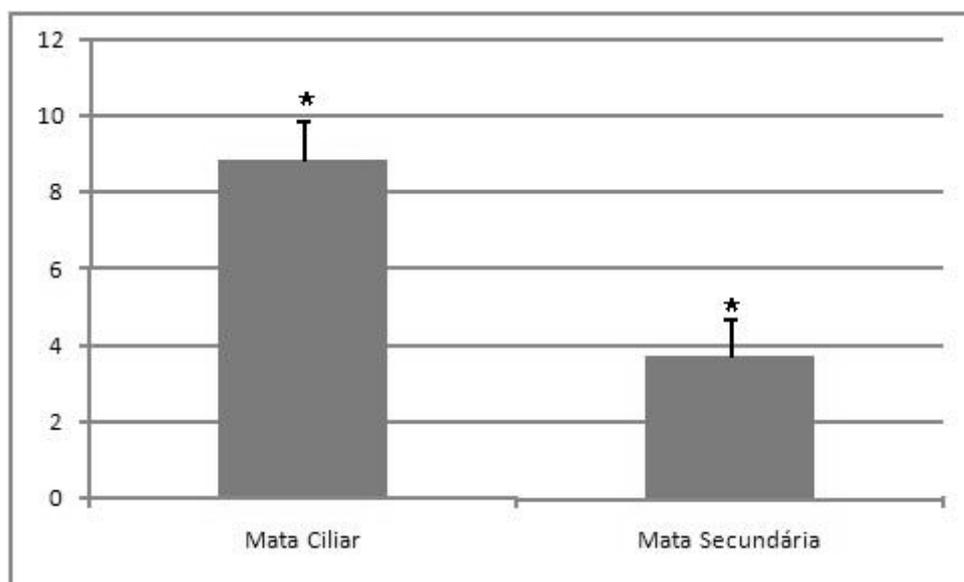


Figura 30. Abundância média e Desvio padrão de formigas amostradas na Mata Ciliar e a Mata Secundária. * indica diferença significativa de acordo com o teste de Mann-Whitney ($p=0,05$).

Sugere-se que a maior abundância verificada para a Mata Ciliar se deve ao grande número de indivíduos do gênero *Acromyrmex* ($n=583$) e *Solenopsis* ($n=183$) e das espécies *Pheidole* sp1($n=708$) e *Linepithema pulex* ($n=223$) nesta fitofisionomia quando comparado a Mata Secundária, onde se registrou para os mesmos gêneros as seguintes abundâncias 35, 7, 452, respectivamente, sendo ausente *L. pulex*.

L. pulex é uma espécie invasora e com grande capacidade de adaptação e multiplicação em meios antropizados (DELABIE, 1988) e, em conjunto com *Pheidole* e *Solenopsis*, aumenta a riqueza específica local em função da alteração na estrutura da vegetação da mata original (ANDERSEN, 1990; WARD, 2000; BROWN JR., 2000). Os dados sugerem que a Mata Ciliar foi a fitofisionomia estudada sob mais efeito da visitação no PEI.

4.3. Parâmetros Ecológicos

4.3.1. Riqueza

O maior número de espécies foi registrado para a Mata Ciliar ($n = 46$), seguida do Campo Rupestre e Mata Secundária, listando-se como espécies exclusivas da Mata Ciliar: *Strumigenys louisianae*, *Brachymyrmex* sp2, *Paratrechina* sp1, *Labidus* sp1. Já como espécies exclusivas do Campo Rupestre, lista-se: *Cephalotes pusillus*, *Brachymyrmex* sp3, *Camponotus genatus*, *Myrmelachista* sp2, *Myrmelachista* sp3 e *Pseudomyrmex* sp1; e da Mata Secundária: *Brachymyrmex* sp1, *Myrmelachista* sp1, e *Hypoponera foreli* (Tab.2 e 3).

Tabela 3. Índices ecológicos calculados para a fauna de formigas amostrada em três fitofisionomias no Parque Estadual do Ibitipoca – MG.

Índices	Campo Rupestre	Mata Ciliar	Mata Secundária
Espécies (N)	32	36	30
Riqueza Margalef	3.613	4.497	4.193
Diversidade de Shannon	2.105	2.396	2.241
Dominância	0.2066	0.1446	0.1574
Equitalibridade	0.6073	0.6686	0.659

Aplicando-se o índice de riqueza de Margalef, registrou-se em ordem decrescente de grandeza: Mata Ciliar, Mata Secundária e Campo Rupestre. Apesar do número de espécies ser superior no Campo Rupestre a riqueza de Margalef é maior para a Mata Secundária. Sugere-se que o valor obtido pelo índice seja devido a utilização de iscas atrativas nesta fitofisionomia, que promovem altos valores de abundância ($N=5322$). Destaca-se para esta fitofisionomia o valor elevado de indivíduos de *Crematogaster sericea* ($N=2107$). Este gênero possui ampla distribuição geográfica, espécies arborícolas e com uma grande diversidade de adaptações. Essas características contribuem para que seja um dos grupos mais dominantes entre as formigas (FELIZARDO & HARADA, 2007).

Este gênero possui ampla distribuição geográfica, espécies arborícolas e com uma diversidade de adaptações. Essas características contribuem para

que seja um dos grupos mais dominantes entre as formigas (FELIZARDO & HARADA, 2007). Além disso, juntamente com *Pheidole* e *Solenopsis*, *Crematogaster* está entre os dez gêneros com maior riqueza de espécies de formigas no mundo (BOLTON, 1995).

Sua habilidade de adaptação pode ter contribuído para sua alta frequência no campo rupestre, um ambiente mais aberto e mais homogêneo, bem como seu hábito arborícola, haja vista o solo composto por rochas dessa fitofisionomia, que dificultaria a predominância de espécies com ninhos hipogeicos.

A alta riqueza de espécies de formiga registrada indica a qualidade ambiental do PEI que é uma Unidade de Conservação aberta à frequente visitação e ao turismo. Segundo o IEF (2009) o Parque Estadual do Ibitipoca é o segundo parque mais visitado no estado de Minas Gerais. Os principais resultados que corroboraram o baixo estado de degradação do ambiente são: a) presença de *Pachycondyla*, gênero com exigências quanto à estratificação vegetal; b) ausência de formigas do gênero *Atta* e *Dorymyrmex* muito encontrados em áreas perturbadas (FOWLER & PESQUERO, 1996) e presentes no entorno do PEI (obs. pessoal – dados não publicados).

