



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO**

Laiz da Cunha Messias Honório Apolinário

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida
CO-ORIENTADOR: Dra. Ângela Alves de Almeida**

**TRÊS RIOS - RJ
JUNHO – 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO**

Laiz da Cunha Messias Honório Apolinário

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,
como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três
Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
JUNHO – 2016**

Apolinário, Laiz da Cunha Messias Honório, 1993 -

Diversidade de formigas (Hymenopter: Formicidae) em diferentes sistemas de uso do solo/ Laiz da Cunha Messias Honório Apolinário. - 2016.
30p. : grafs., tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto Três Rios.

Bibliografia: p. 28-30.

1. Diversidade biológica– Formigas – Indicadores – Monografia
I. Almeida, Fábio Souto. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO**

Laiz da Cunha Messias Honório Apolinário

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental
como pré-requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em XX/XX/XXXX

Banca examinadora:

Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida

Prof. Co-orientador Dra. Ângela Alves de Almeida

Prof. Dr. André Barbosa Vargas

Milene Andrade Estrada

TRÊS RIOS - RJ
JUNHO – 2016

Dedico esta obra a minha tia-avó, Ivone Honório (*in memoriam*), pelo amor e incentivo incondicional.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por ter me permitido caminhar em busca dos meus sonhos e objetivos e por sua proteção durante toda a minha jornada.

Aos meus pais Walmir e Rejane por todo amor, confiança, suporte e por terem sempre acreditado nos meus sonhos, lutando sempre ao meu lado para realiza-los.

À minha irmã Laila por sempre ter me ajudado nos momentos difíceis em que pensei em desistir, sendo minha amiga e confidente de toda a vida.

Ao meu noivo Hudson pelo amor, companheirismo e por ter se dedicado para me auxiliar na realização deste trabalho, sem o qual eu não teria conseguido realizar esta pesquisa.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial a todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao professor, orientador, Fábio Souto de Almeida pelo apoio desde o início da graduação e por ter acreditado no meu tema de monografia, não medindo esforços para que eu conseguisse realizar meu objetivo.

À professora, co-orientadora, Ângela Alves de Almeida, pela auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos de universidade Kívia Roberta, Hanna Fajardo, Wesley Altino, Clarisse Guimarães e Ramon Zanardi, pela amizade e por terem dividido comigo todos os momentos ao longo de mais essa etapa da minha vida.

À amiga Monique Pitzer, sem a qual eu não teria ingressado na universidade, por sempre ter acreditado no meu potencial.

À amiga Talita Santiago Lopes por ter compartilhado comigo, de maneira generosa, todos os seus conhecimentos e experiência, contribuindo para o meu futuro como Gestora Ambiental.

Aos amigos da Secretaria de Meio Ambiente de Sapucaia – RJ pelo carinho ao qual me receberam e pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao proprietário da Fazenda Bom Gosto, Ivan Esteves de Avelar, onde foi realizada a coleta de dados para a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos que estiveram ao meu lado compartilhando todas as minhas expectativas, angústias, anseios e conquistas.

“Há... coisas que são as menores da terra, mas são instintivamente sábias: as formigas não são um povo forte, no entanto, preparam seu alimento na época devida.”
(Provérbios 30: 24,25)

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar e comparar a riqueza, a diversidade e a composição da fauna de formigas em diferentes sistemas de uso do solo. O estudo foi realizado no município de Sapucaia-RJ. A mirmecofauna foi coletada com armadilhas de queda tipo pitfall em uma pastagem, um eucaliptal e uma floresta secundária. Foram coletadas 47 espécies de formigas, pertencentes a 24 gêneros e seis subfamílias. Myrmicinae foi a subfamília com maior número de espécies (26), seguida de Formicinae (seis). *Pheidole* foi o gênero com maior número de espécies (seis). Foram coletadas 29 espécies de formigas na floresta secundária, 25 espécies no eucaliptal e 17 espécies na pastagem. O índice de diversidade de Shannon foi maior da floresta secundária (3,01), que no eucaliptal (2,82) e na pastagem (2,21). Pela curva de acumulação de espécies, a riqueza de espécies de formigas total foi significativamente maior na floresta secundária e no eucaliptal que na pastagem, mas não variou significativamente entre a floresta secundária e o eucaliptal. A riqueza e a diversidade de espécies médias foram influenciadas pelo tipo de uso do solo, mas a temperatura do ar e a cobertura do solo por serapilheira não influenciaram significativamente a riqueza ou a diversidade de espécies de formigas. A composição de espécies variou significativamente entre as áreas com diferentes sistemas de uso do solo. Os resultados demonstram a importância das florestas naturais para a conservação da diversidade biológica da Mata Atlântica. Também indicam que plantios de eucalipto com sub-bosque desenvolvido podem manter uma considerável biodiversidade.

Palavras-chave: biodiversidade, conservação, *Corymbia*, Floresta Estacional, Mata Atlântica.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate and compare the richness, diversity and composition of the ant fauna in different land use systems. The study was conducted in the city of Sapucaia-RJ. The ant fauna was collected with pitfall traps in three different land use systems: pasture, eucalyptus plantation and secondary forest. Were collected 47 ant species belonging to 24 genera and six subfamilies. Myrmicinae was the subfamily with the highest number of species (26), followed by Formicinae (six). *Pheidole* was the genus with the highest number of species (six). We collected 29 ant species in secondary forest, 25 species in eucalyptus plantation and 17 species in the pasture. The Shannon diversity index was higher in secondary forest (3.01), which in eucalyptus plantation (2.82) and pasture (2.21). The species accumulation curve indicated that ant species richness was significantly higher in secondary forest and eucalyptus plantation than in the pasture, but did not vary significantly between the secondary forest and eucalyptus plantation. The richness average and diversity average were influenced by the type of land use, but the air temperature and soil cover by litter did not significantly affect the richness or diversity of species of ants. The species composition varied significantly between areas with different land use systems. The results demonstrate the importance of natural forests for conservation of biological diversity of the Atlantic Forest. They also indicate that eucalyptus plantations with understory developed can maintain a considerable biodiversity.

