

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL

**ASSEMBLÉIAS DE FORMIGAS DO PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI (MG)
E RELAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE ESPÉCIES DOMINANTES**

Nádia Barbosa do Espírito Santo

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).

JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS

FEVEREIRO – 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL

**ASSEMBLÉIAS DE FORMIGAS DO PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI (MG)
E RELAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE ESPÉCIES DOMINANTES**

Nádia Barbosa do Espírito Santo

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Floriano Lopes Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Sérvio Pontes Ribeiro

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).

JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS

FEVEREIRO – 2008

Espírito Santo, Nadia Barbosa do
Assembléias de formigas do Parque Estadual do Itacolomi (MG) e
relações intra e interespecíficas entre espécies dominantes / Nádía
Barbosa do Espírito Santo. -- 2008.
88 f. il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade
Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

1. Ecologia animal. 2. Animais - Hábitos e comportamento.
I. Título.

CDU: 591.5

**ASSEMBLÉIAS DE FORMIGAS DO PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI E
RELAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE ESPÉCIES DOMINANTES**

Nádia Barbosa do Espírito Santo

Orientadora: Profª. Dra. Juliana Floriano Lopes Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Pontes Ribeiro

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

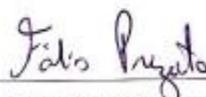
Aprovada em 22 de fevereiro de 2008



Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Centro de Pesquisa do Cacau



Prof. Dr. Fábio Prezoto

Universidade Federal de Juiz de Fora



Profª. Dra. Juliana Floriano Lopes Santos

Universidade Federal de Juiz de Fora

Aos meus pais Newton e Elasir e irmãs
Nathália e Nathércia, com todo amor,
dedico este trabalho.



AGRADECIMENTOS

A Deus, minha serenidade e aos ensinamentos do yoga, meu equilíbrio.

A minha família, que apesar do medo, sempre me apoiou com muito amor em minhas aventuras nas copas das árvores! E também pelo esforço em me ajudar, tanto financeira como emocionalmente. Em especial à Nathália, que me deu abrigo e carinho fora de casa e a Nathércia, pelas versões em inglês e pela companhia nas madrugadas.

A Juliane, uma orientadora maravilhosa que me ajudou a entender uma colônia de formigas e a observar seu comportamento para compreender melhor a ecologia. Também por ter aceitado as minhas idéias de trabalhar com formigas arborícolas, por todo o apoio (inclusive nos momentos de desespero), por todas as risadas, por sua amizade.

Ao Sérgio que como co-orientador continua me ensinando muito, me ajudando, emprestando o laboratório, estagiários e equipamentos. Por colocar nossa pesquisa no mundo! Como escalador, por ter me poupado um pouco os músculos e por ter dividido momentos muito felizes e de grande aprendizagem em campo. Como namorado, pelo seu amor e carinho em compreender todos os meus momentos de cansaço e de empolgação absoluta com a ciência! Por me incentivar, acalmar e alegrar!

Ao Jonathan Majer, que me inspirou com as idéias de mosaicos, que estava presente quando iniciamos o trabalho e pelos comentários finais.

Ao Curso de Campo em Ecologia de Dosséis Tropicais, onde fiz os pilotos para este estudo e aos escaladores Luís Eduardo Rocha, Wesley Duarte da Rocha (Spixo), Milton Barbosa da Silva Júnior, Geraldo dos Santos Adriano (Canela) e Fernanda Rocha pelo aprimoramento das técnicas de escalada.

Aos meus amigos e companheiros de campo que fizeram a coleta das formigas de solo enquanto eu ficava pendurada nas árvores, Glênia Lourenço Silva e Roberth Fagundes Souza pelos momentos felizes e pelos divertidos banhos de sardinha! E novamente ao Roberth pela identificação das formigas.

Aos escaladores Alexandre Cortez e Milton Barbosa Silva Júnior que me ajudaram a fazer as coletas na árvore mais difícil. Ao Jaci Oliveira da Silva e Alexandre Bahia Gontijo que me acompanharam em campo. E aos demais colegas do Laboratório de Ecologia de Insetos de Dossel e Sucessão Natural da UFOP, Flavinho, Cíntia, Silvana, Marcela e Caryne pela amizade, momentos de discussões e descontrações.

Às meninas do Laboratório de Mirmecologia da UFJF (Bope) Mari, Michele e Noeli que cuidaram das minhas formigas, e por todos os momentos de diversão.

Ao Jeison, que ajudou demais resolvendo todos os problemas de última hora.

À minha amiga Kamilla, que sempre me deu muita força e está presente em todos os momentos da minha vida.

À Laurinha e Gabi, que com sua alegria tornam leves todos os momentos.

Aos professores Fábio Prezoto e Roberto Gama Alves, pelos excelentes comentários tanto no pré-projeto como na qualificação.

A todos os demais professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal por toda ajuda e pelas grandes amizades.

À UFJF pela bolsa concedida.

Ao Instituto Estadual de Florestas (MG) e ao ex-diretor do Parque Estadual do Itacolomi Alberto Vieira, por facilitar a logística em campo.



SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1 – INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	17
2 – CAPÍTULO 1 – Distribuição e Riqueza de Formigas Arborícolas de uma Floresta Montana em Diferentes Estágios Sucessionais	20
2.1 – Resumo	21
2.2 – Abstract	22
2.3 – Introdução	23
2.4 – Material e Métodos	25
2.5 – Resultados e Discussão	30
2.5.1 – Riqueza e abundância de formigas	30
2.5.2 – Composição e distribuição de espécies	37
2.5.3 – Evidências sobre espécies dominantes em habitats de dossel e sub-bosque	42
2.6 – Referências Bibliográficas	44

3 – CAPÍTULO 2 – Determinação do Status de Dominante Através de Comportamentos Agonísticos Exibidos por Formigas em Condições de Campo e Laboratório	49
3.1 – Resumo	50
3.2 – Abstract	51
3.3 – Introdução	52
3.4 – Material e Métodos	54
3.4.1 – Experimentos em Campo	54
3.4.2 – Experimentos em Laboratório	56
3.5 – Resultados e Discussão	59
3.5.1 – Experimentos em Campo	59
3.5.2 – Experimentos em Laboratório	67
3.6 – Referências Bibliográficas	72
4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
6- ANEXOS	81

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Número de amostras de cada método utilizado para a coleta das formigas no Parque Estadual do Itacolomi, MG	27
Tabela 2. Número de formigas por gênero coletadas através dos métodos de isca e <i>pitfall</i> nos três estratos (solo, sub-bosque e dossel) e nas áreas (Candeial, Mata baixa e Mata alta) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	33
Tabela 3. Morfoespécies de formigas exclusivas de cada um dos estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta) contemplando todos os habitats (solo, sub-bosque e dossel) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	40
Tabela 4. Encontros diádicos realizados no Laboratório Avançado do Programa de Pós Graduação em Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, contemplando todos os tratamentos, o nome dado aos tratamentos e as espécies envolvidas em cada um.	57
Tabela 5. Morfoespécies de formigas coletadas pelos métodos de isca atrativa durante os experimentos em campo nos dois ambientes: Parque Estadual do Itacolomi (PEI) e Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) MG.....	59
Anexo A. Morfoespécies de formigas coletadas no solo e vegetação (dossel e sub-bosque) nos três estágios sucessionais no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	81

Anexo B.	ANOVA fatorial dos valores médios de riqueza analisando os três habitats (solo, sub-bosque e dossel).....	84
Anexo C.	ANOVA fatorial dos valores médios de abundância analisando os três habitats (solo, sub-bosque e dossel).....	84
Anexo D.	ANOVA fatorial dos valores médios de riqueza analisando os habitats de sub-bosque e dossel.....	84
Anexo E.	ANOVA fatorial dos valores médios de abundância analisando os habitats de sub-bosque e dossel.....	85
Anexo F.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as espécies <i>C. rufipes</i> , <i>C. sericeiventris</i> e outras morfoespécies agrupadas do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG..	85
Anexo G.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as espécies <i>C. rufipes</i> e <i>C. sericeiventris</i> do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.....	85
Anexo H.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação (somente avançar e morder) para as espécies <i>C. rufipes</i> e <i>C. sericeiventris</i> do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.....	86
Anexo I.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para as espécies <i>C. rufipes</i> , <i>C. sericeiventris</i> e outras morfoespécies agrupadas do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.	86
Anexo J.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para <i>C. rufipes</i> , <i>Myrmelachista</i> sp2 e outras morfoespécies agrupadas do Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	86
Anexo K.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para <i>C. rufipes</i> , <i>Myrmelachista</i> sp2 e outras morfoespécies agrupadas do Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	87
Anexo L.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as colônias de <i>C. rufipes</i> do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e do Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	87
Anexo M.	Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para as colônias de <i>C. rufipes</i> do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e do Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	87

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Armadilhas utilizadas para a coleta de formigas de solo, sub-bosque e dossel no Parque Estadual do Itacolomi, MG: (A) <i>Pitfall</i> arbóreo, (B) Isca atrativa no dossel, (C) <i>Pitfall</i> de solo, (D) Isca atrativa no solo, (E) Amostragem na vegetação e (F) Amostragem no solo. Foto: Espírito Santo, 2007.....	29
Figura 2. Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão de formigas amostradas pelos métodos de isca atrativa e <i>pitfall</i> no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	32
Figura 3. Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão de formigas amostradas pelos métodos de isca atrativa e <i>pitfall</i> no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	32
Figura 4. Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das formigas amostradas no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	34
Figura 5. Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das formigas amostradas no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	35

Figura 6.	Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das morfoespécies de formigas amostradas no sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	36
Figura 7.	Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das morfoespécies de formigas amostradas no sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	37
Figura 8.	Distribuição de pontos amostrais de acordo com centróides “localidades”, mostrando separação significativa das morfoespécies entre os três estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta).....	38
Figura 9.	Distribuição de pontos amostrais de acordo com centróides “localidades”, mostrando separação significativa das morfoespécies entre os três estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta) e entre os habitats (sub-bosque e dossel).....	39
Figura 10.	Morfoespécies e número de indivíduos de formigas mais abundantes coletadas pelo método de isca atrativa no dossel e sub-bosque em cada local (Candeial, Mata baixa e Mata alta) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	41
Figura 11.	(A) <i>Camponotus rufipes</i> presente na isca atrativa no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora; (B) <i>Camponotus sericeiventris</i> presente na isca atrativa no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora; (C) <i>Camponotus sericeiventris</i> no período de reclusão antes dos encontros diádicos em pote plástico; (D) arena onde ocorreram os encontros diádicos mostrando a divisória que isolava cada formiga em um compartimento; (E) embate entre duas <i>Camponotus rufipes</i> de colônias diferentes durante o encontro diádico. Foto: Espírito Santo, 2007.....	58
Figura 12.	(A) Ocorrência de cada comportamento para as morfoespécies de formigas no Parque Estadual do Itacolomi, MG.....	61
	(B) Ocorrência de cada comportamento para as morfoespécies de formigas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.....	62

Figura 13.	Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as formigas <i>C. rufipes</i> , <i>Myrmelachista</i> sp.1 e as outras morfoespécies agrupadas no Parque Estadual do Itacolomi, MG	62
Figura 14.	Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as formigas <i>C. rufipes</i> , <i>C. sericeiventris</i> e as outras morfoespécies agrupadas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.....	63
Figura 15.	Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as colônias de <i>C. rufipes</i> do Parque Estadual do Itacolomi e campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.....	66
Figura 16.	Índice de agressividade e desvio padrão para cada tratamento dos encontros diádicos, sendo: “Controle” o tratamento com indivíduos da mesma colônia, “Espécies diferentes” entre <i>C. rufipes</i> do PEI e <i>C. sericeiventris</i> do campus da UFJF, “Mesma espécie” entre <i>C. rufipes</i> do PEI e do campus da UFJF e “Vizinhas espécies diferentes” entre <i>C. rufipes</i> e <i>C. sericeiventris</i> do campus da UFJF.....	70
Figura 17.	Número de mortes dos indivíduos de cada colônia para os tratamentos 1 (<i>C. rufipes</i> do PEI e <i>C. sericeiventris</i> do campus da UFJF); 2 (<i>C. rufipes</i> campus da UFJF e <i>C. rufipes</i> do PEI) e 3 (<i>C. rufipes</i> e <i>C. sericeiventris</i> do campus da UFJF) durante os encontros diádicos.....	71

RESUMO

Formigas arborícolas geralmente possuem um forte comportamento territorialista, defendendo agressivamente seu local de forrageamento ou área ao redor de seu ninho contra indivíduos de outras colônias. Dessa forma, as espécies mais agressivas e com maior distribuição, que são consideradas as dominantes, forçam a estruturação da assembléia de formigas em forma de mosaicos tridimensionais nas copas das árvores. O objetivo do trabalho foi investigar o indicativo da existência de um mosaico através da distribuição, riqueza e abundância de formigas em três estágios sucessionais distintos de uma floresta montana tropical. Visando obter uma investigação mais detalhada sobre espécies dominantes, a fim de observar mecanismos formadores do mosaico, foram avaliados, através de experimentos em campo e em laboratório, o grau de agressividade e dominância de *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius), uma espécie dominante no Parque Estadual do Itacolomi. Posteriormente avaliou-se também o comportamento desta espécie perante uma potencial competidora, *Camponotus (Myrmepomis) sericeiventris* (Guérin – Menéville), que possui tamanho corporal parecido, utiliza os mesmos tipos de alimentos e locais de nidificação. O solo apresentou maior riqueza e abundância de espécies de formigas que o dossel e sub-bosque, independente do estágio sucessional. Já os diferentes estágios sucessionais não apresentaram diferença quanto à riqueza e abundância de formigas, mas a composição de espécies foi significativamente diferente entre as áreas, sugerindo que há espécies típicas de cada estágio sucessional. As espécies consideradas dominantes foram *Camponotus rufipes* e *Myrmelachista* sp.1. Com relação aos experimentos de campo e laboratório, observou-se que *C. rufipes* e *C. sericeiventris* apresentaram em seu repertório comportamental muitas

exibições agressivas sendo capazes de afugentar outras formigas. No entanto, mostram-se tolerantes a uma série de outras espécies, que podem coexistir em densidades menores, com tamanhos corporais diferentes e ainda utilizando estratégias de forrageamento diferentes. *Camponotus sericeiventris* apresentou indícios da capacidade de excluir *C. rufipes* da sua área de forrageio.

Palavras-chave: Formigas de dossel, composição de espécies, competição, territorialidade.

ABSTRACT

Arboreal ants usually show a strong territorialist behavior, defending aggressively their foraging sites or the area surrounding their nest against individuals of other colonies. Thereby, the most aggressive ants with larger distribution, which may be considered dominants, defines the ant assemblage structure by shaping species distributions into three-dimensional mosaics in the forest canopies. The objective of the work was to investigate the indicative of the mosaic existence through the distribution, richness and abundance of ants in three different successional stages of a montane tropical forests. In order to obtain a more detailed investigation about dominant species, and so identify mosaic building mechanisms, the aggressiveness degree and dominance of *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius), a dominant species in Parque Estadual do Itacolomi was evaluated through experiments in field and in laboratory. Later, it was also evaluated this species behavior in the face of a potential competitor, *Camponotus (Myrmepomis) sericeiventris* (Guérin – Menéville), which has a similar body size, eats the same types of food and uses the same nesting sites. Species richness and abundance were significantly higher in the soil than in the canopy and understorey, regardless successional stage. On the other hand, those parameters did not vary significantly between the successional stages, although species composition did, thus suggesting that there are typical species for each successional stage. The species considered dominant were *Camponotus rufipes* and *Myrmelachista* sp.1. Concerning the field experiments and laboratory, it was observed that the species *C. rufipes* and *C. sericeiventris* presented many aggressive exhibitions in their behavioral repertoire, being able to drive away other ants. However, they seem to be tolerant of many other species that can coexist in smaller densities, with different body sizes and even using different foraging strategies.

Camponotus sericeiventris showed indications about the capacity of excluding *C. rufipes* from their forage area.

Keywords: Canopy ants, species composition, competition, territoriality.

1 – INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

As formigas pertencem à ordem Hymenoptera e estão agrupadas em uma única família, Formicidae (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Estima-se que existam aproximadamente 20.000 espécies de formigas no mundo (BOLTON, 1995). O avanço taxonômico do grupo é notável. Em 1990 haviam sido descritas aproximadamente 8.800 espécies (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), tendo um aumento de 50% de espécies identificadas atualmente (12.451 espécies) (AGOSTI & JOHNSON, 2005).

São organismos com modo de vida eusocial, caracterizado pelo cuidado cooperativo à prole, divisão em castas reprodutivas e sobreposição de gerações de operárias na colônia (WILSON, 1971). Elas constituem o grupo de insetos sociais mais amplamente distribuído e numericamente abundante, estão entre os grupos de maior sucesso ecológico (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; GULLAN & CRANSTON, 1996; ALONSO & AGOSTI, 2000) e estão presentes em praticamente todos os ecossistemas terrestres com exceção apenas de habitats extremos, como no caso das florestas montanas de ilhas vulcânicas nos Açores (RIBEIRO *et al.*, 2005). Em florestas tropicais úmidas, constituem junto com os térmitas quase um terço de toda a biomassa animal (FITTKAU & KLINGE, 1973). Devido a essa grande biomassa, aliada à diversidade de hábitos alimentares, de nidificação e sua eficiência no forrageamento, as formigas interferem significativamente na estrutura dos ecossistemas terrestres, sendo importantes no fluxo de energia e biomassa e ainda na estruturação das assembléias de artrópodes dos ecossistemas (WILSON, 1971; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Nas florestas, existem dois habitats extremamente distintos, o dossel e o solo, que apresentam características próprias de microclima, qualidade e disponibilidade de recursos, heterogeneidade e complexidade física, as quais propiciam uma diferenciação nas estratégias

de forrageamento, nidificação e distribuição espacial de diferentes espécies de formigas (TOBIN, 1995; YANOVIK & KASPARI, 2000). Tal diferença foi verificada por BRÜHL *et al.* (1998) que observaram que cerca de 75% das formigas são restritas a somente um estrato, sendo a sua atividade forrageadora e de nidificação associadas à estrutura física deste.

As árvores que hospedam colônias de formigas têm influência direta na riqueza, abundância e composição das espécies de insetos como um todo (SCHULZ & WAGNER, 2002), isto porque as formigas e as plantas interagem de várias maneiras. Segundo DEL-CLARO *et al.* (1996), um importante papel ecológico desempenhado pelas formigas arborícolas na composição da vegetação se dá através da defesa de suas colônias. Tal comportamento colabora na defesa da planta reduzindo a herbivoria e possivelmente aumentando o seu potencial reprodutivo. A competição intra e interespecífica tem grande impacto na composição da assembléia de formigas regulando a atividade das espécies, sendo apontada como principal componente na estruturação das comunidades (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

A composição das espécies de formigas dentro das comunidades também é influenciada pela distribuição dos recursos a serem explorados e pelas estratégias utilizadas por esses indivíduos para a sua obtenção (FOWLER *et al.*, 1991). Dessa forma, a coexistência de diferentes espécies em um mesmo habitat depende do comportamento, preferências alimentares (MAJER, 1993), horários de forrageamento (MERCIER & DEJEAN, 1996; MERCIER *et al.*, 1998) e papel ecológico de cada uma dentro da comunidade.

Formigas arborícolas geralmente possuem um forte comportamento territorialista, defendendo agressivamente seu local de forrageamento ou área ao redor de seu ninho contra indivíduos de outras colônias (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Dessa forma, as formigas mais agressivas e com maior distribuição são consideradas dominantes. Estas definem a estruturação da comunidade em forma de mosaicos tridimensionais nas copas das árvores (ROOM, 1971; LESTON, 1973, 1978; MAJER *et al.*, 1994; DAVIDSON, 1997). As espécies subordinadas, consideradas sub ou não dominantes, se distribuem dentro do território das dominantes, porém serão toleradas se apresentarem diferenças nos hábitos alimentares e de nidificação (MAJER *et al.*, 1994), horários de forrageamento (MERCIER & DEJEAN, 1996; MERCIER *et al.*, 1998) ou tamanho corporal (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; GOTELLI & ELLISON, 2002). A compreensão dos mosaicos e da biologia das espécies dominantes auxilia no entendimento de processos ecológicos como a competição, elucidando sua atuação como força estruturadora das comunidades de artrópodes.

O objetivo do trabalho foi investigar o indicativo da existência de mosaico através da distribuição, riqueza e abundância de formigas em florestas montanas em três estágios sucessionais distintos no Parque Estadual do Itacolomi (MG) e, para tanto, além de realizar amostragem das formigas de dossel, sub-bosque e solo, observou-se também o comportamento das espécies consideradas dominantes nos dosséis tanto em condições naturais em campo, quanto no laboratório.

Testou-se as seguintes hipóteses:

H1 - A riqueza, abundância e composição de espécies de formigas varia entre habitats florestais e entre estágios sucessionais;

A predição é de que os padrões de distribuição da assembléia de formigas nos diferentes habitats florestais seriam definidos pelas espécies dominantes, e seriam consistentes entre as sucessões.

H2 - A espécie *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775) é dominante em florestas do Parque Estadual do Itacolomi e os atos comportamentais exibidos por ela perante uma espécie competidora, também dominante, serão diferentes entre colônias que coexistem ou não com esta espécie.

A predição é de que as espécies dominantes apresentem comportamentos agressivos, sendo capazes de deslocar ou expulsar outras espécies de formigas que porventura apareçam na isca atrativa e que as formigas da colônia do Parque Estadual do Itacolomi, que não coexistem com nenhuma forte competidora, sejam pouco hábeis na luta com outra espécie dominante.

**CAPÍTULO 1 – DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE FORMIGAS
ARBORÍCOLAS DE UMA FLORESTA MONTANA EM DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCCESIONAIS**



2 – DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS DE UMA FLORESTA MONTANA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

2.1 – RESUMO

Os dosséis das florestas tropicais são ocupados por espécies de formigas dominantes, que apresentam uma grande abundância e comportamentos de defesa de território. Como consequência, as formigas dominantes se distribuem em forma de mosaicos tridimensionais nas copas das árvores. Este estudo investigou padrões de distribuição e riqueza de formigas em dossel, sub-bosque e solo, particularmente para habitats formados por árvores de *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae). O estudo foi conduzido no Parque Estadual do Itacolomi – MG, em três estágios sucessionais: uma área de sucessão inicial com predominância de *E. erythropappus* de baixa estatura e com pouca distinção entre dossel e sub-bosque (Candeial); uma área intermediária com predominância de *E. erythropappus* no dossel e com sub-bosque distinto e mais adensado (Mata baixa); e uma área de sucessão tardia, com um dossel bem estruturado, com altura média de 25 metros, contendo *E. erythropappus* juntamente com outras espécies arbóreas (Mata alta). Foram coletadas formigas no solo, sub-bosque e dossel utilizando-se os métodos de isca atrativa, *pitfall* arbóreo e *pitfall* de solo. Registrou-se que o solo foi o habitat mais rico e abundante em espécies de formigas. Entre os estratos sub-bosque e dossel não houve diferença significativa da riqueza e nem da abundância da fauna, embora perceba-se que para cada espécie exista uma variação no número de indivíduos entre habitats, que demonstra uma preferência de habitat de nidificação. Os ambientes que representam os diferentes estágios sucessionais não apresentaram diferença quanto à riqueza e abundância de formigas, mas a composição de espécies foi significativamente diferente entre as áreas, sugerindo que há espécies típicas de cada estágio sucessional. Os dados sugerem que algumas espécies sejam dominantes ou sub-dominantes nesses habitats, instigando a investigação da existência de uma distribuição em mosaico.