A variação qualitativa e quantitativa das espécies está relacionada com as diferentes características locais. A Mata Ciliar possui uma proximidade obviamente maior com os corpos d'água e no caso do Parque com as trilhas utilizadas pelos turistas, ideal para espécies facilmente adaptadas a ambientes com certo grau de perturbação (*Paratrechina* sp1, *Labidus* sp1). Na Mata Secundária, fechada à visitação, predominam as árvores de grande porte com até 25m, habitats ocupados pelas espécies crípticas, que utilizam a serapilheira local (*Hypoponera foreli*). Para Campo Rupestre, cujo solo com afloramentos de rochas quartizíticas inviabiliza a escavação de ninhos, ocorre a predominância de espécies arborícolas, como por exemplo, *Crematogaster*.

4.3.2. Diversidade de Shannon

O índice de diversidade de Shannon ficou muito próximo para as três áreas, a diversidade se mostrou relativamente alta considerando o exposto por MAGURRAN (1988) (Tab.3). A diversidade de formigas é conhecida por decrescer com o nível da perturbação do ambiente. No entanto, quando se considera formigas como bioindicadoras, sugere-se que um ambiente pouco perturbado permite que espécies que já estavam presentes permaneçam no ambiente, mesmo com a invasão de novas espécies. A consequência da entrada de novas espécies é a diminuição da densidade das anteriores, resultando em um pequeno aumento na diversidade local (DELABIE *et al.*, 2009) o que gera valores de diversidade mais elevados que podem não caracterizar a perturbação do ambiente.

Sugere-se que esse seja o caso verificado na Mata Ciliar, onde registrou-se a presença de espécies consideradas invasoras e bioindicadoras (*Acromyrmex*, *Solenopsis*, *Linepithema* e *Paratrechina*) com alta abundância e exclusivas para essa fitofisionomia. Organismos bioindicadores são descritos por BLANDIN (1986) como aqueles que possibilitam a caracterização da situação em que se encontra um dado ecossistema, indicando modificações naturais ou provocadas por fatores externos, que estariam expressos na presença, ausência ou abundância de certas espécies, fornecendo informações sobre a qualidade do ambiente. Assim sugere-se que o alto valor para o índice de diversidade neste local é reflexo da presença e abundância dessas espécies e, portanto não indica baixo grau de perturbação.

4.3.3 – Dominância e Equitabilidade

Os índices de Dominância foram baixos para as fitofisionomias analisadas, corroborando os resultados dos índices de Equitabilidade que se mostraram alto nas três fitofisionomias indicando uma distribuição mais uniforme da mirmecofauna do Parque (Tab.3). De acordo com PINTO-COELHO (2000) o índice de Equitabilidade é considerado indicativo de uniformidade na distribuição das espécies. A dominância de formigas pode ser caracterizada pelo predomínio numérico de uma espécie em relação às outras e por padrões

de distribuição excludentes, resultando em ocupação de grandes e contínuas extensões de território por uma determinada espécie que exibe comportamento dominante ou algumas espécies co-dominantes (ROOM, 1971; LESTON, 1978; MAJER *et al.*, 1994).

Vários trabalhos levantam hipóteses de que a estrutura e o funcionamento das comunidades de formigas podem ser resultados de interações intra-específicas (GIBB & HOCHULI, 2004), de territorialidade interespecífica (MAJER, 1976), de competição por locais de nidificação (KASPARI, 1996) e de diferentes capacidades de recrutamento da colônia (RYTI & CASE, 1988). Essas relações normalmente resultam em padrões de dominância e numa hierarquia bem definida na utilização dos recursos (SAVOLAINEN & VEPSÄLÄINEN, 1988).

Os resultados obtidos demonstram para as três fitofisionomias analisadas que as relações de dominância e/ou co-dominância estão bem estabelecidas, sendo que a baixa dominância foi inversa a uma alta riqueza de espécies para todas as fitofisionomias, concordando com ANDERSEN (1992) e PARR *et al.* (2005) que afirmam que conforme a abundância de espécies dominantes aumenta, a riqueza diminui.

4.4. Grupos Funcionais

No Parque Estadual do Ibitipoca – MG, observou-se que para as três fitofisionomias houve uma predominância de espécies Generalistas Myrmicinae (Tab.4), o que também foi verificado por BARBIERI (2009). Os gêneros compreendidos pelo grupo Generalistas Myrmicinae habitam florestas úmidas e possuem ampla distribuição em locais de clima quente, adaptando-se facilmente a diferentes habitats por serem espécies tolerantes a estresse moderado. A classificação das espécies amostradas no presente trabalho, de acordo com a proposta de ANDERSEN (1995) pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 4. Abundância dos grupos funcionais em cada fitofisionomia analisada no Parque Estadual do Ibitipoca – MG, medidas em porcentagem (%).

Grupos Funcionais	Campo Rupestre	Mata Ciliar	Mata Secundária
GM	59.45	45.63	75.5
C	15.26	1.5	10.32
SC	13.08	3.67	0
TCS	9.55	37.33	8.73
DD	1.73	9.54	0.2
O	0.86	1.75	0.1
SP	0.08	0.38	0.5
CCS	0	0.21	4.66

Legenda: GM = Generalista Myrmicinae; DD = Dominante Dolichoderinae; O = Oportunistas; C = Crípticas; SC = Subordinada Camponotini; C/ TCS = Crípticas/Especialistas de Clima Tropical; TCS = Especialistas de Clima Tropical; SP = Predadoras Especialistas; CCS = Especialistas de Clima Frio.

A abundância relativa de Generalistas Myrmicinae e Dominantes Dolichoderinae, registrada no presente trabalho, confirma a proposta de ANDERSEN (2000) de que a ocupação de territórios pelo grupo Generalista Myrmicinae é restringida pela presença de Dominantes Dolichoderinae. Na Mata Ciliar, observa-se os menores valores para Generalista Myrmicinae e maiores para Dominantes Dolichoderinae, sendo o inverso verificado na Mata Secundária (Tab.5). Sugere-se que as Generalistas Myrmicinae evitam interações competitivas diretas com as Dominantes Dolichoderinae, investindo na proteção de recursos inicialmente ocupados (ANDERSEN, 2000).

Tabela 5. Classificação dos Grupos Funcionais da assembleia de formigas do Parque Estadual do Ibitipoca – MG.