Keywords: biodiversity, conservation, *Corymbia*, Seasonal Forest, Atlantic Forest.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ANCOVA – Análise de Covariância

ANOSIM – Análise de similaridade

°C – Grau célsius

CAP – Circunferência a altura do peito

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

ha – Hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Km² – Quilômetro quadrado

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NMDS – Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico

PRS – Plano Regional de Saneamento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....	16
Figura 2. Ambientes utilizados no estudo.....	17
Figura 3. Aspectos dos locais de coleta. (A) Pastagem, (B) Floresta secundária, e (C) Eucaliptal.....	17
Figura 4. (A) Esquema de armadilha de queda (pitfall). (B) Vista lateral do recipiente utilizado na armadilha.....	18
Figura 5. Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) e intervalo de confiança de 95% para a fauna de formigas coletada em diferentes ambientes, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....	23
Figura 6. Riqueza de espécies média ($\pm$ DP) da fauna de formigas coletada em diferentes sistemas de uso do solo no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....	24
Figura 7. Índice de diversidade Shannon média ($\pm$ DP) para a fauna de formigas coletada em diferentes sistemas de uso do solo no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....	24
Figura 8. Ordenação multidimensional não métrica (NMDS) para a fauna de formigas coletada em pastagem, cultivo de eucalipto e floresta secundária, no município de Sapucaia-RJ, com o índice de similaridade de Jaccard (Stress = 0,4019): pastagem (+); eucalipto (x); floresta secundária (O).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em diferentes ambientes no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....20

Tabela 2. Riqueza de espécies de formigas, diversidade de Shannon, equitabilidade e riqueza estimada (Chao 1) nos diferentes ambientes de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....23

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.1.1 Objetivos Específicos.....	15
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
2.1. ÁREA DE ESTUDO	15
2.2. COLETA DOS DADOS	18
2.3. ANÁLISE DE DADOS	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
5. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais importantes do mundo, pois possui elevados índices de endemismo e de diversidade vegetal e animal (Lagos & Muller 2007). Assim, a sua proteção é especialmente relevante para a conservação da biodiversidade mundial (Myers et al. 2000). Entretanto, as explorações indiscriminadas de seus recursos naturais, por diferentes tipos de ocupação e sucessivos ciclos econômicos, resultaram na fragmentação de habitats e na alteração da vegetação nativa (Silvério Neto et al. 2015), que atualmente encontra-se reduzida a cerca de 12% da distribuição geográfica original e se apresenta em diferentes estágios de regeneração (Ribeiro et al. 2011).

O estado do Rio de Janeiro possui uma parcela do seu território coberto por vegetação nativa de Mata Atlântica, que geralmente se apresenta como pequenos e isolados fragmentos florestais (Silvério Neto et al. 2015). Todavia, esses fragmentos de floresta constituem o habitat de diversos grupos taxonômicos, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Schutte et al. 2007, Martinelli & Moraes 2013). As Florestas Estacionais Semidecíduais estão entre as fitofisionomias do bioma Mata Atlântica que mais foram reduzidas e degradadas pelas atividades antrópicas no Rio de Janeiro e, desse modo, sua biodiversidade está grandemente ameaçada (MMA 2007).

Muitas das áreas cobertas naturalmente por Florestas Estacionais Semidecíduais tiveram o tipo de uso do solo alterado para áreas urbanas, pastagens, florestas comerciais e agroecossistemas (MMA 2007), ocasionando a perda de habitats e a simplificação dos ambientes (Martins et al. 2011). Cabe ressaltar que a redução da heterogeneidade ambiental gera a perda de nichos ecológicos e de biodiversidade (Braga et al. 2010, Oliveira et al. 2014). Entretanto, a substituição dos ecossistemas naturais por agrossistemas ou florestas comerciais não significa que o ambiente se torna completamente inóspito à biodiversidade, pois é possível conciliar a produção agrícola e florestal com a conservação de parte da diversidade biológica (Dias et al. 2008).

Neste sentido, seres vivos vêm sendo usados como indicadores biológicos na avaliação da biodiversidade e da qualidade ambiental em áreas com diferentes usos do solo (Braga et al. 2010). Tais indicadores biológicos possibilitam inferir sobre o grau de conservação e o nível de diversidade biológica dos ambientes que habitam (Lutinski & Mello Garcia 2005). Os insetos (Classe Insecta), devido a sua abundância, participação nos processos ecológicos e sensibilidades às alterações ambientais possuem grande potencial para serem utilizados com

este objetivo (Pereira et al. 2007). Entre estes animais, as formigas (Ordem Hymenoptera: Família Formicidae) merecem destaque devido a sua importância ecológica, expressiva distribuição geográfica, alta riqueza de espécies, abundância e biomassa, facilidade de coleta e sensibilidade a mudanças ambientais (Schmidt et al. 2005, Feitosa & Ribeiro Garcia 2005, Lutinski & Mello Garcia 2005, Dáttilo et al. 2011, Gomes et al. 2012).

Desse modo, o presente trabalho apresenta um levantamento de espécies de formigas em áreas com diferentes usos do solo, para avaliar os efeitos da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna. Além disso, esse estudo busca colaborar para a utilização da fauna de formigas como indicador biológico e para a conservação da biodiversidade.

1.1 OBJETIVO GERAL

O estudo teve como objetivo avaliar e comparar a riqueza, a diversidade e a composição da fauna de formigas em diferentes sistemas de uso do solo.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Avaliar se a riqueza, a diversidade e a composição da mimercofauna apresenta variação em função do tipo de ocupação do solo.
- Verificar se a riqueza de espécies de formigas é influenciada por variáveis ambientais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O município possui 541 km² e uma altitude de 221 metros acima do nível do mar. No estado do Rio de Janeiro faz divisa com os municípios de Carmo, Sumidouro, São José do Vale do Rio Preto e Três Rios; no estado de Minas Gerais os municípios limítrofes são Além Paraíba e Chiador (IBGE 2016). O clima do município é predominantemente quente, subquente e

semiúmido, apresentando aproximadamente quatro a cinco meses de menor precipitação pluviométrica (IBGE 2002). A precipitação anual média é de 1.181 mm/ano (PRS 2014). A temperatura varia em média de 20° C a 24° C (Napoleão 2011). Sapucaia encontra-se inserido no Bioma da Mata Atlântica, apresentando atualmente áreas urbanas, áreas agrícolas, plantios de eucalipto, pastagens e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 1993).



