

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Composição, riqueza e raridade de espécies de  
formigas (Hymenoptera: Formicidae) em  
povoamento de eucaliptos e mata nativa na Reserva  
Biológica União/ IBAMA, RJ.**

**Luziane Baptista de Andrade da Silva**

**2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E RARIDADE DE ESPÉCIES DE  
FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM POVOAMENTO  
DE EUCALIPTOS E MATA NATIVA NA RESERVA BIOLÓGICA  
UNIÃO/IBAMA, RJ**

**LUZIANE BAPTISTA DE ANDRADE DA SILVA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Jarbas Marçal de Queiroz**

*e Co-orientação do Professor*  
**Antônio José Mayhé Nunes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**LUZIANE BAPTISTA DE ANDRADE DA SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/08/06

---

Jarbas Marçal de Queiroz. Dr. UFRRJ

---

Sofia Campiolo. Dr. UESC

---

Adriana Maria de Aquino. Dr. EMBRAPA-Agrobiologia

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade concedida, direção e força em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Jarbas Marçal de Queiroz pela dedicação e compreensão.

Ao Prof. Dr. Antonio José Mayhé Nunes pela ajuda nas identificações.

Ao IBAMA pela autorização para o desenvolvimento do projeto

Ao Sr. Whitson José da Costa Júnior, pelo apoio na Reserva Biológica União, e a todos os seus funcionários.

Ao Prof. Lélis, coordenador do curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, pela preocupação e dedicação.

À Lenice pelo incentivo.

Aos estagiários do Laboratório de Ecologia e Conservação pela colaboração, em especial a Michel, Samara, Marcos, Juliana e Gabriel.

Aos meus pais pela compreensão e força.

A Eduardo pelo apoio e compreensão.

## RESUMO

SILVA, Luziane Baptista de Andrade da. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamentos de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/IBAMA, RJ.** 2006. 34p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

As formigas, por sua importância ecológica, abundância e facilidade de coleta, vêm sendo o foco de muitos estudos sobre aspectos básicos da estrutura de comunidades e aplicados nas áreas de conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas. Neste trabalho o objetivo foi investigar a composição, riqueza e raridade de espécies de formigas, através de diferentes programas de amostragem, em ambiente de mata nativa e povoamentos de eucaliptos em domínio da Mata Atlântica no norte fluminense. A área de estudo foi a Reserva Biológica União, situada entre os municípios de Rio das Ostras e Casimiro de Abreu, no Estado do Rio de Janeiro. Quatro programas de amostragem foram aplicados: coletas com armadilhas de solo do tipo *pitfall*; coleta manual na serapilheira com auxílio de iscas de sardinha e de solução de mel; coleta manual sobre plantas do sub-bosque com auxílio de iscas de sardinha e coleta manual de formigas que nidificam em pequenos galhos mortos. Um total de 114 morfoespécies de formigas foi capturado nas áreas de povoamentos de eucaliptos e mata nativa. Na mata nativa foi um total de 74 morfoespécies e nos povoamentos de eucaliptos foram 73 morfoespécies. A riqueza de espécies de formigas obtida das amostras na serapilheira foi maior em mata nativa do que nos povoamentos de eucaliptos enquanto nas amostras sobre plantas ocorreu o contrário. *Wasmannia auropunctata*, uma espécie oportunista e entre as principais invasoras no mundo, foi muito mais frequente nos povoamentos de eucaliptos do que na mata nativa. Em geral nos prevemos que um esforço amostral maior poderia resultar em mais espécies sendo adicionadas ao ambiente de mata nativa do que nos povoamentos de eucaliptos devido ao maior nível de raridade das espécies nas amostras em mata nativa.

**Palavras chave:** Mata Atlântica, formigas de serapilheira, formigas em plantas.

## ABSTRACT

SILVA, Luziane Baptista de Andrade da. **Ant species composition, richness and rarity in eucalyptus plantations and native forest in the Reserva Biológica União/IBAMA, Brazil.**

Ants are highly abundant, have a great functional importance and are easily to collect and sensitive to environmental characteristics. They have been focus on many ecological studies, from basic aspects of community structure to the applications in environmental monitoring programs. This work aimed to compare the composition, richness and rarity of ant species between native forest and eucalyptus plantations in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro State, Brazil. Four sampling programs were used in this study: pitfall traps, hand-collection with sardine or honey baits in the litter, hand-collection with sardine baits on the understore and hand-collection of twig-nesting ants. One hundred and fourteen ant species were collected in Reserva Biológica União. Total richness for native forest and eucalyptus plantations were, respectively, 74 and 73 ant species. Ant species richness in the litter samples was higher in native forest than in eucalyptus plantations whereas on the plant foliage there were more ant species in the understore of eucalyptus plantations than in native forest. *Wasmannia auropunctata* an opportunist and one of the major invasive species worldwide was far more frequent in eucalypt plantation samples than in native forest. In general we can predict that further samples in the two habitats would produce more ant species in the native forest than in eucalypt plantations due to the higher rarity level of ant species in the samples from native forest than in the eucalytp plantation.

**Key words:** Atlantic forest, ground-dwelling ants, ant-plant.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Listagem geral de espécies encontradas em Povoamento de eucaliptos e em Mata nativa com as quatro amostragens. Onde, P = pitfall; IS = isca no solo; IP = isca sobre plantas ; G = galhos; Pe = Povoamento de eucaliptos e Mn = Mata nativa.....16

**Tabela 2:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe), Mata Nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com pitfall na Reserva Biológica União, RJ.....19

**Tabela 3:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe) e Mata nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com o uso de iscas no solo, na Reserva Biológica União, RJ.....20

**Tabela 4:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe) e mata nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com o uso de iscas sobre plantas, na Reserva Biológica União, RJ.....21

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Armadilha de solo do tipo Pitfall instalada em área de mata nativa para a coleta de formigas.....7
- Figura 2:** Atração de formigas para coleta manual sobre plantas utilizando isca de sardinha em óleo comestível sobre guardanapo de papel.....8
- Figura 3:** Atração de formigas para coleta manual sobre a serapilheira utilizando isca de sardinha em óleo comestível sobre guardanapo de papel.....9
- Figura 4:** Amostra de galhos da serapilheira em Povoamento de eucaliptos (A) e em Mata nativa (B).....10
- Figura 5:** *Cephalotes pusillus* nidificando em galho seco. Imagem de Alex Wild ([www.myrmeco.net](http://www.myrmeco.net)).....11
- Figura 6:** Riqueza observada entre as sete subfamílias capturadas nas duas áreas (Povoamento de eucaliptos – Pe e Mata nativa – Mn) em diferentes amostragens (Pitfall; Iscas no solo – Isca S; e Isca sobre plantas – Iscas P) da Reserva Biológica União, Rio das Ostras, RJ. O número total de espécies encontrado, utilizando variadas técnicas de amostragem, foi, respectivamente: 44, 60, 15, 23, 33, 13, 4, 12 (da esquerda para a direita).  
.....11
- Figura 7:** Riqueza de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com armadilhas de solo do tipo pitfall na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos em (B) Mata nativa.....22
- Figura 8:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso armadilhas de solo do tipo pitfall em área de Mata nativa (Mn) e em Povoamento de eucaliptos (Pe) na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.....23
- Figura 9:** Riqueza de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com isca de sardinha ou de solução de mel sobre a serapilheira na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos e (B) Mata nativa.....24
- Figura 10:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso de isca de sardinha ou de solução de mel sobre o solo em Mata nativa e em Povoamento de eucaliptos na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.....25
- Figura 11:** Riqueza de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com isca de sardinha sobre plantas do subbosque na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos em (B) Mata nativa.....26



**Figura 12:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso de isca de sardinha sobre plantas do subbosque em área de Mata nativa e em Povoamento de eucaliptos na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.....27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Caracterização da Área de Estudo.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Delineamento Experimental .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.1 Coleta com armadilhas.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.2 Coleta manual sobre plantas do subbosque.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.3 Coleta manual sobre a serapilheira.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.4 Coleta manual em galhos mortos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Procedimento com o Material Coletado.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Análise de Dados.....</b>	<b>13</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica guarda, apesar de séculos de destruição, a maior biodiversidade por hectare entre as florestas tropicais. Isso é devido a sua distribuição em condições climáticas e em altitudes variáveis, favorecendo a diversificação de espécies que estão adaptadas às diferentes condições topográficas de solo e umidade. A grande quantidade de matéria orgânica em decomposição sobre o solo dá à mata fertilidade suficiente para suprir toda a rica vegetação. Calcula-se que nela existam dez mil espécies de plantas, sendo 76 palmeiras, 131 espécies de mamíferos, 214 espécies de aves, 23 de marsupiais, 57 de roedores, 183 de anfíbios, 143 de répteis e 21 de primatas. Entre 1985 e 1990 foram cortadas na Mata Atlântica 1.200.000.000 árvores. Apesar disso, a Mata Atlântica conserva sua importância em termos biológicos. O recorde mundial de diversidade de árvores pertence a uma área no sul da Bahia onde os botânicos registraram 450 tipos de árvores num único hectare, sendo que a maior parte deste imenso patrimônio era desconhecido. Ainda se tiram centenas de ervas medicinais e aromáticas para serem comercializadas tanto dentro do Brasil como com outros países. Devido a grande devastação dessa mata quase 200 espécies estão ameaçadas de extinção, fora aquelas que já se extinguíram, metade das espécies vivas hoje poderá estar extinta até o final do próximo século. Atualmente, da segunda grande floresta brasileira restam apenas cerca de 5 % de sua extensão original. A Mata Atlântica é considerada atualmente um dos mais importantes conjuntos de ecossistemas do planeta, e um dos mais ameaçados.

A destruição da biodiversidade e o desmatamento elimina, de uma só vez, grande contingente de espécies muitas vezes desconhecidas. Além disso homogeneiza-se o ecossistema quando se implanta qualquer tipo de monocultura. Este ecossistema vem sendo rapidamente desmatado para o cultivo, extração de madeira, criação de gado e projetos de desenvolvimento em larga escala, sendo a perda destes ecossistemas diretamente prejudicial às numerosas espécies de plantas, animais e produtos florestais valiosos. Com o objetivo de amenizar os impactos da extração de madeira sobre florestas nativas, o uso de plantações florestais, ou seja, a formação de florestas a partir da regeneração artificial tem sido estabelecida com o propósito de fornecer madeira para fins industriais e para geração de energia. Para esse fim, as espécies de *Eucalyptus* estão entre as mais utilizadas no mundo, por apresentarem rápido crescimento e capacidade de se desenvolver em diversas condições climáticas. Apesar disto, existem críticas relacionadas a um possível efeito alelopático, referente às espécies do gênero, ou seja, que o eucalipto possa criar condições desfavoráveis ao crescimento de outras plantas. Além disso, a substituição da vegetação original por plantas exóticas causa impacto sobre organismos nativos, devido a homogeneidade biológica e estrutural do eucaliptal e a baixa disponibilidade de fontes alimentares para a fauna. Uma monocultura, quer de eucalipto ou de qualquer outra espécie, pode ser reconhecidamente menos capaz de suportar uma alta diversidade de fauna.

A composição da serapilheira em uma floresta depende da estrutura da comunidade vegetal, do estágio de desenvolvimento da comunidade e de variações relacionadas às diferentes épocas do ano. Florestas plantadas com espécies de eucaliptos devem apresentar uma homogeneidade maior da serapilheira do que florestas nativas, podendo acarretar uma diminuição na disponibilidade de nichos e locais de nidificação, principalmente à fauna edáfica. É cada vez mais evidente a importância da fauna, de um modo geral, inclusive de invertebrados, na manutenção e equilíbrio dos ecossistemas, devendo-se este fato a íntima relação que estes organismos mantêm com o ambiente em que vivem.

Dentro deste grupo, a população de artrópodes do solo destaca-se pela importância na decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, e por apresentar grande diversidade. Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas para o uso de artrópodes como bioindicadores de modificações ambientais. Dependendo do tipo de impacto, as reações dos diferentes grupos de organismos podem ser variadas, assim, a redução na diversidade de espécies e a alteração da estrutura da população de alguns grupos da fauna edáfica podem representar um indicador de degradação do solo e de perda de sua sustentabilidade.

Dentre as inúmeras causas que podem afetar uma população edáfica, podemos destacar a compactação e seus efeitos na porosidade, a destruição do revestimento vegetal que causa flutuações microclimáticas e expõe os organismos aos excessos de temperatura ou simplesmente a diferença entre copas de árvores que proporcionam diferentes sombreamentos em áreas de ocorrência, e a diminuição da qualidade e da quantidade de material orgânico, que pode ocasionar uma redução da diversificação de espécies.