Espécies	Campo Rupestre	Mata Ciliar	Mata Secundária	Grupos Funcionais
Myrmicinae				
<i>Acromyrmex aspersus</i> F. Smith, 1858	0	383	32	TCS
<i>Acromyrmex hispidus</i> Santschi, 1925	51	200	3	TCS
<i>Apterostigma</i> (gr. <i>Pilosum</i>) sp1 Mayr	1	2	2	TCS
<i>Apterostigma</i> sp2 Mayr	16	0	1	TCS
<i>Cephalotes pavonii</i> Latreille, 1809	303	21	0	TCS
<i>Cephalotes pusillus</i> Klug, 1824	26	0	0	TCS
<i>Crematogaster sericea</i> Forel, 1912	2107	32	1	GM
<i>Octostruma balzani</i> emery, 1894	0	3	5	C
<i>Octostruma rugifera</i> Mayr, 1887	0	1	1	C
<i>Pheidole obscurithorax</i> Forel, 1912	35	7	3	GM
<i>Pheidole radoskowskii</i> Mayr, 1884	39	5	44	GM
<i>Pheidole</i> sp1 Westwood	260	708	219	GM
<i>Pheidole</i> sp2 Westwood	196	71	233	GM
<i>Pheidole</i> sp3 Westwood	435	239	216	GM
<i>Pheidole</i> sp4 Westwood	9	5	13	GM
<i>Pheidole</i> sp5 Westwood	83	24	31	GM
<i>Pheidole</i> sp6 Westwood	0	4	1	GM
<i>Solenopsis</i> sp1 Westwood	1	95	1	TCS
<i>Solenopsis</i> sp2 Westwood	60	88	6	TCS
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	0	22	0	C
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929	5	9	4	TCS
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger, 1863	32	96	38	TCS
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp1 Mayr	0	0	1	TCS
<i>Brachymyrmex</i> sp2 Mayr	0	1	0	TCS
<i>Brachymyrmex</i> sp3 Mayr	11	0	0	TCS
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	598	51	0	SC
<i>Camponotus genatus</i> Santschi, 1922	2	0	0	SC
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	22	15	0	SC
<i>Camponotus pr bonariensis</i> Mayr, 1862	3	2	0	SC
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	71	20	0	SC
<i>Myrmelachista</i> sp1 Roger	0	0	4	C
<i>Myrmelachista</i> sp2 Roger	798	0	0	C
<i>Myrmelachista</i> sp3 Roger	11	0	0	C
<i>Paratrechina</i> sp1 Motschoulsy	0	10	0	O
Ectatomimae				
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	46	32	1	O
Heteroponerinae				
<i>Heteroponera dentinodis</i> Mayr, 1887	0	3	13	CCS
<i>Heteroponera inermis</i> Emery, 1894	0	2	34	CCS
Ponerinae				
<i>Hypoponera foreli</i> Mayr, 1887	0	0	1	C
<i>Hypoponera</i> sp1 Santschi	1	5	51	C
<i>Hypoponera</i> sp2 Santschi	2	2	4	C
<i>Hypoponera</i> sp3 Santschi	0	3	38	C
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	4	9	5	SP
Ecitoninae				
<i>Labidus</i> sp1 Jurine	0	1	0	TCS
Dolichoderinae				
<i>Linepithema cerradense</i> Wild, 2007	69	6	2	DD
<i>Linepithema pulex</i> Wild, 2007	23	223	0	DD
Pseudomyrmicinae				
<i>Pseudomyrmex</i> sp1 Lund	2	0	0	TCS

Legenda: GM = Generalista Myrmicinae; DD = Dominante Dolichoderinae; O = Oportunistas; C = Crípticas; SC = Subordinada Camponotini; C/ TCS = Crípticas/Especialistas de Clima Tropical; TCS = Especialistas de Clima Tropical; SP = Predadoras Especialistas; CCS = Especialistas de Clima Frio.

Especialistas de Clima Tropical também apresentam uma relação inversamente proporcional com Dominantes Dolichoderinae (ANDERSEN, 2000). Os dados apontam para essa correlação, visto que no presente estudo registraram-se 1.241 indivíduos para Especialistas de Clima Tropical e apenas 323 para Dominantes Dolichoderinae, considerando-se as três fitofisionomias (Tab. 5). Ressalta-se que ambos grupos funcionais estão associados a ambientes que apresentam boa qualidade ambiental.

Assim como as Especialistas de Clima Tropical, também foram amostradas Especialistas de Clima Frio, grupo característico de habitats com baixa abundância de Dominantes Dolichoderinae, sendo que ambas geralmente não apresentam especializações quanto a sua ecologia de forrageamento.

As Especialistas de Clima Frio foram representadas por duas espécies de *Heteroponera* (Tab.5) e ocorreram em abundância relativa superior na Mata Secundária, sendo ausentes no Campo Rupestre (Tab.4). Esses resultados coadunam com o exposto na proposta dos grupos funcionais (ANDERSEN, 1995, 2000), a qual prevê a substituição das especialistas de clima quente pelas de clima frio em função do aumento da altitude. Tal fato está relacionado ao fator stress baixa temperatura, que no caso de formigas, deve ser entendido não apenas como produto da condição climática, mas também da estrutura do habitat que por sua vez influencia o grau de insolação da superfície de forrageamento. Em florestas tropicais, como é o caso da Mata Secundária, o grau de sombreamento promovido pelas árvores de grande porte é alto, enquanto que no Campo Rupestre o grau de insolação é alto, justificando sua ausência.

Os Dominantes Dolichoderinae são arborícolas, forrageando no solo e na copa das árvores. Considerados estresse pouco tolerantes, possuem territórios amplos e alta atividade, deslocando espécies que ocupavam o recurso disputado para outros nichos (ANDERSEN, 2000). Este grupo funcional foi representado por um único gênero, *Linepithema*, característico também por seu comportamento invasor (HUMAN & GORDON, 1999) (Tab.5). Em áreas de

citricultura, BARBIERI (2009) também amostrou somente o gênero *Linepithema* como representante deste grupo funcional.

Os Generalistas Myrmicinae, representados por *Crematogaster* e *Pheidole*, foram os mais abundantes numericamente. Sua maior proporção em relação aos demais grupos funcionais aliado à baixa proporção de Oportunistas é um indicativo de baixa perturbação do ambiente.