Figura 1. Localização do Município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro (Fonte: EMATER - Rio 2016).

Para o desenvolvimento do trabalho foram escolhidas três áreas (Figura 2): um fragmento de floresta secundária com 8,3 ha; uma área de pastagem com 6,9 ha; e uma área cultivada com eucalipto de 9,6 ha (Figura 3). A floresta secundária, com base nas características previstas na Resolução CONAMA nº 6, de 4 de maio de 1994, encontra-se em estágio médio de regeneração, devido à fisionomia das espécies arbóreas/arbustivas, com CAP médio de 0,31cm e altura média de 4,95m, idade aproximada de 20 anos e pela presença de trepadeiras predominantemente lenhosas. A área de pastagem de bovinos é coberta por gramíneas da espécie *Brachiaria brizantha* (braquiária), com a presença de pequenos arbustos, com CAP inferior a 0,15cm, das espécies vulgarmente conhecidas como alecrim-do-campo e canela-de-urubu. O eucaliptal onde ocorreu a coleta de dados apresenta idade aproximada de 10 anos, já tendo sido realizada sua supressão parcial. Os eucaliptos presentes são da espécie *Corymbia citriodora*, conhecida vulgarmente como eucalipto-limão, com altura média de 11,80m e CAP médio de 0,72 cm. Várias partes da área do plantio de eucalipto apresentam sub-bosque desenvolvido e uma notável camada de serapilheira.



Figura 2. Ambientes utilizados no estudo (Fonte: Adaptado do programa Google Earth Pro).

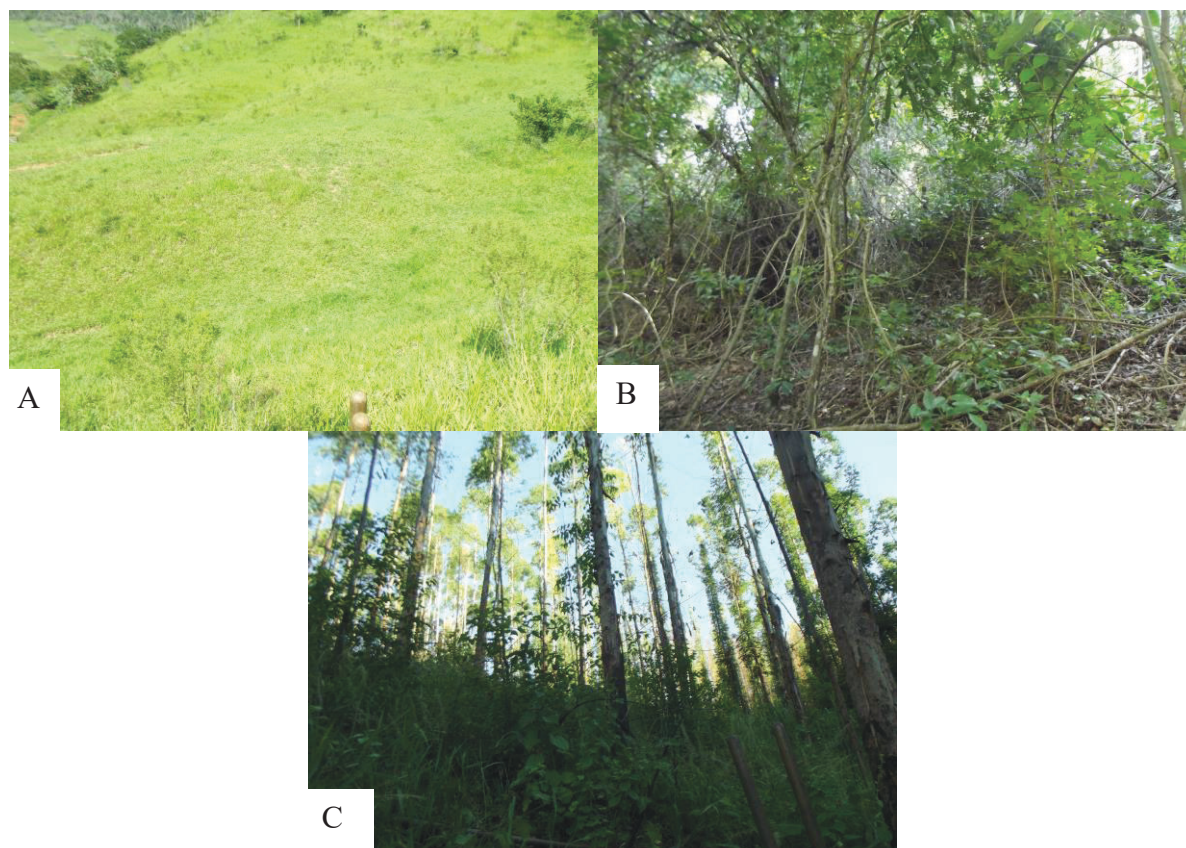


Figura 3. Aspectos dos locais de coleta: (A) pastagem; (B) floresta secundária; (C) eucaliptal.

2.2. COLETA DOS DADOS

A coleta da mimercofauna foi realizada em maio de 2015. Foram demarcadas quatro parcelas de 300 m² (30 m x 10 m) a intervalos de 30 m, em cada ambiente (Figura 4). Nas parcelas, seis armadilhas tipo pitfall contendo 100 ml de álcool 70% foram instaladas em seu perímetro a cada 10 m. As armadilhas permaneceram 48 horas nos ambientes, após esse período o conteúdo dos pitfalls foi alocado em potes de polietileno com álcool 70% e etiquetados, que foram levados para o laboratório. As formigas coletadas foram montadas em via seca, identificadas ao nível de gênero com base na chave de Baccaro et al. (2015) e morfoespeciadas. A identificação ao nível de espécie ocorreu sempre que possível, com base nas chaves taxonômicas disponíveis.

