

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

TESE

Avaliação da Reabilitação em Área de
Empréstimo a Partir de Reflorestamentos na Mata
Atlântica

Joana Farias dos Santos

2010



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

AVALIAÇÃO DA REABILITAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO A PARTIR DE REFLORESTAMENTOS NA MATA ATLÂNTICA

JOANA FARIAS DOS SANTOS

Sob a Orientação do Professor
Ricardo Valcarcel

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

Seropédica, RJ
Dezembro de 2010

333.751530981

S237a

T

Santos, Joana Farias dos, 1963-.

Avaliação da reabilitação em área de empréstimo a partir de reflorestamentos na Mata Atlântica / Joana Farias dos Santos - 2010.

164 f.: il.

Orientador: Ricardo Valcarcel.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 110-117.

1. Reflorestamento – Mata Atlântica – Teses. 2. Ecologia florestal – Teses. I. Valcarcel, Ricardo, 1958-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

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

JOANA FARIAS DOS SANTOS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau Doutor em Ciências Ambientais e Florestais, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

TESE APROVADA EM 22/12/2010.



Ricardo Valcarcel. Dr. UFRRJ
(Orientador)



Claudio Belmonte de Athayde Bohrer. Dr. UFF



Irene Ester Gonzalez Garay. Dra. UFRJ



Alexandra Pires. Dra. UFRRJ



Eliane Maria Ribeiro da Silva. Dra. Embrapa Agrobiologia

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Euclides José e Idália Farias (in memorium).
Aos meus irmãos José Maurício (in memorium), Idalice, Ivanete, Iraci, Izaura e Antônio.
Aos meus amados filhos, Anthony e Jussara grandes amigos e companheiros de todas
as horas. Com muito carinho,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela dádiva da Vida, coragem, saúde e persistência para iniciar e concluir mais esta etapa.

A meus pais, Idália e Euclides (*in memorium*), que sempre me serviram de incentivo e exemplo ensinando-me a enfrentar desafios e lutar pela vida.

Ao Programa de Pós-graduação de Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF) da UFRRJ, por ter me possibilitado a realização desse curso de doutorado.

Ao professor Dr. Ricardo Valcarcel, pela sua dedicada orientação na realização desse e de todos os outros trabalhos, pela amizade e compreensão em todas as situações vividas ao longo desta caminhada. Obrigada por sua dedicação a todos nós integrantes do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH), que se tornou minha segunda casa e onde fiz grandes amigos.

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB), através do Departamento de Educação – Campus X (Teixeira de Freias), pela minha liberação para estudos e concessão de bolsa.

Ao Professor Roberto Carlos Costa Lelis, pela sua amizade, competência, dedicação e eficiência na condução da Coordenação do PPGCAF.

A todos os professores do Curso de Ciências Ambientais e Florestais, em especial aos Professores Márcio Francelino e André Freitas (pelas excelentes e inesquecíveis aulas de campo), Silvia Goi e Eliane Batista (pelo carinho e acolhida desde o meu primeiro dia na Rural), Alexandre Miguel, Jorge Maeda, Jarbas Marçal, Alexandra Pires, Tiago Breier e Rodrigo Medeiros. A todos muito obrigada pela competência, profissionalismo, constante apoio e diálogos norteadores.

Aos meus queridos colegas de turma, em especial o Emmeris Ivan, Cristiane, Gabriela, André, Bianca, Priscilla, Aline, Eline, Débora, Flávio, enfim todos, pela convivência, ajudas, carinho, incentivos e trocas de experiências.

Ao professor Márcio Francelino e seus dedicados estagiários, pela amizade e imensa ajuda com o Geoprocessamento.

À professora Sheila Simão por ter cedido com muita simpatia e boa vontade a fotografia aérea do Distrito da Ilha da Madeira.

Aos Professores Carlos Domingos e Carlos Pereira pela acolhida, amizade e constante apoio.

À Prefeitura Municipal de Itaguaí/RJ, que gentilmente cedeu a base cartográfica e ortofoto da Ilha da Madeira.

Às Secretárias do PPGCAF Lenice, Patrícia e Solange por seu trabalho eficiente, sempre com muita dedicação e carinho.

Aos servidores e funcionários do Instituto de Florestas Ligia, Luiz Cláudio, Miltinho, Valdizinho e Carmem Lúcia, pelo auxílio em tudo que estivesse ao seu alcance, sempre com muita simpatia.

Aos meus amigos e companheiros do LMBH, Flávia, Crisitane, Cristiana, Hiram, João Kleber, Pablo, Felipe, Gilsonley, Flávia Ozório, Monise, Ana Helena e Pollyanna (companheiras que tanto me auxiliaram com as planilhas de dados). A Érika (ajudas constantes com o inglês) e ex-membros do LMBH, Piero, Wilson, Regilaine e Celsinho, pela acolhida, união, carinho, companheirismo, paciência, compreensão, pela motivação e energias positivas que vocês dedicaram a mim e aos meus filhos. Vocês formaram a nossa segunda família durante todo esse período, agradeço de coração ter conhecido vocês.

No LMBH tive a felicidade de ganhar pelo coração uma filha a Schweyka e um filho Antônio José Jr. (Montanha), muito obrigada pelo convívio, dedicação, carinho e por todos os momentos felizes que marcaram nossas passagens por aqui.

A Secretária do LMBH Flávia pela amizade, disponibilidade e dedicação sem medir esforços. Obrigada, amiga pela salvação nas horas de aperto.

Aos professores Jayme Santangelo e João Paulo pela fundamental ajuda e socorro com as análises estatísticas dos dados, sem vocês o trabalho não seria completo, muito obrigada por toda sua ajuda.

A todos que me ajudaram nas coletas de campo, faça chuva ou faça sol, sem medir esforços: Schweyka, Antônio José Jr., Guilherme, João Kleber, Pablo, Felipe, Flávia, Pollyanna, Gisloney, Piero, Wilson, Celsinho, Leonardo (Leo), Jádsom, Izabele, Diego, Mário e Claudiana, François e Rodrigo (Frutal), agradeço muito por cada um ter disponibilizado um pouco do seu curtíssimo tempo para me ajudar e pelos bons momentos vividos durante as coletas.

Ao Antônio José Jr. e Felipe pela ajuda na realização dos perfis do solo, tarefa nada fácil, diante das condições do subsolo.

Ao Hiram, Guilherme e Thiago (Herbário da UFRRJ) pela valiosa e competente colaboração na identificação do material botânico.

A José por todo carinho, apoio, conselhos e companheirismo a mim dedicado, durante essa jornada.

Ao meu sobrinho DeMolay Breno, pelo excelente trabalho de digitalização de desenhos.

À Janice, querida prima, pelo apoio incondicional, por me receber em sua residência para realização do processo seletivo e por todo incentivo ao longo desses anos.

À Sepetiba Engenharia e Comércio Ltda, por disponibilizar a propriedade para realização da pesquisa científica, pelo apoio à realização do trabalho e aos seus funcionários que sempre nos trataram com atenção e respeito.

E finalmente a todos que direta ou indiretamente contribuíram para meu crescimento e realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO GERAL

SANTOS, Joana Farias. **Avaliação da reabilitação em áreas de empréstimo a partir de reflorestamentos na Mata Atlântica.** 2010. 164p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

Áreas de empréstimo constituem ecossistemas onde o solo e partes do subsolo foram suprimidas. Elas apresentam níveis mínimos de resiliência, necessitando de intervenções antrópicas para sua reabilitação ao contexto regional. Neste estudo se avaliaram 5 reflorestamentos com espécies e propriedades funcionais diferentes (tratamentos), seus desempenhos e sustentabilidade ambiental depois de transcorridos 13 anos. No Capítulo I foram avaliados o desenvolvimento, a estrutura horizontal e a composição florística do estrato arbóreo-arbustivo. No Capítulo II, a regeneração espontânea nos sub-bosques e no Capítulo III, a similaridade entre composições florísticas de áreas em reabilitação e em restauração espontânea, com aproximadamente 40 anos. Nos reflorestamentos com 5 diferentes conjuntos de espécies, a composição florística aumentou de 12 para 23 espécies, distribuídas em 12 famílias e 276 indivíduos, sendo a Fabaceae a principal família. Foram encontrados 3.554 indivíduos regenerantes (1.438 no inverno e 2.116 no verão) e as famílias botânicas mais representativas foram Asteraceae e Poaceae. Na área em restauração, foram observados 967 indivíduos regenerantes e as famílias Asteraceae e Sapindaceae tiveram maior representação, evidenciando que há pequena similaridade entre espécies de ambientes em reabilitação e restauração. Todos os tratamentos demonstraram avanços na sustentabilidade ambiental, porém duas combinações de espécies se diferenciaram no desempenho da reabilitação de áreas de empréstimo.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental, composição florística, sucessão ecológica.

GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Joana Farias. **Evaluation of rehabilitation at reclamation sites from reforestations on Atlantic Forest.** 2010. 164p. Thesis (Phd on Forest and Environmental Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

Reclaimed areas constitute ecosystems where soil and part of subsoil were suppressed. They show minimal resilience levels and need antropogenic interference for rehabilitation in the regional context. In this study it was evaluated 5 reforestations with different species and functional properties (treatments) after a lapse of 13-years. In chapter 1 it was evaluated the development, horizontal structure and floristic composition of shrubby-arboreal stratum. In chapter 2 understory spontaneous regeneration and in chapter 3 similarity of floristic composition between rehabilitation and a spontaneous restored area (~ 40 years old) were determined. At reforestation sites with five different groups of species, floristic composition increased from 12 to 23 species, distributed on 12 families and 276 individuals, where Fabaceae was the major family. For spontaneous regeneration 3.554 individuals were surveyed (1.438 on winter and 2.116 at summer) and the most representative families were Asteraceae and Poaceae. At the restoration site, it was observed 967 individuals from spontaneous regeneration, and the most representative families were Asteraceae and Sapindaceae, showing that there is low similarity between rehabilitation and restoration environments. All treatments displayed advances in the environmental sustainability, but two combinations of species had different performances in the rehabilitation of the reclaimed areas.

Key-words: Environmental sustainability, floristic composition, ecological succession.

ÍNDICE DE FIGURAS

1: Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil.	3
2: Fisionomia remanescente da área de empréstimo em 1993, após processos erosivos ocorridos entre 1980-1993. Durante exploração (1977 e 1979) foram retirados 13 m.	5
3: Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ(1993) após 13 anos de haver cessado a exploração.	6
4: Cortes transversais contemplando Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ (1993).	7
5: Corte transversal contemplando paisagem antes e depois da exploração da Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ(1993).....	8
Figura 6: Áreas-tipos do Plano de recuperação de áreas degradadas (VALCARCEL & SILVA, 2000).	8
I. 1: Localização das medidas biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil, 2007.	16
I. 2: Parcelas permanentes na área experimental.	21
II. 1: Levantamento da regeneração espontânea pelo método de pontos.	38
II. 2: Riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) nos períodos de inverno(2007) e verão(2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	51
II. 3: Valores da riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	52
II. 4: Valores da riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	53
II. 5: Abundância de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	54
II. 6: Abundância de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	55
II. 7: Riqueza de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	55
II. 8: Riqueza de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	56
II. 9: Abundância de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	57
Figura II. 10: Abundância de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	57
Figura II. 11: Riqueza de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	58

II. 12: Riqueza de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	58
II. 13: Abundância de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	59
II. 14: Abundância de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	60
II. 15: Riqueza de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	60
II. 16: Riqueza de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	61
II. 17: Abundância de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	62
II. 18: Abundância de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	62
II. 19: Riqueza de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	63
II. 20: Riqueza de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	64
II. 21: Abundância de espécies arbóreas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	64
II. 22: Abundância de espécies arbóreas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	65
II. 23: Riqueza de espécies arbórea, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	66
II. 24: Riqueza de espécies arbórea, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	66
II. 25: Riqueza de espécies Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	68
II. 26: Riqueza de espécies Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	68
II. 27: Riqueza de espécies Secundárias iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	69

II. 28: Riqueza de espécies Secundárias iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	69
II. 29: Riqueza de espécies Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	70
II. 30: Riqueza de espécies Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	70
II. 31: Riqueza de espécies Sem caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	71
II. 32: Riqueza de espécies Sem caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	71
III. 1: Ortofoto da Ilha da Madeira/ Itaguaí- RJ, 2005 e localização aproximada das áreas amostrais 1 e 2, Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ.	85
III. 2: Mapa da altimetria da Ilha da Madeira, situada no município de Itaguaí – RJ, em 2005.	85
III. 3: Mapa de declividade da Ilha da Madeira no município de Itaguaí – RJ, de acordo com as classes adotadas pela Embrapa (1999).	86
III. 4: Mapa das faces de orientação das encostas da Ilha da Madeira no município de Itaguaí – RJ.	86
III. 5: Representação da Linha base e unidades amostrais (UA) do método de “Transect” ou de interseção na linha.	89

ÍNDICE DE TABELAS

1: Áreas tipos no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da Ilha da Madeira - RJ em 1993.	9
2: Valor médio para o DAP e altura total dos indivíduos plantados em 1994 na área de Empréstimo da Ilha da Madeira entre 1999 – 2001.....	10
I. 1: Composição percentual das espécies plantadas em 1994 como Medidas Biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ.	18
I. 2: Composição florística e características das espécies florestais plantadas nos tratamentos (Medidas Biológicas) de reabilitação de área de empréstimo na Ilha da Madeira em 1993 com respectivas famílias, forma de dispersão, grupo ecológico e tipo de crescimento.	19
I. 3: Lista das espécies registradas na medição realizada das espécies florestais na área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil em 2007, reflorestada em 1994.....	24
I. 4: Número de gêneros, espécies e indivíduos por família observada em área de empréstimo na Ilha da Madeira-RJ/Brasil em 2007, reflorestada em 1994.	25
I. 5: Composição florística dos reflorestamentos na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/ Brasil em 2007, reflorestada em 1994.	26
I. 6: Valor médio para DAP, altura total, área basal e cobertura de copa das espécies florestais na área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil reflorestada em 1994, onde CV corresponde ao coeficiente de variação experimental a 5% probabilidade.	27
I. 7: Parâmetros fitossociológicos observados em 2007 a partir das espécies plantadas em área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil, reflorestada em 1994.....	29
II. 1: Relação de espécies amostradas na testemunha T0 e nos tratamentos T1, T2,T3, T4 , T5, em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994, em ordem alfabética de família, gênero e espécie, com seus respectivos nomes populares, hábitos, grupo ecológico: “*” corresponde ao período de inverno (estação seca) e “x” ao período de verão (estação chuvosa); PI = espécie pioneira; SI = espécie secundária inicial; ST= espécie secundária tardia e SC = sem caracterização.	43
II. 2: Número e percentual de famílias, gêneros, espécies e indivíduos amostrados estrato regenerante, a partir das espécies plantadas em área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil, reflorestada em 1994 e observados em 2007 e 2008.	50
II. 3: Teste de Kruskal-Wallis para a riqueza (inverno e verão), quanto aos grupos ecológicos Pioneiras (PI), Secundárias iniciais (SI), Secundárias tardias (ST) e Sem Caracterização ou classificação (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007) e verão (2208), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	67
II. 4: Espécies mais importantes para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha no período de inverno (2007) e verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994, onde VI = valor de importância, DR= densidade relativa; INV = inverno e VER = verão.	73
II. 5: Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H’), para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007) e verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	75

