



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Caracterização florística e fitossociológica de fragmentos na Mata Atlântica em restauração e reabilitação da Ilha da Madeira, RJ

SCHWEYKA STANLEY HOLANDA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr: RICARDO VALCARCEL

Seropédica, RJ
Dezembro, 2009

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE
FRAGMENTOS NA MATA ATLÂNTICA EM RESTAURAÇÃO E
REABILITAÇÃO DA ILHA DA MADEIRA, RJ**

SCHWEYKA STANLEY HOLANDA DE OLIVEIRA

Monografia apresentada ao
Instituto de Florestas da
Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos para a obtenção do
título de Engenheiro Florestal.

Sob Orientação do Professor

RICARDO VALCARCEL

Seropédica, RJ
Dezembro de 2009

Caracterização florística e fitossociológica de fragmentos na Mata Atlântica em restauração e reabilitação da Ilha da Madeira, RJ

SCHWEYKA STANLEY HOLANDA DE OLIVEIRA

Seropédica, 17 de dezembro de 2009

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Ricardo Valcarcel
DCA/IF/UFRRJ
(Orientador)



Profª. Alexandra Pires
DCA/IF/UFRRJ



Julia Kishida Bochner
INEA / Eng. Florestal

*Dedico este trabalho à minha mãe que
amo tanto e sempre foi e será o meu firme
alicerce.*

*“Tantas palavras escritas desde o princípio,
tantos traços, tantos sinais, tantas pinturas,
tanta necessidade de explicar e entender, e ao
mesmo tempo tanta dificuldade porque ainda
não acabamos de explicar e ainda não
conseguimos entender”.*
José Saramago

AGRADECIMENTOS

À Deus por dar-me força, perseverança e discernimento de aguentar todas as tempestades que passei até aqui.

À toda minha família, minha mãe Maria Genervra, meus irmãos Scheckter, Schineyder e Schweck, meu querido sobrinho Yancker e ao meu pai Antônio José, pelo apoio cada um ao seu modo.

Ao Professor Dr. Ricardo Valcarcel, por sua valiosa orientação, apoio, confiança e pelo tempo, pacientemente dedicado a tantas demandas surgidas no caminho.

Agradeço a todos que também ajudaram, diretamente ou não, na construção e materialização deste trabalho e peço desculpas àqueles que, porventura, não sejam citados, mas saibam que levo comigo uma eterna gratidão.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me acolhido com tanto carinho, por fazer-me crescer vivendo mais coisas boas que ruins.

À equipe do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas, João Kleber, Pablo, Felipe, Gilsonley, Pollyanna, Wilson, Hiram, Cristiane Roppa, Cristiana Couto, Erika Cortines.

Ainda dentro do LMBH, tenho que destacar algumas pessoas muito especiais, que foram de suma importância ao longo da realização deste trabalho, José Antônio (Montanha), meu braço direito no campo, no laboratório e nos últimos momentos da graduação. Flavinha! Sem você acho que quase nada seria possível, muito obrigada pela amizade e paciência nos favorzinhos.

À Joana Farias dos Santos e sua família pela imensa amizade que firmamos, pelos conselhos e desabafos à caminho da Ilha da Madeira, se o Urano falasse...

À minhas irmãs do F4- 209 e agregadas, foram muitas que passaram ao longo dos anos que estive lá, mas tenho que destacar a atual formação, Aline, Amanda, Carla, Marcela, Maria, Rafaela, Susana, Larissa e Adriana (Cupico) pelas brincadeiras, pelos momentos de descontração (“Horário Internacional”), pela boa convivência, por tudo que aprendi com todas vocês. Vou sentir muita falta das bagunças e gritarias na véspera das minhas provas...

À turma 2005-II, conheci muitas pessoas importantes em todos esses anos, mas vocês foram a minha primeira família, pelas incontáveis horas de estudos, pelas festinhas, pelas idas à pizzaria, por compartilharmos os mesmos medos e incertezas, muitos choros e alegrias.

Às minhas grandes amigas, Amélia e Vanessa Emília, que sempre me ajudaram muito em tudo que foi possível e impossível, pela paciência de respeitar as diferenças, por me receberem em suas casas com tanto carinho.

À todos que ajudaram-me nas coletas de campo.

Ao Alexandre e Guilherme pelo grande auxílio na identificação das espécies.

Aos meus cachorrinhos, Pítuxa que está lá em casa me esperando, Nick e Chocolate que não consegui tê-los até o final, e também ao novo morador de casa o gatinho Nani, queridos e fiéis companheiros, os mais prejudicados durante os meus anos de ausência, agradeço por todos os momentos maravilhosos que passamos juntos, pelas voltinhas no bosque, pelos banhos de domingo, pelos olhares que não carecem palavras para te reconfortar.

À Fundação de Apoio a Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, pelo financiamento do trabalho.

Resumo

O conhecimento da dinâmica dos remanescentes florestais é primordial para o estabelecimento de ações pertinentes de conservação e restauração. O estudo objetivou caracterizar a composição florística e fitossociológica em um fragmento florestal em processo natural de restauração espontânea e em fragmento reabilitado na Mata Atlântica, expostos a fatores abióticos similares. A área de estudo situa-se na região Costa Verde, na Baía de Sepetiba, Distrito da Ilha da Madeira, município de Itaguaí-RJ. Fez-se o georeferenciamento com base cartográfica do município de Itaguaí, caracterização da área e dos processos de degradação e recuperação. Utilizou-se ortofoto e fotografia aérea da área. O polígono da área teve perímetro de 11.640,152 m e área total de 291.822 ha, com 41 microbacias hidrográficas, sendo que as voltadas ao sul, sudeste e sudoeste do divisor são mais resilientes e as situadas ao norte apresentam menor capacidade de resiliência. Foi realizado o levantamento fitossociológico em uma área em processo de restauração com 40 anos e em área de reabilitação com 15 anos de plantio. Utilizou-se o método fitossociológico Ponto por Quadrantes, tendo-se como critério de inclusão espécies arbóreas com DAP = 5 cm. Foram alocados em cada área 50 pontos amostrais em linhas paralelas, distantes 4 m entre si. Para cada árvore foi registrado a espécie, o DAP, a altura, e a distância da árvore ao ponto. Foram determinados a densidade, dominância, frequência, valor de importância e cobertura. Na área em processo de restauração espontânea encontrou-se 200 indivíduos arbóreos distribuídos em 24 famílias, 30 gêneros e 40 espécies, com destaque para a família Fabaceae. A densidade total por área foi de 2.121 indivíduos/ha, a área basal total foi de 12,37 m²/ha, os índices de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou foram $H' = 3,15 \text{ nat.ind.}^{-1}$, $J' = 0,85$ respectivamente. Na amostragem da vegetação da área em processo de reabilitação, foram amostrados 200 indivíduos pertencente a 24 espécies e 12 famílias. A densidade total foi estimada em 1.617 indivíduos ha⁻¹, a diversidade de espécies (H') foi de 2,63 nats ind.⁻¹ e o valor de equabilidade (J) foi de 0,83 com destaque para a família Fabaceae. Os dados do presente estudo indicaram que a área em processo de reabilitação apresenta índices fitossociológicos compatíveis com os da área de restauração, quando se observa a idade do desenvolvimento dos trabalhos de recuperação.

Palavras- chave: Restauração, Reabilitação, Resiliência, Fragmentos Florestais, Diversidade Florística.

Abstract

Knowledge about the dynamic of remaining forest fragments is primary to establish pertinent conservation and restoration actions. The study aimed to characterize floristic and phytosociological composition of a forest fragment on natural restoration process and at a rehabilitated fragment of Mata Atlântica, exposed to similar abiotic factors. The study area is situated at Costa Verde region, at Baía de Sepetiba, Ilha da Madeira district, at Itaguaí Municipality, RJ. Itaguaí's geo-based map was made, so as the characterization of the area and of the recuperation and degradation process. It was used an orthophoto and aerial photograph from the study area. The area's polygon had a perimeter of 11.640, 152 m and total area of 291.822 ha, with 41 watersheds, where the ones with south, southeast and southwest orientation are more resilient than the ones oriented to North. The phytosociological survey was done at an area on restoration process with 40 years and a rehabilitated area with species planted 15 years ago. The point quadrant method was used including species with DBH= 5 cm. It was allocated 50 points per area, on parallel lines, with the distance of four meters between points. For each tree it was registered the specie, DBH, height and tree distance from the center of the quadrant. It was determined the density, dominance, frequency, importance value and coverage. At the restoration area it was surveyed 200 arboreal individuals, distributed at 24 families, 30 genus and 40 species, with highlights for the family Fabaceae. The total density per area was of 2.121 individuals/ha, total basal area was 12,37 m²/ha, and Shannon's diversity index and Pielou equability index where, $H' = 3,15 \text{ nat.ind.}^{-1}$, $J' = 0,85$ respectively. At the vegetation survey on rehabilitated area, it was surveyed 200 individuals distributed on 24 species and 12 families. Total estimated density was 1.617 individuals/ha⁻¹, species diversity (H') was 2,63 nats ind.⁻¹ and equability value (J) was 0,83 with highlights for the family Fabaceae. The data of the present study indicates that the rehabilitation area presents compatible phytosociological index when compared with restoration area, and the development age of the recuperation processes.

Key-words: Restoration, Rehabilitation, Resilience, Forest Fragments, Floristic Diversity.

SUMÁRIO

LISTA DE EQUAÇÕES.....	IX
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE FOTOS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3.1 FRAGMENTAÇÃO DE FLORESTAS TROPICAIS	2
3.2 MATA ATLÂNTICA	3
3.3 SUCESSÃO ECOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE DOS ECOSISTEMAS	4
3.4 RESTAURAÇÃO ESPONTÂNEA EM ÁREAS PERTURBADAS.....	7
3.5 DEGRADAÇÃO E REABILITAÇÃO DE ÁREA DE EMPRÉSTIMO	8
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1 <i>Área de estudo</i>	10
4.2 <i>Histórico de uso do solo e degradação ambiental</i>	11
4.3 <i>Amostragem</i>	12
4.4 <i>Caracterização física: geoprocessamento da base cartográfica</i>	12
4.4.1 <i>Localização das áreas experimentais</i>	15
4.4.2 <i>Variáveis determinantes do processo de recuperação</i>	17
4.5 <i>Caracterização florística e fitossociológica</i>	17
4.6 <i>Comparação entre as áreas em processo de restauração (Área 1) e em reabilitação (Área 2)</i>	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 <i>Caracterização física</i>	21
5.2 <i>Caracterização florística e fitossociológica</i>	25
5.2.1 <i>Caracterização da área em processo de restauração espontânea (Área 1)</i>	25
5.2.2 <i>Caracterização da área em processo de reabilitação (Área 2)</i>	32
5.3 <i>Comparação entre áreas em restauração (Área 1) e reabilitação (Área 2)</i>	35
5.4 <i>Comparação visual da dinâmica dos fragmentos florestais</i>	38
6. CONCLUSÕES	40
7. BIBLIOGRAFIA.....	41
8. ANEXO	49
9. ANEXO FOTOGRÁFICO	50

LISTA DE EQUAÇÕES

01 DENSIDADE TOTAL POR ÁREA (DTA):	18
02 DENSIDADE ESPECÍFICA POR ÁREA PROPORCIONAL (DA _s):	18
03: DENSIDADE ESPECÍFICA RELATIVA (DR _s):	18
04: FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA _s):	18
05: FREQUÊNCIA RELATIVA (FR _s):	19
06: ÁREA BASAL INDIVIDUAL (ABI _s):	19
07: ÁREA BASAL MÉDIA POR ESPÉCIE (AB _s):	19
08: DISTÂNCIA POR ÁREA:	20
09: DOMINÂNCIA RELATIVA POR ESPÉCIE:	20
10: VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI):	20
11: VALOR DE COBERTURA (VC):	20
12: ÍNDICE DE DIVERSIDADE:	20

LISTA DE FIGURAS

01: Gráfico indicando o equilíbrio homeostático dos ecossistemas.	6
02: Área de estudo: Ilha da Madeira, Itaguaí/RJ.	10
03: Base cartográfica da Ilha da Madeira/ Itaguaí, RJ.	13
04: Receptores DGPS no marco geodésico da UFRRJ.	14
05: Receptores DGPS em modo cinemático disposto no entreposto pesqueiro da Ilha da Madeira.	14
06: Ortofoto da Ilha da Madeira/ Itaguaí, RJ, 2005.	15
07: Localização das áreas amostrais 1 e 2, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, 2008.	16
08. Marcação do indivíduo amostrado	17
09: Distância da árvore até o ponto amostral	18
10: Altimetria da Ilha da Madeira, situada nos município de Itaguaí - RJ.	21
11: Mapa de declividade da Ilha da Madeira no município de Itaguaí – RJ, de acordo com as classes adotadas pela Embrapa (1999).	22
12: Microbacias hidrográficas na Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, em destaque as áreas do levantamento fitosociológico.	23
13: Orientação das encostas na Ilha da madeira no município de Itaguaí, RJ.	24
14: Fragmento florestal em microbacias hidrográficas com vertente norte na Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, 2008.	24
15: Fragmento florestal em microbacias hidrográficas com vertente a oeste e sudoeste da Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, 2008.	25

16: Distribuição de frequência das classes de diâmetro das árvores vivas, das espécies com maior VI% amostradas na em processo de restauração espontânea (Área 1) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil: a) <i>Guapira opposita</i> b) <i>Croton floribundus</i> c) <i>Guarea guidonea</i> d) <i>Luehea divaricata</i>	31
17: Distribuição de frequência das classes de diâmetro de todas as árvores vivas, das espécies com maior VI% na área em processo de reabilitação (Área 2) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil. a) <i>Acacia mangium</i> Willd, b) <i>Cecropia pachystachya</i> , c) <i>Acacia auriculiformis</i> Sandw d) <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.).....	35
18: Distribuição dos indivíduos em grupos ecológicos. Área 1: Área em processo de restauração espontânea e Área 2: Área em processo de reabilitação (Área 2), na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. Sendo: (PI) Pioneira; (SI) Secundária Inicial; (ST) Secundária Tardia; (CL) Climácica; (ND) Não determinada e (IND) Indiferente.	37
19: Fotografia aérea da Ilha da Madeira, ano 1964,	39
20: Ortofoto da Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, 2005.....	39

LISTA DE FOTOS

01: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Pioneiras (<i>Cecropia hololeuca</i> Micq.).....	50
02: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Secundárias Iniciais (<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.).....	50
03: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Secundárias Tardia (<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.).....	51
04: Aspecto da vegetação de mangue que condiciona a Ilha da Madeira a um ambiente insular e ao fundo a Serra do Mar.	51
05: Visão da Baía de Sepetiba, e do fragmento de Floresta Ombrófila Densa mais próximo a Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	52
06: Medida Física (Muro de contenção), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	52
07: Medida Física (Calha), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	53
8: Medida Física (Dique), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.....	53
09: Medida físico-biológica (almofada), utilizada no PRAD das Áreas de Empréstimo na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	54
10: Espécie pioneira exótica (<i>Acacia mangium</i> Willd) utilizada nas medidas biológicas na recuperação da área de empréstimo na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	54
11: Determinação da distância média entre árvores de acordo com o Método de Distâncias denominado Pontos por Quadrante utilizado para o levantamento florístico e fitossociológico.	55
12: Cruzeta utilizada para o levantamento fitossociológico de acordo com o Método de Distância denominado Ponto por Quadrantes	55
13: Levantamento dos indivíduos que atendiam ao critério de inclusão na área em processo de reabilitação, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	56

LISTA DE TABELAS

01: Composição percentual das espécies plantadas em 1994 como Medidas Biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil.....	12
02. Famílias amostradas na área em processo de restauração espontânea (Área 1), Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil em 2008 e parâmetros fitossociológicos calculados.....	26
03: Espécies amostradas, parâmetros fitossociológicos e classificação em grupos ecológicos da área em processo de restauração espontânea (Área 1) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil em 2008.	28
04: Espécies amostradas em processo de reabilitação (Área 2), Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil e parâmetros fitossociológicos calculados.	33
05: Abundância das famílias amostrada na em processo de reabilitação (Área 2) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	34
06: Comparação entre os parâmetros da comunidade arbórea das áreas em diferentes processos de recuperação.	36
07: Comparação entre a riqueza (S) e a diversidade de espécies (H') em outras áreas de Floresta Atlântica estudadas no Estado do Rio de Janeiro.....	36

1. INTRODUÇÃO

Além de abrigar grandes ecossistemas contínuos, o Brasil tem grande parte de sua biodiversidade em vegetação espacialmente fragmentada, nas áreas de ocupação humana mais intensa, em uma paisagem dominada pela agricultura e áreas urbanas (FARAH, 2009). A Mata Atlântica é considerada uma das florestas tropicais mais ameaçadas de extinção. Originalmente, ela cobria cerca de 15 % do território brasileiro, estendendo-se do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte numa área de 1.306.421 km² (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2009). Ao longo dos séculos foi submetida a vários ciclos de desenvolvimento, o que provocou intensos impactos nos recursos naturais. Hoje, restam apenas pequenos fragmentos remanescentes, cada vez mais isolados uns dos outros, distribuídos em uma paisagem dominada por centros urbanos, áreas agrícolas e industriais.