A temperatura do ar foi aferida nos locais de amostragem com um termômetro digital, ao lado de cada pitfall. A cobertura do solo por serapilheira próxima de cada armadilha foi estimada com o auxílio de um quadrado reticulado.

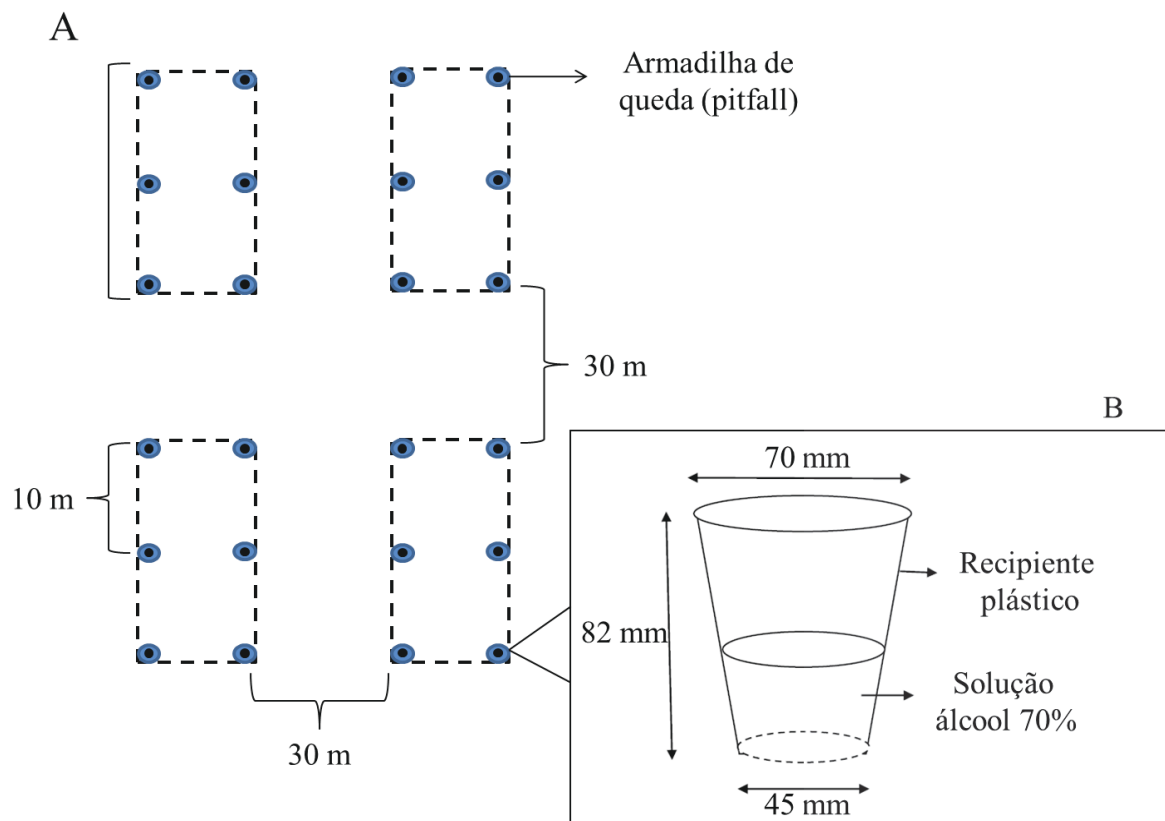


Figura 4. (A) Esquema de armadilha de queda (pitfall). (B) Vista lateral do recipiente utilizado na armadilha.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

Foram obtidas curvas de acumulação de espécies pelo método Mao Tau, para analisar a riqueza de espécies de formigas total nos diferentes sistemas de uso do solo. A ANCOVA foi utilizada para estudar a riqueza e diversidade (Shannon) média nos sistemas de uso do solo e avaliar o efeito da temperatura do ar e da cobertura do solo por serapilheira. Foi obtida a riqueza de espécies estimada (Chao 1). A similaridade da mirmecofauna foi avaliada pela ordenação multidimensional não métrica (NMDS) com o índice de similaridade de Jaccard e a ANOSIM para avaliar a significância, sendo utilizado para tal o programa PAST.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas e identificadas 47 espécies de formigas, pertencentes a 24 gêneros a seis subfamílias (Tabela 1). Myrmicinae foi a subfamília com maior número de espécies (26), seguida de Formicinae (seis). A predominância da subfamília Myrmicinae está relacionada ao fato de ser a mais diversa subfamília de formigas (Cantarelli et al. 2015). Mas a subfamília não se destaca apenas pela elevada riqueza de espécies, mas também por possuir variadas adaptações evolutivas e diferentes estratégias de obtenção de alimento e nidificação, podendo desta forma ocupar os mais variados habitats (Baccaro et al. 2015). *Pheidole* foi o gênero com maior número de espécies (seis), seguido dos gêneros *Camponotus*, *Ectatomma* e *Solenopsis*, todos com quatro espécies. Schutte et al. (2007) encontraram resultados semelhantes para os gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*. A presença desses gêneros em todos os ambientes estudados é justificada pela sua elevada riqueza de espécies, abundância, adaptações e distribuição geográfica, apresentando tolerância a diversas condições ambientais (Lutinski & Mello Garcia 2005, Dias et al. 2008, Freire 2012, Baccaro 2015).