A classe dos insetos é considerada a mais bem sucedida da natureza e a mais numerosa, devendo-se isto a capacidade de sofrerem adaptações aos mais variados ambientes. Dentre os insetos, as formigas são um dos grupos de invertebrados com papel importante na pirâmide de fluxo de energia, pela sua atuação na ciclagem de nutrientes, controle da população de outros invertebrados e como dispersoras de sementes, dentre outras funções. Várias pesquisas estão sendo dirigidas para o uso de formigas como indicadores biológicos do estado de degradação ou de recuperação de ecossistemas terrestres e em estudos de conservação da biodiversidade, devendo-se este fato, às peculiaridades que estes organismos apresentam, pois são fáceis de coletar, de separar ao nível de espécies e sensíveis a mudanças no ambiente.

A riqueza em espécies é constituída pelo número de espécies de uma determinada área. Os ambientes podem ser comparados utilizando diferentes parâmetros como riqueza, raridade, composição de espécies, abundância e diversidade. Os padrões de riqueza e diversidade de formigas em diferentes ambientes não são claros, apesar de haver tendência para que sistemas mais complexos sejam mais ricos e diversos em comparação com sistemas mais simplificados, como é o caso de povoamentos de eucaliptos. Como hipótese, espera-se comprovar que há uma riqueza maior de formigas nas áreas de mata nativa do que em áreas com plantio de eucaliptos.

Este trabalho teve como objetivos:

- Investigar a composição, riqueza e a raridade de espécies de formigas, através de diferentes programas de amostragem, em ambientes de mata nativa e povoamentos de eucaliptos em domínio da Mata Atlântica.
- Comparar a composição, riqueza e a raridade de espécies de formigas entre ambientes de mata nativa e com povoamentos de eucaliptos, em domínio de Mata Atlântica no norte fluminense.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Formigas são himenópteros, juntamente com as vespas e abelhas. Pertencem a família Formicidae, apenas uma das cerca de 91 famílias da ordem Hymenoptera. Têm grande importância ecológica pois percorrem boa parte do ambiente terrestre como principais revolvedoras de solo, canalizadoras de energia e dominadoras da fauna de insetos, além de apresentarem uma das mais complexas formas de comunicação química entre os animais.

O impacto das formigas nos ambientes terrestres é igualmente grande. Na maioria dos habitats elas estão entre as maiores predadoras de outros insetos e pequenos invertebrados. Formigas cortadoras de folhas são um dos principais herbívoros e são pragas destrutivas na América Central e do Sul. *Pogonomyrmex* e outras formigas estão entre os principais predadores de sementes, competindo efetivamente com mamíferos por esta fonte de alimento nos desertos do sudoeste dos EUA. A abundância e a dominância ecológica das formigas se equivale a sua enorme distribuição geográfica. Várias das espécies descritas são encontradas do círculo polar ártico as áreas mais austrais da Tasmânia, Terra do Fogo e África. Não são encontradas apenas na Antártica, Groelândia, Islândia, Polynésia a leste de Tonga e outras poucas ilhas remotas no Atlântico e no Índico. Algumas espécies se adaptaram muito bem também a ambientes perturbados. (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

As 11.700 espécies de formigas conhecidas no mundo distribuem-se em 21 subfamílias e 283 gêneros (BOLTON, 2003). Em florestas tropicais, as formigas são um dos grupos dominantes em biomassa e número de espécies (RAMOS, 2001). No Brasil são 2.500 espécies de formigas conhecidas (LEWINSOHN *et al.*, 2005). As formigas apresentam ninhos de forma e localização bem diversificados. Troncos mortos e ramos caídos no solo ou retidos nas plantas podem ser utilizados para construção de ninhos permitindo a mirmecofauna divergir e especializar-se nos diferentes substratos (BENSON & HARADA, 1988).

Muitas espécies possuem hábitos arborícolas, outras vivem exclusivamente dentro do solo. Na serapilheira várias espécies de formigas nidificam entre folhas, galhos ou no interior desses, e, ainda, em grandes troncos apodrecidos. O grupo surgiu no Cretáceo e hoje ocupa posições-chaves na maioria dos ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Nas florestas úmidas dos neotrópicos, as formigas são os principais herbívoros. Elas são também responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica e seu papel como engenheiros de ecossistemas é tão importante quanto o das minhocas (LOBRY DE BRUYN, 1999). Nas interações com outros organismos, as formigas participam de simbioses com mais de 400 espécies de plantas e milhares de espécies de artrópodos. Elas podem cultivar fungos, coletar sementes, líquidos açucarados expelidos por insetos sugadores e atacar outros artrópodos vivos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Neste último caso, atuam como mecanismo interno de controle dos ecossistemas e podem ajudar na proteção das plantas.

As associações de plantas com formigas são comuns, mas variam em importância para os parceiros envolvidos. De modo geral é previsível que plantas que tenham características que favoreçam as atividades de formigas predadoras/onívoras estejam em vantagem sobre suas competidoras mais próximas sem tais características. Em alguns casos essas associações se desenvolveram para o estabelecimento de interações mutualísticas obrigatórias (*e.g.* JANZEN, 1966), mas na maioria dos casos a associação é facultativa e não envolve dependência mútua entre os organismos (BENTLEY, 1977).

As comunidades de formigas podem ser influenciadas pela disponibilidade de recursos alimentares ou locais para nidificação, por interações competitivas entre as espécies e pelos fatores climáticos, principalmente por temperatura e umidade (KASPARI, 2000). Um dos padrões ecológicos que emergem na análise da relação entre a complexidade do habitat e a

diversidade de espécies animais é que quanto maior a complexidade, maior a diversidade (TEWS *et al.*, 2004), desta forma, estrutura da comunidade de espécies animais pode refletir as características de seus habitats e em alguns casos ser indicadora de alterações no ambiente (HILL & HAMER, 1998). A composição em espécies de comunidades de formigas vem sendo utilizada na Austrália como um indicador do grau de recuperação de ambientes após uma perturbação (ANDERSEN & MAJER, 2004). Segundo ANDERSEN, 1997 apud MACEDO (2004), para facilitar o estudo de formicídeos, as espécies são classificadas em grupos funcionais que são identificados a partir de alterações em relação ao clima, solo, vegetação, e distúrbios. Os grupos funcionais nos ecossistemas australianos descritos por ANDERSEN (1997), são:

- ✓ Espécies dominantes: Espécies altamente abundantes e agressivas, que influenciam a distribuição e atividade de outras espécies de formigas.
- ✓ Espécies subordinadas associadas: Espécies do gênero *Camponotus*, que coexistem com as dominantes por apresentarem tamanho do corpo relativamente maior, período de atividade deslocado do das anteriores e comportamento de submissão.
- ✓ Especialistas de clima e solo: Espécies que possuem especializações fisiológicas, morfológicas e comportamentais, relacionadas à sua ecologia de forrageamento.
- ✓ Espécies crípticas: Principalmente pequenas, forrageiam e nidificam predominantemente dentro do solo e serapilheira, não interagindo com outras formigas fora destes habitats.
- ✓ Espécies oportunistas: Espécies não especializadas e pouco competitivas, frequentemente abundantes em habitats perturbados.
- ✓ Mirmicíneas generalistas: Cosmopolitas, não especialistas, mas altamente competitivas.
- ✓ Espécies forrageadoras solitárias de tamanho relativamente grande: São predadoras solitárias, sugerindo que não interagem fortemente com outras formigas.

A complexidade dos habitats das espécies pode ser medida pela heterogeneidade de seus elementos componentes. Em geral, comunidades de plantas simplificadas após perturbação ou amplamente dominadas por uma ou poucas espécies, representam ambientes mais homogêneos e de menor complexidade. Áreas de vegetação nativa tendem a apresentar maior diversidade de espécies, em comparação com plantios de espécies exóticas, que são ambientes simplificados (MARINHO *et al.*, 2002). No caso de plantios de eucaliptos, muitos impactos sobre a biodiversidade têm sido detectados (PAULA, 1997; PECK *et al.*, 1988; LOUZADA *et al.*, 2000; ANDERSEN *et al.*, 2002).

SCHULZ & WAGNER (2002) em Uganda, estudando a influência dos tipos florestais sobre formigas arborícolas, encontraram uma fauna de formigas menos diversa na floresta secundária, com 12,6% menos espécies, quando comparada aos locais de floresta primária. DIEHL *et al.* (2005), ao comparar três ambientes na praia da Pedreira, município de Viamão, RS, utilizando iscas de sardinha em óleo comestível e coleta direta, identificaram 60 espécies, sendo a maior riqueza encontrada na mata nativa.

Ao compararmos uma área de eucaliptos e uma de mata nativa percebe-se variações em seus microclimas. Em povoamentos de eucaliptos a cobertura das copas expõe a serapilheira a intensa luz solar, chuvas e ventos, modificando o microclima e afetando a decomposição da serapilheira e a composição da fauna local (LOUZADA *et al.*, 1997). Alguns autores, como MAJER & RECHER (1999), relataram que a serapilheira produzida pelos povoamentos de eucaliptos apresenta baixa diversidade de organismos, comprometendo a ciclagem de nutrientes e outros processos. A diversidade de substratos de nidificação e alimentação é menor do que na vegetação nativa e leva a uma redução na riqueza de espécies em povoamentos de eucaliptos (SOARES *et al.*, 1998).

MARINHO *et al.* (2002), em um levantamento da fauna de formigas em área de cerrado e em povoamento de eucaliptos, encontraram 143 espécies de formigas, sendo 67 espécies na área de vegetação nativa e 52 espécies nos eucaliptais. Os gêneros com o maior

número de espécies foram *Pheidole* e *Camponotus*, provavelmente porque esses dois gêneros estão entre os mais amplamente distribuídos. FONSECA & DIEHL-FLEIG (2004), investigando a fauna de formigas em povoamentos de eucaliptos de diferentes espécies implantados em ecossistema de restinga no Rio Grande do Sul coletaram, com o auxílio de armadilhas de solo do tipo *pitfall*, um total de 49 espécies. CORRÊA NETO *et al.* (2001), em uma pesquisa sobre a mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária, no Rio de Janeiro, não constatarem diferenças significativas nos valores de diversidade da fauna edáfica entre as áreas de estudo. OLIVEIRA *et al.* (1995), em um levantamento da fauna de formigas em uma área de nativa e outra de povoamento de *Eucalyptus* no estado do Amapá, encontraram um total de 121 espécies de formigas. Utilizaram armadilhas do tipo *pitfall*, iscas e coletas manuais no solo, serapilheira, árvores e arbustos, nos quais a mata nativa contribuiu com 88,42% das espécies coletadas. SAX (2002) amostrou as espécies de diversos grupos taxonômicos em um estudo comparativo sobre vegetação nativa e povoamentos de eucaliptos na Califórnia (E.U.A.), concluindo que um ecossistema dominado por uma espécie de planta exótica, pode apresentar a mesma diversidade de espécies que os ecossistemas nativos.

RIBAS *et al.* (2003) observaram a influência da riqueza e densidade de espécies arbóreas sobre o aumento na riqueza de formigas, estabelecendo uma relação entre estes fatores e, sugeriram ainda, que o aumento e a variabilidade de recursos permitem o estabelecimento de um grande número de espécies. FERNANDES *et al.* (2000), em trabalho realizado em Dourados MS, concluíram que o aumento da complexidade da estrutura vegetal pode favorecer o desenvolvimento de algumas espécies não dominantes, aumentando a riqueza de espécies no ambiente.

Além da riqueza, a composição em espécies da fauna de formigas pode variar entre áreas com plantio de *Eucalyptus* e áreas com vegetação nativa (MARINHO *et al.*, 2002). Essas diferenças estão muitas vezes relacionadas com a variedade de nichos disponíveis, freqüentemente maior nos locais com maior diversidade de espécies vegetais. Entretanto, diferenças na composição e riqueza de espécies de formigas entre locais diferentes podem estar relacionadas com a presença de espécies invasoras, mais agressivas (*e.g.* BRETON *et al.*, 2003) ou em decorrência dos efeitos de borda (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999).

Espécies com várias rainhas, ninhos polidômicos, comportamento agressivo e alta capacidade de recrutamento, frequentemente dominam os habitats, graças a seu grande potencial de crescimento e extensão espacial. Este é o caso de espécies como *Linepithema humile*, *Pheidole megacephala*, *Solenopsis invicta* e *Wasmannia auropunctata* (FERNANDEZ, 2003). Algumas espécies podem dominar ambientes sendo altamente competitivas e eliminando espécies nativas, como é o caso da invasora *Wasmannia auropunctata*, que, devido ao seu comportamento especialista em áreas perturbadas, reforça a idéia de que existam características evolutivas que conduzem a uma competitividade mais alta dentro um novo ambiente (BRETON *et al.*, 2000).

Diferentes técnicas de amostragens vêm sendo utilizadas nos estudos com formigas, dentre as quais estão o extrator de winkler, o *pitfall*, o funil de Berlese e iscas com variados atrativos alimentares. (BESTELMEYER *et al.* 2000). DELABIE *et al.* (2000) sugerem que um misto de variadas técnicas de coleta é mais apropriado, pois permite a captura de um maior número de espécies. Em relação à fauna epigéica, a amostragem com armadilhas de solo do tipo *pitfall* apresenta enormes vantagens. O método é simples, possui custo baixo e tem ação uniforme no ambiente, amostrando tanto espécies diurnas quanto noturnas (MAJER, 1997). Estudos comparativos com a utilização desse e de outros métodos de amostragem têm contribuindo bastante para a compreensão da estrutura das comunidade de formigas em diferentes ecossistemas (AGOSTI *et al.*, 2000).

