

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

DISSERTAÇÃO

**Composição, diversidade e riqueza de formigas na
Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil**

André Barbosa Vargas

2006



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

**COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E RIQUEZA DE FORMIGAS NA
RESTINGA DA MARAMBAIA, RIO DE JANEIRO, BRASIL**

ANDRÉ BARBOSA VARGAS

Sob a Orientação do Professor
Dr. Antônio José Mayhé Nunes

e Co-orientação do Professor
Dr. Jarbas Marçal de Queiroz

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre** em Biologia
Animal.

Seropédica, RJ
Março de 2006

595.796

V297c

T

Vargas, André Barbosa, 1978-

Composição, diversidade e riqueza de formigas na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil / André Barbosa Vargas. – 2006.

62 f. : il.

Orientador: Antônio José Mayhé Nunes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia. Bibliografia: f. 45-62.

1. Formiga - População - Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 2. Formiga - Biologia - Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 3. Diversidade biológica - Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 4. Liteira (Entulho) - Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 5. Ecologia das restingas - Teses. I. Nunes, Antônio José Mayhé, 1959-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia. III. Título.

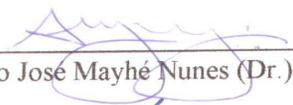
Bibliotecário: _____ **Data:** ___/___/___

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

ANDRÉ BARBOSA VARGAS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências em Biologia Animal.

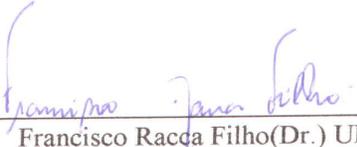
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/03/2006



Antônio José Mayhé Nunes (Dr.) UFRRJ



Carlos Roberto Ferreira Brandão (Dr.) USP



Francisco Ração Filho (Dr.) UFRRJ

**Dedico a todos aqueles que mesmo
diante das dificuldades acreditam
no que fazem e prosperam num
futuro melhor.**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo espaço físico concedido;

Ao Prof. Dr. Antonio José Mayhé Nunes pela orientação, amizade e companheirismo desde o início de meu estágio no Laboratório de Mirmecologia. Suas opiniões com certeza enriqueceram e muito minha vida acadêmica;

Ao Prof. Dr. Jarbas Marçal de Queiroz pela firme e paciente ajuda no desenvolvimento de nosso desenho amostral e posteriores análises. Suas sugestões muito enriqueceram e incentivaram o desenvolvimento deste projeto;

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Ferreira Brandão, diretor do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo – MZUSP, pela ajuda na identificação de algumas espécies de formigas e pelo auxílio na visita que fiz ao museu;

Aos membros do Laboratório de Mirmecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que proporcionaram momentos maravilhosos durante a execução deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Nicolas Albuquerque pela confirmação na identificação das espécies do gênero *Hylomyrma*;

A namorada Elaine Folly Ramos por tornar meus cinco últimos anos mais agradáveis;

Ao amigo Guilherme Orsolon de Sousa pelo companheirismo e dedicação em todas as fases deste trabalho;

Ao amigo, Biólogo MSc. Sérgio Veiga Ferreira, não só pelos ensinamentos, mas pela amizade e incentivo na realização deste trabalho;

A Senhora Eunice Veiga Ferreira e ao Senhor Benedito José Ferreira pela hospitalidade nos períodos de coleta;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Biologia Animal pelo empenho e dedicação;

Ao Exército Brasileiro pelo apoio e autorização para o desenvolvimento deste projeto no Campo de Provas da Marambaia;

À coordenação do curso de Pós-graduação pelo suporte necessário no desenvolvimento deste estudo;

Aos meus pais Rita de Cássia Barbosa Vargas e Oswaldo Zangali Vargas que me apoiam e suportam nos momentos difíceis;

A minha irmã Thalita Barbosa Vargas pela amizade e carinho e também pela ajuda nas coletas;

A Senhora Eneida Vieira Folly e ao Senhor José Silvino Ramos que sempre estiveram dispostos a ajudar nos lanches para as coletas;

Ao amigo, Sr. Valter da Silva pelo companheirismo e respeito junto à natureza, a qual tanto admiramos;

Aos amigos Carlos, Ueilem e Adriano pelo empenho nas coletas e amizade diária;

Ao Prof. Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes pelas informações prestadas sobre a Restinga de Marambaia;

Ao amigo Ronildo Francisco Agapito de Souza pela grande amizade desde os tempos da faculdade;

A CAPES pela bolsa concedida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado;

BIOGRAFIA

André Barbosa Vargas, filho de Oswaldo Zangali Vargas e Rita de Cássia Barbosa Vargas, nasceu no dia 17 de agosto de 1978, na cidade de Leopoldina – Minas Gerais. Em 1997, concluiu o Ensino Médio no Colégio Estadual Barão de Mauá, em Volta redonda. Em 1998, ingressou no Curso de Ciências Biológicas no atual Centro Universitário de Barra Mansa - UBM. No ano de 2000 começou estágio de iniciação científica no Museu de Ciências do UBM, onde desenvolveu estudos bionômicos sobre algumas espécies de insetos hematófagos e estudos comportamentais sobre aranhas da família Ctenidae. Licenciado em Ciências Biológicas em 2002. No período de 2002 à 2004, foi membro do Programa de Aperfeiçoamento Profissional da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. No ano de 2004 ingressou no Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1 Remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro.....	2
1.2 Ecossistemas de restinga: origem, flora e fauna.....	3
1.3 Degradação e dificuldades de conservação dos ecossistemas de restinga.....	4
1.4 Diversidade de artrópodes: padrões de diversidade de formigas e influência de variáveis ambientais.....	6
1.5 Diversidade de artrópodes: padrões de diversidade de formigas e influência de variáveis ambientais.....	7
1.6 Formigas nas restingas brasileiras.....	12
1.7 Objetivos.....	13
2 Material e Métodos.....	14
2.1 Descrição da área.....	14
2.2 Amostragem.....	14
2.2.1 Fisionomias vegetais.....	16
2.2.2 Procedimentos de coleta.....	19
2.2.3 Variáveis ambientais.....	19
2.2.4 Material coletado.....	21
2.3 Análises dos dados.....	21
2.3.1 Estimadores de riqueza.....	21
2.3.2 Índice de similaridade.....	23
2.3.3 Índice de diversidade.....	23
2.3.4 Análise de variância.....	23
2.3.5 Regressão múltipla.....	23
3 Resultados.....	24
3.1 Composição da fauna de formigas da Restinga de Marambaia nas três fisionomias vegetais.....	24
3.1.1 Similaridade.....	30
3.1.2 Estimativas de riqueza.....	31

3.2 Caracterização das comunidades de formigas de serapilheira na Restinga de Marambaia: parâmetros ecológicos.....	35
3.2.1 Diversidade de formigas.....	35
3.2.2 Análise de variância.....	36
3.3 Influência das variáveis ambientais na distribuição da comunidade de formigas.....	37
4 Discussão.....	38
4.1. Composição da fauna de formigas da Restinga de Marambaia nas três fisionomias vegetais.....	38
4.2 Similaridade.....	40
4.3 Estimativas de riqueza.....	41
4.4 Influência das variáveis ambientais na distribuição e caracterização das comunidades de formigas de serapilheira na Restinga de Marambaia.....	42
5 Conclusões.....	44
6 Referências bibliográficas.....	45
Anexo.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Em A, mapa da Restinga da Marambaia modificado de Menezes & Araújo (2000). Em B, croqui da disposição das parcelas nas três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia, RJ, em agosto de 2004 e março de 2005.....	15
Figura 2 Vista da fisionomia vegetal 1 (herbácea fechada de cordão arenoso), na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.....	17
Figura 3 Vista da fisionomia vegetal 2 (arbustiva fechada de cordão arenoso), em A vista panorâmica e em B vista do interior na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.....	17
Figura 4 Vista da fisionomia vegetal 3 (Floresta de cordão arenoso) na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.....	18
Figura 5 Esquema da disposição das armadilhas na parcela em uma das fisionomias amostradas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.....	18
Figura 6 Armadilha de solo tipo “Pitfall” ativada na fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.....	20
Figura 7 Porcentagem de cobertura do solo por serapilheira, em A a fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso e em B a fisionomia arbustiva fechada de cordão arenoso na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.....	20
Figura 8 Distribuição de abundância das espécies de formigas de serapilheira amostradas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 (inverno).....	30
Figura 9 Distribuição de abundância das espécies de formigas de serapilheira amostradas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005 (verão).....	30
Figura 10 Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações.....	32

Figura 11 Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia arbustiva fechada de cordão arenoso na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações... 33

Figura 12 Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia Floresta de cordão arenoso na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações..... 34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Lista de espécies coletadas nas três fisionomias vegetais na Resinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.....	26
Tabela 2 Subfamílias amostradas em armadilhas de solo tipo “pitfall” nas três fisionomias vegetais na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.....	29
Tabela 3 Valores obtidos através dos estimadores de riqueza (\pm intervalo de confiança) de espécies de formigas para o inverno e verão nas três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Rj em agosto de 2004 e março de 2005.....	35
Tabela 4 Estrutura das comunidades de formigas amostradas nas três fisionomias vegetais em agosto de 2004 e março de 2005, na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ.....	36
Tabela 5 Riqueza, abundância, diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou da fauna de formigas de serapilheira coletadas em três fisionomias no inverno e verão na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro em agosto de 2004 e março de 2005.....	36
Tabela 6 Variáveis ambientais medidas (profundidade da serapilheira em centímetros, percentual de cobertura do solo por serapilheira, temperatura em °C e umidade relativa do solo) nas duas expedições de coleta – inverno (agosto de 2004) e verão (março de 2005), nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, RJ..	37
Tabela 7 Resultados comparativos entre a riqueza observada neste estudo com o observado por outros autores em diferentes ambientes com diferentes técnicas e número de amostras.....	63

RESUMO

VARGAS, André Barbosa. **Composição, diversidade e riqueza de formigas na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 63p. (Dissertação, Mestrado em Biologia Animal).

O presente estudo avaliou a riqueza e composição em espécies de formigas na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. O local é uma longa faixa de areia, com aproximadamente 40 km de extensão, separando a Baía de Sepetiba do Oceano Atlântico. A coleta de formigas foi realizada em agosto de 2004 e março de 2005 em 18 parcelas distribuídas em três tipos vegetacionais: (1) fisionomia da comunidade arbustiva aberta de *Palmae*; (2) fisionomia de *thicket* fechado de *Myrtaceae* e (3) fisionomia de Floresta de restinga. Em cada parcela de 1200 m² foram utilizadas 20 armadilhas de solo do tipo “pitfall”, distantes 10 m entre si, que permaneceram ativas por 48 h, totalizando 360 unidades amostrais, sendo 180 no inverno e 180 no verão. Variáveis ambientais como a temperatura e umidade do solo, porcentagem de cobertura do solo por serapilheira e profundidade da serapilheira foram medidas. Os dados foram submetidos a estimativas de riqueza pelo programa Estimates, a análise de variância ANOVA e a um modelo de regressão múltipla. Foram coletados um total de 9.406 indivíduos distribuídos em oito subfamílias, 36 gêneros e 92 espécies. Do total de 92 espécies 51 (55,4%) foram identificadas até gênero, quatro (4,4%) em grupos de espécies e 37 (40,2%) puderam ser efetivamente identificadas ao nível de espécie. Os gêneros que representaram o maior número de espécie foram *Pheidole* com nove, *Hypoponera* com sete, *Camponotus* e *Solenopsis* com cinco e *Gnamptogenys* e *Crematogaster* com quatro, representando 40% das espécies amostradas. A riqueza de espécies variou nas duas estações para as três fisionomias vegetais estudadas: a fisionomia da comunidade arbustiva aberta de *Palmae* com 37 espécies, sendo sete exclusivas; a fisionomia *thicket* fechado de *Myrtaceae* apresentou 63 espécies também com sete espécies exclusivas, e; a fisionomia de Floresta de restinga apresentou 73 espécies com 16 exclusivas. A similaridade de Jaccard, calculada para a riqueza de espécies, para as duas expedições de coleta (inverno e verão) foi de 64%. As estimativas de riqueza tanto no inverno quanto no verão tiveram o estimador Jackknife 2 com a maior estimativa e o Bootstrap com a menor para todas as fisionomias estudadas. A análise de variância revelou uma diferença significativa para a riqueza de espécies observadas, diversidade de Shannon e abundância nas fisionomias, porém não houve efeito significativo da interação fisionomia e estação para qualquer dos parâmetros analisados. As duas estações revelaram que a riqueza de espécies de formigas depende principalmente da profundidade de serapilheira, tal variável explicou 72,25% da variação na riqueza de espécies. Para o índice de diversidade de Shannon a porcentagem de cobertura do solo por serapilheira explicou 49%. A equitabilidade de Pielou não revelou correlação significativa com nenhuma das variáveis ambientais estudadas. A profundidade de serapilheira explicou 40% da variação na abundância observada neste estudo. Estes resultados auxiliaram na compreensão dos padrões de diversidade de formigas de serapilheira, contribuindo também para o maior conhecimento da fauna de formigas de ambientes de restinga.

Palavras chave: armadilha de solo, Formicidae, serapilheira

ABSTRACT

VARGAS, André Barbosa. **Composition, diversity and richness of ants in the Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brazil.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 63p. (Dissertation, Master Science in Animal Biology).

Representing one of the environments of Atlantic Forest, Restinga da Marambaia (localized in Rio de Janeiro, Brazil) is a long sand strip, with approximately 40 km of extension, dividing Sepetiba Bay from the Atlantic Ocean. The present research studied ants' species richness and composition in the ecosystem above-mentioned. The ants collection was achieved in August/2004 and March/2005 from 18 samples gray distributed in three different vegetation types: (1) open shrub community of Palmae physiognomy; (2) close "thicket" of Myrtaceae physiognomy and (3) restinga forest physiognomy. In each plot with 1.200 m² were used 20 pitfall traps, distant 10 m between each other, that remained active for 48 h, totaling 360 sample units, being 180 in the winter and 180 in the summer. Environmental variables as soil temperature and humidity, percentage of soil covering by litter and litter depth were measured. The data were submitted to richness estimate by EstimateS program, to ANOVA variance analysis and to a multiple regression model. Were collected 9.406 specimens distributed in eight subfamilies, 36 genera and 92 species. Within 92 species, 51 (55,4%) were identified until genera; four (4,4%) in specie groups and 37 (40,2%) could be effectively identified until specie level. The genera with the biggest species numbers were *Pheidole* with nine, *Hypoponera* with seven, *Camponotus* and *Solenopsis* with five and *Gnamptogenys* and *Crematogaster* with four, representing 40% of sampled species. The richness species changed in both season for the three vegetation physiognomy studied: open shrub community of Palmae physiognomy with 37 species, being seven exclusive species; close "thicket" Myrtaceae physiognomy showed 63 species, also with seven exclusive species and restinga forest physiognomy presented 73 species with 16 exclusive species. Jaccard similarity, calculated for the species richness, for both sample expeditions (winter and summer) was 64%. The richness estimate, both in the winter as in the summer, had Jackknife 2 with the biggest estimate and the Bootstrap with the smallest one for all the physiognomies studied. The variance analysis revealed a significant difference for the species richness observed, Shannon diversity and abundance in the physiognomies, however there weren't significant effects of the interaction between physiognomy and season for any of the parameters observed. Both seasons revealed that the ant species richness depend mainly the litter depth, as such variable explained 72,25% of the species richness variation. For Shannon diversity index, the soil covering by litter percentage explained 49%. Pielou equitability didn't reveal significant correlation with any of the environmental variables studied. The litter depth explained 40% of the variation in the abundance observed in this research. These results helped in the comprehension of the litter ants' diversity, also contributing for the knowledge about ant fauna in the restinga ecosystems.

Key words: pitfall traps, Formicidae, litter

1 - INTRODUÇÃO

Inseridos no domínio Mata Atlântica os ambientes de restinga estão presentes por toda a costa brasileira. Apresentam uma composição florística e uma fauna de vertebrados representada por uma fração dos biomas adjacentes, deste modo, com poucos endemismos. Nas restingas brasileiras, dependendo da região, podemos encontrar diferentes formações vegetais devido à grande variação geográfica imposta ao longo da costa (Cerqueira, 2000).