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em diferentes ambientes no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

Subfamílias/Espécies	Ambientes		
	Pastagem	Eucaliptal	Floresta secundária
Dolichoderinae			
<i>Linepithema</i> sp1	-	5	4
<i>Dorymyrmex</i> sp1	1	-	-
Ectatomminae			
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger 1863	19	4	1
<i>Ectatomma brunneum</i> F. Smith, 1858	1	12	-
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	-	2	11
<i>Ectatomma tuberculatum</i> Olivier, 1792	-	-	4
<i>Gnamptogenys</i> sp1	1	-	-
Formicinae			
<i>Brachymyrmex</i> sp1	9	9	-
<i>Brachymyrmex</i> sp2	-	1	3
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	17	2	-

Continuação: Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em diferentes ambientes no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

Subfamílias/Espécies	Ambientes		
	Pastagem	Eucaliptal	Floresta secundária
<i>Camponotus</i> sp2	-	3	2
<i>Camponotus</i> sp3	-	-	1
<i>Camponotus</i> sp4	-	-	1
<i>Nylanderia</i> sp1	-	1	-
Myrmicinae			
<i>Acromyrmex</i> sp1	1	-	-
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908	2	14	7
<i>Cephalotes</i> sp1	1	-	-
<i>Crematogaster</i> sp1	2	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp1	1	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp2	-	1	-
<i>Mycocepurus</i> sp1	-	2	4
<i>Mycocepurus</i> sp2	-	2	-
<i>Pheidole</i> sp1	7	4	9
<i>Pheidole</i> sp2	2	12	8
<i>Pheidole</i> sp3	1	10	1
<i>Pheidole</i> sp4	-	7	-
<i>Pheidole</i> sp5	-	7	1
<i>Pheidole</i> sp6	-	-	2
<i>Sericomyrmex</i> sp1	-	-	1
<i>Sericomyrmex</i> sp2	-	-	3
<i>Solenopsis</i> sp1	1	-	-
<i>Solenopsis</i> sp2	-	1	-
<i>Solenopsis</i> sp3	-	1	2
<i>Solenopsis</i> sp4	-	-	4
<i>Trachymyrmex</i> sp1	-	-	1
<i>Trachymyrmex</i> sp2	-	-	1
<i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866	-	-	1
<i>Wasnannia</i> sp1	10	3	1
<i>Wasnannia</i> sp2	-	1	1
<i>Wasnannia</i> sp3	-	-	2
Ponerinae			
<i>Anochetus</i> sp1	1	-	-
<i>Neoponera</i> sp1	-	1	-
<i>Odontomachus chelifer</i> Latreille, 1802	-	1	13
<i>Odontomachus</i> sp1	-	-	2

Continuação: Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em diferentes ambientes no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

Subfamílias/Espécies	Ambientes		
	Pastagem	Eucaliptal	Floresta secundária
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, F., 1858	-	-	3
<i>Pachycondyla</i> sp1	-	-	3
Pseudomyrmecinae			
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> Smith, F., 1855	-	1	-

A floresta secundária foi o ambiente que apresentou a maior riqueza total, diversidade, equitabilidade e riqueza estimada, seguida do eucaliptal e da pastagem (Tabela 2). Verificou-se que a curva de acumulação de espécies não se estabilizou, não atingindo uma assíntota evidente (Figura 5). Tal fato demonstra que o esforço amostral não foi o suficiente para quantificar as comunidades de formigas em sua totalidade e que ainda existem espécies a serem coletadas nos ambientes estudados. A não estabilização da curva de acumulação no estudo de comunidades de formigas é comum e pode estar relacionada com a distribuição agregada das espécies, a elevada diversidade da família Formicidae e a raridade de espécies (Santos et al. 2006 *apud* Cantarelli et al. 2015). A riqueza de espécies total foi significativamente maior na floresta secundária e no eucaliptal que na pastagem (Figura 5). Todavia, não houve diferença significativa na riqueza total observada na floresta secundária e no eucaliptal. Isso provavelmente ocorreu em função do plantio de eucalipto do presente estudo apresentar estrutura relativamente similar à floresta secundária, pois apesar de configurar-se inicialmente como uma monocultura, apresenta atualmente sub-bosque e serapilheira, que possibilitam ao ambiente comportar um maior número de espécies de formigas (Braga et. al. 2010). As florestas apresentam vários estratos verticais e maior riqueza de espécies de plantas que as pastagens, possuindo maior heterogeneidade estrutural e diversidade de nichos ecológicos (Martins et al. 2011). Além disso, a maior diversidade vegetal gera, conseqüentemente, uma serapilheira mais heterogênea, o que possibilita uma maior diversidade de locais para nidificação e alimento para as formigas. Ambientes que apresentam maior complexidade estrutural tendem a possuir maior biodiversidade (Santos et al. 2006, Martins et al. 2011). Assim, nas pastagens, por possuir geralmente uma baixa diversidade vegetal em comparação com as florestas, ocorrem limitações para a presença de uma biodiversidade de formigas similar a das florestas (Pereira et al. 2007).

Tabela 2. Riqueza de espécies de formigas, diversidade de Shannon, equitabilidade e riqueza estimada (Chao 1) nos diferentes ambientes de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

Variáveis	Ambientes		
	Pastagem	Eucaliptal	Floresta secundária
Riqueza	17	25	29
Diversidade (H')	2,21	2,82	3,01
Equitabilidade	0,53	0,67	0,70
Riqueza Estimada (Chao 1)	26,00	32,2	38,17

