



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

**CARACTERIZAÇÃO DA BIOTA DO SOLO DA RESTINGA DA MARAMBAIA,
RJ, E ESTABELECIMENTO DE SIMBIOSE MICORRÍZICA EM *Schinus terebinthifolius*
Raddi.**

RODRIGO CAMARA DE SOUZA

Sob a orientação do Professor

Marcos Gervasio Pereira

e Co-orientação da Pesquisadora

Eliane Maria Ribeiro da Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza, Linha de Pesquisa Recuperação de Áreas Degradadas

Seropédica, RJ
Maio de 2007

551.424098

153

S729c

T

Souza, Rodrigo Camara de, 1973-
Caracterização da biota do solo
da Restinga da Marambaia, RJ, e
estabelecimento de simbiose
micorrízica em *Schinus*
terebinthifolius Raddi / Rodrigo
Camara de Souza. - 2007.
108f. : il.

Orientador: Marcos Gervasio
Pereira.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Instituto de Florestas.
Contém bibliografia.

1. Restingas - Rio de Janeiro (RJ)
- Conservação - Teses. 2.
Marambaia, Restinga da (RJ) -
Conservação - Teses. 3.
Reflorestamento - Mata Atlântica -
Teses. I. Pereira, Marcos Gervasio,
1965-. II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Instituto
de Florestas. III. Título.

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

RODRIGO CAMARA DE SOUZA

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 03/05/2007 (Data da defesa)

Marcos Gervasio Pereira. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Maria Elizabeth Fernandes Correia. Dr. Embrapa - Agrobiologia

Luiz Fernando Duarte de Moraes. Dr. Ibama.

“A mente que se abre a uma nova idéia, jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

*Para meus pais,
Iole e Sebastião,*

*Minhas irmãs,
Rafaela Cristina e Ana Carolina,*

Pelo amor, apoio, carinho e compreensão,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, por ter iluminado toda a minha trajetória e permitido que as tarefas fossem cumpridas e os horizontes expandidos.

Aos meus pais e irmãs, por todo o amor e compreensão.

À UFRRJ, em especial ao Departamento de Solos e o Laboratório de Sementes do Instituto de Agronomia e ao Instituto de Florestas, pela possibilidade de realização do trabalho.

À Embrapa Agrobiologia, em especial ao Laboratório de Micorriza e ao Laboratório de Fauna do Solo, também pela possibilidade de realização do trabalho.

Ao CAPES, pela bolsa concedida.

Ao Professor Dr. Marcos Gervasio Pereira, pela amizade, apoio, confiança, orientação e por ter sido um dos maiores responsáveis pela realização deste trabalho.

À Pesquisadora Dra. Eliane Maria Ribeiro da Silva, pelo carinho, atenção, interesse e co-orientação.

À Pesquisadora Dra. Maria Elizabeth Fernandes Correia, pelos ensinamentos, dedicação, compreensão e paciência.

À Professora Dra. Cláudia Antônia Vieira Rossetto e ao Pesquisador Dr. Orivaldo José Saggin Júnior, pelo apoio e ensinamentos.

Ao Professor Dr. Luís Fernando Tavares de Menezes, pelo apoio e participação.

Ao Professor Dr. Roberto Carlos Costa Lelis, pelo apoio e atenção.

Ao Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes, pelas valiosas contribuições na correção do trabalho.

Aos amigos Rômulo Guimarães Giácomo e Raniere Ribeiro, pela amizade, apoio, interesse e valiosa e fundamental participação para a plena realização deste trabalho.

Aos Técnicos Itamar Garcia Ignácio, do Laboratório de Micorriza da Embrapa Agrobiologia, e Maria Helena Castro Soares, do Laboratório de Física do Solo da UFRRJ, pelo apoio, amizade e dedicação.

A todos os colegas da turma 2005/1º do mestrado em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ, em especial: Danielle Pereira Cintra, Fernanda Pontual Fracalanza, Etiene Renata da Silva Gomes, Aiga Jucy Fuchshuber da Silva Caldas, Samara Salamene, Marco Aurélio Soares Pinheiro e Rita de Cássia de Paula Freitas Svorc, pelo companheirismo e amizade.

A todos os colegas do Laboratório de Gênese e Classificação de Solos da UFRRJ, em especial: Ademir Fontana, Arcângelo Loss, Adierison Gilvani Ebeling e Nivaldo Schultz, e a todos os colegas do Laboratório de Micorriza da Embrapa Agrobiologia, pela amizade e apoio.

Aos amigos Sérgio Rangel de Oliveira, cujo apoio foi fundamental, Érika Flávia Machado Pinheiro, Flávia Bartoly Rosa, Robson Silva de Andrade, Jorge Luiz Botelho, Fernanda, Michele Maria da Silva, Aline Gonzalez Viana, Maria Angélica Vergara Wasserman, Elaine Amparo Neves, Jacqueline Nascimento Costa, Fábio Correia Malta, Fernando Alves Vieira, Vagner Santos Pires e Renata Venâncio, por acreditarem em mim e me apoiarem.

Aos professores do Departamento de Ciências Ambientais e do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas e do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia, pela contribuição direta ou indireta no meu aprendizado durante a dissertação e todos os demais que contribuíram para minha formação em Agronomia.

Às professoras Dra. Inês Machline Silva e Dra. Maria Verônica Leite Pereira-Moura, pelo interesse e amizade.

A Marcelo de Souza e Luiz Roberto Zamith, pelo apoio e atenção.

RESUMO GERAL

SOUZA, Rodrigo Camara de. **Caracterização da biota do solo da Restinga da Marambaia, RJ, e estabelecimento de simbiose micorrízica em *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Seropédica: UFRRJ, 2007. 107p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza).

As Restingas, ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, encontram-se em franco estado de devastação. Com o objetivo de contribuir para a conservação e recuperação desses ecossistemas costeiros, foi realizada uma investigação sobre as características apresentadas pela estrutura da comunidade da fauna do solo (Capítulo I) e dos fungos micorrízicos arbusculares (Capítulo II) em dois fragmentos florestais (FFs) sujeitos à diferentes condições de saturação do solo, na Restinga da Marambaia, RJ, além de um estudo envolvendo a formação da simbiose micorrízica na produção de mudas de uma espécie florestal nativa, *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira), cujas informações são de grande valia em programas de recuperação de áreas degradadas de restinga (Capítulo III). Com relação à fauna do solo, Formicidae foi o grupo mais abundante na restinga, onde foram encontrados grupos que só são verificados em ambientes não perturbados, demonstrando uma condição ecológica favorável; houve diferenças entre as duas áreas estudadas quanto ao índice de Shannon, densidade de indivíduos e riqueza de grupos. Quanto aos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), *Acaulospora* foi o gênero com maior riqueza de espécies, enquanto *Glomus* foi aquele mais freqüentemente encontrado; as áreas diferiram entre si em relação à densidade de esporos, que foi maior naquela com menor saturação do solo por água. A produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, na qual empregou-se dois tipos de substrato, um formulado com esterco bovino e outro com lodo de estação de tratamento resíduos industriais, na presença e na ausência de inoculação com FMAs, mostrou que aquele que foi formulado com esterco promoveu ganhos significativos às plantas, não tendo sido verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos inoculados e os testemunha.

Palavras-chave: Reflorestamento; Restinga; Mata Atlântica.

GENERAL ABSTRACT

SOUZA, Rodrigo Camara de. **Soil biota characterization of Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, and establishment of mycorrhizal symbiosis in *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Seropédica: UFRRJ, 2007. 107p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza).