### 3 MATERIAI E MÉTODOS

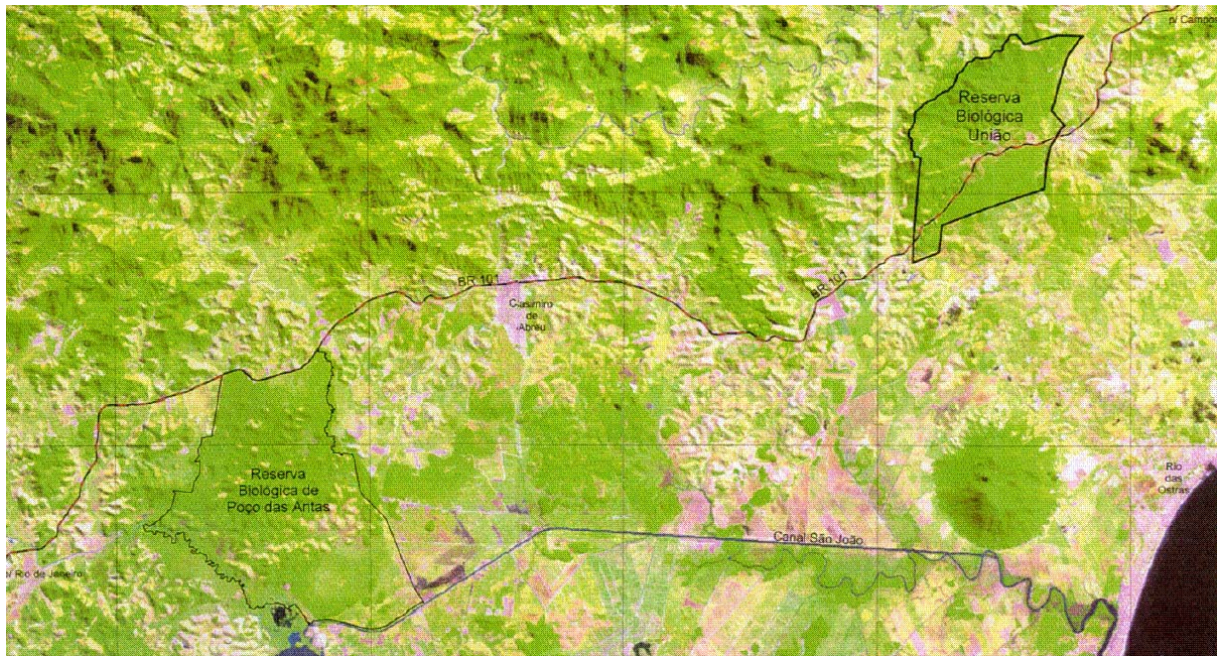
#### 3.1 Caracterização da Área de Estudo

A Reserva Biológica União foi criada em 22 de abril de 1998, sob jurisdição do IBAMA, e têm o objetivo de assegurar a proteção, conservação e recuperação de remanescentes da Mata Atlântica e formações associadas, da fauna típica, que delas dependem, em especial o mico-leão-dourado *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766) espécie de primata endêmica desta região e em perigo de extinção.

A origem da ReBio União é a Fazenda União, que pertencia a Rede Ferroviária Federal S.A., que além de outras atribuições, utilizava a área para plantios de eucaliptos visando a utilização de sua madeira como dormentes para linhas férreas. A Reserva possui 3.126 ha e localiza-se no Distrito de Rocha Leão, entre os municípios de Rio das Ostras e Casimiro de Abreu (22°27'36"S, 42°02'15" W), (Figura 1) no Estado do Rio de Janeiro, distando 160 Km da capital do Estado. Na região predomina o clima tropical úmido, classificado por Köppen como sendo dos tipos Af e Aw, com temperaturas médias variando entre 30° C e 32° C, e estação chuvosa no verão. Os índices pluviométricos anuais são superiores a 1.000 mm, concentrados nos meses de outubro e abril. A ReBio União representa um dos maiores e últimos remanescentes de Mata Atlântica de Baixada Costeira do Rio de Janeiro, abriga a segunda maior população silvestre de micos-leões-dourados e várias espécies endêmicas de aves. A Reserva protege as nascentes dos rios Purgatório e Dourado, afluentes importantes dos rios Macaé e São João, respectivamente. KIERULFF (2000) apud LAPENDA (2002), identificou três tipos de vegetação, na Reserva Biológica União, baseando-se em dados de drenagem e no sistema topográfico:

- Mata de Brejo – Ocorre em áreas permanentemente saturadas de água e apresenta menor densidade de árvores, menor densidade de vegetação no dossel, estrato de menor altura, e maior densidade de lianas e de vegetação no sub-bosque do que a baixada e morro.
- Mata de Baixada – Ocorre em áreas sujeitas a inundações ocasionais, apresenta presença de bromélias e outras epífitas, árvores com altura média de 10,2m.
- Mata de Morro - Maior densidade de vegetação no dossel e maior altura do estrato. Árvores com altura média de 11,2m.





**Figura 1:** Imagem de satélite com a localização da área de estudo

As coletas foram efetuadas durante os meses de abril de 2004 e Janeiro de 2005 em três áreas com povoamentos de eucaliptos, em diferentes idades, apresentando sub-bosque em diferentes estágios de sucessão, e em duas áreas com vegetação de Mata nativa, do tipo Floresta Ombrófila densa, na Reserva Biológica União, RJ. Medidas de temperatura, umidade e profundidade da serapilheira foram tomadas durante o verão, no período entre 10 e 12 hs. Os resultados, para Povoamento de Eucaliptos (mE) e Mata Nativa (mN) foram, respectivamente: mE (temperatura – 30.5; umidade – 63.6; profundidade da serapilheira –3.95) e mN (temperatura- 28.5; umidade- 71.9; profundidade da serapilheira- 5.6).

### 3.2 Tratamentos observados

Utilizou-se áreas com povoamentos de *Eucalyptus citriodora* (Hook, 1848), denominado de tratamento **Povoamento de eucaliptos**, e áreas de Floresta Ombrófila Densa, denominado de tratamento **Mata Nativa**, para composição dos experimentos. Em cada experimento, as unidades amostrais estiveram no mínimo a 10 m de distância uma das outras, como recomendado em ALONSO & AGOSTI (2000). Tanto no tratamento Povoamento de eucaliptos quanto em Mata nativa procurou-se instalar os experimentos a partir de, no mínimo, 10 m das bordas. Para este estudo utilizou-se duas técnicas básicas de coleta de formigas, armadilha e manual, em quatro programas de amostragem: 1) armadilhas de solo do tipo *pitfall*; 2) coleta manual sobre plantas do subbosque com atração por iscas de sardinha em óleo comestível 3) coleta manual sobre a serapilheira com atração por iscas de sardinha em óleo comestível ou solução de mel; 4) coleta manual de formigas no interior de galhos mortos da serapilheira.

#### 3.2.1 Coleta com armadilhas

Foram utilizados 140 *pitfalls*, confeccionados com garrafas “Pet”, tendo 16 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro e preenchidas com 100 ml de formalina a 3%. para a conservação

do material. Foram distribuídas 80 armadilhas em Mata nativa e 60 em Povoamento de eucaliptos. A unidade amostral neste caso foi o *pitfall*. Os *pitfalls* foram enterrados de forma que somente a borda ficasse em contato com a serapilheira, ficando ativas no campo por 48hs (Figura 2).



**Figura 2:** Armadilha de solo do tipo *Pitfall* instalada em área de mata nativa para a coleta de formigas.

### 3.2.2 Coleta manual sobre plantas do subbosque

Delimitou-se 70 parcelas de 100 metros quadrados, 35 em Povoamento de eucaliptos e 35 em Mata nativa. Quinze a 20 iscas de sardinha em óleo comestível foram distribuídas homogeneamente sobre a folhagem das plantas do subbosque em cada parcela (Figura 3). Após uma hora, as formigas atraídas para as iscas foram coletadas. A unidade amostral foi cada parcela de 100 m<sup>2</sup>.





**Figura 3:** Atração de formigas para coleta manual sobre plantas utilizando isca de sardinha em óleo comestível sobre guardanapo de papel.

### **3.2.3 Coleta manual sobre a serapilheira**

As iscas foram dispostas no centro de quadrados de papel branco de 120 cm<sup>2</sup>, alternado entre os atrativos solução de mel e sardinha em óleo comestível, totalizando 60 em Povoamento de eucaliptos e 80 em Mata nativa (Figura 4). As iscas permaneceram expostas por cerca de 1 hora, sendo realizado duas coletas com intervalo de ½ hora. A unidade amostral foi cada isca exposta durante 1 hora em cada quadrado de papel.



**Figura 4:** Atração de formigas para coleta manual sobre a serapilheira utilizando isca de sardinha em óleo comestível sobre guardanapo de papel.

#### **3.2.4 Coleta manual em galhos mortos**

Foram demarcadas 60 parcelas de 1m<sup>2</sup> na serapilheira, distantes 10m entre si, sendo 30 em Povoamento de eucaliptos e 30 em Mata nativa. Todos os galhos com 0,3 a 5 cm de diâmetro encontrados nas parcelas foram coletados e armazenados em sacos plásticos e etiquetados conforme área e amostra (Figura 5 A e B), de acordo com CARVALHO & VASCONCELOS (2002). Os galhos foram quebrados um a um e as formigas encontradas, como exemplificado na Figura 6, foram colocadas em recipientes etiquetados.



**Figura 5:** Amostra de galhos da serapilheira em Povoamento de eucaliptos (A) e em Mata nativa (B).



**Figura 6:** *Cephalotes pusillus* nidificando em galho seco. Imagem de Alex Wild ([www.myrmeco.net](http://www.myrmeco.net)).

### 3.3 Procedimento com o Material Coletado

Todo material coletado foi armazenado em recipientes contendo álcool - 70% . No laboratório os exemplares de cada espécie de formiga foram montados em via seca e posteriormente identificados. Os gêneros foram identificados com base na chave de BOLTON (1994) e as subfamílias de acordo com a proposta de BOLTON (2003). As identificações das

espécies foram realizadas, quando possível, com o auxílio de chaves contidas em revisões taxonômicas e por meio de comparações com exemplares identificados da Coleção Entomológica Costa Lima (CECL, IB, UFRRJ). O material testemunho foi depositado na CECL.

### 3.4 Análise de Dados

Para análise da composição em espécies foi construída uma tabela contendo a lista de espécies para Povoamento de eucalipto e para Mata nativa segundo as diferentes técnicas de coleta empregadas. Além disso, foram construídas tabelas com as espécies mais frequentes em cada ambiente para as diferentes técnicas de coleta. Para análise da riqueza foi utilizado o Programa EstimateS 7.5 (COLWELL, 2005) que calcula a riqueza observada nos dados para o conjunto de amostras aleatorizadas. Entre os estimadores de riqueza calculados pelo programa, optou-se pelo ICE para analisar a suficiência amostral, como sugerido por DELABIE *et al.*(2000). Optou-se também em analisar o número médio de espécies únicas, pois esse dá uma idéia sobre a raridade das espécies nos ambientes.

**Sobs (Mao Tau):** Número médio de espécies esperado no conjunto de amostras dos dados coletados (média de 100 aleatorizações)

**ICE Médio:** estimador de riqueza de espécies baseado nos dados de incidência das espécies nas amostras (média das 100 aleatorizações).

**Média de espécies únicas:** número médio de espécies únicas (espécies que ocorrem em apenas uma amostra) no conjunto das amostras (média de 100 aleatorizações).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de sete subfamílias, 30 gêneros e 114 morfoespécies de formigas, foi coletado nas áreas com Povoamento de eucalipto e Mata nativa da Reserva Biológica União, RJ. Apesar do menor esforço amostral empregado em Povoamento de eucaliptos nos programas de amostragem com armadilhas de solo e iscas sobre a serapilheira, no geral, a riqueza de espécies obtida nos dois ambientes foi muito próxima. Ao todo 74 morfoespécies, sendo 41 exclusivas, foram registradas nas amostras em Mata nativa e 73 morfoespécies, sendo 40 exclusivas, nas amostras em Povoamento de eucaliptos. A lista completa das morfoespécies e espécies identificadas coletadas nos dois ambientes nas diferentes amostragens encontra-se na Tabela 1. As espécies que estiveram presentes em mais da metade dos programas de amostragem foram *Linepithema* sp1, *Pheidole* sp1 e sp4, *Solenopsis* sp1 e sp2 e *Wasmannia auropunctata*. A distribuição da riqueza de morfoespécies nas diferentes subfamílias em cada uma das amostragens nos dois ambientes pode ser vista na Figura 7.