Palavras-chave: Assembléia de formigas florestais, dossel, composição de espécies, sucessão natural, métodos de coleta, formigas dominantes.

2.2 – ABSTRACT

The tropical rain forests' canopies are occupied by species of dominant ants, which present a great abundance and behaviors of territory defense. As a consequence, the dominant ants are distributed in the form of three-dimensional mosaics in the tree crowns. This paper investigated patterns of distribution and diversity of canopy and lower vegetation ants in forests with predominance of *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae). The study had been carried through at Parque Estadual do Itacolomi – MG, in three successional stages: an area of initial succession stage, with predominance of short height *E. erythropappus* and with a little distinction between canopy and lower vegetation (Candeial); one at intermediate stage with predominance of *E. erythropappus* in the canopy and with a distinct and denser lower vegetation (Mata baixa); one area at late succession, with a well structured canopy, with average height of 25 meters, composed of *E. erythropappus* and other arboreal species (Mata alta). Ants were sampled from soil, understory and canopy, using attractive bait and soils and canopy pitfall traps. Soil was the habitats with the highest numbers of species and individuals of ants. Mean species richness and abundance did not vary between understory and the canopy, although a noticeable variation in species population sizes between areas was observed, suggesting distinct habitat preferences. Species composition was significantly different between the areas, suggesting that there are typical species for each successional stage, although we did not verified a remarkable separation between lower vegetation and canopy faunas in each stage. Data suggest the existence of dominant and sub-dominant species in these habitats, which support the need of further studies on ant mosaic distribution.

Keywords: Forest ant assemblages, canopy, species composition, natural succession, sampling methods.

2.3 – INTRODUÇÃO

As formigas são um grupo de insetos de grande importância nas florestas tropicais, devido a sua biomassa, número de indivíduos, plasticidade comportamental e papel 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. Segundo BRÜHL *et al.* (1998), cerca de 75% das formigas estão restritas a somente um estrato, sendo suas atividades forrageadora e de nidificação associadas à estrutura física deste. No dossel, formigas representam até 86% da biomassa e 95% dos insetos coletados por técnicas de *fogging* (TOBIN, 1995; DAVIDSON & PATRELL-KIM, 1996; DAVIDSON, 1997). Essa alta representatividade das formigas no dossel reflete uma ampla variedade de estratégias de forrageamento, hábitos de nidificação e padrões de organização das colônias (TOBIN, 1995).

Apesar de possuírem uma alta abundância nas copas das árvores, a família Formicidae não apresenta expressiva riqueza neste habitat se comparada a outros grupos de artrópodes tropicais, como Coleóptera, por exemplo (ADIS *et al.*, 1984; STORK, 1991; TOBIN, 1994, 1995). Em um estudo feito em Bornéu, STORK (1991) encontrou entre 288 e 1007 espécies de artrópodes em cada árvore e, destas, somente entre 10 e 32 espécies eram de formigas. Este resultado evidencia a baixa riqueza de espécies de formigas existentes nos dosséis, o que indica a necessidade de adaptações dessas espécies de formigas a um ambiente particularmente hostil, que apresenta um número limitado de locais de nidificação, fontes de alimento, além de um clima mais severo, já que os dosséis tropicais são bastante secos se comparados ao solo (DAVIDSON & PATRELL-KIM, 1996; DAVIDSON, 1997; YANOVIK & KASPARI, 2000).

Os dosséis das florestas tropicais são ocupados por espécies de formigas dominantes, caracterizadas pelo predomínio numérico em relação às outras espécies e padrões de distribuição excludentes, resultando em ocupação de grandes e contínuas extensões através das copas (ROOM, 1971; LESTON, 1978; MAJER *et al.*, 1994). As formigas dominantes apresentam ainda alta territorialidade intra e interespecífica (DEJEAN *et al.*, 2003). Como consequência, as formigas dominantes são distribuídas em um padrão de mosaico tridimensional nos dosséis florestais (LESTON, 1973; DAVIDSON, 1997). Associadas a este mosaico, estão as espécies não-dominantes, que ocorrem dentro ou entre o território das espécies dominantes (MAJER, 1993; MAJER *et al.*, 1994), inclusive espécies não competidoras, pertencentes a diferentes guildas alimentares (SANDERS *et al.*, 2007). Esses organismos possuem colônias menos populosas e geralmente dependem de estruturas botânicas para a

nidificação (DEJEAN *et al.*, 2003). Também estão presentes nos mosaicos as espécies subdominantes, que ocupam um estágio intermediário entre dominantes e não-dominantes. Essas espécies são populosas, porém não ocupam grandes extensões do dossel. No entanto, sob certas condições, podem atuar como dominantes, defendendo ativamente o seu território (MAJER, 1972, 1993; LESTON, 1973; HÖLLDOBLER & WILSON, 1977, 1978; MAJER *et al.*, 1994). Por ocorrerem dentro do território das formigas dominantes, certas espécies subdominantes e não-dominantes tendem a se associar a uma espécie dominante em particular (ROOM, 1971). Formigas dominantes que compartilham o mesmo território são chamadas co-dominantes (MAJER, 1976) e podem ser mutuamente toleradas por utilizarem diferentes recursos da árvore (MAJER *et al.*, 1994) ou por possuírem horários de atividade diferentes (MERCIER & DEJEAN, 1996; MERCIER *et al.*, 1998).

Em florestas neotropicais, a formação de mosaicos de formigas é considerada a maior organização biótica, determinando a composição e diversidade de outros componentes da assembléia de artrópodes (ROOM, 1971, 1975; MAJER, 1993). Isto porque formigas dominantes dentro do mosaico têm um impacto considerável na composição de outras espécies de invertebrados que habitam as árvores, em função de uma série de razões: a existência de interações espécie-específicas entre formigas e homópteros (MAJER, 1993; DEJEAN & GIBERNAU, 2000; DEJEAN *et al.*, 2000); a preferência de uma espécie de formiga por um tipo de presa ou tamanho de presa dentro do seu território (MAJER, 1993); a escolha de certos regimes alimentares pelas formigas (MAJER, 1993) e a associação de espécies de formigas com espécies vegetais que possuem nectários extraflorais (DEJEAN *et al.*, 2000).

A distribuição de um mosaico de formigas considera a competição interespecífica bem como intraespecífica como fatores determinantes a sua formação. Além da competição, alguns estudos também consideram a importância da preferência por condições abióticas diferentes (MORRISON, 1996) e o comportamento territorial, no qual os membros de uma colônia defendem agressivamente o território ao redor de seu ninho contra indivíduos de outras colônias (TOBIN, 1995). O comportamento territorial depende da habilidade das formigas em reconhecer as da mesma colônia e distingui-las das colônias vizinhas e de todas as outras intrusas, através de substâncias químicas (hidrocarbonetos cuticulares) presentes em cada indivíduo, que permitem a sua identificação como membros ou não da colônia (HÖLLDOBLER & LUMSDEN, 1980).

Os dosséis florestais para as formigas são compostos por um conjunto limitado de acessos (trancos, galhos e ramos de árvores e lianas) que levam a recursos ricos em energia, porém concentrados no espaço físico (meristemas ativos, frutos, nectários extraflorais,

afídeos). Segundo YANOVIK & KASPARI (2000), esta conformação espacial resulta em maior competição, caracterizada por alta probabilidade de encontro entre indivíduos forrageadores. No entanto, a arquitetura e tamanho das árvores podem influenciar na distribuição das formigas (CAMPOS *et al.*, 2006), sendo que quanto maior e mais complexa for a copa, esta apresentará microclimas diferenciados abrigoando uma maior quantidade de espécies de insetos, e ainda proporcionando mais opções de sítios de nidificação, esconderijos e recursos alimentares (LAWTON, 1983; BASSET *et al.*, 2003). Também o aumento das copas das árvores proporciona uma maior conectividade entre elas, o que facilita a dispersão dos insetos (BASSET *et al.*, 1992).

Diante disso, este estudo objetivou investigar evidências da existência de um mosaico através da distribuição, riqueza e abundância de formigas de solo, sub-bosque e dossel em florestas com predominância de *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish (Asteraceae), em três estágios sucessionais distintos. Desta forma, testou-se a hipótese de que a riqueza, abundância e composição de espécies de formigas variam entre habitats florestais e entre estágios sucessionais. A predição central é que os padrões de distribuição da assembléia de formigas nos diferentes habitats florestais seriam definidos pelas espécies dominantes, e seriam consistentes entre as sucessões.

A opção por trabalhar com apenas uma espécie arbórea simplifica o ambiente em termos de recursos alimentares e efeitos da arquitetura das copas, ainda que em cada estágio sucessional ela apresente portes bem diferenciados. *Eremanthus erythropappus* também é uma espécie arbórea que possui ampla distribuição, sendo encontrada em praticamente toda a área do Parque Estadual do Itacolomi, MG.

2.4 – MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no Parque Estadual do Itacolomi – MG, situado na região sudeste do Estado de Minas Gerais, a 100 quilômetros de Belo Horizonte, nos municípios de Ouro Preto e Mariana, entre os paralelos 20°22'30" e 20°30'00" de latitude sul e os meridianos de 43°32'30" e 43° 22'30" de longitude oeste. Este parque ocupa uma área de 7.543 hectares, abrangendo toda a Serra do Itacolomi pertencente à Cadeia do Espinhaço. Seu patrimônio natural, de grande diversidade biológica, é composto por florestas estacionais semidecíduas, florestas de galeria, "Candeiais", remanescentes de floresta de Araucária e campos quartzíticos e ferruginosos. A precipitação varia de 1000 a 1500 mm anuais e a temperatura oscila entre 19°C e 22°C (FUJACO, 2007).

A espécie vegetal estudada foi *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish. O gênero *Eremanthus* pertence à tribo Vernoniae e compreende 18 espécies de árvores e arbustos distribuídos principalmente nos domínios dos cerrados brasileiros, mas também em outros biomas em Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro (PEDRALLI *et al.*, 1967) Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal (CARVALHO, 1994). Popularmente as espécies desse gênero são conhecidas como “candeia” por produzirem luminosidade quando queimadas. As candeias são espécies pioneiras (CARVALHO, 1994), desenvolvendo-se rapidamente em áreas florestais degradadas, embora sejam também adaptadas a crescerem em meio a campos abertos e em sítios com solos pouco férteis e rasos. São típicas de terrenos montanhosos e pedregosos (BARREIRA, 2005).

Candeias podem ter uma longa permanência em florestas maduras, onde mantêm um índice elevado de dominância ou, ao menos, elevado índice de valor de importância, relativo a maioria das outras espécies arbóreas. Das várias espécies de candeia, a *E. erythropappus* se destaca por possuir vasta ocorrência no estado de Minas Gerais e grande importância econômica, uma vez que sua madeira é amplamente utilizada como mourão de cerca devido sua durabilidade, e também para a produção do óleo essencial cujo princípio ativo, o alfabisabolol, possui propriedades antiflogísticas, antibacteriana, antimicóticas e espasmódicas (BARREIRA, 2005). Esta espécie é arbórea e adaptada às condições adversas relacionadas aos solos ricos em metais pesados e ácidos das serras da região de Ouro Preto. Pesquisas em andamento sugerem que sua arborescência seja um fenômeno evolutivo recente (S.P.RIBEIRO, dados não publicados).

No Parque Estadual do Itacolomi foram selecionados três locais para a realização da amostragem: A) área de sucessão inicial, com predominância de *E. erythropappus* de baixa estatura (árvores de no máximo 3 metros) e com pouca distinção entre dossel e sub-bosque (Trilha da Capela ou Candeial); B) área de sucessão intermediária, com predominância de *E. erythropappus* no dossel, de aproximadamente 8 metros, e com um sub-bosque distinto e mais adensado (Trilha do Forno ou Mata baixa); C) área de sucessão tardia, com um dossel bem estruturado, com altura média de 20 metros, contendo *E. erythropappus* juntamente com outras espécies arbóreas (Porteira ou Mata alta).

Em cada uma das três áreas foram marcados aleatoriamente cinco indivíduos de *E. erythropappus*, distantes pelo menos 30 metros um do outro em transecto linear. Em cada árvore foram instaladas quatro armadilhas de *pitfall* arbóreo. Também foram marcadas quatro árvores de sub-bosque ao redor da árvore amostrada para o dossel, nas quais foi colocada uma

armadilha de *pitfall* arbóreo em cada indivíduo. Assim, 15 árvores de dossel e 60 árvores de sub-bosque foram amostradas no trabalho.

O *pitfall* arbóreo consistiu de um pote plástico transparente de 12 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade, o qual foi amarrado junto ao tronco e preenchido com uma solução de água e detergente neutro (9:1; v:v). Ao centro, uma isca composta por uma mistura de aproximadamente 10 g de sardinha e mel (1:1; g:g) foi colocada em um frasco menor (aderido ao fundo do pote maior) com 3 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade, para causar atração olfativa. Toda a estrutura permaneceu no campo por 48 horas, seguindo a metodologia proposta por RIBAS *et al.*, 2003 (Figura 1 – A).

Iscas atrativas de sardinha e mel (1:1; g:g) foram colocadas nas árvores junto a cada *pitfall* no dossel e no sub-bosque, na mesma quantidade e proporção (Figura 1 – B). As iscas atrativas foram retiradas após uma hora de exposição, de acordo com SILVESTRE (2000). Das cinco árvores amostradas para o dossel, em três realizou-se a coleta das formigas de solo. Para tanto, foram colocados 12 *pitfalls* de solo distantes cinco metros uns dos outros sendo três em cada direção, formando uma cruz em torno da árvore, contendo uma solução de água com detergente neutro (9:1; v:v) (Figura 1 – C) que também permaneceram em campo por 48 horas. Ao lado de cada *pitfall* de solo, também foi colocada uma isca atrativa conforme descrito para o dossel (Figura 1 – D), retiradas após uma hora de exposição.

O acesso à copa das árvores foi feito através dos métodos de escalada em corda (PERRY, 1978; PERRY & WILLIAMS, 1981) e escalada livre pelo tronco utilizando equipamento de segurança. Esta amostragem foi repetida quatro vezes ao longo dos meses de setembro de 2006 a abril de 2007, somando 1824 amostras (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de amostras de cada método utilizado para a coleta das formigas no Parque Estadual do Itacolomi – MG.

Método	Número de amostras em cada coleta	Número total de amostras
Isca solo	108	432
Isca árvore	120	480
<i>Pitfall</i> solo	108	432
<i>Pitfall</i> arbóreo	120	480
Total	456	1824

As formigas coletadas foram levadas ao laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel e Sucessão Natural e, após a triagem, foram fixadas em álcool 70% até sua montagem em alfinete entomológico e incorporação na coleção temática do Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel, NUPEB-UFOP. Para cada amostra foram

devidamente registrados: ambiente (estágio sucessional), estrato (habitat), método e data de coleta. Posteriormente, foram identificadas utilizando-se microscópio estereoscópio (Leica®) até o nível de gênero, segundo BOLTON (1994) e FERNÁNDEZ (2003) e separadas em morfoespécies. Quando possível, foram identificadas até o nível de espécie, de acordo com as chaves disponíveis para alguns gêneros (literatura especializada e/ou junto a especialistas). Esta coleta conta com a licença da coordenadoria de proteção à vida silvestre para realização de pesquisa, n. 147/06 do Instituto Estadual de Florestas.

Foram analisados os fatores habitat (solo, dossel e sub-bosque), sucessão (recente, intermediária, tardia) e tipo de armadilha (*pitfall* e isca), ao nível de 5% de significância, com o uso de uma ANOVA fatorial. As árvores foram utilizadas como blocos ao acaso, a fim de permitir a análise aninhada de cada armadilha como réplica verdadeira, embora controlando pseudoreplicações ao analisar o efeito de habitat e sucessão. Os dados de riqueza e abundância de formigas, foram transformados em logaritmo ($\ln + 1$) a fim de ajustar à distribuição normal, constituindo as variáveis dependentes.

Para investigar a composição e distribuição de espécies, foram realizadas análises discriminantes com centróides agrupando amostras por estágio sucessional ou por habitat, a partir dos valores de abundância média de cada espécie por árvore. Todas as análises acima foram feitas utilizando-se o programa SPSS 13.0.



Figura 1 – Armadilhas utilizadas para a coleta de formigas de solo, sub-bosque e dossel no Parque Estadual do Itacolomi, MG: (A) *Pitfall* arbóreo, (B) Isca atrativa no dossel, (C) *Pitfall* de solo, (D) Isca atrativa no solo, (E) Amostragem na vegetação e (F) Amostragem no solo. Foto: Espírito Santo, 2007.

2.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 – Riqueza e abundância de formigas

Foram coletados 14.963 indivíduos, pertencentes a 24 gêneros e 116 morfoespécies no solo, 1.241 indivíduos de 16 gêneros e 61 morfoespécies no sub-bosque e 1.805 indivíduos de 13 gêneros e 49 morfoespécies no dossel. No total, foram obtidos 18.009 indivíduos pertencentes a 27 gêneros e 155 morfoespécies

As subfamílias com o maior número de gêneros representados foram Myrmicinae, para os três estratos, seguido de Ponerinae e Formicinae no solo, e de Formicinae, Ponerinae e Dolichoderinae na vegetação. Os gêneros *Pheidole*, *Camponotus*, *Solenopsis* e *Crematogaster* apresentaram, respectivamente, o maior número de morfoespécies no solo. Já na vegetação, os gêneros *Camponotus*, seguido por *Pheidole* e *Crematogaster* foram os mais diversos em número de morfoespécies (Anexo A). Este resultado é semelhante ao encontrado por BRÜHL *et al.* (1998) no solo, sub-bosque e dossel das florestas de Bornéu, em que a subfamília com maior número de gêneros foi Myrmicinae, seguida de Ponerinae e Formicinae e os gêneros com o maior número de espécies foram *Camponotus*, seguido por *Pheidole* e *Crematogaster*. Este resultado era esperado, por serem *Camponotus* e *Crematogaster* os gêneros de formigas arborícolas com o maior número de espécies. Já o gênero *Pheidole*, possui o maior número de espécies dentro do grupo Formicidae, para o qual já há registros de até 70 espécies em uma só localidade (BOLTON, 1994; FERNÁNDEZ, 2003).

Com relação aos estratos, as formigas da subfamília Formicinae tenderam a ocorrer em maior abundância no dossel do que no sub-bosque, principalmente as dos gêneros *Camponotus* (305 no dossel vs 190 no sub-bosque) e *Myrmelachista* (467 vs 49). Em outros trabalhos com formigas de dossel, encontra-se a subfamília Formicinae como uma das mais abundantes, e geralmente isto se deve às formigas carpinteiras (*Camponotus*), que nidificam nos troncos das árvores (BRÜHL *et al.*, 1998; KASPARI, 2000; CAMPOS *et al.*, 2006). O gênero *Pseudomyrmex* também foi predominantemente arborícola, como comumente relatado (BOLTON, 1994; TOBIN, 1995; FERNÁNDEZ, 2003). Já as formigas da tribo Attini e também alguns gêneros de Poneromorfas, apesar de forragearem no dossel, foram muito mais representativos no solo, como era esperado (TOBIN, 1995; FERNÁNDEZ, 2003; BRÜHL *et al.* 1998). Existem também alguns gêneros que contêm espécies essencialmente arborícolas e outras espécies habitantes de solo, como *Pheidole* (TOBIN, 1995) e *Pachycondyla*

(FERNÁNDEZ, 2003). Há ainda outras espécies que nidificam tanto no solo quanto no dossel (LONGINO & NADKARNI, 1990) como foi observado para *Camponotus rufipes* neste trabalho.

Analisando os diferentes métodos de coleta (isca e *pitfall*), observou-se que a riqueza média de morfoespécies de formigas capturadas através do *pitfall* foi significativamente superior ao capturado pelas iscas atrativas (ANOVA FATORIAL, $F_{1;178}=21,2$, $p<0,05$; comparação múltipla com DMS $p<0,05$) (Figura 2). Houve uma tendência da armadilha de isca atrativa capturar mais indivíduos, porém esta diferença foi marginalmente significativa (ANOVA FATORIAL, $F_{1;178}=3,41$, $p<0,056$) (Figura 3). A interação entre armadilha e estrato foi significativa para abundância (ANOVA FATORIAL, $F_{2;178}=6,99$, $p<0,01$; comparação múltipla com DMS $p<0,05$). Ou seja, no solo o *pitfall* capturou mais indivíduos do que a isca atrativa, mas no sub-bosque e dossel não houve tal diferença. Constatou-se que as espécies de maior tamanho, como as do gênero *Camponotus* e *Pachycondyla* predominaram nas armadilhas de *pitfall*, enquanto que nas iscas, as espécies pequenas, principalmente as dos gêneros *Myrmelachista*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Paratrechina*, *Wasmannia* e *Linepithema* foram mais coletadas (Tabela 2). Foi observado em campo o comportamento de algumas espécies pequenas que chegaram a entrar no *pitfall* e, no entanto, ao sentirem através do toque antenal a solução de água com detergente, conseguiram sair da armadilha e retornaram para a trilha. Segundo OLSON (1991) e PARR & CHOWN (2001), o método do *pitfall* de solo captura formigas de vários tamanhos, mas preferencialmente caem as formigas maiores, sendo necessária a utilização de outros métodos para capturar as pequenas formigas de serrapilheira. Grande parte dos estudos de assembléias de formigas utiliza pelo menos dois tipos de métodos para capturar formigas com hábitos diferentes (BESTELMEYER *et al.*, 2000). Para os métodos de coleta de formigas de dossel, ainda não há um estudo comparativo sobre a eficiência das armadilhas. Entretanto, a análise da curva do coletor evidenciou que a associação de métodos de coletas de solo e dossel aqui empregadas foi eficaz para um levantamento abrangente da fauna mirmecológica de uma floresta.