Sand coastal ecosystems are associated to the Atlantic Rainforest Bioma, and had been in great devastation. With the aim of contribute for the conservation and recovery of these coastal ecosystems, was carried out a study about the characteristics of the soil fauna community (Chapter I) and the arbuscular mycorrhizal fungi community (Chapter II) in two forest fragments in Restinga da Marambaia, RJ, characterized by different soil water conditions of saturation, beyond a study involving mycorrhiza symbiosis formation in the seedlings of *Schinus terebinthifolius* Raddi, whose information are of great value in the field of the recovery of disturbed areas in restinga (Chapter III). In relation to the soil fauna, Formicidae was the most abundant group and there were found some groups that are only perceived in not disturbed environments were found, demonstrating a favorable ecological condition in Marambaia; and there were differences between the two studied areas about the index of Shannon, density of individuals and richness of groups. In relation to the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), *Acaulospora* was the genus with the higher richness of species, while *Glomus* was the most frequently found; the areas were different between themselves in relation to the spores density, that was higher in that site with lesser saturation of the soil. The first experiment, in which had been produced *Schinus terebinthifolius* inoculated seedlings in two types of substratum, wich had differed in relation to the organic matter, showed that the one that was formulated with bovine manure was superior to the formulated one with mud. The production of *Schinus terebinthifolius* seedlings with two types of substratum, with and without inoculation with AMF, showed that one that was formulated with bovine manure promoted significant benefits, in comparison to the other one formulated with mud provenient of effluent industrials treatment, and there wasn't statistics difference between the inoculated treatments and the witness.

Key-words: Reforestation; Restinga; Atlantic Rainforest.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Listagem florística do fragmento florestal 1 (FF 1), na Restinga da Marambaia, RJ.....	19
Tabela 2. Listagem florística do fragmento florestal 2 (FF 2), na Restinga da Marambaia, RJ.....	20
Tabela 3. Aporte de serrapilheira ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e precipitação pluviométrica média (mm) observados no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, nos dois fragmentos florestais (FFs) da Restinga da Marambaia, RJ.....	22
Tabela 4. Números totais de elementos de cada grupo da fauna do solo e respectivas porcentagens totais de sua participação no total de efetivos encontrados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	25
Tabela 5. Densidade dos grupos da fauna do solo em número de indivíduos. m^{-2} (\pm erro padrão) encontrados no fragmento florestal (FF) 1, da Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	27
Tabela 6. Densidade dos grupos da fauna do solo em número de indivíduos. m^{-2} (\pm erro padrão) encontrados no fragmento florestal (FF) 2, da Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	28
Tabela 7. Números totais de elementos da fauna do solo nos compartimentos serrapilheira (SE) e solo (SO) dos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	30
Tabela 8. Ocorrência / preferência dos grupos de fauna do solo nos compartimentos serrapilheira (SE) e solo (SO) dos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	32
Tabela 9. Distribuição da riqueza de grupos de fauna do solo nos compartimentos serrapilheira (SE) e solo (SO) nos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	33
Tabela 10. Teor de umidade e temperatura do solo nos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....	33
Tabela 11. Relação da riqueza, diversidade e equabilidade dos grupos da fauna do solo nos compartimentos serrapilheira e solo e no total dos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006, com (11a) e sem Formicidae (11b).....	34

CAPÍTULO II

Tabela 1. Distribuição das espécies e da quantidade média de esporos (densidade) de FMAs encontrados nos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ.....	54
---	----

Tabela 2. Distribuição da riqueza de espécies de fungos micorrízicos arbusculares e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares recuperados em dois fragmentos florestais estudados na Restinga da Marambaia, RJ.....58

Tabela 3. Teor de umidade do solo nos fragmentos florestais (FFs) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....59

CAPÍTULO III

Tabela 1. Resultados da análise química dos componentes empregados na elaboração dos substratos, para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).....85

Tabela 2. Variáveis avaliadas no teste de germinação de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).....88

Tabela 3. Valores médios comparativos entre os tratamentos com LETRIP e com esterco, para os dados vegetativos e a colonização micorrízica das raízes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura.....91

Tabela 4. Valores médios comparativos entre os tratamentos com LETRIP e com esterco, para os dados do conteúdo de nutrientes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura.....91

Tabela 5. Valores médios dos dados vegetativos e da colonização micorrízica das raízes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), não inoculadas e inoculadas com uma mistura equilibrada de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, 120 dias após a semeadura.....92

Tabela 6. Valores médios dos dados do conteúdo de nutrientes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), não inoculadas e inoculadas com uma mistura equilibrada de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, 120 dias após a semeadura.....92

Tabela 7. Valores médios dos quatro tratamentos testados, para os dados vegetativos e a colonização micorrízica da raiz das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura.....94

Tabela 8. Valores médios dos quatro tratamentos testados, para os dados do conteúdo de nutrientes acumulado nas mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura.....95

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Localização da Restinga da Marambaia, RJ, na costa brasileira.....15
- Figura 2.** Localização da Restinga da Marambaia no Estado do Rio de Janeiro.....15
- Figura 3.** Face externa dos fragmentos florestais estudados da Restinga da Marambaia, RJ.....16
- Figura 4.** Aspecto interno dos fragmentos florestais estudados na Restinga da Marambaia, RJ (4a) e condição de saturação do solo (4b).....17
- Figura 5.** Posicionamento dos fragmentos florestais estudados na Restinga da Marambaia, em relação à Ilha da Marambaia, RJ.....18
- Figura 6.** Vegetação sob a formação de moitas, dispostas entre os fragmentos estudados na Restinga da Marambaia, RJ.....18
- Figura 7.** Detalhe da sonda metálica empregada na coleta de amostras de serrapilheira e solo para a fauna edáfica e do geotermômetro digital (7a) e da bateria de funis metálicos de Berlese-Tüllgren utilizados para a extração da fauna edáfica presente nos fragmentos florestais estudados da Restinga da Marambaia, RJ (7b).....21
- Figura 8.** Porcentagem dos grupos da fauna edáfica encontrados na serrapilheira (SE) e no solo (SO) dos fragmentos florestais (FF) 1 e 2 da Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006.....31

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Representação percentual dos gêneros de FMAs, conforme a riqueza de espécies encontradas nos fragmentos florestais (FFs) 1 (6a) e 2 (6b), da Restinga da Marambaia, RJ.....55
- Figura 2** – Distribuição percentual da quantidade total de esporos de FMAs extraídos, em dois fragmentos florestais da Restinga da Marambaia, RJ.....59

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Aspecto geral de uma das matrizes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), em frutificação, empregadas no estudo.....80
- Figura 2.** Detalhe dos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA)....82
- Figura 3.** Recipientes plásticos empregados no teste de germinação, acondicionados em germinador (3a) e detalhe de plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).....84
- Figura 4.** Detalhe das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) em casa de vegetação.....86
- Figura 5.** Tomada da altura das plantas (5a) e obtenção do diâmetro do caule das plantas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (5b).....87
- Figura 6.** Comparação entre mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) produzidas em S1 (LETRIP), inoculadas e não inoculadas com FMAs (6a); em

S2 (esterco), inoculadas e não inoculadas com FMAs (6b); em S2 e em S1 inoculadas com FMAs (6c); e em S2 e em S1 não inoculadas com FMAs (6d).....90

Figura 7. Detalhe de partículas de borracha do LETRIP, visualizadas em microscópio estereoscópico; esporo de FMA ligado a partícula de borracha do LETRIP; hifas de FMA presas à partícula de borracha, no LETRIP.....97