Estudos anteriores como os de Luederwaldt (1926); Kempf (1978); Gonçalves & Nunes (1984) e Leal & Lopes (1992) elaboraram um levantamento preliminar da fauna de formigas em ambientes de restinga e Lopes & Leal (1991) e Bonnet & Lopes (1993) em florestas de Mata Atlântica próximas a estes ambientes. Recentemente, Fonseca & Diehl (2004) verificaram em um ambiente de restinga no sul do Brasil que não existe uma correlação entre a riqueza de formigas com a idade dos povoamentos e/ou espécies de eucalipto. Entretanto estudos não fazem referência aos padrões de diversidade da fauna de formigas em diferentes formações vegetais existentes em ambientes de restinga.

Um dos objetivos do Laboratório de Mirmecologia da UFRuralRJ é a investigação dos padrões de diversidade e distribuição das espécies de formigas no Estado do Rio de Janeiro. Este projeto visou, na Restinga da Marambaia, inventariar a fauna de formigas em três formações vegetais e verificar a influência de variáveis ambientais como a profundidade de serapilheira, cobertura, temperatura e umidade do solo sobre formigas de ambientes costeiros.

1.1 – Diversidade biológica

A diversidade de espécies aumenta em direção aos trópicos, para quase todos os grupos de organismos (Huston, 1994). Conseqüentemente, as regiões tropicais concentram a maior parte da biodiversidade do planeta, principalmente nas florestas, recifes de corais, lagos e alto mar (Pianka 1994).

Nas florestas tropicais esta diversidade é devida principalmente à grande abundância de espécies de insetos (Primack & Rodrigues, 2001). Whitmore (1990), baseando-se em amostras limitadas de insetos e outros artrópodes, estimou que apesar das florestas tropicais ocuparem cerca de 7% da Terra, elas contêm mais da metade das espécies de todo o mundo. Estima-se, também, que no mundo existam entre 5 e 30 milhões de espécies de animais, plantas e microorganismos, o que é, no mínimo, 37 vezes o número de espécies descritas atualmente (Wilson, 1997).

Desde o aparecimento dos primeiros homínídeos, há milhares de anos atrás, a diversidade biológica tem diminuído à medida que a população humana aumenta. Esse aumento da população mundial tem resultado em um crescimento desordenado das cidades, onde as atividades humanas causam a fragmentação e a degradação dos habitats (incluindo poluição), a superexploração de espécies para uso humano, a introdução de espécies exóticas e o aumento da ocorrência de doenças que são as maiores ameaças à biodiversidade (Primack & Rodrigues, 2001).

A conservação da diversidade biológica sempre foi importante para a humanidade, visto que, as sociedades modernas sempre estiveram intimamente ligadas à manutenção de "serviços" prestados pelos organismos vivos e ecossistemas do planeta (Constanza *et al.*, 1997). O uso desigual dos recursos naturais pela humanidade tem levado à alteração, degradação ou mesmo destruição dos ecossistemas naturais, o que incide negativamente na conservação da biodiversidade (Gadgil, 1995; Choquenot & Bowman, 1998).

Uma opção que tem sido adotada pela comunidade científica é inventariar alguns grupos taxonômicos e algumas características físicas do ambiente, na tentativa de esboçar um padrão mais geral da comunidade local. Um inventário é um método confiável e de baixo custo (Parr & Chown, 2001), que responde as perguntas mais freqüentes como: Quais

organismos ocorrem em determinado local? Quantas espécies existem? Os padrões de diversidade são similares em diferentes ambientes e estações do ano?

Porém, diante da altíssima diversidade de plantas, animais e microorganismos que podem ser encontrados, é muito difícil determinar a riqueza total de espécies em um ambiente. Uma estratégia que pode ser utilizada é focalizar os esforços em grupos hiperdiversos e com importância ecológica conhecida. Assim, entender o padrão de distribuição da diversidade destes grupos torna-se então um objetivo possível (Ehrlich & Wilson, 1991; Oliver & Beattie, 1993; Pearson, 1994).

1.2 - Remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro

No Brasil, a devastação de áreas florestais atingiu proporções alarmantes. Em décadas recentes a Mata Atlântica foi quase inteiramente devastada, para a produção de cana-de-açúcar, café e cacau. Atualmente, encontra-se bastante fragmentada com menos de 5% da sua floresta original (Myers, 1986) e muitas de suas espécies endêmicas estão ameaçadas de extinção (Bergallo et al., 2000a).

O Estado do Rio de Janeiro constitui porção estratégica ao longo do contínuo de remanescentes da Mata Atlântica (Rocha et al., 2001a), uma vez que concentra elevada riqueza de espécies e endemismo para diferentes grupos de animais e vegetais (Vanzolini, 1988; Costa et al., 2000). Rocha et al. (2003) apontaram a existência de cinco blocos de remanescentes florestais para o Estado do Rio de Janeiro, nos quais ainda ocorre certo grau de conectividade. A Restinga da Marambaia se encontra entre o bloco 3 - Região Metropolitana do Rio de Janeiro, constituído por áreas do maciço da Tijuca, maciço da Pedra Branca e da Serra do Mendanha-Gericinó e bloco 4 - Região Sul Fluminense, constituído por áreas do município de Paraty, Angra dos Reis, Mangaratiba, Rio Claro e parte oeste do município do Rio de Janeiro. Estes autores ressaltaram também que o reconhecimento destes blocos pode facilitar ações específicas locais de conservação e manejo, devido a grande parte destes remanescentes se encontrarem em Unidades de Conservação.

1.3 - Ecossistemas de restinga: origem, flora e fauna

Os ecossistemas de restinga estão presentes por toda a costa brasileira (Lacerda et al., 1984). Ambientes característicos do bioma Mata Atlântica, as restingas apresentam feições vegetais particulares e uma fauna de pouco endemismo (Cerqueira, 2000). Sua formação se deu pelos depósitos arenosos costeiros de origem terciária e quaternária. As regressões e transgressões marinhas, auxiliadas pelos ventos e deriva litorânea, também exerceram papel importante na formação destes ambientes que com o passar dos anos se mostram bastante variados ao longo da costa (Cerqueira, 2000).

Em especial a Restinga da Marambaia, de acordo com os estudos de Bandeira Jr. et al. (1979) teve sua formação devida além da plataforma continental, aos sedimentos drenados pelos principais rios que cercam a região da Baía de Sepetiba, como o Rio Itaguaí, Canal do Itá, Rio da Prata / Rio Cabuçu / Rio Piraquê, Rio Piracão, Rio Ponto, Rio Portinho, Rio da Guarda, Rio Ribeirão das Lajes / Rio Guandu / Rio Guandu-Mirim, Rio Mazomba / Rio Cação, entre outros. Segundo este mesmo autor, os sedimentos drenados por estes rios são oriundos das escarpas da Serra do Mar, que anteriormente, funcionavam também como fontes de areia para a formação das restingas da planície.

Menezes (1996) assinalou as enseadas de Mangaratiba, Ilha da Madeira, Itacuruçá e Muriqui, assim como, as praias da Restinga da Marambaia voltadas para a Baía de Sepetiba como áreas de depósito para estes sedimentos, pois apresentam areias bem mais grossas do que aquelas oriundas da plataforma continental, como as presentes nas praias do norte do Estado.

As restingas, de maneira geral, se caracterizam como ambientes abertos com altas temperaturas, exposição à luminosidade, solos arenosos tipicamente pobres, com rápida percolação de água e algumas áreas com elevada salinidade (Franco et al., 1984, Henriques et al., 1984). Essas características podem restringir a ocorrência de alguns grupos animais e vegetais, mas, por outro lado, podem favorecer a ocorrência de organismos com ecofisiologia adaptada.

Rocha et al. (2003) ao reconhecerem cinco grandes blocos de remanescentes florestais para o Estado do Rio de Janeiro, também analisaram as restingas da Mata

Atlântica do Estado e concluíram que estas se encontram completamente isoladas, na maioria dos casos. Este isolamento, aliado à grande variedade de formações geológicas existentes ao longo da costa e diferentes histórias de ocupação do litoral talvez possam explicar as diferenças na composição florística apontadas por Araújo & Henriques (1984) para as restingas do Estado.

A grande variação geográfica imposta ao longo da costa faz com que a composição florística se torne variável dependendo da região em que se encontra (Lacerda et al., 1984; Araújo, 1992). Neste contexto, diferenças na fisionomia, estrutura e composição florística entre as restingas, ao longo da costa brasileira, foram apontadas por Lacerda et al. (1984), Araújo (2000) e Rocha & Bergallo (1997). De acordo com esses autores essas diferenças fazem destes ecossistemas habitats com complexidade estrutural e heterogeneidade particulares.

As formações florestais dos ecossistemas de restinga variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, sendo bastante variáveis ao longo de toda a costa. Há desde formações com altura do extrato superior em torno de 5 m até formações mais desenvolvidas com alturas de até 15-20 m. A flora das restingas brasileiras é, em geral, um conjunto de pouca riqueza, principalmente quando comparada com outros tipos de vegetação do Brasil (Araújo & Henriques, 1984).

A fauna das restingas é apenas uma fração dos biomas adjacentes apresentando pouco endemismo. Estes organismos se adaptaram a viver em parte ou especificamente em ambientes costeiros característicos do Bioma Mata Atlântica.

Monteiro & Macedo (2000) estudaram a flutuação populacional de insetos fitófagos na Restinga de Barra de Marica no Rio de Janeiro e verificaram a abundância destes insetos, em especial mariposas adultas e imaturos de insetos, durante todos os meses do ano. Na Restinga de Jurubatiba, Monteiro et al. (2004a) verificaram a diversidade, especificidade e distribuição de insetos galhadores e registraram 99 tipos de galhas em 40 espécies de plantas. Monteiro et al. (2004b) registraram 270 espécies de Lepidópteros. Os autores ressaltaram que este número ainda está bem abaixo do número total de espécies existentes para o local. Macedo et al. (2004) observaram uma grande diversidade de padrões fenológicos para algumas espécies de besouros fitófagos, também na Restinga de Jurubatiba.

Para a fauna de anfíbios das restingas, Carvalho-e-Silva et al. (2000) inventariaram 52 espécies de anfíbios anuros (de Santa Catarina até a Bahia) com comentários sobre os aspectos ecológicos e reprodutivos. Van Sluys et al. (2004) apontaram a ocorrência para a Restinga de Jurubatiba de nove espécies de anfíbios anuros. A comunidade de répteis inventariada por Rocha et al. (2004a), para esta mesma restinga, registrou 18 espécies, sendo oito de serpentes, oito de lagartos e duas de anfisbenídeos.

A composição da avifauna das restingas do Estado do Rio de Janeiro, de acordo com Gonzaga et al. (2000) é relativamente pobre e com poucos endemismos, porém com um grande potencial para o desenvolvimento de estudos ecológicos de longa duração. Reis & Gonzaga (2000) apontaram 143 táxons de aves para as restingas do Estado do Rio de Janeiro. Gonzaga et al. (2000) registraram para a Restinga de Barra de Maricá 101 espécies, apenas terrestres, enquanto que Alves et al. (2004) registraram 92 espécies de aves na Restinga de Jurubatiba, incluindo espécies aquáticas.

Quanto à fauna de mamíferos, existem poucos estudos. Bergallo et al. (2004) registraram 23 espécies de morcegos para a Restinga de Jurubatiba, 11 espécies a mais do que o registrado por Cerqueira (2000) para a Restinga de Barra de Marica. Porém, estes valores estão subestimados devido a falta de coleta em outras formações vegetais e coletas sistematizadas de morcegos (Bergallo et al., 2004).

1.4 - Degradação e dificuldades de conservação dos ecossistemas de restinga

O litoral brasileiro é uma das áreas mais alteradas e exploradas do país desde os 500 anos decorridos após o descobrimento. O processo de antropização, que em muitos casos leva a fragmentação dos ecossistemas, tem acarretado grandes prejuízos à biodiversidade e desencadeado um acelerado ritmo de extinção de espécies e perda de habitats extremamente rápido (Wilson, 1997).

Desde a colonização européia da América do Sul o litoral brasileiro tem sido bastante explorado. O estabelecimento de vilas e povoados, que mais tarde se transformaram em cidades, muito contribuíram para a degradação das planícies costeiras, as restingas. A perda de habitats é o evento mais comum no litoral do Estado do Rio de

Janeiro que, ao longo dos anos, sofre uma grande pressão antrópica. A cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, expandiu-se em alguns pontos em detrimento às áreas de restingas nos bairros de Copacabana e Ipanema (Lacerda & Esteves, 2000).

Apesar das diferenças da fauna e flora das restingas da costa brasileira, atualmente, todas estão sujeitas a formas similares de degradação. De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica/INPE (2001), uma porção considerável deste tipo de ambiente tem sido perdida anualmente por desmatamento. Rocha et al. (2003) comentaram que não só o desmatamento, mas, também a expansão imobiliária, a deposição de lixo sobre a vegetação e a remoção clandestina de areia são as formas mais comuns de degradação.

Uma análise do esforço de conservação das restingas fluminenses realizado por Rocha et al. (2003, 2004b), revela que poucas áreas de restinga se encontram em Unidades de Conservação e somente algumas estão protegidas como áreas de proteção integral. No Estado do Rio de Janeiro somente duas áreas estão estabelecidas em restingas como Unidades de Conservação de proteção integral, o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (14.860 ha) e a Reserva Biológica da Praia do Sul (3.600 ha) (Rocha et al., 2004c). Estes autores enfatizaram também a urgência na criação de um maior número de Unidades de Conservação, visto que, atualmente, a ocupação desordenada destes ecossistemas vem ocorrendo em determinadas áreas de restingas do Estado.

1.5 - Diversidade de artrópodes: padrões de diversidade de formigas e influência de variáveis ambientais

Os artrópodes estão presentes em praticamente todos os ecossistemas, onde decompõem aproximadamente cerca de 20% da serapilheira anualmente produzida no planeta, além de participarem em inúmeros processos ecológicos (Samways et al., 1996). Segundo Buzzi & Miyazaki (1993), os artrópodes correspondem a 75% dos animais sobre a Terra, sendo que destes 89% são insetos.

Os insetos constituem um grupo altamente diversificado, e além de decomporem a serapilheira, podem atuar como predadores, parasitas, fitófagos e saprófagos. Contribuem para a polinização das plantas e ainda podem servir de presas para outros predadores

(Seastedt & Crossley, 1984). Exercem, portanto, papel importante na manutenção do equilíbrio na grande maioria dos ecossistemas terrestres.

Stork (1988) sugeriu três grupos de invertebrados (Acari, Collembola e Formicidae) como candidatos a serem utilizados em estudos que visem a conservação, monitoramento e recuperação de ecossistemas terrestres. Dentre eles, Formicidae é um grupo muito abundante e dominante, podendo atuar como predadores, herbívoros e saprófagos (Wilson, 1963).

Em ambientes tropicais, as formigas podem atuar eventualmente como polinizadoras (Conceição et al., 2004), dispersoras de sementes (Pizo & Oliveira, 1998; Leal, 2003), participam na reciclagem de nutrientes do solo (Coutinho, 1979), na sucessão vegetal em algumas áreas (Fowler, 1977; Petal, 1978) e como agentes de controle biológico (Sterling, 1978; Risch & Carroll, 1982).

Essas características aliadas à ampla distribuição geográfica e grande diversidade de espécies (Silva & Brandão, 1999) faz com que o estudo das formigas, como também, o estudo de outros grupos de invertebrados, sejam os mais apropriados para a avaliação e monitoramento ambiental (Samways, 1983; Wilson, 1987; Andersen 1995, 1997; Brown, 1997; Agosti et al., 2000; e Andersen & Majer, 2004).