O histórico de ocupação permite avaliar a história da fragmentação no sudeste do Brasil, inferindo sobre os efeitos da dinâmica e integridade das comunidades florestais, o que é uma possibilidade restrita para a Amazônia, onde a fragmentação é recente (FARAH, 2009). A exploração dos maciços florestais, os cultivos agrícolas extensivos, as formações de pastagens e o crescimento urbano fragmentaram as florestas, muitas vezes isolando-as dos seus núcleos, reduzindo suas funções e descaracterizando seus papéis para a sociedade, além de reduzir sua resiliência de forma paulatina e gradual. O somatório destas evidências alteram os solos e suas funções nos ecossistemas, tais como: infiltração e as demais variáveis do balanço hídrico das microbacias hidrográficas (MARTINS, 2001).

Apesar de reduzida e fragmentada, a Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta, exerce importantes funções ambientais, ecológicas e sociais, como por exemplo, a manutenção da biodiversidade, a regulação do fluxo hídrico e de sedimentos nas bacias, a diminuição na intensidade dos processos erosivos nas encostas, o controle climático e a redução na frequência e magnitude de desastres como os deslizamentos e as inundações (PINCINATO, 2005). O conhecimento da dinâmica dos remanescentes florestais é primordial para o estabelecimento de ações pertinentes de conservação e restauração, bem como para o desenvolvimento de indicadores de monitoramento e avaliação (ENGEL, 1993).

A Ilha da Madeira localizada no sul do município de Itaguaí foi intensamente colonizada nos meados do século XVI, quando a lavoura de cana-de-açúcar era a principal fonte de renda, dando lugar à cafeicultura, seguido da citricultura, até os ecossistemas entrarem em decrepitude, por exaustão dos seus recursos, na primeira metade do século XX (SPOLIDORO, 1998). Atualmente predominam pastagens (parte superior), pedreiras e loteamentos na base da Serra (VALCARCEL, 1994). O uso do fogo como prática de manejo das pastagens gera perda de espécies, destrói gradativamente os bancos de sementes, isola as áreas das fontes de propágulos, reduz a biodiversidade, afeta o comportamento dos agentes dispersores de sementes, confina ambientalmente os pequenos fragmentos e estimula a competição inter e intra/específica no seu interior, todas evidências que consolidam a tendência de degradação.

Com a inauguração do Porto de Itaguaí em 1980, a Ilha da Madeira tornou-se um pólo de desenvolvimento industrial, havendo presença de grandes empresas nacionais e internacionais, que instalaram e ocuparam espaços físicos, demandando recursos naturais dos ecossistemas, como água e serviços ambientais.

Para o crescimento na região ser harmonioso com a capacidade de suporte dos ecossistemas, se torna necessário apresentar alternativas tecnológicas de restauração e reabilitação de ecossistemas que tiveram diferentes níveis de perturbação e degradação, respectivamente.

A recuperação de áreas perturbadas utiliza como estratégia às modificações dos fatores ambientais capazes de dotar os ecossistemas de funções e estrutura similares aos ecossistemas naturais, onde a natureza atua na construção destes ambientes de forma lenta e gradual com aprimoramentos sucessivos ajustados evolutivamente. Segundo Chazdon (2008), a restauração florestal pode restabelecer níveis de biodiversidade e serviços ambientais em ecossistemas florestais perturbados dependendo de alguns fatores como o nível de perturbação da área.

As estratégias de recuperação levam em conta a dinâmica natural do ambiente e seus processos regulatórios intrínsecos e extrínsecos, resultados de um balanço dinâmico entre sub-sistemas e seus mecanismos de auto-regulação, canalizando e controlando as forças desestabilizadoras às quais o ecossistema está exposto (VALCARCEL & SILVA, 1997; FUHRER, 2000; RICKLEFS, 2009).

Tendo em vista que as espécies vegetais constituem uma das bases dos projetos de recuperação de áreas degradadas, a maioria dos parâmetros que vem sendo utilizados nas avaliações, são relativos à vegetação. Segundo Batista (2000), as medidas mais comumente utilizadas referem-se à estrutura e composição do estrato arbóreo (área basal, altura, densidade e número de espécies).

Os estudos fitossociológicos relacionados à caracterização das respectivas etapas sucessionais em que as espécies estão presentes, seja na regeneração natural ou em atividades planejadas para uma área degradada, apontam possibilidades de associações inter-específicas e de estudos em nível específico sobre agressividade, propagação vegetativa, ciclo de vida e dispersão, dentre outros (KAGEYAMA et al., 1992).

2. OBJETIVO

Caracterizar a composição florística e fitossociológica em um fragmento florestal em processo de restauração espontânea e em um fragmento reabilitado na Mata Atlântica, expostos a fatores abióticos similares na Ilha da Madeira, RJ.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Fragmentação de florestas tropicais

As florestas tropicais estão sendo amplamente fragmentadas, tendo como consequência o expressivo aumento das taxas de extinção de espécies, decorrente da implantação de projetos agropecuários, construção de estradas e de hidrelétricas, expansão urbana e outras atividades humanas (VIANA, 1990; LUGO, 1997; PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Estima-se que, no período de 1981 a 1990, foram eliminados 154 milhões de hectares, o equivalente a 7,3% do total das florestas tropicais mundiais (VIANA, 1990; WILSON, 1997).

Os fragmentos florestais podem ser definidos como uma área de vegetação natural interrompida por barreiras naturais (lagos, formações rochosas, formações vegetais, tipos de solos, dentre outras situações) ou por barreiras antrópicas, como culturas agrícolas, pecuária, estradas, hidrelétricas, ocupações rurais e urbanas, com capacidade suficiente para diminuir o fluxo de animais, de pólen ou de sementes (VIANA, 1990; FORMAN, 1997).

A Teoria de Biogeografia de Ilhas, proposta por MacArthur & Wilson (1967), fornece o suporte teórico para a pesquisa de fragmentos florestais, uma vez que envolve modelos

descritivos e preditivos da variação da diversidade em função do tamanho de ilha. Apesar das limitações destes modelos na transposição da teoria de ilhas para o caso de fragmentos florestais, pode-se inferir que a diminuição da superfície geralmente está associada a uma diminuição exponencial do número de espécies e redução das relações intra e interespecíficas.

O isolamento tem efeito negativo sobre a riqueza, diminuindo a taxa (ou potencial) de imigração ou recolonização (HANSON et al., 1990). Dessa forma, estas “ilhas” de fragmentos encontram-se em equilíbrio quando há um balanço dinâmico de espécies em termos de imigração e extinção local. O empobrecimento gradativo dos remanescentes em diversidade biológica, funções ecológicas e qualidade de vida das populações originais, também pode ser citado como consequência da fragmentação (VIANA, 1990; SOUZA & SILVA, 1994; VIANA & TABANEZ, 1996).

A fragmentação aumenta também a possibilidade de invasão de espécies exóticas e o contato com espécies animais e vegetais domésticas, sendo crescente a possibilidade de ocorrência de patógenos e pragas não próprias àqueles ambientes (MARGALEF, 1994). Dessa forma, espécies invasoras podem significar importante impacto sobre a vegetação presente, alterando a estrutura, o regime de fogo e inibindo a regeneração de espécies nativas (FORMAN, 1997).

Segundo Viana (1990), Fahrig & Merriam (1994) e Metzger (1999), fatores como estrutura e dinâmica de um fragmento serão afetados pelo histórico de perturbação da área (tipo e frequência), pela forma do fragmento e efeito de borda, pelo tipo de vizinhança e pelo grau de isolamento. O grau de influência do histórico de perturbação dependerá de fatores, tais como: i) distribuição do distúrbio no espaço; ii) frequência do distúrbio; iii) tamanho da área remanescente; iv) distribuição temporal do distúrbio; v) duração da perturbação e vi) interações entre os fatores de distúrbios. Estes autores afirmam que após a ocorrência de um fator de perturbação, ocorre um aumento na densidade e área basal dos espécimes em função do grau de influência do histórico de perturbação da área.

Em relação à área fragmentada Saunders et al. (1991) e Metzger (1999), verificaram que quanto menor um fragmento, maior a influência dos fatores externos, de modo que a dinâmica do ecossistema torna-se potencialmente susceptível às variações ambientais diferentes do ambiente de origem (GLENN-LEWIN et al., 1992).

O tipo de vizinhança pode igualmente influenciar a diversidade e a dinâmica dos ecossistemas florestais, uma vez que pode servir de barreira à dispersão de sementes, dispersores e polinizadores; servir como fonte de propágulos de espécies invasoras, fonte de poluentes e de perturbação, ou como modificadores climáticos, podendo afetar a estrutura ecológica das comunidades (VIANA, 1990; TILMAN, 1994; LAURANCE, 2001). A vizinhança, ou matriz, pode ser dominada por vários tipos de paisagens, como florestas plantadas, agricultura, pastagens ou, ainda, possuir a mesma composição das faixas de vegetação (THORNE, 1993).

Apesar dos vários efeitos causados pela fragmentação dos habitats, os fragmentos remanescentes possuem fundamental papel ecológico na paisagem local e regional, caracterizando-se como potenciais fontes de propágulos, dispersores e polinizadores para o estabelecimento de faixas de vegetação (TURNER & CORLETT, 1996).

3.2 Mata Atlântica

A Mata Atlântica, em sua distribuição geográfica original na época do descobrimento, estendia-se ao longo da costa oriental brasileira em uma área de aproximadamente 1.300.000 km², desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul e

abrangendo uma pequena porção dos territórios paraguaio e argentino, numa faixa de largura variada (MORELLATO & HADDAD, 2000), estando presente tanto nas planícies costeiras, como nas encostas e planaltos (MORELLATO & HADDAD, 2000; PEIXOTO et al., 2002). A Floresta Atlântica compreende um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que incluem a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta Estacional Decidual, os manguezais, as restingas, os campos de altitude e os brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (SCHAFFER & PROCHNOW, 2002).

Durante os cinco séculos que sucederam o descobrimento do Brasil, a Floresta Atlântica vem sofrendo os impactos negativos de vários ciclos econômicos, iniciados com o extrativismo do Pau Brasil e seguindo pelos ciclos da cana-de-açúcar, de mineração, do café e da pecuária (DEAN, 1997; SILVA, 2003; MORELLATO & HADDAD, 2000; ROCHA et al., 2003). Mais recentemente a expansão urbana e a especulação imobiliária vêm exercendo grande pressão sobre os remanescentes florestais desta formação. Tendo as atividades concentradas em grande parte na região litorânea, salvaguardando às áreas de mais difícil acesso nas escarpas da Serra do Mar (ROCHA et al., 2003).

Atualmente a Floresta Atlântica está reduzida a 230.900,49 Km², o equivalente a 21,8% de sua cobertura florestal original (MMA, 2009). Isso faz com que a Floresta Atlântica seja considerada o segundo ecossistema mais ameaçado do mundo (SCHAFFER & PROCHNOW, 2002). Sendo classificada como um *hotspot* de diversidade biológica, que são áreas consideradas prioritárias para conservação por apresentar uma elevada diversidade biológica (elevadas riqueza e grau de endemismo) e com alto grau de ameaça, causada por diferentes tipos de ações antrópicas (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2005).

A conservação e restauração deste bioma são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e indispensáveis pelos serviços ambientais que presta à sociedade. Segundo dados apresentados por Pinto-Coelho (2000), cerca de 32% da superfície do Rio de Janeiro encontra-se coberta por remanescentes de Mata Atlântica, em diferentes estágios de sucessão, os quais localizam-se nas partes mais altas do terreno e espalhados pelo interior. Destacando-se entre os ecossistemas mais ameaçados da Mata Atlântica no estado: as florestas de baixada, que foram quase todas exterminadas, as restingas e os manguezais.

A Mata Atlântica proporciona aos habitantes que vivem em seus domínios, benefícios diretos e indiretos, como proteger e regular o fluxo de mananciais hídricos, que abastecem as principais metrópoles e cidades brasileiras. Controla o clima, garantia de qualidade de vida e bem estar, abriga rica e enorme biodiversidade, preserva um inestimável patrimônio histórico e várias comunidades indígenas, caiçaras, ribeirinhas e quilombolas, que constituem a genuína identidade cultural do Brasil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2009).

3.3 Sucessão Ecológica e Sustentabilidade dos Ecossistemas

A sucessão ecológica é um processo natural de formação ou recuperação de comunidades vegetais. Esse processo resulta em parte das mudanças causadas pelos colonizadores (RICKLEFS, 2009). Quando a seqüência de espécies que se sucede ocorre em área exposta, não influenciada previamente por uma comunidade, a sucessão denomina-se primária. A sucessão secundária ocorre quando a seqüência de espécies que se sucedem, ocorrem em áreas onde a vegetação original exerce algum tipo de influencia, mesmo que ela tenha sido parcialmente ou completamente removida, devido a distúrbios naturais ou antrópicos (PINTO-COELHO, 2000; BEGON et al., 2007).

A sucessão ecológica pode ser definida como um processo de colonização de um espaço com tendência progressiva, envolvendo gradativas variações na composição das espécies e na estrutura de uma comunidade resultando na modificação do ambiente físico pela comunidade biológica, culminando em um tipo de ecossistema pré-existente: o clímax (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Inicia-se em áreas disponíveis à colonização, sendo intenso e rápido no início e lento nos estágios mais avançados, neste estágio o ecossistema alcança o equilíbrio dinâmico entre o clima, a geomorfologia, o solo e a vegetação (BRAUN-BLANQUET, 1979; BEGON et al., 2007).

A sucessão ecológica descreve processos de alteração na vegetação sobre várias escalas, como temporal, espacial e vegetacional, onde as espécies pioneiras adaptadas aos habitats perturbados são sucessivamente substituídas por outras espécies e a associação última de espécie atingida é chamada de comunidade clímax (RICKLEFS, 2009).

Os critérios básicos para classificação das espécies em grupos ecológicos segundo Budowisk (1965) **apud** Alves et al. (2005), são:

Pioneiras: são heliófilas, geralmente com crescimento rápido e ciclo curto de vida, sob alta luminosidade, não ocorrendo em geral no sub-bosque; colonizam grandes clareiras ou áreas de cultivo abandonadas;

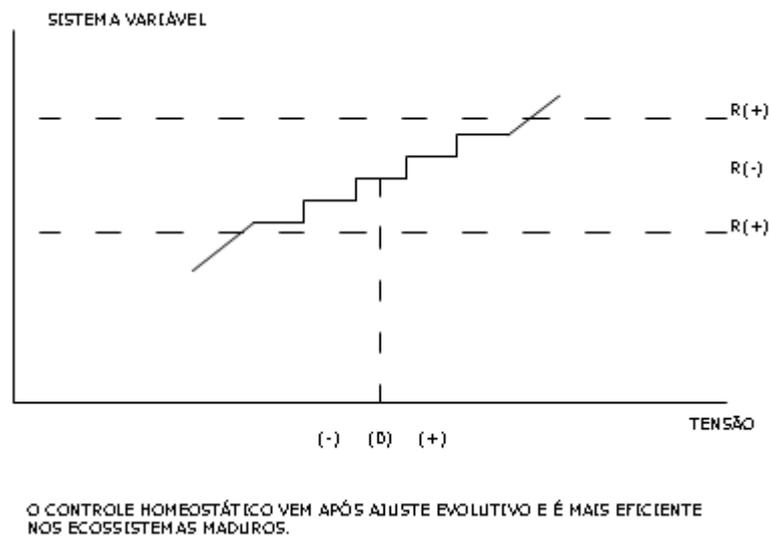
Secundárias iniciais: grupo muito heterogêneo, cuja característica principal é a sua capacidade de estabelecimento em pequenas clareiras e/ ou no sub-bosque de florestas em estágios sucessionais iniciais;

Secundárias tardias: a característica destas espécies é principalmente a capacidade de estabelecimento no sub-bosque de florestas em estágios sucessionais intermediários. Plântulas e indivíduos jovens podem ser ciófilos ou heliófilos, estabelecendo-se no sub-bosque da floresta, enquanto que os adultos são heliófilos, ocupando o dossel, onde podem permanecer até a floresta atingir o clímax. Apresentam ciclo de vida mais longo do que as secundárias iniciais;

Clímax: estabelecem-se e apresentam desenvolvimento no sub-bosque (sombra) de florestas climáticas ou em estágios sucessionais avançados. Apresentam ciclo de vida geralmente longo (ANEXO FOTOGRÁFICO, Foto 1, 2, 3)

Portanto, cada ecossistema é formado a partir das interações entre oferta de fatores abióticos e demanda de fatores ambientais por parte dos componentes da biocenose. Quanto maior for a oferta destes fatores, mais diversificado e eficiente funcionam estes ecossistemas (CAMARGO et al., 2002). Eles criam propriedades emergentes capazes de potencializar a oferta de fatores ambientais e com isso viabilizam a colonização de espécies com demanda de fatores ecológicos não diretamente disponíveis na região (BROWN & LUGO, 1994). O inverso também deve ser verdadeiro: quanto menor oferta de fatores ambientais, menor biodiversidade, menor capacidade de resistir à ação dos agentes modificadores do ambiente e mais frágeis são os ecossistemas.

Para Valcarcel & D'alterio (1998) o equilíbrio homeostático dos ecossistemas ocorre de forma lenta e gradual, em níveis diferenciados, tanto em ecossistemas com tendência de recuperação, quanto com tendência de degradação. Cada ecossistema apresenta seu nível de equilíbrio próprio, quanto mais evoluído for o ecossistema, mais próximo ao seu equilíbrio climático ele estará (Figura 01).