O grupo das Oportunistas está relacionado a ambientes ruderais e é composto por espécies pouco competitivas e não especializadas. Fortemente influenciado por relações de competição interespecíficas, inclui espécies predadoras e generalistas (ANDERSEN, 2000). No presente trabalho, ocorreu em baixa proporção e foi representado por *Ectatomma* e *Paratrechina*, no Campo Rupestre e Mata Ciliar, respectivamente.

O grupo das Crípticas é composto por indivíduos de tamanho diminuto, na maioria pertencentes às subfamílias Myrmicinae e Ponerinae. Nidificam no solo (serapilheira) e apresentam maiores taxas de abundância e diversidade quando em áreas florestais, devido à grande quantidade de biomassa retida junto ao solo (ANDERSEN, 2000). De fato, este grupo foi a segunda maior proporção na Mata Secundária, precedido apenas por Generalistas Myrmicinae, especificamente pelo gênero *Pheidole*; e é representado por seis diferentes espécies nesta fitofisionomia e na Mata Ciliar.

Entretanto, o grupo Crípticas também inclui espécies que nidificam em cavidades de plantas, como *Myrmelachista* (BROWN JR., 2000). No presente estudo, verificou-se a presença de quatro espécies crípticas no Campo Rupestre, destacando-se a alta abundância de *Myrmelachista* sp2 (n=798). Sugere-se que a presença de *Eremanthus erythropappus* tenha favorecido a ocorrência de formigas com hábito arborícola, visto que possui a casca grossa e cheia de fendas no fuste (CHAVES e RAMALHO, 1996), fornecendo às formigas cavidades naturais. *E. erythropappus* compõe expressivamente o sub-bosque do Campo Rupestre do PEI, dado que esta espécie vegetal desenvolve-se em campos abertos e sítios com solos pouco férteis e rasos, sendo típica de terrenos montanhosos e pedregosos (BARREIRA, 2005).

As Especialistas Predadoras ocorrem em baixas densidades populacionais e exibem baixas taxas de interação competitiva com outras espécies de formigas em função de seu hábito alimentar. Compõem a fauna de formigas de solo em diferentes tipos de floresta tropical, mas sua abundância e diversidade tende a declinar com o aumento da altitude (ANDERSEN, 2000). Em acordo com tal caracterização, foi registrado um total de 18 indivíduos de uma única espécie (*Pachycondyla striata*) para as três fitofisionomias. Sugere-se que a baixa representatividade das Especialistas Predadoras (Tab. 4) esteja relacionada com a altitude do PEI (1800m) e no Campo Rupestre, em especial, por não se tratar de ambiente de floresta.

As Subordinadas Camponotini são assim denominadas, pois a maioria das espécies apresenta comportamento submisso às Dominantes Dolichoderinae. Reduzem as interações competitivas segregando os horários de sua atividade forrageadora, mas possuem alta capacidade de adaptação e invasão de novos habitats (ANDERSEN, 2000). Apesar da sua constante presença e riqueza (ANDERSEN, 1995), sua abundância relativa foi relativamente baixa e o grupo não foi registrado na Mata Secundária. Sugere-se, entretanto que a denominação do grupo como subordinada seja revista, pois a agressividade nesse gênero é bastante expressiva (SILVESTRE, 2000; ESPÍRITO SANTO, 2008) e o cunho de tal termo leva a equívocos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve sucesso na utilização da proposta de ANDERSEN (2005) e demonstra que esse esquema pode ser aplicado em áreas de florestas tropicais. Os padrões de grupos funcionais mostraram-se diferentes entre as fitofisionomias, sendo que estas diferenças podem ser reconhecidas como reflexo do tipo e complexidade da vegetação.

Os dados obtidos neste levantamento indicam que o Parque Estadual do Ibitipoca – MG apresenta uma diversidade e riqueza de espécies de formigas relativamente alta, havendo variação na composição das espécies de acordo com cada fitofisionomia estudada.

Dentre as 46 espécies registradas, muitas são consideradas como de rara ocorrência, fato que aliado a ausência de espécies praga, fornece um diagnóstico ambiental de alta qualidade para o Parque Estadual do Ibitipoca utilizando-se formigas como biondicadoras. Ressalta-se que foi possível identificar o efeito da atividade turística na área da Mata Ciliar, dada a presença de espécies consideradas com potencial invasor. Quanto aos dados obtidos no Campo Rupestre, estes vêm contribuir para a formação de uma base de dados, visto o baixo número de estudos realizados neste ambiente.

Os dados aqui obtidos serão enviados para compor as informações sobre a distribuição de espécies de formigas no website AntWeb (www.antweb.org) sob coordenação do Dr. Brian L. Fisher e Dr. Jack Longuino, que durante o Antcourse – curso para formação de taxonomistas de formigas – da Califórnia Academy of Sciences – Harvard, EUA, recomendaram que os dados de coletas de formigas sejam encaminhados aos seus cuidados para que se tenha um registro global da ocorrência das espécies de formigas em uma base de dados única e de livre acesso a pesquisadores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. (eds). **Antbase. World Wide Web electronic publication.** Antbase.org, version (05/2005). Disponível em: <<http://antbase.org/>>. Acesso em: 26 nov. 2009.

ALONSO, L. E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biological diversity.** Washington and London: Smithsonian Institution Press; p.1-8, 2000.

ALVES, H.S.R. **Identificação de Bioindicadores e planejamento de mini corredores ecológicos na área de proteção ambiental Costa de Itacaré/Serra Grande, Bahia.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2007.

ANDERSEN, A.N. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. **Proceedings of the Ecological Society of Australia**, v.16, p.347-57, 1990.

ANDERSEN, A.N.; LONSDALE, W.M. Herbivory by insects in Australian tropical savannas: A review. **Journal of Biogeography**, v.17, p.433-444, 1990.

ANDERSEN, A.N. Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **The American Naturalist**, v.140, n.3, p.401-420, 1992.

ANDERSEN, A.N. A classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, v.22, n.1, p.15-29, 1995.

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

ANDERSEN, A.N. Global ecology of rainforest ants: Functional groups in relation to environment stress and disturbance. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institute Press; p.25-34, 2000.

ANDERSEN, A.N.; HOFFMANN, B.D.; MÜLLER, W.J.; GRIFFITHS, A.D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, v.39, p.8-17, 2002.

ANDERSEN, A.N.; MAJER, J.D. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.2, n.6. p.291–298, 2004.