O maior número de morfoespécies foi coletado nas armadilhas de solo já que essas permaneceram por 48 horas no campo e coletam tanto as espécies diurnas quanto as noturnas. Das amostras de *pitfall* apenas sete não capturaram formigas, foi um total de 25 gêneros e 84 morfoespécies, das quais 44 foram coletadas em Povoamento de eucaliptos e 60 em Mata nativa, correspondendo a 78,4% e 60,5% da riqueza estimada pelo método ICE, respectivamente (Figura 8 A e B). A riqueza média de espécies observada, considerando o mesmo número de unidades amostrais, foi maior em Mata nativa do que em Povoamento de eucaliptos (Figura 9 A). A riqueza de espécies únicas, uma medida de raridade, foi também maior em Mata nativa do que em Povoamento de eucaliptos, mostrando estabilização da curva para este último mas não para o primeiro (Figura 9 B).

Myrmicinae foi a subfamília mais rica em espécies (14 gêneros/46 espécies) seguida de Ponerinae (3 gêneros/14 espécies); Formicinae (3 gêneros/10 espécies); Ectatominae (2 gêneros/6 espécies); Ecitoninae (1 gênero/5 espécies); Dolichoderinae (1 gênero/2 espécies); Pseudomyrmecinae (1 gênero/1 espécie). A predominância de Myrmicinae se deve a diversificação de hábitos alimentares e de nidificação, já que esta subfamília apresenta espécies onívoras, destacando-se indivíduos predadores, consumidores de líquidos e fungos (FOWLER *et al.* 1991). As morfoespécies mais frequentes em Povoamento de eucaliptos, em Mata nativa e no total de amostras coletadas com *pitfall* estão apresentadas na Tabela 2.

Com o mesmo número de unidades amostrais, a coleta manual de formigas na serapilheira com o auxílio de iscas de sardinha ou de mel resultou em apenas 14 gêneros e 27 morfoespécies. A amostragem acrescentou duas espécies a fauna coletada com as armadilhas *pitfall*. A fauna encontrada em Povoamento de eucaliptos correspondeu a 83,7% e na Mata Nativa a 64,6% do estimado pelo método ICE (Figura 10 A e B). Da mesma forma que a coleta com armadilhas *pitfall*, a coleta manual com iscas revelou uma maior riqueza, com o mesmo número de unidades amostrais, em Mata nativa do que em Povoamento de eucaliptos (Figura 11 A) e um maior número de espécies únicas no primeiro do que no segundo caso (Figura 11 B).

Com relação ao número de espécies, a subfamília Myrmicinae destacou-se, com 6 gêneros e 16 espécies, seguida de Ponerinae com 2 gêneros e 5 espécies, Formicinae e Ectatominae, 2 gêneros e duas espécies. Dolichoderinae e Ecitoninae apresentaram 1 gênero e 1 espécie. Somente a subfamília Pseudomyrmecinae não foi representada com esta forma de amostragem. Na Tabela 3 encontram-se as morfoespécies mais



frequentemente coletadas manualmente na serapilheira em iscas de sardinha ou solução de mel. Das 60 unidades amostrais em Povoamento de eucaliptos e das 80 em Mata nativa, somente 33 e 57, respectivamente, continham formigas. A fauna do sub-bosque representou as sete subfamílias encontradas na serapilheira, com 19 gêneros e 37 morfoespécies. A riqueza média observada para o conjunto de amostras representou 73% e 86,3% do estimado pelo método ICE, respectivamente, para o Povoamento de eucaliptos e Mata nativa (Figura 12 A e B). Contrariamente ao encontrado nos programas de amostragem anteriores, neste caso a riqueza média foi maior em Povoamento de eucaliptos do que em Mata nativa (Figura 13 A). O número de espécies únicas também foi maior em Povoamento de eucaliptos, mas a curva mostrou-se estável a partir de 13 amostras para os dois casos (Figura 13 B).

Em ordem decrescente, por número de gêneros e espécies observadas por subfamília, encontrou-se: Myrmicinae (7 gêneros e 15 espécies); Dolichoderinae (4 gêneros e 9 espécies), Formicinae (3 gêneros e 5 espécies); Ectatominae (2 gêneros e duas espécies); Ponerinae, Ectoninae e Pseudomyrmecinae, todas, 1 gênero e uma espécie. As morfoespécies mais frequentes podem ser observadas na Tabela 4.

Na coleta de galhos mortos foi processado um total de 2.715 galhos, registrando-se uma média de 52 ( $\pm 3,1$ ) galhos por parcela na Mata nativa, totalizando 1.540 galhos, e 39 ( $\pm 3,71$ ), correspondendo a um total de 1.175 em Povoamento de eucaliptos. A Mata Nativa apresentou maior densidade de galhos colonizados por formigas (1,6 galhos colonizados/m<sup>2</sup>) do que a apresentada em Povoamento de eucaliptos (0,16 galhos colonizados/m<sup>2</sup>). Em 60 m<sup>2</sup> de serapilheira analisado encontrou-se 13 espécies de formigas nidificando nos pequenos galhos. Observou-se um maior número de espécies em Mata nativa (12 morfoespécies) e apenas quatro espécies em Povoamento de eucaliptos (ver novamente Tabela 1).

Considerando o conjunto de programas de amostragem utilizados neste estudo foram feitas 410 unidades amostrais que produziram um total de 114 espécies. DELABIE et al. (2000), em região de Mata Atlântica no sul da Bahia, utilizando 17 métodos e 918 unidades amostrais obtiveram 134 espécies. Portanto, o encontrado na Reserva Biológica União está dentro do esperado para a Mata Atlântica. Considerando-se que o número total de espécies encontrado em cada ambiente foi muito similar, 74 espécies em mata nativa e 73 em povoamento de eucalipto, uma diferença importante da comunidade de formigas nestes dois ambientes é o nível de raridade. Levando-se em conta apenas as amostras de *pitfall* e somando às espécies únicas, as duplicatas (espécies que ocorreram em duas amostras), o nível de raridade foi bem maior na mata nativa (63% das espécies) do que no povoamento de eucalipto (43%).

FOWLER et al. (2000) encontraram 32% de espécies únicas em florestas da Amazônia utilizando coleta manual com auxílio de iscas. Dentre as espécies únicas coletadas com o uso de *pitfalls*, podemos destacar *Crematogaster* sp2 e *Cyphomyrmex* sp1 nas áreas com povoamento de eucalipto e *Acromyrmex* sp2 e sp3 para as áreas de mata. Nas coletas sobre plantas do subbosque, citamos o gênero *Azteca* para as áreas de mata e *Dolichoderus* sp para os povoamentos de eucaliptos. Na coleta manual sobre a serapilheira destacamos *Odontomachus meinerti* para mata e *Pheidole* sp2 para as áreas de eucalipto. O que se projeta das análises é que esforços amostrais subsequentes adicionariam mais espécies ao ambiente de mata nativa do que ao de povoamento de eucalipto. As espécies que ocorreram no povoamento de eucalipto é um subconjunto do *pool* de espécies de formigas da mata atlântica, salvo a presença de espécies introduzidas não identificadas. Mas qual seria a razão para que 40 das 73 espécies que ocorreram no eucalipto não tenham aparecido na área de mata nativa? A resposta poderia ser a de que o esforço amostral na área de mata nativa não foi suficiente para revelar todas as espécies, já que o nível de raridade é maior neste ambiente. Mesmo



espécies que normalmente não são raras, como *Pachycondyla villosa*, foram coletadas nas áreas de eucalipto e não nas de mata. Por outro lado espécies que também devem ser encontradas nos povoamentos de eucalipto, como as de *Acromyrmex*, no presente estudo só apareceram em área de mata nativa.

VALLEJO *et al.* (1987) relacionaram as diferenças na mesofauna de serapilheira entre áreas povoadas com *Eucalyptus citriodora* e áreas com mata nativa à relativa homogeneidade química e inferioridade qualitativa da serapilheira nas primeiras. SAX (2002), comparando a fauna em matas nativas e plantadas, sugeriram a importância de fatores ambientais locais e do *pool* de espécies regional. Os resultados obtidos com os diferentes programas de amostragem revelaram uma maior riqueza de espécies de formigas nas áreas de mata nativa do que nas áreas com povoamentos de eucaliptos. A exceção ficou por conta da coleta sobre plantas do subbosque, onde a maior riqueza de espécies foi encontrada no subbosque de espécies de nativas que se desenvolvem em meio aos povoamentos de eucaliptos. Em Dionísio, MG, CARDEAL E SILVA JR. (1988) *apud* LIMA (1996), encontraram em meio a povoamentos de *Eucalyptus grandis* um total de 1201 plântulas de espécies de floresta tropical. LIMA (1996) coloca que com o devido tempo, as espécies locais podem desenvolver um sub-bosque rico em meio aos povoamentos de eucaliptos. Enquanto nas áreas de mata nativa o subbosque está bem sombreado pelos diferentes estratos da copa das árvores (Figura 14), nos povoamentos de eucaliptos o subbosque é menos sombreado (Figura 15) já que a cobertura da copa das plantas não é tão eficiente em bloquear os raios do sol. Sendo assim, o microclima experimentado pelas diversas espécies de formigas sobre as plantas deve ser diferente nos subbosques de mata nativa e de povoamento de eucaliptos. Como formigas são organismos termofílicos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), para aquelas espécies que forrageiam sobre plantas, o subbosque nos povoamentos de eucaliptos pode representar um ambiente mais apropriado do que no subbosque sombreado da mata nativa. COELHO & RIBEIRO (2006) encontraram maior riqueza de formigas de serapilheira em ambientes de borda do que de interior de floresta, apoiando a idéia de que áreas de ecótono são ricas em espécies de formigas. No presente trabalho a fauna de formigas sobre plantas não foi amostrada na borda da mata nativa, mas sugere-se que o subbosque no interior dos povoamentos de eucaliptos possa representar para as formigas sobre plantas um ambiente muito similar, tanto em termos de microclima quanto de oferta de recursos, àquele das bordas de mata nativa.

Outro padrão bastante consistente que emergiu dos resultados obtidos foi a alta frequência de *Wasmannia auropunctata* em Povoamento de eucaliptos. *Wasmannia auropunctata* é conhecida como sendo altamente competitiva, capaz de dominar as comunidades de serapilheira eliminando outras espécies (BRETON *et al.*, 2003), e também por ser altamente adaptável a ambientes perturbados (FOWLER *et al.* 1990). Mundialmente é tratada como uma invasora de comunidades (HOLWAY *et al.*, 2002), sendo sua presença uma indicação de perturbação (MAJER & DELABIE, 1999). BRETON *et al.* (2003) discutiram as causas do sucesso de *W. auropunctata* quando ela é introduzida em novos ambientes. Agressividade, uma boa habilidade para recrutar indivíduos, o pequeno tamanho das operárias e as altas densidades populacionais da espécie seriam as chaves do sucesso. No entanto, por que nos ambientes nativos o sucesso seria menor? Segundo TENNANT (1994) a competição com outras espécies, como as do gênero *Pheidole*, manteriam as populações de *W. auropunctata* em baixas densidades. Isso pode ajudar a explicar a baixa frequência da espécie nas áreas de mata nativa mas não a alta frequência nas áreas de povoamento de eucaliptos. Talvez outras condições ambientais tenham favorecido mais *W. auropunctata* do que as outras espécies nos povoamentos eucaliptos. Seus hábitos mais generalistas aliados a sua agressividade seriam apropriados em um ambiente mais hostil, pois é possível associar aos povoamentos de eucaliptos uma menor oferta de recursos para as espécies de formigas e condições microclimáticas mais severas (LOUZADA *et al.* 1997).

**Tabela 1:** Listagem geral de espécies encontradas em Povoamento de eucaliptos e em Mata nativa com as quatro amostragens. Onde, P = pitfall; IS = isca no solo; IP = isca sobre plantas; G = galhos; Pe = Povoamento de eucaliptos e Mn = Mata nativa. (continua).