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I – Comunidade da Fauna do Solo em Fragmentos Florestais da Restinga da Marambaia, RJ	
Resumo.....	5
Abstract.....	6
1. Introdução.....	7
2. Revisão de Literatura.....	8
2.1. Restingas: solos e ciclagem de nutrientes.....	8
2.2. Fauna do solo.....	9
3. Material & Métodos.....	14
4. Resultados e Discussão.....	25
5. Conclusões.....	36
6. Referências Bibliográficas.....	37
CAPÍTULO II – Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em Fragmentos Florestais da Restinga da Marambaia, RJ	
Resumo.....	45
Abstract.....	46
1. Introdução.....	47
2. Revisão de Literatura.....	48
2.1. Restingas e ciclagem de nutrientes.....	48
2.2. Fungos micorrízicos arbusculares.....	49
3. Material e Métodos.....	52
4. Resultados e Discussão.....	54
5. Conclusões.....	61
6. Referências Bibliográficas.....	62
CAPÍTULO III – Produção de mudas micorrizadas de aroeira-pimenteira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.) em diferentes substratos	
Resumo.....	67
Abstract.....	68
1. Introdução.....	69
2. Revisão de Literatura.....	71
2.1. Substrato para produção de mudas de essências florestais.....	71

2.2. Resíduos como condicionantes de substratos.....	73
2.3. Sementes, recipientes e condições de insolação na produção de mudas de espécies florestais.....	75
2.4. Importância da simbiose micorrízica para a recuperação de restingas degradadas.....	76
2.5. <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (AROEIRA-PIMENTEIRA).....	78
3. Material e Métodos.....	83
3.1. Teste de germinação para sementes de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (aroeira-pimenteira).....	83
3.2. Teste de substratos para a produção de mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares.....	84
4. Resultados e Discussão.....	72
4.1. Teste de germinação para sementes de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).....	88
4.2. Teste de substratos para a produção de mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares.....	90
5. Conclusões.....	99
6. Referências Bibliográficas.....	100
CONCLUSÕES GERAIS.....	108

INTRODUÇÃO GERAL

A extensão do litoral brasileiro é superior a nove mil quilômetros (SUGUIO & TESSLER, 1984), dos quais cerca de cinco mil quilômetros (79% do litoral brasileiro) são cobertos por restingas e dunas de areia, cujos ecossistemas, localizados entre os ambientes marinho e continental, apresentam complexidade estrutural e diversidade biológica comparadas apenas às das florestas pluviais tropicais (ARAÚJO & LACERDA, 1987). Além disto, devido à diversidade de habitats, as restingas brasileiras são um dos mais complexos ecossistemas existentes. Essa característica, que por um lado lhes confere especial interesse e valor, também é responsável por sua fragilidade e extrema susceptibilidade às perturbações causadas pelo homem (ARAÚJO & LACERDA, 1987).

Restinga é um conjunto de ecossistemas nos quais comunidades vegetais florística e fisionomicamente distintas estão situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origem marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinação destas, de idade quaternária e, em geral, com solos pouco desenvolvidos (BRASIL, 1999).

A fauna e a flora das Restingas formam, em seu conjunto, associações bem típicas, embora compostas por animais e plantas encontrados nos mais diferentes ecossistemas, da Mata Atlântica à Amazônia (ARAÚJO, 2000).

A exploração predatória dos recursos naturais presentes nestes ecossistemas tomou vulto nos primórdios do descobrimento do Brasil, com a extração de madeira e lenha (ARAÚJO & LACERDA, 1987) e com a ampla exploração e comercialização de mamíferos e aves, antes abundantes nestes ecossistemas, fatos que transformaram a região costeira do Brasil no principal exportador de biodiversidade do planeta por quase 100 anos (BUENO, 1999). De fato, estes ecossistemas foram os primeiros a sofrerem os impactos antrópicos que, somente cerca de quatro séculos após o descobrimento do País, começaram a afetar os ecossistemas interioranos (LACERDA & STEVES, 2000).

Atualmente, a flora e a fauna litorâneas têm sido grandemente prejudicadas por aterros, construções de moradias, de estradas ou de áreas de lazer, deposição de rejeitos humanos e introdução de espécies exóticas (SOARES, 1984).

Como resultado da exploração de seus recursos biológicos naturais, pode-se atualmente considerar que as Restingas, em todo o litoral brasileiro, encontram-se de alguma maneira alteradas; infelizmente, a maioria destes ecossistemas está total ou parcialmente degradada (MMA, 1996).

As florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas Restingas, para fixação de dunas e estabilização de mangues, são áreas de preservação permanente (APPs) (BRASIL, 1965). Assim, a área de Restinga desprovida total ou parcialmente de sua vegetação natural é considerada uma área degradada, situação na qual se impõe a obrigatoriedade de recomposição da vegetação, a fim de se restaurar o ecossistema e suas funções ambientais. As APPs são definidas como áreas de grande importância ecológica, cuja função reside na preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade ecológica, da biodiversidade, do fluxo gênico da fauna e flora, da proteção do solo e do bem-estar das populações humanas (AHRENS, 2005).

Dentre os estudos envolvendo a Mata Atlântica, aqueles realizados no âmbito das restingas são de grande valia, pois estes ecossistemas estão sujeitos a condições mais adversas (altas temperaturas, períodos de seca, ventos constantes, elevada salinidade e escassez de nutrientes) do que as outras comunidades vegetais pertencentes a este bioma, tornando-as diferentes de outros ambientes (SCARANO, 2002).

O litoral fluminense apresenta uma posição de destaque no âmbito das pesquisas em restingas porque, de acordo com ARAÚJO (2000), seus caracteres geomorfológicos e climáticos são muito diversificados, o que se deve a sua localização estratégica, situada numa zona transicional entre duas grandes regiões litorâneas: uma que se estende do recôncavo baiano até o sul do Espírito Santo e outra que vai desta região até Laguna, no Rio Grande do Sul. Desta maneira, seus caracteres fisiográficos se configuram em um apanhado do observado para ambas as regiões, o que se reflete numa grande riqueza florística e uma cobertura vegetal bastante variada.

Dentre as restingas do Estado do Rio de Janeiro, a Restinga da Marambaia merece especial atenção e deve ser encarada como área de relevante interesse para a realização de inventários florísticos, porque apresenta bom estado de preservação, há poucas informações a respeito desta questão e tem potencial para destruição pelo homem (ARAÚJO, 2000), além da grande diversidade de ambientes dispostos em diferentes feições geológicas, como dunas, praias, cordões arenosos e depressões intercordões, decorrentes dos seus processos de formação (RONCARATI & MENEZES, 2005), que são marcadas por diferentes graus de saturação hídrica do solo, às quais se associam diferentes fitofisionomias.

De acordo com as características de drenagem do solo, as matas de restinga podem ser divididas em: matas arenosas ou secas, que possuem solo bem drenado, e matas paludosas ou brejos, as quais se desenvolvem sobre solos mal drenados.

Na Restinga da Marambaia ocorre um total de onze formações vegetais diferentes: quatro são herbáceas, quatro arbustivas e três florestais. Esta individualização seguiu, além da saturação hídrica do solo, os critérios fisionômicos e de composição florística (MENEZES & ARAÚJO, 2005). Os fragmentos florestais no quais foram realizados os estudos da comunidade da fauna do solo (Capítulo I) e da comunidade dos fungos micorrízicos arbusculares (Capítulo II) na Restinga da Marambaia correspondem à formação vegetal conhecida como “mata” ou “floresta periodicamente inundada” (ARAÚJO & HENRIQUES, 1984), atualmente denominada “floresta inundável”, por MENEZES & ARAÚJO (2005).