II. 6: Índice de similaridade de Jaccard (C) para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	75
II. 7: Índice de similaridade de Jaccard (C) para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	76
III. 1: Relação de espécies amostradas na testemunha T0 e nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994, em ordem alfabética de família, gênero e espécie, seus respectivos nomes populares, hábitos, grupo ecológico (GE): “*” corresponde ao tratamento de ocorrência da espécie; onde PI = espécie pioneira; SI = espécie secundária inicial; ST= espécie secundária tardia e SC = sem caracterização ou classificação.	92
III. 2: Lista de espécies amostradas nas parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 em área restaurada na Ilha da Madeira – RJ, conforme hábitos e grupo ecológico: PI = espécie pioneira, SI = espécie secundária inicial, ST= espécie secundária tardia e SC = sem classificação ou classificação; “x” corresponde à parcela de ocorrência da espécie; “*” indica espécies comuns entre as áreas.	96
III. 3: Espécies mais importantes para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T0 (testemunha), no período de inverno (2007), em área no processo de reabilitação na Ilha da Madeira – RJ, onde: n = número de indivíduos amostrados, VI = valor de importância, DR= densidade relativa.	103
III. 4: Espécies mais importantes para as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 no período de inverno (2008), em área no processo de restauração na Ilha da Madeira – RJ, 2008, onde: ns = número de indivíduos amostrados, VI = valor de importância, DR= densidade relativa; INV = inverno e VER = verão.	104
III. 5: Valores dos parâmetros da estrutura horizontal por grupo ecológico, da Área 1 em reabilitação, inverno de 2007, na Ilha da Madeira no município de Itaguaí- RJ, sendo Pioneiras, Secundária iniciais, Secundária tardias e Sem caracterização ou classificação; DRs – Densidade relativa; FRs – Frequência relativa; VI – Valor de Importância.	105
III. 6: Valores dos parâmetros da estrutura horizontal por grupo ecológico, da Área 2 em restauração, inverno de 2008, na Ilha da Madeira no município de Itaguaí- RJ, sendo Pioneiras, Secundária iniciais, Secundária tardias e Sem caracterização ou classificação; DRs – Densidade relativa; FRs – Frequência relativa; VI – Valor de Importância.	105

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

I. 01: Diâmetro a altura do peito.....	22
I. 02: Área basal.....	22
I. 03: Cobertura de copa	22
II. 01: Densidade relativa.....	38
II. 02 :Vigor absoluto	39
II. 03: Vigor relativo.....	39
II. 04: Média de toques	39
II. 05: Frequência ou cobertura absoluta	39
II. 06: Frequência ou cobertura relativa.....	40
II. 07: Frequência ou cobertura da área	40
II. 08: Valor de importância	40
II. 09: Índice de cobertura.....	40
II. 10: Índice de diversidade de Shannon-Weaver	41
II. 11: Índice de similaridade de Jaccard	41

ÍNDICE DE ANEXOS

1: Fisionomia da área de empréstimo de 10,81 há em 1993, após haver sido explorada (1977–1979) e ficar abandonada (1980-1993) na Ilha da Madeira-RJ. A profundidade média de decape foi de 13 m e os intensos processos erosivos desfiguraram a cava.	119
2: Medidas físicas (obras de drenagem e contenção) construídas em 1993 para conter estes processos erosivos e iniciar os processos de reabilitação da área de empréstimo na Ilha da Madeira-RJ.	120
3: Medidas físico-biológicas – almofadas; feitas com sacos de rafia, preenchidas com Fertilurb, aguapé moído, misturadas com sementes de espécies herbáceas pioneiras rústicas, implantadas em 1994 para reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	121
4: Medidas biológicas (tratamentos), diferindo entre si pela proporcionalidade e tipos de espécies implantadas em 1994 na reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.	122
I- 1: Área testemunha após 27 anos (1980-2007) de abandono do subsolo as ações do intemperismo na área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.	122
I- 2: Tratamento (T1) após 13 anos de reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	123
I- 3: Tratamento (T2) após 13 anos de reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	123
I- 4: Tratamento (T3) após 13 anos de reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	123
I- 5: Tratamento (T4), após 13 anos de reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	124
I- 6: Tratamento (T5) após 13 anos de reabilitação da área de empréstimo da Ilha da Madeira-RJ.....	124
II- 1: Teste de Kruskal-Wallis para a abundância (inverno e verão), quanto os grupos ecológicos (Pioneira (PI), Secundária Inicial (SI), Secundária Tardia (ST) e Sem Caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no	

período de inverno (2007) e verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ/Brasil, reflorestada em 1994.	125
II- 2A: Abundância de Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	125
II- 2B: Abundância de Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	126
II- 3A: Abundância de Secundária iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	126
II- 3B: Abundância de Secundária iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	126
II- 4A: Abundância de Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	127
II- 4B: Abundância de Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	128
II- 5A: Abundância de Sem Caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	128
II- 5B: Abundância de Sem Caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.	128
II- 6A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T0, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.	130
II- 6B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T0, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.	130
II – 7A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.	131
III – 7B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR =	

frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	132
II – 8A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	133
II – 8B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	135
III – 9A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	137
II – 9B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	138
II – 10A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T4, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	139
II – 10B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T4, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	140
II – 11A: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T5, para o período de inverno de 2007. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	142
II – 11B: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T5, para o período de verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR =	

frequência relativa; CR = cobertura da área; VI = valor de importância e IC = índice de cobertura.....	143
II- 12: Perfil do solo no tratamento (T1).....	145
II- 12A: Vista perfil 1.....	146
II- 13: Perfil do solo no tratamento (T2).....	146
II- 13A: Vista perfil 2.....	147
II- 14: Perfil do solo no tratamento (T3).....	148
II- 14A: Vista perfil 3.....	149
II- 15: Perfil do solo no tratamento (T4).....	149
II- 15A: Vista perfil 4.....	150
II- 16: Perfil do solo no tratamento (T5).....	151
II- 16A: Vista perfil 5.....	152
II- 17: Perfil do solo na testemunha (T0).....	152
II- 17A: Vista perfil 6.....	153
III- 1: Vista parcial da área amostral 1.....	154
III- 2: Vista parcial da área amostral 2.....	154
III- 3: Levantamento fitossociológico por meio do Método de Pontos (Área 1).....	155
III- 4: Levantamento fitossociológico por meio do Método de Transect (Área 2).....	155
III- 5: Matriz de dados da riqueza de espécies dos tratamentos (Área 1) e da restauração (Área 2) para a curvas de rarefação, construídas em função do número de indivíduos amostrados, como são 144 espécies aqui colocou-se apenas as primeiras espécies para se ter uma ideia da matriz como um todo.....	156
III- 6: Matriz de dados da composição de espécies e densidade de indivíduos por hectarea (ha), para a análise <i>Nonmetric Multidimensional Scaling</i> (NMS ou NMDS) e <i>Multi-Response Permutation Procedures</i> (MRPP), como são 144 espécies aqui colocou-se apenas as primeiras espécies para se ter uma idéia da matriz como um todo.....	157
III- 7A: Teste de Kruskal-Wallis para abundância de indivíduos Área 1 (inverno 2007), quanto aos hábitos gramíneas, trepadeiras, herbáceas, arbustivas e arbóreas, na Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	158
III- 7B: Teste de Kruskal-Wallis para riqueza de espécies, Área 1 (inverno 2007), quanto aos hábitos gramíneas, trepadeiras, herbáceas, arbustivas e arbóreas, na Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	158
III- 8A: Teste de Kruskal-Wallis para abundância de indivíduos, Área 2 (inverno 2008), quanto aos hábitos gramíneas, trepadeiras, herbáceas, arbustivas e arbóreas na Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	158
III- 8B: Teste de Kruskal-Wallis para riqueza de espécies, Área 2 (inverno 2008), quanto aos hábitos gramíneas, trepadeiras, herbáceas, arbustivas e arbóreas na Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	159
III- 9A: Abundância de gramíneas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	159
III- 9B: Abundância de trepadeiras, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	160
III- 9C: Abundância de herbáceas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	160

III- 9D: Abundância de arbustivas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	161
III- 9E: Abundância de arbóreas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	161
III- 10A: Riqueza de gramíneas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	162
III- 10B: Riqueza de trpadeiras, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	162
III- 10C: Riqueza de herbáceas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	163
III- 10D: Riqueza de arbustivas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	163
III- 10E: Riqueza de arbustivas, entre as parcelas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 na Área 2 (inverno 2008), Ilha da Madeira – Itaguaí/RJ.....	164

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
ÁREA DE ESTUDO	3
<i>Localização.....</i>	<i>3</i>
<i>Clima</i>	<i>4</i>
<i>Solos</i>	<i>4</i>
<i>Geologia</i>	<i>4</i>
<i>Vegetação</i>	<i>4</i>
<i>Processos de degradação ambiental</i>	<i>4</i>
<i>Cronologia dos processos de reabilitação</i>	<i>6</i>
<i>Monitoramento dos processos de reabilitação.....</i>	<i>9</i>
CAPÍTULO I - REFLORESTAMENTOS PARA REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	11
1 INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 <i>Área de Estudo</i>	<i>15</i>
2.2 <i>Caracterização das Medidas Biológicas (Tratamentos).....</i>	<i>15</i>
2.3 <i>Seleções das Espécies do Reflorestamento.....</i>	<i>17</i>
2.4 <i>Amostragem.....</i>	<i>21</i>
2.5 <i>Composição Florística</i>	<i>21</i>
2.6 <i>Caracterizações da Estrutura Horizontal</i>	<i>22</i>
2.7 <i>Caracterização Fitossociológica.....</i>	<i>23</i>
2.8 <i>Análises Estatísticas</i>	<i>23</i>
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1 <i>Composição Florística</i>	<i>23</i>
3.2 <i>Caracterizações da Estrutura Horizontal</i>	<i>26</i>
3.3 <i>Caracterizações Fitossociológicas.....</i>	<i>27</i>
4 CONCLUSÕES.....	32
CAPÍTULO II - COLONIZAÇÃO ESPONTÂNEA EM ÁREA REABILITADA.....	33
1 INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 <i>Área de Estudo</i>	<i>37</i>
2.2 <i>Medidas Biológicas (Tratamentos)</i>	<i>37</i>
2.3 <i>Amostragem.....</i>	<i>37</i>
2.4 <i>Levantamento florístico do estrato regenerante.....</i>	<i>37</i>

2.5 Caracterização fitossociológica.....	38
2.6 Categorias Sucessionais (Grupos Ecológicos)	41
2.7 Caracterização do Meio Físico	42
2.8 Análises Estatísticas	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1 Florística do Estrato Regenerante	43
3.2 Riqueza Acumulada do Estrato Regenerante	50
3.3 Distribuição por Hábito	53
3.4 Distribuição por Grupo Ecológico.....	67
3.5 Parâmetros Fitossociológicos das espécies	72
3.5.1. Diversidade florística.....	74
3.5.2. Similaridade florística.....	75
3.6 Caracterização do meio físico.....	76
4 CONCLUSÕES.....	76
CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DA REGENERAÇÃO ESPONTÂNEA DE ECOSSISTEMA EM REABILITAÇÃO E RESTAURAÇÃO	78
1. INTRODUÇÃO	81
2. MATERIAL E MÉTODOS	83
2.1 Área de Estudo	83
2.2 Áreas Amostrais.....	83
2.3 Alocação da Parcelas Amostrais.....	84
2.4 Estrato Regenerante	87
2.4.1 Área em processo de reabilitação (Área 1).....	87
2.4.1.1 Amostragem	87
2.4.1.2 Levantamento florístico do estrato regenerante (Área 1).....	87
2.4.1.3 Caracterização fitossociológica (Área 1)	87
2.4.2 Área em processo de restauração espontânea (Área 2)	88
2.4.2.1 Amostragem	88
2.4.2.2 Levantamento florístico do estrato regenerante (Área 2).....	88
2.4.2.3 Caracterização fitossociológica (Área 2)	89
2.5 Comparação da regeneração entre Áreas	89
2.6 Análises Estatísticas	89
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
3.1 Florística do Estrato Regenerante	91
3.2 Distribuição por Hábito	100

3. 3 Parâmetros Fitossociológicos das Espécies.....	102
4 CONCLUSÕES.....	109
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	118

INTRODUÇÃO GERAL

Ecossistemas alterados por usos agrícolas intensivos e/ou atividades de mineração podem permanecer décadas/séculos até adquirir um novo estado de equilíbrio ambiental onde não haja disfunções ambientais. Eles constituem áreas antropizadas e seus problemas podem ser relacionados à supressão da vegetação, remoção do solo, dentre outras atividades (VALCARCEL et al., 2007).

O bioma Mata Atlântica, onde se encontra a Ilha da Madeira – RJ, mais especificamente a Floresta Ombrófila Densa (UFRRJ, 1993), de acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2009) é complexo e exuberante, reconhecido como de importância nacional dada sua enorme riqueza de espécies, elevado endemismo e níveis de antropização.

Originalmente a Mata Atlântica se distribui por 17 Estados situados ao longo da costa desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, além de partes de Mato Grosso do Sul e Goiás. No Estado do Rio de Janeiro o crescimento populacional restringiu a menos de 20% da sua superfície e aproximadamente 7% da área original no Brasil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2009).

A Mata Atlântica protege mananciais que abastecem cidades, controla o clima e garante qualidade de vida e bem estar, abrigando comunidade biodiversa e patrimônio histórico-cultural, onde se encontram comunidades indígenas, caiçaras, ribeirinhas e quilombolas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2009).

A fim de garantir integridade ambiental do bioma Mata Atlântica e utilização racional dos recursos naturais e preservação do meio ambiente no Brasil foram instituídos relevantes diplomas legais, como o Código Florestal, Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto Federal Nº 99.274/90, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente. O Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, dispõe sobre Plano de Recuperação de Área Degradada pela mineração, assim como as Instruções Normativas Nº 3, 4 e 5 de 8 de setembro de 2009.

O mau uso dos ecossistemas afeta a vegetação nativa, fauna e altera a composição da biótica, afetando suas características edáficas e hídricas (RODRIGUES et al., 2007, BRASIL, 2009; EMRC, 2009). Os níveis de perturbação variam de intensidade, gerando ecossistemas perturbados e degradados (VALCARCEL e SILVA, 2000; CORTINES e VALCARCEL, 2009), assim como estratégias distintas de recuperação.

Áreas de empréstimo são ecossistemas fortemente antropizados, que demandam intervenções externas para se reabilitarem, de modo a se apresentarem com forma e funções similares ao contexto das paisagens regionais. Caso não promovam intervenções externas de reabilitação, os prejuízos ambientais podem perdurar por um período superior ao de uma geração humana. A reabilitação de uma área permite criar meios para que o ecossistema tenha forma e produtividade ambientalmente em conformidade com sua capacidade de uso (SER, 2004).

A mineração como atividade econômica é uma das que mais gera impactos ambientais locais aos ecossistemas, produzindo efeitos regionais, dadas as suas interferências na vegetação, solo e subsolo, alterando regime de escoamento das águas (CRUZ et. al., 2008). O desafio da sociedade moderna é mitigar os impactos ambientais destes empreendimentos em tempo real, estabelecendo estratégias de adequação dos cronogramas de exploração e de reabilitação das cavas (NEVES, 2004).