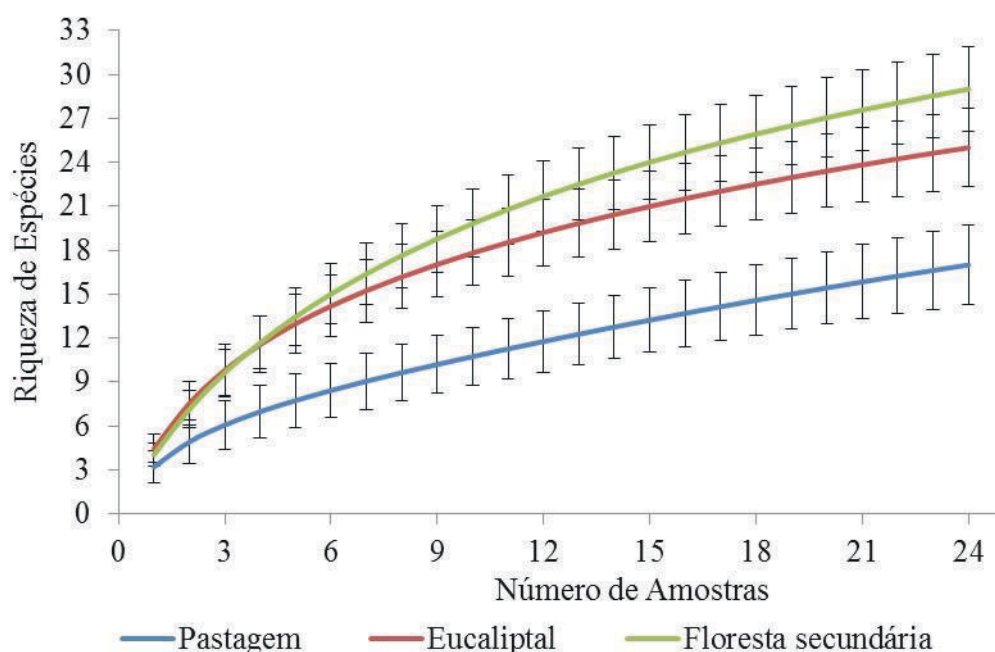


Figura 5. Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) e intervalo de confiança de 95% para a fauna de formigas coletada em diferentes ambientes, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

A riqueza de espécies de formigas média foi influenciada pelo tipo de uso do solo (ANCOVA; $F = 5,52$; $p = 0,04$; Figura 6), mas não foi afetada pela temperatura (ANCOVA; $F = 2,59$; $p = 0,15$) e cobertura de serapilheira (ANCOVA; $F = 0,80$; $p = 0,40$). A diversidade de espécies também foi afetada pelo sistema de uso do solo (ANCOVA; $F = 7,02$; $p = 0,02$; Figura 7), mas não foi influenciada pela temperatura (ANCOVA; $F = 2,84$; $p = 0,14$) e cobertura de serapilheira (ANCOVA; $F = 0,44$; $p = 0,53$).

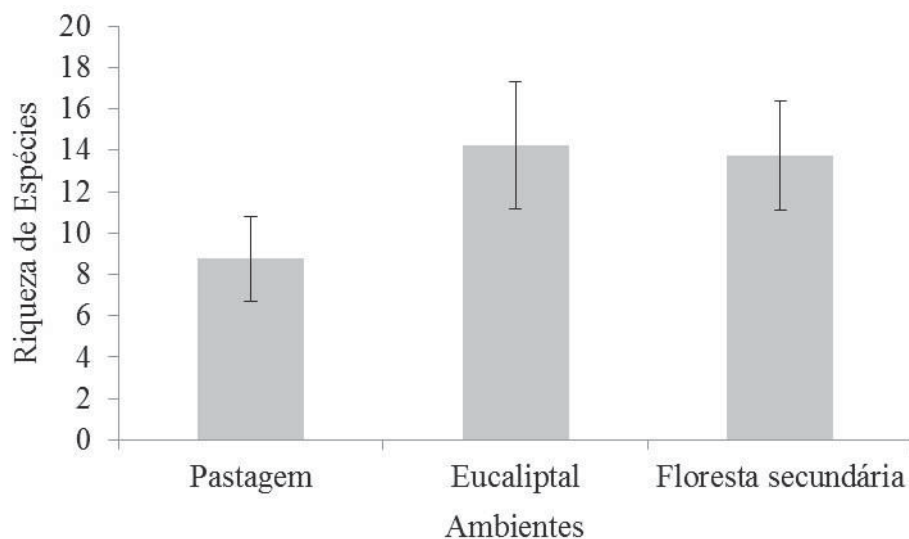


Figura 6. Riqueza de espécies média ($\pm$ DP) para a fauna de formigas coletada em diferentes sistemas de uso do solo no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

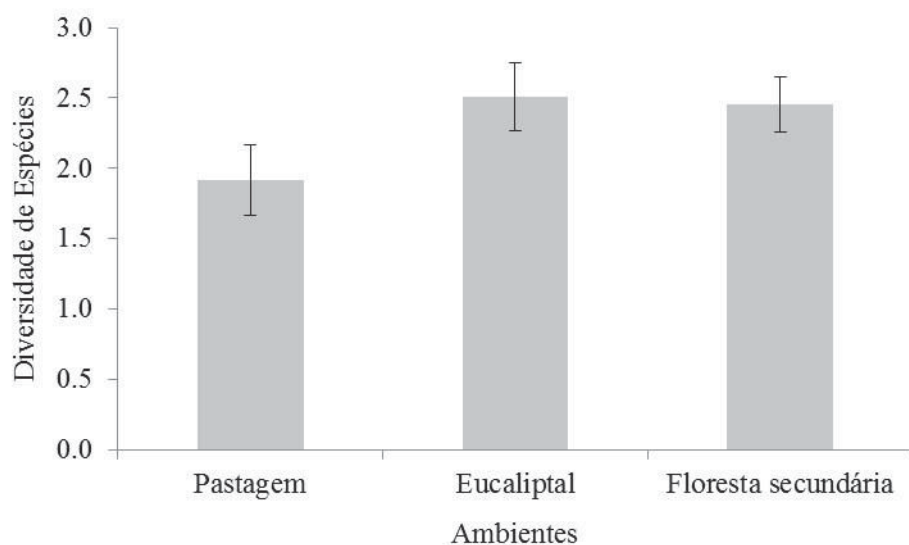


Figura 7. Índice de diversidade de Shannon médio ($\pm$ DP) para a fauna de formigas coletada em diferentes sistemas de uso do solo no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

As espécies *Ectatomma edentatum*, *Atta sexdens rubropilosa*, *Pheidole* sp.1, *Pheidole* sp.2, *Pheidole* sp.3 e *Wasmannia* sp1 ocorreram em todos os ambientes estudados. A espécie *A. sexdens rubropilosa* foi mais abundante no plantio de eucalipto, sendo considerada uma importante praga dessa essência florestal. *Ectatomma edentatum* é classificada como

predadora de outros artrópodes e também é uma importante dispersora de sementes em Florestas Estacionais Semidecíduais, características importantes na manutenção do equilíbrio ecológico dos ecossistemas (Almeida et al. 2013, Rocha et al. 2015).