Táxons	P		IS		IP		G	
	Pe	Mn	Pe	Mn	Pe	Mn	Pe	Mn
<b><i>Dolichoderinae</i></b>								
<i>Azteca</i> sp	—	—	—	—	—	X	—	—
<i>Dolichoderus</i> sp	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Linepithema</i> sp1	X	X	X	X	X	X	—	—
<i>Linepithema</i> sp2	—	X	—	—	X	—	—	—
<i>Linepithema</i> sp3	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Linepithema</i> sp4	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Linepithema</i> sp5	—	—	—	—	—	X	—	—
<i>Linepithema</i> sp6	—	—	—	—	—	X	—	—
<i>Tapinoma</i> sp	—	—	—	—	X	X	—	—
<b><i>Ectatomminae</i></b>								
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith	X	—	X	—	—	—	—	—
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	—	—	—	—	X	X	—	—
<i>Ectatomma</i> sp4	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Ectatomma</i> sp5	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Ectatomma</i> sp6	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Gnamptogenys</i> sp1	—	X	—	X	—	—	—	—
<i>Gnamptogenys</i> sp2	—	—	—	—	X	—	—	—
<b><i>Ecitoninae</i></b>								
<i>Labidus</i> sp1	—	X	—	X	X	—	—	—
<i>Labidus</i> sp2	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Labidus</i> sp3	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Labidus</i> sp4	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Labidus</i> sp5	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Labidus</i> sp6	—	—	—	—	X	—	—	—
<b><i>Formicinae</i></b>								
<i>Brachymyrmex</i> sp1	X	—	X	X	X	—	—	X
<i>Brachymyrmex</i> sp2	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Brachymyrmex</i> sp3	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Brachymyrmex</i> sp4	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Brachymyrmex</i> sp5	—	—	—	—	X	X	—	—
<i>Camponotus</i> sp1	—	—	X	—	—	—	X	—
<i>Camponotus</i> sp2	X	—	—	—	X	—	—	—
<i>Camponotus</i> sp3	X	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 1. Continuação

<i>Camponotus</i> sp4	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Camponotus</i> sp5	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Camponotus</i> sp6	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Paratrechina</i> sp1	X	X	—	—	X	—	—	—
<i>Paratrechina</i> sp2	—	—	—	—	X	—	—	—
<b><i>Myrmicinae</i></b>								
<i>Acromyrmex aspersus</i> Smith	—	X	—	X	—	—	—	—
<i>Acromyrmex</i> sp2	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Acromyrmex</i> sp3	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Acromyrmex</i> sp4	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Acromyrmex</i> sp5	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Atta</i> sp1	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Atta</i> sp2	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carebara</i> sp	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Cephalotes atratus</i> Linnaeus	—	—	—	—	—	X	—	—
<i>Cephalotes</i> sp2	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Crematogaster</i> sp1	—	—	X	X	X	—	—	X
<i>Crematogaster</i> sp2	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Crematogaster</i> sp3	—	X	—	—	X	X	—	—
<i>Crematogaster</i> sp4	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Crematogaster</i> sp5	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Crematogaster</i> sp6	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Cyphomyrmex</i> sp1	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyphomyrmex</i> sp2	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyphomyrmex</i> sp3	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Hylomyrma</i> sp	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Megalomyrmex</i> sp	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Mycocepurus</i> sp	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp1	X	X	X	X	X	X	—	—
<i>Pheidole</i> sp2	X	—	X	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp3	—	X	—	X	—	—	—	X
<i>Pheidole</i> sp4	X	X	X	X	X	X	—	—
<i>Pheidole</i> sp5	X	—	X	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp6	X	X	X	X	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp7	X	—	X	X	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp8	X	X	—	X	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp9	—	X	—	—	—	—	—	X
<i>Pheidole</i> sp10	—	—	—	—	—	—	—	X
<i>Pheidole</i> sp11	X	X	—	—	—	—	—	X
<i>Pheidole</i> sp12	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp13	X	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 1. Continuação

<i>Pheidole</i> sp14	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp15	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp16	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp17	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp18	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pheidole</i> sp19	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Procryptocerus</i> sp	—	—	—	—	X	—	—	X
<i>Pyramicha</i> sp	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Serycomymex</i> sp1	—	X	—	X	—	—	—	—
<i>Serycomymex</i> sp2	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Serycomymex</i> sp3	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Solenopsis</i> sp1	—	X	—	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp2	—	X	X	X	—	—	X	X
<i>Solenopsis</i> sp3	X	X	—	X	—	—	—	—
<i>Solenopsis</i> sp4	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Solenopsis</i> sp5	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Solenopsis</i> sp6	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Solenopsis</i> sp7	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Tetramorium</i> sp	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Wasmannia auropunctata</i>	X	X	X	X	X	—	X	X
<i>Wasmannia</i> sp2	—	X	—	X	—	—	—	—
<i>Wasmannia</i> sp3	X	—	—	—	—	—	—	—
<b><i>Ponerinae</i></b>								
<i>Hypoponera</i> sp	—	—	—	—	—	—	—	X
<i>Leptogenys</i> sp	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel	—	—	—	X	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp2	—	X	—	X	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp3	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp4	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp5	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp6	X	—	—	—	—	—	—	—
<i>Odontomachus</i> sp7	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pachycondyla harpax</i>	X	X	—	X	—	—	—	—
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	X	X	X	X	—	—	—	—
<i>Pachycondyla venusta</i> Forel	—	X	X	—	—	—	—	X
<i>Pachycondyla villosa</i>	—	—	—	—	X	—	—	—
<i>Pachycondyla</i> sp5	X	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pachycondyla</i> sp6	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pachycondyla</i> sp7	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pachycondyla</i> sp8	—	X	—	—	—	—	—	—
<i>Pachycondyla</i> sp9	—	—	—	—	X	—	—	—

**Tabela 2:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe), Mata Nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com *pitfall* na Reserva Biológica União, RJ.

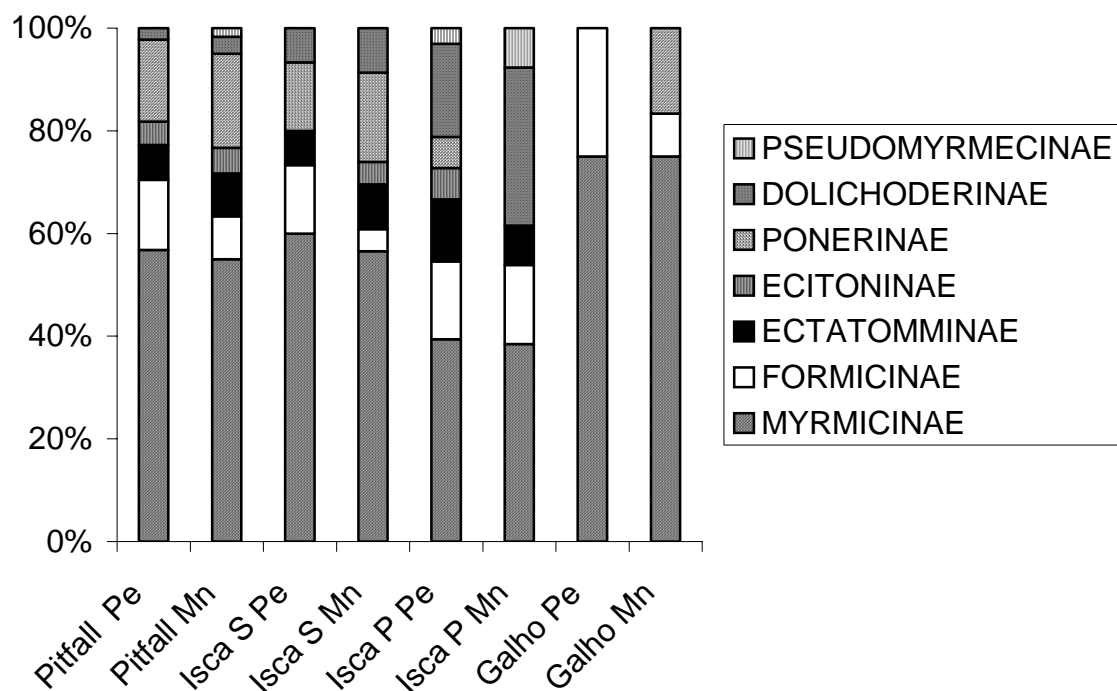
Povoamento de Eucaliptos (Pe)	Freq.%	Mata Nativa (Mn)	Freq.%	Total	Freq.%
<i>Wasmannia auropunctata</i>	34%	<i>Solenopsis</i> sp3	40%	<i>Pheidole</i> sp4	26%
<i>Pheidole</i> sp7	29%	<i>Pheidole</i> sp4	32%	<i>Solenopsis</i> sp3	25%
<i>Solenopsis</i> sp4	25%	<i>Pachycondyla harpax</i>	31%	<i>Pachycondyla harpax</i>	19%
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	21%	<i>Solenopsis</i> sp1	30%	<i>Solenopsis</i> sp1	17%
<i>Ectatomma bruneum</i>	20%	<i>Solenopsis</i> sp2	30%	<i>Solenopsis</i> sp2	17%
<i>Pheidole</i> sp4	16%	<i>Pheidole</i> sp3	27%	<i>Wasmannia auropunctata</i>	17%
<i>Brachymyrmex</i> sp1	16%	<i>Serycomyrmex</i> sp2	25%	<i>Serycomyrmex</i> sp2	17%
<i>Pheidole</i> sp6	13%	<i>Pachycondyla venusta</i>	18%	<i>Pheidole</i> sp3	16%
<i>Pheidole</i> sp5	11%	<i>Wasmannia</i> sp2	16%	<i>Solenopsis</i> sp4	14%
<i>Pheidole</i> sp12	11%	<i>Serycomyrmex</i> sp3	10%	<i>Pheidole</i> sp7	12%
<i>Labidus</i> sp2	11%	<i>Gnamptogenys</i> sp1	10%	—	

**Tabela 3:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe) e Mata nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com o uso de iscas no solo, na Reserva Biológica União, RJ.

Povoamento de eucaliptos (Pe)	Freq. %	Mata nativa (Mn)	Freq. %	Total	Freq. %
<i>Wasmannia auropunctata</i>	15%	<i>Pheidole</i> sp4	14%	<i>Pheidole</i> sp4	10%
<i>Pheidole</i> sp5	8%	<i>Pheidole</i> sp3	13%	<i>Wasmannia auropunctata</i>	9%
<i>Camponotus</i> sp1	7%	<i>Solenopsis</i> sp1	9%	<i>Pheidole</i> sp3	7%
<i>Pheidole</i> sp7	7%	<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	6%	<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	5%
<i>Pheidole</i> sp1	5%	<i>Wasmannia</i> sp2	6%	<i>Solenopsis</i> sp1	5%
<i>Pheidole</i> sp4	5%	<i>Solenopsis</i> sp2	5%	<i>Pheidole</i> sp1	4%
<i>Pheidole</i> sp6	5%	<i>Wasmannia auropunctata</i>	5%	<i>Pheidole</i> sp5	4%
<i>Brachymyrmex</i> sp1	3%	<i>Pheidole</i> sp6	4%	<i>Pheidole</i> sp6	4%
<i>Ectatomma bruneum</i>	3%	<i>Serycomyrmex</i> sp1	4%	<i>Pheidole</i> sp7	4%
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	3%	<i>Acromyrmex aspersus</i>	3%	<i>Solenopsis</i> sp2	4%
<i>Solenopsis</i> sp2	3%	<i>Crematogaster</i> sp1	3%	<i>Wasmannia</i> sp2	4%
<i>Crematogaster</i> sp	2%	<i>Gnamptogenys</i> sp1	3%	<i>Camponotus</i> sp	3%
<i>Linepithema</i> sp1	2%	<i>Pheidole</i> sp7	1%	<i>Brachymyrmex</i> sp1	2%
<i>Pachycondyla venusta</i>	2%	<i>Pheidole</i> sp8	1%	<i>Crematogaster</i> sp1	2%
<i>Pheidole</i> sp2	2%	—	—	<i>Ectatomma bruneum</i>	2%
—	—	—	—	<i>Serycomyrmex</i> sp1	2%