Fonte: ODUM (1988)

Figura 01: Gráfico indicando o equilíbrio homeostático dos ecossistemas.

Na parte central da zona de retro-alimentação negativa (R-), o equilíbrio ambiental do ecossistema é máximo, propiciando reação imediata, caso seja perturbado, mitigando/controlando os impactos e retornando ao equilíbrio original. Estes procedimentos são garantidos pelo controle homeostático, que vem sendo adquirido após ajustes evolutivos dos ecossistemas, sendo tanto mais eficiente quanto mais maduros forem os ecossistemas (ODUM, 1988).

O equilíbrio dos fatores bióticos e abióticos interagindo, em um meio onde estão intimamente relacionados proporciona o correto funcionamento do ambiente, conferindo-lhe sustentabilidade ambiental. A interferência indevida, causada por ocupação e uso incorreto dos recursos naturais, desequilibra a participação dos fatores bióticos e altera a oferta dos fatores abióticos em quantidade e qualidade no ecossistema, resultando em mudanças drásticas nos mecanismos de equilíbrio natural – resistência, elasticidade e permanência ambiental. Os desequilíbrios nos ecossistemas, tanto funcionalmente quanto na sua forma produzem alterações que reduzem a resistência e elasticidade ambiental, diminuindo, portanto a sua resiliência (ODUM, 1988).

A resiliência é definida como a capacidade de um ecossistema de se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos, esta pode ser medida em unidades de tempo (PARROTA & ENGEL, 2003).

Quando um ecossistema reage a um distúrbio externo, como forma de absorver o seu impacto, ele encontra um novo patamar de equilíbrio homeostático, regulando estrutura e processos ecológicos. Este ecossistema é dito estável, quando consegue manter equilíbrio dinâmico até que os agentes externos exerçam pressões de igual ou superior intensidade. Nesse sentido, a velocidade de retorno a este estado referencial é denominada elasticidade (WHITE & PICKETT, 1985).

Segundo Parrota & Engel (2003), a estabilidade destes ecossistemas se deve ao grau de ajuste em assimilar os distúrbios. Portanto, cada ecossistema, em função da sua maturidade, tem uma capacidade de reação a distúrbios, possuindo energia de reserva resultantes de processos auto-reguladores, sendo dependente das suas inter-relações. Quanto

mais ajustados foram os sistemas, melhor absorvem as mudanças em seus fluxos e retornam ao estado mais próximo ao do momento anterior ao distúrbio (estabilidade).

Tratando-se da recuperação de áreas degradadas, é comum a citação de termos como recuperação, reabilitação e restauração como se fosse um único processo, no entanto elas representam formas de atuação distintas:

- Recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (SNUC, 2000);
- Restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada ao estágio mais próximo possível da sua condição original (SNUC, 2000);
- Reabilitação: é o retorno à forma e produtividade em conformidade com a sua capacidade de uso, incluindo sua estabilidade e equilíbrio ecológico (SER, 2004).

Recuperar uma área degradada significa retomar formas e funções similares ao estado original (VALCARCEL & SILVA, 2000). Reabilitar enseja a obtenção de um estado biológico apropriado e auto-sustentável (sem necessidade de intervenção do homem para se manter), onde as funções e formas não são necessariamente próximas às originais, mas dentro de um contexto regional (VALCARCEL & SILVA, 2000). Restaurar é o retorno ao estado original, antes da degradação, constituindo uma situação quase impossível de ser conseguida na prática (IBAMA, 1990).

3.4 Restauração espontânea em áreas perturbadas

Segundo SER (2004), áreas perturbadas são áreas que sofreram perturbações menos intensas e ainda possuem alguns mecanismos de aquisição de resiliência. Ao ocorrer um processo antrópico de fragmentação do habitat, a estrutura da paisagem é modificada, resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades (METZGER, 1997). A sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se auto-renovam através da cicatrização de locais perturbados (GOMES-POMPA, 1971).

A heterogeneidade ambiental em relação, principalmente, à luz, temperatura e nutrientes, promovidas pela abertura no dossel, pode se dar espacial e temporalmente, ou em ambas, tal como assumida pelo modelo de “mosaico vegetacional” das florestas tropicais (WHITMORE, 1978) resultando em uma ampla diversidade de ‘nichos de regeneração’, como um importante elemento para a alta diversidade de espécies nas florestas tropicais. Condições edáficas, como por exemplo, características físico-químicas do solo, relevo e dinâmica da água e condições biológicas como a predominância de determinada espécie, são fatores que podem gerar uma grande variedade de micro-habitats. As espécies possuem determinadas características fisiológicas e morfológicas que permitem a colonização dos distintos ambientes da floresta, combinando uma série de comportamentos que aperfeiçoam o seu estabelecimento e sobrevivência. Entre estas, podem ser citadas as condições de germinação e do recrutamento de plântulas, grau de tolerância à sombra nas várias fases do ciclo vital, formação de banco de plântulas, produção e tamanho das sementes, tipo de síndrome de dispersão, mecanismos de dormência, entre outras (DENSLOW, 1980; FIGUEROA & LUSK, 2001).

Florestas secundárias foram amostradas em áreas que regeneraram a partir do abandono de diferentes tipos de uso do solo, como desmatamento (MESQUITA et al., 2001), roça de toco (MONTAGNINI et al., 1994), pastagens (MURCIA, 1997; MESQUITA et al., 2001), culturas agrícolas perenes (RIVERA et al., 2000) e anuais (PURATA, 1986). Fatores como tipo de floresta (JANZEN, 1988), espécie de árvore dominante no início da sucessão (FINEGAN e DELGADO, 2000; MESQUITA et al., 2001), distância da floresta primária

(MESQUITA et al., 2001), tipo de tempo de uso do solo prévio ao abandono (PURATA, 1986; RIVERA et al., 2000) e ocorrência de perturbações como fogo (MESQUITA et al., 2001), determinam a velocidade de sucessão.

Muitos fatores que influenciam a regeneração espontânea. Segundo Peet et al. (1998) quanto maior a intensidade de uso da terra, maior a dependência das fontes de propágulo para a regeneração. Quando o uso é intenso, principalmente havendo presença de fogo, o banco de sementes do solo e as raízes e tocos capazes de brotar ficam depauperados, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, prejudicando a regeneração (NEPSTAD et al., 1998; PUERTA, 2002; GUARIGUATA & OSTERTAG, 2001). Além destes fatores, condições abióticas influenciam na regeneração, onde: mudanças na luz, temperatura e umidade relativa do ar podem favorecer ou prejudicar o estabelecimento de plântulas (BAZZAS & PICKETT, 1980; NEPSTAD et al., 1998). A regeneração natural envolve processos que precisam ser estudados para alcançar técnicas de manejo adequadas no que se refere à recuperação de áreas perturbadas.

No Brasil, o abandono de atividades agrícolas especialmente na Amazônia é uma atividade comum (UHL et al., 1988), onde especialmente neste bioma os solos de baixa fertilidade e a rápida regeneração da vegetação secundária, dificulta o manejo das pastagens. Uma vez abandonadas, as áreas agrícolas podem ser aproveitadas para a conservação da biodiversidade, mas para isso, programas de restauração devem garantir que a sucessão secundária ocorra e a floresta seja restabelecida. O manejo inadequado de solos agrícolas tem proporcionado aumento significativo das terras degradadas. O desconhecimento de práticas conservacionistas, a falta de recursos para aquisição de insumos, a ausência de planejamento a médio e longo prazo e a maior pressão pelo uso do solo, aliados á maior demanda de alimentos, podem ser considerados fatores decisivos para o estabelecimento desse cenário. Outro aspecto a ser considerado em relação às atividades agrícolas refere-se à dificuldade de diagnosticar o processo de degradação (OLDEMAN, 1994).

As atividades de restauração demandam recursos financeiros que, em geral, são escassos (HOLL & HOWARTH, 2000), obrigando aos gestores desenvolverem alternativas de restauração baratas e eficazes, além de gastos parcimoniosos. Pode haver casos em que a vegetação tem grande capacidade de auto-regeneração, de modo que a utilização de técnicas de restauração pode não gerar efeitos melhores do que os que seriam atingidos pelo simples abandono da área e interrupções das perturbações (BRADSHAW, 1996). Assim, a regeneração natural é um parâmetro que deve ser considerado na tomada de decisão quanto à técnica a ser utilizada e até mesmo se a aplicação de alguma técnica será de fato necessária à restauração.

3.5 Degradação e Reabilitação de Área de Empréstimo

Áreas de empréstimo constituem ecossistemas depauperados que não desenvolvem suas funções vitais. Elas surgem a partir de intervenções antrópicas que suprimem a vegetação, retiram a camada superficial do solo, rica em matéria orgânica, além dos seus horizontes, alterando a sua qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico, causando desequilíbrios nos ecossistemas (MENDES FILHO, 2004).

Nestes cenários, o que se encontra não é mais o solo, mas uma matriz de material mineral sem estrutura edáfica, com exígua quantidade de nutrientes assimiláveis para as plantas. Caso haja possibilidade de estabelecimento da cobertura vegetal, os processos de formação do solo por meio das alterações químicas, físicas e biológicas, promovidas pelas raízes desencadeará o início da construção de um solo (VALCARCEL et al., 2007).

Assim, área de empréstimo configura-se como sendo uma área degradada. Entende-se por área degradada uma porção de um ecossistema, que sofreu forte intervenção de natureza exógena, perdendo sua capacidade de resiliência. Convencionalmente adotou-se o critério de definir áreas degradadas, como sendo os ecossistemas que sofreram uma perturbação e apresentam-se com os mecanismos de busca de equilíbrio homeostático prejudicados. Sendo assim, o termo ecossistema perturbado pode confundir-se ao de ecossistemas degradados (VALCARCEL & SILVA, 2000).

Áreas com avançado estado de desequilíbrio necessitam serem recuperadas e/ou reabilitada, por meio de medidas conservacionistas que permitam a recuperação ou formação de um novo ecossistema (COSTA, 2006), entre tais medidas destacam-se as medidas físicas, físico-biológicas e biológicas para reverter à tendência de degradação e promover o estabelecimento da cobertura vegetal, permitindo, assim, a reconstrução do ecossistema.

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e fauna são destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil de solo perdida, removida ou enterrada e a qualidade da água bem como o regime de vazão do sistema hídrico alterados (RODRIGUES et al, 2007). Após estes processos, as áreas passam à condição de áreas degradadas, por não disporem de meios espontâneos de regeneração natural e, nem conseguem voltar ao seu estado natural (IBAMA, 1990). Áreas mineradas são mais impactadas que áreas cultivadas indevidamente em regiões tropicais, apresentando processos erosivos acelerados (PARROTA & KNOWLES, 2001). Seus escoamentos superficiais implicam na deterioração da qualidade dos corpos hídricos.

Os ecossistemas degradados são considerados insustentáveis, sendo que somente as suas recuperações ou reabilitações permitem levá-los a criar propriedades emergentes, para tornarem-se sustentáveis, situando-se, em seqüência invertida, nas categorias de sistemas construídos, cultivados ou modificados. Negligenciar ou abandonar uma área de mineração pode levar tanto a um longo tempo de recuperação espontânea do ambiente, quanto a prejuízos sociais incalculáveis, pois não se tem dimensão da continuidade e intensificação do processo de degradação (BITAR, 1997).

Segundo Müller (1995), as áreas degradadas prejudicam o desenvolvimento econômico regional, tornando a reabilitação uma atividade necessária para dotar os ecossistemas de sustentabilidade ecológica. A melhor estratégia de reabilitação envolve a recuperação funcional das áreas degradadas, para que atinjam capacidade de fornecer produtos e serviços do ecossistema.

A recuperação de áreas degradadas requer uma abordagem sistemática de planejamento e visão de futuro (DIAS & GRIFFITH, 1998), onde o monitoramento permite avaliação das espécies individualmente e coletivamente, refinando as estratégias de reflorestamento. Em áreas de empréstimo a escolha de espécies requer critério e experimentação, pois nem sempre as condições de origem e/ou presença antes da degradação são determinantes para o sucesso do seu estabelecimento e desenvolvimento das suas funções (JESUS & GRIFFITH, 1997).

A reabilitação natural de áreas degradadas, com vegetação espontânea, podem demorar décadas, como pode ser observado nas regiões próximas às construções das barragens de Ponte Coberta, Ribeirão das Lajes (1902) e os taludes da antiga rodovia Rio - São Paulo (UFRRJ, 1993). A intervenção por meio do reflorestamento utilizando estratégias de manejo pode acelerar os processos indutores de regeneração natural espontânea, permitindo o estabelecimento da sucessão ecológica e resgatando a biodiversidade (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na região denominada Costa Verde, situada aos fundos da Baía de Sepetiba, Distrito da Ilha da Madeira (latitude 23° 55' 07"- 23° 55' 57" sul, e longitude 43° 49' 73"-43°50'35" Oeste), município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro (Figura 02). A região pertence ao domínio ecológico da Mata Atlântica, predominando manguesais junto ao contato com a Baía de Sepetiba e Mata Atlântica no ecossistema de Floresta Ombrófila Densa, nos contrafortes da Serra do Mar (UFRRJ, 1993) (ANEXO FOTOGRÁFICO, Foto 4 e 5).

A área de estudo encontra-se sobre morrote de encostas com feições de relevo regulares, com área total de 291.822 ha (OLIVEIRA, 2008).

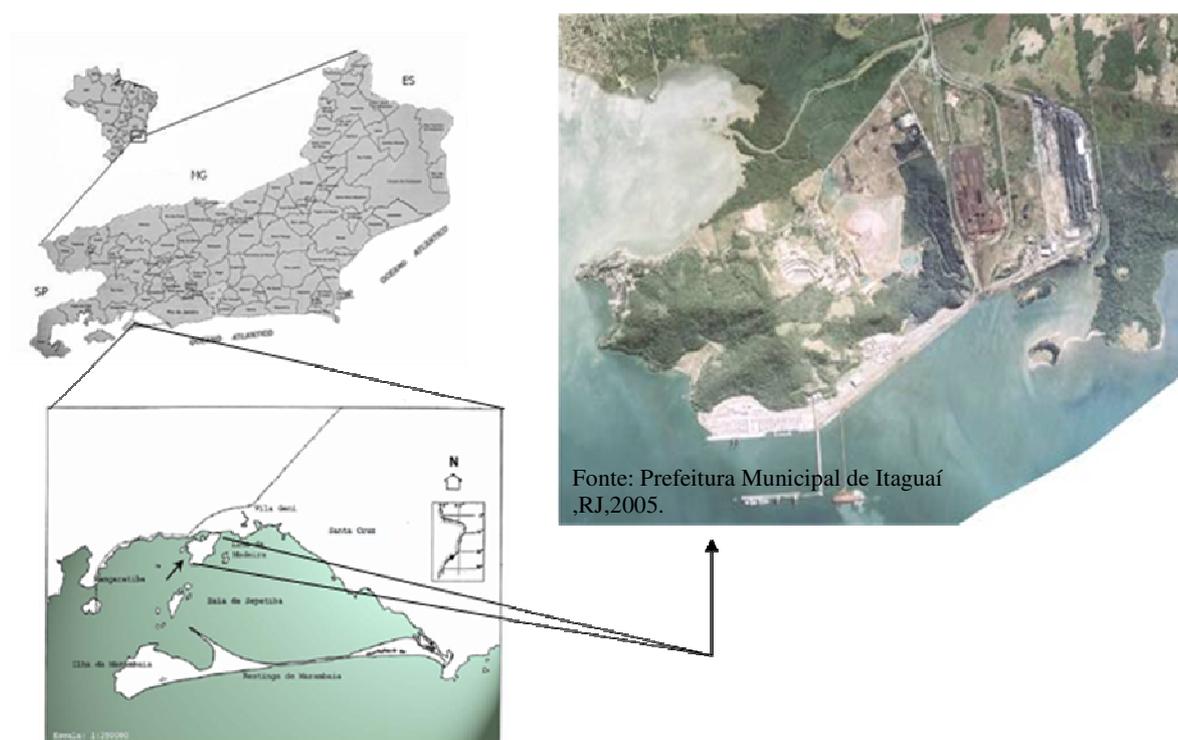


Figura 02: Área de estudo: Ilha da Madeira, Itaguaí/RJ.

O clima da região é classificado como "Aw" tropical quente e úmido (verão chuvoso com inverno seco), segundo a classificação de Koopen (1938). Ele também se enquadra na categoria Quente superúmido, tipo equatorial, sem seca, segundo classificação de Gausson (1955) e Equatorial "Ec", passando para tropical quente "Tp", segundo Papadakis (1966).

Os ventos médios predominantes apontam para as direções: sul (S); sudeste (SE); leste (E); nordeste (NE); noroeste (NW); e sudoeste (SW), atingindo velocidades médias de 2 a 6 m/s (FIDERJ, 1978). Esporadicamente atingem grandes velocidades em tormentas tropicais, sendo que os ventos do quadrante sul e brisas marinhas descarregam umidade contra o anteparo das serras circundantes a baía, podendo contribuir para a ocorrência de chuvas na estação seca de inverno (BARBIERE & KRONEMBERGER, 1994).