Embora muitos estudos tenham sido realizados em diversas restingas ao longo da costa brasileira, grande parte deles se concentrou no levantamento florístico e fitossociológico (GUEDES et al., 2006; REIS, 2006; DIAS, 2005; CORDEIRO, 2005; SCHERER et al., 2005; ASSIS et al., 2004; MENEZES & ARAÚJO, 2004; PEREIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2004; SÁ, 2002; PEREIRA et al., 2001; ASSUMPÇÃO & NASCIMENTO, 2000; ARAÚJO & HENRIQUES, 1984; PINTO et al., 1984; SILVA & SOMNER, 1984; WEINBERG, 1984; SILVA & GALLO, 1984; SILVA et al., 1984; SOARES, 1984), especialmente no caso do Estado do Rio de Janeiro, de tal forma que ARAÚJO (2000) considera que a flora de restinga do mesmo é uma das mais bem levantadas em toda a costa brasileira. Todavia, são poucos os trabalhos realizados até hoje com foco efetivo na recuperação e preservação destes ambientes, havendo lacunas, por exemplo, a respeito de informações sobre a participação ecológica dos fungos micorrízicos arbusculares e da fauna do solo nestes ambientes. Por exemplo, apenas recentemente um estudo sobre *Collembola* (fauna do solo), realizado na Restinga de Maricá, RJ, descreveu pela primeira vez algumas espécies desta ordem no Brasil, enquanto que outras espécies já conhecidas no país foram encontradas pela primeira vez no Estado do Rio de Janeiro e, em especial, em ecossistemas de restinga (FERNANDES & MENDONÇA, 2004).

Ainda há várias linhas de pesquisa a serem implementadas no âmbito das restingas, se destacando: a) ensaios para verificação da quebra de dormência de sementes de espécies arbóreas; b) testes de germinação; c) priorização de espécies para emprego na recuperação de áreas degradadas; d) adequação de substrato para a produção de mudas; e) identificação de

espécies vegetais que se associem com bactérias fixadoras de nitrogênio; f) identificação de fungos micorrízicos que participem da biota do solo; g) estudo da dependência micorrízica dos hospedeiros vegetais; h) caracterização e utilização da comunidade de organismos edáficos como bioindicadores de qualidade ambiental.

O esclarecimento destas questões auxiliará programas conservacionistas de recomposição de áreas degradadas em ambientes costeiros, embasando a definição de políticas para obtenção de espécies, produção e metodologias de germinação, plantio, adubação, entre outros, e conseqüentemente, a redução dos custos. Portanto, devem ser estimuladas pesquisas que venham a colaborar com o levantamento destas informações.

Neste contexto marcado pela carência de informações a respeito das restingas, o presente trabalho pretendeu colaborar por meio de estudos de caracterização da comunidade da fauna edáfica (Capítulo I) e de fungos micorrízicos arbusculares (Capítulo II) em fragmentos florestais associados a depressões intercordões arenosos da Restinga da Marambaia, RJ, e da produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi., uma espécie florestal nativa, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, em diferentes tipos de substrato, para a recuperação de áreas degradadas nestes ecossistemas (Capítulo III).

CAPÍTULO I

COMUNIDADE DA FAUNA DO SOLO EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DA RESTINGA DA MARAMBAIA, RJ

RESUMO

A função principal dos componentes da biota do solo é a participação nos processos de ciclagem de nutrientes, os quais são de grande importância nos ecossistemas tropicais oligotróficos, como é o caso das restingas. O presente estudo visou avaliar a comunidade da fauna do solo em dois fragmentos florestais (FFs) da Restinga da Marambaia, uma importante área com remanescentes de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, sujeitos à inundação. Um deles, FF 2, foi caracterizado por apresentar um maior nível de saturação do solo quando comparado ao FF 1. A coleta de amostras de fauna do solo ocorreu nos pontos mais livres de encharcamento possível. Para avaliação da fauna do solo, as amostras de serrapilheira e de solo foram obtidas com o auxílio de uma sonda metálica e, após a extração dos organismos por meio de funis coletores de Berlese-Tüllgren modificados, os mesmos foram identificados em grandes grupos. Em ambas as áreas estudadas Formicidae foi o grupo mais abundante e não houve preferência dos grupos em relação a um dos compartimentos estudados (solo/serrapilheira). As diferenças entre as áreas residiram no fato de FF 1 ter apresentado maior índice de Shannon e de equitabilidade, enquanto FF 2 guardou uma maior densidade de indivíduos e uma maior riqueza de grupos. Estes resultados podem ter sido reflexo da temperatura e do conteúdo de água no solo mais elevados em FF 2. Foram encontrados grupos da fauna do solo que só são identificados em ambientes não perturbados, demonstrando o estado de equilíbrio e bom funcionamento do ecossistema da Restinga da Marambaia.

Palavras-chave: Restinga da Marambaia, fauna do solo, biota do solo de restingas.

ABSTRACT

The main function of the soil biota is the participation in the nutrients cycling processes, which are very important in tropical oligotrophic ecosystems, such as restingas sand coastal ecosystems. The present study aimed to evaluate the soil animal communities in two temporarily flooding forest fragments (FF), one with higher soil water content (forest fragment 2) than the other one (forest fragment 1), in Restinga da Marambaia, an important area with remainders of Atlantic Rainforest in the State of Rio de Janeiro. Randomized litter samples and soil surface were taken, with a metallic sounding lead. The fauna groups were collected by modified Berlese-Tüllgren funnels and then identified. Formicidae was the most abundant group and there wasn't any preference of the groups in relation to one of the studied compartments (soil/litter); the site 1 presented the highest index of Shannon and Pielou, while the site 2 kept the highest density and the richness of groups. These results should be due to the highest soil temperature and water content in FF 2. It was observed the presence of some soil fauna groups that are only perceived in undisturbed environments, demonstrating the good functioning of the studied ecosystem.

Key words: Restinga da Marambaia, soil fauna community, soil biota of sand coastal ecosystems.

1. INTRODUÇÃO

A produção de biomassa vegetal depende basicamente de luz, água e suprimento adequado de nutrientes. Já que as plantas utilizam nutrientes minerais sob a forma inorgânica, elas dependem da taxa sob a qual a mineralização destes ocorre no solo (REICHLE, 1977).

Em ecossistemas de mata natural, o aporte de nutrientes para os organismos se mantém em função de uma ciclagem dos mesmos, isto é, do reaproveitamento dos elementos químicos presentes nos dejetos animais e na serrapilheira. Nestes ambientes, a ciclagem é mais equilibrada, o que concorre para uma maior estabilidade, em comparação com povoamentos homogêneos.

ODUM (1998) considera a serrapilheira um tipo de subsistema ecológico, onde bactérias e fungos trabalham conjuntamente com pequenos artrópodos na decomposição da matéria orgânica, sendo que a remoção destes últimos resulta na redução importante deste processo de decomposição.

A ciclagem é afetada tanto por aspectos abióticos (temperatura e umidade, principalmente) quanto por aspectos bióticos (composição química e quantidade do material vegetal que retorna ao solo; estrutura da comunidade de organismos que atuam na fragmentação e decomposição da serrapilheira).

A fauna do solo pode atuar diretamente na ciclagem, pois ao fragmentar a matéria orgânica, a superfície das partículas orgânicas é aumentada, o que facilita o “ataque” pelos decompositores propriamente ditos, que são os microrganismos, ou indiretamente, ao preda a microflora, o que acaba regulando a população desta.

Áreas de florestas tropicais situadas sobre solos antigos pré-cambrianos, altamente lixiviados, ou sobre depósitos arenosos pobres em nutrientes, são tão viçosas e produtivas quanto aquelas presentes em locais eutróficos, isto é, férteis. A explicação para este fato reside na complexa simbiose entre autótrofos e heterótrofos e microrganismos intermediários especiais (ODUM, 1998). Neste raciocínio encaixam-se as restingas, que são exemplo de ambientes oligotróficos; a fauna do solo, a qual engloba organismos heterótrofos que atuam na ciclagem de nutrientes; e os fungos micorrízicos arbusculares, os quais fazem parte do grupo dos microrganismos intermediários especiais.