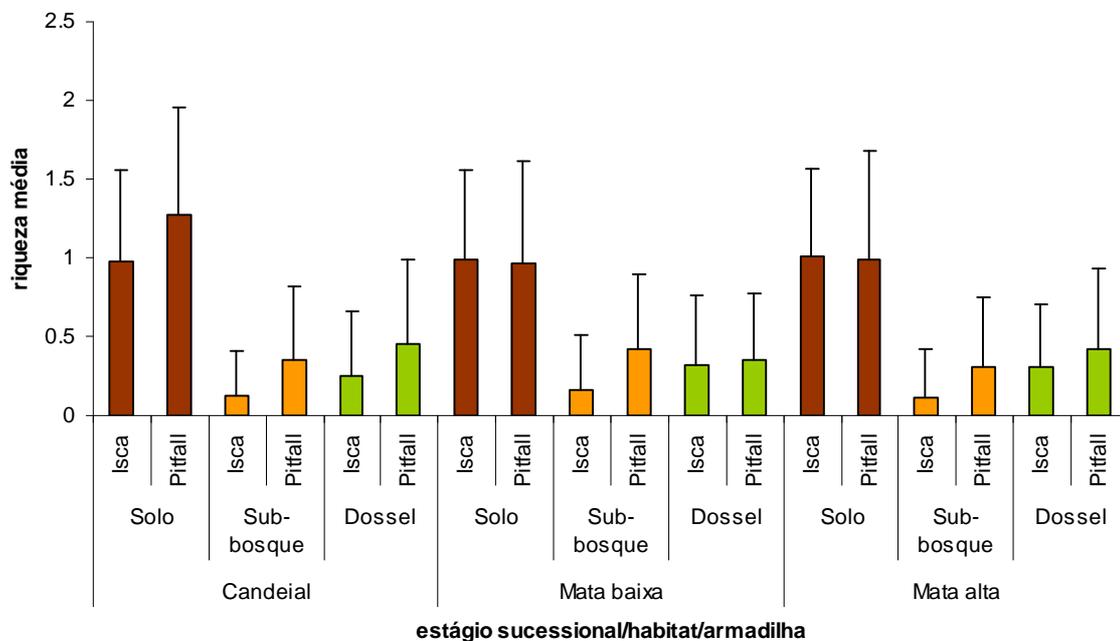


Figura 2 - Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão de formigas amostradas pelos métodos de isca atrativa e *pitfall* no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

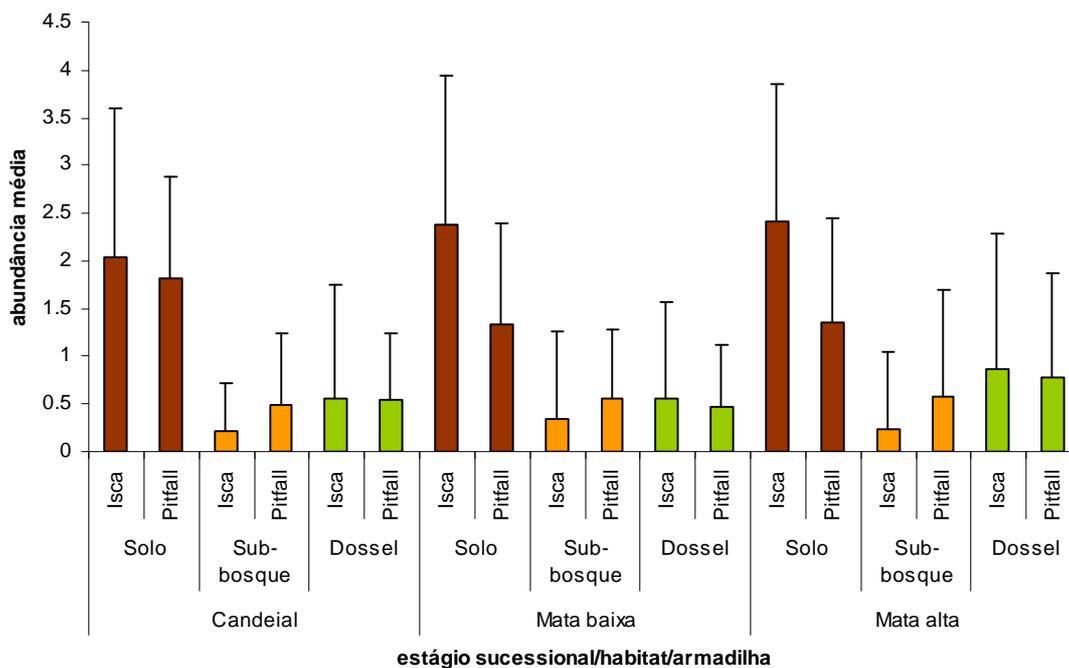


Figura 3 - Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão de formigas amostradas pelos métodos de isca atrativa e *pitfall* no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

Tabela 2 – Número de formigas por gênero coletadas através dos métodos de isca e *pitfall* nos três estratos (solo, sub-bosque e dossel) e nas áreas (Candeial, Mata baixa e Mata alta) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

Gêneros	Isca	Pitfall
<i>Acromyrmex</i>	17	28
<i>Asphinctanilloides</i>	0	1
<i>Brachymyrmex</i>	102	104
<i>Camponotus</i>	468	553
<i>Cephalotes</i>	1	0
<i>Crematogaster</i>	923	69
<i>Cyphomyrmex</i>	4	14
<i>Ectatomma</i>	1	3
<i>Europhalotrix</i>	1	3
<i>Gnamptogenys</i>	14	31
<i>Heteroponera</i>	1	5
<i>Hylomyrma</i>	43	16
<i>Hypoponera</i>	9	8
<i>Linepithema</i>	3213	350
<i>Megalomyrmex</i>	0	8
<i>Myrmelachista</i>	420	63
<i>Octostruma</i>	2	1
<i>Pachycondyla</i>	47	147
<i>Paratrechina</i>	113	43
<i>Pheidole</i>	6126	2026
<i>Probolomyrmex</i>	1	1
<i>Procryptocerus</i>	1	4
<i>Pseudomyrmex</i>	13	18
<i>Sericomyrmex</i>	0	2
<i>Solenopsis</i>	1163	447
<i>Tapinoma</i>	31	1
<i>Wasmannia</i>	336	129

Algumas morfoespécies apresentaram comportamento de recrutamento massal com dominância nas iscas, como foi o caso de *Myrmelachista (Hincksidris)* sp.1, no qual em apenas uma isca encontrou-se 293 indivíduos; e *Linepithema* sp.5, com 135 indivíduos também em uma só isca. Os sistemas de recrutamento são muito importantes para a exploração dos alimentos disponíveis no ambiente, permitem respostas rápidas às variações dos recursos alimentares e também determinam o sucesso na exploração desses recursos (FOWLER *et al.*, 1991). O sistema de recrutamento massal é característico de colônias muito grandes contendo operárias pequenas. Em ambientes muito competitivos, o recrutamento massal, que resulta em um grande número de indivíduos na fonte alimentar, oferece uma proteção às forrageadoras e também as possibilita monopolizar uma grande fonte de recurso alimentar (CARROLL & JANZEN, 1973).

A abundância (ANOVA FATORIAL, $F_{2;6}=0,59$, $p>0,05$) e riqueza média (ANOVA FATORIAL, $F_{2;6}=0,15$, $p>0,05$) de morfoespécies não foram significativamente diferentes entre os estágios sucessionais (Figuras 4 e 5). No entanto, tanto a riqueza (ANOVA

FATORIAL, $F_{2;12}=201,7$, $p<0,0001$; comparação múltipla com DMS $p<0,05$) quanto a abundância média (ANOVA FATORIAL, $F_{2;12}=58,6$, $p<0,0001$; comparação múltipla com DMS $p<0,05$) das formigas de solo foram significativamente maiores do que as de sub-bosque e dossel. Tais resultados concordam com o obtido por BRÜHL *et al.* (1998) maior riqueza de formigas no solo, comparada ao dossel e sub-bosque. Acredita-se que este fato se deve à história evolutiva das formigas, sendo que as espécies arborícolas provavelmente pertençam a um grupo mais recente, e que a adaptação à vida nas árvores reduziu o número de espécies nesse habitat, se comparado ao solo, que é supostamente o habitat original das formigas (TOBIN, 1995; BRÜHL *et al.*, 1998).

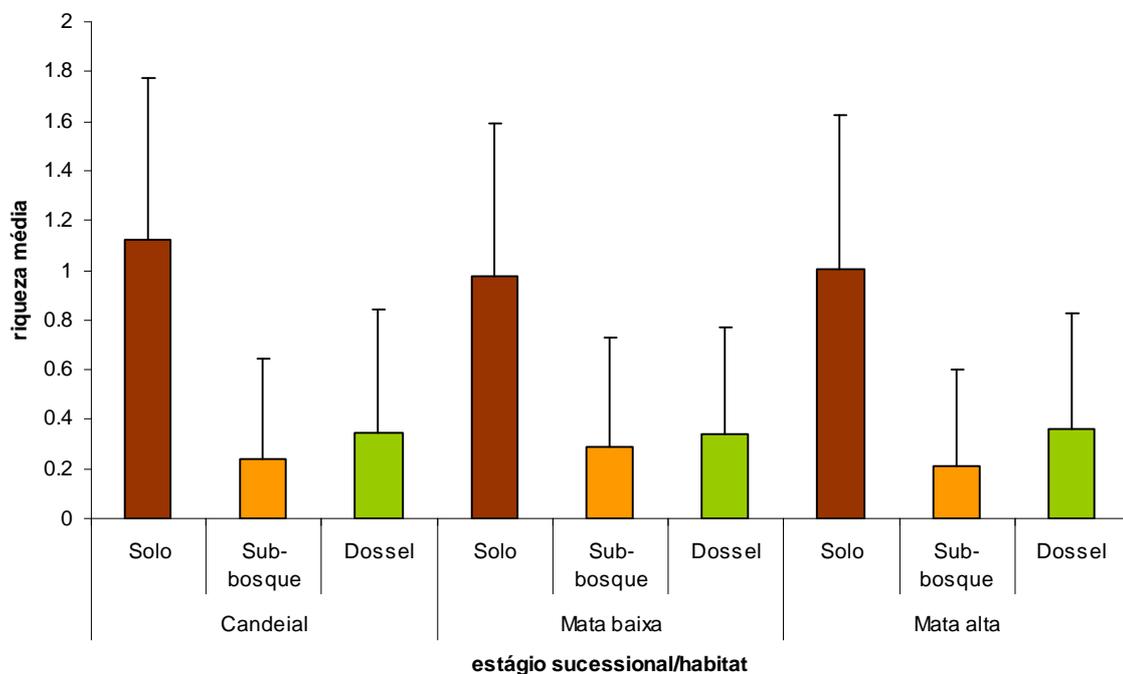


Figura 4 - Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das formigas amostradas no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

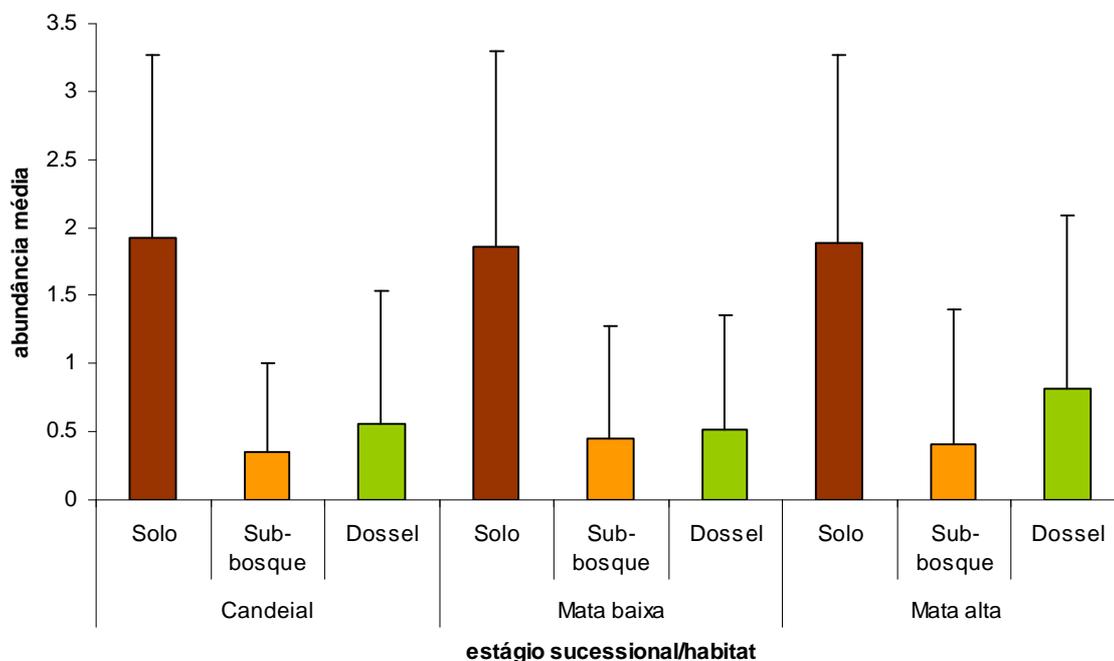


Figura 5 - Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das formigas amostradas no solo, sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

As próximas análises se concentraram na vegetação (nos habitats sub-bosque e dossel) para uma comparação mais precisa da riqueza, abundância e composição de espécies, a fim de evidenciar espécies dominantes e se este status se manteria nos diferentes estágios sucessionais, uma vez que a formação de mosaicos foi descrita inicialmente para agroecossistemas (ROOM, 1971; MAJER *et al.*, 1972, 1976; LESTON, 1973) e posteriormente para outros ecossistemas florestais (LESTON, 1978; MAJER & CAMER-PESCI, 1991; DEJEAN *et al.*, 1994). Em acréscimo, através de observações do comportamento de formigas de solo e dossel em iscas, foi constatado que a dominância sobre o recurso por meio de comportamentos agressivos ocorre mais em amostras de dossel do que nas amostras de solo (DAVIDSON, 1997; YANOVIK & KASPARI, 2000), e neste fato reside o foco do nosso estudo.

Analisando-se somente as variáveis sub-bosque e dossel, também não se observou diferença significativa da riqueza entre os ambientes (ANOVA FATORIAL, $F_{2;12}=0,36$, $p>0,05$) nem entre os estratos (ANOVA FATORIAL, $F_{1;4}=1,68$, $p>0,05$). A abundância seguiu o mesmo padrão não apresentando diferença significativa nem entre os ambientes (ANOVA FATORIAL, $F_{2;12}=3,05$, $p>0,05$) nem entre os estratos (ANOVA FATORIAL, $F_{1;4}=0,37$, $p>0,05$) (Figuras 6 e 7).

No estudo realizado por FLOREN & LINSENMAIR (2005) em quatro áreas com diferentes estágios sucessionais em Bornéu, não foi encontrada diferença significativa na riqueza de espécies de formigas entre os ambientes, porém verificou-se diferença na composição de espécies. As teorias gerais de ecologia prevêem uma elevação de espécies em estágios sucessionais intermediários, que podem inclusive superar a riqueza no clímax da comunidade (BEGON, 2006). A hipótese dos distúrbios intermediários tem sido evocada como mecanismo para explicar tal elevado número de espécies em florestas secundárias. Entretanto, ambientes em sucessão contínua e sem retrocessos (causados por distúrbios intermediários), como é o caso das áreas aqui estudadas, também podem acumular um grande número de espécies de insetos, particularmente quando há uma notável conexão florística entre os estágios sucessionais. Esta é a situação do sistema em estudo, cuja similaridade florística é ainda exacerbada pela dominância e elevada frequência de indivíduos de Candeia.

A não diferenciação entre a riqueza e abundância de formigas entre os habitats de dossel e sub-bosque evidencia que as formigas não assumem uma estratificação evidente entre esses, apenas entre o solo e a vegetação. Este fato mostra que elas transitam entre o sub-bosque e o dossel, forrageando em busca de recursos em qualquer desses habitats. No entanto, para várias espécies, percebe-se uma variação no número de indivíduos entre dossel e sub-bosque evidenciando distinções tanto no local de nidificação quanto nos habitats preferenciais de forrageamento. Em outras palavras, há algumas espécies que quando abundantes no dossel não o são no sub-bosque e vice-versa.

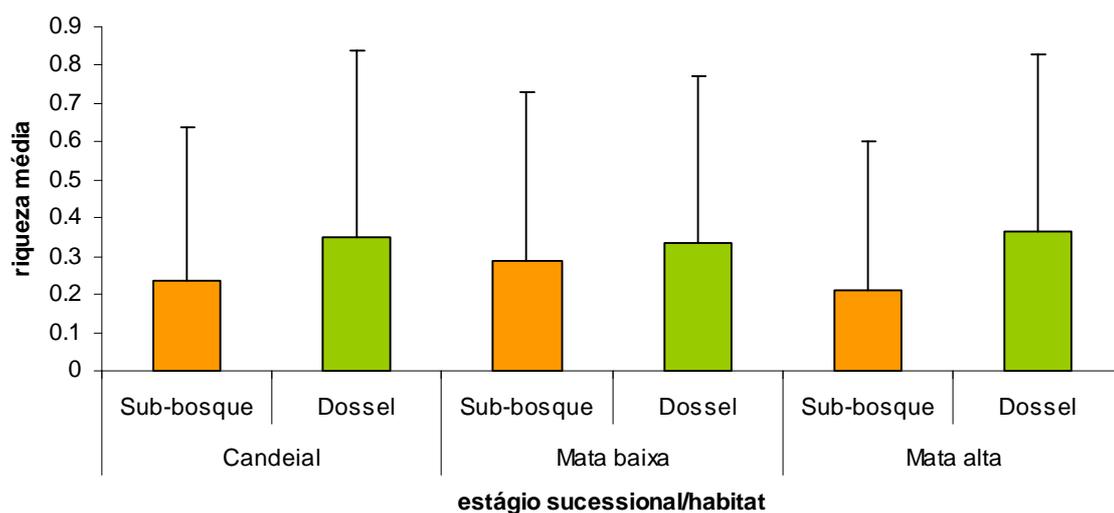


Figura 6 - Riqueza média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das morfoespécies de formigas amostradas no sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

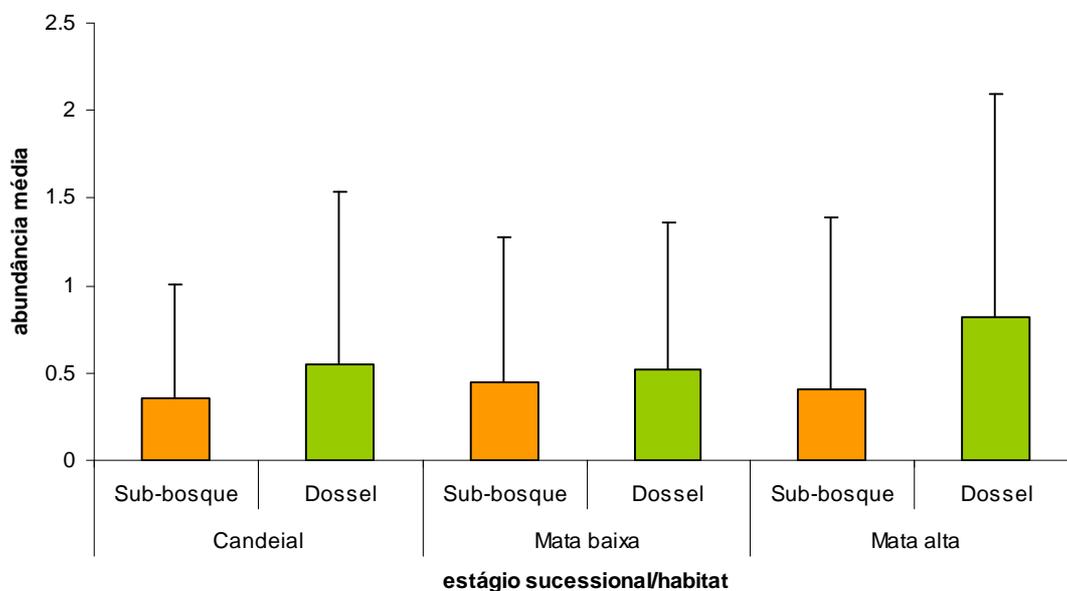


Figura 7 - Abundância média (transformada em logaritmo) e desvio padrão das morfoespécies de formigas amostradas no sub-bosque e dossel das áreas Candeial, Mata baixa e Mata alta no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

2.5.2 – Composição e distribuição de espécies

A distribuição e densidades relativas de morfoespécies foram significativamente diferentes entre os estágios sucessionais (Análise discriminante: Eixo 1 – 54,9% da variância; $\chi^2 = 205,4$, $p < 0,0004$; g.l. = 142; eixo 2 – 45,1% da variância; $\chi^2 = 94,8$, $p < 0,02$; g.l. = 70), sugerindo que há espécies típicas de cada estágio sucessional (Figura 8) (Tabela 3). Por outro lado, dentro de cada estágio sucessional não foi verificada uma separação marcante das morfoespécies de sub-bosque e dossel, porém, para a fauna da Mata alta observa-se uma tendência à segregação, embora não significativa (Análise discriminante: Eixo 1 – 29,3% da variância; $\chi^2 = 414,16$, $p < 0,01$; g.l. = 355; eixo 2 – 23,7% da variância; $\chi^2 = 300,14$, $p > 0,05$; g.l. = 280) (Figura 9).

Segundo FLOREN & LINSÉNMAIR (2005), a comunidade de formigas de dossel de uma mata primária comparada à outra em estágio sucessional mais recente, não só sofre alterações na diversidade de espécies, mas também em toda a sua composição. No estudo realizado por ADIS *et al.* (1984) em três diferentes tipos de florestas na Amazônia, foi encontrado um grande número de espécies (78%) restritas a um só tipo de floresta, enquanto que somente 4% das espécies foi comum aos três tipos estudados. WILSON (1987) encontrou em quatro tipos diferentes de florestas no Peru que 54% das espécies são restritas a um tipo florestal enquanto

apenas 13% das espécies foram encontradas em todos os tipos de florestas. No presente estudo, 26,4% das espécies foram exclusivas de cada estágio sucessional e 73,6% foram comuns a todos eles. O número de espécies exclusivas foi considerado alto, tendo em vista que as coletas foram realizadas sempre na mesma espécie de árvore nos três estágios sucessionais, os quais também não eram extremamente distanciados uns dos outros. Sabe-se que algumas formigas têm uma forte especificidade ao substrato onde nidificam (HARADA & ADIS, 1994). Também já foi observado que, entre locais diferentes, a composição de espécies de formigas varia de acordo com a mudança das espécies arbóreas (YANOVIK & KASPARI, 2000).

Pode-se dizer que há uma composição de espécies típicas para cada estágio sucessional, mas não há diferenciação de espécies de sub-bosque e dossel em cada área (Figura 10). Este fato evidencia que as formigas habitantes do dossel podem utilizar da conectividade dos troncos e lianas para forragear no sub-bosque e possivelmente até no solo, bem como o fazem algumas formigas típicas de solo, que eventualmente foram amostradas no dossel, provavelmente em busca de recursos alimentares.