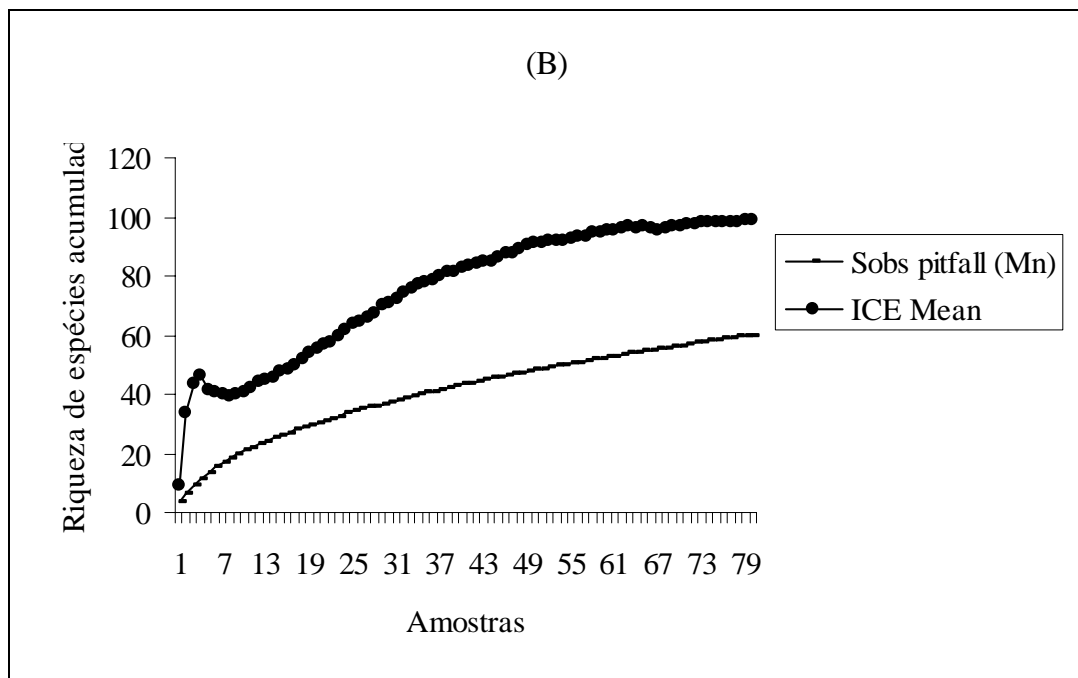
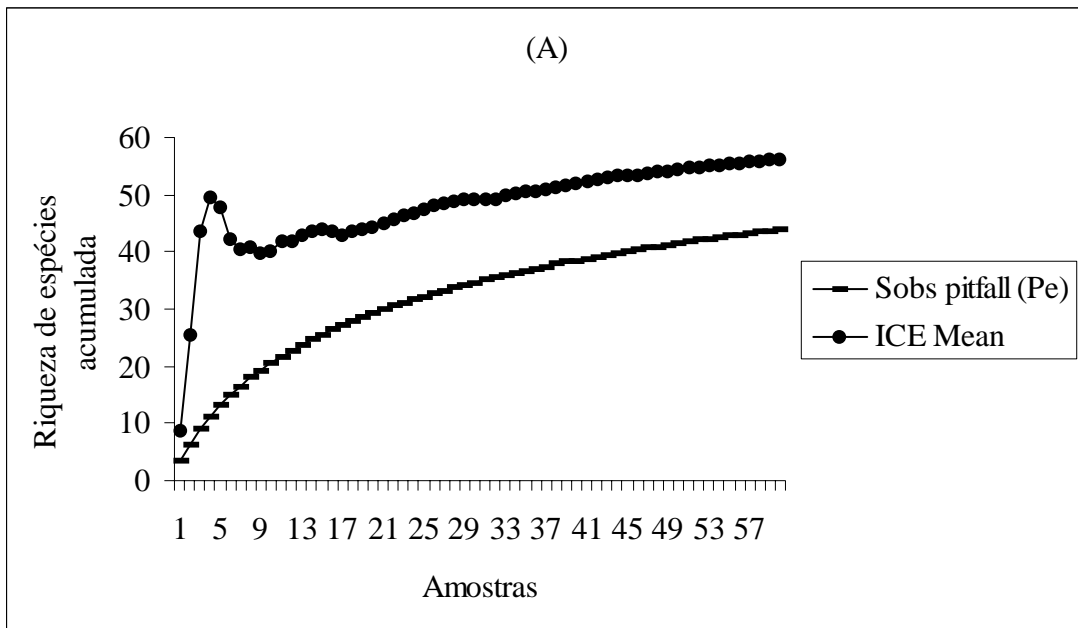
**Tabela 4:** Frequência absoluta das 10 morfoespécies de formigas mais frequentes em Povoamento de eucaliptos (Pe) e mata nativa (Mn) e no total de amostras coletadas com o uso de iscas sobre plantas, na Reserva Biológica União, RJ.

Povoamento de eucaliptos (Pe)	Freq. %	Mata nativa (Mn)	Freq. %	Total	Freq. %
<i>Brachymyrmex</i> sp5	56%	<i>Crematogaster</i> sp3	67%	<i>Brachymyrmex</i> sp5	44%
<i>Pheidole</i> sp4	53%	<i>Brachymyrmex</i> sp5	33%	<i>Pheidole</i> sp4	42%
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	31%	<i>Pheidole</i> sp4	31%	<i>Crematogaster</i> sp3	36%
<i>Linepithema</i> sp1	25%	<i>Tapinoma</i> sp	22%	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	26%
<i>Wasmannia auropunctata</i>	17%	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	22%	<i>Linepithema</i> sp1	17%
<i>Linepithema</i> sp3	14%	<i>Solenopsis</i> sp1	17%	<i>Tapinoma</i> sp	14%
<i>Pheidole</i> sp1	14%	<i>Pseudomyrmex</i> sp3	17%	<i>Solenopsis</i> sp1	14%
<i>Gnamptogenys</i> sp2	11%	<i>Linepithema</i> sp1	8%	<i>Pheidole</i> sp1	10%
<i>Brachymyrmex</i> sp1	11%	<i>Linepithema</i> sp6	8%	<i>Wasmannia auropunctata</i>	8%
<i>Solenopsis</i> sp1	11%	<i>Pheidole</i> sp1	6%	<i>Pseudomyrmex</i> sp3	8%
<i>Solenopsis</i> sp6	11%	—	—	—	—

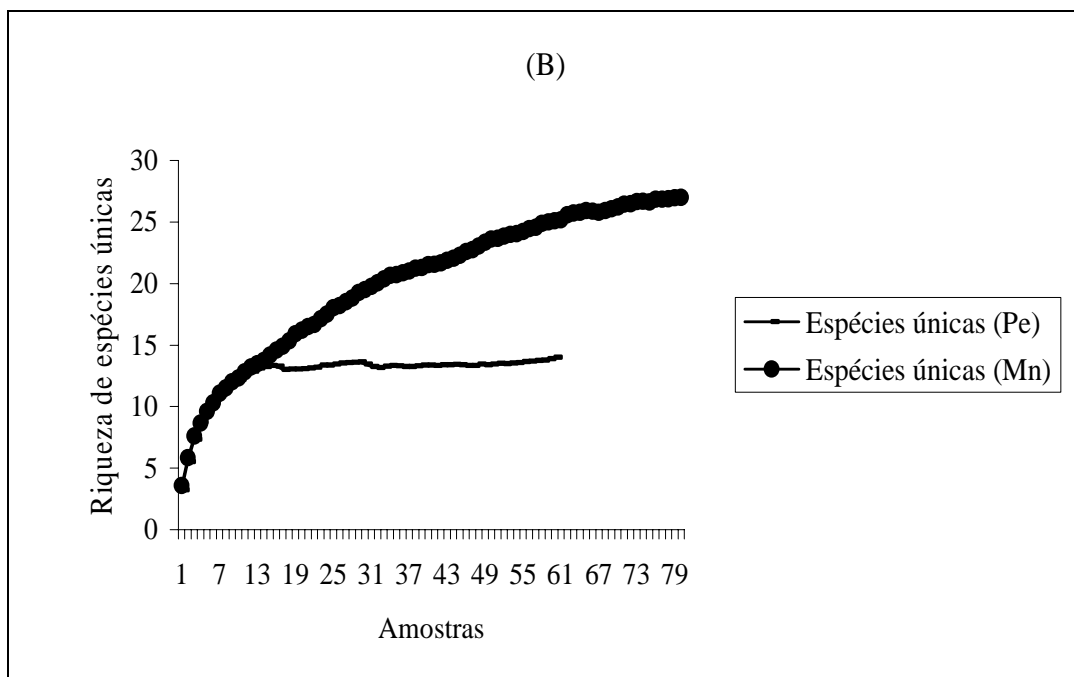
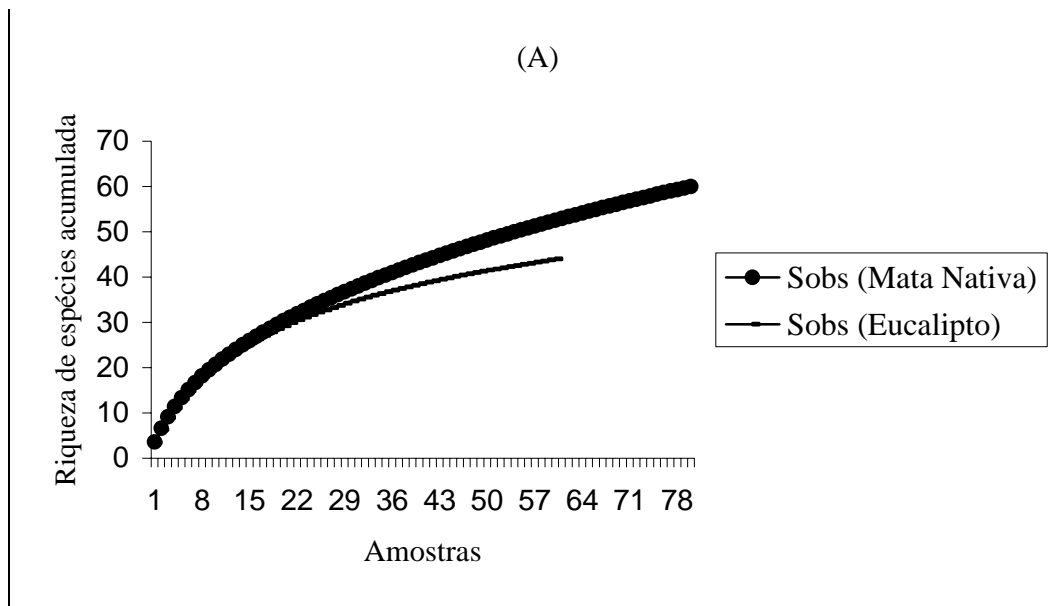


**Figura 7:** Riqueza observada entre as sete subfamílias capturadas nas duas áreas (Povoamento de eucaliptos – Pe e Mata nativa – Mn) em diferentes amostragens (Pitfall; Iscas no solo – Isca S; e Isca sobre plantas – Iscas P) da Reserva Biológica União, Rio das Ostras, RJ. O número total de espécies encontrado, utilizando variadas técnicas de amostragem, foi, respectivamente: 44, 60, 15, 23, 33, 13, 4, 12 (da esquerda para a direita).

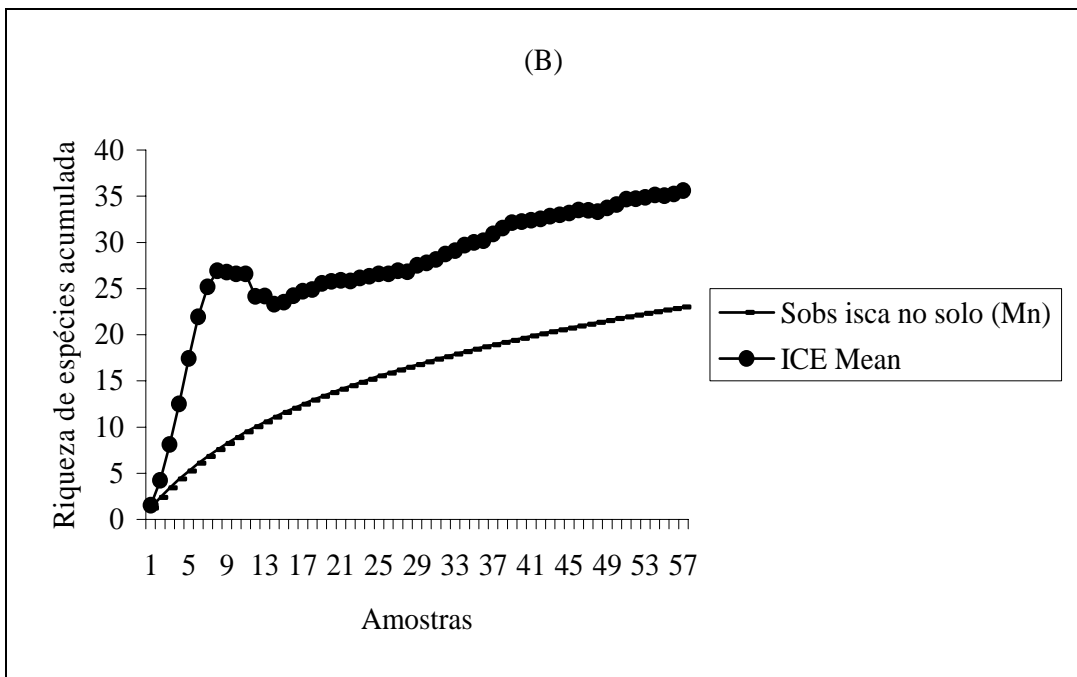
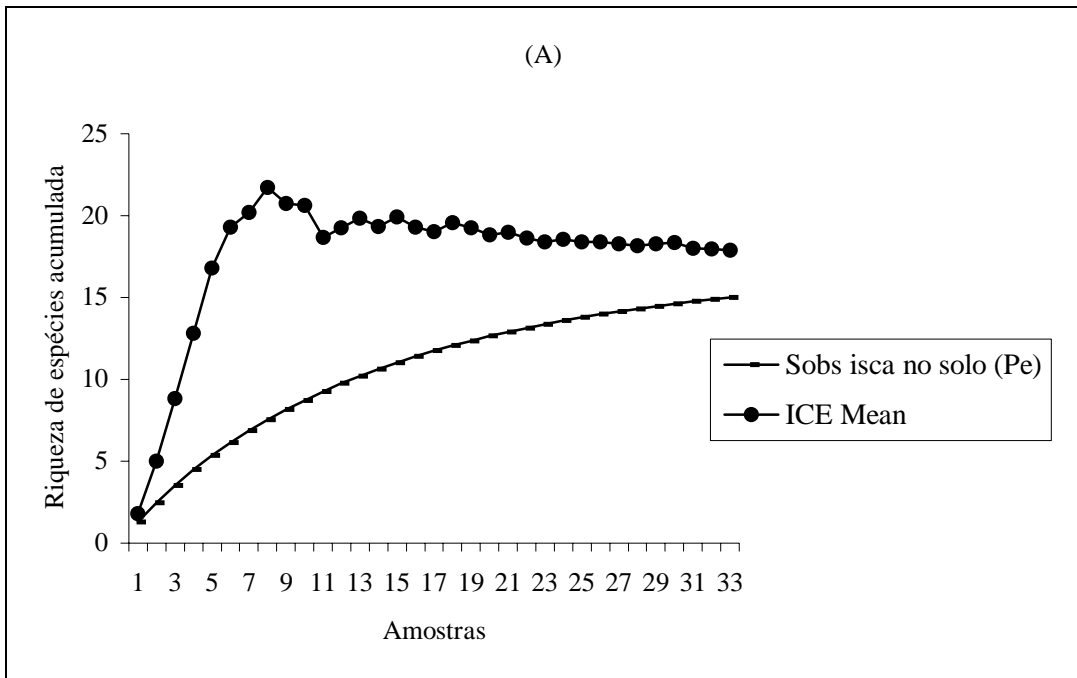