O solo, que engloba componentes bióticos e abióticos que estão em contato íntimo, é um importante recurso natural que tem sido submetido a inúmeras agressões antrópicas, o que tem gerado preocupações em respeito a sua preservação e recuperação. Esta situação é especialmente alarmante no caso das restingas. Deste quadro, emergem várias linhas de pesquisa cuja finalidade reside na busca de informações que sirvam de base para a tomada de medidas de proteção (evitar os danos), mitigação (redução dos danos) e compensação (medida a ser adotada para as hipóteses nas quais não seja possível recuperar ou mitigar os danos impostos ao meio ambiente) por danos provocados aos ecossistemas, onde se inserem os estudos sobre a diversidade da fauna do solo.

Partindo desta premissa, este estudo teve como objetivo geral obter informações sobre a comunidade da fauna do solo de fragmentos florestais periodicamente inundados, da Restinga da Marambaia, RJ, cujos objetivos específicos foram identificar os grupos da fauna do solo que ocorrem nos fragmentos estudados; avaliar se há diferenças entre os fragmentos quanto à densidade, riqueza e diversidade de grupos da fauna do solo; observar possíveis diferenças na distribuição vertical da fauna do solo nestes fragmentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. RESTINGAS: SOLOS E CICLAGEM DE NUTRIENTES

As Restingas são ecossistemas que se encontram associados ao bioma Mata Atlântica, o qual, de acordo com CAPOBIANCO (2002), originalmente ocupava cerca de 1.306.000 km², área que equivale a aproximadamente 15% do território brasileiro, abrangendo integral ou parcialmente 17 Estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo. Atualmente, mais de 90% de sua área original já foram destruídos.

As restingas são, no sentido geomorfológico, áreas de sedimentação quaternária, e também formações vegetais que cobrem as planícies arenosas costeiras (SUGUIO & TESSLER, 1984).

Os solos nas áreas de restinga são classificados como Areias Quartzosas Marinhas (atualmente Neossolos Quartzarênicos), localizados próximos ao mar, imediatamente após as praias, e Podzóis (atualmente Espodosolos), que predominam nas baixadas correspondentes às Restingas (BRASIL, 1958; EMBRAPA/SNCLS, 1980; OLIVEIRA et al., 1992).

Segundo ALBERTONI & ESTEVES (1999), a fragilidade deste tipo de ecossistema é confirmada pela espessura do solo (de cinco a dez centímetros). A retirada da vegetação, em estágios mais avançados de degradação, acarreta a intensa erosão do solo pelos ventos (ARAÚJO & LACERDA, 1987). Tais características são responsáveis pela elevada vulnerabilidade das restingas ao impacto antrópico.

Os ecossistemas de restinga se caracterizam por apresentarem solos arenosos e pobres em argila (ARAÚJO & LACERDA, 1987) e em nutrientes. A textura destes solos concorre para a baixa retenção dos nutrientes. Estas características, aliadas à maresia, salinidade, elevadas temperaturas diurnas, movimento de dunas e baixo conteúdo de água acabam interferindo na ocupação da área pela vegetação (SOARES, 1984), a qual exerce importante papel na estabilização do sedimento arenoso.

É nas pequenas depressões ou baixadas mais úmidas que a vegetação encontra-se mais protegida dos fatores anteriormente citados; isto propicia um maior desenvolvimento da comunidade vegetal em número de espécies e de indivíduos. Entretanto, mesmo nestas condições, o solo é pobre em nutrientes para as plantas (SOARES, 1984).

A natureza química e física dos solos de restinga exerce influência direta sobre a qualidade da serrapilheira, a qual é pobre em bases e apresenta uma alta relação carbono/nitrogênio, o que indica que a velocidade de mineralização é lenta, pois leva cerca de um ano para que a massa das folhas e dos galhos seja reduzida em 50% e 25%, respectivamente, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica em superfície nos solos. Este acúmulo permite que as plantas sejam o principal reservatório de Na, K, Ca e Mg, como foi verificado por HAY & LACERDA (1984) nas restingas da Barra de Maricá e Macaé, RJ.

PEREIRA et al. (2005) observaram que, em um estudo realizado na Restinga da Marambaia, RJ, a participação da fração folhas foi a mais importante no aporte de serrapilheira, cuja decomposição foi considerada lenta, aportando ao solo 112,2 kg de N ha⁻¹, 2,39 kg de P ha⁻¹ e 129,7 kg de K ha⁻¹.

Em todo ecossistema, os organismos autotróficos e heterotróficos funcionam conjuntamente, interagindo com o ambiente físico. Na natureza, as partes vivas e as não-vivas se encontram entrelaçadas tão fortemente que é difícil separá-las, de sorte que grande parte dos

elementos essenciais, como o carbono, o nitrogênio e o fósforo, e dos compostos orgânicos (carboidratos, proteínas, lipídeos) estão em constante fluxo entre as fases viva e não-viva (ODUM, 1988).

Nos ambientes de restinga, o solo não é a principal fonte de nutrientes para os vegetais; esta se constitui no *spray* marinho, ou seja, na maresia presente na atmosfera (ARAÚJO & LACERDA, 1987).

Embora muitas vezes o mar funcione como a maior fonte de adição de nutrientes via lençol freático, os nutrientes que entram no sistema não são retidos nos solos por muito tempo e, muitas vezes, o lençol freático age mais como dreno do que como fonte de nutrientes (HAY & LACERDA, 1984).

Essas características mostram a importância dos mecanismos capazes de reter ou retardar a saída de nutrientes do referido ecossistema, tais como: a retenção de nutrientes de origem atmosférica, a ciclagem de nutrientes, a decomposição lenta da matéria orgânica, o crescimento superficial de raízes, grande cobertura de epífitas.

Quanto à ciclagem de nutrientes, as interações entre as comunidades de vegetais e a biota do solo são indispensáveis para a sua manutenção em ecossistemas naturais, e a perturbação destas interações põe em risco o funcionamento equilibrado dos mesmos, podendo levar a prejuízos sócio-econômico-ambientais, incluindo a extinção de espécies.

2.2 FAUNA DO SOLO

A maior parte da biodiversidade mundial, a qual é estimada em 5 a 80 milhões de espécies, é composta por invertebrados, organismos que são majoritariamente representados por artrópodes e, mais especificamente, insetos. Entre os insetos terrestres, grande parte passa pelo menos uma fase do seu ciclo no solo, habilitando-os a compor a comunidade edáfica (GILLER, 1996), que é representada por quase todas as classes ou ordens conhecidas de invertebrados (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).

A biodiversidade é extremamente importante para os ciclos biogeoquímicos, uma vez que as transformações que ocorrem nos mesmos dependem de atividades específicas que diversos organismos realizam (CORREIA, 2002), entre os quais: microrganismos (bactérias e fungos) e a fauna do solo, que compõem a biota do solo. Esta biota é um componente vital no processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, sendo que sua atuação na dinâmica da decomposição da matéria orgânica influencia vários níveis da cadeia trófica (NÜSSLEIN & TIEDJE, 1999). Todas as etapas do processo de mineralização da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes ocorrem nos compartimentos serrapilheira e solo, que funcionam não apenas como fonte de alimento para a fauna do solo, pois também servem de habitat, garantindo-lhes as condições para sua sobrevivência e reprodução (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Existe uma forte ligação entre a biota do solo e a comunidade vegetal; organismos do solo influenciam na disponibilidade de nutrientes para as plantas, enquanto a cobertura vegetal em determinado ambiente pode favorecer ou não a presença de certos grupos da fauna do solo. Para CORREIA & ANDRADE (1999), uma serrapilheira heterogênea, que é o resultado de uma cobertura vegetal diversa, possibilita a colonização de diferentes espécies da fauna do solo com variadas estratégias de sobrevivência. Desta forma, é esperado encontrar elevada diversidade das comunidades edáficas em uma floresta tropical, devido à presença de diferentes microhabitats.