Os termos restauração, reabilitação e substituição são utilizados para definir um conjunto de ações ou estratégias de recuperação. Eles possuem objetivos e meios adaptados às condições de degradação da área (parâmetros funcionais e estruturais) que determinam os

graus de intervenções necessários para alcançar os resultados desejados. A recuperação de um ecossistema degradado pode ser entendida como a reconstrução de suas funções e estrutura (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000; SER, 2004; CARPANEZZI, 2005).

Os primeiros projetos de recuperação de áreas degradadas estabeleceram estratégias de plantios de espécies rústicas (sobretudo exóticas), objetivando apenas a recomposição rápida da cobertura da vegetação do local e com escolha de espécies de forma aleatória, sem modelo estrutural definido (DURIGAN et al., 1990). Atualmente faz-se uso de modelos elaborados (medidas biológicas), utilizando princípios de sucessão e de facilitação entre espécies, objetivando acelerar a dinâmica dos processos de sucessão natural no tempo e espaços (VALCARCEL e SILVA, 2000; CARPANEZZI, 2005; BECHARA et. al., 2007, BRASIL, 2009).

Recuperar áreas degradadas demanda preliminarmente conhecer os processos de degradação, habilidades dos ecossistemas em se recuperar, para depois elaborar ações estratégicas, com abordagem sistêmica de planejamento a curto, médio e longo prazo, com o propósito de dotar os ambientes de propriedades emergentes capazes de garantir autossustentabilidade dos processos de construção desses novos ecossistemas (DIAS e GRIFFITH, 1998; CAMARGO et al., 2002; VALCARCEL et al., 2007). Nos casos de áreas degradadas pela mineração, a reabilitação demanda um conjunto de estratégias, entre elas, o reflorestamento buscando a aceleração da sucessão (PARROTTA et al., 1997a), onde o monitoramento dos resultados pode permitir o aperfeiçoamento das medidas.

Áreas profundamente alteradas demandam o uso de medidas físicas para reverter a tendência de degradação, seguido do estabelecimento da cobertura vegetal para consolidação dos processos de recuperação. As medidas podem ser dentro e fora da calha, administrando os fluxos e induzindo à redução do escoamento superficial e seus processos erosivos (UFRRJ, 1993).

As medidas físico-biológicas e medidas biológicas promovem mudanças nas condições microclimáticas, complexidade estrutural da vegetação e sobre o substrato (serapilheira), facilitando as condições de estabelecimento de propágulos, além dos agentes dispersores (PARROTTA et. al., 1997a).

Refazer um ecossistema de forma artificial (reabilitação) representa o desafio de iniciar um processo de sucessão o mais semelhante possível aos processos naturais, formando comunidades biodiversas que tendam a uma estabilização e sustentabilidade ambiental (BECHARA et al., 2007).

O conhecimento sobre a fitossociologia da vegetação anterior ao dano e de seus fatores condicionantes permite inferir sobre a capacidade suporte do sistema biológico em relação aos seus atributos ambientais. A identificação dos fatores limitantes é fundamental para mitigá-los de modo a resgatar a função das plantas e o seu papel na construção dos solos. Assim, a metodologia de trabalho prioriza o estabelecimento das espécies menos exigentes e retomadas dos processos naturais do ambiente (VALCARCEL e SILVA, 2000; NEVES, 2004).

Diversos são os questionamentos teóricos envolvendo a construção dos ecossistemas a partir de áreas degradadas para se entender os processos de sucessão ecológica, regeneração espontânea e resiliência, que envolvem variações na composição das espécies e na estrutura de uma comunidade.

Para se testar a hipótese de que combinações de espécies vegetais diferentes reabilitam com mais eficiência áreas degradadas, a curto, médio e longo prazo, porém fazendo-se necessário analisar todos os processos envolvidos e sua cronologia, esse estudo teve como objetivo avaliar cinco reflorestamentos, envolvendo espécies com propriedades funcionais diferenciadas (tratamentos), desempenho e sustentabilidade ambiental, depois de transcorridos 13 anos de reabilitação.

O estudo foi dividido em três capítulos, onde se avaliou a estrutura horizontal e composição florística do estrato arbóreo-arbustivo do reflorestamento ecológico (Capítulo I), seguido da avaliação da regeneração espontânea dentro dos reflorestamentos (Capítulo II) e, finalmente, se compararam os processos sucessionais induzidos com os de restauração espontânea em sítio ambientalmente similar (Capítulo III).

ÁREA DE ESTUDO

Localização

A área se localiza na Costa Verde, Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), município de Itaguaí, Distrito da Ilha da Madeira (latitude $23^{\circ} 55' 07''$ Sul e longitude $43^{\circ} 49' 73''$ Oeste). Ela pertence ao domínio ecológico da Mata Atlântica, predominando manguezais junto ao contato com a Baía de Sepetiba e Floresta Ombrófila Densa, nos contrafortes da Serra do Mar (UFRRJ, 1993).

A área encontra-se aos fundos da Baía de Sepetiba, sobre morrote de encostas com feições de relevo regulares, declividade média de 30%, cujo cume alcança 220 metros. A região é cercada pelo mar: Baía de Sepetiba e Enseada da Restinga da Marambaia, em 90% do seu perímetro.

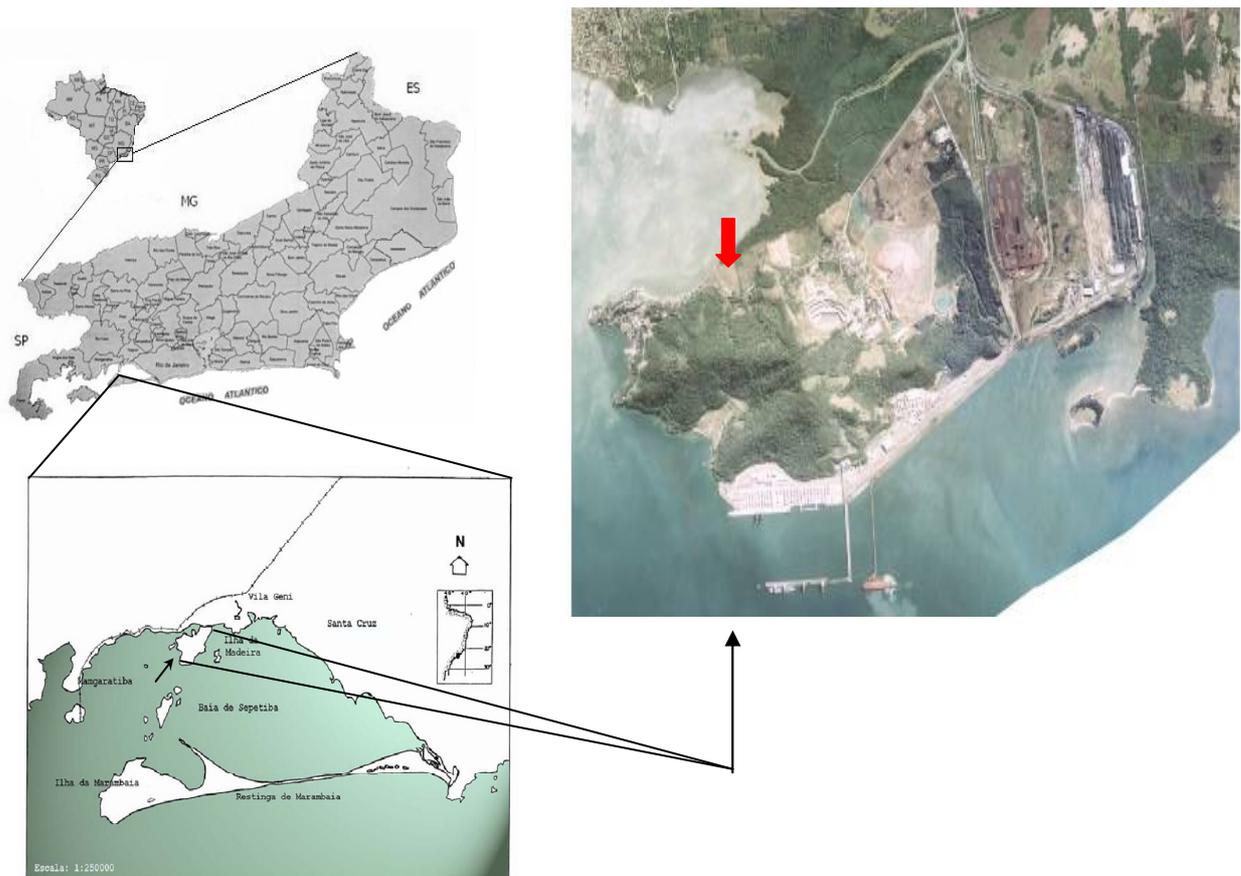


Figura 1: Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil.

Clima

O clima "Aw" tropical quente e úmido (verão chuvoso com inverno seco), segundo Koppen, apresenta temperatura máxima média anual em fevereiro (25,7°C) e mínima média anual em julho (19,6°C), segundo série histórica de 41 anos (FIDERJ, 1978).

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). Os ventos do quadrante sul e brisas marinhas descarregam umidade contra o relevo das serras circundantes à baía, contribuindo para formação de chuvas orográficas (BARBIÉRI e 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 (ZEE, 1996).

Solos

São originários a partir da formação geológica "Serra dos Órgãos", com classificação mineralógica composta por Hornblenda-biotita granitoide, textura argilosa e estrutura massiva (BRASIL, 1983).

As principais classes de solos encontrados no entorno são Argissolos nas vertentes e Argissolos e Gleissolos nas várzeas, ambas as categorias caracterizadas por terem baixa fertilidade natural (CTC < 24 meq/100g de solo) e por serem altamente susceptíveis aos processos erosivos, quando mal manejados (UFRRJ, 1993).

Geologia

A região pertence à Faixa de Dobramentos Remobilizados do Atlântico (BRASIL, 1983), caracterizada pelo relevo constituído por serras e colinas (GOES, 1994). Na área de estudo observa-se a transição dos sistemas tropicais para os subtropicais, caracterizados pelas escarpas de rochas do complexo cristalino pré-cambriano (4 bilhões de anos) entremeado por deposições marinhas do quaternário (2 milhões de anos), conformando litológica variada onde predomina os granitos nas áreas de altitude (SUGUIO e MARTIN, 1987).

Vegetação

A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas se caracteriza nas áreas costeiras por apresentar mosaicos de ecossistemas, com manguezais e restingas. Nas áreas altas apresenta-se como o maior fragmento de floresta contínua e conservada do Estado do Rio de Janeiro. A área de estudo encontra-se entre duas formações ecológicas: Manguezal (fundo da Baía de Sepetiba) e Floresta Secundária em estado inicial de sucessão (VALCARCEL e SILVA, 2000).

Processos de degradação ambiental

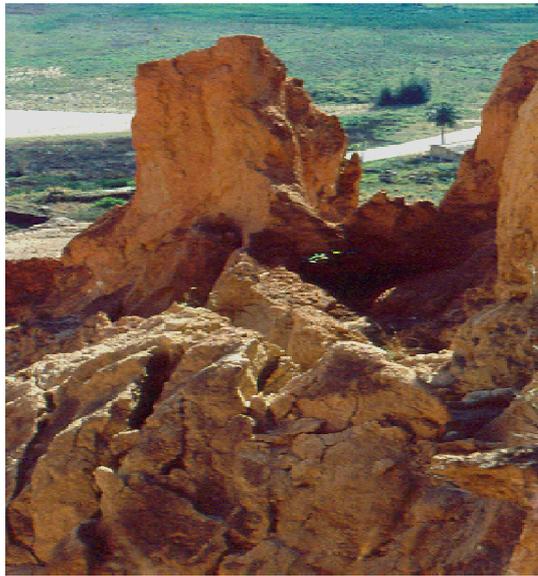
As paisagens naturais da Ilha da Madeira foram se modificando a partir do século XVIII, porém no final do século XX ela foi modificada a partir do crescimento econômico regional, havendo a substituição das florestas por cafezais, plantações e pastagens. Houve o esgotamento dos solos e atividades econômicas, passando para a pesca artesanal, agricultura familiar, pedreiras e loteamentos (VALCARCEL e SILVA, 2000).

A área de empréstimo sofreu supressão total da vegetação nativa, fauna e solos, sendo extraídos substratos para construção do retro-porto de Itaguaí, onde se demandou 1.400.000 m³ de substratos. Ela perdeu todos os meios que pudessem gerar resiliência para se restaurar, sendo considerada uma área degradada, segundo conceitos citados na literatura (EMRC, 2004; RODRIGUES et al., 2007). Nesses ambientes, a capacidade de resiliência é perdida prejudicando os processos de regeneração e o retorno ao seu estado natural por não disporem

de meios espontâneos de regeneração natural e nem conseguirem voltar aos seus estados naturais (IBAMA, 1990; VALCARCEL e SILVA, 2000). Este fato é agravado pela baixa disponibilidade de nutrientes assimiláveis e incipiente retenção de umidade pelo substrato (TREVISOL, 2002; RODRIGUES et al., 2007).

A área (10,81 ha) foi explorada entre 1977 e 1979, havendo decape médio de 13 m, além dos intensos processos erosivos, desfigurando totalmente a feição remanescente do terreno lavrado (Figura 2 e Anexo 1A, B, C e D).

Os antigos acessos e pátios de manobras foram erodidos e totalmente desconfigurados, sendo que em alguns locais atingiram afloramentos rochosos, que totalizam 5.542 m² (Figura 3).



Fonte: UFRRJ, 1993.

Figura 2: Fisionomia remanescente da área de empréstimo em 1993, após processos erosivos ocorridos entre 1980-1993. Durante exploração (1977 e 1979) foram retirados 13 m.



Fonte: UFRRJ, 1993.

Figura 3: Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ(1993) após 13 anos de haver cessado a exploração.