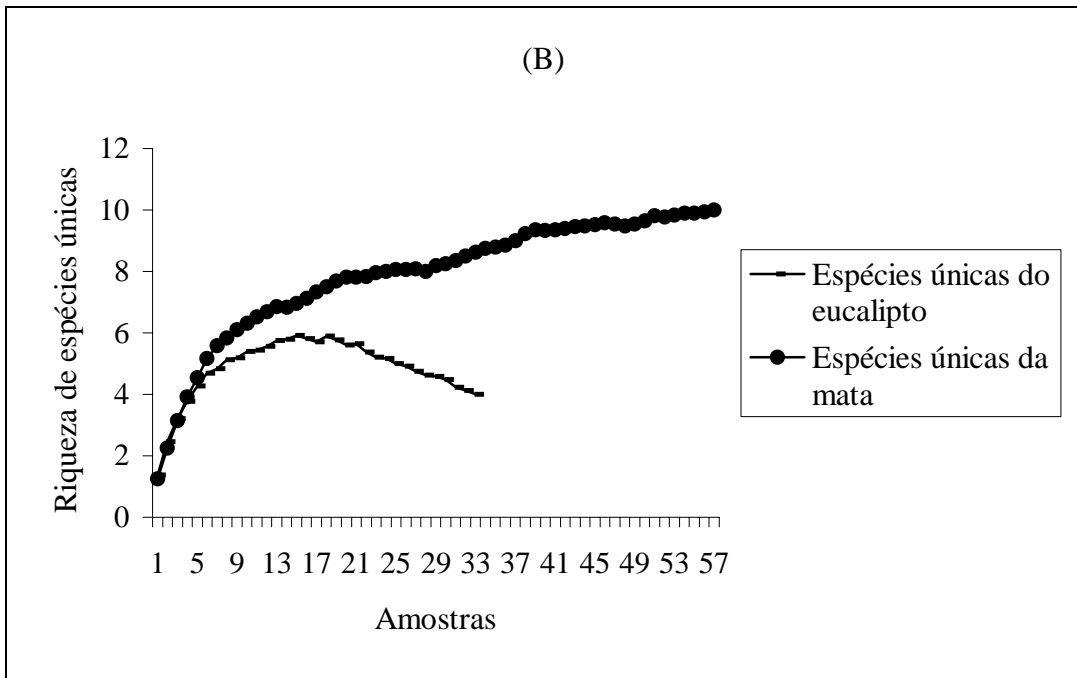
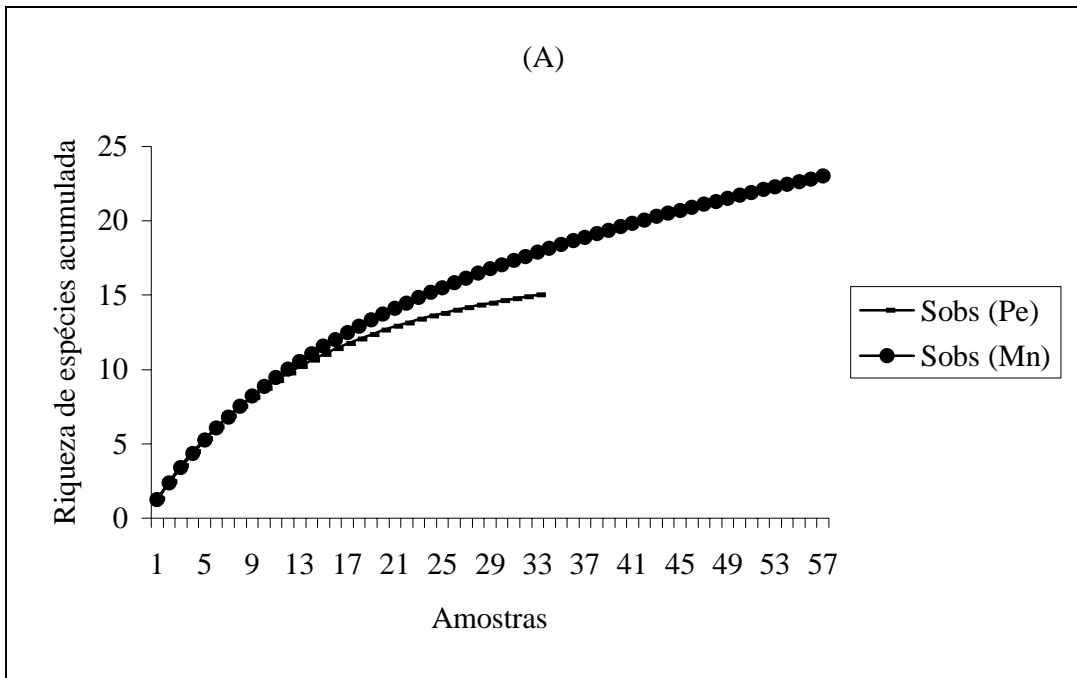
**Figura 8:** Riqueza de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com armadilhas de solo do tipo *pitfall* na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos em (B) Mata nativa.



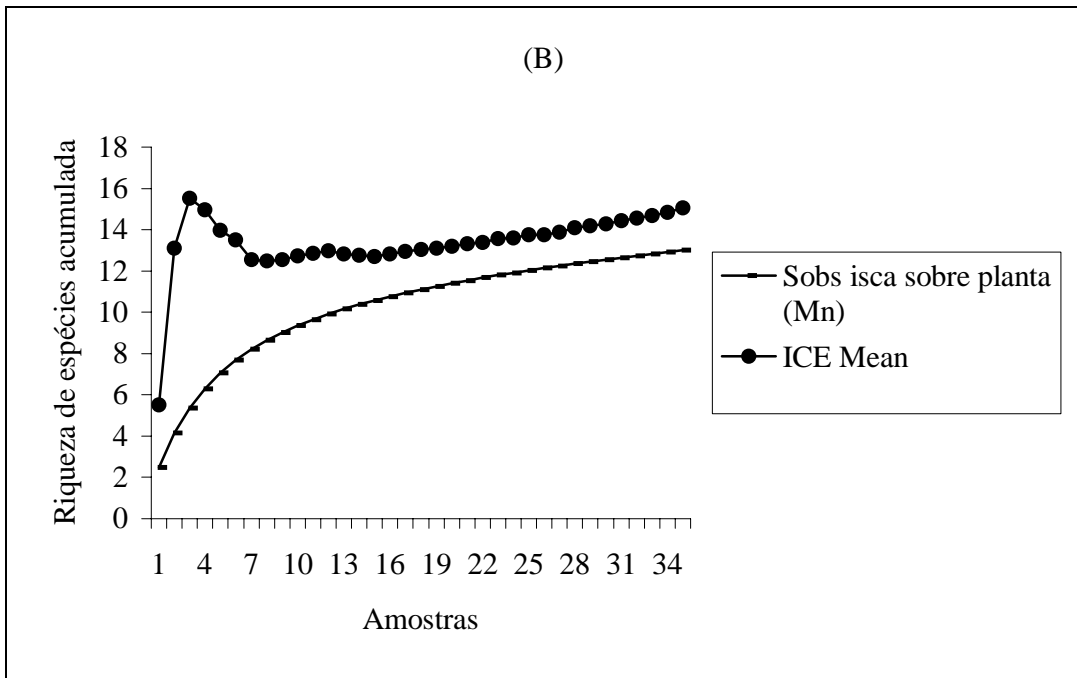
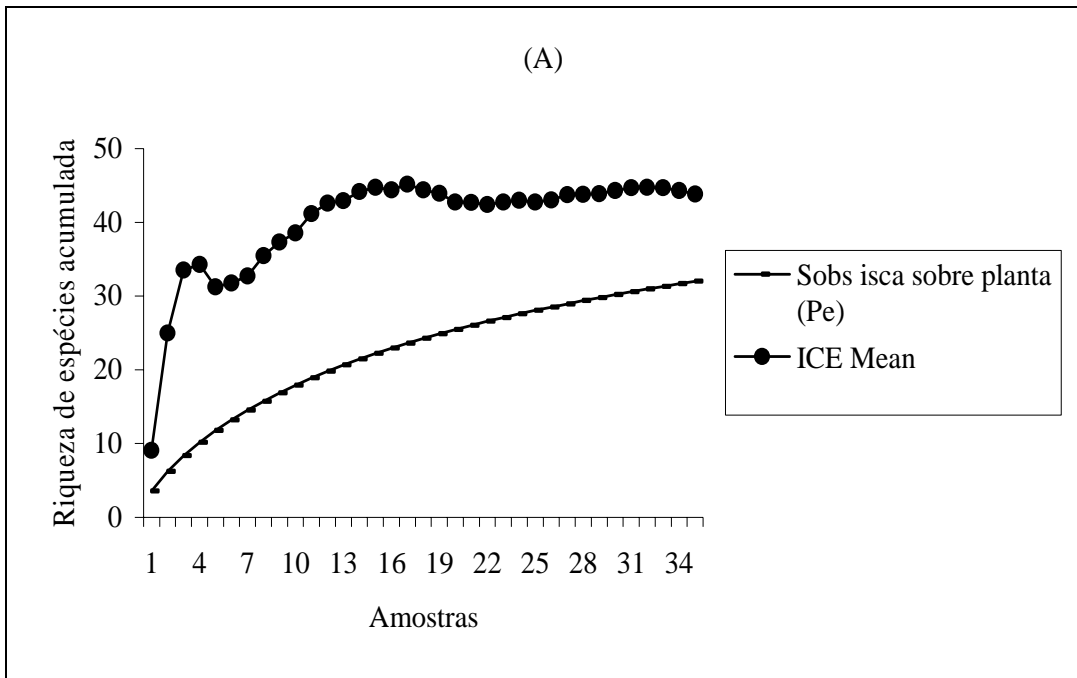
**Figura 9:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso armadilhas de solo do tipo *pitfall* em área de Mata nativa (Mn) e em Povoamento de eucaliptos (Pe) na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.