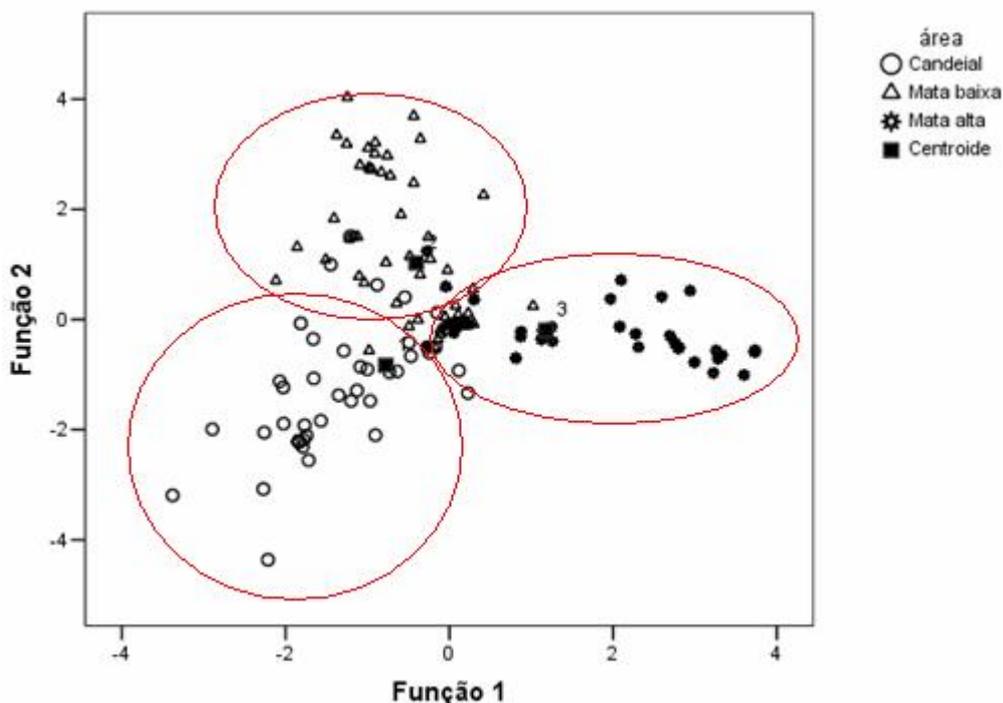


Figura 8 - Distribuição de pontos amostrais de acordo com centróides “localidades”, mostrando separação significativa das morfoespécies entre os três estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

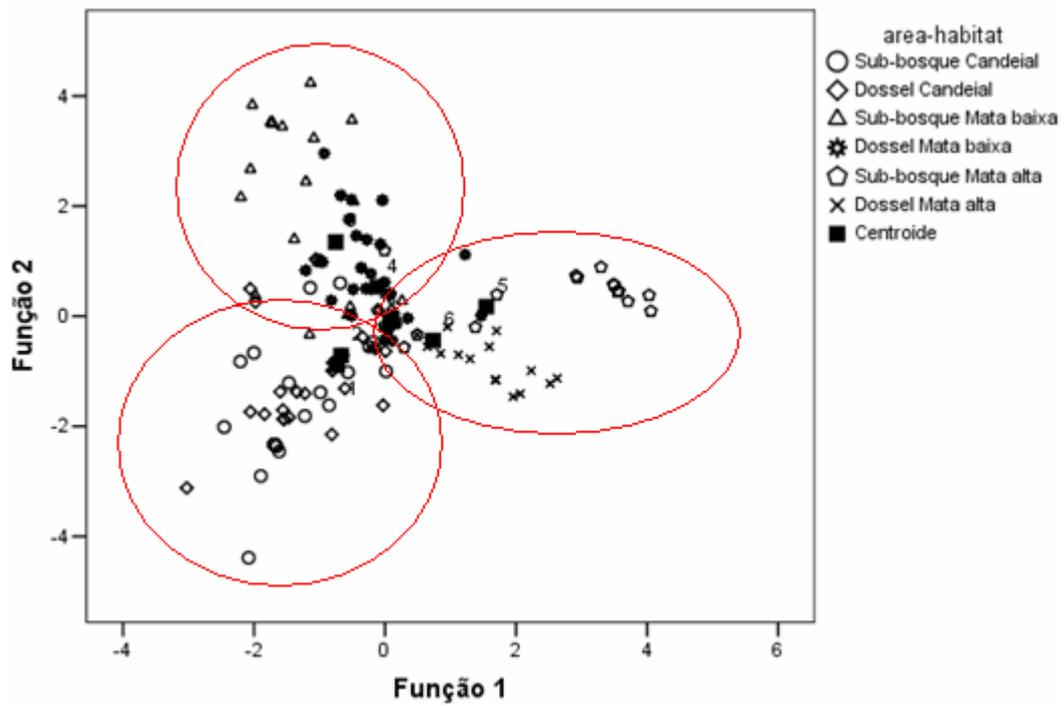


Figura 9 - Distribuição de pontos amostrais de acordo com centróides “localidades”, mostrando separação significativa das morfoespécies entre os três estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta) e entre os estratos (sub-bosque e dossel) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

Tabela 3 – Morfoespécies de formigas exclusivas de cada um dos estágios sucessionais (Candeial, Mata baixa e Mata alta) contemplando todos os habitats (solo, sub-bosque e dossel) no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

	Candeial		Mata baixa		Mata alta	
	Solo	Veg	Solo	Veg	Solo	Veg
Myrmicinae						
<i>Pheidole</i> sp.8	-	-	-	-	+	-
<i>Pheidole</i> sp.16	+	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.24	-	-	-	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp.32	-	-	-	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp.43	-	-	+	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.44	-	-	-	-	+	-
<i>Pheidole</i> sp.46	-	-	+	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.47	-	-	-	-	+	-
<i>Pheidole</i> sp.48	-	-	+	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	-	+	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.2	-	-	-	-	-	+
<i>Crematogaster</i> sp.6	-	+	-	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.10	+	+	-	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.17	-	-	-	-	+	-
<i>Solenopsis</i> sp.12	-	-	-	-	+	-
<i>Solenopsis</i> sp.18	-	-	+	-	-	-
<i>Wasmannia</i> sp.4	-	-	+	-	-	-
<i>Wasmannia</i> sp.5	-	-	-	-	+	-
<i>Acromyrmex</i> sp.5	+	-	-	-	-	-
<i>Acromyrmex</i> sp.7	+	-	-	-	-	-
<i>Megalomyrmex</i> sp.1	-	-	-	-	-	+
<i>Octostruma</i> sp.1	-	-	+	-	-	-
<i>Octostruma</i> sp.2	-	-	+	-	-	-
<i>Cephalotes</i> sp.1	+	-	-	-	-	-
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	-	-	-	-	+	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	+	-	-	-	-	-
Formicidae						
<i>Camponotus</i> sp.5	-	-	-	-	+	-
<i>Camponotus</i> sp.9	-	-	-	+	-	-
<i>Camponotus</i> sp.20	-	-	-	+	-	-
<i>Camponotus</i> sp.22	+	+	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.25	+	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.29	+	-	-	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	-	-	+	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	+	-	-	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	+	-	-	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.6	-	-	-	+	-	-
<i>Myrmelachista (Hincksidris)</i> sp.2	-	-	-	-	-	+
Ponerinae						
<i>Pachycondyla</i> sp.1	-	+	-	-	-	-
<i>Pachycondyla</i> sp.3	-	-	-	+	-	-
<i>Pachycondyla</i> sp.4	+	+	-	-	-	-
<i>Pachycondyla (Termitopone) marginat</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.2	+	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.3	-	-	+	-	-	-
Ectatomminae						
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	-	+	-	-	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i>	+	-	-	-	-	-
Heteroponerinae						
<i>Heteroponera</i> sp.1	-	-	-	-	-	+
Proceratiinae						
<i>Probolomyrmex</i> sp.1	+	-	-	-	-	-
Dolichoderinae						
<i>Linepithema</i> sp.3	-	-	+	-	-	-
<i>Linepithema</i> sp.7	+	-	-	-	-	-
Pseudomyrmicinae						
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2 gp <i>pallidus</i>	-	-	-	-	+	-
Leptanilloidinae						
<i>Asphinctanilloides</i> sp.1	+	-	-	-	-	-

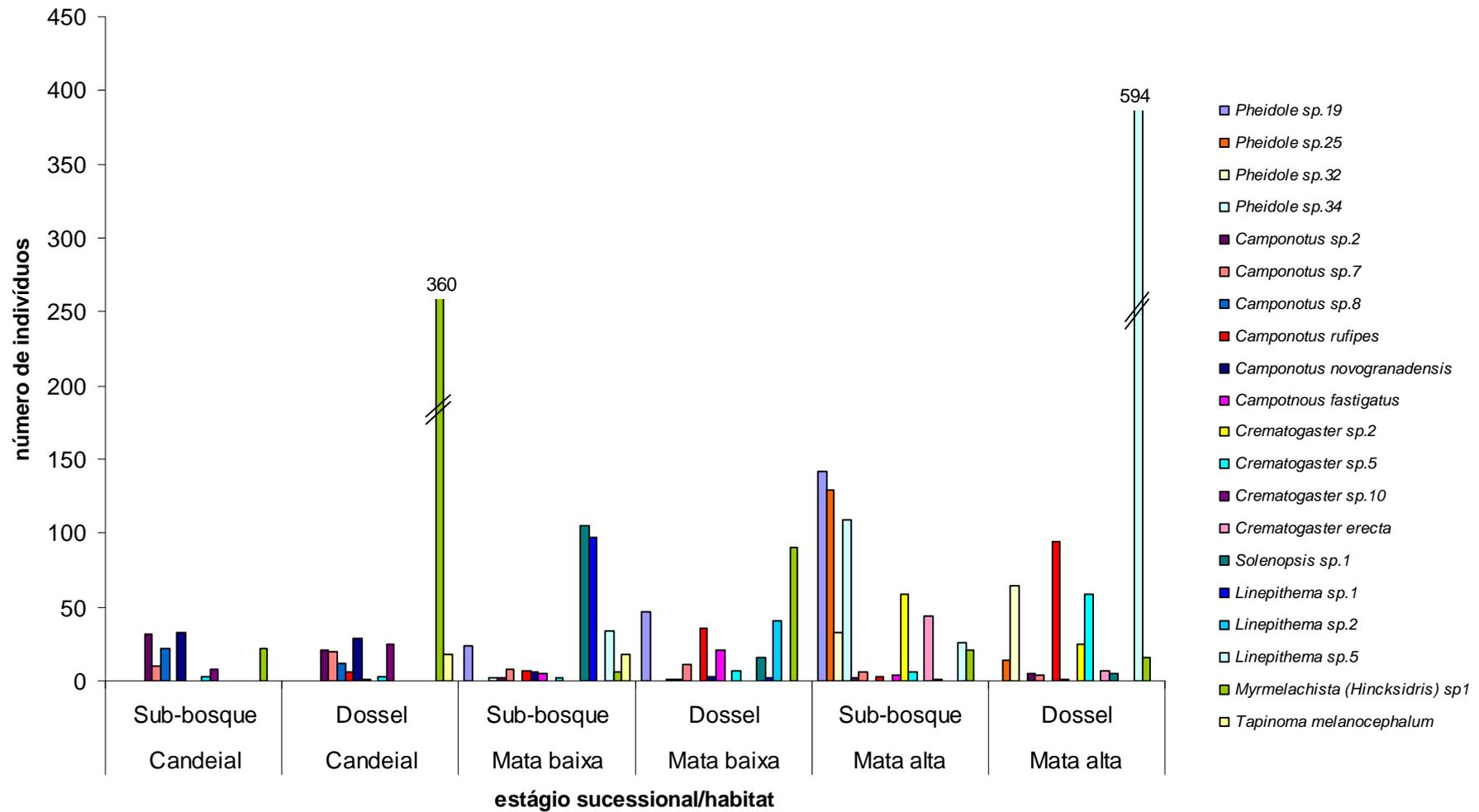


Figura 10 – Morfoespécies e número de indivíduos de formigas mais abundantes coletadas pelos métodos de isca atrativa e *pitfall* arbóreo no dossel e sub-bosque em cada local (Candeial, Mata baixa e Mata alta) no Parque Estadual do Itacolomi, MG, no período de setembro de 2006 a abril de 2007.

2.5.3 – Evidências de dominância em habitats de dossel e sub-bosque

A maioria das morfoespécies muito abundantes ocorreu em apenas um dos ambientes. Duas morfoespécies que se destacaram por serem muito abundantes foram *Myrmelachista (Hincksidris)* sp.1 e *Linepithema* sp.5, sendo que somente a primeira ocorreu em todos os ambientes. Esta poderia ser uma provável espécie dominante, pois apresenta um recrutamento massivo nas iscas e conseqüente domínio sobre o recurso alimentar. Esta espécie pertence a um gênero pouco estudado e contempla formigas exclusivamente arborícolas que possuem complexas associações com as plantas nas quais nidificam (FREDERICKSON *et al.*, 2005; LONGINO, 2006). Algumas formigas do gênero *Linepithema* apresentam um grande potencial invasor pela sua capacidade de se estabelecer em diversos ambientes e pelo impacto que causa nas comunidades de formigas residentes. Apresentam alta agressividade e grande eficiência no recrutamento de indivíduos ao encontrar um recurso alimentar (HUMAN & GORDON, 1999). Devido a esse comportamento, essa espécie se torna dominante perante um recurso alimentar, e com um grande número de indivíduos sobre a isca, se torna apta a excluir outras espécies de formigas do território onde esteja se alimentando. No entanto, este gênero não foi encontrado na área do Candeial, excluindo-o da nossa avaliação como dominante para todos os habitats. Em seguida, a espécie mais abundante e freqüente em todos os habitats foi *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius, 1775), que apresentou também comportamentos agressivos na iscas, expulsando outras formigas do local onde se alimentava. Ela esteve presente em 35% das amostras de dossel e em 10% das amostras de sub-bosque. Foram observados em campo comportamentos agonísticos entre *C. rufipes* e *Myrmelachista (Hincksidris)* sp.1 em todas as situações em que elas co-ocorriam. Portanto, *C. rufipes* também foi considerada como uma potencial espécie dominante nesse ecossistema.

As espécies *Camponotus* sp.2, *Camponotus novogranadensis*, *Camponotus fastigatus* e *Camponotus* sp.7 são as prováveis espécies subdominantes, pois ocorrem em todos os habitats, porém em menor abundância e freqüência do que as dominantes. Também não foram observados durante as coletas comportamentos agonísticos entre estas e outras formigas e também em nenhum caso houve dominância sobre a isca. Uma análise mais detalhada sobre o comportamento das espécies dominantes e subdominantes diante de uma fonte alimentar será apresentada no capítulo 2.

Diante desses resultados, pode-se afirmar que o solo foi o estrato mais rico e abundante. Entre os estratos sub-bosque e dossel não existe diferença significativa da riqueza e nem da abundância de espécies de formigas, embora seja notável que para cada espécie exista uma

variação no número de indivíduos, sugerindo uma preferência de habitat em um desses estratos, que flutua em função do outro, ou seja, onde há muitos indivíduos de uma espécie no dossel, existem poucos no sub-bosque e vice-versa.

Os locais que representam os diferentes estágios sucessionais não apresentaram diferença quanto à riqueza e abundância de formigas, mas marcante diferença na composição de espécies. Assim, a composição de espécies é certamente a medida mais confiável de detectar alterações em estágios sucessionais, da mesma forma que história de vida e dinâmicas populacionais são ferramentas básicas para construir protocolos de bioindicação.

Os resultados apresentados sugerem que *C. rufipes* e *Myrmelachista (Hincksidris) sp.1* sejam dominantes e que *Camponotus sp.2*, *Camponotus novogranadensis*, *Camponotus fastigatus* e *Camponotus sp.7* sejam sub-dominantes nesses habitats, instigando a investigação da existência de uma distribuição em mosaico.

2.6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIS, J.; Y. D. LUBIN & G. C. MONTGOMERY. 1984. Arthropods from the canopy of inundated terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum fogging technique. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, **19**: 223-236.
- BARREIRA, S. 2005. **Diversidade genética em população natural de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish como base para manejo florestal**. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo.
- BASSET, Y.; H. P. ABERLENCH & G. DELVARE. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. **Ecological Entomology**, **17**: 310-318.
- BASSET, Y.; V. NOVOTNY; S. E. MILLER & R. L. KITCHING. 2003. **Arthropods of tropical forests spatio-temporal dynamics and resource use in canopy**. New York, Cambridge University Press.
- BEGON, M.; C. R. TOWNSEND & J. L. HARPER. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Oxford, Blackwell Publishing.
- BESTELMEYER, B. T.; D. AGOSTI; L. E. ALONSO; C. R. F. BRANDÃO; W. L. BROWN Jr; J. H. C. DELABIE & R. SILVESTRE. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description and evaluation, p. 122-144. In: D. AGOSTI; J. D. MAJER; L. E. ALONSO & T. R. SCHULTZ (Eds.). **Ants standart methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press.
- BOLTON, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge, Harvard University Press.
- BRÜHL, C.A.; G. GUNSALAN & K. E. LINSENMAYER. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, **14**: 285-297.
- CAMPOS, R. I.; H. L. VASCONCELOS; S. P. RIBEIRO; F. S. NEVES & J. P. SOARES. 2006. Relationship between tree size and insect assemblages associated with *Anadenanthera macrocarpa*. **Ecography**, **29**: 442-450.
- CARROLL, C. R. & D. H. JANZEN. 1973. Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **4**: 231-257.
- CARVALHO, P. E. R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silvicultuais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo, EMBRAPA/CNPQ.
- DAVIDSON, D. W. 1997. The role of resource imbalance in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. **Biological Journal of the Linnean Society**, **61**: 153-181.
- DAVIDSON, D. W. & L. PATRELL-KIM. 1996. Tropical arboreal ants: why so abundant? p.127-140. In: A. C. GIBSON (Ed.). **Neotropical Biodiversity and Conservation**. Publication N°1. Los Angeles, Mildred E. Mathias Botanical Garden, University of California.

- DEJEAN, A. & M. GIBERNAU. 2000. A rainforest ant mosaic: the edge effect. **Sociobiology**, **35**: 385-401.
- DEJEAN, A.; B. CORBARA; F. FERNÁNDEZ & J. H. C. DELABIE. 2003. Mosaicos de hormigas arbóreas en bosques y plantaciones tropicales, p. 149 – 158. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed). **Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- DEJEAN, A.; B. AMOUGOU-AKOA; C. DIJÉERTO-LORDON & A. LENOIR. 1994. Mosaic ant territories in an African secondary forest (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **17**: 281-276.
- DEJEAN, A.; D. MCKEY; M. GIBERNAU & M. BELIN. 2000. A rainforest ant mosaic: the edge effect (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **35**: 403-423.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- FITTKAU, E. J. & H. KLINGE. 1973. On biomas and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, **5**: 2-14.
- FLOREN, A. & K. E. LINSENMAIR. 2005. The importance of primary tropical rain forest for species diversity: an investigation using arboreal ants as an example. **Ecosystems**, **8**: 559-567.
- FOWLER, H. G.; L. C. FORTI; C. R. F. BRANDÃO; J. H. C. DELABIE & H. L. VASCONCELOS. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p: 131-223. In: A. R. PANIZZI; & J. R. P. PARRA (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Editora Manole Ltda.
- FUJACO, M.A.G. 2007. **Influência dos diferentes tipos de substrato e geomorfologia na distribuição espacial e arquitetônica do gênero *Eremanthus* sp. no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto/MG**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Evolução Crustal e Recursos naturais, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, MG. 101pp.
- FREDERICKSON, M. E.; M. J. GREENE & D. M. GORDON. 2005. ‘Devil’s Gardens’ bedeviled by ants. **Nature**, **437**(22): 495-496.
- HARADA, A. Y. & J. ADIS. 1997. The ant fauna of tree canopies in Central Amazônia: a first assessment, p. 382-400. In: N. E. STORK; J. ADIS & R. K. DIDHAM (Eds.). **Canopy Arthropods**. London, Chapman & Hall.
- HÖLLDOBLER, B. & C. J. LUMSDEN. 1980. Territorial strategies in ants. **Science**, **210**: 732-739.
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1977. Weaver ants: social establishment and maintenance of territory. **Science**, **195**: 900-902.
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1978. The multiple recruitment systems of the Africa Weaver ant *Oecophylla longinoda* (Latreille) (Hymenoptera: Formicidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **3**(1): 19-60.

- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. **The ants**. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- HUMAN, K. G. & D. M. GORDON. 1999. Behavioral interactions of the invasive argentine ant with native ant species. **Insectes Sociaux**, **46**: 159-163.
- KASPARI, M. 2000. Do imported fire ants impact canopy arthropods? Evidence from simple arboreal pitfall traps. **Southwestern Naturalist**, **45**: 118-122.
- LAWTON, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review Entomology**, **28**: 23-39.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic, tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. **Pest Articles and News Summaries**, **19**: 311-341.
- LESTON, D. 1978. A Neotropical ant mosaic. **Annals of the Entomological Society of America**, **71**: 649-653.
- LONGINO, J. T. & N. M. NADKARNI. 1990. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a Neotropical montane forest. **Psyche**, **97**: 81-94.
- LONGINO, J. T. 2006. A taxonomic review of the genus *Myrmelachista* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica. **Zootaxa**, **1141**: 1-54.
- MAJER, J. D. 1972. The ant-mosaic in Ghana cocoa farms. **Bulletin of Entomological Research**, **62**: 151-160.
- MAJER, J. D. 1976. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. **Journal of Applied Ecology**, **13**: 145-156.
- MAJER, J. D. 1993. Comparison of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brasil, Papua New Guinea and Australia: its structure and influence of ant diversity, pp.115-141 In: J. LASALLE & I. D. GAULD (Eds.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, CAB International.
- MAJER, J. D.; J. H. C. DELABIE & M. R. B. SMITH. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, **26**: 73-83.
- MAJER, J. D. & P. CAMER-PESCI. 1991. Ant species in tropical Australian tree crop and native ecosystems – Is there a mosaic? **Biotropica**, **23**: 173-181.
- MERCIER, J. L. & A. DEJEAN. 1996. Ritualized behavior during competition for food between two Formicinae. **Insectes Sociaux**, **43**: 17-29.
- MERCIER, J. L.; A. DEJEAN & A. LENOIR. 1998. Limited aggressiveness among African arboreal ants sharing the same territories: the result of a co-evolutionary process. **Sociobiology**, **32**: 139-150.
- MORRISON, L.W. 1996. Community organization in a recently assembled fauna: the case of Polynesian ants. **Oecologia**, **107**: 243-256.

- OLSON, D. M. 1991. 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**, **23**(2): 166-172.
- PARR, C. L. & S. L. CHOWN. 2001. Inventory and bioindicator sampling: Testing pitfall and winkler methods with ants in a South African savanna. **Journal of Insect Conservation**, **5**: 27-36.
- PEDRALLI, G.; M. C. B. TEIXEIRA & Y. R. NUNES. 1997. Estudos sinecológicos sobre a candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip) na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto (MG, Brasil). **Árvore**, **21**(2): 301-306.
- PERRY, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy tree. **Biotropica**, **10**: 155-157.
- PERRY, D.R. & J. WILLIAMS. 1981. The Tropical Rain Forest canopy: a method providing total access. **Biotropica**, **13**(4): 283-285.
- RIBAS, C. R.; J. H. SCHOEREDER; M. PIC & S.M. SOARES. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale process regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, **28**: 305-314.
- ROOM, P. M. 1971. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. **Journal of Animal Ecology**, **40**: 735-751.
- ROOM, P. M. 1975. Relative distributions of ant species in cocoa plantations in Papua New Guinea. **Journal of Applied Ecology**, **12**: 47-61.
- SANDERS, N. J.; G. M. CRUTSINGER; R. R. DUNN; J. D. MAJER & J. H. C. DELABIE. 2007. An ant mosaic revisited: dominant ant species disassemble arboreal ant communities but co-occur randomly. **Biotropica**, **39**(3): 422-427.
- SILVESTRE, R. 2000. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Tese Doutorado, Departamento de Biologia/Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo.
- STORK, N. E. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal of the Linnean Society**, **35**: 321-337.
- STORK, N. E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. **Journal of Tropical Ecology**, **7**: 161-180.
- TOBIN, J. E. 1994. Ants as primary consumers: diet and abundance in the Formicidae, p. 279-307. In: J. H. HUNT & C. A. NAPELA (Eds.). **Nourishment and Evolution in Insect Societies**. Boulder: Westview Press.
- TOBIN, J. E. 1995. Ecology and diversity of tropical forest canopy ants, p.129-147. In: M. D. LOWMAN & M. D. NADKARNI (Eds.). **Forest Canopies**, London, Academic Press.
- WILSON, E. O. 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: a first assessment. **Biotropica**, **19**(3): 245-251.

YANOVIK, S. P. & M. KASPARI. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. **Oikos**, **89**: 256-266.