Noss (1990) e Pearson & Cassola (1992) definiram algumas categorias no propósito de avaliar a diversidade de invertebrados e, conseqüentemente, aplicar métodos economicamente mais eficientes. Dentre as categorias sugeridas as formigas se encaixam perfeitamente por: (I) serem taxonomicamente tratáveis; (II) relativamente fáceis de serem coletadas; (III) apresentarem ampla distribuição geográfica; (IV) serem sensíveis a mudanças ambientais e (V) possuírem padrões de diversidade que se refletem em outros táxons.

No entanto, para monitorar a biodiversidade ou mesmo realizar um inventário, um aspecto importante é a escolha de técnicas de amostragem que sejam apropriadas e que possibilitem a comparação com estudos previamente realizados. Estas técnicas precisam ainda, reduzir os problemas associados com as análises e a baixa abundância de algumas espécies (Hilty & Merenlender, 2000). As áreas de forrageamento, dispersão dos ninhos e níveis de atividade são fatores que também devem ser considerados, pois podem influenciar a amostragem (Wang et al., 2001).

Diferentes métodos e técnicas de amostragem são sugeridos e utilizados em inventários de formigas. O uso da armadilha de solo tipo “pitfall”, extratores de Winkler, iscas de sardinha e coletas manuais estão entre as técnicas mais frequentemente utilizadas (Longino, 1994; Delabie et al., 2000a; Wang et al., 2001 e Parr & Chown, 2001). Dentre estas técnicas a armadilha de solo é bastante utilizada na avaliação da fauna de formigas epigéicas e sua eficiência tem sido comprovada ao amostrar a abundância e riqueza de espécies (Romero & Jaffé 1989; Andersen, 1991; Majer, 1997; Wang et al., 2001).

A armadilha de solo tipo “pitfall” é uma técnica relativamente simples, e muito usual em estudos de formigas epigéicas (Andersen, 1990; 1997) que pode permanecer operando no campo durante o dia e a noite, ou por períodos mais longos de tempo. Seu baixo custo e fácil manuseio reforçam ainda mais sua utilização (Marsh, 1984; Majer, 1997).

Os padrões de diversidade da fauna de formigas são bastante variáveis nas diferentes regiões biogeográficas. Ward (2000), em amostragens realizadas com extratores de Winkler, descreveu padrões de diversidade para as espécies de formigas de serapilheira em cinco regiões biogeográficas, onde todas apresentaram diferenças quanto a riqueza das subfamílias e gêneros.

Benson & Harada (1988) compararam a diversidade local da fauna de formigas em áreas tropicais e temperadas, no Brasil em Manaus e no oeste da Carolina do Norte nos Estados Unidos, respectivamente. Pesquisaram padrões latitudinais da diversidade de formigas e organização de comunidades em escala regional e local. Comentaram que áreas tropicais apresentam maior variedade de locais de nidificação disponíveis para a especialização, que é menor em áreas temperadas em virtude do frio durante o inverno.

Majer (1992) realizou estudos sobre a recolonização por formigas em áreas reabilitadas de minas de bauxita em Poços de Caldas, no Brasil. Ao amostrar a fauna de formigas em áreas com plantação mista de árvores nativas, em área de *Mimosa scabrella*, uma árvore brasileira e em áreas com plantação de *Eucalyptus* spp. obteve um crescimento gradativo da diversidade da fauna de formigas, onde a vegetação nativa foi mais rica seguida da área de *M. scabrella* e de *Eucalyptus* spp..

Majer & Delabie (1994) compararam comunidades de formigas de florestas inundadas anualmente e de terra firme, em Trombetas, na Amazônia brasileira. Coletaram

um total de 156 espécies divididas em 49 gêneros. Seus dados confirmaram que a floresta tropical apresenta uma grande diversidade de formigas se comparada a riqueza de espécies em áreas subtropicais e temperadas. Mostraram também como a comunidade de formigas é afetada pela inundação da floresta.

Perfecto & Snelling (1995) investigaram a diversidade de formigas em um agroecossistema com plantações de café e constataram que a diversidade de formigas que forrageiam no solo decresceu de acordo com a redução da diversidade vegetal.

Majer (1996) verificou a recolonização de formigas em áreas reabilitadas que anteriormente eram minas de bauxita, em Trombetas, no Estado do Pará. Em seu trabalho, ressaltou a importância da Floresta Amazônica por apresentar uma rica fauna de formigas de serapilheira e que a composição desta fauna poderia refletir a variação em outros componentes da fauna de invertebrados.

Majer et al. (1997) investigaram a fauna de serapilheira de Mata Atlântica e campos adjacentes na região do Estado da Bahia registrando uma riqueza maior de espécies de formigas para a mata em relação ao campo e concluíram que esta fauna sofre uma pressão causada pelos desmatamentos.

Majer & Delabie (1999) estudaram as comunidades de formigas em árvores isoladas e de solo em locais de pastagem no Estado da Bahia no domínio Mata Atlântica. Constataram que as árvores isoladas podem suportar comunidades de formigas e verificaram também que estas formigas arborícolas interagem com a fauna de formigas que vivem nas pastagens.

Campiole & Delabie (2000) caracterizaram as formigas de serapilheira de um fragmento de floresta Atlântica do Sudeste do Estado da Bahia. Compararam as áreas de floresta primária com áreas de floresta secundária e constataram que a similaridade, obtida pelo índice de Morisita (Maguran, 1988), pouco variou, não se revelando estatisticamente diferente.

Vasconcelos & Delabie (2000) estudaram as comunidades de formigas de solo em fragmentos de floresta amazônica e verificaram o efeito da fragmentação de florestas nas comunidades de formigas de solo e serapilheira. Avaliaram também a eficiência de três técnicas de amostragem. A armadilha de solo tipo “pitfall”, amostras de serapilheira e de solo, no intuito de estimar a riqueza de espécies de formigas.

Para a Mata Atlântica, Veiga-Ferreira et al. (2005) obtiveram resultados dentro do esperado para a região Neotropical (Ward, 2000). Utilizando 100 amostras de Winkler, registraram um número maior de espécies de formigas (114) do que Delabie et al. (2000b) (106) que empregou um esforço amostral de 500 unidades. A média de espécies por amostra registrada por Veiga-Ferreira et al. (2005) foi menor (15 espécies) em relação ao obtido por Ward (2000) (27 espécies).

A riqueza e diversidade de formigas são influenciadas por variáveis ambientais como a disponibilidade de locais para a nidificação, disponibilidade de alimento, área de forrageamento e interação competitiva entre espécies (Benson & Harada, 1988). Oliver et al. (2000) sugeriram que de sua lista de variáveis, a utilização da profundidade da serapilheira, o percentual de cobertura do solo por serapilheira e o percentual de cobertura do dossel seriam as variáveis que mais influenciariam as atividades dos artrópodes da serapilheira.

Nakamura et al. (2003), que estudaram artrópodes de solo no Sudeste da Austrália, obtiveram uma correlação positiva entre a abundância de formigas e a temperatura do solo. Já a riqueza de gêneros esteve correlacionada com a profundidade da serapilheira e com o percentual de cobertura do solo. Leponce et al. (2004) observaram uma correlação significativa entre a temperatura e umidade para a fauna de formigas epigéicas.

1.6 – Formigas nas restingas brasileiras

A mirmecofauna brasileira, considerada por Wilson (1971) como sendo uma das mais ricas do mundo, carece de estudos para ambientes de dunas e restingas (Bonnet & Lopes, 1993). Estudos prévios como os de Luerderwaldt (1926) apontaram apenas sete espécies de formigas para o ambiente de restinga no Estado de São Paulo. Kempf (1978) em uma análise preliminar da zoogeografia de formigas da América Latina, registrou 24 espécies de formigas para o litoral paulista não mencionando seus nomes. Gonçalves & Nunes (1984) analisaram a literatura disponível e acrescentando dados de pesquisas próprias relataram 29 espécies para as praias e restingas do Brasil, porém salientaram que a sua lista de espécies continha apenas uma pequena fração do que realmente existe e que

novas pesquisas seriam necessárias para um maior conhecimento da fauna de formigas nos ambientes de restinga.

O primeiro levantamento, embora preliminar, da fauna de formigas em ambientes de restinga, provavelmente, foi realizado por Lopes & Leal (1991) em um trecho de Mata Atlântica no morro da Lagoa de Conceição na Ilha de Santa Catarina, SC. Neste estudo foi registrado um total de 67 espécies de formigas.

Bonnet & Lopes (1993) realizaram um levantamento qualitativo com base em coletas manuais em areia e em vegetação herbácea e arbustiva nas dunas e restingas da Praia da Joaquina em Santa Catarina e registraram 33 espécies de formigas.

Recentemente, Fonseca & Diehl (2004) estudaram a riqueza de formigas epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. de diferentes idades, implantados em ambientes de restinga, no Rio Grande do Sul. Coletaram um total de 49 espécies de formigas, e verificaram que a riqueza de formigas não está relacionada com a espécie de eucalipto e/ou a idade dos talhões.

Em especial, o Estado do Rio de Janeiro sofre uma grande pressão antrópica e tem a Restinga da Marambaia como mais uma considerável área de restinga, com grande importância ecológica, por abrigar espécies raras de plantas e animais. O bom estado de conservação deve-se principalmente, à presença das Forças Armadas o que impede a especulação imobiliária e outras atividades humanas que possam vir a degradar o ambiente, como acontece em outras restingas brasileiras.

Um bom exemplo que demonstra a integridade biológica da Restinga da Marambaia é a presença de espécies vegetais ameaçadas de extinção como *Cathedra rubricaulis*, *Aspidosperma parvifolium*, *Couepia schottii*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Pouteria psamophyla* e *Pavonia alnifolia* e de animais como o lagarto *Liolaemus lutzae*, a borboleta *Paridis ascanius* e a rã *Lepidodactylus marambaia*, espécies endêmicas do Rio de Janeiro (www.projetomarambaia.hpg.com.br).

1.7 - Objetivos

Nesta dissertação são apresentados resultados de um estudo sobre a composição, diversidade e riqueza das espécies de formigas epigéicas, amostradas com armadilhas de solo e a influência da profundidade de serapilheira, cobertura do solo por serapilheira, temperatura e umidade do solo em três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia no município do Rio de Janeiro. Os objetivos da pesquisa foram (i) inventariar as espécies de formigas epigéicas da Restinga da Marambaia; (ii) verificar o padrão de distribuição das espécies nas três fisionomias vegetais estudadas e (iii) verificar a existência de correlação entre as variáveis ambientais, no intuito de esboçar um padrão que possa explicar a distribuição das espécies de formigas neste ambiente. Estes objetivos foram traçados com a finalidade de testarmos duas hipóteses: (1) a diversidade de formigas acompanha a complexidade do ambiente na Restinga da Marambaia; (2) as variáveis ambientais estudadas influenciam a distribuição das formigas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia.

2 - MATERIAL e MÉTODO

2.1 - Descrição da área

Este trabalho foi desenvolvido na Restinga da Marambaia, situada no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. Esta restinga encontra-se, em parte, nos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba. Possui cerca de 40 Km de extensão, caracteriza-se como uma estreita faixa de areia que separa a Baía de Sepetiba do Oceano Atlântico (Menezes & Araújo, 1999, 2000 e 2004) (figura 1). Uma classificação climática da Restinga da Marambaia realizada por Matos (2005), enquadrou o clima desta restinga em macroclima Tropical chuvoso – Aw, utilizando como base a classificação de Köppen. A temperatura média anual atinge 23,6°C, sendo o mês de fevereiro o mais quente com média de 26,3°C, e julho o mais frio com média de 21°C. As chuvas são mais abundantes no verão e escassas no inverno. A precipitação anual média é de 1.027 mm, sendo o mês de agosto o mais seco, com media de 47,4 mm, e março o mais úmido, com 140 mm.

2.2 - Amostragem

Foram realizadas duas expedições de coleta, uma no inverno (período seco, agosto de 2004) e outra no verão (período úmido, março de 2005) em três fisionomias vegetais distintas, descritas a seguir:

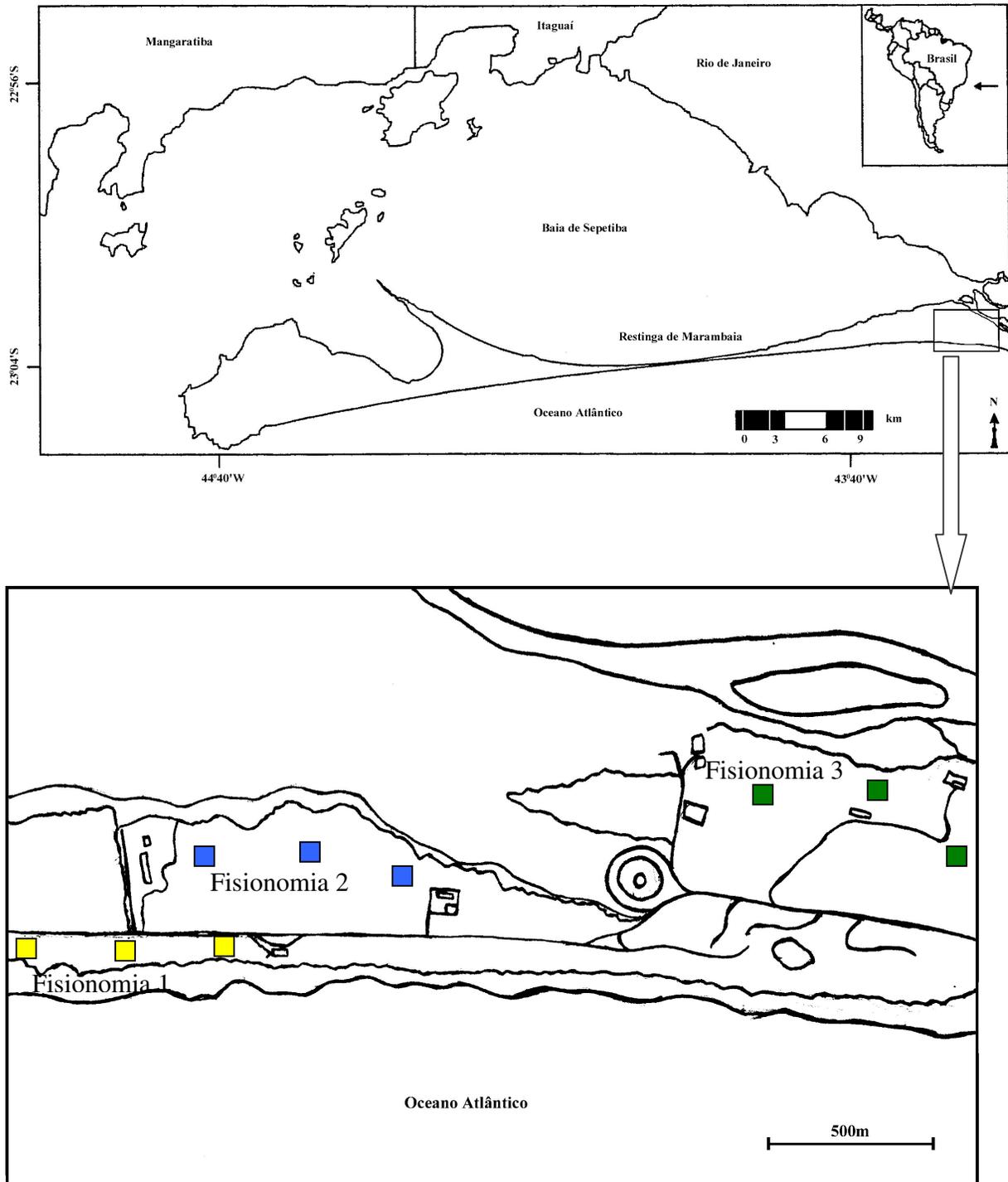


Figura 1: Em A, mapa da Restinga da Marambaia modificado de Menezes & Araújo (2000). Em B, croqui da disposição das parcelas nas três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia, RJ, em agosto de 2004 março de 2005.