O período de maior pluviosidade concentra-se entre dezembro e janeiro, podendo estender-se até março, enquanto o período seco estende-se de maio a setembro, sendo a pluviosidade média de 1500 mm/ano. A umidade relativa média anual (75%), associada à insolação total média anual (2.162,7 horas), nebulosidade mensal (4,3 a 7,1 em escala que vai de 0 a 10) na estação de Ecologia Agrícola em Seropédica (MATTOS et al., 1989).

O relevo, associado à profundidade elevada dos afloramentos rochosos, exposição solar e interceptação de vapor de água, criam condições ideais para o estabelecimento da Mata Atlântica (VALCARCEL, 1994).

A vegetação da região é caracterizada por formações da Floresta Ombrófila Densa das Terras baixas e nas áreas costeiras, por um mosaico de ecossistemas, como manguezais e restingas, possuindo a maior extensão de floresta contínua e conservada do Estado do Rio de Janeiro (UFRRJ, 1993). A área de estudo encontra-se entre duas formações ecológicas: Manguezal (fundo da Baía de Sepetiba) e Floresta Secundária em estado inicial de sucessão no início das montanhas que compõem a Serra do Mar, com abundante presença de cipós. A vegetação original foi intensamente utilizada no passado para lenha, madeira, embarcações e construção civil, sendo posteriormente transformada em plantação de cana e pastagem (VALCARCEL & SILVA, 1997).

Na Ilha da Madeira a composição da paisagem da é caracterizada pela forte influência marinha, o que propicia alta umidade relativa (> 75%) e regular distribuição das chuvas ao longo do ano, não havendo déficit hídrico (VALCARCEL, 1994).

4.2 Histórico de uso do solo e degradação ambiental

As paisagens naturais da Ilha da Madeira foram se modificando em função da ação antrópica, principalmente até o início do século, quando a região experimentou crescimento econômico significativo. O resultado foi a substituição da Floresta por cafezais, plantações e pastagens. A partir de então, o esgotamento dos solos e a perda de importância da área, trouxeram o recobrimento de algumas áreas menos danificadas com florestas secundárias (VALCARCEL & SILVA, 1997).

Atualmente as atividades econômicas da região estão voltadas principalmente para a pesca artesanal. A pesca profissional e a industrialização não absorvem mão-de-obra local. Estes fatos contribuem para a redução da pressão de uso sobre a vegetação (VALCARCEL, 1994). Neste estudo, para conhecer e relacionar a oferta de atributos ambientais existentes na área foi feito um resgate histórico dos processos de colonização e degradação na Ilha da Madeira.

A área de empréstimo, do presente estudo, foi explorada entre 1977 e 1979, como parte dos processos construtivos da construção do retro-porto do Porto de Itaguaí, onde foram retirados 1.400.000 m³ de substrato de 10,81 ha. A profundidade média de decape foi de 13 m, chegando a 27 m nas drenagens em função dos intensos processos erosivos, desfigurando o relevo original e o decapeado, onde estavam localizados os acessos e pátios, tornando-o acidentado, com substrato inconsistente, rígido quando seco e friável quando úmido, além de apresentar 5.542 m² de afloramento rochoso.

Foi implantado um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) em 1993, em função do seu estado de degradação. Inicialmente em 1993, foi necessário conter estes processos erosivos com obras físicas (obras de drenagem e contenção), ou seja, medidas físicas. Após esta ação foi possível implantar na área a partir de 1994 a implantação de medidas físico biológicas (almofadas com substrato orgânico e espécies invasoras herbáceas)

e em seguida as medidas biológicas (Tabela 1) que consistiram no plantio de espécies arbóreas com funções ecológicas distintas (ANEXO FOTOGRÁFICO, Foto 6 à 10).

Tabela 01: Composição percentual das espécies plantadas em 1994 como Medidas Biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil.

Nome Científico	Nome Vulgar	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Acácia auriculiformis</i> Sandw. ¹	Acácia	100	25	0	22	0
<i>Acacia mangium</i> Willd. ¹	Acácia	0	0	30	16	0
<i>Albizia lebbek</i> (L) Benth. ¹	Albizia	0	7	20	0	0
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ³	Pau ferro	0	13	0	0	0
<i>Cecropia pachystachya</i> ²	Embaúba	0	0	0	0	7,5
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard ²	Sombreiro	0	0	20	20	17
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. ³	Ingá	0	0	0	19	15
<i>Leocaena leucocephala</i> (Lam.) ¹	Leucaena	0	20	0	0	15
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) ²	Maricá	0	0	0	0	13,5
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth. ²	Sabiá	0	10	30	0	21
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) ²	Pau-jacaré	0	15	0	10	5
<i>Psidium guajava</i> L. ²	Goiabeira	0	5	0	11	0
<i>Schinus terebinthifolius</i> ²	Aroeira	0	0	0	0	6
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sonder) ³	Ipê-amarelo	0	5	0	0	0
Landwith						
Total de espécies		1	8	4	6	8

Fonte: UFRRJ (1993), modificado.

Legenda: 1 = pioneira exótica; 2 = pioneira nativa; 3 = secundária nativa.

Os plantios consorciando espécies nativas e exóticas são um dos mais utilizados em projetos de recuperação e/ou reabilitação de áreas degradadas (JESUS & GRIFFITH, 1997). Eles podem contribuir para manter os processos ecológicos dos sistemas florestais naturais e podem apresentar opção de uso múltiplo da floresta (KOLB, 1993). A combinação de diferentes espécies catalisa os processos sucessionais, criando condições para o restabelecimento de plântulas e atração de dispersores.

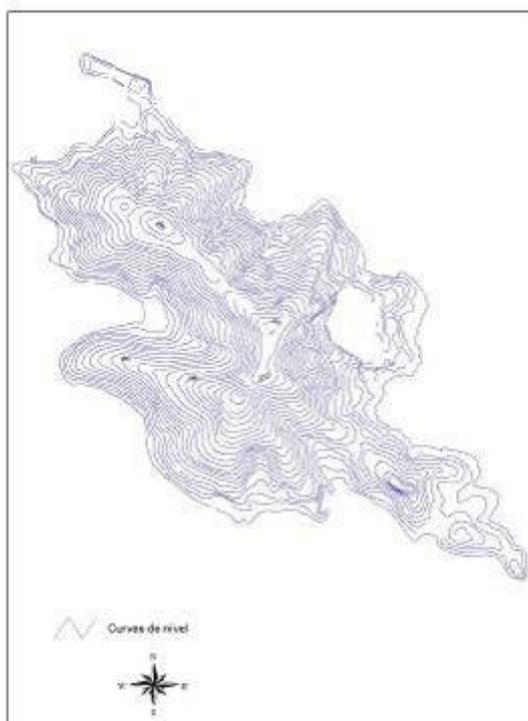
4.3 Amostragem

Para comparar os fragmentos florestais em processo de restauração espontânea e em processo de reabilitação em área de domínio da Mata Atlântica foi feita a caracterização física (geoprocessamento da base cartográfica) da Ilha da Madeira para subsidiar a escolha das áreas amostrais. Posteriormente realizou-se o levantamento e análise da composição florística e fitossociológica em ambas as áreas e em seguida procedeu-se a comparação entre os processos de recuperação.

Realizou-se uma comparação visual da dinâmica dos seus fragmentos florestais com base na fotografia aérea da Ilha da Madeira no ano de 1964 e ortofoto de 2005.

4.4 Caracterização física: geoprocessamento da base cartográfica

Foi utilizada base cartográfica do município de Itaguaí, escala 1:5.000, ano 2005 (Figura 03).



Fonte: Prefeitura Municipal de Itaguaí, RJ (2005).

Figura 03: Base cartográfica da Ilha da Madeira/ Itaguaí, RJ.

Para georeferenciar a carta topográfica, foram coletados pontos de controles com auxílio de equipamento de posicionamento por satélites, do tipo diferencial pós-processado, receptores DGPS, modelo PROMARK II da Ashtech. Foram utilizados dois equipamentos, sendo dispostos um em ponto estático (marco geodésico da UFRRJ) (Figura 04) e outro cinemático, em quatro pontos na localidade de Ilha da Madeira (Figura 05). Os pontos foram processados utilizando o programa Ashtech Solutions 2.6. O georeferenciamento foi realizado utilizando o programa ArcGis 9.2.

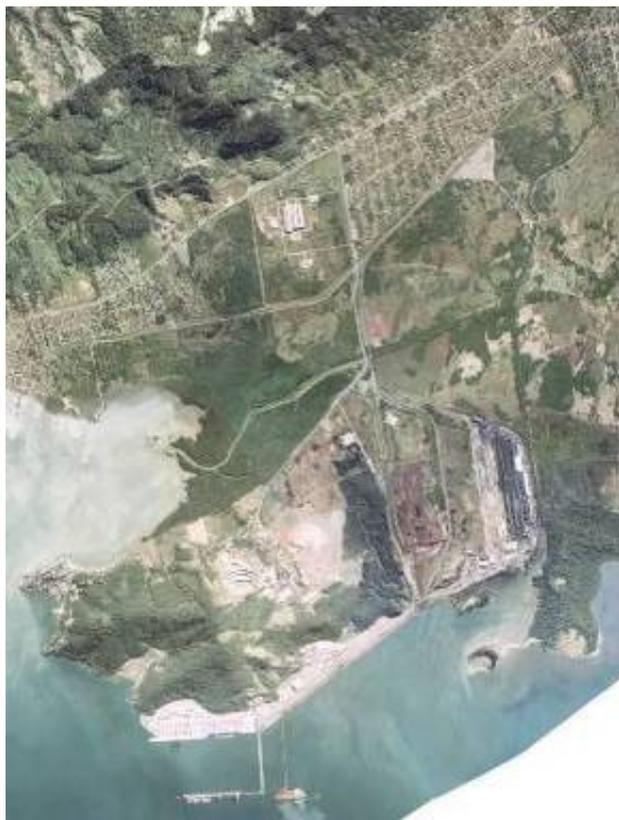
Foi necessário reamostrar a ortofoto da área de estudo a partir de pontos de controle coletados no campo, com auxílio de equipamento de posicionamento por satélites descrito anteriormente (Figura 06).



Figura 04: Receptores DGPS no marco geodésico da UFRRJ.



Figura 05: Receptores DGPS em modo cinemático disposto no entreposto pesqueiro da Ilha da Madeira.



Fonte: Prefeitura Municipal de Itaguaí, RJ.

Figura 06: Ortofoto da Ilha da Madeira/ Itaguaí, RJ, 2005.

Empregando a ferramenta Topogrid do ArcGis 9.2, gerou-se o polígono da área, o modelo digital de elevação, mapa de faces de exposição e declividade. Os dados vetoriais foram gerados no formato shapefile, do ArcGis, projeção UTM (Universal Transverse Mercator) e o Datum SAD 69. Os mapas gerados estão na escala 1: 16.000.

Para caracterização do fragmento florestal remanescente, em abril e agosto de 2008 foi feita a interpretação da paisagem, tendo como base a carta topográfica da área, onde foram demarcadas as microbacias hidrográficas. Fez-se uma rota marítima, no entorno da Ilha para se obter visão ampla da área.

Os critérios para interpretação da paisagem foram a partir dos ambientes predominantes nas microbacias, como áreas mais e menos evoluídas e perturbadas ecologicamente, direção dos ventos e áreas de concentração de umidade.

4.4.1 Localização das áreas experimentais

- **Área em processo de restauração espontânea (Área 1)**

A Área 1 encontra-se no terço médio da bacia, de forma a sofrer mínima influência antrópica, dado seu afastamento dos principais acessos. Situa-se em encosta dentro da zona hidrográfica de transmissão, para que os efeitos da calha de drenagem e do topo do morro não influenciassem de forma diferencial para a existência da vegetação.

Na em processo de restauração espontânea (Área 1), a face amostrada do morrote é voltada para o Norte e os pontos foram tomados entre as coordenadas: latitude 22°55'12.56" Sul e longitude 43°50'29.78" Oeste; latitude 22°55'12.64" Sul e longitude 43°50'29.32"

Oeste; latitude 22°55'11.32'' Sul e longitude 43° 50'25.79'' Oeste; e latitude 22°55'10.78'' Sul e longitude 43°55'26.35'' Oeste (Figura 08).

- **Área em processo de reabilitação (Área 2)**

A Área 2 encontra-se na área de empréstimo entre as coordenadas: latitude 22°54'56'' Sul e longitude 43°50'11'' Oeste; latitude 22°54'56'' Sul e longitude 43°50'17'' Oeste; latitude 22°55'02'' Sul e longitude 45°50'11'' Oeste; latitude 22°55'03'' Sul e longitude 43°50'86'' Oeste; e latitude 22°55'06'' Sul e longitude 43°50'12'' Oeste (Figura 07).



Figura 07: Localização das áreas amostrais 1 e 2, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, 2008.

A Área 1 foi estudada como parte do entendimento da evolução espontânea das paisagens. A vertente da bacia, altitude, ângulo de exposição aos fluxos atmosféricos úmidos, declividade, comprimento da rampa, altitude, captação de água à montante, proximidade a acessos, orientação, direção e velocidade dos ventos foram variáveis selecionadas e pré-estabelecidas para escolha da área amostral, pois eles tiveram que ser similares aos da Área 2, reabilitada em 1994.

A combinação das informações do meio físico com os dados da evolução da paisagem permitiu o estabelecimento das áreas que sofreram mais intervenção antrópica, sinalizando as que apresentam tendência de degradação e/ou recuperação.

As áreas com tendência de recuperação espontânea (Área 1) foram avaliadas de modo a se obter fatores ambientais determinantes, pois podem ter características diferenciais que permitam, a construção de modelos conceituais naturais, que precisam ser estudados e caracterizados.

Considerando a similaridade dos parâmetros abióticos analisados, é de se esperar que o comportamento das variáveis que interferem no funcionamento dos ecossistemas sejam também similares, nos permitindo inferir sobre identidades comportamentais entre os processos de recuperação da Área 1 e 2.

4.4.2 Variáveis determinantes do processo de recuperação

Com o decorrer do trabalho, após várias checagens de campo e devido à detecção de diferenças na fitofisionomia de determinadas formações vegetais, o conjunto de classes inicial foi ampliado e detalhado. A interpretação visual da imagem foi realizada, como uma alternativa à classificação, pela maior fidelidade na forma das entidades que representam as unidades de paisagem, já que esta característica seria posteriormente avaliada.

Finalmente, as informações obtidas foram integradas em um Sistema de Informações Geográficas, que permitiu a realização das análises espaciais possibilitando a descrição da estrutura e o padrão da paisagem. Baseando-se em referências teóricas, foram estabelecidos critérios de monitoramento da resiliência, para então se efetuar uma avaliação da sustentabilidade a partir de conceitos ecológicos de restauração e reabilitação de áreas degradadas.

4.5 Caracterização florística e fitossociológica

O levantamento fitossociológico foi realizado utilizando-se o Método de Distância denominado Ponto por Quadrantes (COTTAM & CURTIS, 1956) citado por Vuono (2002), tendo-se como critério de inclusão o diâmetro do tronco a 1,30 m acima do solo ≥ 5 cm.

Foram alocados 50 pontos amostrais em linhas paralelas, distantes 4 m entre si. Para a aplicação do método dos quadrantes, primeiramente foi feita a determinação da distância mínima entre pontos, procedendo-se à medição das distâncias entre 50 árvores consecutivas. Perpendiculares a uma linha base, foram demarcadas linhas no sentido leste-oeste de 4 em 4 m, acompanhando a declividade do terreno no interior do fragmento (ANEXO FOTOGRÁFICO, Foto 11, 12 e 13).

Os indivíduos mortos, ainda em pé, tiveram seus dados anotados, para que assim pudessem ser amostrados o total de 200 indivíduos. Para cada árvore foi feita a identificação ao nível de espécie, medido e anotado o diâmetro do tronco à altura do peito, a altura e a distância da árvore ao ponto, conforme Tabela em Anexo 1 e representadas nas Figuras 08 e



Figura 08: Marcação do indivíduo amostrado.



Figura 09: Distância da árvore até o ponto amostral.

Todos os indivíduos amostrados foram identificados com número específico em plaquetas de metal, de modo a possibilitar posterior identificação e acompanhamento de seu desenvolvimento (Figura 08). A identificação das espécies foi realizada por comparações com exsicatas do herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e consultas a especialistas, quando necessário, com base no sistema APG II.

A partir dos dados obtidos, foram calculados os seguintes parâmetros:

DENSIDADE TOTAL POR ÁREA (DTA):

Representa o número total de indivíduos de todas as espécies, por unidade de área, normalmente expressa em relação a 1 ha.

$$DTA = \frac{U}{d^2}$$

Onde:

U= unidade de área (m²);

d= distância média de todas as árvores amostradas (m).

DENSIDADE ESPECÍFICA POR ÁREA PROPORCIONAL (DA_s):

Representa o número médio de árvores de uma determinada espécie (espécie s) por unidade de área.

$$DA_s = \left(\frac{n_s}{N} \right) \times DTA$$

Onde:

n_s= número de indivíduos amostrados da espécie s;

N= número total de indivíduos amostrados;

DTA= densidade total por área.