**CAPÍTULO 2 - DETERMINAÇÃO DO STATUS DE DOMINANTE ATRAVÉS DE
COMPORTAMENTOS AGONÍSTICOS EXIBIDOS POR FORMIGAS EM
CONDIÇÕES DE CAMPO E LABORATÓRIO**



3 – DETERMINAÇÃO DO STATUS DE DOMINANTE ATRAVÉS DE COMPORTAMENTOS AGONÍSTICOS EXIBIDOS POR FORMIGAS EM CONDIÇÕES DE CAMPO E LABORATÓRIO

3.1 – RESUMO

Compreender padrões de dominância de espécies na natureza passa pelo entendimento dos mecanismos por trás destes padrões, particularmente pelas forças competitivas, no caso de formigas arbóreas. O objetivo deste trabalho foi observar através de experimentos em campo e em laboratório o grau de agressividade de *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius), uma espécie que já apresentou indicativos de dominância nas florestas montanas do Parque Estadual do Itacolomi. Posteriormente avaliou-se também o comportamento desta espécie perante uma potencial competidora, *Camponotus sericeiventris* (Guérin – Méneville) que possui tamanho corporal parecido, utiliza os mesmos itens alimentares e locais de nidificação na Mata Atlântica, porém ausente no Parque do Itacolomi. A hipótese testada é que os atos comportamentais exibidos pela espécie *C. rufipes* sofrem alterações de acordo com as pressões de competição do ambiente. No experimento em campo, foram observados 14 atos comportamentais que foram divididos nas categorias de “ação”, “reação” e “comportamentos não-interativos”. As espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* foram as mais agressivas no campo. No caso de embates entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris*, a última apresentou indícios da sua capacidade em deslocar colônias de *C. rufipes*. Nos experimentos em laboratório, os encontros intra e interespecíficos envolvendo *C. rufipes* apresentaram os maiores índices de agressividade, resultando em morte de uma das operárias em 76,6% dos casos. *Camponotus rufipes* do Parque Estadual do Itacolomi apresentou menor habilidade para lutar, uma vez que foi atacada e morta durante os primeiros minutos em 60% das repetições. Sendo assim, fica evidente a existência de competição entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris* e a menor agressividade da população de *C. rufipes* que não co-existe com *C. sericeiventris*.

Palavras-chave: Competição intra e interespecífica, agressividade, encontros diádicos, formigas de dossel, formigas dominantes.

3.2 – ABSTRACT

The understanding of patterns in species dominance in nature depends on understanding of mechanism behind the patterns, namely competitive forces, in the case of arboreal ants. The objective of this work was to observe through experiments in field and in laboratory degree of aggressivity and dominance by *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius), a species that has already presented indicative of dominance in the montane forest in the State Park of Itacolomi, MG, Brazil. Later, it was also evaluated this species behavior in the face of a potential competitor *Camponotus sericeiventris* (Guérin – Méneville), which has similar body size, feeds on the same food items and uses the same nesting sites in the Atlantic Forest, but is absent of the Park of Itacolomi. The hypothesis tested is that behavioral acts exhibited by the *C. rufipes* species suffer alterations according to the environment competition pressures. In the field experiment were observed 14 behavioral acts that were divided into the following categories: “action”, “reaction” and “no-interactive behaviors”. The species *C. rufipes* and *C. sericeiventris* were be more aggressive in the field. For encounter events between *C. rufipes* and *C. sericeiventris*, the latter showed indications of its capability for removing *C. rufipes* colonies. In the laboratory experiments, the intra and interspecific encounters involving *C. rufipes* presented the largest aggressiveness indexes, resulting in death of one of the workers in 76.6% of the cases. The *C. rufipes* individuals from the Park of Itacolomi showed less skills or impulses for fighting, as they were attacked and killed during the first minutes in 60% of the repetitions. So, it is evident the existence of competition between *C. rufipes* and *C. sericeiventris* and a smaller aggressiveness in the *C. rufipes* population, which doesn't coexist with *C. sericeiventris*.

Keywords: Intra and interspecific competition, aggressiveness, dyadic encounters, canopy ants, dominant ants.

3.3 – INTRODUÇÃO

A competição ocorre quando indivíduos (da mesma espécie ou não) requerem recursos extremamente similares para sobreviver, crescer e reproduzir-se. Ela pode ser dividida em duas categorias: competição por exploração e competição por interferência, sendo que a competição por exploração reflete a habilidade de uma espécie em encontrar e utilizar um recurso potencialmente limitado, privando outras do uso do mesmo, sem interação direta entre as duas espécies. Já a competição por interferência acontece quando uma espécie tem a capacidade de privar outras do recurso através de interações agressivas (BEGON, 2006). A importância da competição como força estruturadora das comunidades é um tema controverso, mas muito investigado em se tratando de formigas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Para as formigas, a competição por interferência pode ser observada frequentemente através da agressão mútua, geralmente resultando em injúrias, morte e o deslocamento de uma colônia por outra (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). A competição interespecífica é mais forte quanto mais similares forem as espécies em sua morfologia e na utilização dos recursos (MACARTHUR & LEVINS, 1967; GOTELLI & ELLISON, 2002). A coexistência das espécies é possível pela diversificação de estratégias na utilização dos recursos, seja por diferenças nos horários de forrageamento, na variedade de fontes alimentares, locais de nidificação ou por possuírem tamanho corporal diferente, caso utilizem o mesmo tipo de alimento (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; GOTELLI & ELLISON, 2002). A competição interespecífica resulta na formação de uma hierarquia de dominância entre as espécies formada através da agressão, da exclusão de outras espécies da fonte de alimento e de melhores estratégias de forrageamento (WILSON, 1971; DAVIDSON, 1998). As espécies dominantes então podem controlar a ocorrência das outras espécies, exercendo um importante papel na estruturação da assembléia de formigas, podendo gerar um padrão de distribuição e co-ocorrência de espécies em mosaico (ROOM, 1971; LESTON, 1973, 1978; MAJER *et al.*, 1994). Um mosaico, portanto, é formado pelo conjunto de áreas territoriais não sobrepostas de espécies dominantes, nas quais habitam as espécies sub ou não dominantes, toleradas pelas dominantes.

A defesa do território é diretamente correlacionada à dominância e ocorre amplamente entre as espécies de formigas no dossel das florestas tropicais (DAVIDSON, 1998). O território é definido como uma área que um animal ou uma sociedade ocupa e a defende (através de exibições agressivas) contra intrusos (HÖLLDOBLER & LUMSDEN, 1980). Em insetos sociais, o estabelecimento e manutenção do território são baseados na divisão de trabalho e num complexo sistema de comunicação (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). A maioria das espécies de formigas

têm hábitos estacionários, e o espaço em torno do ninho é frequentemente defendido contra potenciais competidores (HÖLLDOBLER & LUMSDEN, 1980; JAFFÉ & MARCUSE, 1983). Para isto, é necessário que as formigas sejam capazes de reconhecer as companheiras de ninho e distingui-las dos indivíduos de outras colônias e também de outras espécies. Este reconhecimento se dá através de sinais químicos olfativos que constituem o odor da colônia, que é comum a todos os indivíduos do ninho (WILSON, 1990). A maioria das espécies de formigas é capaz de reconhecer intrusos, e quando estes são encontrados, geralmente são atacados e eventualmente mortos (JAFFÉ & MARCUSE, 1983; GORDON, 1989; GORDON & KULIG, 1996; ERRARD & HEFETZ, 1997; MERCIER *et al.*, 1997; BOULAY *et al.*, 2000; CHEN & NONACS, 2000).

Patrulhar continuamente um território pode ser energeticamente muito custoso, resultando em inúmeros conflitos e até mesmo em morte das patrulheiras e, ainda assim, é um comportamento que gera mais vantagens do que desvantagens para a colônia (OSTER & WILSON, 1978). HÖLLDOBLER & LUMSDEN (1980) definiram que as estratégias territoriais das formigas se delineiam em função da organização social das colônias, da distribuição dos recursos, da “arquitetura” e da estrutura espaço-temporal do ambiente. Os comportamentos ritualizados também são importantes na defesa do território, pois através da sua utilização, pode-se evitar que ocorra uma luta de fato, o que representa um ganho de energia considerável para o indivíduo e para a colônia (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). O comportamento territorial e os sistemas de reconhecimento das operárias do mesmo ninho são os mecanismos mais importantes de que as formigas dispõem para manter a coesão da colônia (JAFFÉ & MARCUSE, 1983).

O forrageamento é definido como um conjunto de atos ou estratégias comportamentais que levam o indivíduo a encontrar e utilizar fontes de energia para a sua sobrevivência (KREBS & DAVIS, 1987). Estratégias de forrageamento têm por função maximizar a procura e obtenção do alimento, e minimizar os custos competitivos com outras espécies ou colônias. O forrageamento solitário é empregado em espécies de formigas mais basais que possuem colônias pequenas como as da subfamília Ponerinae (CARROLL & JANZEN, 1973; DUCAN & CREWE, 1994). O recrutamento, ato de chamar as companheiras de ninho, é uma maneira de aumentar a eficiência do forrageamento (WILSON, 1971). Várias espécies de Myrmicinae, Formicinae e Dolichoderinae deixam uma trilha química para que as outras operárias encontrem o alimento. O recrutamento de grupo ocorre geralmente entre colônias de tamanho médio e com operárias maiores, como *Camponotus*, *Pogonomyrmex* e *Formica*. E o recrutamento em massa é mais empregado por grandes colônias contendo operárias de tamanho pequeno como *Pheidole*, *Solenopsis* e *Crematogaster* (CARROLL & JANZEN, 1973). A mesma espécie de formiga pode utilizar diferentes estratégias, como visto por BERNSTEIN (1975). Nesse estudo, utilizando as

espécies *Pogonomyrmex* sp. e *Veromessor pergandei*, o autor observou que quando o alimento é abundante, as espécies utilizam do forrageamento solitário, e quando o alimento é escasso, essas mesmas espécies utilizam o forrageamento de grupo, que maximiza a obtenção do recurso disponível.

Visando obter uma investigação mais detalhada sobre espécies dominantes, o objetivo deste estudo foi observar através de experimentos em campo e em laboratório o grau de agressividade e dominância de *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius, 1775), uma espécie que já apresentou indicativos de dominância nas árvores do Parque Estadual do Itacolomi. Posteriormente avaliou-se também o comportamento desta espécie perante uma potencial competidora, que possui tamanho corporal parecido, utiliza os mesmos tipos de alimentos e locais de nidificação na Mata Atlântica, mas ausente no Parque do Itacolomi. A hipótese testada é que os atos comportamentais exibidos pela espécie *C. rufipes* sofrem alterações de acordo com as pressões de competição do ambiente. Outra hipótese testada é a de que *C. rufipes* e *C. sericeiventris* seriam espécies de formigas dominantes. A predição é que as espécies dominantes apresentem comportamentos agressivos, sendo capazes de deslocar ou expulsar outras espécies de formigas que porventura apareçam na isca atrativa. E que entre as espécies dominantes também haja comportamentos agonísticos, refletindo a competição intra e interespecífica.

3.4 – MATERIAL E MÉTODOS

O foco das observações foram as espécies *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* (Fabricius, 1775), que revelou-se potencialmente dominante nas florestas estudadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEI) e *Camponotus (Myrmepomis) sericeiventris* (Guérin – Méneville, 1838), uma espécie que provavelmente não ocorre no Parque Estadual do Itacolomi, mas pode ser uma forte competidora da *C. rufipes* em outras localidades, por apresentar tamanho corporal e exigências ambientais muito semelhantes. No PEI não é evidente a existência de uma espécie que seja competidora direta de *C. rufipes*, a qual sempre foi encontrada juntamente com espécies muito menores do que ela ou com outras espécies de *Camponotus* que se apresentavam em menor número (ver capítulo 1).

3.4.1 – Experimentos em campo

As observações foram realizadas no Parque Estadual do Itacolomi (ver detalhes no capítulo 1) e no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais. A cidade de Juiz de Fora possui clima tropical de altitude, com estações seca e chuvosa bem definidas, temperatura média anual de 19,3°C, pluviosidade média anual de 1500mm e altitude média de 940m (Banco de dados climáticos do Brasil – Embrapa Monitoramento por Satélite e Esalq – USP, 2007). No campus, a vegetação é do tipo Mata Atlântica e sofre impacto ambiental pela presença humana e de espécies exóticas. O campus da UFJF foi selecionado para a realização do experimento por apresentar a coexistência das espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris*, situação que não ocorre no Parque Estadual do Itacolomi.

No Parque Estadual do Itacolomi foram selecionadas três árvores que tivessem uma alta atividade forrageadora de *C. rufipes*. No campus da UFJF, foram selecionadas árvores dentro do território onde *C. rufipes* e *C. sericeiventris* coexistem. No entanto, foram escolhidas duas árvores com forrageio intenso de *C. rufipes* e uma com ninho de *C. sericeiventris*. Os experimentos foram realizados nos meses de outubro e novembro de 2007.

Na copa de cada uma dessas árvores foi colocada uma isca atrativa contendo 10g de sardinha com mel (1:1; g:g) sobre um papel toalha. Ao chegar a primeira *C. rufipes*, o experimento foi iniciado. No caso do campus da UFJF, o experimento foi iniciado ao chegar a primeira *C. rufipes* ou *C. sericeiventris* (Figura 11 A e B). A partir desse momento, realizou-se observações pelo método *sequence sampling* (ALTMANN, 1974) por cinco minutos a intervalos de 10, durante quatro horas, registrando-se com gravador de voz digital (mp3) todos os atos comportamentais exibidos pelas formigas. Foram registrados os comportamentos não só das espécies em foco, como os de todas as outras que apareceram. Ao fim das observações, a isca foi recolhida com saco plástico. Algumas formigas foram coletadas com pinça para posterior confirmação da espécie, porém só foram retiradas da isca após apresentarem recrutamento. Este experimento foi realizado com três repetições em cada árvore, somando 6 tratamentos com 18 repetições e 288 registros. O acesso à copa das árvores foi feito através dos métodos de escalada em corda (*single rope* PERRY, 1978; PERRY & WILLIAMS, 1981) e escalada livre pelo tronco utilizando equipamento de segurança.

As formigas coletadas foram fixadas em álcool 70% sendo registrados o local e data da coleta e levadas ao laboratório. Posteriormente, foram identificadas utilizando-se microscópio estereoscópio (Leica®) até o nível de gênero, segundo BOLTON (1994) e FERNÁNDEZ (2003) e separadas em morfoespécies. Os espécimes montados foram depositados na coleção temática do

Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel, NUPEB-UFOP. Esta coleta conta com a licença da Coordenadoria de Proteção à Vida Silvestre para realização de pesquisa n. 147/06 do Instituto Estadual de Florestas.

Para avaliar a frequência dos comportamentos observados em relação aos esperados foram feitas tabelas de contingência para as espécies dominantes com relação às outras, separadamente para os comportamentos de ação e reação. As análises foram testadas com o uso de Qui-quadrado ao nível de 5% de significância.

3.4.2 – Experimentos em laboratório

Foram realizados encontros diádicos entre as espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* provenientes de diferentes colônias do Parque Estadual do Itacolomi (PEI) e do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Esses encontros revelam os comportamentos exibidos pelas formigas sem a interferência da competição por um recurso alimentar e também sem a possibilidade de evitação mútua, já que as duas formigas ficam restritas a um pequeno espaço tornando o encontro inevitável. O confronto entre as *C. rufipes* do PEI e todas as demais do campus da UFJF teve por objetivo observar se a colônia do PEI reage da mesma forma que a *C. rufipes* do campus da UFJF. Tornando possível avaliar se os atos comportamentais agressivos são inatos ou sofrem alterações de acordo com as pressões ambientais de competição às quais os indivíduos estão submetidos.

Foram coletados no PEI aproximadamente 70 indivíduos de uma colônia de *C. rufipes* e, no campus da UFJF, 50 indivíduos de cada colônia, sendo uma de *C. sericeiventris* e uma de *C. rufipes* no local em que elas coexistem. As formigas foram coletadas com pinça e foram mantidas em um pote plástico com tampa (12cm de diâmetro x 9cm de profundidade) contendo um algodão embebido em uma mistura de mel diluído na água (Figura 11 C). Permanecendo isoladas (sob temperatura de 20°C e a 70% de umidade) cerca de 24 horas antes da realização do experimento. O período de isolamento e os experimentos foram realizados no Laboratório Avançado do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal, entre os meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008.

Foram feitos seis tratamentos com 10 repetições para cada um. Os tratamentos contemplaram todas as possibilidades de encontros, inclusive com indivíduos da mesma colônia, que foram considerados os tratamentos controle (Tabela 4). A cada repetição, duas formigas foram colocadas em uma arena com seis centímetros de diâmetro contendo Fluon® nas bordas para impedir que elas conseguissem sair. Procurou-se sempre confrontar operárias de mesmo

tamanho. A arena possuía uma divisória que mantinha as formigas sem contato (Figura 11 D), onde permaneciam por 10 min para que se habituassem ao novo local. Posteriormente foi retirada a divisória e o experimento foi iniciado (Figura 11 E). Cada repetição durou cinco minutos e durante o experimento foram registrados todos os atos comportamentais exibidos pelas formigas com o uso de gravador de voz digital (mp3). Após cada repetição, a arena foi limpa com álcool 50% a fim de se evitar que o odor deixado pelas formigas da repetição anterior interferisse nas futuras repetições. No final das observações, as formigas da arena eram devolvidas ao ambiente. Para a realização das repetições que envolviam formigas da mesma espécie, fez-se a marcação dos indivíduos com tinta atóxica no pronoto utilizando caneta Edding® 750 e esperou-se cerca de 30 minutos para a secagem completa da tinta antes da realização dos encontros (LOPES *et al.*, 2005).

A agressividade foi calculada através do índice de agressão modificado de ERRARD & HEFETZ (1997), e consiste de uma média ponderada dos comportamentos exibidos. A atribuição destes valores leva em consideração o grau de agressividade que os mesmos representam, sendo: 0 = “toque antenal” e “evitar”, 1 = “alerta parada” e “avançar”, 2 = “morder”, 3 = “torção gáster” e 4 = “lutar”. Os índices de agressividade calculados para cada tratamento foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste post-hoc de Student-Newman-Kells, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa Biostat 4.0.

Tabela 4 – Encontros diádicos realizados no Laboratório Avançado do Programa de Pós Graduação em Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora contemplando todos os tratamentos e as espécies envolvidas em cada um.

Tratamento	Nome do tratamento	Espécies
1	Controle <i>C. rufipes</i> PEI	<i>C. rufipes</i> PEI X <i>C. rufipes</i> PEI
2	Espécies diferentes	<i>C. rufipes</i> PEI X <i>C. sericeiventris</i> UFJF
3	Controle <i>C. rufipes</i> UFJF	<i>C. rufipes</i> UFJF X <i>C. rufipes</i> UFJF
4	Mesma espécie	<i>C. rufipes</i> UFJF X <i>C. rufipes</i> PEI
5	Vizinhas	<i>C. rufipes</i> UFJF X <i>C. sericeiventris</i> UFJF
6	Controle <i>C. sericeiventris</i> UFJF	<i>C. sericeiventris</i> UFJF X <i>C. sericeiventris</i> UFJF

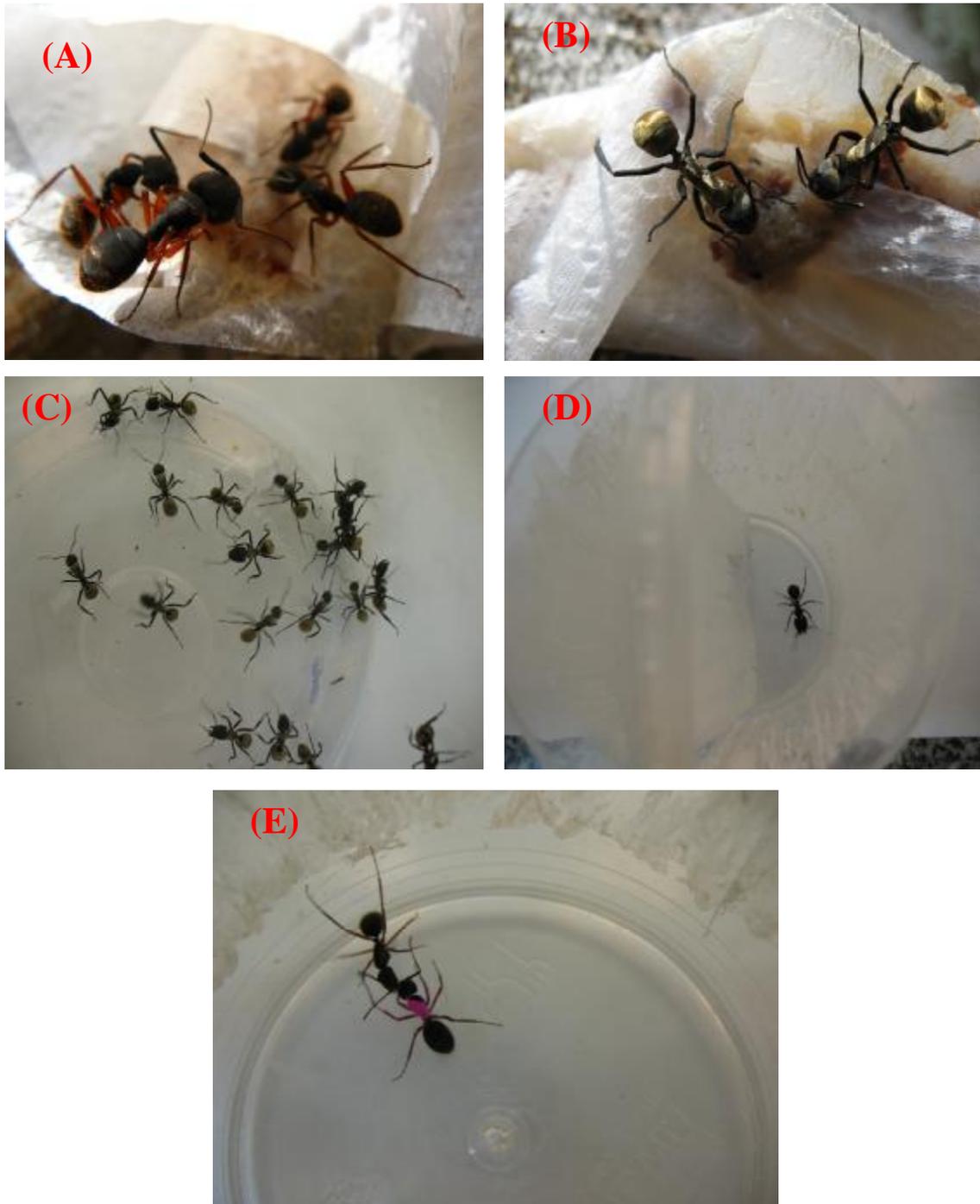


Figura 11 – (A) *Camponotus rufipes* presente na isca atrativa no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora; (B) *Camponotus sericeiventris* presente na isca atrativa no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora; (C) *Camponotus sericeiventris* no período de reclusão antes dos encontros diádicos em pote plástico; (D) arena onde ocorreram os encontros diádicos mostrando a divisória que isolava cada formiga em um compartimento; (E) embate entre duas

Camponotus rufipes de colônias diferentes durante o encontro diádico. Foto: Espírito Santo, 2007.

3.5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 – Experimentos em campo

Foram registradas nove morfoespécies de formigas nos experimentos realizados no Parque Estadual do Itacolomi e 12 morfoespécies de formigas no campus da UFJF (Tabela 5). A maior parte das morfoespécies coletadas pertence a gêneros predominantemente arbóreos, tais como *Camponotus*, *Crematogaster*, *Pseudomyrmex*, *Myrmelachista* e *Cephalotes* (BOLTON, 1994; FERNÁNDEZ, 2003).

Tabela 5 – Morfoespécies de formigas coletadas pelo método de isca atrativa durante os experimentos em campo nos dois ambientes: Parque Estadual do Itacolomi (PEI) e Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), MG.