VARGAS et al. (2007) estudaram a comunidade de formigas em três fitofisionomias na Restinga da Marambaia, litoral sul do estado do Rio de Janeiro: vegetação herbácea fechada de cordão arenoso, um habitat homogêneo; arbustiva fechada de cordão arenoso; e floresta de

cordão arenoso, ambos considerados habitats heterogêneos. A menor densidade de espécies, abundância e diversidade foi verificada no habitat homogêneo, onde a serrapilheira foi a menos diversificada.

Investigando a influência de diferentes coberturas vegetais (reserva estritamente natural, uma zona vizinha à reserva natural, cultivos de mandioca, de *Gmelina arborea*, de *Tectona grandis* - teca - e de *Pinus caraba* - pinheiros) na diversidade e densidade de ácaros do solo, na Reserva da Biosfera Omo, Nigéria, BADEJO & OLA-ADAMS (2000) perceberam que os ácaros criptostigmatídeos apresentaram alta densidade na reserva estritamente natural e na zona vizinha à reserva natural, áreas marcadas por um maior conteúdo de matéria orgânica e um valor de pH mais próximo da neutralidade, características que conferiram a estas áreas uma maior fertilidade do solo. Em contraste, este mesmo grupo possuiu uma baixa densidade nas áreas cultivadas, o que permitiu concluir que a população deste grupo esteve fortemente ligada à fertilidade do solo. Estes autores assinalam que a maior riqueza de grupos de ácaros foi observada na zona vizinha à reserva natural e na reserva estritamente natural, ao passo que a menor, na área cultivada com mandioca. Na área cultivada com *Gmelina*, observou-se elevada diversidade de ácaros e dominância do gênero *Scheloribates*, sugerindo que esta cobertura, a qual foi similar à da área estritamente natural devido à elevada densidade de cobertura do solo, é mais favorável a esta população de ácaros do que a cobertura gerada por pinus e teca. Apesar da espessa cobertura do solo ocasionada por pinus, nesta área houve pouca presença de ácaros do solo, o que deve ter sido, provavelmente, fruto da composição química da serrapilheira.

Há estimativas, baseadas em diversos estudos, a respeito da densidade (número de indivíduos.m⁻²) de alguns organismos da fauna do solo, como, por exemplo, colêmbolos (de 0,5 a 2 x 10⁵), larvas de coleópteros (de 10 a 10³), larvas de dípteros (de 10 a 10³), minhocas (1 a 5 x 10²), térmitas (10² a 10⁵) e formigas (10² a 10⁵) (ASSAD, 1997). Entretanto, tais valores não são reais e subestimam o que realmente ocorre na natureza (CORREIA & ANDRADE, 1999).

A fauna edáfica influencia a atividade dos microrganismos de forma direta, em função da fragmentação da serrapilheira e das modificações físicas e químicas no solo, e de forma indireta, por meio de interações com os microrganismos (SWIFT et al., 1979), regulando suas populações (CORREIA, 2002).

Os organismos que compõem a fauna do solo possuem ampla variação quanto ao diâmetro e tamanho (AQUINO, 2005), forma, funções e metabolismo. Portanto, várias classificações têm sido criadas. Aquela que se baseia no diâmetro corporal dos animais acaba por guardar relação com o diâmetro do tubo digestivo e do aparelho bucal que, por sua vez, determinam o tipo de recurso alimentar e o potencial de consumo (CORREIA & OLIVEIRA, 2000). A partir daí, a fauna do solo foi dividida em: micro, meso, macro e megafauna (SWIFT et al., 1979).

A microfauna engloba organismos com diâmetro corporal compreendido entre 4 µm e 100 µm, os quais são aquáticos e vivem associados ao filme de água no solo. Indiretamente, têm importante papel na regulação da ciclagem de nutrientes por meio da ingestão de bactérias e fungos. A esta subdivisão pertencem, entre outros, protozoários e nematódeos.

Da mesofauna fazem parte os invertebrados com diâmetro entre 100 µm e 2 mm, que são terrestres e dependem extremamente da umidade do solo. Estes animais têm diversas atividades tróficas, entre elas o consumo de microrganismos e da microfauna e a fragmentação da matéria vegetal em decomposição. Envolve, por exemplo, ácaros, colêmbolos e enquitrídeos.

A macrofauna é representada por invertebrados cujo diâmetro corporal varia de 2 mm a 20 mm, da qual fazem parte minhocas, formigas e cupins, entre outros.

Aqueles que possuem diâmetro corporal superior a 20 mm são denominados megafauna, composta por alguns oligoquetos, diplópodes, quilópodes e coleópteros.

Os inúmeros grupos taxonômicos de invertebrados edáficos têm sua influência sobre os solos variando de um grupo para o outro e, muitas vezes, entre espécies de um mesmo grupo. Desta forma, a função dos grupos depende de sua mobilidade, seus hábitos alimentares e a posição espacial em que se encontram (ASSAD, 1997).

Uma outra classificação se reporta à funcionalidade da fauna do solo, a qual é então dividida em: engenheiros do ecossistema, decompositores e micropredadores (LAVELLE et al., 1995).

Anelídeos, térmitas e formigas constroem ninhos, cavidades e galerias e transportam material mineral e orgânico do solo e, por este motivo, são chamados de engenheiros do ecossistema. A sua atividade acaba afetando direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para os demais organismos e alterando profundamente as características físicas e químicas do solo (AQUINO, 2005), marcando a evolução do mesmo (ASSAD, 1997).

Apesar de os decompositores da serrapilheira possuírem um aparato digestivo com uma capacidade enzimática limitada e, em função disto, não serem capazes de decompor compostos como a celulose ou a lignina, suas interações com microrganismos promovem o sinergismo no sistema da decomposição (CORREIA & OLIVEIRA, 2000). Isto porque seus representantes, como, por exemplo, microartrópodos que se alimentam e vivem na serrapilheira, enquitreídeos (uma família representada por pequenas minhocas) e os cupins xilófagos, entre outros, acabam regulando a atividade microbiana (AQUINO, 2005) ao aumentar a superfície disponível para a ação da microflora com a fragmentação dos detritos, além de estimular suas populações quando se alimentam de certos grupos de fungos e bactérias e quando acrescentam proteínas e substâncias de crescimento, que normalmente estão presentes em suas excreções (ODUM, 1988). De fato, suas fezes funcionam como inóculo de microrganismos sobre a serrapilheira (CORREIA & ANDRADE, 1999). Estima-se que o aumento superficial da matéria orgânica em virtude da fragmentação dos resíduos orgânicos, da ingestão e da defecação realizada pelos invertebrados do solo seja superior a quinze vezes (AQUINO et al., 2005). Uma outra interação entre a fauna do solo e os microrganismos se dá quando esta transporta, com o seu deslocamento, os microrganismos, que têm mobilidade limitada, promovendo, então, uma maior dispersão destes no ambiente (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).

Já os micropredadores se alimentam de microrganismos e, desta maneira, atuam regulando a biomassa e mantendo a diversidade do meio ao evitar a dominância de certos grupos (AQUINO, 2005). Além dos micropredadores, como os protozoários e os nematóides, há os macropredadores (aranhas, coleópteros, díptera, formigas e outros), que ajudam a manter baixa a densidade de insetos herbívoros, evitando que o seu próprio suprimento de alimentos e seu habitat sejam destruídos (AQUINO et al., 2005).