No fragmento de floresta secundária as espécies mais representativas foram *Ectatomma permagnum* e *Odontomachus chelifer*. A espécie *O. chelifer*, juntamente com a espécie *Pachycondyla striata*, estão entre as principais formigas dispersoras de sementes em Florestas Estacionais Semidecíduais (Almeida et al. 2013). Também cabe ressaltar que as espécies que ocorrem preferencialmente em ambientes florestais podem ser utilizadas como indicadores de qualidade ambiental e do sucesso de reflorestamentos que visem à recuperação de áreas degradadas.

Uma espécie que merece especial atenção é *Tranopelta gilva*, que não tem sido encontrada comumente nos trabalhos realizados na região, talvez por não ser facilmente observada forrageando na superfície (Baccaro 2015). Existem poucas informações sobre a biologia das espécies desse gênero, mas sabe-se que as espécies constroem seus ninhos no solo ou sob cascas de troncos em florestas úmidas (Baccaro 2015).

Somente oito espécies ocorreram exclusivamente na pastagem, sete espécies foram amostradas apenas no eucaliptal e 14 espécies foram exclusivas da floresta secundária. Houve diferença significativa na composição de espécies de formigas entre os ambientes (ANOSIM; $R = 0,56$; $p < 0,01$; Figura 8). A comparação par a par, indicou que a diferença foi significativa entre pastagem e cultivo de eucalipto (ANOSIM; $R = 0,57$; $p < 0,01$), pastagem e floresta secundária (ANOSIM; $R = 0,69$; $p < 0,01$) e cultivo de eucalipto e floresta secundária (ANOSIM; $R = 0,41$; $p < 0,01$). Maiores temperaturas do ar estiveram relacionadas principalmente com a composição da fauna de formigas na pastagem. Por outro lado, a maiores coberturas de serapilheira relacionaram-se principalmente com a comunidade de formigas da floresta secundária. Assim, as condições diferenciadas de cada ambiente, em termos de oferta de recursos e condições ambientais, ocasiona a manutenção de uma comunidade de formigas significativamente diferente em cada ambiente.

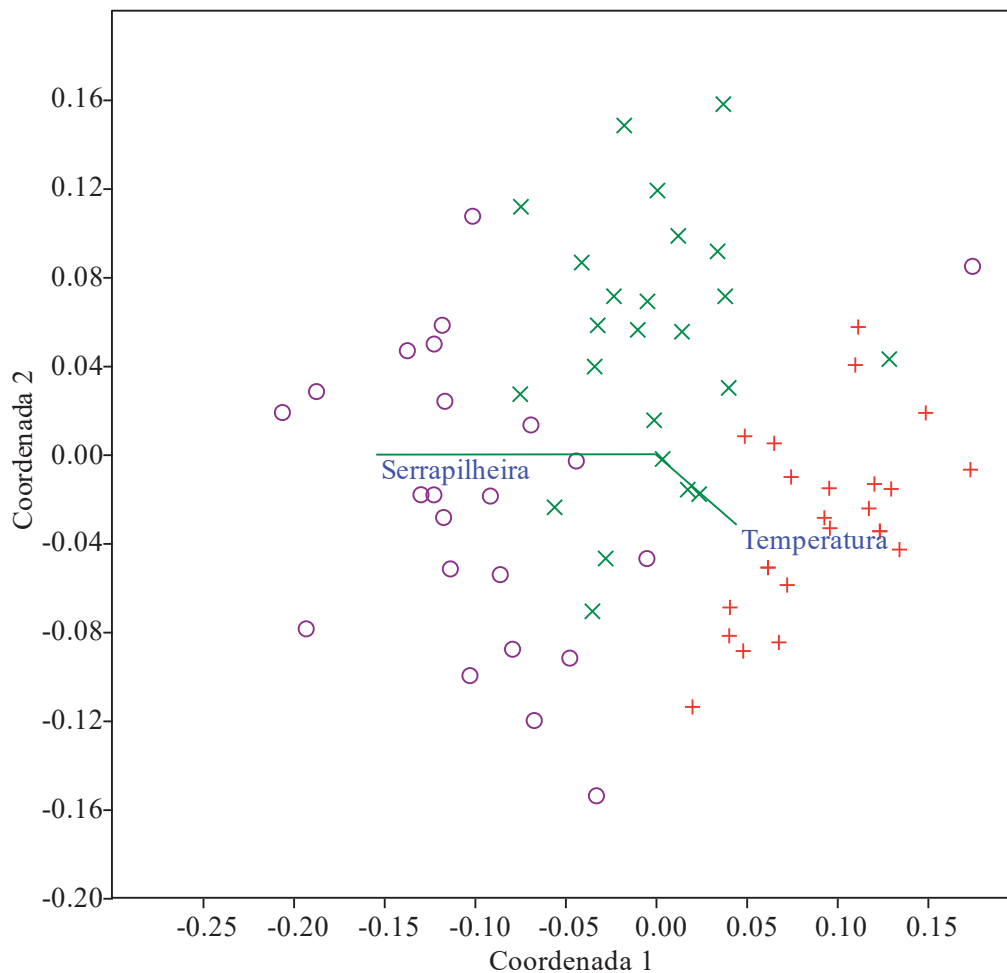


Figura 8. Ordenação multidimensional não métrica (NMS) para a fauna de formigas coletada em pastagem, cultivo de eucalipto e floresta secundária, no município de Sapucaia-RJ, com o índice de similaridade de Jaccard (Stress = 0,4019): pastagem (+); eucalipto (x); floresta secundária (O).