ANDERSEN, A.N.; FISHER, A.; HOFFMANN, B.D.; READ, J.L.; RICHARDS, R. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. **Austral Ecology**, n.29, p.87-92, 2004.

ANDERSEN, A.N. Functional groups in ant community ecology. In: LACH, L.; PARR, C.L.; ABBOTT, K.L. (eds). **Ant Ecology**. Oxford: Oxford University Press; p.142-144, 2010.

ANDRÉ, H.M.; DUCARME, X.; LEBRUN, P. Soil biodiversity: myth, reality or conning? **Oikos**, v.96, p.3-24, 2002.

ANTONINI, Y.; RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. Insetos. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. (orgs.). **Fragmentação de ecossistemas: Causas,**

Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas.

Brasília: MMA/SBF; p.239-273, 2003.

ARAÚJO, F. S. **Distribuição e caracterização da vegetação dos arredores do Parque Estadual do Ibitipoca MG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2003.

ARIAS-PENNA, T. M. Subfamilia Ectatomminae. In: JÍMENEZ, E.; FERNÁNDEZ, F.; ARIAS-PENNA, T.M.; LOZANOZAMBRANO, F.H. (orgs.). **Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia.** Bogotá: Instituto Humboldt, p.53-107, 2007.

BARBIEIRI, R.F. **Monitoramento da qualidade ambiental de áreas Citrícolas utilizando formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadores.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2009.

BARREIRA, S. **Diversidade genética em população natural de *Eremanthus erytropappus* (DC.) MacLeish como base para o manejo florestal.** 73f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.; HARPER, J. **Ecologia:** de indivíduos a ecossistemas. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BELSHAW, R.; BOLTON, B. A survey of the leaf serapilheira ant fauna in Ghana, West Africa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v.3, p.5-16, 1994.

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

BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, R. F.; BROWN JR., W. L.; DELABIE, J. H. C.; SILVESTRE, R. Field Techniques for the study of Ground-Dwelling Ants: An Overview, Description, and Evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press; p.122-144, 2000.

BISBY, F. A. Characterization of biodiversity. In: HEYWOOD, V. H. (ed.). **Global biodiversity assessment**. Cambridge: University Press, Cambridge, p.21–106, 1995.

BLANDIN, P. Bioindicators et diagnostic des systèmes écologiques. **Bulletin Ecology**, v.17, n.4, p.215-307, 1986.

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

BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extrant and taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, v.29, n.4, p.1037-1056, 1995.

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

BRANDÃO, C.R.F. Hymenoptera, Formicidae. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX. 5: invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP; p.213-223, 1999.

BRETON, J.L.; CHAZEAU, J.; JOURDAN, H. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. **Austral Ecology**, v.28, p.204-209, 2003.

BRIAN, M .V. **Social insects: ecology and behavioural biology**. London: Chapman and Hall; 1983.

BROWN, W.L., JR.; KEMPF, W.W. A world revision of the ant tribe Basicerotini. **Studia Entomologica**, v.3, p.161-250, 1960.

BROWN JR. W.L.; BROWN, G.G. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: WHITMORE, T.C.; SAYER, J.A. (eds.). **Tropical deforestation and species extinction**. London: Chapman and Hall; p.129-142, 1992.

BROWN JR, W.L. Diversity of ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press; p.45-79, 2000.

BRÜHL, C.A.; GUNSALAN, G.; LINSENMAIR, K.E. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.285-297, 1998.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. As formigas domésticas. In: MARICONI, F. A. M. (ed.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: ESALQ; p.135-180, 1999.

CALDAS, A.; MOUTINHO, P. R. S. 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**, v.37, n.2, p.299-305, 1993.

CAMPOS, B. C. **A família Melastomataceae nos campos rupestres e cerrado de altitude do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Escola Nacional de Botânica

Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. Forest fragmentation in Central Amazônia and its effects on serapilheira-dwelling ants. **Biological Conservation**, v.91, p.151-158, 1999.

CARVALHO K.S.; VASCONCELOS, H.L. Comunidade de formigas que nidifica em pequenos galhos da serapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.115-121, 2002.

CARVALHO, K. S.; DE SOUZA, A. L. B.; PEREIRA, M. S.; SAMPAIO, C. P.; DELABIE, J. H. C. Comunidade de formigas epígeas no ecótono Mata de Cipó, domínio da Mata Atlântica, BA, Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, v.26, p.249-257, 2004.

CERQUEIRA, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. (orgs.). **Fragmentação de ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Brasília: MMA/SBF; p.23-40, 2003.

CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Série de Publicações Técnicas/SPT-010. 158p. 1983.

CHAVES, M.M.F.; RAMALHO, R.S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa*) Schult. Bip. e *Vernonia discolor* (Spreng-Kess). **Revista Árvore**, v. 20, n.1, p.1-7, 1996.

COLWELL, R.K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from sample**. Version 8. Persistent URL. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 09 set. 2009.

COLWELL, R.K.; MAO, C.X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**. v.85, n.10, p.2717-2727, 2004.

CORRÊA NETO, A. V.; ANISIA, L. C. C.; BRANDÃO, C.P. Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. In: **Anais do VII Simpósio de geologia de Minas Gerais**. Belo Horizonte: SBG/Núcleo MG, vol.12, p.83-86, 1993.

CORRÊA NETO, A. V. Cavernas em quartzite da Serra de Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. In: **Anais do Seminário de Pesquisa do Parque Estadual do Ibitipoca, MG**. Juiz de Fora: Núcleo de Pesquisa em Zoneamento Ambiental da UFJF, 1997.

COSTA, C.M.R.; HERMANN, G.; MARTINS, C.S.; LINS, L.V.; LAMAS, I.R. (orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998.

COSTA, S. B.; PELLI, A.; CARVALHO, G. P.; OLIVEIRA, A. G.; SILVA, P. R.; TEIXEIRA, M. M.; MARTINS, E.; TERRA, A. P. S.; RESENDE, E. M.; OLIVEIRA, C. C. H. B.; MORAIS, C. A. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.39, n.6, p.527-529, 2006.

CUEZZO, F. Subfamilia Dolichoderinae. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt; p.291-297. 2003.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

DEL CLARO, K.; BERTO, V.; RÉU, W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, v.12, n.6, p.887-892, 1996.

DELABIE, J.H.C. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera: Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma**, v.1, p.29-37, 1988.