A estabilidade do ecossistema é fruto da interação entre vários processos indissociáveis (CORREIA, 2002), dos quais fazem parte os processos ecológicos dentro das populações, as interações entre as espécies ou grupos de organismos em uma certa comunidade e o próprio ambiente físico. Em solos com vegetação natural, a evolução do ecossistema é decorrente dos processos e mecanismos de adaptação dos recursos biológicos às condições ambientais, já que os mesmos são afetados pela redução da qualidade e da quantidade da matéria orgânica, que é sua fonte alimentar, e por alterações edafoclimáticas bruscas, tais como estiagem prolongada, encharcamento do solo, fogo, congelamento, compactação do solo, a qual afeta diretamente a porosidade e, desta maneira, altera a circulação de água, a oxigenação e até mesmo a capacidade que os organismos têm de se mover (ASSAD, 1997).

Populações são grupos de indivíduos de um tipo qualquer de organismo, enquanto que o seu conjunto em uma determinada área configura uma comunidade (ODUM, 1988). Por exemplo,

a comunidade da fauna do solo em determinado local e época pode abrigar populações de ácaros, de colêmbolos, oligoquetos etc.

Investigar quais espécies estão presentes e quando elas estão presentes em determinado ecossistema, sua abundância, que espaço é por elas ocupado e como ele é ocupado, enfim, conhecer a comunidade é uma tarefa difícil e que demanda a participação de diversos taxonomistas, situação que é agravada pelo fato de haver poucos estudos sobre diversos invertebrados. Desta forma, se tem procurado retratar uma comunidade escolhendo-se grandes grupos taxonômicos, grupos associados a certos pontos do habitat ou que tenham função semelhante, o que traz como vantagens a maior facilidade de execução do trabalho de identificação e permite um conhecimento global da variedade de organismos presentes, a qual reflete uma avaliação geral da qualidade do solo, podendo-se ainda apontar grupos funcionais que podem ser objeto de um estudo mais detalhado (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).

Existe uma correlação positiva entre diversidade e estabilidade ecológica. Para ODUM (1988), quanto maior a diversidade, maiores são as chances de mais de uma espécie ou grupo de espécies desempenharem o mesmo papel ecológico (redundância), o que é interessante porque se um determinado grupo sofrer mais severamente as conseqüências de um impacto, o outro grupo com funções semelhantes e menos afetado do que este pode promover a compensação nos fluxos de energia e de materiais. Assim sendo, a estabilidade do ecossistema depende da habilidade da comunidade de conter espécies ou grupos funcionais capazes de fornecer diferentes respostas às condições ambientais (CORREIA, 2002).

Quando o ambiente é simplificado e ocorre uma redução da diversidade de espécies animais e vegetais, as flutuações nas suas populações se tornam marcantes, o contingente populacional tende a assumir valores descontrolados e os recursos se tornam escassos e insuficientes para a manutenção das funções ambientais.

Quanto maior é a diversidade em determinado ecossistema, maior tende a ser a sua complexidade. De uma maneira geral, esta complexidade costuma aumentar em ambientes livres de perturbações, o que concorre para um aumento da sua estabilidade, embora uma maior diversidade não necessariamente promova a estabilidade do ecossistema, pois alguns deles, quando perturbados periodicamente, tendem a apresentar uma diversidade mais elevada do que aqueles em “equilíbrio” (ODUM, 1988).

No biomonitoramento de área de empréstimo em reabilitação na Ilha da Madeira, RJ, região sob domínio da Mata Atlântica, os ambientes com maior riqueza vegetal apresentaram a maior riqueza de formigas, em comparação com os ambientes simplificados, em virtude da maior disponibilidade de nichos a serem colonizados onde a serrapilheira é mais heterogênea. Portanto, estes organismos sofrem forte influência da estrutura vegetal, refletindo as mudanças ambientais (PEREIRA et al., 2005).

Apesar de a fauna do solo possuir elevada diversidade funcional (CORREIA, 2002), a redundância funcional destes organismos é muito grande. Todavia, o conhecimento da riqueza de grupos é relevante para a compreensão do funcionamento e do nível de perturbação que o ecossistema pode apresentar, se for o caso, pois, segundo PERRY et al. (1989), há diferenças entre os grupos com redundância funcional quanto às preferências de microhabitat, à tolerância ambiental e exigências fisiológicas.

Avaliando a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas (PA), CORREIA et al. (2005) observaram que aos reflorestamentos mais antigos esteve associada uma comunidade da fauna do solo mais rica em espécies, confirmando a maturidade destes ambientes.

Pelo fato de a comunidade da fauna do solo participar amiúde dos processos que ocorrem na serrapilheira e no solo, decompondo e mineralizando a matéria orgânica, e por apresentar grande sensibilidade às interferências no ecossistema, a sua composição reflete o estado de funcionamento do mesmo (CORREIA & ANDRADE, 1999; DORAN & ZEISS, 2000).

Então, perturbações ambientais podem ser detectadas quando acontecem alterações na comunidade da fauna do solo (SILVA & CORREIA, 2000), tanto com relação à diversidade quanto à densidade da fauna do solo, geradas por alguma intervenção na cobertura vegetal (CORREIA & ANDRADE, 1999). A diminuição da diversidade e a alteração da estrutura da população de determinados grupos da fauna do solo podem indicar um processo de degradação do solo e, conseqüentemente, a perda de sua sustentabilidade (SILVA, 1998), a médio e longo prazos (DORAN & ZEISS, 2000). Este fato, aliado à crescente preocupação com a devastação de ecossistemas naturais, estimulou o surgimento de estudos da fauna do solo como bioindicadora da qualidade do solo, mas esta sugestão ainda está sendo construída (AQUINO et al., 2005).

Dentre as características que um bom indicador biológico deve ter, figuram: a capacidade de refletir o funcionamento do ecossistema, o monitoramento economicamente viável e uma distribuição universal (HOLLOWAY & STORK, 1991).

SILVA & CORREIA (2000) investigaram a comunidade da fauna do solo de duas áreas de Restinga, uma preservada e outra degradada e em processo de recuperação, no Parque Nacional da Restinga da Jurubatiba, RJ, e perceberam uma diferença altamente significativa entre as duas áreas quanto à densidade dos grupos, que foi superior na primeira área (2.077 indivíduos.m⁻²), em comparação com a segunda área (886 indivíduos.m⁻²). Além disto, todos os grupos encontrados no seu trabalho (19) estiveram presentes na área preservada, ao passo que na área degradada estiveram ausentes quatro deles: Orthoptera, Psocoptera, Pseudoscorpionida e Diplura. Sendo assim, este estudo evidenciou a sensibilidade da fauna do solo como indicador biológico das condições ambientais, pois a composição da comunidade da fauna do solo e as densidades, para a maioria dos grupos, foram diferentes entre as duas áreas estudadas.

Ainda há informações incipientes a respeito das espécies, da estrutura e da dinâmica das comunidades de fauna do solo e, portanto, estudos que investiguem estes temas contribuem para o maior conhecimento do potencial da biodiversidade (CORREIA, 2002) e podem contribuir para a aplicação da fauna do solo como bioindicadora da qualidade ambiental, permitindo o monitoramento dos ecossistemas e auxiliando nos programas de recuperação e nas iniciativas de preservação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material de fauna do solo foi realizada em outubro de 2006, em dois fragmentos florestais (FFs) localizados na porção oeste da Restinga da Marambaia, RJ. Como se trataram de fragmentos temporariamente inundados, o material foi coletado em pontos com o menor grau de encharcamento possível.