	PEI	Campus UFJF
Myrmicinae		
<i>Acromyrmex</i> sp.1	-	+
<i>Cephalotes</i> sp.1	+	-
<i>Cephalotes</i> sp.2	-	+
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	+
<i>Pheidole</i> sp.1	-	+
<i>Pheidole</i> sp.2	+	-
Formicinae		
<i>Camponotus rufipes</i>	+	+
<i>Camponotus sericeiventris</i>	-	+
<i>Camponotus</i> sp.1	+	-
<i>Camponotus</i> sp.2	+	-
<i>Camponotus</i> sp.3	+	-
<i>Camponotus</i> sp.4	+	-
<i>Camponotus</i> sp.5	-	+
<i>Camponotus</i> sp.6	-	+
<i>Camponotus</i> sp.7	-	+
<i>Camponotus</i> sp.8	-	+
<i>Myrmelachista</i> sp.1	+	-
Pseudomyrmicinae		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	+	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	-	+

Foram registrados 14 atos comportamentais sobre as iscas. Estes foram divididos em categorias de “ação”, “reação” e, nas situações em que os indivíduos estavam sozinhos sobre a

isca ou quando não interagem com os demais, os comportamentos foram incluídos na categoria “comportamentos não-interativos”.

Todas as categorias e comportamentos exibidos pelas formigas estão listados e descritos a seguir:

1. Ações

- Avançar – a formiga vai em direção à outra com a mandíbula aberta, pronta para morder;
- Morder – prender com as mandíbulas parte do corpo de outro indivíduo;
- Dobramento do gáster – a formiga dobra o gáster no sentido postero-anterior na posição típica em que lança ácido fórmico;
- Evitar – ao se aproximar de um indivíduo, o outro se afasta, evitando o encontro.

2. Reações

- Permanecer na isca – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, permanece na isca se alimentando;
- Fugir – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, foge não só do local como também da isca;
- Recuar – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, sai de perto do que imprimiu a ação, mas não sai da isca e permanece se alimentando;
- Dobramento do gáster – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, responde com essa exibição típica de agressão, dobrando o gáster no sentido postero-anterior na posição típica em que lança ácido fórmico;
- Lutar – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, agarra o outro indivíduo pelas mandíbulas e lança ácido fórmico.

3. Comportamentos não-interativos

- Parada se alimentando – quando a formiga apenas se alimenta;
- Explorando o ambiente – quando a formiga anda tocando as antenas em toda extensão do papel onde foi colocada a isca;
- *Autogrooming* – ato de se limpar, através de movimentos estereotipados;
- Trofaláxis – troca de líquido regurgitado por uma operária diretamente nas partes bucais de outra;
- Carregando alimento – o indivíduo carrega uma partícula de isca e a leva para a colônia.

Os comportamentos mais freqüentes para todas as formigas dos dois locais foram “parada se alimentando” e “explorando o ambiente” (Figura 12 A e B). Em etogramas realizados para diferentes espécies de formigas, é consenso que as categorias limpeza, alimentação e exploração do ambiente estão entre as mais comuns (WILSON, 1976; BRANDÃO, 1983; DEL CLARO *et al.*, 2002; SANTOS, 2002; YAMAMOTO, 2004). Há ainda o fato de que as formigas buscaram uma fonte de alimento (isca) em seu habitat natural, e é muito provável que já tenham convivência com as outras espécies residentes no local. De acordo com a hipótese do “inimigo querido” (WILSON, 1975), há algumas espécies de formigas que são capazes de reconhecer quem são suas vizinhas e quem são as espécies com as quais não têm contato. Diante disso, as formigas residentes costumam ser muito mais agressivas com as “estrangeiras” do que com as “vizinhas”, visando uma economia energética. As espécies que convivem acabam se ajustando ao habitat e compartilhando os recursos, enquanto que as estranhas podem chegar ao novo território e tentar ocupar o nicho de alguma residente (WILSON, 1975). Além disso, o odor de Gestalt em campo fica mais diluído entre todos os indivíduos que por ali forrageiam e que interagem, tornando menor a agressividade entre as espécies que se encontram constantemente (WILSON, 1971). Ainda para formigas arbóreas, já foi visto que várias espécies têm o hábito de forragear em grandes extensões das copas das árvores, apresentando familiaridade com o local de forrageamento e tolerância a presença de outras espécies (CARROLL & JANZEN, 1973).

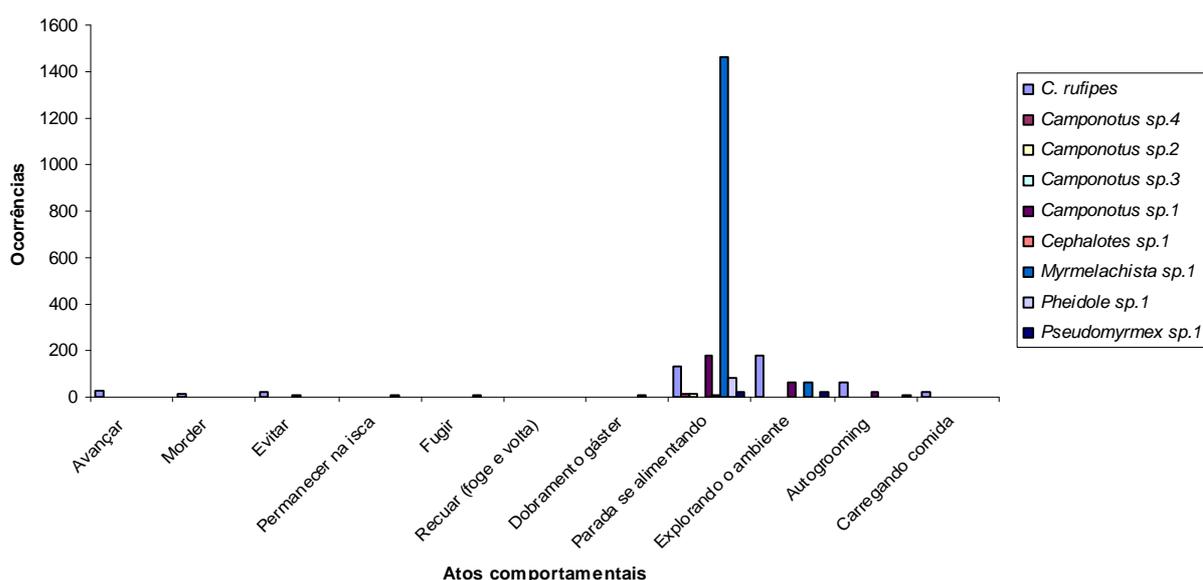


Figura 12 A- Ocorrência de cada comportamento para as morfoespécies de formigas no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

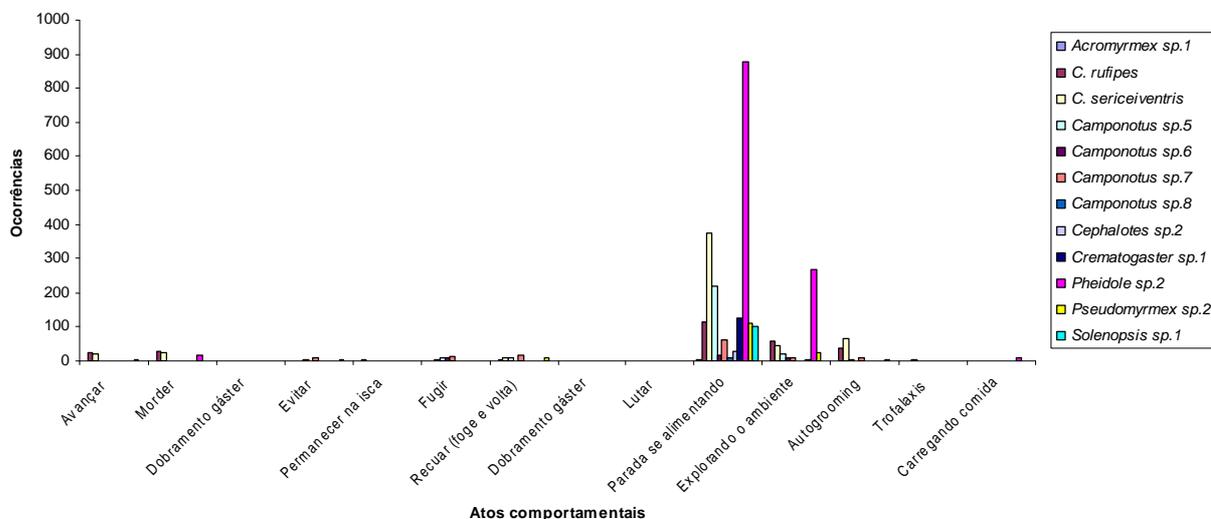


Figura 12 B – Ocorrência de cada comportamento para as morfoespécies de formigas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

No PEI, com relação aos comportamentos agressivos de ação “avançar” e “morder”, nota-se que *C. rufipes* foi a formiga que mais os executou ($\chi^2 = 88,3$, $p < 0,001$). *Myrmelachista* sp.1 foi a que mais executou os atos de reação “fugir” e “dobramento do gáster” ($\chi^2 = 15,65$, $p < 0,05$) (Figura 13). Todas as outras espécies agrupadas executaram ações de “avançar” (em duas ocorrências) e com maior frequência “evitar”, e reações de “fugir” e “recuar”, demonstrando serem submissas à agressividade de *C. rufipes*.

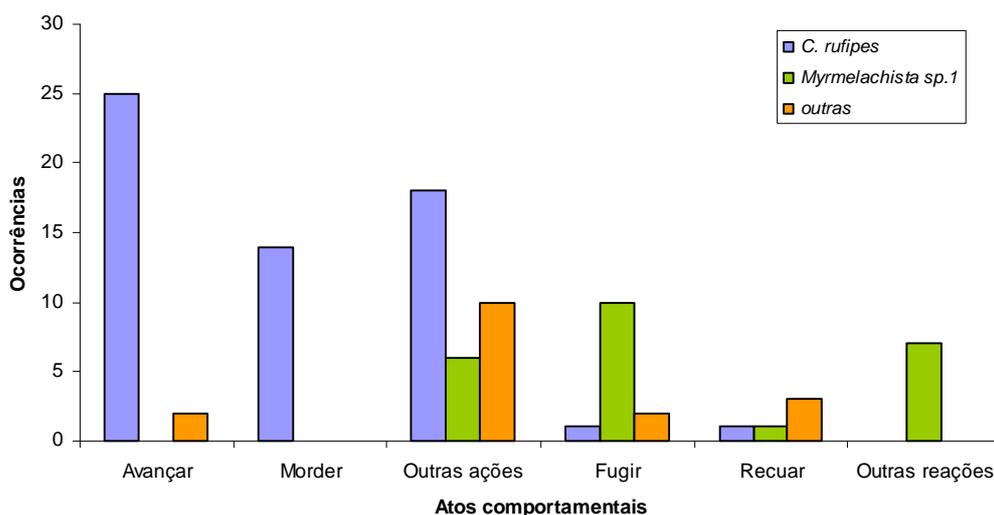


Figura 13 – Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as formigas *C. rufipes*, *Myrmelachista* sp.1 e as outras morfoespécies agrupadas no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

Para as formigas do campus da UFJF observa-se que *C. rufipes* e *C. sericeiventris* executaram com maior frequência os comportamentos agressivos de ação como “avançar” e “morder” ($\chi^2 = 45,78$, $p < 0,05$). As outras morfoespécies de formigas agrupadas executaram mais os comportamentos defensivos de reação como “recuar” e “fugir” ($\chi^2 = 18,9$, $p < 0,05$) (Figura 14). A análise dos comportamentos agressivos das duas espécies dominantes (*C. rufipes* e *C. sericeiventris*) evidencia que não há diferença significativa na frequência com que executam tais atos comportamentais ($\chi^2 = 3,43$, $p > 0,05$).

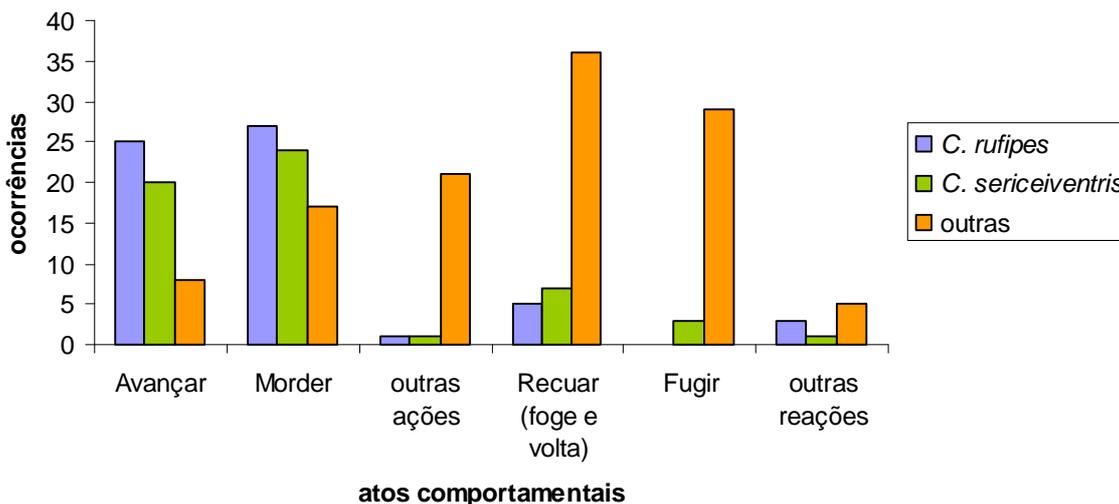


Figura 14 – Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as formigas *C. rufipes*, *C. sericeiventris* e as outras morfoespécies agrupadas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

Estas análises reforçam a hipótese de que *C. rufipes* seja dominante nos dosséis das florestas onde ocorre e, no caso da sua coexistência com *C. sericeiventris*, fica evidente o potencial para co-dominância ou exclusão competitiva devido à competição direta entre as duas espécies. As várias outras espécies de formigas que forrageiam no território dessas espécies dominantes são claramente sub-dominantes, pois usaram a mesma área de forrageamento e o mesmo recurso alimentar, no entanto, ficam subjugadas à agressividade das espécies dominantes, haja vista os comportamentos exibidos.

Os gêneros de formigas que ocorreram na isca têm particularidades comportamentais, em acréscimo, cada espécie dentro do gênero pode apresentar diferenças nos seus hábitos alimentares, de tamanho e de agressividade. Podem diferenciar-se na estratégia de procura e obtenção de alimentos, locais de nidificação e formas de se defender e atacar potenciais competidores. O comportamento na isca reflete a sua estratégia de forrageamento e recrutamento e, em muitos casos, de agressividade e defesa. Muitas espécies apresentaram-se oportunistas, e

evitaram interações agressivas coletando o alimento rapidamente até serem expulsas por uma espécie dominante. Neste estudo, exibiram tal comportamento gêneros *Cephalotes* e *Pseudomyrmex* e algumas espécies de *Camponotus* (*Camponotus* sp.2, sp.4, sp5 e sp.6). Em gêneros que apresentam espécies polimórficas, como *Camponotus*, é comum as operárias menores fazerem o forrageamento e só depois do alimento ter sido localizado, as operárias maiores chegarem (CARROLL & JANZEN, 1973; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Geralmente, as operárias maiores fazem a defesa do ninho e são as mais agressivas da colônia (BUCKINGHAM, 1911). Estas, ao utilizarem um recurso previsível no espaço, empregam como estratégia o recrutamento de grupo e a defesa do território (JAFFÉ & SÁNCHEZ, 1984b; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Nesse estudo elas foram representadas por *C. rufipes* e *C. sericeiventris*. Alguns gêneros apresentam o recrutamento em massa, que é o tipo de forrageio mais eficiente para consumir grandes pedaços de alimento que aparecem ocasionalmente próximos do ninho (CARROLL & JANZEN, 1973). Essas são representadas por *Pheidole*, *Solenopsis*, *Crematogaster* e *Myrmelachista*. Dessa forma, diferenças na frequência com que cada espécie executou um determinado comportamento são esperadas devido a essas particularidades entre os gêneros e entre as espécies. E também mostra que a coexistência entre essas espécies é possível devido à amplitude de comportamentos e modos de vida que elas apresentam. Soma-se ainda o fato de que as diferentes espécies se posicionam em posições praticamente opostas para se alimentar evitando um conflito entre as que utilizam do recurso no mesmo momento.

Apesar de *C. rufipes* ser uma espécie frequentemente coletada em vários ambientes (DEL CLARO & OLIVEIRA, 1999, 2000; STEFANI *et al.*, 2000; MARINHO *et al.*, 2002; ORR *et al.*, 2003; RIBAS *et al.*, 2003; PETERNELLI *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2006), pouquíssimos trabalhos abordam seu comportamento (mas veja JAFFÉ & SÁNCHEZ, 1984a e b). Esta é uma espécie polimórfica, para a qual se distingue três castas físicas de operárias. É agressiva, tendo registro de domínio sobre iscas de sardinha no solo do Cerrado brasileiro (SILVESTRE, 2000). Possui colônias muito populosas e é capaz de nidificar tanto no solo como na vegetação. Seu horário de atividade é preferencialmente diurno, mas é vista também forrageando à noite (JAFFÉ & SÁNCHEZ, 1984b). Ficam alertas e executam o comportamento de “*drumming*” em caso de perturbação no ninho, que consiste em bater o gáster muitas vezes e rapidamente contra o substrato. São onívoras, já foram vistas se alimentando de NEFs, atendendo espécies de Membracidae e ainda carregando presas mortas (ESPÍRITO SANTO, N.B., dados não publicados). Neste experimento *C. rufipes* conseguiu diminuir, excluir ou impedir o fluxo de outras espécies de formigas na isca. Este fato foi particularmente notado em encontros com outra espécie numericamente abundante, *Myrmelachista* sp.1, sendo que a presença de cinco operárias de *C.*

rufipes chegou a excluir aproximadamente 80 indivíduos de *Myrmelachista* sp.1, através de exibições agressivas. *Myrmelachista* sp.1, que se apresentou como potencialmente dominante no PEI (ver capítulo 1), não executou nenhuma vez os comportamentos de ação, considerados agressivos. E ainda foram as que mais apresentaram o comportamento de “fugir” em resposta a um comportamento agressivo, evidenciando que sua abundância pode não representar dominância sobre um território, por outro lado, garante através desta estratégia que elas cheguem rapidamente a fonte alimentar e tenham um rápido retorno às trilhas e colônia.

A espécie *C. sericeiventris* também polimórfica, nidifica exclusivamente nos tronco das árvores, possui colônias muito populosas e é conhecidamente muito agressiva (WHEELER, 1931; BUSHER *et al.*, 1985; YAMAMOTO, 2004). Possui horário de atividade exclusivamente diurno (DEL CLARO & OLIVEIRA, 1999). Operárias maiores que ficam próximas à entrada do ninho sempre apresentam comportamentos agressivos a qualquer sinal de perturbação (YAMAMOTO, 2004). As operárias forrageiam em grupo e têm fidelidade ao trajeto percorrido para tal. É uma espécie oportunista e se alimenta de artrópodes vivos ou mortos, frutos e sementes (YAMAMOTO, 2004). E ainda visita flores, NEFs e atende lagartas de lepidópteros ou ninfas de hemípteros (DEL CLARO & OLIVEIRA, 1999; YAMAMOTO, 2004). Foi observado por YAMAMOTO (2004) o comportamento agressivo durante o forrageio de *C. sericeiventris*, principalmente com operárias menores e médias forrageando. Comportamentos agressivos sobre iscas foram observados por MACHADO & FREITAS (2001) e COGNI & FREITAS (2002).

As espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* compartilham várias características de seu comportamento e história natural. E por serem as duas muito agressivas no domínio de um recurso alimentar e defesa de suas colônias foram consideradas neste trabalho como duas das espécies competidoras mais importantes em dosséis de Mata Atlântica. Outros trabalhos sobre formigas em dosséis de áreas de Mata Atlântica do vale do Rio Doce evidenciam que embora ocorram, estas duas espécies não coexistem nos dosséis. Diante da presença de *C. sericeiventris*, *C. rufipes* não foi observada em copas de árvores em diferentes localidades, embora esteja presente nos solos desta floresta (CAMPOS *et al.*, 2006; COELHO & RIBEIRO, 2006). No presente trabalho, foi observada uma situação que sugere uma eventual ação de exclusão competitiva em andamento. No campus da UFJF, na árvore que abrigava o ninho de *C. sericeiventris* não houve nenhum registro de ocorrência de *C. rufipes*, enquanto que nas outras duas árvores em que *C. rufipes* tinha um forrageamento mais intenso observava-se (em menor quantidade) algumas operárias de *C. sericeiventris*. Sugere-se portanto, que a agressividade de *C. sericeiventris* pode ser ainda maior do que a de *C. rufipes*, sendo a primeira mais apta a deslocar as colônias da segunda. Em acréscimo, no campus da UFJF em locais onde há ninhos muito grandes e completa

dominância de *C. sericeiventris*, não se observa nenhuma operária de *C. rufipes* forrageando (Obs. pers.). O presente trabalho é o primeiro registro de uma vasta presença de *C. rufipes* compondo populações dominantes em dosséis florestais, coincidentemente em uma área sem a presença de *C. sericeiventris*. A ausência da última no Itacolomi não tem causa conhecida, mas pode ser devido à altitude e limites climáticos, ou devido à ausência de um número significativo de árvores de grande porte, que esta espécie necessita para nidificar (YAMAMOTO, 2004; CAMPOS *et al.*, 2006).

Comparando-se o comportamento de operárias de *C. rufipes* dos dois locais estudados observa-se que os indivíduos do campus da UFJF executaram mais o comportamento de “morder” e os indivíduos da colônia do PEI executaram com maior frequência o comportamento de “evitar” ($\chi^2 = 19,34$, $p < 0,05$) (Figura 16). Tal resultado permite conjecturar que a presença de uma forte competidora como *C. sericeiventris* seleciona genótipos de *C. rufipes* mais agressivos, enquanto que a *C. rufipes* que não coexiste com esta espécie, tão forte quanto ela, procure principalmente evitar uma luta. Quanto mais similares forem as espécies competidoras, maior será o tempo gasto em lutas e exibições agressivas (KREBS & DAVIES, 1996). Já para os atos comportamentais de reação, a colônia do campus da UFJF apresentou mais o comportamento de “recuar” principalmente devido à presença de *C. sericeiventris* ($\chi^2 = 23,9$, $p < 0,05$) (Figura 15). Porém nos dois locais a ocorrência de atos comportamentais de reações para as colônias de *C. rufipes* é muito pequena, mais uma vez demonstrando poucas investidas agressivas das outras espécies contra ela.

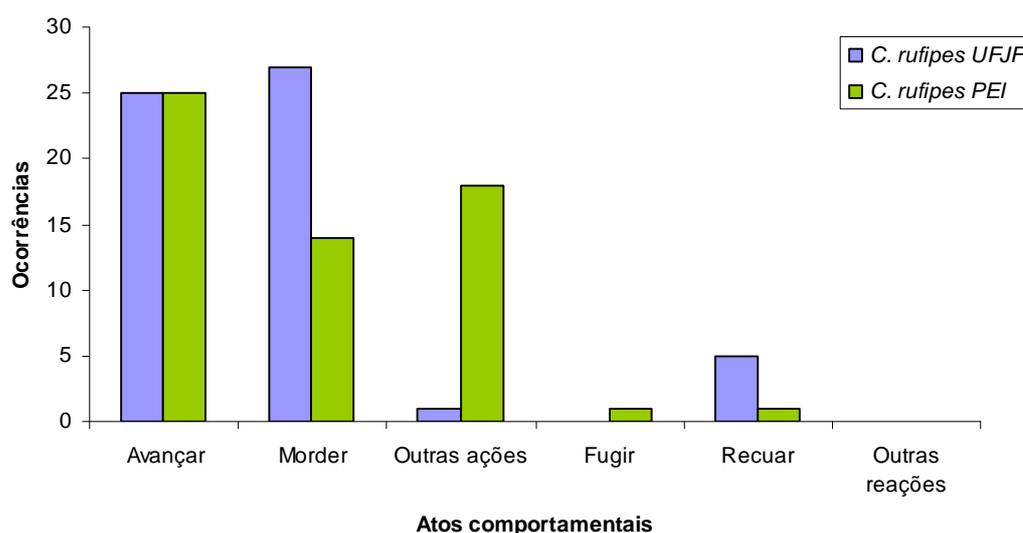


Figura 15 – Ocorrência dos comportamentos de ação e reação para as colônias de *C. rufipes* do Parque Estadual do Itacolomi e campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

Os resultados sugerem que as espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* sejam potenciais dominantes em qualquer ambiente em que ocorram, por apresentarem em seu repertório comportamental exibições agressivas sendo capazes de afugentar outras formigas de seu ambiente. No entanto, mostram-se tolerantes a uma série de outras espécies, que podem coexistir em densidades menores, com tamanhos corporais diferentes e ainda utilizando estratégias de forrageamento diferentes, embora *C. sericeiventris* aparentemente seja hábil em excluir *C. rufipes* da sua área de forrageamento.