2.2.1 - Fisionomias vegetais

Fisionomia 1

A vegetação se apresenta bem homogênea com altura de aproximadamente 1 à 2 m, dominada por *Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Kuntze (Arecaceae). Esta formação é a primeira comunidade arbustiva que se forma após a praia. Neste estudo, optamos pela denominação de Menezes & Araújo (2005) herbácea fechada de cordão arenoso (figura 2). Por se tratar de uma planta bastante resistente, *A. arenaria* é um arbusto que proporciona condições favoráveis, principalmente sombra e matéria orgânica, para o estabelecimento de outras espécies na Restinga da Marambaia. O importante papel ecológico desempenhado por *A. arenaria*, na Restinga da Marambaia, é abordado nos estudos de Menezes & Araújo (1999, 2000 e 2004).

Fisionomia 2

A vegetação se mostra bastante heterogênea e fechada, denominada por Menezes & Araújo (2005) como arbustiva fechada de cordão arenoso. Sua altura varia de 4 à 8 m. Nesta fisionomia a abundância de *A. arenaria* não é tão intensa e devido a busca por luminosidade os indivíduos presentes nesta fisionomia são mais altos em relação aqueles presentes mais próximos da praia na fisionomia 1 (figura 3). De acordo com o estudo de Menezes & Araújo (2005) esta fisionomia restringe-se entre as dunas e uma estrada que separa esta fisionomia da fisionomia 1.

Fisionomia 3

A vegetação também se mostra bastante heterogênea, porém bem mais alta e um pouco mais aberta. Denominada de floresta de cordão arenoso por Araújo *et al.* (1998). Sua altura varia entre 10 à 25 m (figura 4). Sua localização na Restinga de Marambaia, de acordo com Menezes & Araújo (2005), está a oeste do cordão arenoso interno. O extrato inferior desta fisionomia é formado predominantemente por bromélias.



Figura 2: Vista da fisionomia vegetal 1 (herbácea fechada de cordão arenoso), na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.



Figura 3: Vista da fisionomia vegetal 2 (arbustiva fechada de cordão arenoso), em A vista panorâmica e em B vista do interior na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.



Figura 4: Vista da fisionomia vegetal 3 (floresta de cordão arenoso) na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.

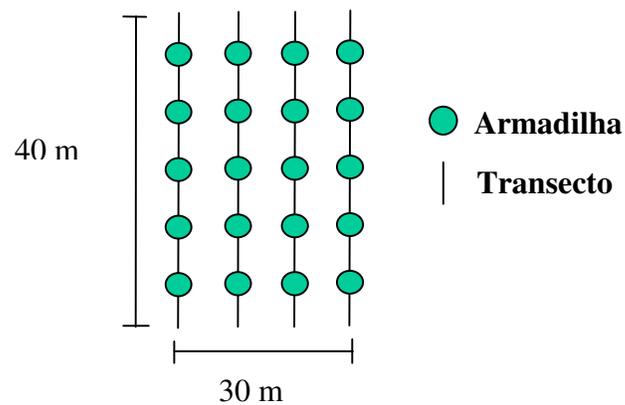


Figura 5: Esquema disposição das armadilhas na parcela em uma das fisionomias amostradas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.

2.2.2 – Procedimentos de coleta

Em cada uma das fisionomias foram distribuídas três parcelas, que consistiam de uma grade formada por quatro transectos paralelos com 40 m de comprimento e distantes 10 m um do outro, ocupando uma área de 1200 m². As parcelas da fisionomia 1 distam cerca de 100 à 200 m das parcelas na fisionomia 2. As fisionomias 1 e 2 distam aproximadamente 1000 m da fisionomia 3. O local onde foram distribuídas as parcelas variou de uma estação para a outra. Dentro de cada parcela foram instaladas 20 armadilhas de solo do tipo “pitfall”, dispostas 10 m uma da outra (figura 5) totalizando 60 armadilhas em cada fisionomia que permaneceram por 48 h no campo. As armadilhas foram feitas de garrafas *PET* de dois litros, com 32,5 cm de diâmetro. Estas foram cortadas ao meio e contendo 100 ml de formalina a 3% como líquido conservante (figura 6).

2.2.3 - Variáveis ambientais

Para avaliar a influência de variáveis ambientais sobre a fauna de formigas, optou-se por medir as seguintes variáveis ambientais:

A) Profundidade de serapilheira – medida com auxílio de uma régua milimetrada (graduada em centímetros), as medidas foram realizadas ao lado de cada armadilha.

B) Temperatura e umidade do solo – medida com auxílio de um aparelho Termohigrômetro digital, “Termo Meter”. O sensor foi colocado na superfície do solo e os valores anotados eram anotados em planilha.

C) Porcentagem de cobertura do solo por serapilheira – medida com um auxílio de um quadrado de madeira, com 50 cm de lado, dividido em 25 quadrados de 10 cm, colocado no solo para a contagem dos quadrados preenchidos por serapilheira. Foram tomadas quatro medidas ao redor de cada armadilha, de maneira aleatória, para que juntas totalizassem 1 m² figura 7.



Figura 6: Armadilha de solo tipo “Pitfall” ativada na fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.



Figura 7: Porcentagem de cobertura do solo por serapilheira, em A a fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso e em B a fisionomia arbustiva fechada de cordão arenoso na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005.

2.2.4 - Material coletado

Os exemplares de cada espécie de formigas foram montados em via seca e depositados na Coleção Entomológica “Costa Lima” (CECL) do Instituto de Biologia da UFRRJ. Os gêneros foram identificados com base na chave de Bolton (1994) e as subfamílias de acordo com a nova proposta de Bolton (2003). As identificações ao nível de espécie foram realizadas, quando possível, através de chaves contidas em revisões taxonômicas e por meio de comparações com exemplares da Coleção Entomológica Costa Lima – CECL e da coleção do Museu de Zoologia da USP – MZSP.

2.3 - Análises dos dados

2.3.1 - Estimadores de riqueza

Para estimar a riqueza de espécies de formigas nas três fisionomias vegetais na Restinga de Marambaia foram utilizados sete estimadores não-paramétricos, com auxílio do programa EstimateS® versão 6.0b de Colwell (1997).

Jackknife1 e Jackknife2

Desenvolvidos originalmente para estimativa de tamanho populacional baseado em marcação e recaptura (Burham & Overton, 1979), os métodos de estimativas baseados em equações de Jackknife diferem em alguns parâmetros. Enquanto o Jackknife de primeira ordem (Jackknife1) calcula a riqueza máxima, a partir da relação entre o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra e o esforço amostral total. O Jackknife de segunda ordem (Jackknife2), usa, além destes parâmetros, o número de espécies que ocorrem em duas amostras (Palmer, 1991; Smith & van Belle, 1984). Os dois métodos foram utilizados neste trabalho, e o intervalo de confiança para a estimativa gerada pelo Jackknife1 foi calculada através da equação desenvolvida por Heltshe & Forrester (1983), calculado pelo programa Estimates 6.0b.

Chao1 e Chao2

Estes modelos foram desenvolvidos por Chao (1984) a partir de modelos teóricos de estimativa de classes e adaptados para estimativa de riqueza em espécies ou de tamanho de populações. O modelo Chao1, estimador de abundância, utiliza como parâmetros a riqueza total observada e o número de espécies "raras" (representadas por apenas 1 indivíduo em todas as amostras (singletons)) e "duplas" (representadas por 2 indivíduos (doubletons)). A mesma equação pode ser adaptada para utilizar o número de espécies que ocorrem respectivamente em uma (uniques) ou em duas unidades amostrais (duplicates) para o Chao2. Chao (1987) desenvolveu uma equação para calcular um intervalo de confiança para as estimativas geradas pelos dois modelos.

ACE e ICE

Estes métodos foram desenvolvidos por Chao & Lee (1992), baseando-se no conceito estatístico de "cobertura de amostra" (sample coverage), que estima o número de espécies não coletadas a partir da abundância proporcional das espécies coletadas. A aplicação deste conceito tem como premissa que a abundância relativa de cada espécie na amostra corresponde à sua abundância relativa real. O primeiro modelo (ACE - Abundance Based Estimator) trabalha com a abundância das espécies raras (de 1 a 10 indivíduos), enquanto que o segundo (ICE - Incidence Based Estimator) requer o número de espécies que ocorrem em poucas unidades amostrais (de 1 a 10 unidades). As estimativas e intervalos de confiança foram calculados com as equações originais de Chao & Lee (1992), incluindo as modificações sugeridas por Collwell & Coddington (1994).

Bootstrap

Este método difere dos demais por trabalhar com a proporção de amostras em que ocorre cada espécie, e não existe ainda uma função para calcular um intervalo de confiança. Foram utilizadas as equações derivadas por Smith & Van Belle (1984).

Descrições detalhadas destes algoritmos podem ser encontrados em Colwell & Coddington (1994).

2.3.2 – Índice de similaridade

A similaridade entre as estações e entre as fisionomias vegetais foi calculada pelo método de Jaccard (Magurram, 1988).

2.3.3 - Índice de diversidade

Para o cálculo da diversidade de espécies e equitabilidade da fauna de formigas, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Winner (H') e Pielou calculados com Log na base "e". Estes índices são os mais utilizados e os mais indicados em estudos ecológicos (Magurram, 1988).

2.3.4 – Análise de variância

Foram realizadas análises de variância (ANOVA), tendo como variável dependente a riqueza, a abundância, a diversidade (H'), gerado pelo índice de Shannon-Winner e equitabilidade de Pielou das espécies e como variáveis independentes as estações e as fisionomias vegetais. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa SYSTAT® versão 8.0 (1998).

2.3.5 – Regressão múltipla

As variáveis ambientais sofreram uma seleção para compor um modelo multilinear através do método de regressão múltipla "passo a passo". Nesta análise a variável explicativa mais correlata com a variável dependente é selecionada. Em seguida, são calculados os coeficientes de correlação parcial das outras variáveis com a variável dependente para assim serem incorporadas no modelo. Porém, estes coeficientes devem ser significativos (Valentin, 2000).

3 - RESULTADOS

3.1 - Composição da fauna de formigas da Restinga da Marambaia nas três fisionomias vegetais

Foram amostrados 9.406 indivíduos, num total de 360 amostras em duas expedições de coleta nas três fisionomias vegetais (180 amostras em cada estação). Este total de indivíduos foi distribuído em oito subfamílias, 36 gêneros e 92 espécies (tabela 1). Na primeira expedição de coleta (agosto de 2004, inverno) foram amostrados 3.205 indivíduos distribuídos em seis subfamílias, 32 gêneros e 69 espécies e na segunda expedição (março de 2005, verão) foram amostrados 6.201 indivíduos, distribuídos em oito subfamílias, 35 gêneros e 82 espécies (tabela 2).

A subfamília com o maior número de táxons foi Myrmicinae com 50, seguida da subfamília Ponerinae com 19, Formicinae com oito, Ectatomminae com seis, Cerapachyinae e Pseudomyrmecinae com três, Dolichoderinae com dois e Amblyoponinae com somente uma espécie. Do total de 92 espécies 51 (55,4%) foram identificadas apenas até morfoespécies, quatro (4,4%) em grupos de espécies e 37 (40,2%) puderam ser efetivamente identificadas ao nível de espécie.

Espécies como *Camponotus* sp5, *Cyphomyrmex morschi*, *Eurhopalothrix* sp., *Odontomachus hastatus*, *Odontomachus haematodus*, *Pachycondyla lunaris*, *Pseudomyrmex* gr. *gracilis*, *Pseudomyrmex* gr. *oculatus* e *Solenopsis* sp3 foram representadas por apenas um único exemplar no inverno (figura 8). No verão foram registradas *Amblyopone armigera*, *Cerapachys* sp., *Crematogaster* sp4, *Cylindromyrmex brasiliensis*, *Gnamptogenys* sp4, *Hypoponera* sp7, *Leptogenys* sp1, *Leptothorax* sp., *Megalomyrmex drifti*, *Pachycondyla stigma*, *Pyramica* sp3, e *Rogeria subarmata* também com apenas um exemplar (figura 9).

Os gêneros que representaram o maior número de espécie foram *Pheidole* com nove, *Hypoconera* com sete, *Camponotus* e *Solenopsis* com cinco e *Gnamptogenys* e *Crematogaster* com quatro, representando 40% das espécies amostradas. As 10 espécies mais abundantes e, conseqüentemente, as que tiveram os maiores números de registros no

inverno foram, respectivamente *Pheidole* sp1 (904 indivíduos; 106 registros), *Pheidole* sp2 (312; 82), *Solenopsis* sp1 (270; 89), *Pheidole* sp3 (184; 82), *Odontomachus chelifer* (168; 51), *Wasmannia auropunctata* (161; 40), *Brachymyrmex* sp1 (124; 36), *Gnamptogenys* sp1 (116; 36), *Pheidole* sp5 (93; 32) e *Pheidole* sp4 (71; 28) (figura 8). Para o verão foram registradas *Pheidole* sp1 (1.863; 114), *Wasmannia auropunctata* (889; 77), *Pheidole* sp2 (323; 75), *Odontomachus chelifer* (284; 73), *Gnamptogenys* sp1 (275; 72), *Pheidole* sp3 (270; 70), *Brachymyrmex* sp1 (269; 54), *Brachymyrmex* sp2 (211; 44), *Solenopsis* sp1 (178; 37) e *Carebara urichi* (150; 36) (figura 9).

Para o inverno foram registradas 10 espécies exclusivas (*Camponotus* sp5, *Cyphomyrmex minutus*, *Cyphomyrmex morschi*, *Eurhopalothrix* sp., *Hylomyrma* gr. longiscapa, *Pheidole* sp9, *Rogeria* sp., *Odontomachus haematodus*, *Odontomachus hastatus* e *Pachycondyla lunaris*) e para o verão 23 (*Amblyopone armigera*, *Cerapachys splendens*, *Ceraphachys* sp., *Cylindromyrmex brasiliensis*, *Ectatomma edentatum*, *Gnamptogenys* sp2, *Gnamptogenys* sp3, *Gnamptogenys* sp4, *Crematogaster* prox. erecta, *Leptothorax* sp., *Megalomyrmex drifti*, *Megalomyrmex silvestri*, *Pyramica* sp2, *Pyramica* sp3, *Rogeria subarmata*, *Solenopsis* sp4, *Solenopsis* sp5, *Strumigenys* sp2, *Hypoconera* sp5, *Hypoconera* sp6, *Hypoconera* sp7, *Pachycondyla stigma*, *Pseudomyrmex venustus*).

A distribuição de abundância para o inverno mostra um padrão diferente do verão. No inverno a primeira classe de abundância (espécies únicas) não foi tão maior em relação a abundância das espécies com classes medianas, entre oito, 16 e 32 (figura 8). No verão isto não foi observado, pois a primeira classe de abundância tem um valor maior e as espécies que compõem as classes medianas apresentam uma abundância mais irregular, também no verão foi adicionado mais uma classe de abundância (figura 9).

Analisando as duas estações com as três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia temos: a fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso com 36 espécies, sendo sete exclusivas; a fisionomia arbustiva fechada de cordão arenoso apresentou 63 espécies, também com sete espécies exclusivas e; a fisionomia de floresta de cordão arenoso apresentou 73 espécies com 16 exclusivas (tabela 1).

Tabela 1: Lista de espécies coletadas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.

Táxons	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
Amblyoponinae			
<i>Amblyopone armigera</i> Mayr, 1887	-	-	X
Cerapachyinae			
<i>Cerapachys splendens</i> Borgmeier, 1957	-	X	X
<i>Ceraphachys</i> sp.	-	-	X
<i>Cylindromyrmex brasiliensis</i> Emery, 1901	-	-	X
Dolichoderinae			
<i>Dorymyrmex</i> sp.	X	-	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	-	X	X
Ectatomminae			
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	X	-	X
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger 1863	X	X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp1	-	X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp2	-	X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp3	-	X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp4	-	-	X
Formicinae			
<i>Brachymyrmex</i> sp1	X	X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp2	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp1	X	X	-
<i>Camponotus</i> sp2	X	-	X
<i>Camponotus</i> sp3	X	X	-
<i>Camponotus</i> sp4	-	X	X
<i>Camponotus</i> sp5	-	-	X
<i>Paratrechina</i> sp.	-	X	X

Continua...