Cronologia dos processos de reabilitação

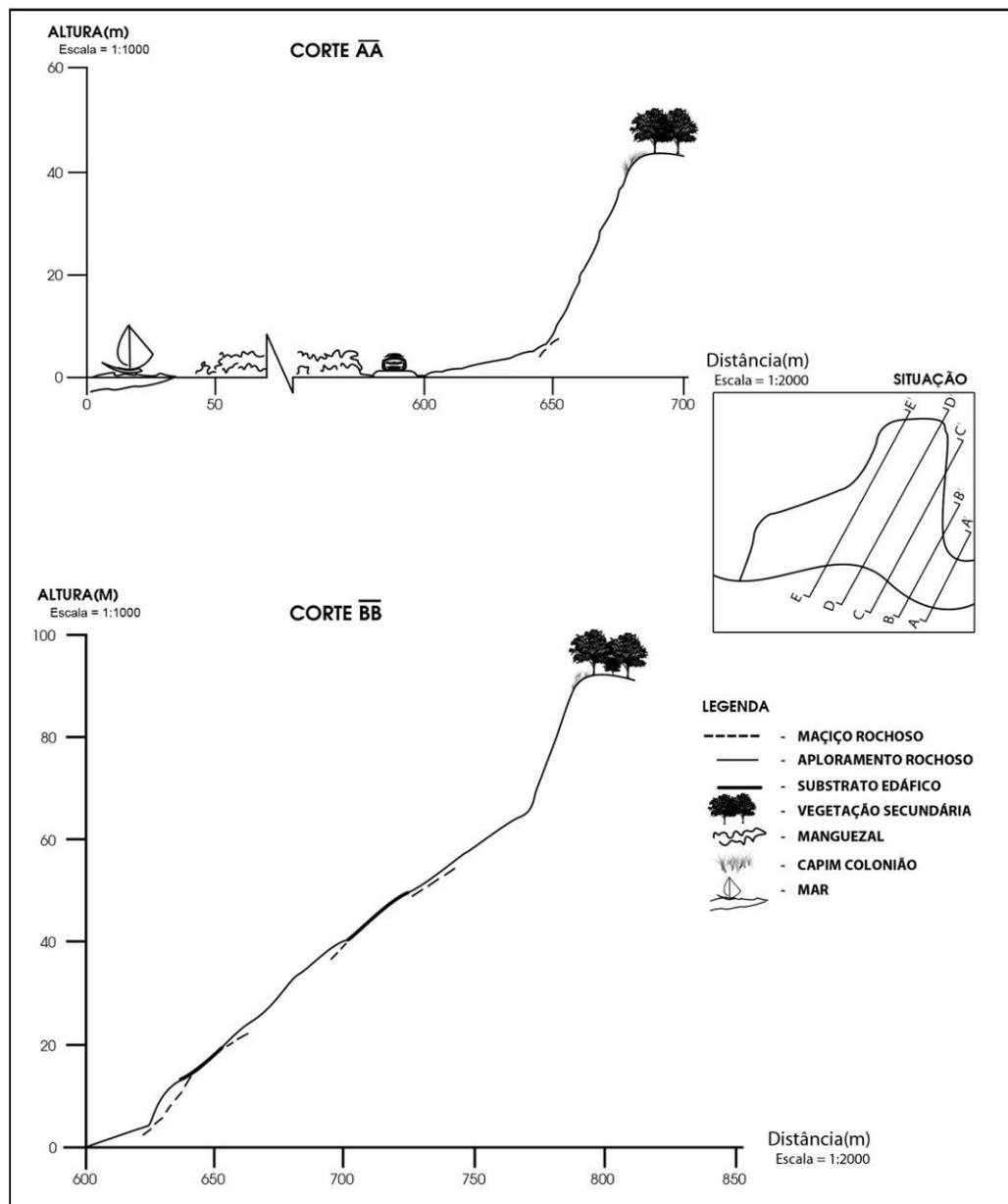
A cronologia foi resumida nos seguintes passos (VALCARCEL e SILVA, 2000):

- a) Histórico da região antes de 1970: local de produção agrícola de subsistência, com solos exauridos e baixa produtividade. Predomínio de plantações de milho e de banana;
- b) Retirada de terra entre 1977-1979: atividade de máxima degradação com o uso de maquinário pesado para remoção de substrato;
- c) Abandono da área entre 1980-1983: com processo erosivo acelerado o material solto é facilmente transportado, sendo carreado para a Baía de Sepetiba em grande quantidade;
- d) Abandono da área de 1984-1992: processo erosivo com ténue equilíbrio; chuvas com baixa intensidade ainda carream sedimentos;
- e) Implantação do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) em 1993;
- f) Trabalhos de reabilitação da área de empréstimo de 1993-1996. Na área de estudo não havia qualquer tipo de formação florestal em 1993 (NEVES, 2004).

Os principais fatores ambientais, limitantes para a colonização vegetal espontânea da área de estudo, foram os solos secos e duros, sem capacidade de retenção de água, e a abundante presença de formigas (VALCARCEL e SILVA, 2000). Os mesmos autores observaram elevada oscilação térmica diária, fator este que também cria dificuldades para o estabelecimento da vegetação.

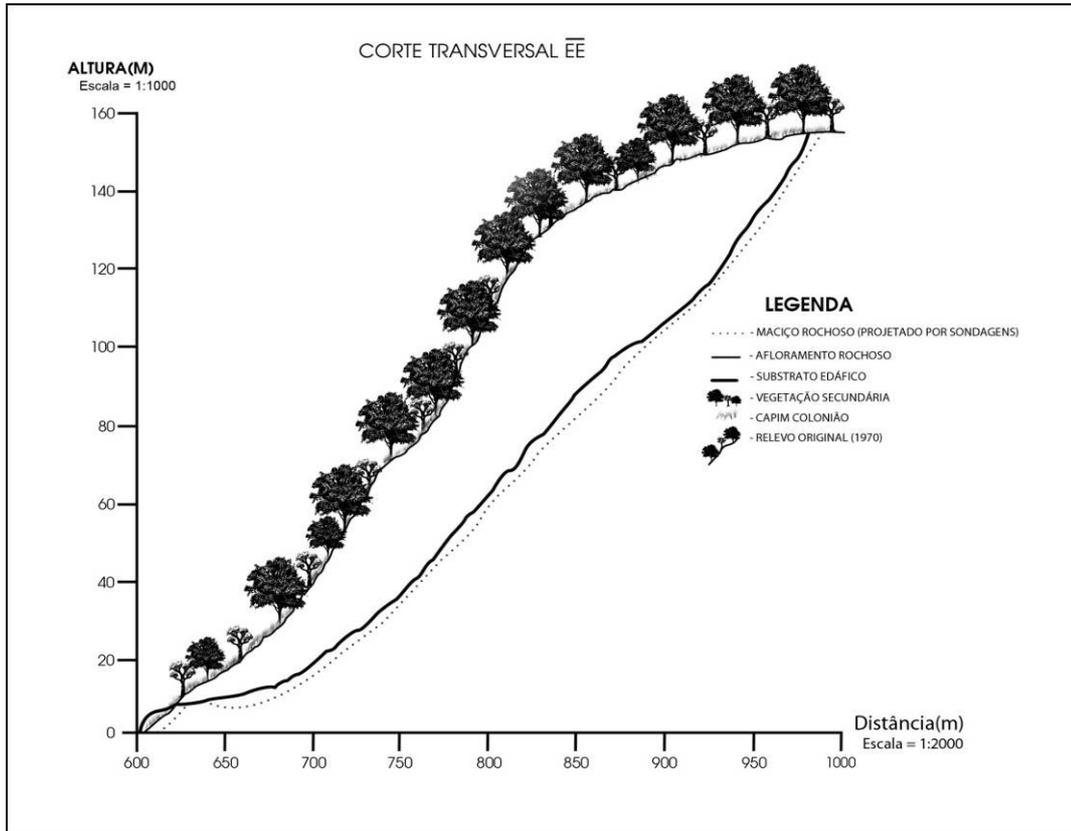
Segundo a UFRRJ (1993), o morrote onde está localizada a área de estudo (área de empréstimo) apresentava relevo com contornos regulares, antes da retirada do substrato para construção do Porto de Itaguaí, sendo totalmente reafeiçoado (Figuras 4 e 5).

A área de empréstimo foi dividida em função das características geoambientais conforme: o estado de degradação do substrato; nível de atuação dos processos erosivos; tipo de relevo; posição relativa na catena; profundidade do substrato decapeado e locais de produção / transporte / deposição de sedimentos. O agrupamento destas áreas por afinidade de conjunto de características ambientais permitiu definir o conceito de “áreas-tipo” (Figura 6, Tabela 1), viabilizando ações de recuperação com estratégias objetivas para cada uma delas (UFRRJ, 1993).



Fonte: UFRRJ, 1993.

Figura 4: Cortes transversais contemplando Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ (1993).



Fonte: UFRRJ, 1993.

Figura 5: Corte transversal contemplando paisagem antes e depois da exploração da Área de Empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí – RJ(1993).

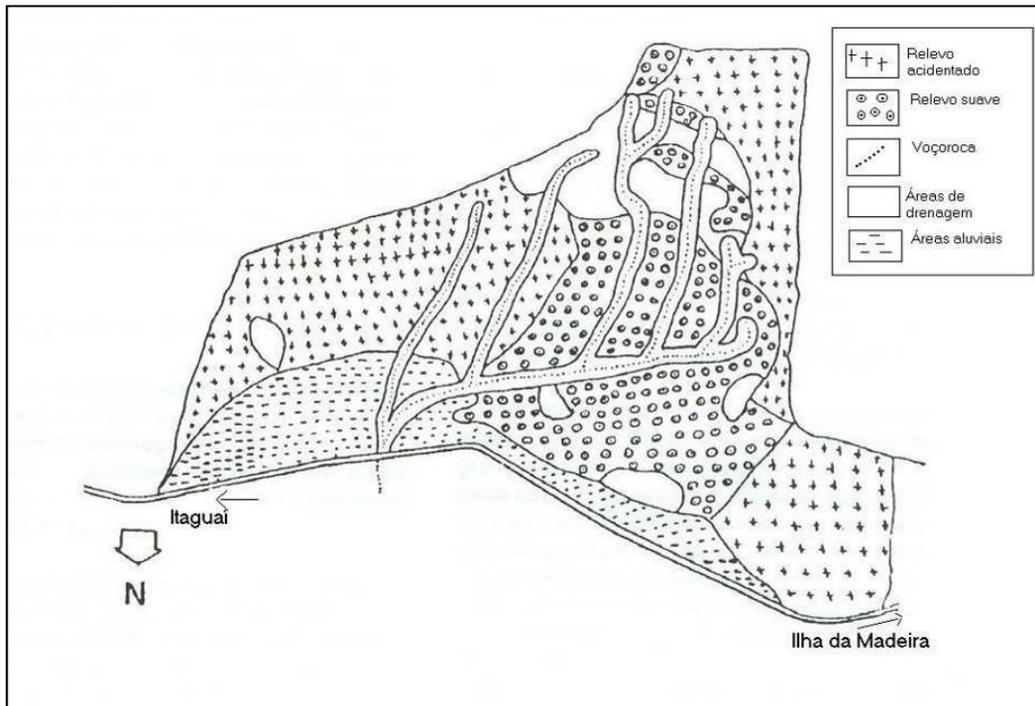


Figura 6: Áreas-tipos do Plano de recuperação de áreas degradadas (VALCARCEL & SILVA, 2000).

Tabela 1: Áreas tipos no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da Ilha da Madeira - RJ em 1993.

Área tipo	Superfície (m ²)	Percentual (%)
Relevo acidentado	44.796	41
Relevo suave	29.423	27
Voçorocas	12.159	11
Áreas de drenagens	1.112	1
Área aluviais	20.610	19
Total	108.100	100

Fonte: UFRRJ, 1993.

As técnicas conservacionistas adotadas para recuperação ambiental podem ser agrupadas em medidas biológicas (vegetativas), medidas físico-biológicas e medidas físicas (obras físicas ou mecânicas) (BARTH et al., 1988). As técnicas de caráter vegetativo são simples de serem aplicadas, econômicas e garantem a sustentabilidade da recuperação, permitindo aos ecossistemas adquirirem características funcionais similares aos dos ecossistemas naturais em fase inicial de desenvolvimento, ou seja, com níveis mínimos de equilíbrio homeostático (CONSÓRCIO ENGEVIX-THEMAG, 1998).

Cada área-tipo recebeu tratamento conservacionista compatível com suas características ambientais, como: semeadura direta de espécies herbáceas; implantação de medidas biológicas baseadas em seleção de espécies potenciais (reflorestamento); medidas físico-biológicas (almofadas com substrato orgânico e espécies invasoras herbáceas); e medidas físicas (obras de drenagem e contenção) (UFRRJ, 1993).

Em função do estado de degradação da área, foi necessário conter os processos erosivos com geodiamismo desde 1980 até 1993 com obras físicas (obras de drenagem e contenção): diques, praça de sedimentação, espigões, muros de desvio, caixas terminais, caixas de passagem, caixas dissipadoras e, travessas (UFRRJ, 1993) (Anexo 2A e A', B e B', C e C', D e D').

As medidas físico-biológicas foram implantadas a partir de 1994. Elas foram feitas a partir de sacos de rafia, preenchidos com Fertilurb, aguapé moído e sementes de espécies herbáceas pioneiras rústicas (Anexo 3A e B), objetivando atenuar os problemas ambientais a curto e médio prazo (UFRRJ, 1993).

As medidas biológicas foram implantadas a partir de 1994. Elas consistem em plantios de espécies arbóreas com funções ecológicas distintas (UFRRJ, 1993) (Anexo 4A e B).

Todas as medidas conservacionistas foram consideradas pioneiras no Estado do Rio de Janeiro, pois ações para reabilitação/recuperação de áreas degradadas neste período eram incipiente no país (PINHEIRO, 2004).

Monitoramento dos processos de reabilitação

As avaliações das Medidas Biológicas (MB) a partir de 1994 fazem parte do programa de pesquisas científicas do LMBH, onde se avaliaram os resultados das medidas físico-biológicas aos 18 meses, observando que o “feijão-de-porco” (*Canavalia aterrima*) e o “feijão-bravo-do-ceará” (*Canavalia brasiliensis*) apresentaram melhor cobertura e aporte de matéria orgânica ao substrato, enquanto a “mucuna preta” (*Mucuna aterrima*) foi inferior. Esta adaptação diferenciada acelerou os processos de competição intra-específica, gerando

como consequência maior produção de sementes, profusão das germinações e colapso do estabelecimento, propiciando a entrada e/ou desenvolvimento das demais espécies.

A partir de 1996 a vegetação se desenvolveu, incorporou matéria-orgânica, emitiu raízes para o interior do substrato, aumentando a infiltração, promovendo a interceptação pela copa, perda por transpiração, modificação do regime hídrico da região (SILVA, 1996).

Os levantamentos dos dados de colonização vegetal em parcelas permanentes de 300 m² nos 5 tratamentos e parcela testemunha foram feitos dentro de 4 sub-parcelas de 5 x 15 m (Tabela 2) (NEVES et. al., 2001; COSTA et. al., 2003).

Tabela 2: Valor médio para o DAP e altura total dos indivíduos plantados em 1994 na área de Empréstimo da Ilha da Madeira entre 1999 – 2001.

Medidas Biológicas (MB)	DAP médio (cm)			Altura média (m)		
	5 anos	6 anos	7 anos	5 anos ^{ns}	6 anos	7 anos
1	5,82 ^{ab}	7,67 ^{ab}	8,70 ^{bc}	6,03	7,66 ^a	8,9 ^a
2	5,22 ^{ab}	6,62 ^{bc}	8,21 ^{bc}	5,09	6,08 ^{ab}	7,05 ^b
3	7,23 ^a	9,45 ^a	11,51 ^a	6,09	6,94 ^{ab}	8,03 ^{ab}
4	5,90 ^{ab}	7,89 ^{ab}	10,20 ^{ab}	5,40	5,99 ^b	6,91 ^b
5	4,70 ^b	5,57 ^c	6,60 ^c	5,23	6,20 ^{ab}	7,31 ^{ab}

Fonte: Neves et al. (2001); Costa et al. (2003).

OBS.: Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey (p=0,05). Ns: Não houve diferença significativa.

Neves (2004) encontrou 3.562 indivíduos no estrato regenerante nas quatro estações do ano, distribuídos em 84 espécies identificadas e 10 espécies não-identificadas, pertencentes a 75 gêneros e 31 famílias entre as medidas biológicas. Quanto aos seus hábitos foram encontradas 41,23% de espécies herbáceas, 30,92% de arbóreas, 14,43% de trepadeiras e 13,40 % de arbustivas.

Das espécies nativas pioneiras de Mata Atlântica que foram plantadas, destacaram-se pela alta sobrevivência *Caesalpineia ferrea* Mart. e *Inga laurina* (Sw.) Willd.. No que se refere às árvores mortas no primeiro levantamento, após 4,5 anos do plantio registrou-se a mortalidade de 5,4% mudas na MB-1, 6,7% na MB-2, 40% na MB-3, 30,7% na MB-4 e 8% na MB-5. Quando comparadas aos sítios onde houve decapeamento de substrato, o crescimento em área basal (m²/ha) para todas as medidas foi similar (NEVES, 2004). Foi concluído que o consórcio entre espécies exóticas e nativas apresentou melhor resposta que os arranjos homogêneos.