3.5.2 – Experimentos em laboratório

Foram registrados 15 atos comportamentais, divididos nas seguintes categorias: “ação”, “reação” e “comportamentos não-interativos”, assim como no experimento de campo. Todas as categorias e comportamentos exibidos pelas formigas estão listados e descritos a seguir:

1. Ação

- Toque antenal – uma formiga toca suas antenas na outra para reconhecê-la;
- Alerta parada – a formiga fica com a cabeça e antenas elevadas, com o gáster dobrado no sentido postero-anterior, na posição típica em que lança ácido fórmico e permanece imóvel;
- Dobramento do gáster – a formiga dobra o gáster no sentido postero-anterior na posição típica em que lança ácido fórmico;
- Avançar – a formiga vai em direção à outra com a mandíbula aberta, pronta para morder;
- Morder – prender com as mandíbulas parte do corpo de outro indivíduo;
- Evitar – ao se aproximar de um indivíduo, o outro se afasta, evitando o encontro.

2. Reação

- Morder – prender com as mandíbulas parte do corpo de outro indivíduo;
- Avançar – a formiga vai em direção à outra com a mandíbula aberta, pronta para morder;
- Dobramento do gáster – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, responde com essa exibição típica de agressão, dobrando o gáster no sentido postero-anterior na posição típica em que lança ácido fórmico;
- Lutar – após sofrer qualquer um dos tipos de ação, agarra o outro indivíduo pelas mandíbulas e lança ácido fórmico.

3. Comportamentos não-interativos

- Explorando o ambiente – quando a formiga anda tocando as antenas pela isca;
- Tentando sair – a formiga fica na borda da arena tentando subir pela parede do recipiente;
- *Autogrooming* – ato de se limpar, através de movimentos estereotipados;
- Trofaláxis – troca de líquido regurgitado por uma operária diretamente nas partes bucais de outra;

Verificou-se diferença entre os índices de agressividade calculados para todos os tratamentos ($H=77,16$; $p<0,001$). Nos tratamentos controle praticamente não se observou comportamentos agonísticos e não há diferença significativa entre eles: 1-3 ($p>0,05$), 1-6 ($p>0,05$) e 3-6 ($p>0,05$). No entanto, há diferença significativa entre cada tratamento e o controle para as mesmas espécies 1-2 ($p=0,003$), 1-4 ($p<0,0001$), 3-4 ($p<0,0001$), 3-5 ($p<0,0001$), 6-2 ($p=0,0002$), 6-5 ($p<0,0001$) (Figura 16). Este resultado confirma a capacidade de *C. rufipes* e *C. sericeiventris* em reconhecer os indivíduos da mesma colônia e diferenciá-los dos de outras colônias e de outras espécies. Para *C. rufipes* já havia sido descrita essa habilidade (JAFFÉ & SÁNCHEZ, 1984a) e assim também o fazem várias espécies de formigas: *Odontomachus bauri* (JAFFÉ & MARCUSE, 1983); *Atta cephalotes* (JAFFÉ, 1983); *Polyrhachis laboriosa* (MERCIER *et al.*, 1997); *Pogonomyrmex barbatus* (GORDON, 1989); *Camponotus* spp. (CARLIN & HÖLDOBLER, 1987); *Pheidole xerophylla* (TRIPET *et al.*, 2006); *Lasius austriacus* (STEINER *et al.*, 2007).

Nos tratamentos entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris*, observa-se que o encontro envolvendo a colônia de *C. rufipes* do PEI obteve menor índice de agressividade do que o encontro com a *C. rufipes* do campus da UFJF ($p=0,035$). Este fato pode estar relacionado à incapacidade da colônia do PEI em reconhecer e lutar com uma competidora tão ou mais agressiva do que ela. Esta menor agressividade durante o encontro entre *C. rufipes* do PEI e *C. sericeiventris* se deve ao rápido ataque de *C. sericeiventris* contra *C. rufipes*, que na maior parte das repetições (70%) levou *C. rufipes* à morte em menos de dois minutos. Já nos encontros entre as vizinhas *C. rufipes* e *C. sericeiventris* houve mais tempo de luta e todas as repetições resultaram em mortalidade, sendo 60% para *C. sericeiventris* e 40% para *C. rufipes*.

Os encontros entre *C. rufipes* do PEI e *C. rufipes* do campus da UFJF e entre *C. rufipes* do campus da UFJF contra *C. sericeiventris* não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), evidenciando que a agressividade interespecífica não difere da intraespecífica, mas apenas para a *C. rufipes* do campus da UFJF. Pois no encontro de *C. rufipes* do PEI e *C. sericeiventris*, o

índice de agressividade foi menor, principalmente pela menor capacidade de *C. rufipes* do PEI em lutar, exibir comportamentos agressivos, se defender e por ser morta na maioria das vezes nos primeiros momentos do experimento (Figura 16 e 17). O alto índice de agressividade entre os tratamentos *C. rufipes* do PEI e do campus da UFJF e *C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da UFJF refletem a competição por interferência tanto intra como interespecífica.

LUCAS (2002) observou através de encontros diádicos entre três espécies de *Pachycondyla* (*P. villosa*, *P. inversa* e *P. subversa*) que elas são capazes de reconhecer as do mesmo ninho, da mesma espécie e de espécies diferentes, o que é representado pelo aumento do nível de agressividade nessa ordem. Para *C. rufipes* do campus da UFJF, não houve diferenciação entre os encontros intraespecíficos e interespecíficos. No entanto, há um fator adicional que é o tratamento entre espécies diferentes ser representado por indivíduos que coexistem em um ambiente e o tratamento entre as formigas da mesma espécie ter sido feito com colônias que nunca tiveram contato. Este fato pode confundir a interpretação dos resultados, por existirem diferenças na agressividade entre “vizinhas” e “estrangeiras”.

Comportamentos agonísticos são amplamente descritos na literatura. Para *Oecophylla longinoda* (uma espécie arborícola e dominante) em laboratório, foi observada uma luta pelo território ao se permitir que duas colônias entrassem em uma arena simultaneamente (HÖLLDOBLER & WILSON, 1978). E para esta mesma espécie de formiga em condições naturais, foram observadas lutas e exclusão de colônias na África. Resultados similares foram encontrados para a espécie *Oecophylla smaragdina* na Austrália (HÖLLDOBLER, 1979, 1983; HÖLLDOBLER & LUMSDEN, 1980). DE VITA (1979) mediu a agressividade de populações naturais de *Pogonomyrmex californicus* e observou que 81% dos encontros resultaram em alguma forma de agressão e em alguns casos levando à morte de um dos indivíduos.

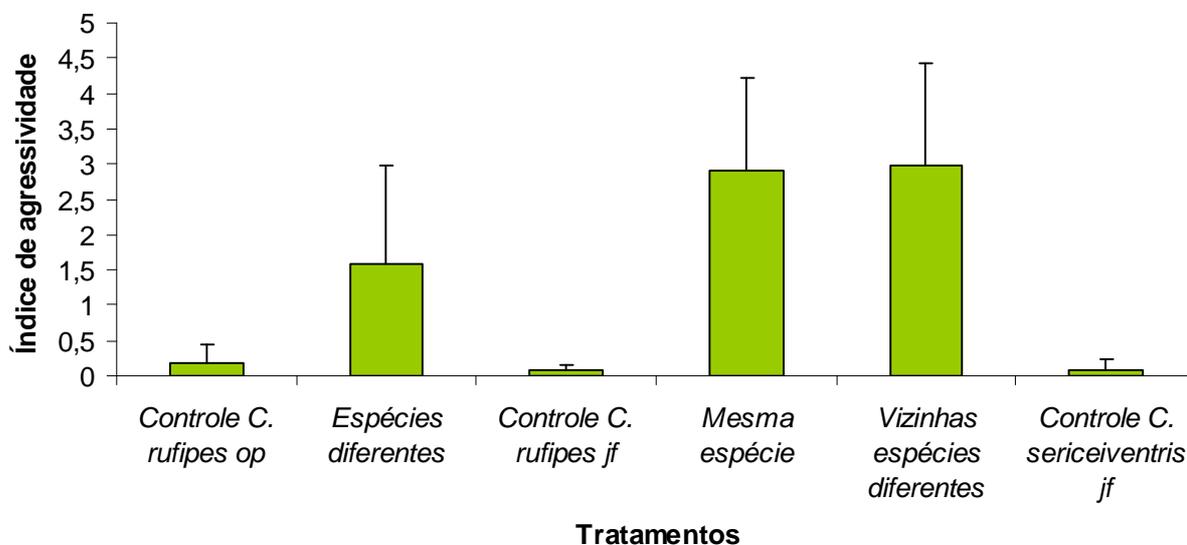


Figura 16 – Índice de agressividade e desvio padrão para cada tratamento dos encontros diádicos, sendo: “Controle” o tratamento com indivíduos da mesma colônia, “Espécies diferentes” entre *C. rufipes* do PEI e *C. sericeiventris* do campus da UFJF, “Mesma espécie” entre *C. rufipes* do PEI e do campus da UFJF e “Vizinhas espécies diferentes” entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da UFJF.

Nos embates entre *C. rufipes* do PEI e *C. sericeiventris* do campus da UFJF, quase todas as *C. rufipes* (70%) morreram durante os primeiros dois minutos de observação. Somente em uma repetição desse tratamento *C. rufipes* foi capaz de matar *C. sericeiventris*. Já no tratamento entre as *C. rufipes* dos dois locais, as formigas da colônia do PEI morreram em metade das repetições sem matar nenhuma do campus da UFJF. É provável que a *C. rufipes* que ocorre no PEI seja menos hábil na luta contra outra formiga do mesmo tamanho e tão agressiva quanto ela, por não coexistir no PEI com nenhuma espécie desse tipo, sendo a única dominante em campo. Nos embates entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da UFJF, todas as repetições resultaram em mortes (40% de *C. rufipes* e 60% de *C. sericeiventris*) (Figura 17).

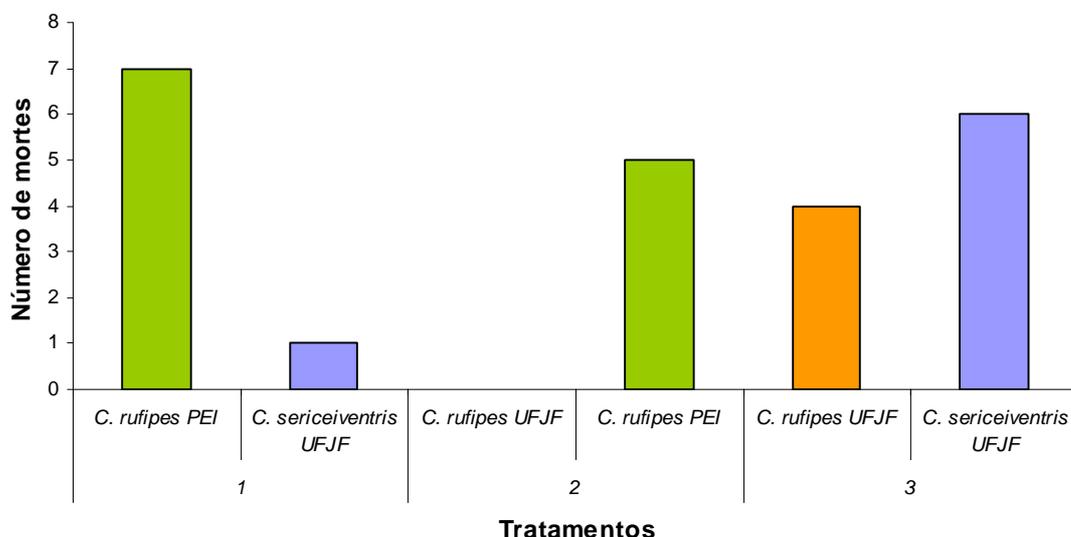


Figura 17 – Número de mortes dos indivíduos de cada colônia para os tratamentos 1 (*C. rufipes* do PEI e *C. sericeiventris* do campus da UFJF); 2 (*C. rufipes* campus da UFJF e *C. rufipes* do PEI) e 3 (*C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da UFJF) durante os encontros diádicos.

Nos experimentos em campo não houve nenhuma ocorrência de luta e morte entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris* como ocorrido nos encontros diádicos. Aparentemente as duas espécies evitam comportamentos agonísticos se posicionando em porções opostas da isca atrativa, quando forrageando juntas. O afastamento mútuo durante os experimentos de campo também pode estar relacionado à abundância de alimento que a isca atrativa oferece, não havendo necessidade de disputá-la agressivamente, embora as espécies dominantes aparentemente se incomodem com a presença de outras no caso de estarem no mesmo local da isca atrativa se alimentando. Já nos encontros diádicos, em um espaço pequeno e sem a chance de escapar, as formigas não têm outra alternativa a não ser disputar aquele pequeno espaço, procurando atacar e matar o outro indivíduo, como é o caso dos encontros intraespecíficos ou na presença de um forte competidor de outra espécie.

Diante desses resultados, é seguro afirmar a existência de competição por interferência entre *C. rufipes* e *C. sericeiventris*. Este fato era esperado por serem as duas espécies muito parecidas nos seus hábitos alimentares, locais de nidificação, tipo de forrageio e tamanho corporal. E ainda observa-se que a espécie *C. rufipes* do Parque Estadual do Itacolomi que não coexiste com nenhuma competidora similar, possui menor habilidade durante uma luta, demonstrada pela grande ocorrência de mortes durante os encontros diádicos.

3.6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, **69**: 227-267.

Banco de dados climáticos do Brasil – Embrapa Monitoramento por Satélite e Esalq – USP. 2007. (<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php>).

BEGON, M.; C. R. TOWNSEND & J. L. HARPER. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Oxford, Blackwell Publishing.

BERNSTEIN, R. A. 1975. Foraging strategies of ants in response to variable food density. **Ecology**, **56**: 213 - 219.

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

BOULAY, R.; A. HEFETZ; V. SOROKER & A. LENOIR. 2000. *Camponotus fellah* colony integration: worker individuality necessitates frequent hydrocarbon exchanges. **Animal Behaviour**, **59**: 1127-1133.

BRANDÃO, C. R. F. 1983. Sequential ethograms along colony development of *Odontomachus affinis* Guérin (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae). **Insectes Sociaux**, **30**: 193-203.

BUCKINGHAM, E. N. 1911. Division of labor among ants. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, **46**(18): 425-507.

BUSHER, C. E.; P. CALABI & J. F. A. TRANIELLO. 1985. Polymorphism and division of labor in the neotropical ant *Camponotus sericeiventris* Guérin (Hymenoptera: Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **78**: 221-228.

CAMPOS, R. I.; H. L. VASCONCELOS; S. P. RIBEIRO; F. S. NEVES & J. P. SOARES. 2006. Effect of tree size on insect assemblages associated with *Anadenanthera macrocarpa*: a case of ontogenetic succession. **Ecography**, **29**: 442-450.

CARLIN, N. F. & B. HÖLLDOBLER. 1987. The kin recognition system of carpenter ants (*Camponotus* spp.) II. Larger colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **20**: 209-217.

CARROLL, C. R. & D. H. JANZEN. 1973. Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **4**: 231-257.

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

COELHO, I. R. & S. P. RIBEIRO. 2006. Environment Heterogeneity and Seasonal Effects in Ground-Dwelling Ant Assemblages in the PERD, MG, Brazil (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, **35**: 1-11.

- COGNI, R. & A. V. L. FREITAS. 2002. The ant assemblage visiting extrafloral nectaries of *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) in a mangrove forest in Southeast Brazil (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **40**(2): 373-383.
- DAVIDSON, D. W. 1998. Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off. **Ecological Entomology**, **23**: 484-490.
- DE VITA, J. 1979. Mechanisms of interference and foraging among colonies of the harvester ant *Pogonomyrmex californicus* in the Mojave Desert. **Ecology**, **60**: 729-737.
- DEL CLARO, K. & P. OLIVEIRA. 1999. Ant-homoptera interactions in a Neotropical savanna: the honeydew producing treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its associated ant fauna in *Didymopanax vinosum* (Araliaceae). **Biotropica**, **31**(1): 135-144.
- DEL CLARO, K. & P. OLIVEIRA. 2000. Conditional outcomes in a Neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. **Oecologia**, **124**: 156-165.
- DEL CLARO, K.; J. C. SANTOS & A. S. J. DURÃES. 2002. Etograma da formiga arborícola *Cephalotes pusillus* (Klug, 1824) (Formicidae: Myrmicinae). **Revista de Etologia**, **4**(1): 31-40.
- DUCAN, F. D. & R. M. CREWE. 1994. Field study on the foraging characteristics of a Ponerinae ant, *Pogonomyrmex*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **1**: 3-44.
- ERRARD, C. & A. HEFETZ. 1997. Label familiarity and discriminatory ability of ants reared in mixed groups. **Insectes Sociaux**, **44**: 189-198.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- GORDON, D. M. 1989. Ants distinguish neighbors for strangers. **Oecologia**, **81**: 198-200.
- GORDON, D. & A. W. KULIG. 1996. Founding, foraging and fighting: colony size and the spatial distribution of harvester ant nests. **Ecology**, **77**: 2393-2409.
- GOTELLI, N. J. & A. M. ELLISON. 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. **Oikos**, **99**: 591-599.
- HÖLLDOBLER, B. 1979. Territoriality among *Oecophylla*. National Geographic **Society Research Reports**, **1977**: 369-372.
- HÖLLDOBLER, B. 1983. Territorial behavior in the green tree ant (*Oecophylla smaragdina*). **Biotropica**, **15**: 241-250.
- HÖLLDOBLER, B. & C. J. LUMSDEN. 1980. Territorial strategies in ants. **Science**, **210**: 732-739.
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1978. The multiple recruitment systems of the African Weaver ant *Oecophylla longinoda* (Latreille) (Hymenoptera: Formicidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **3**: 19-60.

- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. **The ants**. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- JAFFÉ, K. 1983. Chemical communication systems in the ant *Atta cephalotes*. Social insects in the tropics. **Proceedings of the First International Symposium**; Paris, Presses de l'Université Paris XIII, **2**: 165-180.
- JAFFÉ, K. & C. SÁNCHEZ. 1984a. On the nestmate recognition system and territorial marking behaviour in the ant *Camponotus rufipes*. **Insectes Sociaux**, **31**(3): 302-315.
- JAFFÉ, K. & C. SÁNCHEZ. 1984b. Comportamiento alimentario y sistema de reclutamiento en la hormiga *Camponotus rufipes* (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Científica Venezolana**, **35**: 270-277.
- JAFFÉ, K. & M. MARCUSE. 1983. Nestmate recognition and territorial behavior in the ant *Odontomachus bauri* Emery (Formicidae: Ponerinae). **Insectes Sociaux**, **30** (4): 466-481.
- KREBS, J. R. & N. B. DAVIES. 1996. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo, Atheneu.
- LOPES, J. F. S.; W. O. H. HUGHES; R. S. CAMARGO & L. C. FORTI. 2005. Larval isolation and brood care in *Acromyrmex* leaf-cutting ants. **Insectes Sociaux**, **52**(4): 333-338.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic, tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. **Pest Articles and News Summaries**, **19**: 311-341.
- LESTON, D. 1978. A Neotropical ant mosaic. **Annals of the Entomological Society of America**, **71**: 649-653.
- LUCAS, C. 2002. **Étude des bases chimiques et comportementales de la formation du "visa" colonial chez les Ponérines du genre *Pachycondyla***. Thèse Docteur, Biologie du Comportement, Université Paris XI, Paris.
- MACARTHUR, R. H. & R. LEVINS. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **American Naturalist**, **101**: 377-385.
- MACHADO, G. & A.V. L. FREITAS. 2001. Larval defence against ant predation in the butterfly *Smyrna blomfieldia*. **Ecological Entomology**, **26**: 436-439.
- MAJER, J. D.; J. H. C. DELABIE & M. R. B. SMITH. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, **26**: 73-83.
- MARINHO, C. G. S.; R. ZANETTI; J. H. C. DELABIE; M. N. SCHLINDWEIN & L. S. RAMOS. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, **31**(2): 187-195.

- MERCIER, J. L.; A. LENOIR & A. DEJEAN. 1997. Ritualized versus aggressive behaviours displayed by *Polyrhachis laboriosa* (F. Smith) during intraspecific competition. **Behavioural Processes**, **41**: 39-50.
- ORR, M. R.; D. L. DAHLSTEN & W. W. BENSON. 2003. Ecological interactions among ants in the genus *Linepithema*, their phorid parasitoids, and ants competitors. **Ecological Entomology**, **28**: 203-210.
- OSTER, G. F. & E. O. WILSON. 1978. **Caste and ecology in the social insects**. Princeton, Princeton University Press.
- PERRY, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy tree. **Biotropica**, **10**: 155-157.
- PERRY, D.R. & J. WILLIAMS. 1981. The tropical rain forest canopy: a method providing total access. **Biotropica**, **13**(4): 283-285.
- PETERNELLI, E. F. O.; T. M. C. DELLA LUCIA & S. V. MARTINS. 2004. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Árvore**, **28**(5): 733-738.
- RIBAS, C. R.; J. H. SCHOEREDER; M. PIC & S.M. SOARES. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale process regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, **28**: 305-314.
- ROOM, P. M. 1971. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. **Journal of Animal Ecology**, **40**: 735-751.
- SANTOS, J. C. 2002. **Ecologia e comportamento de formigas tecelãs (*Camponotus*) do cerrado brasileiro**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- SANTOS, M. C.; J. N. C. LOUZADA; N. DIAS; R. ZANETTI; J. H. C. DELABIE & I. C. NASCIMENTO. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na serrapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, **96**(1): 95-101.
- SILVESTRE, R. 2000. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Tese Doutorado, Departamento de Biologia/Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo.
- STEFANI, V.; F. SEBAIO & K. DEL CLARO. 2000. Desenvolvimento de *Enchenopa brasiliensis* Strümpel (Homoptera, Membracidae) em plantas de *Solanum lycocarpum* St. Hill. (Solanaceae) no cerrado e as formigas associadas. **Revista Brasileira de Zoociências**, **1**: 21-30.
- STEINER, F. M.; B. C. SCHLICK-STEINER; K. MODER; C. STAUFFER; W. ARTHOFER; A. BUSHINGER; X. ESPALADER; E. CHRISTIAN; K. EINFINGER; E. LOORBER; C. SHAFELLNER; M. AYASSE & R. H. CROIZER. 2007. Abandoning aggression but maintaining self-non self discrimination as a first stage in ant supercolony formation. **Current Biology**, **17**: 1903-1907.