Tabela 1: continuação...

Táxons	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
Myrmicinae			
<i>Apterostigma</i> sp1	-	X	X
<i>Apterostigma</i> sp2	-	X	X
<i>Atta robusta</i> Borgmeier, 1939	X	X	X
<i>Basiceros discigera</i> (Mayr, 1887)	-	-	X
<i>Carebara urichi</i> (Wheeler, 1922)	-	X	X
<i>Cephalotes pavonii</i> (Latreille, 1809)	-	X	-
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	X	-	-
<i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr, 1870	X	X	X
<i>Crematogaster distans</i> Mayr, 1870	-	X	X
<i>Crematogaster</i> prox. <i>brevispinosa</i>	-	X	X
<i>Crematogaster</i> prox. <i>erecta</i>	-	-	X
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	X	X	X
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862	-	-	X
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel 1893	-	X	X
<i>Cyphomyrmex morschi</i> Emery, 1888	X	-	-
<i>Eurhopalothrix</i> sp.	-	-	X
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery, 1894)	X	X	X
<i>Hylomyrma</i> gr. <i>Longiscapa</i>	-	X	-
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr, 1887)	-	X	X
<i>Leptothorax</i> sp.	-	-	X
<i>Megalomyrmex goeldii</i> Forel, 1912	-	X	X
<i>Megalomyrmex drifti</i> Kempf, 1961	-	-	X
<i>Megalomyrmex silvestrii</i> Wheeler, 1909	-	-	X
<i>Octostruma rugifera</i> (Mayr, 1887)	-	X	X
<i>Oxyopocus</i> sp.	-	X	X
<i>Pheidole</i> sp1	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp2	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp3	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp4	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp5	X	-	X
<i>Pheidole</i> sp6	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp7	-	X	X

Continua...

Tabela 1: continuação...

Táxons	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
<i>Pheidole</i> sp8	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp9	-	X	-
<i>Pyramica</i> sp1	X	X	X
<i>Pyramica</i> sp2	-	-	X
<i>Pyramica</i> sp3	-	-	X
<i>Rogeria subarmata</i> (Kempf, 1961)	-	X	-
<i>Rogeria</i> sp.	X	-	-
<i>Solenopsis</i> sp1	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp2	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp3	X	X	-
<i>Solenopsis</i> sp4	-	X	-
<i>Solenopsis</i> sp5	-	X	-
<i>Strumigenys</i> sp1	X	-	X
<i>Strumigenys</i> sp2	-	-	X
<i>Trachymyrmex</i> gr. <i>cornetzi</i>	-	X	X
<i>Trachymyrmex iheringi</i> (Emery, 1888)	X	-	-
<i>Trachymyrmex</i> sp1	-	X	X
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X	X
Ponerinae			
<i>Anochetus mayri</i> Emery, 1884	X	X	X
<i>Hypoponera</i> sp1	X	X	X
<i>Hypoponera</i> sp2	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp3	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp4	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp5	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp6	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp7	-	-	X
<i>Leptogenys</i> sp1	-	X	X
<i>Leptogenys</i> sp2	-	X	X
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	X	X
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	X	-	-

Continua...

Tabela 1: continuação...

Táxons	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
<i>Odontomachus hastatus</i> (Fabricius, 1804)	-	X	-
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	-	X	X
<i>Pachycondyla arhuaca</i> (Forel, 1901)	-	X	X
<i>Pachycondyla lunaris</i> (Emery, 1896)	-	X	-
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X
<i>Pachycondyla stigma</i> (Fabricius, 1804)	X	-	-
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)	X	X	-
Pseudomyrmecinae			
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>oculatus</i>	X	-	X
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>gracilis</i>	-	X	X
<i>Pseudomyrmex venustus</i> (Smith F., 1858)	-	-	X
Total	36	63	73
Espécies exclusivas	7	8	17

Tabela 2: Subfamílias amostradas em armadilhas de solo tipo “pitfall” nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.

	Inverno			Verão		
	Nº de indivíduos	Nº de gêneros	Nº de spp.	Nº de indivíduos	Nº de gêneros	Nº de spp.
Amblyoponinae	-	-	-	1	1	1
Cerapachyinae	-	-	-	5	2	3
Dolichoderinae	18	2	2	50	2	2
Ectatomminae	136	2	2	409	2	6
Formicinae	305	3	8	667	3	7
Myrmicinae	2.460	19	40	4.673	19	44
Ponerinae	284	5	15	374	5	16
Pseudomyrmecinae	2	1	2	22	1	3
Total	3.205	32	69	6.201	35	82

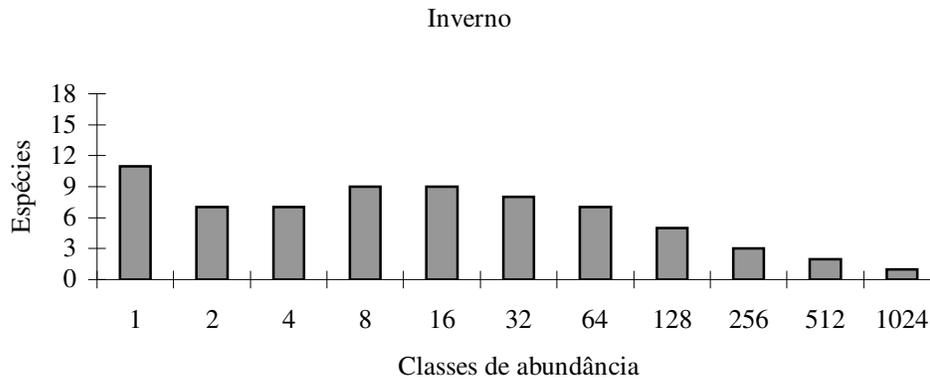


Figura 8: Distribuição de abundância das espécies de formigas de serapilheira amostradas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 (inverno).

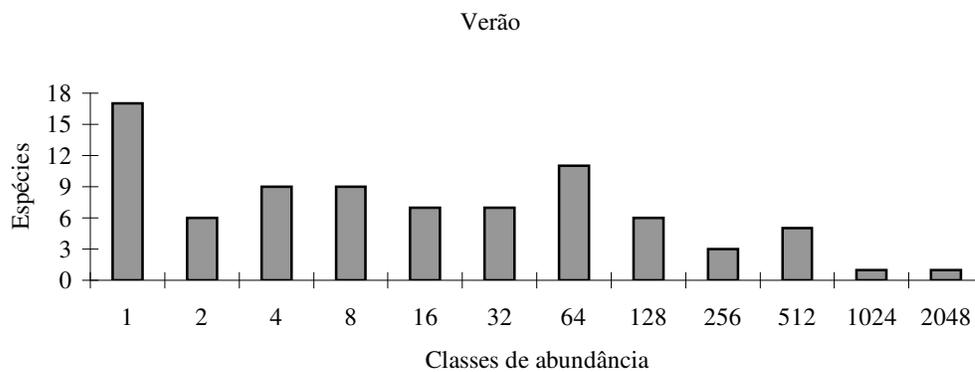


Figura 9: Distribuição de abundância das espécies de formigas de serapilheira amostradas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em março de 2005 (verão).

3.1.1 - Similaridade

A similaridade de Jaccard, calculada para a riqueza de espécies, para as duas expedições de coleta (inverno e verão) foi de 64%. No inverno a similaridade entre as fisionomias 1 e 2 foi de 25%, entre 1 e 3 de 29% e entre 2 e 3 foi de 59%. No verão a similaridade entre a fisionomia 1 e 2 foi de 38%, entre a fisionomia 1 e 3 foi de 26% e entre 2 e 3 a similaridade foi de 54%.

3.1.2 - Estimativas de riqueza

Analisando as fisionomias temos para a fisionomia 1 no inverno o Bootstrap como o estimador que mais se aproximou da riqueza observada com 32,9 espécies. O estimador Jackknife 2 foi o mais alto com 42,7 espécies, enquanto os outros estimadores se mantiveram na faixa de 36 – 39 espécies (figura 10) e (tabela 3). Na fisionomia, 2, o Bootstrap também foi o estimador que mais se aproximou da riqueza observada com 54 e Jackknife 1 e 2 foram os que apresentaram maior estimativa de riqueza de espécies com 57 e 56,9, respectivamente (figura 11) e (tabela 3). Para a fisionomia 3 observamos um padrão parecido com a fisionomia 1 com Bootstrap se aproximando da riqueza observada e Jackknife 2 com o maior número de espécies estimadas (figura 12) e (tabela 3).

No verão, a fisionomia 1 apresentou o Bootstrap como o estimador que mais se aproximou da riqueza observada com 30,4 e Jackknife 2 com uma estimativa mais alta 38,7. (figura 10) e (tabela 3). Na fisionomia 2 temos o Bootstrap com 61,8 espécies, como estimador mais próximo da riqueza observada e Jackknife 2 foi o que apresentou um número mais alto de espécies 75,6 (figura 11) e (tabela 3). Para a fisionomia 3 também o Bootstrap foi o estimador que mais se aproximou da riqueza observada com 71 espécies e o Jackknife 2 como a maior estimativa 88,5 espécies (figura 12) e (tabela 3).

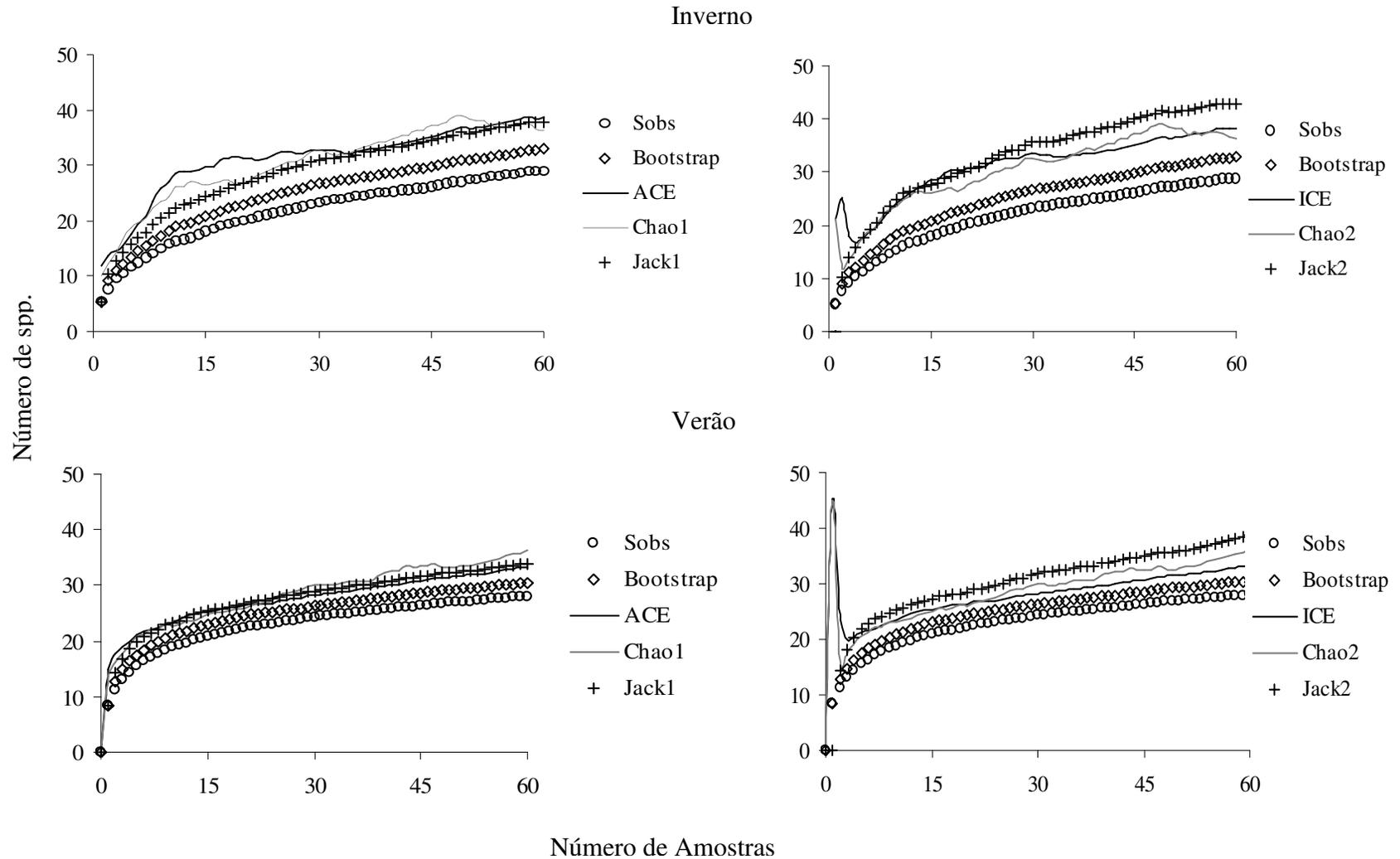


Figura 10: Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia herbácea fechada de cordão arenoso na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações.

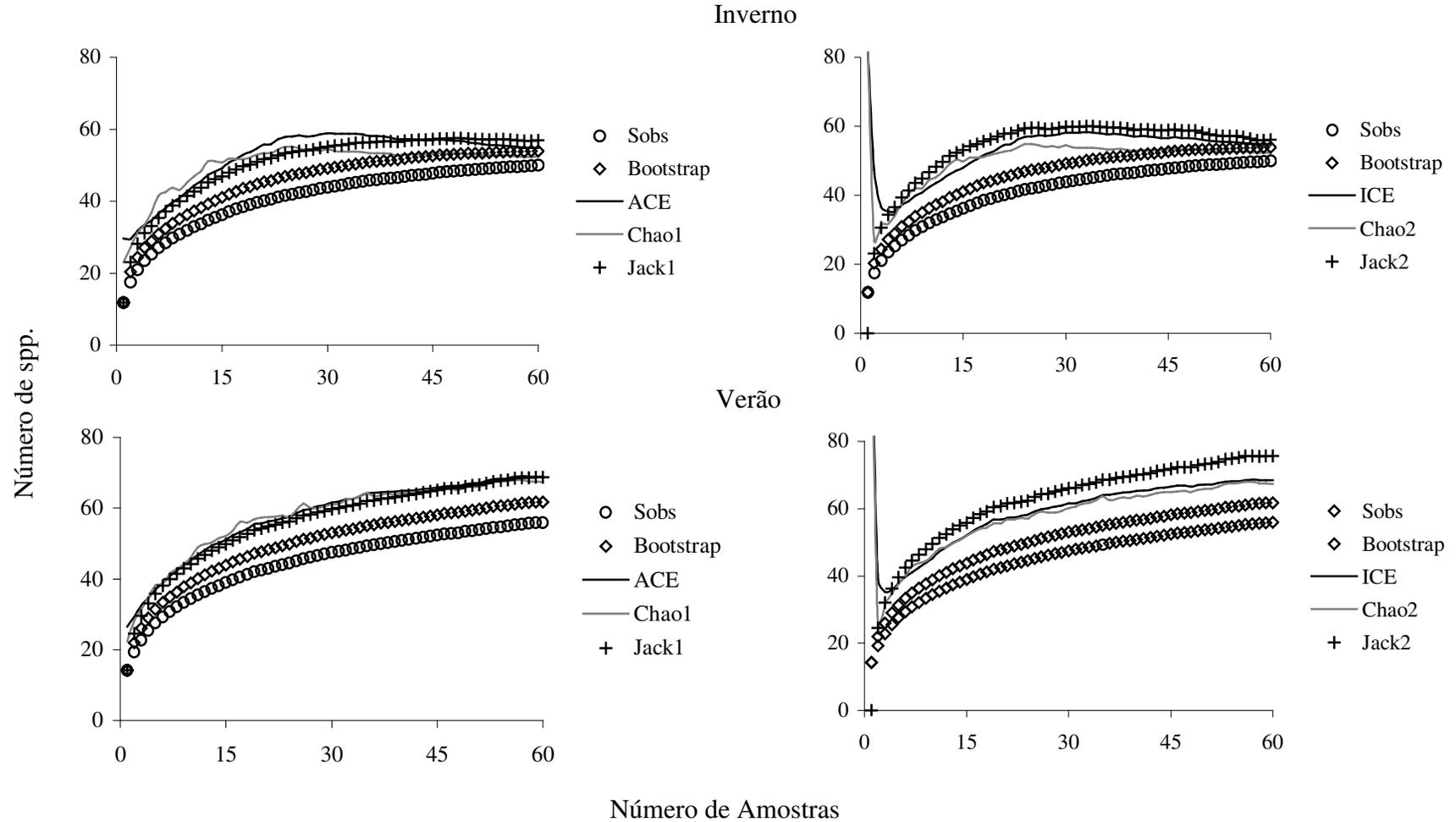


Figura 11: Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia arbustiva fechada de cordão arenoso na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações.