CAPÍTULO I - REFLORESTAMENTOS PARA REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

RESUMO

O estudo foi realizado em área de empréstimo de onde se retirou solo a uma profundidade média de 13 metros no ano de 1979, em Itaguaí, Brasil (23° 55' 07" S, 43° 49' 73" O). No ano de 2007 se avaliou a estrutura horizontal e composição florística dos estratos arbóreo-arbustivos em cinco reabilitações florestais com 13 anos, estabelecidas sobre ambientes similares. Foram utilizadas espécies rústicas com funções de pioneiras na fase inicial para garantir os processos sucessionais de sustentabilidade da reabilitação, que dependem da seleção de espécies e de sua complementaridade funcional. Os tratamentos (T_i) foram: T0 (testemunha); T1 (100% espécies exóticas); T2 (52% exóticas e 48% nativas); T3 (50% exóticas e 50% nativas); T4 (39% exóticas e 61% nativas); e T5 (15% exóticas e 85% nativas). As variáveis medidas foram: altura, DAP ($\geq 3,0$ cm), área basal, cobertura de copas, estrutura horizontal (densidade, dominância, frequência e valor de importância), além de Índices de diversidade (Shannon-Weaver) e de similaridade (Jaccard), em 4 parcelas permanentes de 5 x 15 m (75 m²) por tratamento. Foram plantadas 14 espécies e encontradas 23 espécies, distribuídas em 21 gêneros de 11 famílias botânicas. O T5 apresentou mais indivíduos e se destacou nas variáveis cobertura de copa e densidade, T2 maior diversidade de espécies e T4 com maior altura e área basal individual, enquanto o T1 apresentou menor número de indivíduos, densidade e coeficiente de mistura. Todas as combinações de espécies foram mais eficientes na reabilitação quando comparadas com a área testemunha, que não apresentou indivíduos arbóreos em 28 anos.

Palavras chaves: Áreas degradadas, espécies rústicas, sucessão vegetal.

ABSTRACT

The study was taken on a reclamation area where soil was removed up to 13 meters depth in 1979, nearby Itaguai county, Brasil (23° 55' 07" S, 43° 49' 73" O). In 2007 the composition and horizontal structure of shrubby-arboreal stratum was evaluated in five 13 years old forest plantations, with similar environment conditions. It was used rustic species functioning as pioneers to guarantee a sustainable sucessional process, which depends on species selection and their functional complementarities. Treatments (Ti) were: T0 (control); T1 (100 % of exotic species); T2 (52% of exotic and 48% native species); T3 (50% exotic and 50% native); T4 (39% exotic and 61% native); and T5 (15% exotic and 85% native). Variables measured was height, DBH ($\geq 3,0$ cm), basal area, canopy cover, horizontal structure (density, dominance, frequency and importance value) diversity Index (Shannon-Weaver) and Similarity index (Jaccard), on four permanent plots of 5 x 15 m (75m²) per treatment. Fourteen species were planted and it was found 23 species of 21 genus and 11 botanical families. Treatment T5 had the greatest individuals numbers and stood out in the variables canopy and density cover, T2 had the greatest species diversity and T4 the greatest height and individual basal area, otherwise T1 had the lowest individual number, density and mixture coefficient. All species combination used were more efficient on rehabilitation than the control area wich didn't show any arboreal species on 28 years.

Keys words: Degradation area, rustic species, vegetal succession.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial exerce pressão por mais alimentos e, estes, por novos desafios de produtividade e, muitas vezes, por expansão de fronteiras agrícolas, feito muitas vezes de forma desordenada e prejudicial aos recursos naturais. A supressão da vegetação, retirada do substrato, dentre outras atividades, degradam os ecossistemas florestais, reduzem oferta dos serviços ambientais e promovem a sua degradação, com graves consequências para a sociedade atual e futura (RODRIGUES et al., 2007; VALCARCEL et al., 2007).

Os fatores econômicos que geraram degradação ambiental são variados, sendo a mineração um deles, pela força de seus próprios procedimentos operacionais, que promovem intensa degradação em pequenas áreas (PINHEIRO, 2004), removem solos, subsolos em intensidades distintas e para diversos fins.

Dos prejuízos causados aos ecossistemas, pela sua dilapidação, surgem impactos sobre seus atributos naturais e propriedades emergentes, dentre os quais se destacam o banco de sementes e plântulas do solo, a camada de matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de infiltração e as interações fauna-flora (NEPSTAD, 1998; MARTINS, 2001).

O desafio da sociedade moderna é reverter o quadro de degradação ambiental atual, intervindo de forma proativa nos processos de degradantes na busca da reabilitação durante os processos de mineração, em tempo real, oferecendo um conjunto de fatores e meios para que os processos ambientais sejam sustentáveis (VALCARCEL e SILVA, 2000). Refazer artificialmente os ecossistemas (reabilitação) representa um desafio em formar comunidades biodiversas ambientalmente sustentáveis (BECHARA et al., 2007).

O aumento da biodiversidade representa a manutenção dos processos ecológicos dos sistemas florestais naturais e opções de uso múltiplo das florestas. Os plantios consorciando espécies nativas e exóticas é uma das técnicas mais utilizadas em projetos de recuperação e/ou reabilitação de áreas degradadas (BECHARA et al., 2007).

Entender os processos como as comunidades naturais se regeneram após ações que perturbem antropicamente ou naturalmente os ecossistemas, onde se faz necessário desenvolver estratégias específicas e eficazes de reabilitação, torna-se cada vez mais relevante em função do aumento da degradação dos ambientes (VALCARCEL et al., 2007).

A seleção de espécies apropriadas para desencadear os processos sucessionais é o primeiro desafio tecnológico da reabilitação, sendo o segundo permitir que os indivíduos construam ecossistemas com funções similares aos naturais, formando comunidades biodiversas estáveis e sustentáveis (BECHARA et al., 2007), cuja caracterização fitossociológica permitirá avaliar o grau de complexidade estrutural e a sua dinâmica sucessional (MAGURRAN, 1988).

Diante dessas considerações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura horizontal e a composição florística do estrato arbóreo-arbustivo em cinco reflorestamentos utilizados como medidas biológicas de reabilitação de áreas degradadas, depois de transcorridos 13 anos, sendo que a principal diferença foi a combinação de espécies rústicas distintas e seus efeitos sinérgicos na construção dos ecossistemas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na região denominada Costa Verde, no Distrito da Ilha da Madeira (latitude 23° 55' 07" Sul e longitude 43° 49' 73" Oeste), município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro.

2.2 Caracterização das Medidas Biológicas (Tratamentos)

As técnicas de reabilitação de áreas degradadas são variadas e estão em constante aperfeiçoamento. Uma das técnicas utilizadas é o plantio de espécies arbóreas com a finalidade de reabilitação de ecossistemas degradados, conhecida como medida biológica, intervindo a médio e longo prazo, com o propósito de dotar os ambientes de propriedades emergentes para que eles alcancem a autossustentabilidade dos processos de construção dos ecossistemas (VALCARCEL e D'ALTÉRIO, 1998; VALCARCEL e SILVA, 2000).

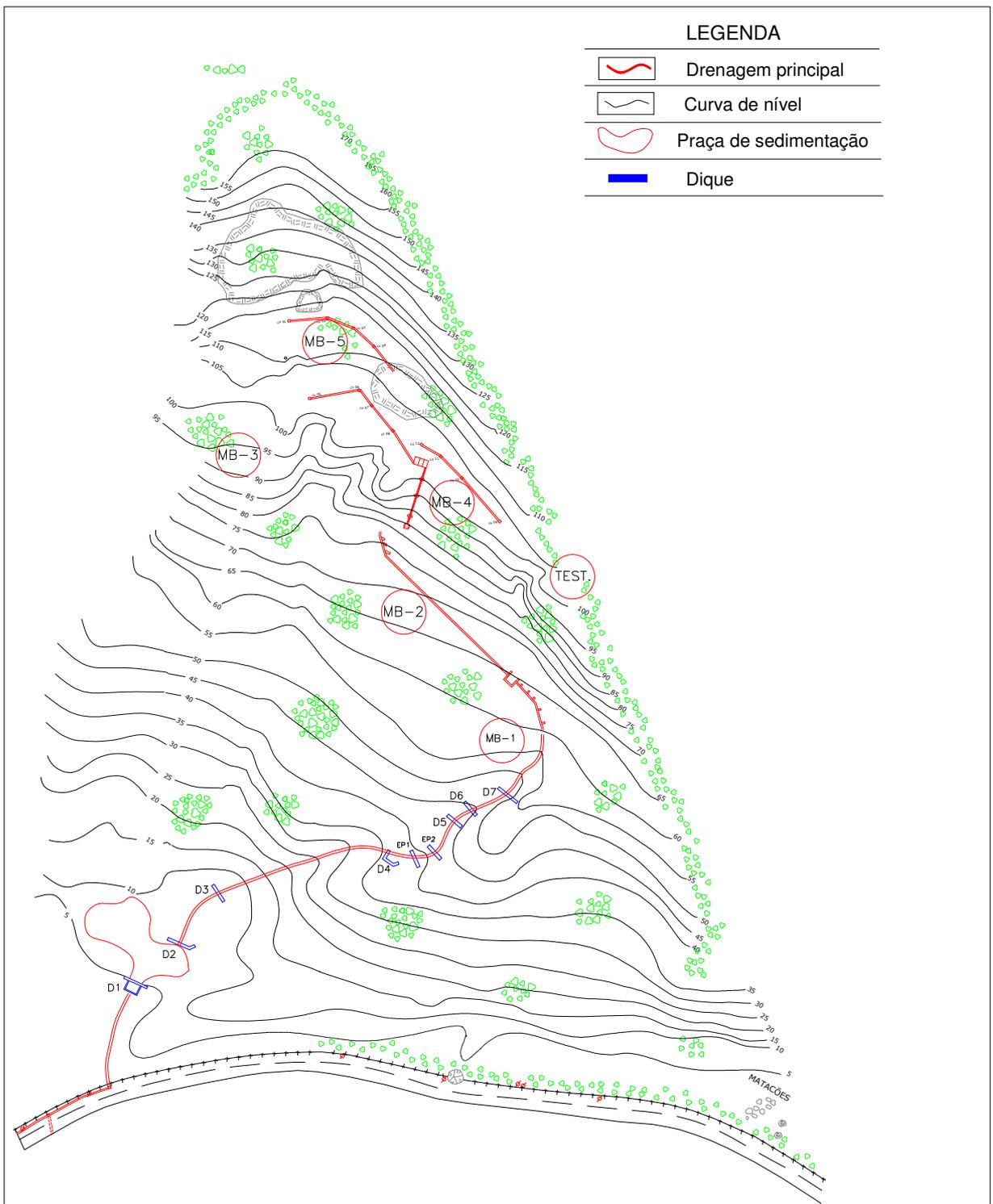
A reabilitação de áreas degradadas com vegetação espontânea demora décadas, como pode ser observado nas proximidades das barragens de Ponte Coberta, Ribeirão das Lajes, construídas em 1902. Os taludes de corte da antiga rodovia Rio-São Paulo também representam o quanto são lentos os processos de reabilitação espontânea em áreas fortemente antropizada. A reabilitação induzida, utilizando espécies vegetais de acordo com os estágios sucessionais da região, pode ser mais rápida além de mais eficiente, quando se considera aspectos econômicos e de serviços ambientais (SILVA, 1996; UFRRJ, 1993).

Como o intuito de reabilitar uma área de empréstimo na Ilha da Madeira/RJ, foi instalado o experimento em dezembro de 1994, envolvendo cinco medidas biológicas (tratamentos) que diferem entre si pela proporcionalidade e tipos de espécies na área

O plantio foi efetuado em curva de nível, distribuição aleatória das espécies, densidade de mudas similares, espécies provenientes de mesma origem, tamanhos e idades idênticas. O plantio foi feito em covas (0,40 x 0,40 x 0,40 m), com 2 litros de esterco/cova, com espaçamento médio de 2 m, equivalente a 2.020 planta/ha. As leguminosas foram inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio (UFRRJ, 1993) (Anexo 4A e B).

O estudo foi implantado na área-tipo “relevo suave” (declividade $\leq 10\%$), substrato sem afloramento rochoso (profundidade ≥ 40 cm), situada na parte intermediária da encosta, ocupando 6.433 m² dos 29.423 m², sendo estas áreas utilizadas como pátio de manobras durante a exploração. Foram estabelecidas cinco Medidas Biológicas (MB), que constituem os tratamentos deste estudo (Figura I. 1).

As características microtopográficas, ambientais e pedogenéticas das parcelas permitem evidenciar que macrotopograficamente elas são similares. No tocante às características microtopográficas, apresentam variações altitudinais entre 60-120 m, exposição Leste e Sul, relevo plano suave (<10%) decape (15-20 m), exígua pedregosidade (1-5%), distando 90-140 m das fontes de propágulos, substratos quimicamente pobre, ligeiramente ácidos, textura franco arenosa (NEVES, 2004).



Fonte: Neves, 2004.

Figura I. 1: Localização das medidas biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/Brasil, 2007.

2.3 Seleções das Espécies do Reflorestamento

Foram selecionadas 14 espécies botânicas para compor o reflorestamento, sendo 4 leguminosas florestais tropicais exóticas, 7 espécies pioneiras nativas e 3 secundárias nativas de ecossistemas brasileiros, distribuídas entre as famílias botânicas Fabaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, Cecropiaceae, Anacardiaceae, capazes de se adaptar a níveis fortes de rusticidade - substrato edáfico (GONÇALVES et al., 1991).

Os plantios consorciando espécies nativas e exóticas são frequentemente utilizados em projetos de recuperação e/ou reabilitação de áreas degradadas (JESUS 1997; BECHARA, 2007). Eles podem contribuir para manter os processos ecológicos dos sistemas florestais naturais e podem apresentar opção de uso múltiplo da floresta (KOLB, 1993).

As herbáceas invasoras foram plantadas em áreas declivosas com processos erosivos acentuados, com o objetivo de forrar a cava e estabelecer o início da colonização vegetal do substrato. As espécies frutíferas foram distribuídas nos melhores substratos, com o objetivo de atrair dispersores, enquanto que arbóreas foram implantadas nas áreas menos declivosas e com menor geodinamismo torrencial.

As estratégias conservacionistas foram consideradas pioneiras no Estado do Rio de Janeiro, pois os projetos de reabilitação/recuperação de áreas degradadas ainda eram incipientes no país em 1993 (PINHEIRO, 2004).

A composição dos modelos de revegetação foi orientada no sentido de testar misturas entre leguminosas arbóreas exóticas e espécies nativas para avaliar os resultados conservacionistas (UFRRJ, 1993). Essa combinação de diferentes espécies catalisa os processos sucessionais, criando condições para o restabelecimento de plântulas e atração de dispersores, bem como busca a reativação de complexas interações da comunidade e de processos biológicos da sucessão, além da aceleração da dinâmica sucessional (CARPANEZZI, 2005).