DENSIDADE ESPECÍFICA RELATIVA (DR_s):

Representa a proporção percentual do número de indivíduos de uma determinada espécie, em relação ao número total de indivíduos amostrados, de todas as espécies.

$$DR_s = \left(\frac{n_s}{N} \right) \times 100$$

Onde:

n_s= número de indivíduos amostrados da espécie s;

N= número total de indivíduos amostrados.

FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA_s):

Representa em que grau a espécie ocorre nas parcelas de amostragem.

$$FA_s = \left(\frac{P_s}{P_t} \right) \times 100$$

Onde:

P_s = número de pontos com ocorrência da espécie s ;

P_t = número total de pontos.

FREQUÊNCIA RELATIVA (FR_s):

Obtida da relação entre a frequência absoluta de cada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

$$FR_s = \left(\frac{FA_s}{FAT} \right) \times 100$$

Onde:

FA_s = frequência absoluta da espécie s ;

FAT = frequência total (soma das FA_s de todas as espécies amostradas).

ÁREA BASAL INDIVIDUAL (ABI_s):

Representa a área ocupada pelo tronco de cada indivíduo, assumindo-se que o tronco tem forma cilíndrica. Desse modo, corresponde a área da seção transversal do tronco.

$$ABI_s = D^2 \frac{\pi}{4}$$

Onde:

D = diâmetro de cada indivíduo da espécie (cm^2).

ÁREA BASAL MÉDIA POR ESPÉCIE (AB_s):

$$AB_s = \sum \frac{ABI_s}{n_s}$$

Onde:

n_s = número de indivíduos amostrados da espécie s .

DISTÂNCIA POR ÁREA:

Segundo conceito mais usual baseia-se no espaço ocupado pelos troncos das árvores de cada espécie, utilizando, portanto, os valores da área basal.

$$DoA_s = DA_s \times AB_s$$

Onde:

DA_s = densidade por área da espécie s ind/ m^2 ;

AB_s = área basal média da espécie s (cm^2).

DOMINÂNCIA RELATIVA POR ESPÉCIE:

Representa a relação percentual entre a amostra basal total de uma espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas.

$$DoR_s = \left(\sum \frac{ABI_s}{ABT} \right) \times 100$$

Onde:

ABI_s = área basal de cada indivíduo da espécie s (cm^2);

ABT = soma das áreas basais de todas as espécies amostradas ($= \sum ABI$) (cm^2).

VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI):

Representa em que grau a espécie se encontra bem estabelecida na comunidade e resulta de valores relativos já calculados para densidade, frequência e dominância, atingindo, portanto, valor máximo de 300.

$$VI = DR_s + FR_s + DoR_s$$

VALOR DE COBERTURA (VC):

Também representa o grau em que a espécie se encontra bem estabelecida na comunidade, porém é calculado sem a frequência, atingindo, portanto, grau máximo de 200.

$$VC = DR_s + Do_s$$

ÍNDICE DE DIVERSIDADE:

Utilizado para obter uma estimativa de heterogeneidade florística da área estudada. Entre os diversos existentes, adotou-se o índice de Shannon-Weaver (H') e o índice de Equabilidade de Pielou (J), através das equações:

$$H' = - \sum_{n=1}^n P_s \times \ln P_s \quad J = \frac{H''}{H \max}$$

Onde:

$P_s = n_s/N$, em que n_s é o número de indivíduos da espécie s e N é o número total de indivíduos;

J = equabilidade de Pielou;

H_{max} = diversidade máxima ($= \ln S$, onde S é o número de espécies).

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados fazendo-se uso do programa Excel e o *software* Mata Nativa 2.0 (CIENTEC, 2006). Foram elaborados histogramas de frequência das classes de diâmetro com intervalo de 5 cm entre as classes de diâmetro, por meio da distribuição de frequência das classes de diâmetro, para o conjunto de indivíduos amostrados e para as quatro espécies com maior número de indivíduos.

4.6 Comparação entre as áreas em processo de restauração (Área 1) e em reabilitação (Área 2)

Diversas técnicas para a recuperação de áreas degradadas em regiões tropicais têm sido estudadas (VALCARCEL & SILVA, 1997), sendo os seguintes parâmetros fitossociológicos utilizados para análise da vegetação: Abundância, Densidade, N° de famílias, N° de gêneros, N° de espécies, Área basal, Diâmetro máx. (cm), Diâmetro médio (cm), Altura máxima (m), Altura média (m), Equabilidade de Pielou (J'), Índice de Diversidade de Simpson (C), Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM), Índice de Shannon-Weaver (PIELOU, 1975), utilizando-se o *software* Mata Nativa 2.0 (CIENTEC, 2006), para as espécies do estrato arbóreo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização física

A área ambientalmente insular tem perímetro de 11.640,152 m e área total de 291.822 ha. A altitude varia entre 10 e 220 metros, sendo considerado como elevação que interfere na influência da cunha salina a cota de 10 metros (Figura 10).

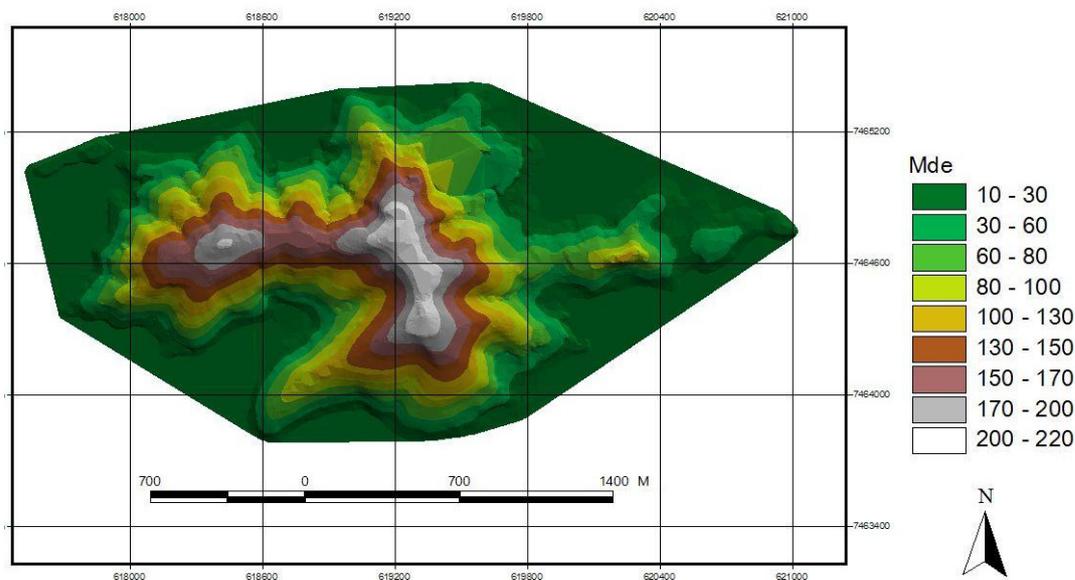


Figura 10: Altimetria da Ilha da Madeira, situada nos município de Itaguaí - RJ.

Mais da metade da área (69,7%) encontra-se entre 10 e 100 m de altitude. Já em relação a declividade, 96,3% do terreno varia de plano a ondulado, embora estejam em situação de interflúvio, onde não há predisposição ao acúmulo de águas pluviais. Sendo que 47% da Ilha possui declividade entre ondulado e escarpado, onde se situam as encostas estudadas (Figura 11).

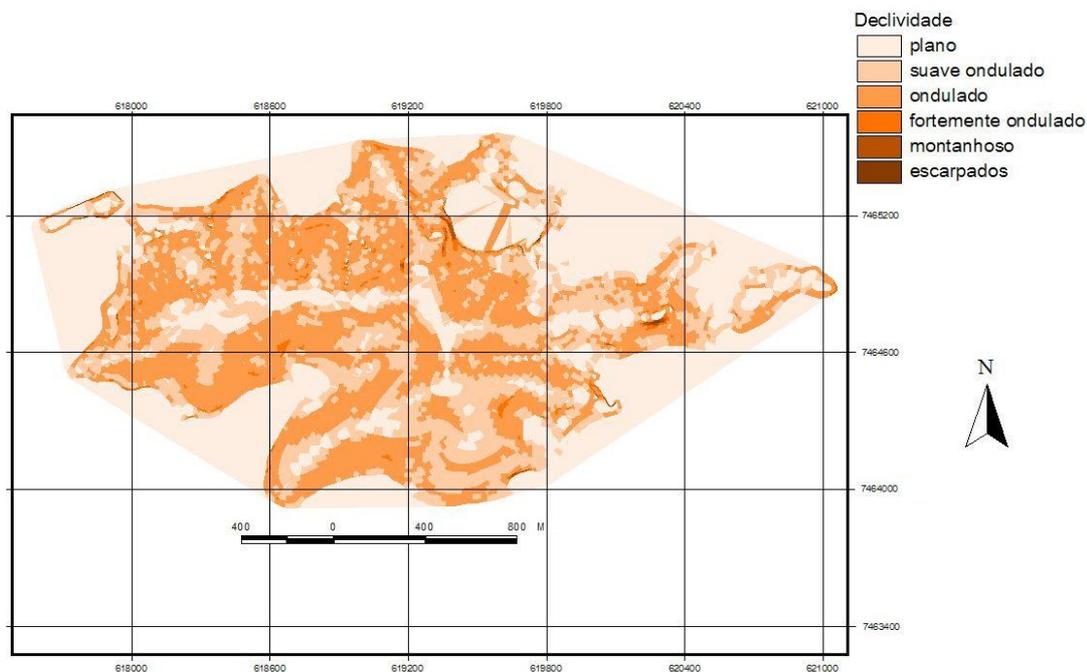


Figura 11: Mapa de declividade da Ilha da Madeira no município de Itaguaí – RJ, de acordo com as classes adotadas pela Embrapa (1999).

A área possui 41 microbacias hidrográficas (Figura12), com maior divisor topográfico no sentido leste-oeste. Esse divisor separa as encostas, que se distinguem devido as diferentes ofertas dos fatores ambientais (Figura 13).



Figura 12: Microbacias hidrográficas na Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, em destaque as áreas do levantamento fitossociológico.

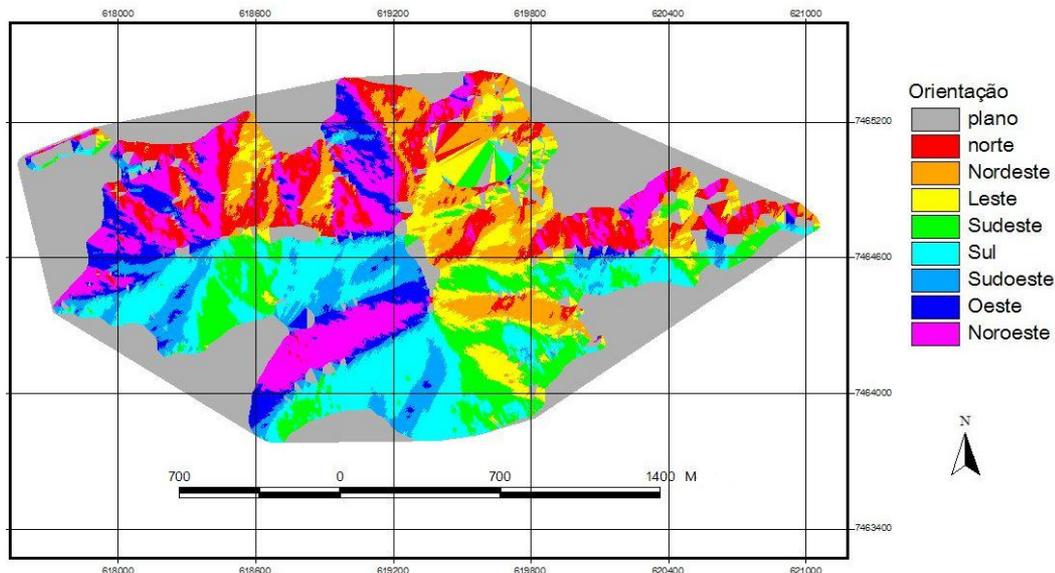


Figura 13: Orientação das encostas na Ilha da Madeira no município de Itaguaí, RJ.

Foi observado que as encostas apresentam níveis diferenciados de restauração espontânea, onde as possíveis influências dos fatores ambientais determinantes para o sucesso da restauração podem ter sido a exposição às radiações solares e a interceptação dos ventos úmidos sudoeste, resultados também encontrados por Barboza (2007) e Mattos Jr. (2008).

As microbacias das encostas com face norte, nordeste, noroeste apresentaram vegetação com estrato arbóreo pouco denso nas partes baixas e exuberante apenas no terço superior (Figura 14). Estes dados sinalizam que estas encostas podem estar desfavorecidas de atributos ambientais, tais como o recebimento de ventos úmidos provindos do oceano, que segundo Barboza (2007) são interceptados predominantemente pelas encostas sul, sudeste e sudoeste. Além disso, a proximidade com a área urbana representa um limitante no processo de desenvolvimento da vegetação florestal.



Figura 14: Fragmento florestal em microbacias hidrográficas com vertente norte na Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, 2008.

Por outro, as microbacias hidrográficas com vertente sul, sudoeste, leste e oeste (Figura 12 e 15) apresentaram vegetação densa, homogênea, com copas maiores e mais altas, apresentando melhores condições de restauração natural e a auto-sustentabilidade do ambiente em construção. Isso pode ser atribuído a maior incidência de ventos úmidos nessas vertentes quando comparadas com as de vertentes leste e norte. Nas orientações oeste e sudoeste há uma maior aquisição de umidade para o ambiente, constituindo-se em um dos principais fatores que condiciona o desenvolvimento da vegetação (MATTOS Jr, 2008).



Figura 15: Fragmento florestal em microbacias hidrográficas com vertente a oeste e sudoeste da Ilha da Madeira, municípios de Itaguaí, RJ, 2008.

Essas informações atestam que, mesmo em zonas com alta precipitação e boa distribuição das chuvas, a orientação das vertentes é uma variável que pode condicionar o grau de resiliência dos ecossistemas e afetar os resultados dos projetos de restauração.

5.2 Caracterização florística e fitossociológica

5.2.1 Caracterização da área em processo de restauração espontânea (Área 1)

A fisionomia da área em processo de restauração espontânea é caracterizada pela presença de árvores emergentes com até 28,3 m de altura. Os 200 indivíduos arbóreos amostrados se distribuíram em 24 famílias, 30 gêneros e 40 espécies.

As cinco famílias mais importantes (Fabaceae, Nyctaginaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Meliaceae) somaram 63,89% do Valor de Importância (VI) total (Tabela 02). Estas cinco famílias são também as que apresentaram maior número indivíduos (128), o que corresponde a 64,18% do total amostrado. As 19 famílias restantes totalizaram 35,82% dos indivíduos amostrados, o que corresponde a 72 indivíduos.

Tabela 02. Famílias amostradas na área em processo de restauração espontânea (Área 1), Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil em 2008 e parâmetros fitossociológicos calculados.

Família	N	%						
		Total	S	DR	FR	DoR	VI	VC
Euphorbiaceae	36	18,41	2	18,00	12,27	16,51	15,59	17,25
Nyctaginaceae	34	16,92	1	17,00	14,11	16,73	15,95	16,86
Fabaceae	27	13,43	8	13,50	14,11	22,42	16,68	17,96
Lauraceae	16	7,96	3	8,00	8,59	9,24	8,61	8,62
Meliaceae	15	7,46	1	7,50	9,20	8,01	8,24	7,75
Tiliaceae	13	6,47	1	6,50	7,98	7,78	7,42	7,14
Flacourtiaceae	9	4,48	2	4,50	5,52	1,88	3,97	3,19
Sapindaceae	8	3,98	2	4,00	4,29	1,17	3,15	2,58
Bignoniaceae	7	3,48	1	3,50	3,07	1,42	2,66	2,46
Annonaceae	4	1,99	1	2,00	1,84	0,52	1,45	1,26
Vochysiaceae	4	1,99	1	2,00	2,45	5,76	3,40	3,88
Tectariaceae	3	1,49	1	1,50	1,84	0,31	1,22	0,91
Myrtaceae	3	1,49	1	1,50	1,84	0,67	1,34	1,08
Cecropiaceae	3	1,49	1	1,50	1,84	1,09	1,48	1,29
Rutaceae	2	1,0	1	1,00	1,23	0,16	0,80	0,58
Moraceae	2	1,0	1	1,00	1,23	1,08	1,10	1,04
Erythroxylaceae	2	1,0	1	1,00	1,23	1,25	1,16	1,13
Araceae	1	0,5	1	0,50	0,61	0,07	0,39	0,28
Boraginaceae	1	0,5	1	0,50	0,61	0,06	0,39	0,28
Monimiaceae	1	0,5	1	0,50	0,61	0,07	0,40	0,29
Lacistemataceae	1	0,5	1	0,50	0,61	0,23	0,45	0,36
Apocynaceae	1	0,5	1	0,50	0,61	0,29	0,47	0,39
Morta	7	3,48	0	3,50	4,29	3,30	3,70	3,40
Total	200	100	34	100	100	100	100	100

Onde: N= número de indivíduos; Dr = densidade relativa (%); S= número de espécies; FR= frequência relativa (%); DoR= dominância relativa (%);VI(%)= percentagem de importância(%); VC(%)= percentagem de valor de cobertura(%).