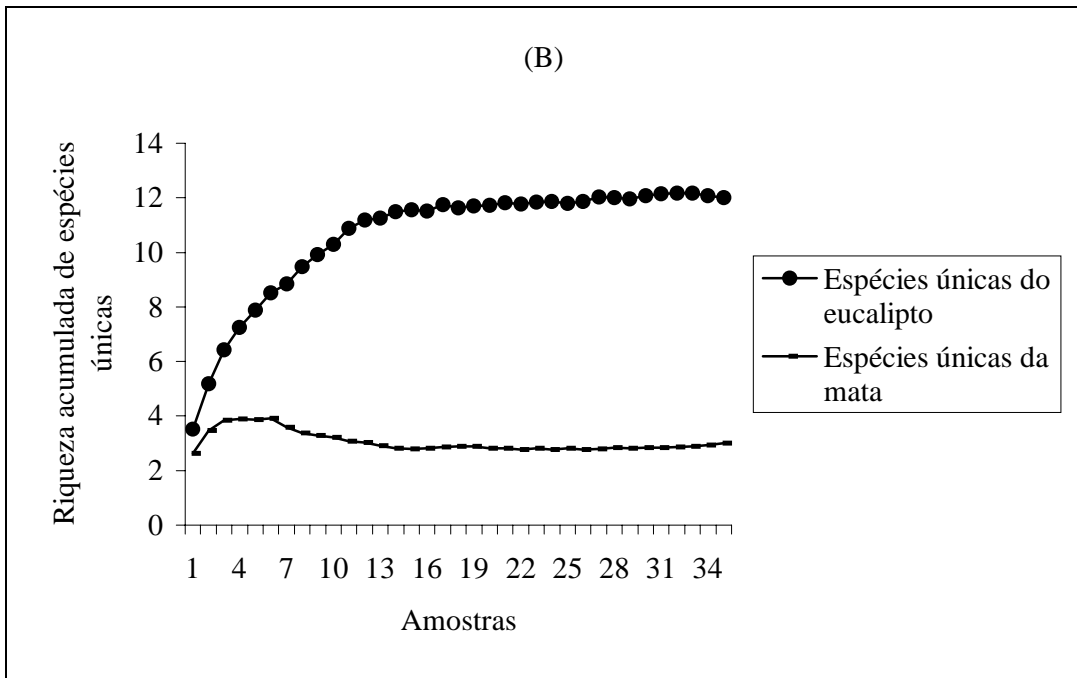
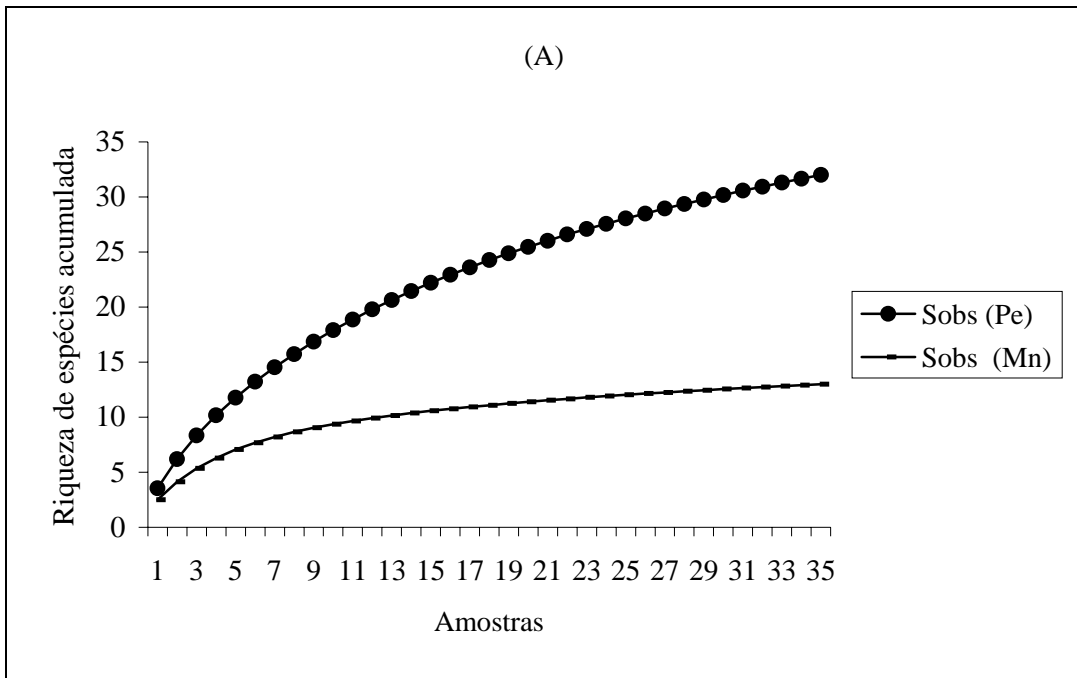
**Figura 10: Riqueza** de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com isca de sardinha ou de solução de mel sobre a serapilheira na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos e (B) Mata nativa



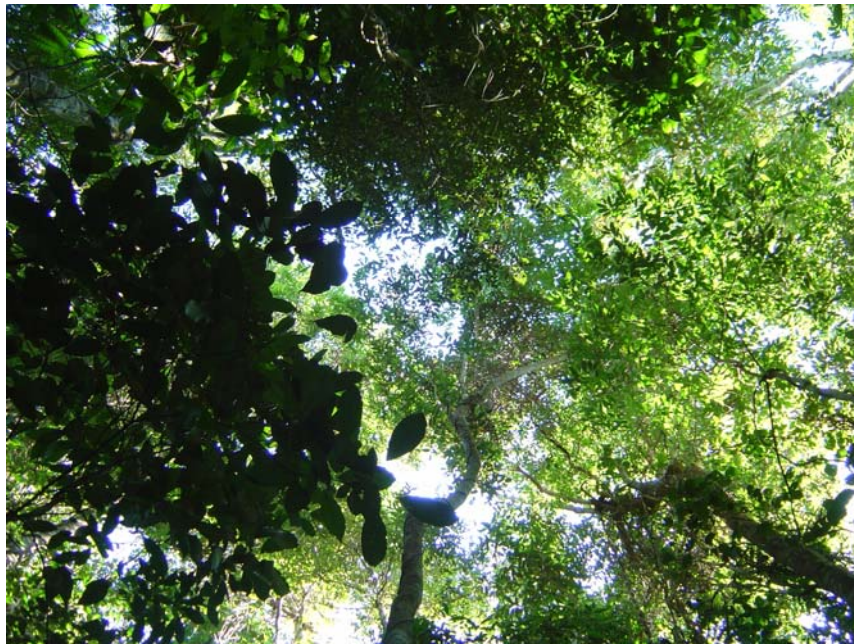
**Figura 11:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso de isca de sardinha ou de solução de mel sobre o solo em Mata nativa e em Povoamento de eucaliptos na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.



**Figura 12:** Riqueza de espécies de formigas observada e estimada pelo método ICE no conjunto de amostras com isca de sardinha sobre plantas do subbosque na Reserva Biológica União, RJ. (A) Povoamento de eucaliptos em (B) Mata nativa.



**Figura 13:** Riqueza de formigas segundo as amostras coletadas com uso de isca de sardinha sobre plantas do subbosque em área de Mata nativa e em Povoamento de eucaliptos na Reserva Biológica União, RJ. (A) Riqueza de espécies acumulada observada nos dois ambientes (B) Riqueza de espécies únicas nos dois ambientes.



**Figura 14:** estrato da copa das árvores nas áreas de mata nativa



**Figura 15:** estrato da copa das árvores em povoamentos de eucaliptos

## 5 CONCLUSÕES

1. A riqueza total de espécies de formigas na Reserva Biológica está de acordo com o padrão de riqueza esperado para regiões de Mata Atlântica.
2. As amostragens de formigas em povoamentos de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União resultaram em números de espécies muito similares.
3. Na mata nativa a riqueza de formigas de serapilheira é maior e de formigas sobre plantas do subbosque é menor em comparação aos povoamentos de eucaliptos.
4. O esforço de coleta na serapilheira foi mais satisfatório em amostrar as espécies de formigas nos povoamentos de eucaliptos do que na mata nativa.
5. A raridade de espécies de formigas da serapilheira é maior em mata nativa do que em povoamentos de eucaliptos e o contrário acontece para formigas sobre plantas do subbosque.
6. O aumento do esforço amostral com os mesmos métodos nos dois ambientes só aumentaria o número de espécies raras na serapilheira da mata nativa, porém não de forma contínua.
7. A espécie *Wasmannia auropunctata* é muito mais freqüente em povoamentos de eucaliptos do que em mata nativa.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALONSO, L.E. & AGOSTI, D. 2000. The all protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T.R.(Ed.) **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 2000. p. 204-206.

ANDERSEN, A.N; MAJER, J.D. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers in Ecology and Environment**, 2: 291-298. 2004.

ANDERSEN, A. N. *et al.* Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**. V.39, p.8-17, 2002.

ANDERSEN, A. N. Function groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparasion with Australia. **Journal of Biogeography**, v.24, n.3, p.433-460, 1997 **apud** MACEDO, L. P. M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do estado de São Paulo**. 2004. 113f. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

BENSON, W. W.; HARADA, A. Y. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera:Formicidae). **Acta Amaz.**, Manaus, 18:275-289, 1988.

BENTLEY, B.L. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 8:407-427. 1977.

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

BOLTON, B. **Identification Guide to the Ants Genera of the world**. Cambrigde, Harvard University Press, 1994. 222 p.

BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae**. **Memoirs of the American Entomol. Inst.** 2003. 71: 1-370.

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

CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 46(2): 115-121, 2002.

COELHO, I.R. & RIBEIRO, S. Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. **Neotropical Entomology**, V. 35, p. 19-29. 2006.

CORRÊA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; DOS ANJOS, L. H. C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, V. 8, n.1, p.70 - 75, jan./dez. 2001.

DELABIE, J. H. C.; FISHER, B. J.; MAJER, J.D.; WRIGHT, I. W. Sampling Effort and choice of methods. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.) **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 2000. p. 145-154.

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

FERNANDES, W. D.; CRUZ, M. C. A.; FACCENDA, O.; VALENTE, T. O. Impacto de herbicidas em uma guilda de formigas predadoras. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília/DF, v.1, n. 3, p. 225-231, 2000.

FERNÁNDEZ, F. (Ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colômbia, 2003. p. 97-112.

FONSECA, R. C.; DIEHL-FLEIG, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, vol.48, n.1, 2004.

FOWLER, H. G.; BERNARDI, J.V.E.; DELABIE, J. H. C.; FORTI, L. C.; PEREIRA-DASILVA, V. 1990. Major ant problems of South America. In: VANDER MEER, R.K.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Eds), **Applied myrmecology: A World perspective**. Colorado, Westview Press, 741p.

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

HILL, J.K. & HAMER, K.C. Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. **J. of Applied Ecology**, V. 35, p. 458-460, 1998.

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

- HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D. & CASE, T. J. The causes and consequences of ant invasions. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, V. 33, p. 181-233. 2002.
- JANZEN, D. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution**, 20:249-275. 1966.
- KASPARI, M. A primer on ant ecology. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.) **Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity**, Smithsonian Institution Press, Washington, 2000. p. 9-24.
- KIERULLF, M.C.M. **Ecology and Behaviour of Translocated Groups of Golden Lion Tamarin (*Leontopithecus rosalia*)**. 388p. 2000. Dissertação – Cambridge University, Cambridge, UK **apud** LAPENTA, M. J. **O mico-Leão-Dourado (*Leontopithecus rosalia*) como dispersor de sementes na Reserva Biológica União/IBAMA, Rio das Ostras, RJ**. Dissertação (Mestrado em ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2002.
- LIMA, W.P. **Impacto Ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Editora da USP, 1996, 3001p.
- LOBRY DE BRUYN, A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, V. 74, p. 425-441. 1999.
- LOUZADA, J. N.C., SCHOEREDER, J. H.; DE MARCO JR., P. Litter decomposition in semideciduous forest and Eucalyptus spp. crop in Brazil: a comparison. **Forest Ecology and Management**, V. 94, p.31-36, 1997.
- LOUZADA, J.N.C.; SANCHES, N. M.; SCHILINDWEIN, M.N. Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária. **Informe agropecuário**, v.21, n.202, p. 72-77, 2000.
- MAJER, J.D. The use of pitfall traps for sampling ants - a critique. **Memoirs of the Museum of Victoria**, V. 56, p. 323-329. 1997.
- MAJER, J.D. & DELABIE, J.H.C. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Soc**, V.46, p. 281-290. 1999.
- MAJER, J.D. & H. RECHER. Are eucalypts Brazil's friend or foe? An entomological viewpoint. **An. Soc. Entomol. Brasil**, V. 28, p. 185-200, 1999.
- MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology** 31 (2):p.187-195, 2002.
- OLIVEIRA, M. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAUJO, M. S.; CRUZ, A. P. A fauna de formigas em povoamentos de Eucalipto e mata nativa no estado do Amapá. **Acta Amazônica**, 25 (1/2): p.117-126, 1995.

PAULA, J. A. **Biodiversidade, população e economia: uma região da Mata Atlântica**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 672p.

PECK, S.L.; MCQUAID, B.; CAMPBELL, L. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. **Environmental Entomology**, V.27, n.5, p.1102-1110, 1998.

RAMOS, L. S. **Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais**. Lavras, 2001. 111p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H.; PIC, M.; SOARES, S. M. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, V.28, p.305-314, 2003.

SAX, D. F. Equal diversity in disparate species assemblages: a comparison of native and exotic woodlands in California. **Global Ecology & Biogeography**, V.11, p.49–57, 2002.

SCHULZ, A.; WAGNER, T. Influence of forest type and tree species on canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) in Budongo Forest, Uganda. **Oecologia**, V.133, p.224–232, 2002.

SOARES, S.M.; MARINHO, C.G.S. & DELLA-LUCIA, T.M.C. 1998. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. **Acta Biol. Leopold.**, V. 19, p. 157-164.

TENNANT, L.E. The ecology of *Wasmannia auropunctata* in primary tropical rainforest in Costa Rica and Panama. In: WILLIAMS, D.F.(Ed.) **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: Westview Press, 1994. p. 80-90.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **J. of Biogeography**, V. 31, p. 79-92, 2004.

VALLEJO, L.R.; FONSECA, C.L.; GONÇALVES, A.R.P. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucalyptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Rev. Bras. Biol.**, V. 47, p. 363-370, 1987.