Os tratamentos combinaram relação de misturas distintas entre leguminosas arbóreas exóticas e espécies nativas (UFRRJ, 1993). Sendo T1 com 100% 1 (uma) espécie nativa e 0 % espécie exótica; T2 com 37,5% exótica (3 espécies) e 62,5% nativa (5 espécies); T3 com 50% exótica (2 espécies) e 50% nativa (2 espécies); T4 (33,3% exótica (2 espécies) e 66,6% nativa (4 espécies); T5 12,5% exótica (1 espécie) e 87,5% nativa (7 espécies). (Tabela I. 1).

As espécies arbóreas implantadas nos tratamentos e na testemunha foram classificadas de acordo com seu grupo ecológico, conforme a classificação de Gandolfi et al. (1995). Nesta classificação são consideradas quatro categorias: espécies pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI), secundárias tardias (ST) e as não classificadas ou caracterizadas (NC). Foram também classificadas de acordo com a síndrome de sua dispersão de sementes e caducifólia de acordo com a bibliografia especializada (LOPES e PIÑA-RODRIGUES, 1997; CARVALHO et al., 2007; LORENZI 1998, 2002 e 2009).

O T1 com plantio de uma única espécie botânica exótica, a *Acacia auriculiformis* Sandw, é diferente de todos os demais tratamentos.

Tabela I. 1: Composição percentual das espécies plantadas em 1994 como Medidas Biológicas (tratamentos) na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ.

n.	Nome Científico	Nome Popular	T0	T1	T2	T3	T4	T5
01	<i>Acácia auriculiformis</i> Sandw. ¹	acácia	0	100	25	0	22	0
02	<i>Acacia mangium</i> Willd. ¹	acácia	0	0	0	30	17	0
03	<i>Albizia lebbbeck</i> (L) Benth. ¹	albizia	0	0	7	20	0	0
04	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ³	Pau-ferro	0	0	13	0	0	0
05	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec. ²	embaúba	0	0	0	0	0	8
06	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard ²	sombreiro	0	0	0	20	20	17
07	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. ³	ingá	0	0	0	0	20	15
08	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) ¹	leucaena	0	0	20	0	0	15
09	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) ²	maricá	0	0	0	0	0	13
10	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth. ²	sabiá	0	0	10	30	0	21
11	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr. ²	pau-jacaré	0	0	15	0	10	5
12	<i>Psidium guajava</i> L. ²	goiabeira	0	0	5	0	11	0
13	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi ²	aroeira-vermelha	0	0	0	0	0	6
14	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sonder) ³	ipê-amarelo	0	0	5	0	0	0
	Landwith							
	Total de espécies		0	1	8	4	6	8

Fonte: UFRRJ (1993), modificado.

Nota: 1) pioneira exótica; 2) pioneira nativa; 3) secundária nativa.

Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram número de espécies exóticas e nativas similares. Porém, no T2 há uma espécie semi-decídua (*Caesalpinia ferrea* Mart) e duas espécies de crescimento lento *C. ferrea* Mart. e a *Tabebuia umbellata* (Sonder) Landwith (LORENZI, 2002), que o diferencia do T3 e T4. O T3 se diferencia por ter todas as espécies decíduas e de crescimento rápido (LORENZI, 2002), enquanto que o T4 possui uma espécie perenifólia a *Inga laurina* (Sw.) Willd. e duas semi-decíduas (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. e a *Psidium guajava* L). O T5 se diferencia dos demais tratamentos por possuir número reduzido de exóticas e elevado de nativas (Tabela I. 2).

Quanto à síndrome de dispersão de sementes, todos os tratamentos apresentam diferentes proporções entre si (Tabela I. 2), enquanto que para o grupo ecológico os tratamentos T2, T3, T4 e T5 apresentam proporções iguais de espécie secundária inicial (uma única espécie). O T2 e T5 apresentam proporções iguais com sete espécies pioneiras e uma secundária inicial. Já o T1, T3 e T4 apresentam-se diferentes entre si quanto ao grupo ecológico, com destaque para o T1 que é composto com 100% por uma espécie pioneira (Tabela I. 2).

Tabela I. 2: Composição florística e características das espécies florestais plantadas nos tratamentos (Medidas Biológicas) de reabilitação de área de empréstimo na Ilha da Madeira em 1993 com respectivas famílias, forma de dispersão, grupo ecológico e tipo de crescimento.

Tratamentos (MB)	Espécie plantada	Nome popular	Família	Dispersão das sementes	G.E.	Caducifolia	Velocidade do crescimento
T 1	<i>Acacia auriculiformis</i> Sandw * (1) (**)	acácia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Acacia auriculiformis</i> Sandw (1) (**)	acácia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Albizia lebeck</i> (L) Benth (1) <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart (2)	albizia pau-ferro	Fabaceae-Mimosoidae Fabaceae-Caesalpinioideae	Autocórica Barocórica e zoocórica	PI SI	D SD	Rápido Lento
T 2	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) (1)	leucaena	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI		Inicial lento
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth (2)	sabiá	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) (2)	pau-jacaré	Fabaceae-Mimosoidae	Barocórica e anemocórica	PI	SD	Rápido
	<i>Psidium guajava</i> L. (2)	goiabeira	Myrtaceae	Zoocórica	PI	SD	Rápido
	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sonder) Landwith (2)	ipê-amarelo	Bignoniaceae	Anemocórica	PI	D	Lento
T 3	<i>Acacia mangium</i> Willd (1) (**)	acácia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Albizia lebeck</i> (L) Benth (1)	albizia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard. (2)	sombreiro	Fabaceae-Papilionoidae	Autocórica	SI	D	Extremamente Rápido
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth (2) (**)	sabiá	Fabaceae-Mimosoidae	Barocórica	PI	D	Rápido

Continua...

Continuação...

Tratamentos (MB)	Espécie plantada	Nome popular	Família	Dispersão das sementes	G.E.	Caducifolia	Velocidade do crescimento
T 4	<i>Acácia auriculiformis</i> Sandw * (1) (**)	Acácia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Acacia mangium</i> Willd (1)	acácia	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	D	Rápido
	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard (2)	sombreiro	Fabaceae-Papilionoidae	Autocórica	SI	D	Extremamente Rápido
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd (2)	ingá	Fabaceae-Mimosoidae	Zoocórica	PI	PF	Rápido
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) (2)	pau-jacaré	Fabaceae-Mimosoidae	Barocórica e anemocórica	PI	SD	Rápido
	<i>Psidium guajava</i> L. (2)	goiabeira	Myrtaceae	Zoocórica	PI	SD	Rápido
	<i>Cecropia pachystachya</i> (2)	embaúba	Cecropiaceae	Zoocórica	PI	PF	Rápido
	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard * (2)	sombreiro	Fabaceae-Papilionoidae	Autocórica	SI	D	Extremamente Rápido
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd (2)	ingá	Fabaceae-Mimosoidae	Zoocórica	PI	PF	Rápido
	<i>Leocaena leucocephala</i> (Lam.) (1)	leucaena	Fabaceae-Mimosoidae	Autocórica	PI	PA	Inicial lento
T 5	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) (2)	maricá	Fabaceae-Mimosoidae	Zoocórica	PI	D	Moderado
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth (2) (**)	sabiá	Fabaceae-Mimosoidae	Barocórica	PI	D	Rápido
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) (2)	pau-jacaré	Fabaceae-Mimosoidae	Barocórica e anemocórica	PI	P	Rápido
	<i>Schinus terebinthifolius</i> (2)	aroeira-vermelha	Anacardiaceae	Zoocórica	PI	PF	Moderado

* Nota: 1= Exótica; 2= Nativa; PI= Pioneira; SI= Secundária Inicial; D= Decídua; SD= Semidecídua; PF= Perenifólia.

** Nota: Espécie predominante

2.4 Amostragem

A área experimental de 6.250 m² foi estabelecida nos reflorestamentos (medidas biológicas) da área de empréstimo, subdividida em parcelas de 25 x 50 m (1.250 m²). No interior de cada uma dessas parcelas, para reduzir os efeitos de borda, foram instaladas quatro parcelas permanentes de 5 x 15 m (75 m²) separadas entre si por 1 m (Figura I. 2). As parcelas apresentam características litólicas e hidro-geo-ambientais similares. A parcela testemunha tem dimensões e condições ambientais similares, porém não houve ações de reflorestamentos.

A testemunha não sofreu os mesmos processos erosivos das demais parcelas, devido a se encontrar no limite da área minerada, sendo o decape de 1,50 m e estando a 14 m do fragmento remanescente de Mata Atlântica. Ela foi considerada testemunha por não existir outra área dentro da cava e por apresentar condições ambientais similares em relação aos seguintes fatores ecológicos: face de exposição solar, direção dos ventos, características hidrológicas, relevo suave e área similar a dos tratamentos.

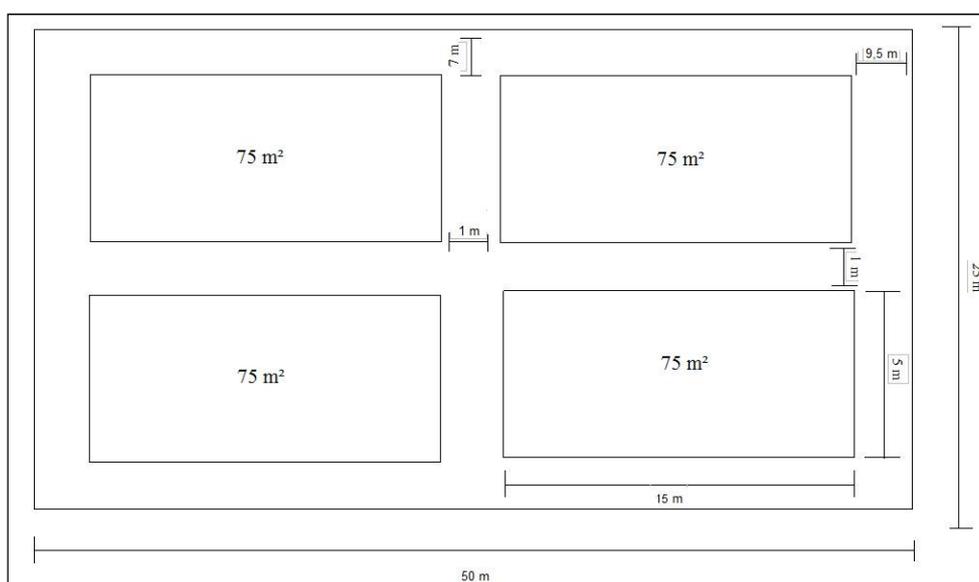


Figura I. 2: Parcelas permanentes na área experimental.

2.5 Composição Florística

Os levantamentos florísticos do estrato arbóreo-arbustivo foram realizados entre agosto e setembro de 2007. Foram levantados todos os indivíduos plantados e/ou regenerantes com circunferência de tronco igual ou superiores a 10 cm, à altura do peito (1,3 m do solo) (CAP), o que corresponde a 3,2 cm de diâmetro à altura do peito (DAP).

As espécies identificadas no campo foram coletadas, etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH) da Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde foram herborizadas conforme métodos convencionais em botânica (MORI et al., 1985) e identificadas por meio de comparação com exsiccatas. Quando necessário se recorreu aos especialistas do Herbário da UFRRJ. Todas as espécies vegetais coletadas foram classificadas de acordo com APG II (2003).

2.6 Caracterizações da Estrutura Horizontal

Os levantamentos estruturais foram realizados no mesmo período e com as mesmas dimensões para os indivíduos, estipuladas no levantamento florístico como já apresentado.

Para cada parcela foram mensurados, para os indivíduos arbóreo-arbustivo, os seguintes parâmetros dendrométricos quantitativos:

- Circunferência à altura do peito (CAP), obtida com fita diamétrica, régua graduada e trena métrica (FINGER, 1992), de cada indivíduo encontrado. Posteriormente esse valor foi convertido em diâmetro, conforme equação (VUONO, 2002) (Equação 01).

Equação I. 01: Diâmetro a altura do peito

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (01)$$

Onde:

DAP = Diâmetro à altura do peito a 1,30 m (cm);

CAP = Circunferência à altura do peito a 1,30 m (cm);

- Altura total que foi mensurada com vara graduada de 7 m, e acima desta foi estimada por comparação com a vara. Com os valores de DAP de cada árvore foi calculada a área basal individual, conforme equação (VUONO, 2002) (Equação 02).

Equação I. 02: Área basal

$$g = \frac{DAP^2 * \pi}{4} \quad (02)$$

Onde:

g = área basal (m²)

DAP = diâmetro à altura do peito a 1,30 (m).

- Diâmetro médio da copa que foi fornecido por duas medidas perpendiculares da projeção da copa das árvores no chão, sendo denominados D1 (menor diâmetro) e D2 (maior diâmetro).

Com o valor do diâmetro médio foi calculada a área de cobertura de copa individual e essa para determinação do índice de cobertura total dos tratamentos, para tanto foi utilizada na equação (GREIG-SMITH, 1964) (Equação 03).

Equação I. 03: Cobertura de copa

$$C = 100. \sum \frac{Ci}{A} \quad (03)$$

Onde:

C = grau de cobertura de copa (%);

Ci = cobertura individual (m²);

A = área útil da parcela (m²).

2.7 Caracterização Fitossociológica

Com base nos dados coletados dos levantamentos estruturais, foram calculados os parâmetros fitossociológicos Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Cobertura (VC), percentual do (VC), Valor de Importância (VI) e percentual do (VI). E também o Índice Diversidade de Shennon-Weaver (H'), para avaliar a composição florística quanto à sua heterogeneidade e o Índice de Similaridade de Jaccard (J), para avaliar o grau de semelhança entre as parcelas, conforme Magurran (1988).

As análises para determinação dos parâmetros fitossociológicos dos reflorestamentos foram feitas por meio do software Mata Nativa 2 (Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2006) e planilhas eletrônicas.

2.8 Análises Estatísticas

Os tratamentos foram comparados por análises estatísticas univariadas e utilizando-se o Delineamento Inteiramente Casualizado.

Os dados quantitativos (DAP, altura total diâmetro de copa, área basal e número de espécies) tiveram os testes de normalidade efetuados pelo teste de Lilliefors. As médias foram comparadas através do teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAEG 9.1 (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007), segundo procedimentos descritos por Ribeiro Júnior (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Florística

Não foram encontradas espécies florestais na área testemunha, após 27 anos (1980-2007) de abandono do subsolo às ações do intemperismo e com todos os tipos de agentes pedogenéticos envolvidos, sem intervenção do homem (Tabela I. 3) (Anexo I- 1A e B), apesar de tal área ser ambientalmente mais privilegiada para o estabelecimento de novas espécies que as áreas dos reflorestamentos.

As áreas reflorestadas com 14 espécies arbóreas em 1994 apresentaram, em 2007, um total de 23 espécies arbustivo-arbóreas, sendo 11 espécies do plantio inicial (mesmos indivíduos e/o descendentes) e 12 colonizadoras, provavelmente dos bancos de propágulos naturais do entorno, pois não houve enriquecimento na área após o plantio inicial. Elas estão distribuídas em 21 gêneros e 12 famílias botânicas e 276 indivíduos, em 13 anos de plantio (Tabela I. 3) (Anexos I- 2A e B, 3A e B, 4A e B, 5A e B, e 6A e B). No ano de 2000 havia, nas mesmas parcelas, apenas 5 famílias com DAP \geq 1 cm (NEVES, 2004), demonstrando o incremento da biodiversidade nos últimos 6 anos, o que evidencia avanço dos processos de sustentabilidade da reabilitação.