As famílias com maior valor de importância (VI) foram, em ordem decrescente, Fabaceae, Nyctaginaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Tiliaceae, Flacourtiaceae, Vochysiaceae, Sapindaceae, Bignoniaceae, Cecropiaceae, Annonaceae, Myrtaceae, Tectariaceae, Erythroxylaceae, Moraceae, Rutaceae, Apocynaceae, Lacistemataceae, Monimiaceae, Araceae, Boraginaceae. O valor de importância (VI) caracteriza a importância de cada espécie dentro do processo de restauração. A ocorrência de espécies com altos e baixos valores de VI reflete uma comunidade com pequena ou grande diversidade, respectivamente, indicando perturbação no ambiente, evidenciando uma floresta em estágio inicial de sucessão.

Dentro de cada família existem espécies que contribuem mais para o destaque em número de indivíduos. Da família Nyctaginaceae, a única espécie encontrada foi *Guapira opposita* (Vell.) Reitz.

A família Fabaceae, se destacou diante das outras famílias na área amostrada, em número de espécies, com 8 espécies. Sendo que *Andira anthelmia* (Vell.) Macbr, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. e *Platygyamus regnellii* Benth, foram as principais responsáveis pelo destaque em número de indivíduos, dentro dessa família (Tabela .03). As contribuições diferenciadas de dominância, frequência e densidade na composição do valor de importância de cada família traduzem tendências no sentido de diferentes estratégias de ocupação do ambiente por parte das espécies mais representativas destas famílias na área estudada (KURTZ & ARAÚJO, 2000).

A distância média entre os indivíduos foi de 3,60 m e a densidade total por área foi de 2.121,47 indivíduos/ha. A área basal total foi de 12,37 m²/ha, valor próximo ao encontrado por Peixoto et al. (2004), em outras áreas em processo de sucessão secundária de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Valores baixos de área basal são normalmente encontrados em florestas secundárias jovens.

Tabela 03: Espécies amostradas, parâmetros fitossociológicos e classificação em grupos ecológicos da área em processo de restauração espontânea (Área 1) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil em 2008.

Nome Científico	Nome Vulgar	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	GE
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Louro-branco	34	23	0,494	358,856	16,92	46	13,45	5,214	16,59	16,75	15,65	SI
<i>Croton floribundus</i> Sprengel	Capixingui	26	16	0,3712	274,419	12,94	32	9,36	3,918	12,47	12,7	11,59	PI
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Carrapeta	15	15	0,2362	158,319	7,46	30	8,77	2,493	7,93	7,7	8,06	ST
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	13	13	0,2281	137,21	6,47	26	7,6	2,407	7,66	7,06	7,24	PI
<i>Platygyamus regnellii</i> Benth.	Folha-larga	6	6	0,2606	63,327	2,99	12	3,51	2,751	8,76	5,87	5,08	ST
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pau-jacaré	7	6	0,2194	73,882	3,48	12	3,51	2,316	7,37	5,43	4,79	SI
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Louro	11	10	0,0631	116,1	5,47	20	5,85	0,666	2,12	3,8	4,48	ST
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Macbr.	Andira	6	6	0,1279	63,327	2,99	12	3,51	1,35	4,3	3,64	3,6	SI
<i>Vochysia haenkiana</i> . Mart.	Cambará	4	4	0,1688	42,218	1,99	8	2,34	1,782	5,67	3,83	3,33	CL
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	-	7	7	0,0483	73,882	3,48	14	4,09	0,51	1,62	2,55	3,07	SI
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Ipê	7	5	0,0734	73,882	3,48	10	2,92	0,775	2,47	2,97	2,96	SI
Ocotea sp	Ocotea	3	2	0,1225	31,664	1,49	4	1,17	1,293	4,11	2,8	2,26	ST
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Camboatá	4	4	0,0219	42,218	1,99	8	2,34	0,232	0,74	1,36	1,69	ST
Ocotea sp 2	Ocotea	2	2	0,0856	21,109	1	4	1,17	0,903	2,87	1,93	1,68	ST
<i>Cecropia hololeuca</i> Micq.	Embaúba	3	3	0,0319	31,664	1,49	6	1,75	0,336	1,07	1,28	1,44	PI
Anonaceae sp	-	4	3	0,0153	42,218	1,99	6	1,75	0,162	0,52	1,25	1,42	ND
Morfoespécie 7	-	3	3	0,0298	31,664	1,49	6	1,75	0,314	1	1,25	1,42	ND
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	Camboatá	4	3	0,0123	42,218	1,99	6	1,75	0,13	0,41	1,2	1,39	ST
<i>Myrcia splendens</i> (SW.) DC.	-	3	3	0,0196	31,664	1,49	6	1,75	0,207	0,66	1,08	1,3	ND
<i>Ternstroemia brasiliis</i>	-	3	3	0,0095	31,664	1,49	6	1,75	0,1	0,32	0,91	1,19	CS
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Croton	3	2	0,0242	31,664	1,49	4	1,17	0,256	0,81	1,15	1,16	PI
<i>Erythroxylum</i> P. Browne	-	2	2	0,037	21,109	1	4	1,17	0,391	1,24	1,12	1,14	IND
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaqueira	2	2	0,0315	21,109	1	4	1,17	0,333	1,06	1,03	1,07	ND
Morfoespécie 8	-	2	2	0,0229	21,109	1	4	1,17	0,242	0,77	0,88	0,98	ND

Tabela 03: Continuação

Nome Científico	Nome Vulgar	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	GE
<i>Pseudopiptadenia leptostachya</i> (Benth.) Rausch.	-	2	2	0,0185	21,109	1	4	1,17	0,195	0,62	0,81	0,93	SI
Morfoespécie 12	-	1	1	0,0313	21,109	1	2	0,58	0,33	1,05	1,02	0,88	ND
Morfoespécie 13	-	2	2	0,0124	21,109	1	4	1,17	0,13	0,42	0,71	0,86	ND
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	2	2	0,007	21,109	1	4	1,17	0,074	0,24	0,62	0,8	SI
Morfoespécie 14	-	2	2	0,004	21,109	1	4	1,17	0,042	0,13	0,56	0,77	ND
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> Mart,	-	2	2	0,0047	21,109	1	4	1,17	0,049	0,16	0,58	0,77	PI
<i>Machaerium</i> sp	-	1	1	0,0158	10,555	0,5	2	0,58	0,167	0,53	0,51	0,54	PI ou SI
<i>Aspidosperma</i> sp	-	1	1	0,0084	10,555	0,5	2	0,58	0,089	0,28	0,39	0,45	CL
<i>Lacistema recurvatum</i>	-	1	1	0,0066	10,555	0,5	2	0,58	0,07	0,22	0,36	0,44	SI
Morfoespécie 25	-	1	1	0,0061	10,555	0,5	2	0,58	0,064	0,2	0,35	0,43	ND
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Albícia	1	1	0,0044	10,555	0,5	2	0,58	0,047	0,15	0,32	0,41	SI
<i>Cordia trichoclada</i> DC,	-	1	1	0,002	10,555	0,5	2	0,58	0,022	0,07	0,28	0,38	ST
<i>Cupania castaneifolia</i> Mart.	-	1	1	0,002	10,555	0,5	2	0,58	0,021	0,07	0,28	0,38	SI
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl,	-	1	1	0,0021	10,555	0,5	2	0,58	0,022	0,07	0,28	0,38	IND
Morta	-	7	7	0,0965	73,882	3,48	14	4,09	1,019	3,24	3,36	3,61	ND
*** Total		200	50	2,977	2121,471	100	342	100	31,421	100	100	100	

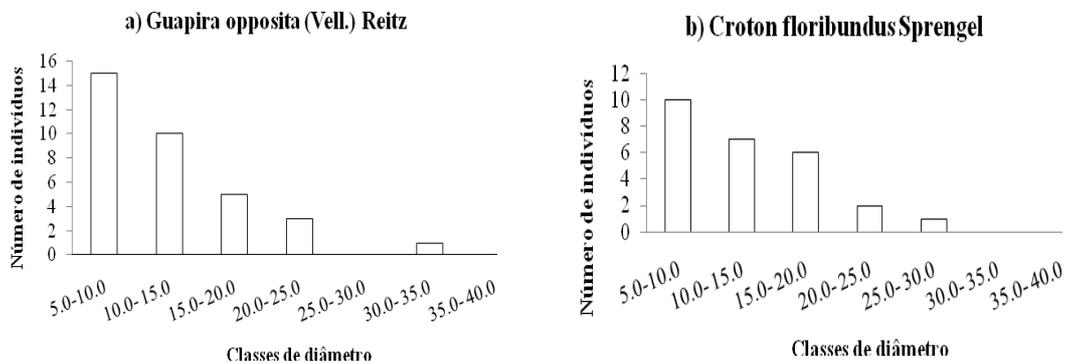
Onde: N= número de indivíduos; U= número de unidades amostrais onde ocorre; AB= área basal (m²); DA= densidade absoluta (ár.v./ha); Dr = densidade relativa (%); FA= frequência absoluta (%); FR= frequência relativa (%); DoA= dominância absoluta(m²/há); DoR= dominância relativa (%); VI(%)= percentagem de importância(%); VC(%)= percentagem de valor de cobertura(%); GE: Grupo Ecológico; PI: Pioneira; SI: Secundária Inicial; ST: Secundária tardia; CL: climática; CS: clímax tolerante a sombra; IND: Indiferente; ND: Não determinado.

Vários fatores podem influenciar na estimativa da diversidade em uma área. O grau de perturbação, a fertilidade do solo, a suficiência de amostragem, o método e o critério de inclusão utilizada incidem diretamente sobre a riqueza de espécies. O índice de diversidade se constitui no mais importante instrumento de avaliação e monitoramento de projetos de restauração, pois aponta o estado de integridade da área (FINEGAN, 1984). Geralmente a diversidade tende a aumentar com o avanço dos níveis sucessionais (BAZZAZ, 1975).

Neste caso ocorre uma distribuição de indivíduos que evidencia um contingente maior nas secundárias iniciais (36,5%), em detrimento das pioneiras (23,5%) e das secundárias tardias (21%) e climácicas (2,5%). Apesar das espécies pioneiras representarem uma parcela menor da riqueza local, a sua densidade é maior, indicando um papel importante destas espécies neste ambiente e ainda, que o ambiente ainda é favorável para estas espécies colonizadoras.

Os índices de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou foram $H' = 3,15$ nat.ind.-1, $J' = 0,85$. Esses valores de diversidade são compatíveis com os valores obtidos em 10 trechos de floresta estudados na Reserva Florestal Mata do Paraíso em diferentes condições de relevo e sucessão, que variaram de 2,43 a 3,65 nat.ind.-1 (SILVA & NASCIMENTO, 2001). No entanto, a comparação entre índices de diversidade demanda cautela, uma vez que vários fatores relacionados à sucessão, aos critérios de inclusão e ao método de amostragem adotado podem interferir nos valores (SILVA, 2003).

A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas apresentou um padrão de J-invertido, ou seja, alta concentração de indivíduos nas classes de menor diâmetro e redução acentuada no sentido das classes maiores (Figura 16). Esse padrão representa uma grande quantidade de indivíduos recrutados em relação a uma quantidade menor de indivíduos adultos, sugerindo ausência de problemas de regeneração natural para a comunidade como um todo (SILVA & NASCIMENTO, 2001).



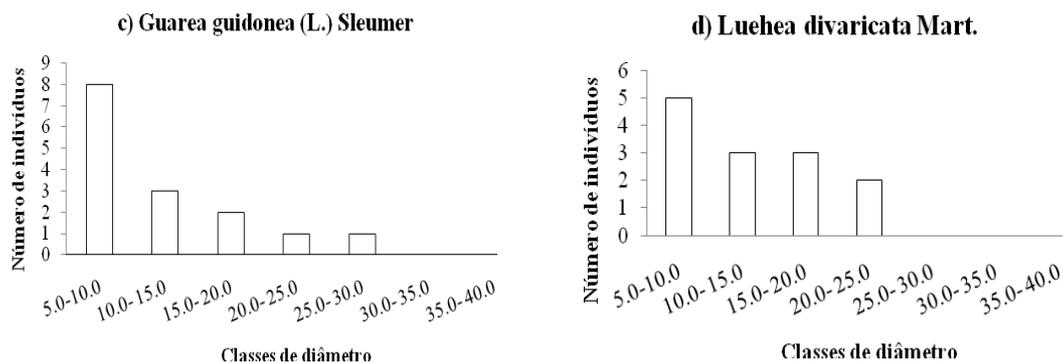


Figura 16: Distribuição de freqüência das classes de diâmetro das árvores vivas, das espécies com maior VI% amostradas na em processo de restauração espontânea (Área 1) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil: a) *Guapira opposita* b) *Croton floribundus* c) *Guarea guidonea* d) *Luehea divaricata*.

Ao se analisar a composição da vegetação arbórea da área de estudo verifica-se que as espécies com grande número de indivíduos nas classes menores de diâmetro tendem a estar presentes na floresta futura daquele local. Essa afirmativa é constatada quando se observam na regeneração os resultados e se verifica a presença dessas espécies em destaque no povoamento.

A espécie *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, inventariada nessa amostragem, é constantemente referenciada em inventários no Rio de Janeiro e, de acordo com Siqueira (1994), encontra-se entre as 10 espécies presentes em cerca de 50% dos levantamentos realizados em áreas de Mata Atlântica em todo o território brasileiro. *Piptadenia gonoacantha*, *Luehea divaricata* são pioneiras e secundárias iniciais, típicas de estádios iniciais da sucessão (GANDOLFI et al., 1995; MARTINS et al., 2002) baixa, ou seja, há alta heterogeneidade florística do componente arbustivo-arbóreo.

A área estudada possui grande quantidade de cipós, que segundo Putz (1984), influenciam as taxas de crescimento e mortalidade das árvores, em pelo menos cinco maneiras diferentes: pela competição com as árvores pela luz e com isso influenciam na velocidade de crescimento das árvores; pelo aumento das taxas de mortalidade das árvores pelo peso das copas e aumento das tensões internas do tronco e raiz (torque-estrangulamento); pelo aumento do número e tamanho de árvores que são arrancadas quando as árvores com cipó caem; pela diminuição do crescimento em altura da regeneração natural nas clareiras através de efeitos combinados de sombra e danos mecânicos causados pelos cipós que caem e pelo entrelaçamento entre árvores e desta forma aumentando a instabilidade de árvores individuais.

A dominância de espécies dos primeiros estágios sucessionais, bem como o predomínio de indivíduos jovens, pertencentes às primeiras classes de diâmetro, refletiram os efeitos da ação dos distúrbios antrópicos sobre a diversidade local.

O conhecimento das espécies que provavelmente ocupavam a área e da forma como se organizavam proporciona uma importante base de dados para a escolha das espécies que deverão ser introduzidas no processo de restauração e de que forma isto deverá ser feito (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

Fica evidente que o remanescente florestal está desenvolvendo seu processo sucessional de forma eficiente e garantindo a fitofisionomia da região, ou seja, a Floresta Ombrófila Densa. Estas afirmativas estão de acordo com Citadini-Zanette (1995), que

observou que espécies ocorrentes em todas as classes de diâmetro teoricamente possuiriam maior potencial para participar da composição futura da floresta, ou seja, são as que melhor conseguem estabelecer-se na floresta futura.

5.2.2 Caracterização da área em processo de reabilitação (Área 2)

Na amostragem realizada na vegetação da área em processo de reabilitação do estudo, foram encontrados 200 indivíduos pertencentes a 24 espécies, 22 gêneros e 12 famílias. A distância média entre os indivíduos foi de 4,37 m, correspondendo a uma densidade total estimada em 1.617 indivíduos ha⁻¹. A diversidade de espécies (H') foi de 2,63 nats indivíduo⁻¹ e o valor de equabilidade (J) foi de 0,83. As cinco espécies mais importantes no levantamento estrutural perfizeram cerca de 58,83% do VI e 53,50% dos indivíduos amostrados. *Acacia mangium*, *Cecropia pachystachya*, *Acacia auriculiformis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Inga laurina*, foram as espécies mais importantes na comunidade (em VI). A importância da *Cecropia pachystachya* pode ser atribuída principalmente à alta densidade de indivíduos, enquanto *Acacia mangium* destacou-se pelo valor de dominância relativa, sendo detentora do maior diâmetro amostrado (57,3 cm). *Leucaena leucocephala* e *Acacia mangium*, foram as espécies representadas por indivíduos com as maiores alturas estimadas (22 e 18 m, respectivamente).

Nesta área, 162 indivíduos concentraram-se no grupo ecológico das pioneiras (81%), apresentando indivíduos somente em outros dois grupos, secundárias iniciais que corresponder a 13% e secundárias tardias (5%), somente 1% das espécies não foram determinadas em nenhum dos grupos ecológicos (Tabela 04).

Tabela 04: Espécies amostradas em processo de reabilitação (Área 2), Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil e parâmetros fitossociológicos calculados.