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

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

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

DELABIE, J.H.C.; CÉRÉGHINO, R.; GROU, S.; DEJEAN, A.; GIBERNAU, M.; CORBARA, B. Ants as biological indicators of Wayana Amerindian land use in French Guiana. **Comptes Rendus Biologies**, v.332, p.673-684, 2009.

DELLA LUCIA, T.M.C. **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Ed. Folha da Mata, 262p., 1993.

DIDHAM, R. K. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. In: WATT, A. D.; STORK, N. E.; HUNTER, M. D. (eds). **Forests and Insects**. Londres: Chapman and Hall; p.301-318, 1997.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America; p. 3-21, 1994.

ESPÍRITO SANTO, N.B. **Assembleias de Formigas do Parque Estadual do Itacolomi (MG) e relações intra e interespecíficas entre espécies dominantes**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

FARMER, A.H.; WIENS, J.A. Models and reality: time–energy trade-offs in pectoral sandpiper (*Calidris melanotos*) migration. **Ecology**, v.80, n.8, p.2566-2580, 1999.

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

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

FELIZARDO, S.P.S; HARADA, A.Y. O gênero *Crematogaster* LUND, 1831 (Formicidae: Myrmicinae, Crematogastrini) da coleção de formigas do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). **Biológico**, v.69, n.2, p.425-427, 2007.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003.

FERNÁNDEZ, F; SENDOYA, S. List of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, v.5, n.1, p.3-93, 2004.

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

FOLGARAIT, P. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.1221-1244, 1998.

FONTES, M. A. L. **Análise da composição florística das florestas do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FORTI, L. C.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; RAMOS, V. M. Bionomics and identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) through an illustrated key. **Sociobiology**, v. 48, n. 2, p.1-18, 2006.

FOWLER, H. G.; BERNARDI, J.V.E.; DELABIE, J. H. C.; FORTI, L. C.; PEREIRA- DA- SILVA, V. Major ant problems of South America. In: VANDER MEER, R.K.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (eds.). **Applied myrmecology: A World perspective**. Colorado: Westview Press; p.3-14, 1990.

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 implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole; p.131-223, 1991.

FOWLER, H.G. Relative representation of pheidole (Hymenoptera: Formicidae) in local ground ant assemblages of the Americas. Secretariado de publicaciones Universidad de Murcia. **Anales de Biología**, v.19, n.8, p.29-37, 1993.

FOWLER, H.G.; PESQUERO, M.A. Ants assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of the Ilha do Cardoso State Park and their relation with vegetations types. **Revista Brasileira de Biologia**, v.56, n.2, p.427-433, 1996.

FOWLER, H.G. Provas de melhoria Ambiental. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.24, n.142, p.69-71, 1998.

FREDERICKSON, M.; GREENE, M. J.; GORDON, D. M. Ants bedevil devil's gardens. **Nature**, v. 437, n.22, p.495-496, 2005.

FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B.; BROWN JR., K.S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R. & VALLADARES-PÁDUA, C. (orgs.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR; p.125-151, 2003.

GASTON, K.J. Species richness: measure and measurement. In: K.J. GASTON (ed.). **Biodiversity, a biology of numbers and difference**. Oxford: University of Sheffield; p.77–113. 1996.

GIBB, H.; HOCHULI, D.F. Removal experiment reveals limited effects of a behaviorally dominant species on ant assemblages. **Ecology**, v.85, n.3, p.648-657, 2004.

GILLER, P.S. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. **Biodiversity and Conservation**, v.5, n.2, p.135-168, 1996.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI, P. E., MEYER, W.R. (eds.) **Proceedings of a Workshop on Neotropical distributions patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências e Letras; p. 39-69, 1988.

GONÇALVES, C.R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v.4, n.1-4, p.113-180, 1961.

GOTWALD, W.H., JR. **Army ants. The biology of social predation.** New York: Cornell University Press, 1995.

GRIME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v.111, n.982, p.1169-1194, 1977.

GRYTNES, J.A.; McCAIN, C.M. Elevational trends in biodiversity. In: LEVIN, S (ed.). **Encyclopedia of Biodiversity.** Amsterdam: Elsevier; p.1-8, 2007.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1-9, 2001.

HARADA, A.Y.; BENSON, W.W. Espécies de Azteca (Hymenoptera: Formicidae) especializadas em *Cecropia* spp. (Moraceae): Distribuição geográfica e considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.32, p.423-435, 1988.

HARLEY, R. M. Introduction. In: STANNARD, B.L., HARVEY, Y.B.; HARLER, R.M. (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil.** England: Royal Botanic Gardens; p.1-42, 1995.

HIRSCH, A.; SUBIRÁ, R.J. **Levantamento e distribuição dos primatas no Parque Estadual do Ibitipoca.** Instituto Estadual de Florestas / ENGEVIX, Belo Horizonte - MG. Relatório final, 76 p., 1994.

HOFFMANN, B.D.; ANDERSEN, A.N. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**, v. 28, n.4, p. 444-464, 2003.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990.

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

HUMAN, K. G.; GORDON, D. M. Behavioral interactions of the invasive Argentine ant with native ant species. **Insectes Sociaux**, v.46, p.159-163, 1999.

IEF – **Instituto Estadual de Florestas**. Disponível em: <<http://www.ief.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2009.

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

KAGEYAMA, P.; LEPSCH-CUNHA, N. M. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: GARAY, I. & DIAS, B. orgs. **Conservação da biodiversidade nos trópicos**. Petrópolis: Vozes, p.199-214, 2001.

KAPOS, V. Effects of the isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, n.2, p.173-185, 1989.

KASPARI, M. Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. **Oikos**, v.76, n.3, p.443-454, 1996.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiversity and Conservation**, v.7, n.12, p.1627-1638, 1998.

KUGLER, C.; BROWN JR., W.L. Revisionary and other studies on the ant genus *Ectatomma*, including the descriptions of two new species. **Search. Agriculture**, v.24, p.1-7, 1982.

KUSNEZOV, N. A comparative study of ants in desert regions of central Asia and South America. **American Naturalist**, v.90, p.349-360, 1956.

LATTKE, J.E. Revisión del Género *Apterostigma* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). **Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v.34, n. 5, p.121-221, 1997.

LESTON, D. A Neotropical ant mosaic. **Annals of the Entomological Society of America**, v.71, p.649-653, 1978.

LISE, F.; GARCIA, F. R. M.; LUTINSKI, J. A. Association of ants (Hymenoptera: Formicidae) with bacteria in hospitals in the State of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.39, n.6, p.523-526, 2006.