A família Fabaceae com 11 espécies foi a mais representativa quanto à riqueza, com 239 indivíduos, representando 86,59 % do número de indivíduos amostrados, seguida pela família Bignoniaceae com apenas 2 exemplares, representando 0,73% do número de indivíduos amostrados (Tabela I. 4). Neves (2004) nas mesmas parcelas, em 2000, encontrou o predomínio das Fabaceae, evidenciando que elas permanecem nas fases iniciais da construção dos ecossistemas a partir de ambientes degradados. Os mesmos resultados foram encontrados por Carvalho (2006) em remanescentes de Mata Atlântica com vegetação predominante de Floresta Ombrófila Densa, na região de Imbaú no Município de Silva Jardim, RJ, cuja maior riqueza de espécies foi a família Fabaceae com 22 espécies.

Carvalho et al. (2007) apontaram a expressividade da família Fabaceae no Município de Rio Bonito, região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, onde encontraram 32 famílias, sendo Fabaceae, com 13 espécies, a de maior riqueza de espécies.

Tabela I. 3: Lista das espécies registradas na medição realizada das espécies florestais na área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil em 2007, reflorestada em 1994.

Família	Nome científico	Nome popular	G.E.	T1	T2	T3	T4	T5
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi ¹	aroeira-vermelha	PI					x
Asteraceae	<i>Vernonia macrophylla</i> Less. ²	fumo-do-campo	PI		x	x		
	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. ²	ipê-verde	PI		x			
Bignoniaceae	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sonder) Sandwith ¹	ipê-amarelo	SI		x			
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume ²	crindiuva	PI		x	x		
	<i>Acacia auriculiformis</i> Sandw ¹	acacia	PI		x		x	
	<i>Acacia mangium</i> Willd ¹	acacia	PI			x	x	
	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth ¹	albizia	PI		x	x		
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan ²	angico-vermelho	SI					x
Fabaceae-Mimosoidae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd ¹	inga	PI				x	x
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) ¹	leucena	PI		x	x	x	x
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth ¹	sabiá	PI		x	x	x	x
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr. ¹	Pau-jacaré	PI		x		x	x
	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard ¹	sombreiro	PI				x	x
Fabaceae-Faboideae	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi ²	bico-de-pato	PI					
	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth. ²	jacaranda-ferro	SI				x	x
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. ²	açoita-cavalo	SI		x	x		
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> Cong. ²	quaresmeira	PI				x	
Solanaceae	<i>Solanum inaequale</i> Vell. ²	guaxixin	PI		x			
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec. ¹	embaúba	PI	x				x
Urticaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ²	guimelina	PI		x		x	
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax ²	pau-de-leite	PI	x				
Lauracea	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb. ²	canela-branca	ST		x			
Total de espécies				2	13	7	10	9

Nota: 1) Espécies plantadas; 2) Espécies colonizadoras

A distribuição das espécies por famílias botânicas evidenciou a simplificação dos ecossistemas aos 13 anos de idade, pois em 10 famílias encontradas havia apenas uma única espécie por família, perfazendo um total de 35 indivíduos (12,68%) dos indivíduos amostrados (Tabela I. 4).

Tabela I. 4: Número de gêneros, espécies e indivíduos por família observada em área de empréstimo na Ilha da Madeira-RJ/Brasil em 2007, reflorestada em 1994.

Família	Nº de Gêneros	Nº de Espécies	Nº de Árvores	% de Árvores
Fabaceae	9	11	239	86,59
Bignoniaceae	2	2	2	0,72
Cecropiaceae	1	1	8	2,90
Solanaceae	1	1	1	0,36
Verbenaceae	1	1	2	0,72
Ulmaceae	1	1	11	3,89
Malvaceae	1	1	4	1,45
Compositae	1	1	2	0,72
Melastomataceae	1	1	4	1,45
Anacardiaceae	1	1	1	0,36
Euphorbiaceae	1	1	1	0,36
Lauracea	1	1	1	0,36
Total	21	23	276	100

O tratamento (T5) apresentou o maior número de indivíduos (109), maior densidade (3.633 ind./ha) e o menor coeficiente de mistura (0,18590). O tratamento (T2) apresentou maior número de espécies e de gênero. Ambos tiveram 8 espécies plantadas e possuem proporções iguais de espécies, quanto ao grupo ecológico no reflorestamento inicial. Enquanto o tratamento (T1) com uma única espécie no plantio inicial apresentou menor número de indivíduos (8), menor densidade (267 ind./ha) e o maior coeficiente de mistura (0,81250) (Tabela I. 5).

A maior diversidade de espécies na fase inicial dos plantios pode ter permitido interações funcionais entre as espécies, oferecendo condições ecofisiológicas capazes de oferecer propriedades emergentes suficientes para abrigar espécies exigentes, pois todas as demais condições geo-ambientais foram similares entre os tratamentos, bem como as condições de oferta de propágulos. Estes resultados enfatizam a tese de que a heterogeneidade ambiental dos ecossistemas aumenta a diversidade de espécies, influenciando na reprodução, recrutamento, especialização e divisão dos recursos (RUSCHEL et al., 2009).

A diferença entre número de espécies colonizadoras após 13 anos da implantação do reflorestamento pode ser atribuída aos efeitos sinérgicos na sucessão vegetal, exercidos pelas diferentes funções das espécies plantadas, onde há interações entre plantas e entre estas e o meio. Assim, uma espécie que produz raiz superficial grossa interage com outra que produz grande quantidade de serapilheira de difícil decomposição (VALCARCEL et al., 2007) e formam diques, que obstruem o escoamento superficial, induzem a infiltração, catalisam os processos pedogenéticos e facilitam a construção dos ecossistemas, propiciando meios para que espécies mais exigentes consigam se estabelecer.

A ausência de espécies arbustivo-arbóreas na área testemunha (T0) reforça esta tese, pois a heterogeneidade ambiental criada pelo conjunto de espécies implantadas nos tratamentos T2, T3, T4 e T5 pode ter contribuído para o aumento da diversidade de espécies, visto que maior diversidade influencia na reprodução, recrutamento, especialização e divisão dos recursos (JONES et al., 1997; RUSCHEL et al., 2009).

A relação de competição interespecífica da mesma espécie do T1 (homogêneo), onde se utilizou 100% da espécie *Acacia auriculiformis*, pode ter contribuído para sua erradicação

do ecossistema aos 13 anos, reduzindo o número de espécies, gêneros e famílias, além de reduzir a densidade da composição florística nesse tratamento (Tabela I. 5).

Tabela I. 5: Composição florística dos reflorestamentos na área de empréstimo da Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ/ Brasil em 2007, reflorestada em 1994.

Composição florística	Tratamentos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Total de ind. Amostrados	0	8	49	55	55	109
Número de espécies	0	2	11	7	10	9
Número de gêneros	0	2	12	7	8	9
Número de famílias	0	2	6	4	4	4
Densidade (ind/ha)	0	267	1633	1833	1833	3633
Coeficiente de Mistura	0	0,8125	0,4414	0,3191	0,3814	0,1859

3.2 Caracterizações da Estrutura Horizontal

Os tratamentos apresentaram diferenças entre Altura, DAP, Área Basal e Cobertura de Copa, evidenciando que, além da composição florística, também há diferenças nas suas estruturas fisionômicas (Tabela I.6), embora a área basal individual e cobertura de copa tenham falta de homogeneidade, demonstrada pelos altos valores dos seus coeficientes de variação, que pode ser justificado em função da variabilidade existente entre os indivíduos de cada tratamento, e até mesmo pela característica das espécies quanto ao seu tamanho de cobertura de copa. Essas diferenças observadas podem representar funções complementares no desenvolvimento dos ecossistemas, pois copas com dimensões distintas facilitam o reordenamento da entrada de energia e administração das chuvas de modo a aumentar a interceptação, administração e retenção de água, fatores que contribuem com os processos de formação dos solos, além de reduzir os processos erosivos, a intensidade de escoamento superficial, fornecendo matéria orgânica e sombreamento ao solo (LEPSCH, 2002).

A estrutura das copas também é responsável pela dinâmica das florestas, determinando a coexistência de espécies (MORI e TAKEDA, 2004). O T5 apresentou maior cobertura de copa, o que deve ter influenciado na administração do impacto das gotas de chuvas, umidade e deposição de serrapilheira sobre a superfície do solo florestal. Essas variáveis podem ter influenciado o ingresso e estabelecimento de novos indivíduos, pois neste tratamento também ocorreu a maior densidade de plantas.

O tratamento T4 apresentou a maior altura (8.48 m), DAP (11.98 cm) e área basal, diferenciando-se do T1, que apresentou a menor altura (3.91 m), DAP (5,15 cm) e área basal individual (0,0024 m²) (Tabela I. 6).

Os resultados se vinculam às características ecofisiológicas das espécies plantadas, principalmente quanto ao seu crescimento. No T4 foram utilizadas 80% de espécies de crescimento rápido (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; LORENZI et al., 2003): *A. auriculiformis* Sandw, *A. mangium* Wild, *I. laurina*, *P. gonoacantha* e *P. guajava* e 20% extremamente rápido: *Clitoria fairchildiana* Howard, (LOPES e PIÑA-RODRIGUES, 1997; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; LORENZI et al., 2003).

O maior DAP e área basal individual no T4 podem ser explicados pela presença das espécies *A. mangium* e *A. auriculiformis*, juntamente com espécies nativas de rápido crescimento de DAP, utilizadas na composição deste tratamento, sugerindo melhor adaptação às condições ambientais desfavoráveis iniciais, confirmando as observações que consideram a *A. mangium* recomendada para reabilitação de áreas degradadas (FRANCO et al., 1992;

LORENZI et al., 2003), devido à sua capacidade de associação com fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rhizobium* sp (FARIA et al., 1997).

O menor desempenho do T1 justifica-se por ser um tratamento composto por uma única espécie (*A. auriculiformis*), o que provavelmente determinou maior competição intraespecífica e esgotamento dos recursos para os demais indivíduos. Maior diversidade de espécies diferencia a competição por recursos em ambientes pobres e promovem complementaridade de funções, conseqüentemente maior crescimento, pois segundo Jones et al. (1997), as espécies atuam como “engenheiras físicas dos ecossistemas”, explorando os recursos de forma diferenciada e disponibilizando ao meio para serem aproveitados. Kageyama et al. (1994) questionam a efetividade da reabilitação através do uso de uma única espécie botânica, pois a diversidade dos ecossistemas naturais representa menos riscos de inibição dos processos de sucessão que conduzem a recuperação.

A cobertura de copa foi maior no T5 (493,48%) diferenciando-se significativamente do T1 (7,11%) (Tabela I. 6), provavelmente devido à composição de espécies implantadas no T5 (85% de espécies pioneiras nativas) e sua adaptação ao meio, ocasionando oferta diferenciada de funções ambientais: organismos polinizadores, dispersores e predadores naturais, como observado na literatura (KAGEYAMA e GANDARA, 2000; MORAES, 2006).

Tabela I. 6: Valor médio para DAP, altura total, área basal e cobertura de copa das espécies florestais na área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil reflorestada em 1994, onde CV corresponde ao coeficiente de variação experimental a 5% probabilidade.

Tratamentos	Altura total (m)	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Cobertura de copa (%)
1	3,91 b*	5,15 c	0,0024 b	7,11 b
2	5,46 ab	5,64 bc	0,0025 b	177,81 ab
3	8,23 a	10,58 ab	0,0092 ab	300,54 ab
4	8,48 a	11,97 a	0,0119 a	385,31 ab
5	7,27 ab	8,73 abc	0,0062 ab	493,48 a
CV(%)	27,38	28,02	60,62	65,25
P (0,05)	0,013	0,003	0,013	0,014

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3.3 Caracterizações Fitosociológicas

No tratamento T1, a espécie que apresentou maior densidade relativa foi *Cecropia pachystachya* (7 indivíduos). Essa espécie representou 87,89% do VI, enquanto no T2 foram as espécies *Piptadenia gonoacantha* (15 indivíduos) e *Mimosa caesalpiniaefolia* (9 indivíduos) que representaram 50,37% do VI; no T3 as espécies *Acacia mangium* (14 indivíduos) e *Mimosa caesalpiniaefolia* (19 indivíduos) representaram 66,95% do VI; no T4 a *Inga laurina* (23 indivíduos) e a *Acacia auriculiformis* (9) representaram 50,46% do VI e no tratamento T5 as espécies *Mimosa caesalpiniaefolia* (45 indivíduos) e *Clitoria fairchildiana* (11 indivíduos) representaram 50,42% do VI (Tabela I. 7). Das espécies citadas anteriormente, 75% pertencem à família Fabaceae que, segundo Franco et al. (1995), tem importante papel na reabilitação dos ecossistemas degradados, pois oferecem condições para o estabelecimento das bases para a sucessão, em áreas sem meios para suportar plantas mais exigentes por recursos ambientais.

A densidade foi de 266,7; 1633,3; 1833,3; 1833,3 e 3633,3 indivíduos por hectare, respectivamente para T1, T2, T3, T4 e T5 (Tabela I. 7).

As espécies com maior densidade foram: *C. pachystachya* (233,3 ind/ha, T1); *P. gonoacantha* (500 ind/ha, T2); *M. caesalpiniaefolia* (633,3 ind/ha, T3); *I. laurina* (766,7 ind/ha, T4) e; *M. caesalpiniaefolia* (1500 ind/ha, T5) (Tabela I. 7). Seus VI nos tratamentos correspondem a 263,66 (T1); 95,78 (T2); 135,40 (T3); 77,27 (T4) y 85,04 (T5), evidenciando suas adaptações e respostas aos efeitos sinérgico das espécies às ofertas de atributos ambientais, pois os demais fatores ambientais foram similares.

A baixa densidade encontrada para *C. pachystachya* nos tratamentos, comparando todas as espécies, aparentemente não reflete seu maior VI entre as espécies nativas, mas a sua alta densidade relativa, somada com a frequência relativa e dominância relativa, fizeram com que esta espécie apresentasse o maior VI entre as espécies de todos os tratamentos (Tabela I. 7). Segundo Cortines e Valcarcel (2009), esse é procedimento sucessional típico de processos de restauração de ecossistemas perturbados na Mata Atlântica.

O índice de Jaccard com valores de 0,55 (T1), 0,79 (T2), 0,83 (T3), 0,80 (T4) e 0,75 (T5) evidencia alta similaridade entre os conjuntos de espécies, bem como quando comparado com ecossistemas perturbados no bioma Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, conforme dados de Carvalho et al. (2006), que variam entre 0,05 a 0,79.

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') de 0,38; 2,01; 1,61; 1,84 e 1,64 para T1, T2, T3, T4 e T5 indica maior diversidade para T2. Este valor é considerado médio para ecossistemas naturais, de acordo com Nascimento et al. (2001) e altos para a Amazônia brasileira, que apresentou valor de 1,03 em reflorestamento com 10 anos (PARROTA et al., 1997). Isto se deve, provavelmente, à grande diversidade de espécies do bioma estudado, facilitando o recrutamento e ajuste de espécies aos diferentes tipos de degradação.

Estes resultados demonstram que é fundamental a seleção adequada das espécies para a reabilitação de áreas degradadas, sendo que quanto maior for a diversidade do reflorestamento com função de reabilitar ecossistemas degradados, mais heterogênea será a floresta, diversificada a estrutura horizontal e sustentabilidade dos processos de reabilitação.