Desse modo, o presente estudo constata a necessidade de conservação das florestas naturais para a proteção da biodiversidade da Mata Atlântica. Mesmo florestas secundárias em estágio intermediário de sucessão ecológica apresentam uma fauna diversa e diferenciada das áreas antropizadas adjacentes. Contudo, é possível manter boa parte da diversidade biológica em áreas cultivadas, especialmente em plantios de árvores com sub-bosque desenvolvido.

O presente trabalho demonstra que o estudo da diversidade e riqueza de espécies de formigas em diferentes ambientes é promissor e fornece subsídios para que a utilização de formigas como indicadores ambientais seja viável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tipo de uso do solo influenciou a riqueza e a diversidade de espécies de formigas, sendo maiores nos ambientes com maior heterogeneidade ambiental. A composição de espécies também variou significativamente entre os sistemas de uso do solo, com a floresta secundária, sendo o ambiente com o maior número de espécies exclusivas. Isso demonstra a importância das florestas naturais para a conservação da diversidade biológica da Mata Atlântica. Todavia, o eucaliptal apresentou uma riqueza de espécies similar à floresta secundária, indicando que áreas cultivadas com espécies florestais que apresentem sub-bosque desenvolvido podem possuir uma considerável biodiversidade.

5. REFERÊNCIAS

- Almeida FS, Mayhe-Nunes AJ, Queiroz JM (2013) The Importance of Poneromorph Ants for Seed Dispersal in Altered Environments. *Sociobiology* 60: 229-235.
- Baccaro FB, Feitosa RM, Fernandes F, Fernandes IO (2015) Guia para os gêneros de formigas do Brasil Manaus: INPA. 388p.
- Braga DL, Louzada JNC, Zanetti R, Delabie J (2010) Avaliação rápida da diversidade de formigas em sistemas de uso do solo no sul da Bahia. *Neotropical Entomology* 39 (4): 464-469.
- Cantarelli EB, Fleck MD, Granzotto F, Corassa JN, Avila M (2015) Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. *Ciência Florestal* 25(3): 607-616.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Estabelece definições e parâmetros mensuráveis para análise de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Resolução nº 6, de 04 de maio de 1994. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0694.html>. Acessado em 15 de abril, 2016.
- Dáttilo W, Sibinel N, Falcão JCF, Nunes RV (2011) Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Biociência* 27(3): 294-504.
- Dias NS, Zanetti R, Santos MS, Louzada J, Delabie J (2008) Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Iheringia, Série Zoológica* 98(1): 136-142.
- EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (2016). Disponível: <http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/mapa/sapucaia.asp>. Acessado em 10 de fevereiro, 2016.
- Feitosa RSM, Ribeiro AS (2005) Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil. *Biotemas* 18(2): 51-71.
- Freire CB, Oliveira GV, Martins FR, Souza LEC, Ramos-Lacau LS, Corrêa MM (2012) Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Biociência* 10(1): 131-134.
- Gomes BK, Oliveira EF, Cunha WL (2012) Padrões da diversidade de formigas no Parque das Aves (Apucarana-PR). *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente* 5 (3): 605-615.

IBGE: Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas (2016). Disponível: <http://cod.ibge.gov.br/TAQ>. Acessado em 15 fevereiro, 2016.

IBGE: Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas. Mapa de Vegetação do Brasil (1993). Disponível: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf. Acessado em 20 fevereiro, 2016.

IBGE: Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas. Mapa do clima do Brasil (2002). Disponível: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf. Acessado em 20 fevereiro, 2016.

Lagos AR, Muller BLA (2007) Hotspot brasileiro Mata Atlântica. Saúde & Ambiente em Revista 2(2): 35-45.

Lutinski JA, Mello Garcia FR (2005) Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. Biotemas 18 (2): 73-86.

Martinelli G, Moraes MAM (orgs.) (2013) Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100 p.

Martins L, Almeida FS, Mayhé-Nunes AJ, Vargas AB (2011) Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Biociências 9(2): 174-179.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros (2007). Disponível: http://www.semiarido.org.br/UserFiles/file/mapas_cobertura_vegetal_biomass.pdf. Acessado em 20 de março, 2016.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-845.

Napoleão JBP (org.) (2011) O estado do ambiente – Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro. Sea/ Inea. 160 p.

Oliveira MA, Gomes CFF, Pires EM, Marinho CGS, Lucia TMCD (2014) Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. Revista Ceres 61: 800-807.

Pereira MPS, Queiroz JM, Valcarcel R, Mayhé-Nunes AJ (2007) Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de áreas de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, Rio de Janeiro. Ciência Florestal 17 (3): 197-204.

Plano Regional de Saneamento com base municipalizada nas modalidades água, esgoto e drenagem urbana dos municípios de: Areal, Carmo, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis - Caracterização municipal - p3 Sapucaia (2014). Disponível:

<http://comitepiabanha.org.br/caracterizacao-municipal/sapucaia.pdf>. Acessado em 20 de março, 2016.

Ribeiro MC, Martensen AC, Metzger JP, Tabarelli M, Scarano F, Fortin MJ (2011) The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel JC, editores. Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas. Heidelberg: Springer. Disponível: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21. Acessado em 18 de abril, 2016.

Rocha WO, Dorval A, Filho OP, Vaez CA, Ribeiro ES (2015) Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. *Floresta e Ambiente*. 22 (1): 88-98.

Santos MS, Louzada JNC, Dias N, Zanetti R, Delabie JHC, Nascimento IC (2006) Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Ato do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica* 96(1): 95-101.

Schmidt K, Corbetta R, Camargo AJA (2005) Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Ilha João da Cunha, SC: composição e diversidade. *Biotemas* 18(1): 57-71.

Schutte MS, Queiroz JM, Mayhé-Nunes AJ, Pereira MPS (2007) Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. *Iheringia, Série Zoológica* 97(1): 103-110.

Silvério Neto R, Bento MC, Menezes SJMC, Almeida FS (2015) Caracterização da cobertura florestal de unidades de conservação da Mata Atlântica. *Floresta e Ambiente* 22(1): 32-41.