LYNCH, J.F.; JOHNSON, A.K. Spatial and temporal variation in the abundance and diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in the soil and litter layers of a Maryland forest. **The American Midland Naturalist**, v.119, n.1, p.31-44, 1988.

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

LONGINO, J.T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R.K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. **Ecology**, v.83, p.689-702, 2002.

LONGINO, J.T. A taxonomic review of the genus *Myrmelachista* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica. **Zootaxa**, n.1141, p.1-54, 2006.

LOPES, J. F. S.; HUGHES, W. O. H.; CAMARGO, R. S.; FORTI, L. C. Larval isolation and brood care in *Acromyrmex* leaf-cutting ants. **Insectes Sociaux**, v.52, n.4, p.333-338, 2005.

LOPES, J.F.S. **Avaliação do efeito de iscas formicidas sobre a mirmecofauna não-alvo.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Área de concentração Zoologia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2000.

LOUZADA, J. N.C.; SCHOEREDER, J. H.; DE MARCO JR., P. Litter decomposition in semideciduous forest and Eucalyptus spp. crop in Brazil: a comparison. **Forest Ecology and Management**, v. 94, n.1-3, p.31-36, 1997.

LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M.; LUTINSKI, C.J.; IOP, S. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1810-1816, 2008.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography.** Princeton: Princeton University Press, 1967

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

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** Princeton: Princeton University Press, 1988.

MAJER, J.D. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. [Journal of Applied Ecology](#), v.13, p.123-144, 1976a.

MAJER, J.D. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: Further structural considerations. [Journal of Applied Ecology](#), v.13, p. 145–155, 1976b.

MAJER, J. The influence of ants and ant manipulation on the cocoa farm fauna. [Journal of Applied Ecology](#), v.13, p.157–175, 1976c.

MAJER, J.D. Ants - useful bioindicators of minesite rehabilitation, land use and land conservation status. **Environmental Management**, v.7, p.375-383, 1983.

MAJER, J.D. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.8, n.1, p.97-108, 1992.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. ; SMITH, M. R. B. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, v.26, p.73-83, 1994.

MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombeta, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.12, p.257-273, 1996.

MAJER, J.D. The use of pitfall traps for sampling ants and other invertebrate fauna. **Memoirs of the Museum of Victoria**, v. 56, p.323-329, 1996.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. ; MACKENZIE, N.L. Effects of forest edges on the litter ant fauna of Atlantic rain forest in Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, Paris, v.44, p.255-266, 1997.

MAJER, J.D. ; DELABIE, J.H.C. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the Atlantic Rain Forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, v.46, p.281-290, 1999.

MAJER, J.D., SHATTUCK, S.O.; ANDERSEN, A.N.; BEATTIE, A.J. Australian ant research: fabulous fauna, functional groups, pharmaceuticals, and the Fatherhood. **Australian Journal of Entomology**. v.43, p.235-247, 2004.

MARGALEF, R. **Information theory in ecology**. New York: General Systematics, v.3, p.36-71, 1958.

MARIANO, C.S.F. **Evolução cariotípica em diferentes grupos de Formicidae**. 88f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2004.

MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHILINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.3, n.2, p.187-195, 2002.

McGEOCH, M.; VAN RENSBURG, B. J.; BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, v.39, p.661- 672, 2002.

McGLYNN, T.P. The worldwide transport of ants: Geographic distribution and ecological invasions. **Journal of Biogeography**, v. 26, p.535-548, 1999.

MENINI NETO, L. **A Subtribo Pleurothallidinae Lindl. (Orchidaceae) no Parque Estadual de Ibitipoca, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MENINI NETO, L.; ALVES, R.J.V.; BARROS, F.; FORZZA, R.C. Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.21, n.3, p.687-696, 2007.

MMA – **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2010.

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

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

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C, F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v.32, n.4b, p.786-792, 2000.

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

MOUTINHO, P.R.S.; NEPSTAD, D.C.; ARAÚJO, K.; UHL, C. Formigas e floresta: estudo para recuperação de áreas de pastagens. **Ciência Hoje**, v.15, n.88, p.59-60, 1983.

MYERS, N. Florestas tropicais e suas espécies, sumindo, sumindo. . . ? In: WILSON, E. O. coord. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p.89-97, 1997.

NAVARRO J.G.; JAFFE K. On the adaptive value of nest features in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti*. **Biotropica**, v.17, p.347-348, 1985.

NIEMI, G.J.; McDONALD, M.E. Application of ecological indicators. **Annual Review Ecology Evolution and Systematics**, v.35, p.89-111, 2004.

OLIVEIRA, P.S. **Sobre a interação de formigas com o pequi do cerrado, *Caryocar brasiliensis* Camb. (Caryocaraceae): o significado ecológico de nectários extraflorais.** 106f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1988.

OLIVEIRA M. F.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.1, p.33-39, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, n.4b, p.793-810, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v.17, n.2, p.167-182, 1994.

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

PALÁCIO, E.E. Hormigas de Colombia VI. Dos nuevas especies de *Octostruma* (Hymenoptera: Formicidae: Basicerotini). **Caldasia**, v.19, n.3, p.409-418, 1997.

PALÁCIO, E.E. Subfamilia Ectoninae. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt; p.281-286, 2003.

PARR, C.L.; SINCLAIR, B.J.; ANDERSEN, A.N.; GASTON, K.J. ; CHOWN, S.L. Constraint and competition in assemblages: a cross-continental and modeling approach for ants. **The American Naturalist**, v.165, n.4, p.481-494, 2005.

PHILPOTT, S.M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Effects of predatory ants on lower trophic levels across a gradient of coffee management complexity. **Journal of Animal Ecology**, v.77, p. 505-511, 2008.

PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data**. New York, John Wiley & Sons, 1984.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodriguésia, 2001.

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

RIBAS, C.R.; SCHMIDT, F.A.; SOLAR, R.R.C.; CAMPOS, R.B.F. Bioindicação de impactos ambientais e de recuperação de áreas degradadas através do uso de formigas. In: XIX Simpósio de Mirmecologia, 17 a 21 de novembro de 2009, Ouro Preto. **Anais XIX Simpósio de Mirmecologia**. Ouro Preto, p.206-212. 1 CD-ROM, 2009.

RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H. Ants Communities, environmental characteristics and their implications for conservation in the Brazilian Pantanal. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.5, p.1511-1520, 2006.