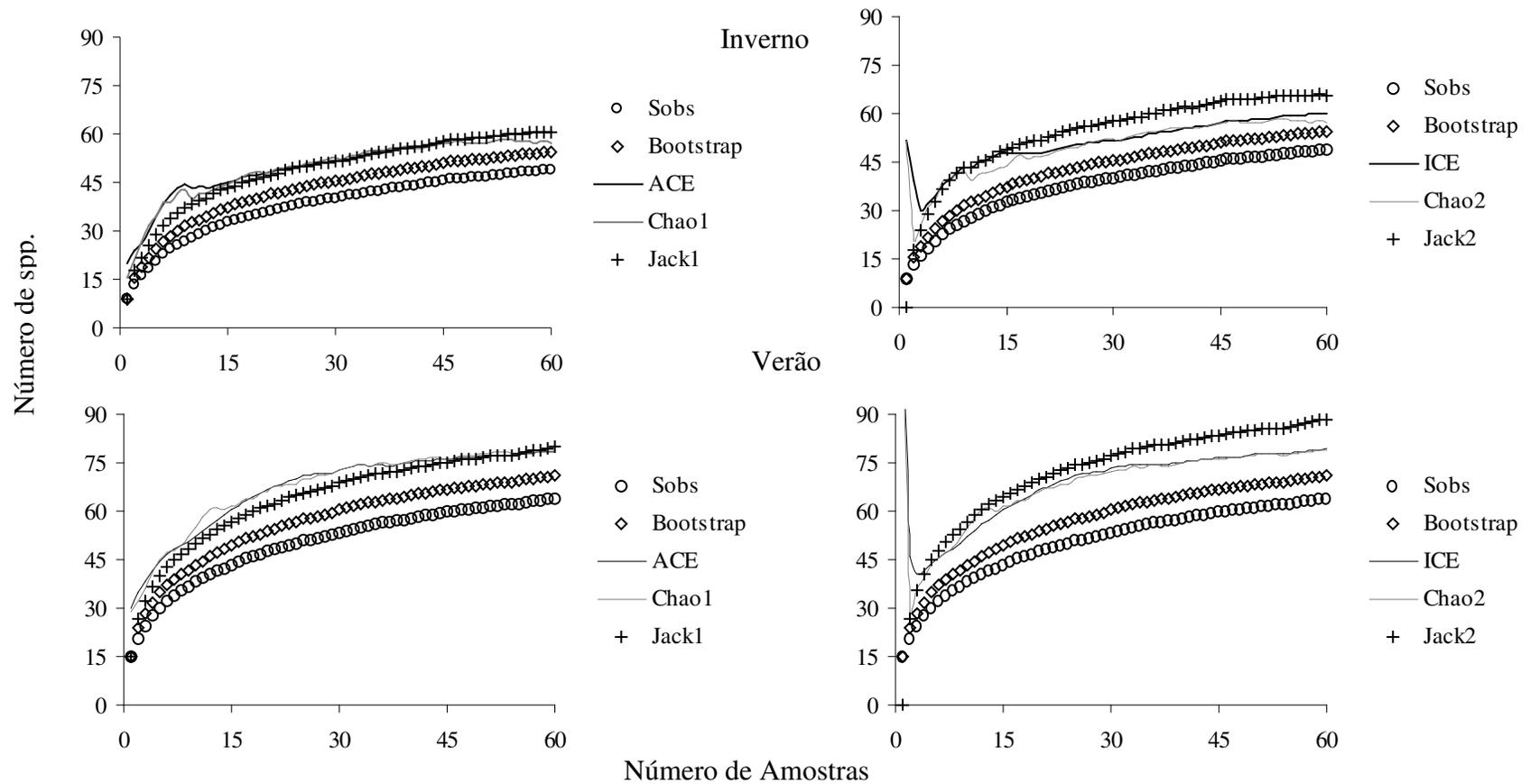


Figura 12: Estimativa de riqueza (abundância e incidência) de espécies de formigas de serapilheira amostradas pela armadilha de solo “pitfall” na fisionomia Floresta de cordão arenosa Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ baseado na riqueza observada (SOBS). As estimativas foram calculadas por 100 aleatorizações.

Tabela 3: Valores obtidos através dos estimadores de riqueza (\pm intervalo de confiança) de espécies de formigas para o inverno e verão nas três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.

	Inverno			Verão		
	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
Riqueza observada						
Nº de amostras	60	60	60	60	60	60
Nº de spp. Observadas	29	50	49	28	56	64
Nº de <i>singletons</i>	9	7	12	6	13	16
Nº de <i>doubletons</i>	4	8	7	1	6	7
Nº de <i>uniques</i>	9	7	12	6	13	16
Nº de <i>duplicates</i>	4	8	7	1	6	7
Estimadores						
ACE	38,5	54,9	60,6	33,3	68,9	78,2
ICE	38,3 \pm 0,01	54,9	60,1 \pm 0,01	33,1 \pm 0,01	68,4 \pm 0,01	79,2 \pm 0,01
Chao 1	36,4 \pm 9,02	52,4 \pm 3,1	57,3 \pm 7,8	36,2 \pm 23,6	67,3 \pm 10,4	79,1 \pm 12,2
Chao 2	36,4 \pm 9,02	52,4 \pm 3,1	57,3 \pm 7,8	36,2 \pm 23,6	67,3 \pm 10,4	79,1 \pm 12,2
Jackknife 1	37,8 \pm 3,08	56,9 \pm 2,8	60,8 \pm 3,4	33,9 \pm 2,3	68,8 \pm 3,5	79,7 \pm 3,9
Jackknife 2	42,7	56	65,7	38,7	75,6	88,5
Bootstrap	32,9	54	54,5	30,4	61,8	71

3.2 - Caracterização das comunidades de formigas de serapilheira na Restinga de Marambaia: parâmetros ecológicos

3.2.1 – Diversidade de formigas

A maior densidade de espécies por parcela em média, analisando as duas expedições de coleta, foi encontrada para a fisionomia 3 ($36,5 \pm 6,6$), seguida da fisionomia 2 ($35 \pm 4,3$) e fisionomia 1 ($18,3 \pm 2,2$). Para o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') os valores obtidos mostram uma maior diversidade para a fisionomia 2 ($2,44 \pm 0,19$) seguida da fisionomia 3 ($2,41 \pm 0,20$) e fisionomia 1 ($2,07 \pm 0,16$). A equitabilidade de Pielou pouco variou entre as fisionomias. Para os dados de abundância a fisionomia 2 apresentou valores um pouco maiores em relação a fisionomia 3 $666,8 \pm 276,4$ e $623,2 \pm 295,7$, respectivamente. A fisionomia 1 apresentou $277,7 \pm 203,4$ (tabela 4).

Tabela 4: Estrutura das comunidades de formigas amostradas nas três fisionomias vegetais em agosto de 2004 e março de 2005, na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ.

	Inverno				Verão			
	Riqueza	Abundância	H'	e ^H	Riqueza	Abundância	H'	e ^H
Fisionomia 1	18,3 ± 3,2	169 ± 49,3	2,06 ± 0,19	0,41 ± 0,05	18,3 ± 1,5	386,3 ± 256	2,07 ± 0,17	0,36 ± 0,05
Fisionomia 2	32,7 ± 3,8	522,7 ± 198,4	2,48 ± 0,26	0,40 ± 0,07	37,3 ± 4	811 ± 298,8	2,4 ± 0,14	0,36 ± 0,04
Fisionomia 3	31,7 ± 4,5	376,7 ± 115	2,5 ± 0,23	0,43 ± 0,06	41,3 ± 4,1	869,7 ± 152,2	2,32 ± 0,14	0,34 ± 0,02

3.2.2 - Análise de variância

A riqueza observada de espécies revelou diferença significativa entre as fisionomias vegetais e entre as estações ($P < 0,05$), mas não houve efeito significativo da interação fisionomia e estação para qualquer dos parâmetros analisados (tabela 5). Para a abundância os resultados mostraram diferença significativa entre as fisionomias e entre as estações. O índice de diversidade de Shannon apresentou diferença significativa somente para as fisionomias vegetais, não sendo significativamente diferente para as estações. A equitabilidade de Pielou não revelou diferença significativa para as fisionomias vegetais, mas para as estações, este parâmetro, mostrou-se significativamente diferente. Os quatro parâmetros analisados não revelaram efeito significativo na interação fisionomia x estação.

Tabela 5: Riqueza, abundância, diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou da fauna de formigas de serapilheira coletadas nas três fisionomias vegetais estudadas no inverno e verão na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ em agosto de 2004 e março de 2005.

	Riqueza			Abundância			H'			e ^H		
	GL	F	P	GL	F	P	GL	F	P	GL	F	P
Fisionomias	2	45,189	0,000	2	7,02	0,010	2	6,914	0,010	2	0,007	0,993
Estações	1	7,609	0,017	1	12,836	0,004	1	0,83	0,380	1	6,259	0,028
Interação	2	2,597	0,116	2	0,791	0,476	2	0,347	0,714	2	0,322	0,731

3.3 - Influência das variáveis ambientais na distribuição da comunidade de formigas

A análise de regressão múltipla passo a passo para os dados de inverno não mostrou nenhuma dependência dos parâmetros analisados (riqueza, diversidade, abundância e equitabilidade) para com as variáveis ambientais utilizadas neste estudo (tabela 6).

Para os dados de verão esta mesma análise revelou que a riqueza de espécies de formigas depende da profundidade de serapilheira que explicou 90% da variação neste parâmetro. Os outros parâmetros (diversidade, equitabilidade e abundância) não revelaram nenhuma dependência com as variáveis ambientais utilizadas neste estudo.

Uma análise com as duas estações revelou que a riqueza de espécies de formigas depende principalmente da profundidade de serapilheira, tal variável explicou 72,25% da variação na riqueza de espécies. Para o índice de diversidade de Shannon a porcentagem de cobertura do solo por serapilheira explicou 49%. A equitabilidade de Pielou não revelou correlação significativa com nenhuma das variáveis ambientais estudadas. A profundidade de serapilheira explicou 40% da variação na abundância observada neste estudo.

As variáveis ambientais medidas apresentaram valores diferentes para as três fisionomias vegetais estudadas na Restinga da Marambaia. Porém, as fisionomias 2 e 3 apresentaram valores semelhantes, exceto para o verão onde a umidade do solo na fisionomia 3 foi um pouco maior.

Tabela 6: Variáveis ambientais medidas (profundidade da serapilheira em centímetros, percentual de cobertura do solo por serapilheira, temperatura em °C e umidade relativa do solo) nas duas expedições de coleta - inverno (agosto de 2004) e no verão (março de 2005), nas três fisionomias vegetais estudadas na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ.

	Inverno			Verão		
	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3	Fisionomia 1	Fisionomia 2	Fisionomia 3
Profundidade de serapilheira	1,08 ± 0,8	4,72 ± 1,6	4,83 ± 0,3	1,29 ± 0,2	6,34 ± 0,8	5,84 ± 0,8
% de cobertura do solo	64,2 ± 11,9	95,6 ± 0,8	96,4 ± 3,8	55 ± 1,1	96,8 ± 0,5	95 ± 1,5
Temperatura do solo °C	23,9 ± 1,2	20,4 ± 2,3	21,1 ± 0,7	35 ± 1,8	22,2 ± 0,8	22,4 ± 0,9
Umidade relativa do solo	72 ± 5,3	76,3 ± 6,3	77,5 ± 7,9	52,2 ± 3	59,2 ± 1,4	65,8 ± 1,2

4. DISCUSSÃO

4.1. Composição da fauna de formigas da Restinga da Marambaia nas três fisionomias vegetais

Para inventários de formigas vários autores recomendam o emprego de mais de uma técnica de amostragem, em virtude da biologia de cada espécie ou do grupo de formigas, como também para amenizar as tendências de cada técnica de amostragem (Romero & Jaffe 1989, Agosti *et al.*, 2000, Bestelmeyer *et al.*, 2000 e Delabie *et al.*, 2000a). Neste estudo, somente com o emprego da armadilha de solo tipo “Pitfall”, foi registrado para a Restinga da Marambaia um número considerável de espécies ao compararmos com outros inventários realizados no Brasil (Luederwaldt, 1926; Kempf, 1978; Gonçalves & Nunes, 1984; Lopes & Leal, 1991; Leal & Lopes, 1992; Bonnet & Lopes, 1993 e Fonseca & Diehl, 2004) (Anexo).

Os resultados revelaram para este estudo o registro de praticamente o dobro de espécimes para o verão (6.201) em relação ao inverno (3.205). Além do número de espécimes, também foi registrado um número maior de subfamílias para o verão. Este mesmo padrão foi observado por Veiga-Ferreira *et al.* (2005) também no domínio Mata Atlântica na Reserva Biológica do Tinguá, no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.

Recentemente, Bolton (2003) relatou a ocorrência de 14 subfamílias para a região Neotropical. Neste estudo, para o ambiente de restinga, foram registradas oito subfamílias e, ao enquadrarmos a nova proposta de Bolton (2003) observamos o acréscimo de uma subfamília em relação ao observado por Gonçalves & Nunes (1984) e duas a mais em relação aos estudos de Bonnet & Lopes (1993) e Fonseca & Diehl (2004). Também foi registrado um número maior de espécies em relação aos estudos de Lopes & Leal (1991), Leal & Lopes (1992), Bonnet & Lopes (1993) e Fonseca & Diehl (2004), todos para ambiente de restinga.

O registro de um maior número de espécies e também de subfamílias para a Restinga da Marambaia, neste estudo, talvez se deva ao emprego de um maior número de unidades amostrais em relação ao empregado nos outros trabalhos sobre formigas de restingas brasileiras. Como também, o procedimento de coleta que neste caso, devido a

disposição das parcelas (três em cada fisionomia) pode ter favorecido a captura de espécies de formigas de diferentes ninhos e hábitos de forrageamento (Wang *et al.*, 2001).

Na Restinga da Marambaia a subfamília Ponerinae aparece logo após Myrmicinae com 19 espécies; recentemente, esta subfamília foi subdividida em seis subfamílias por Bolton (2003). A subfamília Amblyoponinae apresentou uma única espécie amostrada somente na fisionomia 3 e Cerapachyinae com três espécies foi registrada na fisionomia 2 e 3, ambas subfamílias foram registradas somente no verão. A não captura de exemplares da subfamília Amblyoponinae e Cerapachyinae na fisionomia 1 talvez se deva pela composição arenosa do solo aliado a alta temperatura e em alguns casos a pouca cobertura do solo por serapilheira proporcionando um nicho restrito para ocorrência destas espécies. No caso da subfamília Cerapachyinae, segundo Delabie *et al.* (2000b), estas formigas habitam camadas superficiais do solo e ocasionalmente predam ovos de outras formigas na serapilheira.

Dos 36 gêneros amostrados na Restinga da Marambaia os mais ricos em espécies foram *Pheidole* e *Hypoponera*. Comparando as três fisionomias vegetais amostradas na Restinga da Marambaia tanto para o inverno quanto para o verão, foi observado o gênero *Pheidole* como o mais diversificado. Bolton (1995) e Brandão (1999) referem-se aos gêneros *Pheidole* e *Hypoponera* como os mais abundantes e ricos em número de espécies no mundo. Ward (2000) refere-se aos gêneros *Solenopsis*, *Hypoponera* e *Pheidole* como os mais frequentes na região Neotropical. Nakamura *et al.* (2003) observou no sudeste de Queensland, na Austrália, a alta abundância dos mesmos gêneros mencionados por Ward (2000).