A Restinga da Marambaia é uma das poucas localidades da região costeira brasileira que ainda abriga todas as características naturais. Na verdade, a Marambaia inclui, além da restinga, uma ilha de mesmo nome, que serviu como ponto de sedimentação de materiais trazidos por correntes litorâneas. Daí surgiu a restinga, que tem o aspecto de uma comprida língua de areia e foi responsável pelo isolamento parcial entre a Ilha da Marambaia e a Barra de Guaratiba, a partir do qual se formou a baía de Sepetiba. O próprio nome Marambaia já destaca este aspecto, pois significa “cerco de mar”, derivando de *mbará-mbai*, do tupi-guarani (MENEZES et al., 1998), fazendo alusão à separação do Oceano Atlântico.

A Restinga da Marambaia se situa nas coordenadas 23° 03' S e 43° 36' W (MATTOS, 2005) e está em parte distribuída nos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba. Corresponde a uma estreita faixa arenosa, com cerca de 40 km de comprimento no sentido L-O e 49,4 km² de área, a qual emerge poucos metros acima do nível médio do mar, a não ser onde se dispõem as dunas, locais onde pode atingir até 30 m de altura. Na extremidade Oeste, esta restinga se liga ao Pico da Marambaia, elevação com 641 m de altitude; é nesta porção que ela atinge sua maior largura, estimada em 3,5 km. Na parte central, ocorre um estreitamento de até 120 m de largura, em função da remobilização dos sedimentos arenosos por meio das correntes internas da Baía de Sepetiba. Na outra extremidade (Leste), situa-se a parte mais próxima ao continente, a ponta de Guaratiba, cuja largura aproximada é de 1,8 km; nesta porção ela quase chega a se ligar ao continente, o que não ocorre em virtude de uma interrupção ocasionada pelo Canal do Bacalhau, por onde passam as águas que circulam nos manguezais de Guaratiba, na Baía de Sepetiba (RONCARATI & MENEZES, 2005) (Figuras 1 e 2).

De acordo com os critérios de Köppen, a área estudada enquadra-se no macroclima do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso. As chuvas são abundantes no verão e escassas no inverno (MATTOS, 2005), com uma precipitação média anual em torno de 1027,2 mm, com o mês de agosto sendo o mais seco (precipitação média de 47,4 mm) e março, o mais chuvoso (precipitação média de 140,6 mm). Não existe uma estação seca bem definida ao longo do ano. As temperaturas do ar são características de áreas litorâneas tropicais: a temperatura média anual chega a 23,6° C, com os valores extremos ocorrendo em fevereiro, que é o mês mais quente (temperatura média de 26,7° C), e em julho, que é o mais frio (temperatura média de 21,0° C) (MENEZES & ARAÚJO, 2005).

A Marambaia é uma região de uso restrito das forças militares: Exército, na porção leste; Aeronáutica, na porção intermediária; e Marinha, no extremo oeste. Este ambiente resguarda parcela importante da Mata Pluvial Costeira do Estado do Rio de Janeiro, tanto em função da posição geográfica quanto em função do acesso restrito imposto pelas forças armadas (PEREIRA et al., 1990), as quais coíbem a caça, a retirada de madeira e areia e, principalmente, a especulação imobiliária, concorrendo para o seu bom estado atual de preservação (DIAS, 2005) e para sua constituição em um dos poucos refúgios para a fauna e a flora de Restinga (MENEZES et al., 1998) no Estado do Rio de Janeiro.

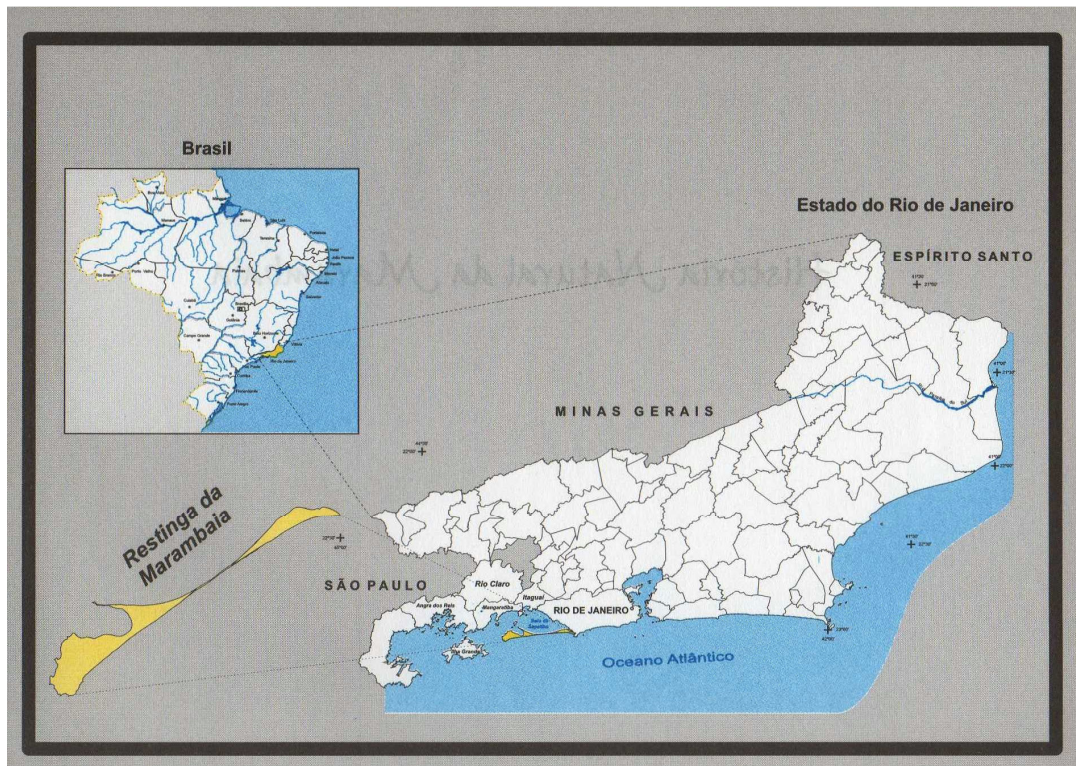


Figura 1. Localização da Restinga da Marambaia, RJ, na costa brasileira.
Fonte: MENEZES (Eds.), 2005.



Figura 2. Localização da Restinga da Marambaia no Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: MENEZES (Eds.), 2005.

Os FFs estudados apresentam elevado grau de saturação hídrica do solo, o qual decorre do transbordamento do lençol freático como resultante das áreas estarem inseridas em depressões entre cordões arenosos. Entretanto, eles guardam entre si diferenças quanto ao grau de hidromorfismo: enquanto nos meses mais secos permanecem apenas poças esparsas em FF 1, em FF 2, neste mesmo período, ainda costuma se conservar uma lâmina d' água de 4 cm na superfície do solo toda a sua extensão.

A Figuras 3 ilustra o aspecto externo dos FFs estudados, enquanto as Figuras 4a e 4b, o aspecto interno, caracterizado pela condição de elevada saturação hídrica do solo, a qual é responsável pelo acúmulo de espessa camada de material orgânico na superfície do solo.



Figura 3. Face externa dos fragmentos florestais estudados da Restinga da Marambaia, RJ.

Devido à condição de maior saturação do solo em FF 2, em comparação com FF 1, a camada de acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo do primeiro fragmento apresenta uma maior espessura (respectivamente, camada superior a 50 cm e superior a 40 cm). Segundo MENEZES et al. (2005), os solos das áreas foram classificados como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.