RIBEIRO, S. P.; COSTA, C. B.; ESPÍRITO SANTO, N. B.; AMARAL, A. C.; ROCHA, W. D.; CASTRO, F. S.; SILVA, G. L. ; SOUZA, R. F. Viabilidade da mirmecofauna para bioindicação de impactos e restauração ambiental. In: XIX Simpósio de Mirmecologia, 17 a 21 de novembro de 2009, Ouro Preto. **Anais XIX Simpósio de Mirmecologia**. Ouro Preto, p.145-152. 1 CD-ROM, 2009.

RYTI, R.T.; CASE, T.J. Field experiments on desert ants: testing for competition between colonies. **Ecology**, v.69, p.1993-2003, 1988.

RODELA, L. G. Cerrados de altitude e campos rupestres do Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais: distribuição e florística por subfisionomias da vegetação. **Revista do Departamento de Geografia, UFJF**, v.12, p.163-189, 1998.

RODELA, L.G. **Distribuição de campos rupestres e cerrados de altitude na Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, 2000.

RODELA, L. G; TARIFA, J. R. O clima da Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**, v.1, n.11, p.101-113, 2002.

RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação Florestal: Breves considerações teóricas sobre efeito de borda. **Rodriguésia**, v.57, n.1, p.63-74, 2006.

ROOM, P. M. The relative distributions of ant species in Ghana's cocoa farms. **Journal of Animal Ecology**, v.40, n.3, p.735-751, 1971.

ROSENZWEIG, M.L. **Species diversity in space and time**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

ROSUMÉK, F.B.; ULYSSÉA, M.A.; LOPES, B.C.; STEINER, J.; ZILLIKEN, A. Formigas de solo e de bromélias em uma área de Mata Atlântica, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil: Levantamento de espécies e novos registros. **Biotemas**, v.21, n.4, p.1-18, 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.

SAVOLAINEN, R. ; VEPSÄLÄINEN, K.A. Competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. **Oikos**, v.51, p.135-155, 1988.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, n1, p.18-32, 1991.

SHATTUCK, S.O; BARNETT, N.J. **Australian ants online**. Disponível em: <www.ento.csiro.au/science/ants/>. Acesso em: 22 dez. 2008.

SILVA, L.B.A. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/ IBAMA, RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área de Concentração em Conservação da Natureza). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2006.

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, n.2, p.55-73, 1999.

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

SILVA, R. R.; LOPES, B. C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Atlantic rainforest at Santa Catarina Island, Brazil: two years of sampling. **Revista de Biologia Tropical**, v.45, n.4, p.1641-1648, 1997.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.44, n.1, p.1-11, 2004.

SILVESTRE, R. **Estruturas de comunidades de formigas do cerrado**. 158f. Tese (Doutorado em Ciências - Área de Concentração em Entomologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; ROSA DA SILVA, R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado. In: FERNANDEZ, F (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt; p.131-148. 2003.

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

SMITH, M.R.B. **Estrutura e evolução de comunidade de Formicidae em pomares cítricos em diferentes idades em Santa Cruz das Almas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 1995.

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

SPELLERBERG, I.F. **Monitoring ecological change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

SPOLIDORO, M.V. **Levantamento da mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de solo em cultivo orgânico de café (*Coffea Arabica*)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

STORK, N. E. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.35, n.4, p.321–337, 1988.

STORK, N. E. Biodiversity: world of insects. **Nature**, v.448, p.657-658, 2007.

STORZ, S.R.; TSCHINKEL, W.R. Distribution, spread, and ecological associations of the introduced ant *Pheidole obscurithorax* in the southeastern United States. **Journal of Insect Science**, v.4, n.12, p.1-11, 2004.

SUDD, J.H. Ants: foraging, brood behavior, and polyethism. In: HERMAN, H.R. (Ed.) **Social Insects**. New York: Academy Press, p.104-155, 1982.

TAMBARELLI, M.; PINTO, S.R.; LEAL, I.R. Floresta Atlântica Nordeste: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. **Ciência Hoje**, v.44, n.263, p.36-41, 2009.

TURNER, I.M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v.33, p.200-209, 1996.

[UNDERWOOD, E.C.](#); [FISHER B.L.](#) [The role of ants in conservation monitoring: If, when and how](#). **Biological Conservation**, v.132, p.166-182, 2006.

URURAHY, J. C. C.; COLLARES, J. E. R.; SANTOS, M. M.; BARRETO, R. A. A. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: **Projeto RadamBrasil**: levantamento de recursos naturais, (Folhas SF.23/24 – Rio de Janeiro/Vitória). Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral. Rio de Janeiro, v. 32, p.555-623, 1993.

VARGAS, A.B.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M.; SOUZA, G.O.; RAMOS, E.F. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v.36, n.1, p.28-37, 2007.

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. (eds.). **Lessons from Amazonia: the ecology**

and conservation of a fragmented forest. New Haven: Yale University Press; 2001.

VASCONCELOS, H.L.; CARVALHO, K.S.; DELABIE, J.H.C. Respostas das formigas a fragmentação florestal na Amazônia. In: **Anais do V Congresso de Ecologia do Brasil.** Porto Alegre: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2001.

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

VERZA, S.S.; FORTI, L.C.; LOPES, J.F.S.; HUGHES, W.O.H. Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus rugosus*. **Insectes Sociaux**, v.54, n.4, p.303-309, 2007.

WALL, D.H.; MOORE, J.C. Interactions underground. **BioScience**, v.49, p.109-117, 1999.

WARD, P.S. Systematic studies on pseudomyrmecine ants: revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *P. subtilissimus* species groups, with taxonomic comments on other species. **Quaestiones Entomologicae**, v.25, p.393-468, 1989.

WARD, P. S. Brood-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity.** Biological Diversity Handbook Series. Washington: Smithsonian Institution Press; p.99-121, 2000.

WILSON, E. O. **The insect societies.** Cambridge, Harvard University Press, 1971.

WILSON, E.O. The Arboreal Ant Fauna of Peruvian Amazon Forests: A First Assessment. **Biotropica**, v.19, n.3, p.245- 251, 1987.

WOLTERS, V. Biodiversity of soil animals and its function. **European Journal of Soil Biology**, v.37, n.4, p.221-227, 2001.

YORK, A. The long-term effects of fire on forest ant communities: manangement implications for the conservation of biodiversity. **Memoirs of the Qeesland Museum**, v.36, p.231-239, 1994.