No Brasil, em áreas de cerrado e eucaliptais no Estado de Minas Gerais, Marinho *et al.* (2002) observaram os gêneros *Hypoponera* e *Pheidole* como os mais abundantes e ricos em espécies. Para ambiente de caatinga, Leal (2003) observou o gênero *Pheidole* se destacando como o mais abundante e rico em espécies. Majer & Delabie (1994) compararam comunidades de formigas de áreas anualmente inundadas com diferentes tipos de florestas de terra firme na região da Amazônia (floresta de planalto, baixada e várzea) e registraram o gênero *Pheidole* como o mais abundante. Majer *et al.* (1997) estudaram as formigas de serapilheira no domínio da Mata Atlântica na região da Bahia e observaram os gêneros *Hypoponera* e *Pheidole* como os mais ricos em espécies. Silva & Silvestre (2004)

encontraram em camadas superficiais do solo no município de Seara em Santa Catarina o predomínio dos gêneros *Hypoponera* e *Solenopsis* e para a serapilheira o gênero *Pheidole*. Para eucaliptais em ambientes de restinga, Fonseca & Diehl (2004) também registraram o gênero *Pheidole* como o mais diversificado. Feitosa & Ribeiro (2005) em um estudo das formigas de serapilheira de uma floresta Atlântica do Estado de São Paulo registraram os gêneros *Hypoponera* e *Solenopsis* como os mais ricos em espécies. Veiga-Ferreira *et al.* (2005), em amostras de extratores de Winkler, no domínio Mata Atlântica, destacam a alta abundância do gênero *Solenopsis*.

4.2 - Similaridade

A fauna de formigas amostrada para a fisionomia 1 apresentou a menor similaridade em relação às outras duas fisionomias, 2 e 3, no inverno e no verão. Já as fisionomias vegetais 2 e 3 revelaram-se as mais similares tanto no inverno quanto no verão. Esta similaridade faunística talvez se deva pela semelhante composição vegetal nas duas fisionomias mesmo apresentando algumas diferenças na composição vegetal e na altura de sua vegetação. Apesar da fauna de formigas serem similares a fisionomia 3 apresentou um número maior de espécies exclusivas.

A similaridade da fauna de formigas esperada neste estudo poderia ter apresentado valores mais altos, uma vez que as três fisionomias representam um único ambiente de restinga. No entanto, diante dos resultados obtidos observamos uma similaridade mediana o que pode indicar uma correlação com a complexidade estrutural do habitat como o observado por Majer *et al.* (1984) e Matos *et al.* (1994).

Campiole & Delabie (2000), ao compararem a similaridade das áreas de floresta primária com áreas de floresta secundária, obtiveram valores entre 0,57 à 0,73. Apesar destes autores terem utilizado o índice de similaridade de Morisita, os valores encontrados por eles foram semelhantes aos valores alcançados na Restinga da Marambaia, onde utilizamos o índice de similaridade de Jaccard.

4.3 - Estimativas de riqueza

Dos estimadores de riqueza empregados na análise da fauna de formigas da Restinga da Marambaia nenhum deles atingiu a assíntota, isto se justifica por ser um ambiente tropical, onde a diversidade, principalmente de invertebrados, é muito alta (Wilson, 1992). O emprego de somente uma técnica de amostragem também pode ter colaborado para este resultado. A maior estimativa para todas as fisionomias estudadas na Restinga da Marambaia, tanto para o inverno quanto para o verão, foi alcançada pelo Jackknife 2. O estimador Bootstrap diferiu dos outros estimadores por estimar um menor número de espécies para as três fisionomias nas duas estações analisadas. O seu pobre desempenho também tem sido reportado em outros trabalhos (Colwell & Coddington, 1994; Bragagnolo & Pinto-da-Rocha, 2003).

Neste estudo, o número de singletons foi igual ao número de uniques e o número de doubletons foi igual ao número de duplicates nas três fisionomias e para as duas estações analisadas. Estes parâmetros são fundamentais na geração da estimativa de Chão 1 e Chao 2 o que originou a mesma estimativa para ambos os estimadores. Rico et al. (2005) relataram a importância destes componentes (espécies raras) em estudos de estimativas de riqueza de espécies na geração da maioria dos estimadores, pois são parâmetros de base e garantem a confiabilidade dos resultados (Fischer, 1999).

Johnson & Ward (2002) realizaram um estudo de biogeografia e endemismo de formigas em Baja Califórnia, no México, e coletaram 170 espécies. Empregaram o estimador Chao 2 e obtiveram uma estimativa de 206 espécies, portanto mais 36 espécies ainda devem ser encontradas e incorporadas a sua coleção. Neste estudo, o estimador Chao 1 e Chao 2 alcançaram valores iguais, porém estas estimativas diferem entre as fisionomias 1,2 e 3, variando de duas a 15 espécies que poderiam ser incorporadas. Provavelmente, se aumentarmos o esforço amostral e aplicarmos outras técnicas de coleta os estimadores poderiam alcançar uma aproximação maior da riqueza real de espécies de formigas na Restinga da Marambaia.

4.4 - Influência das variáveis ambientais na distribuição e caracterização das comunidades de formigas de serapilheira na Restinga da Marambaia

A serapilheira de florestas tropicais é considerada um dos extratos mais ricos em diversidade de insetos e, segundo Delabie & Fowler (1995), cerca de 50% das espécies de formigas estão associadas a serapilheira destas florestas. Neste estudo obteve-se maior abundância, riqueza e diversidade de formigas nas fisionomias 2 e 3 em relação à fisionomia 1 no inverno. No verão, o mesmo padrão foi observado, porém estes valores foram maiores. A fisionomia 1 é composta predominantemente por *A. arenaria* (Menezes & Araújo, 2000) e a serapilheira desta fisionomia é muito superficial ou inexistente em alguns locais (figuras 6 e 7a), o que pode explicar a baixa abundância, riqueza e diversidade da fauna de formigas nesta fisionomia, pois algumas espécies nidificam na serapilheira ou forrageiam em busca de alimento (Bestelmeyer et al., 2000).

Majer (1992) observou, em áreas reabilitadas de minas de bauxita no Estado de Minas Gerais, a recolonização por formigas e também constatou que a comunidade de formigas foi muito maior nas áreas reabilitadas com misturas de florestas nativa do que em áreas dominadas por *Eucaliptus* sp., uma formação vegetal homogênea similar a fisionomia 1 analisada na Restinga da Marambaia.

Entretanto, Marinho et al. (2002) mencionaram que a riqueza específica não está relacionada apenas com a complexidade estrutural do ambiente, pois seus resultados mostraram um número maior de espécies de formigas nos eucaliptais do que em áreas de mata nativa e que quase todas as espécies encontradas na vegetação nativa também ocorreram nos eucaliptais. O maior número de espécies em eucaliptais em relação a áreas de mata nativa apontados por Marinho et al. (2002) talvez se devam a superamostragem realizada nos eucaliptais, pois utilizaram 15 vezes mais amostras em tal ambiente. Isto pode indicar que não necessariamente as formigas estariam nidificando nos eucaliptais, mas poderiam utilizar estas áreas para forragearem.

A riqueza, diversidade de Shannon e a abundância de espécies de formigas observadas na Restinga da Marambaia revelaram diferença significativa entre as fisionomias vegetais e entre as estações ($P < 0,05$), mas não houve efeito significativo da interação fisionomia e estação. Estes resultados mostram uma certa similaridade na

composição da fauna de formigas na Restinga da Marambaia e as diferenças entre as fisionomias corroboram os resultados obtidos por Majer *et al.* (1984; 1992 e 1996), Matos *et al.* (1994), Oliver *et al.* (2000) e Nakamura *et al.* (2003), que observaram uma correlação entre o aumento da complexidade estrutural do ambiente com o aumento da diversidade de formigas.

Das fisionomias estudadas na Restinga da Marambaia, a fisionomia 1 também foi a fisionomia que se mostrou mais diferenciada quanto às variáveis ambientais medidas, apresentando a maior temperatura e umidade, menor percentual de cobertura do solo como também a menor profundidade de serapilheira.

Os resultados obtidos corroboram aos de Oliver *et al.* (2000) que relataram a influência de variáveis como a profundidade da serapilheira e o percentual de cobertura do solo por serapilheira nas atividades dos artrópodes da serapilheira. Nakamura *et al.* (2003) também obtiveram uma correlação positiva entre a abundância de formigas e temperatura do solo, e uma riqueza de gêneros correlacionada com a profundidade da serapilheira e com o percentual de cobertura do solo no sudeste de Queensland na Austrália. Isto também corrobora os estudos de Leponce *et al.* (2004), que mencionaram a temperatura e umidade como variáveis ambientais que mais influenciaram a fauna de formigas de serapilheira.

5 – CONCLUSÕES

Com base em nossos resultados podemos inferir que na Restinga da Marambaia o padrão de distribuição das espécies de formigas de serapilheira é influenciado pela complexidade estrutural do ambiente. Os resultados mostraram que a profundidade de serapilheira foi a variável que mais influenciou na distribuição das espécies de formigas em serapilheira. Entretanto, não somente a ação da profundidade da serapilheira, mas supõe-se que uma atuação em conjunto das variáveis ambientais analisadas estariam influenciando a distribuição das espécies de formigas na serapilheira das três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia.

Os dados obtidos neste estudo contribuirão para a compreensão dos padrões de diversidade e distribuição das espécies de formigas de serapilheira em ambientes de restinga, como também para o Estado do Rio de Janeiro.

O inventário das espécies de formigas de serapilheira na Restinga da Marambaia acrescentou um número maior de espécies para o ambiente de restinga no Brasil, como também, para o Estado do Rio de Janeiro e enriqueceu o acervo de espécies de formigas da Coleção Entomológica Costa Lima.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTI, D.; MAJER, J. D; ALONSO, L. & SCHULTZ, T. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, **Smithsonian Institution**, 280p., 2000.
- ALMEIDA, A. L. & ARAÚJO, D. S. D. Comunidades vegetais do cordão arenoso extenso da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, v.3, p 47-63, 1997.
- ALVES, M. A. S.; STORNI, A.; ALMEIDA, E. M.; GOMES, V. S. M.; OLIVEIRA, C. H. P.; MARQUES, R. V. & VECCHI, M. B. A comunidade de aves na Restinga de Jurubatiba, pp. 199-214. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; **Ecologia, história natural e conservação**, 2004, 376p..
- ANDERSEN, A. N. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. **Proc. Ecol. Soc.**, v. 16, p. 347-357, 1990.
- ANDERSEN, A. N. Sampling communities of ground-foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savannah. **Australian Journal of Ecology**, v. 16, p. 273-279, 1991.
- ANDERSEN, A. N. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**. v. 22, p. 15-29, 1995.
- ANDERSEN, A. N. Measuring invertebrate biodiversity: surrogates of ant species richness in the Australian seasonal tropics. **Memoris of the Museum of Victoria.**, v. 56, n. 2, p. 355-359, 1997.

- ANDERSEN, A. N. & MAJER, J. D. Ants Show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. **The Ecological Society of America**, v. 2, n 6, p. 291-298, 2004.
- ARAÚJO, D. S. D. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: A first approximation. In: U. Seeliger (ed.), **Coastal plant communities of Latin America**. Academic Press, 392p., 1992.
- ARAÚJO, D. S. D. 2000. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 169p.
- ARAÚJO, D. S. D. & HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: L. D. Lacerda; D. S. D. Araújo; R. Cerqueira & B. Turcq (orgs.), **Restingas, origem, estrutura e processos**. Centro editorial da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 1984.
- ARAÚJO, D. S. D.; SCARANO, F. R.; SÁ, S. F. C.; KURTZ, B. C. ZALUAR, H. L. T.; MONTEZUMA, R. C. M. & OLIVEIRA, R. C. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. pp 39-62. In: F.A. Esteves (ed.) **Ecologia de lagoas costeiras do parque nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ)**. NUPEM-UFRJ. Rio de Janeiro. 1998.
- BANDEIRA Jr, A. N.; THOMAZ FILHO, A. & ALVES, D. B. **Argilas na caracterização de ambientes de sedimentação**. Rio de Janeiro: CENPES/Petrobrás. 1979.16p.
- BENSON, W. W. & HARADA, A. Y. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Amazônica**, v. 18, p. 275-289, 1988.

- BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S. & VAN SLUYS, M. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (EdUERJ), 2000,166p.
- BERGALLO, H. G.; MARTINS-HATANO, F.; RAÍCES, D. S. RIBEIRO, T. T. L.; ALVES, A. G.; LUZ, J. L.; MANGOLIN, R. & MELLO, M. A. R. Os mamíferos da restinga de Jurubatiba, pp. 215-230. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**. 2004, 376p.
- BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO C. 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, p. 122-144. *In*: D. AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T. SCHULTZ (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution, 2000,280p.
- BOLTON, B. Identification Guide to the Ant Genera of the World. **Harvard University Press**, 222p. 1994.
- BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa. **Journal of Natural History**, v. 29, p. 1037-1056, 1995.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BONNET, A; & LOPES, B. C. Formigas de dunas e restingas da Praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). **Biotemas**, v. 6, n. 1, p. 107-114, 1993.
- BRAGAGNOLO, C. & PINTO-DA-ROCHA, R., Diversidade de opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida: Opiliones). **Biota**

Neotropica. 3(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN00203012003>. 2003.

BRANDÃO, C. R. F. Reino Animália: Formicidae. *In*: C.A. Joly, E.M. Canello (eds.) **Invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, p 58-63. (Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século xx, 5). 1999.

BROWN Jr, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. **Indicadores Ambientais**, p. 143-155. 1997.

BURHAM, K. P. & OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, p. 927-936, 1979.

BUZZI, Z. J. & MIYAZAKI, R. D. **Entomologia didática**. Universidade Federal do Paraná, 1993, 262p.

CAMPIOLO, S. & DELABIE, J. H. C. Caractérisation de la myrmecofaune de la litière de la forêt atlantique du sud de Bahia – Brésil. **Insectes Sociaux**, v. 13 p. 65-70, 2000.

CARVALHO-E-SILVA, S. P.; IZECKSOHN, E. & CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T. Diversidade e ecologia de anfíbios em restingas do sudeste brasileiro, pp. 89-97. *In*: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ). 2000, 446p.

CERQUEIRA, R. Biogeografia das restingas. p. 65-75. *In*: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ). 2000, 446p.

CHAO, A. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. **Scand. J. Stat.**, v. 11, p. 265-270, 1984.

- CHAO, A. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. **Biometrics**, v. 43, p. 783-791, 1987.
- CHAO, A. & LEE, S. M. Estimating the number of classes via sample coverage. **Journal American Statistic Associations**, v. 87, p. 210-217, 1992.
- CHOQUENOT, D. & D. M. J. S. BOWMAN. Marsupial megafauna, Aborigenes and the overkill hypothesis: application of predator-prey models to the question of Pleistocene extinction in Australia. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, p. 167-180. 1998.
- COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 5 - 6.0b1. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, 1997.
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through exploration. **Phil. Transl. R. Soc. London**, v. 345, p. 101-118, 1994.
- CONCEIÇÃO, E. S.; DELABIE, J. H. C.; COSTA-NETO, A. O. A entomofilia do coqueiro em questão: Avaliação do transporte de Pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 679-683, 2004.
- CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELLO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P. & VAN DEN BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.
- COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; FONSECA, G. A. B. & FONSECA, M. T. Biogeography of South American Forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 872-881, 2000.

- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado – a saúva, as queimadas e a sua possível relação na ciclagem dos nutrientes minerais (resumo). Congresso nacional de botânica, **Sociedade Botânica do Brasil**, p. 38, Res. 179, 1979.
- DELABIE, J.H.C. & FOWLER, H. G. Soil and littercryptic ant assemblages of Bahia cocoa plantations. *Pedobiologia*, v. 39, p. 423-433, 1995.
- DELABIE, J.H.C.; B.L. FISHER; J.D. MAJER & I.W. WRIGHT. Sampling effort and choice of methods, p. 145-154. *In*: D. AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T. SCHULTZ (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution, 2000a, 280p..
- DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D. & NASCIMENTO, I. C. Litter ant communities of the brazilian atlantic rain forest region, p 1-15 *In*: D AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T SCHULTZ. **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds' rainforest**. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin, n. 18, 75p. 2000b.
- EHRlich, P. R. & E. O. WILSON. Biodiversity studies: science and policy. **Science** n. 253, p. 758-762, 1991.
- FEITOSA, R. S. M. & RIBEIRO, A. S. Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira de uma área de floresta Atlântica no Parque estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 51-71, 2005.
- FISHER, B. L. Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter ant diversity in Madagascar. **Ecological Applications**, v. 9, n. 2, p. 714-731, 1999.
- FONSECA, R. C. & DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de Eucaliptus spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 48, n. 1, p. 95-100, 2004.

- FOWLER, H. G. Latitudinal gradients and diversity of the leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Hymenoptera: Formicidae). **Revista de Biologia Tropical** v. 31, n. 2, p. 213-216, 1983.
- FOWLER, H. G. Some factors influencing colony spacing and survival in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Formicidae: Attini) in Paraguay. **Revista Biologia Tropical**, v. 25, p. 89-99, 1977.
- FRANCO, A. C.; VALERIANO, D. M.; SANTOS, F. M.; HAY, J. D.; HENRIQUES, R. P. B. & MEDEIROS, R. A. Os microclimas das zonas de vegetação da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro, p. 327-342. In: L. D. Lacerda; D. S. D. Araújo; R. Cerqueira & B. Turcq (orgs.), **Restingas, origem, estrutura e processos**, 1984.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas dos remanescentes florestais do Ri de Janeiro**, 2001.
- GADGIL, M. The history of human impact on biodiversity. In , V. H. Heywood (ed.). **Global Biodiversity Assessment**. Cambridge University Press, p. 718-732, 1995.
- GONÇALVES C. R. & NUNES A. M. Formigas das praias e restingas do Brasil. In: **Restingas: origem estrutura e processos**. LD de Lacerda; DSD Araujo; R cerqueira e B Tureq. **Orgs. CEUFF**, p 373-378, 1984.
- GONZAGA, L. P.; CASTIGLIONI, G. D. A. & REIS, H. B. R. Avifauna das restingas do sudeste: estado do conhecimento e potencial para futuros estudos, pp. 151-163. In: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ), 446p., 2000.
- HELTSHE, J. & FORRESTER, N. E. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics**, v. 39, p. 1-11, 1983.

- HENRIQUES, R. P.; MEIRELLES, M. L. & HAY, J. D. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da restinga de Barra de Marica, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 7, p. 27-36, 1984.
- HILTY, J. & MERENLENDER, A. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. **Biology Conservation**, v. 92, p. 185-197, 2000.
- HUSTON, M. A. Biological Diversity: The coexistence of species on Changing Landscapes. **Cambridge University Press**, 1994.
- KEMPF, W W. A preliminary zoogeographical analysis of a regional ant fauna in Latin America. **Studia Entomologica**, v. 20, n. 1-4, p. 43-62, 1978.
- JOHNSON, R. A. & WARD. P. S. Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. **Journal of Biogeography**, v. 29, p. 1009-1026, 2002.
- LACERDA, L. D. & ESTEVES, F. A. **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ), 446p, 2000.
- LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. **Restingas: origem, estrutura e processos**. Centro Editorial da Universidade Federal Fluminense. 1984.
- LEAL, I. R. Dispersão de Sementes por Formigas. *In*: Leal, I.R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p.593-624, 2003.
- LEAL, I. R. & LOPES, B. C. Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera-Formicidae) de solo e vegetação no Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v. 5, n. 1, p. 107-122, 1992.

- LEPONCE, M.; THEUNIS, L.; DELABIE, J. H. C. & ROISIN, Y. Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. **Ecography**, v. 27, n. 2, p. 253-267, 2004.
- LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento**. Editora Contexto, 176p. 2002.
- LONGINO, J. T. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. **Biology International**, v. 28, p. 3-13, 1994.
- LOPES, B. C. & LEAL, I. R. Levantamento preliminar de formigas (Hymenoptera-Formicidae) de solo e vegetação em um trecho de Mata Atlântica, morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v. 4, n. 2, p. 51-59, 1991.
- LUERDERWALDT, H. Observações biológicas sobre as formigas brasileiras, especialmente no estado de São Paulo. **Revista do Museu Paulista**, v. 14, p. 185-304, 1926.
- MACEDO, M. V.; GRENHA, V.; FLINTE, V. & RABELLO, T. S. Besouros Fitófagos da Restinga de Jurubatiba, pp. 117-126. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p. 2004.
- MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and it's measurement. **London: Croom Helm.**, 179 p., 1988.
- MAJER, J. D. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 97-108, 1992.

- MAJER, J. D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 257-273, 1996.
- MAJER, J. D. The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. **Memoris of the Museum of Victoria**, v. 56, p. 323-329, 1997.
- MAJER, J. D. & DELABIE, J. H. C. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forest at Trombetas in the Brazilian Amazon. **Insectes Sociaux**, v. 41, p. 343-359, 1994.
- MAJER, J. D. & DELABIE, J. H. C. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 46, p. 281-290, 1999.
- MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. & MCKENZIE, N. L. Ant litter fauna of forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 44, p. 255-266, 1997.
- MAJER, J. D.; DAY, J. E.; KABAY, E. D. & PERRIMAN, W. S. Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. **Journal Applications Ecology**, v. 21, p. 355-375, 1984.
- 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 áreas de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 187-195, 2002.
- MARSH, A C. The efficacy of pitfall traps for determining the structure of a desert ant community. **Journal Entomology Society**. v. 47, p. 115-120, 1984.

- MATOS, C. L. V. Caracterização climática de Restinga de Marambaia. pp.55-66. In L.F.T. Menezes; A. L. Peixoto & D.S.D. Araújo (eds.). **Historia Natural da Marambaia**. 288p. 2005.
- MATOS, J. A.; YAMANAKA, C. N.; CASTELLANI, T. T. & LOPES, B. C. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, v. 7, p. 57-64, 1994.
- MENEZES, L. F. T. **Caracterização de comunidades vegetais praianas da Restinga de Marambaia – RJ**. Dissertação de Mestrado. UFRRJ. 1996. 89 p.
- MENEZES, L. F. T. & ARAÚJO, D. S. D. Estrutura de duas formações vegetais no cordão externo da Restinga de Marambaia, RJ. **Acta Botânica Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 223-235. 1999.
- MENEZES, L. F. T. & ARAÚJO, D. S. D. Variação da biomassa de *Allagoptera arenaria* (GOMES) O. Kuntze (Arecaceae) em uma comunidade arbustiva de *Palmae* na Restinga de Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 1, p. 147-157, 2000.
- MENEZES, L. F. T. & ARAÚJO, D. S. D. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de *Palmae* em uma cronosequência pós-fogo na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasiliensis**, v. 18, n. 4, p. 771-780, 2004.
- MENEZES, L. F. T. & ARAÚJO, D. S. D. Formações vegetais da Restinga de Marambaia. pp. 67-120. In L.F.T. Menezes; A. L. Peixoto & D.S.D. Araújo (eds.). **Historia Natural da Marambaia**. 288p. 2005.
- MONTEIRO, R. F. & MACEDO, M. V. Flutuação populacional de insetos fitófagos em restinga, pp. 77-88. In: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), **Ecologia de restingas e**

lagoas costeiras. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ). 446p., 2000.

MONTEIRO, R. F.; ODA, R. A. M.; NARAHARA, K. L. & CONSTANTINO, P. A. L.. Galhas: Diversidade, especificidade e distribuição, p. 127-142. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004a

MONTEIRO, R. F.; ESPERANÇO, A. P.; BECKER, V. O.; OTERO, L. S.; HERKENHOFF, E. V. & SOARES, A. Mariposas e borboletas na Restinga de Jurubatiba, p. 143-164. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004b.

MYERS, N. Tropical deforestation and a mega-extinction spasm. In M. E. SOULÉ, (ed.), *Conservation Biology: The Science of Scarcity and diversity*, p. 394-409, 1986.

NAKAMURA, A.; PROCTOR, H. & CATTERALL, C. P. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological Management and Restoration**, v. 4, p. 20-28, 2003.

NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, v.4, p. 355-364, 1990.

OLIVER, I. & A. J. BEATTIE. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. **Conservation Biology**, v. 7, p. 562-568, 1993.

OLIVER, I.; NALLY, R. M. & YORK, A. Identifying performance indicators of the effects of forest management on ground-active arthropod biodiversity using hierarchical partitioning and partial canonical correspondence analysis. **Forest Ecology and Management**, v. 139, p. 21-40, 2000.

- PALMER, M. W. Estimating species richness: the second-order Jackknife reconsidered. **Ecology**, v. 72, p. 1512-1513, 1991.
- PARR, C. L. & CHOWN, S. L. Inventory and bioindicator sampling: testing pitfall and Winkler methods with ants in South African savanna. **Journal of Insect Conservation**, v. 5, p. 27-36, 2001.
- PEARSON, D. L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 345, p.75-79, 1994.
- PEARSON, D. L. & CASSOLA, F. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. **Conservation Biology**, v.6, p.376-391, 1992.
- PERFECTO, I. & SNELLING, R. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. **Ecology Applications**. v. 5, n 4, p.1084-1097. 1995.
- PETAL, J. The influence of ants in ecosystems. In: BRAIAN. M V. ed, Production ecology of ants and termites. **Cambridge, Cambridge University Press**, p. 293-325, 1978.
- PIANKA, E. R. Evolutionary Ecology. 5 ed. **Harper Collins College Publishers**. 1994. 486 p.
- PIZO, M. A. & OLIVEIRA, P. S. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae). In the Atlantic forest of Southeast Brazil. **American Journal of Botany**, v. 85, p. 669-674, 1998.

- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Editora vida. Londrina, PR. 2001. 327p.
- REIS, H. B. R. & GONZAGA, L. P. Análise da distribuição geográfica das aves das restingas do Estado do Rio de Janeiro, pp. 165-178. *In*: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ), 446p., 2000.
- RICO, A. G.; BELTRÁN, J. P. A.; ÁLVAREZ, A. D. & FLOREZ, E. D. Diversidad de arañas ((Arachinida:Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. **Biota Neotropica**. 5(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?inventory+BN007051a2005>. 2005.
- RISCH, S J & CARROLL, C R. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. **Oecologia**. v. 55, p.114-119, 1982.
- ROCHA, C. F. D. & BERGALLO, H. G. 1997. Intercommunity variation in the distribution of abundance of dominant lizard species in restinga habitats. **Ciência e Cultura**, v. 49,p. 269-274,1997.
- ROCHA, C. F. D.; VANSLUYS, M.; ALVES, M. A. S. & BERGALLO, H. G. **Corredores de vegetação e sua importância em propostas de reflorestamento no Estado do Rio de Janeiro**. IQM-Verde, Fundação Cide, Centro de Informações e dados do Rio de Janeiro. CD-ROM, 2001a.
- ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S. & VANSLUYS, M.. **Biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. 2003. 134 p.
- ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M.; VRCIBRADIC, D.; HATANO, F. H.; GALDINO, C. A. C.; CUNHA-BARROS, M. & KIEFER, M. C. A comunidade dos répteis da

Restinga de Jurubatiba, pp 179-198. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004a.

ROCHA, C. F. D.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004b.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S. & VANSLUYS, M. A restinga de jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. Pp 341-352. *In*: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004c.

ROMERO, H & JAFFE, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. **Biotropica**, v. 21, n. 4, p. 348-352, 1989.

SAMWAYS, M. J. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, p. 833-847, 1983.

SAMWAYS, M. J., CALDWELL, P. M. & OSBORN, R.. Ground-living invertebrate assemblages in native, planted and invasive vegetation in South Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 59, p. 19-32, 1996.

SEASTED, T.R.; CROSSLEY JR., D.A. The influence of arthropods on ecosystems. **BioScience**, v.34, n.3, p.157-161, 1984.

SILVA, S. M. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: composição florística e principais características estruturais**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. 262p. 1998.

- SILVA, DA R. R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, n. 2, p. 55-73, 1999.
- SILVA, DA R. R. & SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2004.
- SMITH, E. P. & G. VAN BELLE. Nonparametric estimation of species richness. **Biometrics**, v. 40, p. 119-129, 1984.
- STERLING, W. L. Fortuitous biological suppression of the bollweevil by the red imported fire ant. **Environmental Entomology**. v. 7, n. 4, p. 564-568, 1978.
- STORK, N. E. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 35, p. 321-337, 1988.
- VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. **Editora Interciência**, pp. 117, 2000.
- VAN SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D.; HATANO, F. H.; BOQUIMPANI-FREITAS, L. & MARRA, R. V. Anfíbios da Restinga de Jurubatiba: Composição e história natural, p. 165-178. In: C. F. D. Rocha; F. A. Esteves & F. R. Scarano (orgs.), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba; Ecologia, história natural e conservação**, 376p., 2004.
- VANZOLINI, P. E. Distributional Patterns of South American Lizards, p.317-342. In: P. E. Vanzolini & W. R. Heyer (eds.), Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. **Academia Brasileira de Ciências**, 1988.

- VASCONCELOS, H. L. & DELABIE, J. H. C. Ground ant communities from central Amazonian forest fragments. pp 59-70. *In*: D AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T SCHULTZ. **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds' rainforest**. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin, n. 18, 75p. 2000.
- WANG, C. STRAZANAC, J. & BUTLER, L. A comparison of Pitfall Traps with Bait Traps for studing leaf litter ant communities. **Journal Economic Entomology**. v. 94, n. 3, p. 761-765, 2001.
- WARD, P. Broad-scale Patterns of Diversity in leaf litter ant communities. p. 99-121. *In*: D. AGOSTI; J.D. MAJER; L. ALONSO & T. SCHULTZ (eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. **Washington, Smithsonian Institution**, 280p., 2000.
- WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical Rain Forests**. Clarendon Press, Oxford. 1990.
- WILSON, E O. The social biology of ants. **Annals Review of Entomology**, v. 8, p. 345-368, 1963.
- WILSON, E O. *The insects societies*. Cambridge, **Belknap press**, p. 548, 1971.
- WILSON, E. O. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forest: first assensement. **Biotropica**, v. 19, p. 245-251, 1987.
- WILSON, E.O. *The Diversity of Life*. W. W. Norton and Company, New York, 1992.
- WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. *In* Wilson, E. O. & F. M. Peter (eds.) **Biodiversidade**, p. 3-24, 1997.

7. Anexo

Tabela 7: Resultados comparativos entre a riqueza observada neste estudo com o observado por outros autores em diferentes ambientes com diferentes técnicas e número de amostras.

Ambientes	Técnica	Nº de spp	Nº de amostras	Autor
Restinga	-	7	-	Luederwaldt (1926)
Restinga	-	24	-	Kempf (1978)
Restinga	-	29	-	Gonçalves & Nunes (1984)
Mata atlântica	Isca/Berlese	57/15	40/40	Lopes & Leal (1991)
Dunas e Restingas	Coleta manual	33	12	Bonnet & Lopes (1993)
Mata Atlântica/Áreas de pastagens	Pitfall/Winkler	97	-	Majer et al (1997)
Plantações de Cacau	Winkler	106	500	Delabie et al (2000b)
Caatinga	Isclas atrativas	61	700	Leal (2003)
Restinga/Talhões de Eucalipto	Isca de sardinha	49	720	Fonseca & Diehl (2004)
Mata Atlântica	Winkler	62	50	Feitosa & Ribeiro (2005)
Mata Atlântica	Winkler	114	100	Veiga-Ferreira <i>prelo</i> (2005)
Restinga	Pitfall	92	360	Neste estudo