Nome Científico	Nome Vulgar	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	GE
<i>Acacia mangium</i> Willd *	Acácia	28	14	1,5557	226,436	14	28	9,4	12,581	33,47	23,73	18,96	PI
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec *	Embaúba	28	20	0,3228	226,436	14	40	13,42	2,61	6,94	10,47	11,46	PI
<i>Acácia auriculiformis</i> Sandw *	Acácia	18	14	0,646	145,566	9	28	9,4	5,224	13,9	11,45	10,76	PI
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) *	Pau-jacaré	19	16	0,2957	153,653	9,5	32	10,74	2,392	6,36	7,93	8,87	SI
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. *	Ingá	13	9	0,6181	113,218	7	18	6,04	4,999	13,3	10,15	8,78	PI
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth *	Sabiá	22	14	0,2212	177,914	11	28	9,4	1,789	4,76	7,88	8,38	PI
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) *	Leucena	18	15	0,1614	145,566	9	30	10,07	1,305	3,47	6,24	7,51	PI
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard *	Sombreiro	14	11	0,3495	113,218	7	22	7,38	2,827	7,52	7,26	7,3	PI
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	6	4	0,1798	48,522	3	8	2,68	1,454	3,87	3,43	3,18	SI
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	Crindiúva	7	6	0,0244	56,609	3,5	12	4,03	0,198	0,53	2,01	2,68	PI
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Carrapeta	5	5	0,0124	40,435	2,5	10	3,36	0,1	0,27	1,38	2,04	ST
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	3	3	0,0339	24,261	1,5	6	2,01	0,274	0,73	1,11	1,41	PI
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Paineira	2	2	0,0881	16,174	1	4	1,34	0,712	1,89	1,45	1,41	PI
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi *	Aroeira-vermelha	3	3	0,0064	24,261	1,5	6	2,01	0,052	0,14	0,82	1,22	PI
<i>Albizia lebbbeck</i> (L) Benth. *	Albícia	2	2	0,0108	16,174	1	4	1,34	0,087	0,23	0,62	0,86	PI
<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro	2	2	0,0113	16,174	1	4	1,34	0,092	0,24	0,62	0,86	ND
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	Fumo-do-campo	2	2	0,0115	16,174	1	4	1,34	0,093	0,25	0,62	0,86	PI
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi.	Bico-de- pato	1	1	0,0535	8,087	0,5	2	0,67	0,433	1,15	0,83	0,77	ST
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Quaresmeira	1	1	0,0316	8,087	0,5	2	0,67	0,255	0,68	0,59	0,62	ND
<i>Psidium guajava</i> L. *	Goiabeira	1	1	0,0058	8,087	0,5	2	0,67	0,047	0,12	0,31	0,43	PI
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Ipê-verde	1	1	0,0023	8,087	0,5	2	0,67	0,019	0,05	0,27	0,41	ST
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Jacarandá-ferro	1	1	0,0023	8,087	0,5	2	0,67	0,019	0,05	0,27	0,41	SI
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Camboatá	1	1	0,0018	8,087	0,5	2	0,67	0,014	0,04	0,27	0,4	ST
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sonder) Landwith *	Ipê-amarelo	1	1	0,0018	8,087	0,5	2	0,67	0,014	0,04	0,27	0,4	ST
*** Total		200	50	4,6481	1617,399	100	298	100	37,589	100	100	100	

Onde: N= número de indivíduos; U= número de unidades amostrais onde ocorre; AB= área basal (m²); DA= densidade absoluta (árv./ha); Dr = densidade relativa (%); FA= frequência absoluta (%); FR= frequência relativa (%); DoA= dominância absoluta(m²/há); DoR= dominância relativa (%); VI(%)= percentagem de importância(%); VC(%)= percentagem de valor de cobertura(%); GE: grupo ecológico; PI: Pioneira; SI: Secundária Inicial; ST: Secundária tardia; CL: climática; CS: clímax tolerante a sombra; IND: Indiferente; ND: Não determinado; * Espécies introduzidas no plantio em 1994.

As famílias representadas por maior número de espécies foram Fabaceae (11 espécies) e Bignoniaceae (duas). Essas duas famílias representaram cerca de 54,16% das espécies amostradas. No levantamento estrutural, as duas famílias com maior VI foram Fabaceae (80,61%), Bignoniaceae (1,62%). Essas duas famílias somaram cerca de 82,23% do VI e perfizeram 73,23% da densidade total (Tabela 05), sendo que o restante das famílias destacaram-se pela presença de uma só espécie, principalmente em função do grande número de indivíduos dessas populações.

A dinâmica da vegetação e sua distribuição na paisagem estão relacionadas com o estágio sucessional e têm geralmente um padrão de ocorrência de determinadas espécies ou famílias botânicas que caracterizam estes estágios (IBGE, 1991). Apenas quatro classes intermediárias são responsáveis por mais de 60% da área basal da área reabilitada. A distribuição das espécies que apresentaram maior VI% não apresentou o padrão de distribuição de J-invertido, com isso pode-se supor que a área apresenta problemas de regeneração (Figura 17).

Do total das espécies amostradas, 12 não fizeram parte das utilizadas no reflorestamento, sendo que 33% do número dessas espécies são classificadas como pioneiras, 17% como secundárias iniciais, 33% como secundárias tardias e 17% não tiveram seus grupos ecológicos determinados.

Tabela 05: Abundância das famílias amostrada na em processo de reabilitação (Área 2) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.

Família	Nº de Indivíduos	% Total
Fabaceae	143	72,22
Cecropiaceae	28	14,14
Ulmaceae	7	3,54
Meliaceae	5	2,53
Anacardiaceae	3	1,52
Malvaceae	3	1,52
Bignoniaceae	2	1,01
Bombacaceae	2	1,01
Caricaceae	2	1,01
Melastomataceae	1	0,51
Myrtaceae	1	0,51
Sapindaceae	1	0,51

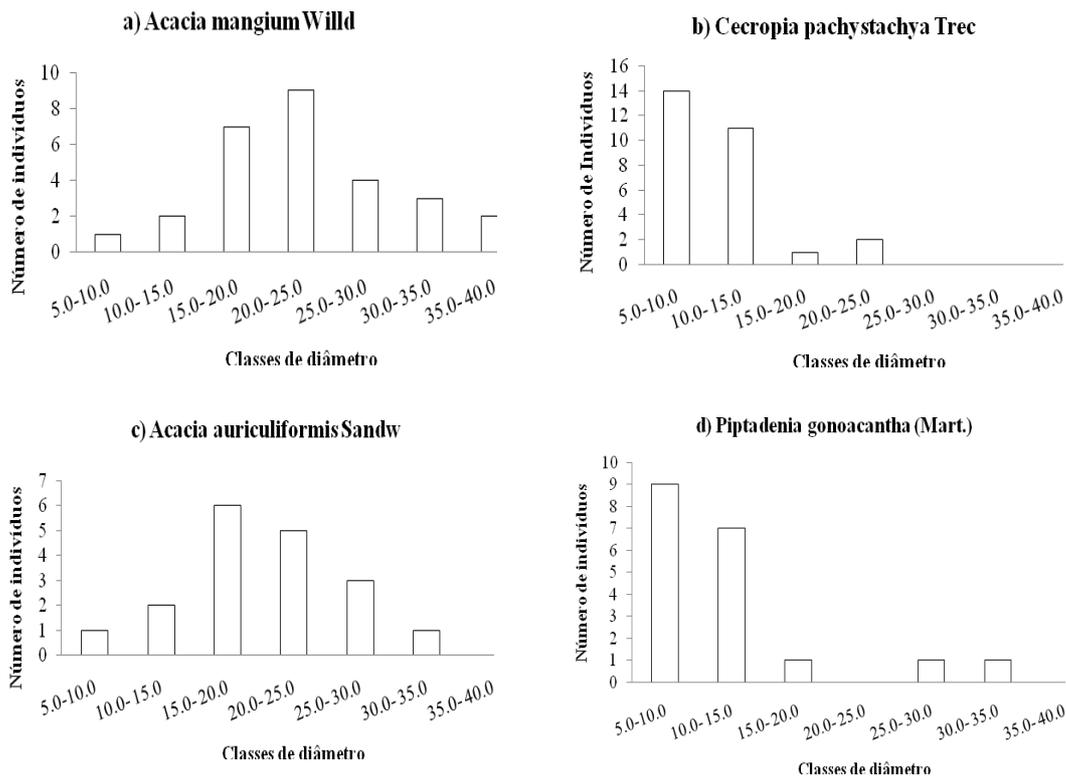


Figura 17: Distribuição de frequência das classes de diâmetro de todas as árvores vivas, das espécies com maior VI% na área em processo de reabilitação (Área 2) na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, Brasil. a) *Acacia mangium* Willd, b) *Cecropia pachystachya*, c) *Acacia auriculiformis* Sandw d) *Piptadenia gonoacantha* (Mart.).

Os baixos número de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro das espécies *Acacia auriculiformis* Sandw., *Acacia mangium* Willd., são decorrentes principalmente da morte, já que são espécies pioneiras. Este fato confirma as expectativas de que a diversidade das florestas estaria mudando de acordo com os grupos ecológicos. Esta área é jovem, sendo esperada prioritariamente a mortalidade de plantas do início da sucessão. As espécies *Cecropia pachystachya* e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.), apesar de serem pioneiras, ainda apresentam um padrão de distribuição diamétrica com o formato de J-invertido, mostrando ausência de problemas de regeneração.

5.3 Comparação entre áreas em restauração (Área 1) e reabilitação (Área 2)

O número de espécies encontrado na área em processo de reabilitação está aquém do número encontrado no ambiente em processo de restauração espontânea (Tabela 06). Apesar de haver uma diferença, o número de espécies encontradas nas áreas onde houve o plantio de espécies arbóreas como medida biológica não deve aumentar significativamente com o aumento da intensidade amostral, por se tratar de uma área plantada.

A maior riqueza observada na área em processo de restauração espontânea pode ser explicada pela presença de um grande número de espécies ocorrendo em baixas densidades, que é uma característica da floresta tropical (HARTSHOM, 1980).

Tabela 06: Comparação entre os parâmetros da comunidade arbórea das áreas em diferentes processos de recuperação.

Característica	Restauração (40 anos)	Reabilitação (14 anos)
Abundância	200	200
Densidade	2.121,47	1.617,39
Nº de famílias	24	12
Nº de gêneros	30	22
Nº de espécies (S)	40	24
Área basal (m ²)	2,97	4,64
Diâmetro máx. (cm)	38,8	57,3
Diâmetro médio (cm)	11,20	13,22
Altura máxima (m)	28,3	22
Altura média (m)	8,25	7,93
H' (nat.ind.-1)	3,15	2,63
J'	0,85	0,83
C	0,94	0,91

Baixos valores de equabilidade indicam uma desigualdade na diversidade de indivíduos por espécie, sugerindo que as áreas estão sendo “dominadas” por algumas poucas espécies com um número de indivíduos.

A Tabela 07 apresenta os índices de diversidade de Shannon e Equabilidade em comparação com outros trabalhos realizados próximos a Ilha da Madeira no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 07: Comparação entre a riqueza (S) e a diversidade de espécies (H') em outras áreas de Floresta Atlântica estudadas no Estado do Rio de Janeiro.

Local	Critério	S	H'	Autor
RPPN Porangaba	DAP \geq 5,0	105	3,8	Gandra, 2008
Capoeira Grande	CAP \geq 15	62	2,42	Peixoto et. al. 2004
Ilha Grande	DAP \geq 2,5	26	2,51	Oliveira, 2002
Ilha Grande	DAP \geq 2,5	70	3,33	Oliveira, 2002
Ilha Grande	DAP \geq 2,5	63	3,10	Oliveira, 2002
Floresta da Cicuta	DAP \geq 2,5	184	3,66	Souza, 2002
Fazenda Atalaia	DAP \geq 5	63	3,58	Cruz, 2007

Fonte: Gandra (2008), modificado.

A equitabilidade, que representa a uniformidade de distribuição dos indivíduos entre as espécies, é outro componente da diversidade, além da riqueza (PEET, 1974). Poucos trabalhos discutem a importância deste componente na avaliação da diversidade. Considerando-se os dois levantamentos, a obtenção de menores valores de equitabilidade na área reabilitada, indica uma distribuição menos uniforme da abundância em relação à encontrada no fragmento florestal em fase de restauração espontânea.

Na figura 18 observa-se que a Área 2 pode não estar tão avançada sucesionalmente, quando levado em consideração o número de indivíduos no grupo ecológico das pioneiras, isso

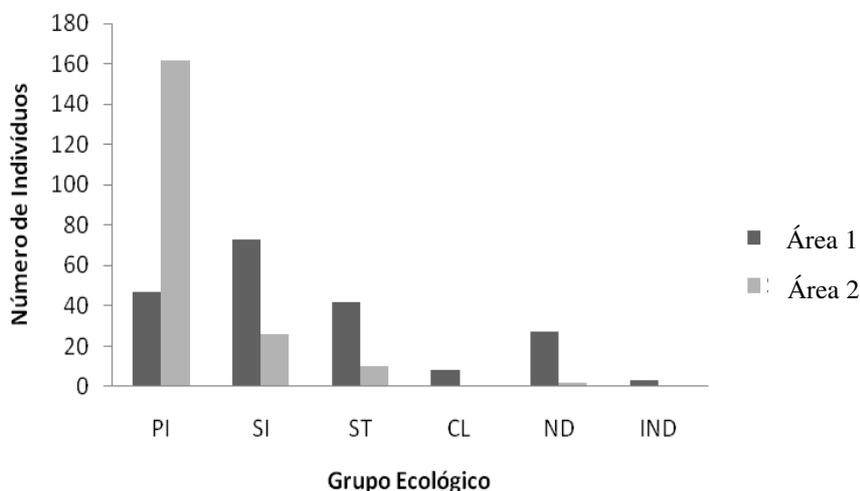


Figura 18: Distribuição dos indivíduos em grupos ecológicos. Área 1: Área em processo de restauração espontânea e Área 2: Área em processo de reabilitação (Área 2), na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. Sendo: (PI) Pioneira; (SI) Secundária Inicial; (ST) Secundária Tardia; (CL) Climácica; (ND) Não determinada e (IND) Indiferente.

O equilíbrio na concentração de espécies secundárias iniciais e tardias na Área 1 indica uma tendência para o aumento do último grupo, o que por sua vez sugere que a floresta apresenta uma tendência para atingir um estágio mais avançado de maturidade, onde a concentração de espécies secundárias tardias poderá superar as outras categorias, a mesma característica de distribuição foi observada por Souza et al. (2006) no Maciço da Pedra Branca no Rio de Janeiro.

No entanto, muitos fatores podem influenciar a análise, fazendo com que vegetações próximas ou fisionomicamente semelhantes tenham composições distintas de espécies. Diferenças climáticas, edáficas e metodológicas, bem como o contato com outras formações vegetais próximas às áreas estudadas e a ocorrência de diferentes históricos de perturbação podem alterar sobremaneira a composição florística de cada área. Os levantamentos geralmente são incapazes de amostrar toda a diversidade presente nestes mosaicos ambientais e sucesionais. Por estas razões a similaridade estrutural entre áreas deve ser vista com bastante cautela.

As espécies arbóreas mais comumente encontradas nos fragmentos florestais em restauração espontânea da Ilha da Madeira poderiam ser utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas e enriquecimento de fragmentos em desenvolvimento, como o da área em processo de reabilitação, sendo respeitado seus respectivos grupos ecológicos.

5.4 Comparação visual da dinâmica dos fragmentos florestais

Ao se comparar a fotografia aérea da Ilha da Madeira, RJ do ano de 1964 (Figura 19) e a ortofoto de 2005 (Figura 20), visualizou-se uma tendência de expansão do fragmento florestal entre as décadas. No ano de 1964 o fragmento apresentava vegetação raleada, solo exposto, pastagens e predominância de culturas de subsistência. Segundo Spolidoro (1998), em função da ação antrópica pela retirada de lenha e madeira para embarcações e construção civil.

Já em 2005, devido a implantação de grandes empreendimentos industriais na região, o que oportunizou novas frentes de trabalho, provavelmente houve modificação dos usos do solo, possivelmente a comunidade local deixou de praticar a agricultura de subsistência como principal de fonte de renda (PMI, 2008).



Figura 19: Fotografia aérea da Ilha da Madeira, ano 1964, Município de Itaguaí,RJ...



Figura20: Ortofoto da Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ, 2005.