TRIPET, F.; D. FOURNIER; P. NONACS & L. KELLER. 2006. Kin recognition and paradoxical patterns of aggression between colonies of a Mojave desert *Pheidole* ant. **Insectes Sociaux**, **53**: 127-135.

WHEELER, W. M. 1931. The ant *Camponotus (Myrmepomis) sericeiventris* Guérin and its mimic. **Psyche**, **38**: 86-98.

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

WILSON, E. O. 1975. **Sociobiology**. Cambridge, Belknap Press of Harvard University Press.

WILSON, E. O. 1976. A social ethogram of the Neotropical arboreal ant *Zacryptocerus varians* (Fr. Smith). **Animal Behaviour**, **24**: 354-363.

YAMAMOTO, M. 2004. **Ecologia e comportamento da formiga *Camponotus sericeiventris* Guérin 1838 (Formicinae, Camponotini) no cerrado**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A competição intra e interespecífica é um mecanismo determinante na estruturação da assembléia de formigas, uma vez que as espécies de formigas dominantes impõem a distribuição das outras. A defesa do território é altamente correlacionada à dominância e possui ampla ocorrência entre as espécies de formigas no dossel das florestas tropicais. Como consequência, as formigas dominantes se distribuem em forma de mosaicos tridimensionais nas copas das árvores.

Este estudo apresenta evidências da existência de um mosaico através da distribuição, riqueza e abundância de formigas e, posteriormente, através de experimentos e observações comportamentais em campo e em laboratório, avaliando-se o grau de agressividade das prováveis espécies dominantes, foi confirmada a ocorrência de interações competitivas entre elas que provavelmente interferem na composição das assembléias de formigas.

No primeiro capítulo, foi testada a hipótese de que riqueza, abundância e composição de espécies de formigas varia entre habitats florestais e entre estágios sucessionais. Foi observada maior riqueza e abundância de espécies de formigas no solo, comparada à vegetação, mas não houve diferença entre os habitats de dossel e sub-bosque. Também não foi possível detectar diferenças na composição de espécies entre dossel e sub-bosque. Entre os estágios sucessionais, não houve diferença na riqueza e abundância de espécies, somente na composição. Este resultado evidencia a existência de algum nível de especialização e partição espacial na ocupação desta floresta, e também uma maior restrição evolutiva à ocupação dos habitats de dossel.

No segundo capítulo, uma das hipóteses testadas foi a de que *Camponotus rufipes* é dominante no Parque Estadual do Itacolomi. A hipótese foi confirmada por esta espécie apresentar comportamentos agressivos, sendo capaz de deslocar ou excluir outras formigas da isca onde se alimentou. Também foi testada a hipótese de que os atos comportamentais exibidos por *C. rufipes* perante uma espécie competidora (*C. sericeiventris*), também dominante, serão diferentes entre colônias que coexistem ou não com esta espécie. Esta hipótese foi confirmada, demonstrando que *C. rufipes* que coexiste com *C. sericeiventris* apresentou maior agressividade e mais resistência durante as lutas. *Camponotus sericeiventris* apresentou comportamentos que sugerem clara capacidade de deslocar *C. rufipes*, o que nos leva a crer que a presença de *C. rufipes* no dossel é condicionada à ausência de *C. sericeiventris*.

Embora o mosaico de formigas no Parque Estadual do Itacolomi não tenha sido mapeado, foi detectado o mecanismo essencial da sua formação: competição e territorialidade.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D. & N. F. JOHNSON. 2005. **Antbase**. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (05/2005).

ALONSO, L. A. & D. AGOSTI. 2000. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview, p. 1-8. In: D. AGOSTI; J. D. MAJER; L. E. ALONSO & T. R. SCHULTZ (Eds.). **Ants standart methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press.

BOLTON, B. 1995. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, **29**: 1037-1056.

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

DAVIDSON, D. W. 1997. The role of resource imbalance in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. **Biological Journal of the Linnean Society**, **61**: 153-181.

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

FITTKAU, E. J. & H. KLINGE. 1973. On biomas and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, **5**: 2-14.

FOWLER, H. G.; L. C. FORTI; C. R. F. BRANDÃO; J. H. C. DELABIE & H. L. VASCONCELOS. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p: 131-223. In: A. R. PANIZZI; & J. R. P. PARRA (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Editora Manole Ltda.

GOTELLI, N. J. & A. M. ELLISON. 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. **Oikos**, **99**: 591-599.

- GULLAN, P. J. & P. S. CRANSTON. 1996. **Insects: an outline of entomology**. London, Chapman e Hall.
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. **The ants**. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic, tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. **Pest Articles and News Summaries**, **19**: 311-341.
- LESTON, D. 1978. A Neotropical ant mosaic. **Annals of the Entomological Society of America**, **71**: 649-653.
- MAJER, J. D. 1993. Comparison of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brasil, Papua New Guinea and Australia: its structure and influence of ant diversity, p.115-141 In: J. LASALLE & I. D. GAULD (Eds.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, CAB International.
- MAJER, J. D.; J. H. C. DELABIE & M. R. B. SMITH. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, **26**: 73-83.
- MERCIER, J. L. & A. DEJEAN. 1996. Ritualized behavior during competition for food between two Formicinae. **Insectes Sociaux**, **43**: 17-29.
- MERCIER, J. L.; A. DEJEAN & A. LENOIR. 1998. Limited aggressiveness among African arboreal ants sharing the same territories: the result of a co-evolutionary process. **Sociobiology**, **32**: 139-150.
- RIBEIRO, S. P.; P. P. BORGES; C. GASPAR; C. MELO; A. R. M. SERRANO; J. AMARAL; C. AGUIAR; G. ANDRE & J. A. QUARTAU. 2005. Canopy insect herbivores in the Azorean Laurisilva forests: key host plant species in a highly generalist insect community. **Ecography**, **28**: 315-330.
- ROOM, P. M. 1971. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. **Journal of Animal Ecology**, **40**: 735-751.
- SCHULZ, A. & T. WAGNER. 2002. Influence of forest type and tree species on canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) in Budongo Forest, Uganda. **Oecologia**, **133**: 224-232.
- TOBIN, J. E. 1995. Ecology and diversity of tropical forest canopy ants, p.129-147. In: M. D. LOWMAN & M. D. NADKARNI (Eds.). **Forest Canopies**, London, Academic Press.
- WILSON, E. O. 1971. **The insect societies**. Harvard University Press, Cambridge.
- YANOVIK, S. P. & M. KASPARI. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. **Oikos**, **89**: 256-266.

6 – ANEXOS

Anexo A – Morfoespécies de formigas coletadas no solo e vegetação (dossel e sub-bosque) nos três estágios sucessionais no Parque Estadual do Itacolomi, MG.

	Candeial		Mata baixa		Mata alta		Total geral
	Solo	Veg	Solo	Veg	Solo	Veg	
Myrmicinae							
<i>Pheidole diligens</i>	10	0	122	0	451	0	583
<i>Pheidole</i> sp.1	1083	0	113	0	669	0	1865
<i>Pheidole</i> sp.2	12	4	4	1	180	3	204
<i>Pheidole</i> sp.3	135	0	708	3	310	0	1156
<i>Pheidole</i> sp.4	48	0	0	0	2	0	50
<i>Pheidole</i> sp.5	5	0	38	1	49	0	93
<i>Pheidole</i> sp.6	13	0	0	0	2	1	16
<i>Pheidole</i> sp.7	31	0	1	0	1	0	33
<i>Pheidole</i> sp.8	0	0	0	0	15	0	15
<i>Pheidole</i> sp.9	0	1	13	1	1	0	16
<i>Pheidole</i> sp.10	614	21	680	0	1610	0	2925
<i>Pheidole</i> sp.11	0	0	2	0	1	0	3
<i>Pheidole</i> sp.12	13	0	26	0	1	0	40
<i>Pheidole</i> sp.13	58	0	44	0	147	2	251
<i>Pheidole</i> sp.14	0	0	2	0	1	0	3
<i>Pheidole</i> sp.15	8	0	2	0	4	0	14
<i>Pheidole</i> sp.16	10	0	0	0	0	0	10
<i>Pheidole</i> sp.17	92	0	1	0	7	0	100
<i>Pheidole</i> sp.18	0	0	1	0	115	0	116
<i>Pheidole</i> sp.19	0	0	6	59	11	0	76
<i>Pheidole</i> sp.24	0	0	0	0	0	16	16
<i>Pheidole</i> sp.25	0	0	1	0	0	129	130
<i>Pheidole</i> sp.28	52	0	0	0	1	0	53
<i>Pheidole</i> sp.32	0	0	0	0	0	65	65
<i>Pheidole</i> sp.34	0	0	0	1	0	106	107
<i>Pheidole</i> sp.40	37	0	116	0	27	0	180
<i>Pheidole</i> sp.41	1	0	1	0	6	0	8
<i>Pheidole</i> sp.42	2	0	10	0	2	0	14

<i>Pheidole</i> sp.43	0	0	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.44	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp.46	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.47	0	0	0	0	2	0	2
<i>Pheidole</i> sp.48	0	0	4	0	0	0	4
<i>CreMATogaster</i> sp.1	0	0	1	0	0	0	1
<i>CreMATogaster</i> sp.2	0	0	0	0	0	84	84
<i>CreMATogaster</i> sp.3	14	0	0	0	1	7	22
<i>CreMATogaster</i> sp.5	116	6	21	1	0	0	144
<i>CreMATogaster</i> sp.6	0	6	0	0	0	0	6
<i>CreMATogaster</i> sp.10	2	33	0	0	0	0	35
<i>CreMATogaster</i> sp.12	1	0	1	0	0	0	2
<i>CreMATogaster</i> sp.13	176	0	128	0	75	0	379
<i>CreMATogaster</i> sp.14	238	0	15	0	0	0	253
<i>CreMATogaster</i> sp.15	3	0	0	0	1	0	4
<i>CreMATogaster</i> sp.17	0	0	0	0	5	0	5
<i>CreMATogaster erecta</i>	2	0	0	0	6	49	57
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	0	107	24	1	6	139
<i>Solenopsis</i> sp.4	4	0	1	0	47	0	52
<i>Solenopsis</i> sp.5	2	0	333	5	30	0	370
<i>Solenopsis</i> sp.6	598	0	3	0	2	0	603
<i>Solenopsis</i> sp.8	1	0	20	0	1	0	22
<i>Solenopsis</i> sp.10	1	0	0	1	0	0	2
<i>Solenopsis</i> sp.12	0	0	0	0	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.13	1	0	0	0	2	0	3
<i>Solenopsis</i> sp.14	54	0	50	0	144	0	248
<i>Solenopsis</i> sp.15	33	0	45	0	82	0	160
<i>Solenopsis</i> sp.16	1	0	8	0	0	0	9
<i>Solenopsis</i> sp.18	0	0	1	0	0	0	1
<i>Wasmannia</i> sp.1	65	1	4	0	3	1	74
<i>Wasmannia</i> sp.2	28	0	42	0	271	1	342
<i>Wasmannia</i> sp.3	1	0	13	0	31	0	45
<i>Wasmannia</i> sp.4	0	0	1	0	0	0	1
<i>Wasmannia</i> sp.5	0	0	0	0	3	0	3
<i>Acromyrmex</i> sp.1	4	0	1	0	0	1	6
<i>Acromyrmex</i> sp.2	16	0	0	0	6	0	22
<i>Acromyrmex</i> sp.3	5	0	0	0	9	0	14
<i>Acromyrmex</i> sp.5	2	0	0	0	0	0	2
<i>Acromyrmex</i> sp.7	1	0	0	0	0	0	1
<i>Procryptocerus</i> sp.1	0	1	1	2	1	0	5
<i>Megalomyrmex</i> sp.1	0	0	0	0	0	8	8
<i>Eurhopalothrix</i> sp.1	1	0	2	0	1	0	4
<i>Octostruma</i> sp.1	0	0	1	0	0	0	1
<i>Octostruma</i> sp.2	0	0	2	0	0	0	2
<i>Cephalotes</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	0	0	0	0	2	0	2
<i>Hylomyrma</i> sp.1	7	0	12	0	40	0	59
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1 <i>gp. strigatus</i>	8	0	0	0	2	0	10
<i>Cyphomyrmex</i> sp.3	4	0	1	0	1	0	6
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	2	0	0	0	0	0	2
Formicidae							
<i>Camponotus</i> sp.1	5	0	0	0	2	0	7
<i>Camponotus</i> sp.2	32	35	1	2	0	6	76
<i>Camponotus</i> sp.4	5	3	0	3	1	2	14
<i>Camponotus</i> sp.5	0	0	0	0	1	0	1
<i>Camponotus</i> sp.7	0	5	0	7	0	7	19
<i>Camponotus</i> sp.8	13	23	1	0	0	0	37
<i>Camponotus</i> sp.9	0	0	0	3	0	0	3

<i>Camponotus</i> sp.12	152	0	13	0	8	0	173
<i>Camponotus</i> sp.19	0	0	0	13	0	3	16
<i>Camponotus</i> sp.20	0	0	0	1	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.21	0	6	15	4	1	0	26
<i>Camponotus</i> sp.22	3	1	0	0	0	0	4
<i>Camponotus</i> sp.23	3	0	1	0	0	0	4
<i>Camponotus</i> sp.24	1	0	0	0	0	2	3
<i>Camponotus</i> sp.25	1	0	0	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.29	1	0	0	0	0	0	1
<i>Camponotus rufipes</i>	54	3	70	15	49	97	288
<i>Camponotus novogranadensis</i>	144	27	0	4	5	1	181
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	1	0	16	0	3	20
<i>Camponotus crassus</i>	89	1	1	0	0	0	91
<i>Camponotus tenuiscapus</i>	42	0	9	0	4	0	55
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	0	0	100	0	0	0	100
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	94	0	0	0	0	0	94
<i>Brachymyrmex</i> sp.5	4	0	0	0	6	0	10
<i>Brachymyrmex</i> sp.6	0	0	0	1	0	0	1
<i>Paratrechina</i> sp.1	7	0	7	0	2	0	16
<i>Paratrechina</i> sp.2	9	0	59	0	54	0	122
<i>Paratrechina</i> sp.3	16	0	1	0	1	0	18
<i>Myrmelachista (Hincksidris)</i> sp.1	0	382	0	95	0	5	482
<i>Myrmelachista (Hincksidris)</i> sp.2	0	0	0	0	0	1	1
Ponerinae							
<i>Pachycondyla</i> sp.1	0	2	0	0	0	0	2
<i>Pachycondyla</i> sp.3	0	0	0	1	0	0	1
<i>Pachycondyla</i> sp.4	1	1	0	0	0	0	2
<i>Pachycondyla</i> sp.6	2	0	2	0	0	4	8
<i>Pachycondyla striata</i>	122	0	18	0	40	0	180
<i>Pachycondyla (Termitopone)</i> marginata	1	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.1	0	0	5	0	5	0	10
<i>Hypoponera</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.3	0	0	3	0	0	0	3
<i>Hypoponera distinguenda</i>	0	0	2	0	1	0	3
Ectatomminae							
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Gnamptogenys striatula</i>	17	0	11	0	16	0	44
<i>Ectatomma edentatum</i>	4	0	0	0	0	0	4
Heteroponerinae							
<i>Heteroponera</i> sp.1	0	0	0	0	0	6	6
Proceratiinae							
<i>Probolomyrmex</i> sp.1	2	0	0	0	0	0	2
Dolichoderinae							
<i>Linepithema</i> sp.1	467	0	1947	98	15	0	2527
<i>Linepithema</i> sp.2	0	0	155	41	9	0	205
<i>Linepithema</i> sp.3	0	0	13	0	0	0	13
<i>Linepithema</i> sp.5	7	0	249	34	26	501	817
<i>Linepithema</i> sp.7	1	0	0	0	0	0	1
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	0	18	14	0	0	0	32
Pseudomyrmecinae							
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0	5	1	1	0	0	7
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	0	0	0	1	0	1	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	0	6	0	7	0	0	13
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp pallidus	0	1	2	4	1	0	8
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2 gp pallidus	0	0	0	0	1	0	1
Leptanilloidinae							
<i>Asphinctanilloides</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	1

Anexo B – ANOVA fatorial dos valores médios de riqueza analisando os três habitats (solo, sub-bosque e dossel).

ANOVA - RIQUEZA PARA SOLO, SUB-BOSQUE E DOSSEL							
Tratamento	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	erro	F	p	gl num;gl den
Modelo ajustado	40.83596191	37	1.103674646				
Intercepto	86.94056139	1	86.94056139				
área	0.096594827	2	0.048297413	0.30878775	0.15641	<0,05	2;6
ARMADILHA	2.186932086	1	2.186932086	0.103130379	21.2055	0,0001	1;178
ESTRATO	34.42622676	2	17.21311338	0.085301132	201.792	0,0001	2;12
área * ESTRATO	0.3421617	4	0.085540425	0.096544858	0.88602	<0,05	4;8
ARMADILHA * ESTRATO	0.135347589	2	0.067673795	0.103130379	0.6562	<0,05	2;178
árvore * área	1.852726502	6	0.30878775				
árvore * estrato	1.023613579	12	0.085301132				
árvore * área * armadilha	0.772358862	8	0.096544858				
Erro	18.3572074	178	0.103130379				
Total	146.1337307	216					

Anexo C – ANOVA fatorial dos valores médios de abundância analisando os três habitats (solo, sub-bosque e dossel).

ANOVA - ABUNDÂNCIA PARA SOLO, SUB-BOSQUE E DOSSEL							
Tratamento	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	erro	F	p	gl num;gl den
Modelo ajustado	179.2460456	37	4.844487719				
Intercepto	374.4628591	1	374.4628591				
área	1.648266479	2	0.824133239	1.381764254	0.59644	<0,05	2;6
ARMADILHA	3.155856193	1	3.155856193	0.924908701	3.41207	0,056	1;178
ESTRATO	132.0822801	2	66.04114005	1.126635472	58.618	0,0001	2;12
área * ESTRATO	1.133669213	4	0.283417303	0.808715434	0.35045	<0,05	4;8
ARMADILHA * ESTRATO	12.94603898	2	6.473019488	0.924908701	6.99855	0,01	2;178
árvore * área	8.290585522	6	1.381764254				
árvore * estrato	13.51962566	12	1.126635472				
árvore * área * armadilha	6.46972347	8	0.808715434				
Erro	164.6337488	178	0.924908701				
Total	718.3426535	216					

Anexo D – ANOVA fatorial dos valores médios de riqueza analisando os habitats de sub-bosque e dossel.

ANOVA - RIQUEZA PARA SUB-BOSQUE E DOSSEL							
Tratamento	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	erro	F	p	gl num;gl den
Modelo ajustado	6.483097814	30	0.21610326				
Intercepto	34.09944746	1	34.09944746				
área	0.120100137	2	0.060050069	0.162316232	0.369957	<0,05	2;12
ARMADILHA	2.490428676	1	2.490428676	0.097451384	25.5556	0,0001	1;209
ESTRATO	0.258576122	1	0.258576122	0.1533656	1.686011	<0,05	1;4
área * ESTRATO	0.034087799	2	0.017043899	0.127330987	0.133855	<0,05	12;8
árvore * área	1.947794784	12	0.162316232				
árvore * estrato	0.613462398	4	0.1533656				
árvore * área * armadilha	1.018647899	8	0.127330987				
Erro	20.36733916	209	0.097451384				
Total	60.94988444	240					

Anexo E – ANOVA fatorial dos valores médios de abundância analisando os habitats de sub-bosque e dossel.

ANOVA - ABUNDÂNCIA PARA SUB-BOSQUE E DOSSEL							
Tratamento	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	erro	F	p	gl num:gl den
Modelo ajustado	27.81956424	30	0.927318808				
Intercepto	142.1092848	1	142.1092848				
área	4.822800902	2	2.411400451	0.788415248	3.058541	0,1	2;12
ARMADILHA	0.102561392	1	0.102561392	0.798699813	0.12841	<0,05	1;209
ESTRATO	0.687377354	1	0.687377354	1.846858167	0.372187	<0,05	1;4
área * ESTRATO	0.254352956	2	0.127176478	0.638007	0.199334	<0,05	2;8
árvore * área	9.460982972	12	0.788415248				
árvore * estrato	7.387432666	4	1.846858167				
árvore * área * armadilha	5.104056	8	0.638007				
Erro	166.9282609	209	0.798699813				
Total	336.85711	240					

Anexo F – Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as espécies *C. rufipes*, *C. sericeiventris* e outras morfoespécies agrupadas do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

TABELA DE CONTINGENCIA - CAMPUS UFJF				
Espécie	Avançar	Morder	outras ações	total
<i>C. rufipes</i>	25	27	1	53
<i>C. sericeiventris</i>	20	24	1	45
outras	8	17	21	46
total	53	68	23	144

qui-quadrado= 45.78877
p= <0,05

Anexo G – Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - CAMPUS UFJF				
Espécie	Avançar	Morder	outras ações	total
<i>C. rufipes</i>	25	27	1	53
<i>C. sericeiventris</i>	20	24	1	45
total	45	51	2	98

qui-quadrado= 14.68159
p= <0,05

Anexo H – Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação (somente avançar e morder) para as espécies *C. rufipes* e *C. sericeiventris* do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - CAMPUS UFJF			
Espécie	Avançar	Morder	total
<i>C. rufipes</i>	25	27	52
<i>C. sericeiventris</i>	20	24	44
total	45	51	96

qui-quadrado= 3.432226301
 $p= >0,05$

Anexo I – Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para as espécies *C. rufipes*, *C. sericeiventris* e outras morfoespécies agrupadas do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - CAMPUS UFJF				
Espécie	Recuar	Fugir	outras reações	total
<i>C. rufipes</i>	5	0	3	8
<i>C. sericeiventris</i>	7	3	1	11
outras	36	29	5	70
total	48	32	9	89

qui-quadrado= 18.91975714
 $p= <0,05$

Anexo J – Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para *C. rufipes*, *Myrmelachista* sp2 e outras morfoespécies agrupadas do Parque Estadual do Itacolomi, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - PEI				
Espécie	Avançar	Morder	outras ações	total
<i>C. rufipes</i>	25	14	18	57
<i>Myrmelachista</i> sp2	0	0	6	6
outras	2	0	10	12
total	27	14	34	75

qui-quadrado= 88.30609
 $p= 0,0001$

Anexo K – Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para *C. rufipes*, *Myrmelachista* sp2 e outras morfoespécies agrupadas do Parque Estadual do Itacolomi, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - PEI				
Espécie	Fugir	Recuar	outras reações	total
<i>C. rufipes</i>	1	1	0	2
<i>Myrmelachista</i> sp2	10	1	7	18
outras	2	3	0	5
total	13	5	7	25
qui-quadrado= 15.65812865				
p= <0,05				

Anexo L – Tabela de contingência dos atos comportamentais de ação para as colônias de *C. rufipes* do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e do Parque Estadual do Itacolomi, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - <i>C. rufipes</i>				
Espécie	Avançar	Morder	outras ações	total
<i>C. rufipes</i> UFJF	25	27	1	53
<i>C. rufipes</i> PEI	25	14	18	57
total	50	41	19	110
qui-quadrado= 23.94693				
p= <0,05				

Anexo M – Tabela de contingência dos atos comportamentais de reação para as colônias de *C. rufipes* do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e do Parque Estadual do Itacolomi, MG.

TABELA DE CONTINGÊNCIA - <i>C. rufipes</i>				
Espécie	Fugir	Recuar	outras reações	total
<i>C. rufipes</i> UFJF	0	5	0	5
<i>C. rufipes</i> PEI	1	1	0	2
total	1	6	0	7
qui-quadrado= 6.00554939				
p= <0,05				