6. CONCLUSÕES

As microbacias com vertentes sul, sudeste e sudoeste tendem a apresentar melhores condições de restauração natural;

Mesmo em zonas com alta precipitação e boa distribuição das chuvas, a exposição é uma variável que pode condicionar o grau de resiliência dos ecossistemas e pode afetar os resultados dos projetos de recuperação;

O Índice de Diversidade e Equabilidade analisados para as duas áreas foram próximos, sinalizando que a composição florística é diversa em termos de espécie e uniforme na distribuição dos indivíduos;

Os dados do presente estudo indicaram que a área em processo de restauração espontânea, apresenta estágio sucessional mais avançado quando comparado com a área em processo de reabilitação;

A área em processo de reabilitação diante das exíguas condições ambientais e transcorridos apenas 14 anos de plantio, apresentou tendência de estar avançando nos processos sucessionais com o estabelecimento de espécies de grupos ecológicos mais avançados;

O fragmento florestal expandiu ao longo das décadas, evidenciando sua capacidade de resiliência e auto-restauração.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, S. L.; ZAÚ, A. S.; OLIVEIRA, R. R. de; LIMA, D. F.; MOURA, C. J. R. de. Sucessão florestal e grupos ecológicos em Floresta Atlântica de encosta, Ilha Grande, Angra dos Reis / RJ. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR**, v. 25, n.1, p. 26-32, jan.-jun., 2005.
- BARBIÈRE, E.B.; KRONEMBERGER, D.M.P., Climatologia do litoral Sul - Sudeste do **Estado do Rio de Janeiro. Caderno de Geociências, Rio de Janeiro**. 1994. 177p.
- BARBOZA, R. S. **Caracterização das bacias aéreas e avaliação da chuva oculta nos contrafortes da serra do Mar-RJ**". Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ). Instituto de Florestas – UFRRJ, Seropédica, RJ. 2007.
- BAZZAS, F.A.; PICKETT, S.T.A.. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 11: 287-310, 1980.
- BAZZAZ, F.A. Plant Species Diversity In Old-Field Successional Ecosystems In Southern Illinois. **Ecology**. V56, p. 485-488. 1975.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Recursos. In: **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artemed, 2007. p. 58-88.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Minas). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, 1997.
- BRADSHAW, A. D. Underlying principles of restoration. **Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science**, v. 53, p. 3-9. 1996.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid. Ediciones H.Blume, 1979. 820p.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. **Restoration Ecology**, V.2, p.97-111, 1994
- CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; IMAKAWA, A.M. Degraded areas of Central Amazons using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**. V.10. n.4, p.636-644, 2002.
- CHAZDON, R. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v.320, p.1458-1460, 2008.
- CIENTEC. Software Mata Nativa 2: Sistema para análise estatísticas Fitosociológica, laboração de inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Versão 2.0X. Viçosa, MG. Cientec. Ltda. 2006.
- CITADINI - ZANETTE, V. Florística, fitosociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo Orleans, SC. 249 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, 1995.
- COSTA, L.T. **Estratégias de Reabilitação de Áreas Degradadas em Empreendimentos Hidrelétricos na Amazônia, Tucuruí – PA**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio Janeiro.

- COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*: 434-455. 1956.
- DEAN, W. 1997. A Ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo, SP. 484 p.
- DENSLOW, J. S., 1980, Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, 12 (supplement 1): 47-55.
- DIAS, L.E. & GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas, **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998, p. 1-7.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.
- ENGEL, V. L. Silvigenese dinamica de fragmentos florestais e a conservação de florestas tropicais. Série Técnica Florestal 1(1). UNESP Botucatu. 1993.
- FAHRIG, L.; MERRIAN, G. Conservation of fragmented populations. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 50-59, Mar. 1994.
- FARAH, F.T. Vinte anos de dinâmica em um hectare de Floresta Estacional Semidecidual/ Fabiano Turini Farah- Campinas, SP: [s.n.], 2009.
- FIDERJ. Indicadores Climatológicos. Série Sipe. Rio de Janeiro, 1978. 156p. (mapas).
- FIGUEROA & LUSK, A. Figueroa and C.H. Lusk, Germination requirements and seedling shade tolerance are not correlated in a Chilean temperate rain forest, *New Phytol.* **152** (2001), pp. 483-489.
- FINEGAN, B. & DELGADO, D. Structural and floristic heterogeneity in a 30-year-old Costa Rican rain forest restored on pasture through natural secondary succession. **Restoration Ecology** **8**: 380-393. 2000.
- FINEGAN, B. Forest Sucession. *Nature* 312: 109-114. 1984.
- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: University Press, 1997. 605 p.
- FUHRER, E. Forest function, ecosystem stability and management. **Forest Ecology and Management**, V.132, p. 29-38, 2000.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2005-2008, Relatório Parcial**. São Paulo – SP, 2009. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br- Atlas da Mata Atlantica – Relatório2005-2008.pdf>> Acessado em: junho de 2009.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v.55, n.4, p. 753-767, 1995
- GANDRA, M. F. **Estrutura e Composição Florística do estrato arbóreo em um trecho de Floresta Atlântica na RPPN Porangaba, no município de Itaguaí, Rio de Janeiro**. 2008.

80f. Monografia- Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

GAUSSEN, H. Expression des milieux par des formules ecologiques. Coloquio Intern. CNRS, p. 257-269, 1955

GLENN-LEWIN, D. C.; PEET, R. K.; VEBLEN, T. T. **Plant succession: theory and prediction**. London: Chapman e Hall, 1992. 352 p.

GOMES-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotrópica, Lawrence, 3: 125-135, 1971.*

GUARIGUATA, M.R. e OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, vol. 148, pp. 185-206. 2001.

HANSON, J. S.; MALASON, G. P.; ARMSTRONG, M. P. Landscape fragmentation and dispersal in a model of riparian forest dynamics. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 277-296, Jan. 1990.

HARTSHORN, G. S., 1980, Neotropical Forest Dynamics. *Biotropica* 12(supp 1.): 23-30

HOLL, K. D.; HOWARTH, R. B. Paying for restoration. *Restoration Ecology*, v. 8, p. 260-267. 2000.

IBAMA, **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnica de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990. 96p.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, Departamento de recurso Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, p.92. 1991.

JANZEN, D. H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: Growth. **Annales Missouri Botany Gardens**, v. 75, p. 105-116, 1988.

JESUS, R.M.; GRIFFITH, J.J. Restauração Florestal na Mata Atlântica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Viçosa **Anais...** Minas Gerais, 1997. p.544-557.

KAGEYAMA, P.Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série técnica IPEF**, v.8,n.25, p.1-5, 1992.

KOLB, S.R. **Islands of secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: their role in reestablishing Atlantic Coastal Forest**. 1993. 127f. Tese (Doutorado) ATHENS University of Georgia.

KOPPEN, W. Das Geographische System der Klimate. *Handbuch de Klimatologie*, Bortraeger, Berlim, 1938.

KURTZ, B. C. e ARAUJO, D. S. D. *Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeira de Macacu, RJ*. *Rodriguesia*, v.51, n.78/79, p.69-111. 2000.

LAURANCE, W. F. Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. In: PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. (Ed.). **Biologia da conservação**. Londrina, 2001. 338 p.

LUGO, A. E. Estimativa de reduções na biodiversidade de espécies da floresta tropical. In: WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, RJ: Nova Fronteira, 1997. p. 72-88.

- MacARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.
- MARGALEF, R. Dynamics aspects of diversity. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 5, n. 4, p. 451-456, Sept. 1994.
- MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Ed. Aprenda fácil. Viçosa, MG. 146p. 2001.
- MARTINS, S.V.; COUTINHO, M.P. & MARANGON, L.C. Composição florística e estrutura de uma floresta secundária no município de Cruzeiro, SP. **Revista Árvore** 26(1): 35-41. 2002.
- MATTOS Jr., C.F. **O efeito da fragmentação florestal na regulamentação hídrica de microbacias no município de Miguel Pereira, RJ**. 53 f. Monografia (Engenharia Florestal) Instituto de Florestas - UFRRJ, Seropédica. 2008.
- MATTOS, C.C.L.V. de; SILVA, M.A.R. da; NOGEIRA, I.B.; BATITA, I.M. Caracterização Climática da Área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Arquivos UFRRJ**, Itaguaí-RJ, p.53-63, 1989.
- MENDES FILHO, P.F. **Potencial de reabilitação do solo em uma área degradada através da revegetação e do manejo microbiano**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) ESALQ/USP.
- MESQUITA, R. C. G.; ICKES, K. G.; GANADE, G.; WILLIAMSON, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 89, n.4, p. 528- 537. 2001.
- METZGER , J.P. Relationship between landscape structure and tree species diversity in tropical forest of South-East Brazil. **Landscape Urban Plann**, 37(1-2), p29- 35. 1997.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 1999, v. 71, n. 3, pt. 1. p. 445-463.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2005. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Conservation International. 392 p
- MMA, 2007 – Ministério do Meio Ambiente. Cobertura vegetal dos Biomas brasileiros. [online] Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3813> Arquivo capturado em 19 de dezembro de 2009.
- MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest, **Biotropica** 32(4b): 786 – 792.
- MULLER, A.C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412p.
- MURCIA, C. Evaluation of andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n. 1-2, Dec, p. 163- 170. 1997.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & Kents, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845.

- NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; PEREIRA, C.A.; SILVA, J.M.C. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas na Amazônia oriental. In: GASCON, C. & MOUTINHO, P. (Eds.) **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. P.191-218, 1998.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, 1988. 434p.
- OLDEMAN, L.R. 1994. The global extent of land degradation. In: *Land Resilience and Sustainable Land Use*, eds. D.J. Greenland and I. Szabolcs, 99–118. Wallingford: CABI.
- OLIVEIRA, S.S.H.; SANTOS, J.F.; VALCARCEL, R. Caracterização da dinâmica da restauração espontânea dos ecossistemas dos ecossistemas perturbados na Ilha da Madeira – RJ. In: XVIII Jornada de Iniciação Científica, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.
- PAPADAKIS, J. Climates of the world and their agricultural potentialities. Buenos Aires, 1966.
- PARROTA, J.A.; ENGEL, V.L. **Definindo a restauração ecológica: tendências... In: Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. FEPAF. Botucatu-SP, 2003. p.3-23.
- PARROTTA, J. A. & KNOWLES, O. H. 2001. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: example from the Brazilian Amazon. *Ecological Engineering* 17:219-239.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:285-307
- PEET, R.K.; TURNER, M.G.; BAKER, W.L.; PETERSON, C.J. Factors influencing succession: lesson from large infrequent natural disturbances. **Ecology** 79: 511 - 523. 1998.
- PEIXOTO, A.L.; ROSA, M.M.T. & SILVA, I.M. 2002. Cap.II Caracterização da Mata Atlântica. In *Manual metodológico para estudos na Mata Atlântica*. EDUR, Seropédica, RJ.
- PIELOU, E.C. *Ecological diversity*. New York: Wiley, 1975. 165.
- PINCINATO, F.L. Sensoriamento remoto e SIG na análise da viabilidade de recuperação de áreas de preservação permanente irregulares em São Sebastião – SP. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO; 12., 16-21 abr. 2005; Goiânia Anais...Goiânia: INPE, 2005. P. 2323-2330
- PINTO-COELHO, R.M. Comunidades e ecossistemas. In: **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 57 – 70.
- PMI. PREFEITURA, ITAGUAÍ. História. Disponível em: <<http://www.itagua.rj.gov.br/historia.asp>>. Acesso em 28 ago. 2008.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, 2001. 338 p.
- PUERTA, R. Regeneração arbórea em pastagem abandonada na região de Manaus em função da distância da floresta contínua. **Scientia Florestalis**, n.62. p.32-39, 2002.
- PURATA, S.E. Floristic and structural changes during old-field succession in the Mexican tropics in relation to site history and species availability. *Journal of Tropical Ecology*. 2 (1986), pp. 257–276. 1986.
- PUTZ, F.E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65:1713-1724.

- RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan, 2009. 503 p.
- RIVERA, L.; ZIMMERMAN, J.; AIDE, T. Forest recovery in abandoned agricultural lands in a kurst region of the Dominican Republic. *Plant Ecology*, v. 148, n. 2, p. 115- 125.2000.
- ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; ALVES, M.A.S. & SLUYS, M.V. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. São Carlos : RiMa, 160p.
- RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n.1, p.73–80, 2007.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (Eds.), **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 233-247.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 18-35, Mar. 1991.
- SCHAFFER, W.B. & PROCHNOW, M. 2002. A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília, DF.
- SER, Society for Ecological Restoration International. **The SER Internatinal primer on ecological restoration**. 2004. 14p. Disponível em: http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp. Acesso em: 11 out. 2008.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. 1994. 309 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVA, G.C. & NASCIMENTO, M.T. 2001. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). *Revista Brasileira de Botânica* 24(1): 51-62.
- SILVA, L. A. **Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de São Carlos – SP**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.
- SILVA, W.R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B. (Org.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, p.77-90, 2003.
- SILVA, W.R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. (Org.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, p.77- 90, 2003.
- SANTOS, F.V.; SOLÓRZANO, A.; GUEDES-BRUNI, R.R.; OLIVEIRA , R.R. Composição Do Estrato Arbóreo de um Paleoterritório de Carvoeiros no Maciço da Pedra Branca, RJ. **Pesquisas Botânica**. N° 57: 181-192. São Leopoldo, Instituto Anchieta de Pesquisas, 2006.

- SILVA, G.C. & NASCIMENTO M.T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica** 24(1): 51-62. 2001.
- SILVIA, Z. S. **Sucessão vegetal em área de empréstimo: Proposta metodológica**. 1996. 79f. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, Seropédica.
- SIQUEIRA, J.O. Micorrizas Arbusculares. In: ARAUJO, R.S; HUNGRIA, M. (Eds). **Microrganismos de importância agrícola**. EMBRAPA: SPI, 1994. p. 151-194.
- SNUC, SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Lei Federal n. 9.985/2000**. 13p.
- SOUZA, A. L.; SILVA, E. Manejo para a conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Informativo SIF**, Cruz das Almas, v. 2, p. 1-2, 1994.
- SPOLIDORO, M.L.C.V. **Fatores ambientais que afetam a distribuição e frequência de capinzais na Serra do Madureira – Mendanha, Rio de Janeiro**. 1998. 75f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) – Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica.
- THORNE, J. F. Landscape ecology. In: SMITH, D. S.; HELLMUND, P. C. (Ed.). **Ecology of greenways**. Minneapolis, 1993. p. 23-42.
- TILMAN, D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. **Ecology**, Washington, v. 75, n. 6, p. 2-16, Sept. 1994.
- TURNER, I.M.; CORLETT. R. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends Ecol. Evol.** 11 (1996), pp. 330–333. 1996.
- UFRRJ. Plano de Recuperação de Áreas de Empréstimo da Serviços de Engenharia Rodoférrea S. A., **Relatório Final**, Itaguaí, RJ. 1993. 79p.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in Eastern Amazonia. L. patterns of plant succession. *Journal of Ecology*. 76: 663- 681. 1988.
- VALCARCEL, R. ; VALENTE, F. D. W. ; MOROKAWA, M. J. ; NETO, F.V. ; PEREIRA, C. R. . Avaliação da biomassa de raízes finas em áreas de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. *Revista Árvore*, v. 31, p. 923-930, 2007.
- VALCARCEL, R. **Plano de Recuperação Ambiental. Serviço de Engenharia RODOFÉRREA S.A. Relatório Técnico**. 64p. 1994.
- VALCARCEL, R.; D'ALTÉRIO, C.F. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, V.5, n.1, p.68-88, 1998.
- VALCARCEL, R.; SILVA, Z. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. *Floresta*, v.27, n.1, p.101-114, 2000.
- VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: Proposta metodológica. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, RJ, V.4, n.1, p.68-80, 1997.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. , 1990, Campos do Jordão. **Anais**. Campos do Jordão, 1990. p. 50-53.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. Biology and conservation of forest fragments in brazilian atlantic moist florest. In: SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. (Ed.). **Forest patches in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 1996. p. 151-167.

VUONO, Y. S. de. Manual Metodológico para Estudos Botânicos na Mata Atlântica. Cap. 4-Seropédica, RJ : EDUR, 51-65. 2002.

WHITE P.S., PICKETT S.T.A. Natural disturbances and patch dynamics. In: Pickett, S.T.A. & White, P.S. (Ed.) **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. Academic Press, San Diego, CA, US, 1985. p.3-13.

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In:TOMLINSON, Zimmerman. **Tropical trees as livingsystems**. London, Cambridge Univ. Press, 1978. p.639-55.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de janeiro, RJ: Nova Fronteira, 1997. p. 03-24.

8. ANEXO

Modelo de tabela de campo:

Área:				Amostra:		
Data:				Observações:		
Ponto	Árvore	Distância (m)	Perímetro (cm)	Altura (m)	Espécie	Observações
1	1					
	2					
	3					
	4					
2	5					
	6					
	7					
	8					
3	9					
	10					
	11					
	12					
4	13					
	14					
	15					
	16					
5	17					
	18					
	19					
	20					

9. ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 01: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Pioneiras (*Cecropia hololeuca* Micq.).



Foto 02: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Secundárias Iniciais (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr.).



Foto 03: Espécie pertencente ao grupo ecológico das Secundárias Tardia (*Cupania oblongifolia* Mart.).



Foto 04: Aspecto da vegetação de mangue que condiciona a Ilha da Madeira a um ambiente insular e ao fundo a Serra do Mar.



Foto 05: Visão da Baía de Sepetiba, e do fragmento de Floresta Ombrófila Densa mais próximo a Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.



Foto 06: Medida Física (Muro de contenção), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.



Foto 07: Medida Física (Calha), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.



Foto 8: Medida Física (Dique), sendo implantado no PRAD da Área de Empréstimo em 1993, ilha da Madeira, Itaguaí, RJ



Foto 09: Medida físico-biológica (almofada), utilizada no PRAD das Áreas de Empréstimo na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.



Foto 10: Espécie pioneira exótica (*Acacia mangium* Willd) utilizada nas medidas biológicas na recuperação da área de empréstimo na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.



Foto 11: Determinação da distância média entre árvores de acordo com o Método de Distâncias denominado Pontos por Quadrante utilizado para o levantamento florístico e fitossociológico.



Foto 12: Cruzeta utilizada para o levantamento fitossociológico de acordo com o Método de Distância denominado Ponto por Quadrantes



Foto 13: Levantamento dos indivíduos que atendiam ao critério de inclusão na área em processo de reabilitação, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.