Tabela I. 7: Parâmetros fitossociológicos observados em 2007 a partir das espécies plantadas em área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil, reflorestada em 1994.

T	Nome Científico	Nome Popular	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
T1	<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúba	7	4	0.0199	233.333	87.5	100	80	0.664	96.16	183.657	91.83	263.657	87.89
T1	<i>Sapium glandulatum</i>	pau-de-leite	1	1	0.0008	33.333	12.5	25	20	0.027	3.84	16.343	8.17	36.343	12.11
		Total	8	4	0.0207	266.667	100	125	100	0.69	100	200	100	300	100
T2	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré	15	4	0.0707	500	30.61	100	17.39	2.358	47.78	78.387	39.19	95.779	31.93
T2	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	sabiá	9	3	0.0354	300	18.37	75	13.04	1.18	23.9	42.271	21.14	55.315	18.44
T2	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva	9	4	0.016	300	18.37	100	17.39	0.534	10.82	29.185	14.59	46.577	15.53
T2	<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	6	2	0.0086	200	12.24	50	8.7	0.288	5.84	18.086	9.04	26.782	8.93
T2	<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo	2	2	0.0031	66.667	4.08	50	8.7	0.105	2.12	6.199	3.1	14.895	4.96
T2	<i>Gmelina arborea</i>	guimelina	1	1	0.0042	33.333	2.04	25	4.35	0.14	2.84	4.884	2.44	9.232	3.08
T2	<i>Nectandra membranacea</i>	canela-branca	1	1	0.0026	33.333	2.04	25	4.35	0.086	1.74	3.782	1.89	8.13	2.71
T2	<i>Tabebuia umbellata</i>	ipê - amarelo	1	1	0.002	33.333	2.04	25	4.35	0.068	1.38	3.417	1.71	7.764	2.59
T2	<i>Solanum inaequale</i>	guaxixin	1	1	0.0018	33.333	2.04	25	4.35	0.06	1.21	3.25	1.62	7.598	2.53
T2	<i>Acacia auriculiformis</i>	acácia	1	1	0.001	33.333	2.04	25	4.35	0.032	0.65	2.691	1.35	7.039	2.35
T2	<i>Albizia lebbech</i>	albízia	1	1	0.001	33.333	2.04	25	4.35	0.032	0.65	2.691	1.35	7.039	2.35
T2	<i>Cybistax antisyphilitica</i>	ipê-verde	1	1	0.0008	33.333	2.04	25	4.35	0.027	0.54	2.578	1.29	6.926	2.31
T2	<i>Vernonia macrophylla</i>	fumo-do-campo	1	1	0.0008	33.333	2.04	25	4.35	0.027	0.54	2.578	1.29	6.926	2.31
		Total	49	4	0.1481	1633.333	100	575	100	4.936	100	200	100	300	100

Continua...

Continuação...

T	Nome Científico	Nome Popular	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
T3	<i>Acacia mangium</i>	acácia	14	4	0.7501	466.667	25.45	100	22.22	25.003	87.73	113.181	56.59	135.403	45.13
T3	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	sabiá	19	4	0.0742	633.333	34.55	100	22.22	2.474	8.68	43,225	21.61	65.447	21.82
T3	<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	8	4	0.0123	266.667	14.55	100	22.22	0.411	1.44	15.988	7.99	38.21	12.74
T3	<i>Albizia lebbech</i>	albízia	9	2	0.0096	300	16.36	50	11.11	0.319	1.12	17.481	8.74	28.592	9.53
T3	<i>Trema micrantha</i>	crindiuva	2	2	0.0059	66.667	3.64	50	11.11	0.198	0.69	4.331	2.17	15.442	5.15
T3	<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo	2	1	0.0018	66.667	3.64	25	5.56	0.059	0.21	3.842	1.92	9.398	3.13
T3	<i>Vernonia macrophylla</i>	fumo-do-campo	1	1	0.0011	33.333	1.82	25	5.56	0.038	0.13	1.952	0.98	7.508	2.5
		Total	55	4	0.855	1833.333	100	450	100	28.501	100	200	100	300	100
T4	<i>Inga laurina</i>	ingá	23	4	0.1258	766,667	41.82	100	20	4.194	15.45	57.267	28.63	77.267	25.76
T4	<i>Acacia auriculiformis</i>	acácia	9	3	0.348	300	16.36	75	15	11.601	42.73	59.097	29.55	74.097	24.7
T4	<i>Acacia mangium</i>	acácia	6	2	0.2129	200	10.91	50	10	7.098	26.15	37.056	18.53	47.056	15.69
T4	<i>Clitoria fairchildiana</i>	sombreiro	4	3	0.024	133.333	7.27	75	15	0.8	2.95	10.221	5.11	25.221	8.41
T4	<i>Tibolchina granulosa</i>	quaresmeira	4	2	0.0497	133.333	7.27	50	10	1.658	6.11	13.38	6.69	23.38	7.79
T4	<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	2	2	0.012	66.667	3.64	50	10	0.402	1.48	5.116	2.56	15.116	5.04
T4	<i>Gmelina arborea</i>	guimelina	2	1	0.0288	66.667	3.64	25	5	0.96	3.54	7.173	3.59	12.173	4.06
T4	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	sabiá	2	1	0.0058	66.667	3.64	25	5	0.192	0.71	4.344	2.17	9.344	3.11
T4	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré	2	1	0.0052	66.667	3.64	25	5	0.174	0.64	4.277	2.14	9.277	3.09
T4	<i>Machaerium nyctitans</i>	jacarandá-ferro	1	1	0.002	33.333	1.82	25	5	0.068	0.25	2.068	1.03	7.068	2.36
		Total	55	4	0.8144	1833.333	100	500	100	27.147	100	200	100	300	100

Continua...

Continuação...

T	Nome Científico	Nome Popular	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
T5	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	sabiá	45	3	0.2405	1500	41,28	75	15.79	8.017	27.97	69,255	34,63	85,045	28.35
T5	<i>Clitoria fairchildiana</i>	sombreiro	11	4	0.3015	366,667	10,09	100	21.05	10.05	35,06	45.156	22.58	66.209	22.07
T5	<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	20	2	0.183	666.667	18.35	50	10.53	6.1	21.28	39.633	19.82	50.159	16.72
T5	<i>Inga laurina</i>	ingá	15	3	0.0903	500	13.76	75	15.79	3.01	10.5	24.261	12.13	40.051	13.35
T5	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	angico-vermelho	13	2	0.0315	433.333	11.93	50	10.53	1.05	3.66	15,589	7.79	26.115	8.7
T5	<i>Machaerium aculeatum</i>	bico-de-pato	2	2	0.0021	66.667	1.83	50	10.53	0.07	0.25	2.08	1.04	12,606	4.2
T5	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré	1	1	0.0046	33.333	0,92	25	5.26	0.153	0.53	1.45	0.73	6.714	2.24
T5	<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúba	1	1	0,0032	33.333	0.92	25	5.26	0.106	0.37	1.288	0.64	6.551	2.18
T5	<i>Schinus terebenthifolius</i>	aroeira-vermelha	1	1	0.0032	33.333	0.92	25	5.26	0.06	0.37	1.288	0.64	6.551	2.18
Total			109	4	0.8599	3633.333	100	475	100	28.662	100	200	100	300	100

Onde: T = tratamentos; N = número de indivíduos; U = número de unidades amostrais onde ocorre; AB = área basal (m²); DA = densidade absoluta (ár.v./há); Dr = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); DoA = dominância absoluta(m²/há); DoR = dominância relativa (%); VI = valor de importância; VI(%) = percentagem de importância(%); VC = valor de importância ampliado; VC(%) = percentagem de importância ampliado(%).

4 CONCLUSÕES

Depois de 13 anos, os 5 conjuntos de espécies florestais e a área testemunha apresentaram aumento na composição florística com entrada de 12 espécies, sendo a família Fabaceae a mais abundante.

Todos os tratamentos mostraram-se eficazes quando comparados com a área testemunha, que não apresentou indivíduos florestais jovens após 28 anos.

Os resultados apresentados nos tratamentos T5 (cobertura de copa, densidade e maior número de indivíduos), T2 (diversidade de espécies) e T4 (altura e área basal individual), evidenciam que a composição de espécies, desses tratamentos, pode ter influenciado na reabilitação de ecossistemas degradados da Mata Atlântica.

As diferenças entre as composições florísticas, estruturais e fitossociológicas dos reflorestamentos utilizados como estratégias de reabilitação sinalizam possíveis evidências de que possa ter ocorrido interação sinérgica entre espécies com 13 anos de plantio. Porém, a individualização das participações das espécies nessa sinergia e suas interações são complexas e demandam a estruturação de experimentos especialmente delineados para tal.

CAPÍTULO II - COLONIZAÇÃO ESPONTÂNEA EM ÁREA REABILITADA

RESUMO

A regeneração espontânea sob reflorestamentos em áreas degradadas ambientalmente similares indica a sustentabilidade da reabilitação. Em área de empréstimo há 14 anos em processo de reabilitação na Ilha da Madeira, Itaguaí (23° 55' 07" S, 43° 49' 73" O), onde os tratamentos constituem combinações de espécies florestais rústicas com habilidades e funções distintas, sendo: T0 (testemunha); T1 (100% espécie exótica); T2 (52% exóticas e 48% nativas); T3 (50% exóticas e 50% nativas); T4 (39% exóticas e 61% nativas); e T5 (15% exóticas e 85% nativas) se avaliou a composição florística no inverno de 2007 e verão de 2008, utilizando método fitossociológico de "Pontos", em todos os indivíduos com altura ≥ 15 cm e CAP ≤ 10 cm. Os resultados evidenciam acréscimo do número de indivíduos regenerantes do inverno (1.438 indivíduos) para o verão (2.116 indivíduos). As famílias botânicas mais representativas foram Asteraceae (21 espécies) seguida pela Poaceae (15 espécies). A área testemunha (T0) apresentou diferença estatisticamente significativa dos demais tratamentos e não houve estabelecimento espontâneo de espécies arbóreas nem secundárias tardias, havendo um único indivíduo de uma espécie classificada como secundária inicial. Os tratamentos T3, T4 e, especialmente, o T2 e T5 apresentaram entrada de espécies exógenas. O T1 teve a morte de todos os indivíduos arbóreos implantados, mas apresentou maior abundância de espécies em processo inicial de sucessão (pioneiras) que o T0 evidenciando que o reflorestamento trouxe benefícios à reabilitação do ecossistema.

Palavras chaves: Reabilitação, regeneração espontânea, sucessão ecológica.

ABSTRACT

Spontaneous regeneration beneath reforestments at environmentally similar degraded areas can indicate sustainability of rehabilitation. On a reclamation area which is on rehabilitation process for 14 years, at “*Ilha da Madeira*”, Itaguaí (23° 55' 07" S, 43° 49' 73" O), treatments constitute on rustic tree species combination with different abilities and functions: T0 (witness), T1 (100% exotic species), T2 (52% exotic and 48% native), T3 (50% exotic and 50% native), T4 (39% exotic and 61% native), and T5 (15% exotic and 85% native). The floristic survey was on winter of 2007 and summer 2008, using the point method, applied for individuals with ≥ 15 cm e $CBH \leq 10$ cm. Results show an upgrade on individuals regeneration from winter (1.438 individuals) to summer (2.116 individuals). The most representative botanical families were Asteraceae (21 species) followed by Poaceae (15 species). The witness area (T0) differed statistically from the other treatments, where no arboreal or late secondary species was surveyed, and only one individual was classified as initial secondary. Treatments T3, T4 and specially the T2 and T5 showed an entry of allochthonous species. At T1 had all the planted arboreal individuals where dead, but showed greater abundance of species from initial successional process than the T0, evidencing that the reforestation brogth benefits to ecosystem rehabilitation.

Key-words: Rehabilitation, spontaneous regeneration, ecological succession.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica das florestas recuperadas pode se dever à conjunção de processos ecológicos distintos, onde as modificações nas estruturas e composições florísticas representam reações e estímulos resultantes ao longo do tempo, mudando ambientes e comunidades (REIS e KAGEYAMA, 2003).

Segundo Nappo (2002) a regeneração natural é mantenedora dos processos de sucessão, uma vez que é a responsável pela reposição dos indivíduos do povoamento. O termo regeneração, segundo Carvalho (1982), refere-se a todos os representantes das fases juvenis das espécies arbóreas que se desenvolvem no sub-bosque de determinada formação florestal. O processo que rege o desenvolvimento desta vegetação é denominado de sucessão ecológica, e envolve mudanças na composição das espécies e estrutura da comunidade ao longo do tempo, resultante da modificação do ambiente físico pela comunidade biológica, culminando no clímax (MARGALEF, 1974; MIRANDA, 2009).

A regeneração natural de florestas secundárias tropicais envolve processos lentos e ainda não totalmente elucidados, pois a combinação de vários fatores, fogos recorrentes, persistência da dominância de gramíneas e espécies não-lenhosas, condição de microclima, pobreza de solos, instabilidade da superfície, compactação, retenção de água, pH, distância do banco de sementes e exaustão do banco de sementes do solo, constituem dificuldades práticas para sua modelagem teórica (PARROTA, 1993; ALMEIDA, 2002).

Como 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 é o funcionamento destes ecossistemas (VALCARCEL e SILVA, 2000; CAMARGO et al., 2002).

Sobre a superfície de áreas mineradas, a regeneração natural é ainda dificultada pela remoção da camada orgânica do solo, resultando na eliminação do banco de sementes, raízes, distúrbios no perfil do solo (incluindo compactação), demandando ações exógenas para reabilitação destes ecossistemas (PARROTA, 1993; RODRIGUES e GANDOLFI, 2007).

A revegetação é parte essencial no processo da recuperação de áreas degradadas, a qual implica não só no plantio de espécies vegetais (NAPPO, 2002), mas também na seleção de espécies e de técnicas de manejo visando acelerar e restabelecer os processos de sucessão natural (VALCARCEL e SILVA, 2000; BECHARA et. al., 2007). Nesse sentido, a reabilitação de áreas degradadas não consiste de ações isoladas, mas, sim, de um conjunto de atividades que têm por objetivo recompor a paisagem perturbada (DIAS e GRIFFITH, 1998).

O desenvolvimento da regeneração espontânea é um parâmetro que permite avaliar a recuperação/reabilitação de áreas degradadas, pois o aumento da biodiversidade enseja melhoria nas propriedades do substrato, aporte de matéria orgânica, nutrientes e reabsorção dos nutrientes, evitando perdas por erosão e dissolução (BRITZ et. al., 1992; VALCARCEL e SILVA, 2000).

Os reflorestamentos com fins de recuperação de áreas degradadas são avaliados através do desempenho sucessional das espécies espontâneas (PARROTA et al., 1997 a, VALCARCEL e SILVA, 2000), servindo como ferramentas para monitorar a aquisição de propriedades emergentes e novas estratégias de reabilitação (PARROTA, 1993; NAPPO et al., 2000). Estes resultados podem se dever às mudanças microclimáticas, incremento na complexidade estrutural da vegetação e o desenvolvimento da serapilheira, que ocorrem durante os anos iniciais do crescimento dos plantios. As mudanças consolidam os efeitos de dispersão de propágulos de fragmentos florestais e supressão da concorrência das gramíneas ou outras espécies invasoras (PARROTA et al., 1997 a).

Como o reflorestamento da área de estudo foi efetuado envolvendo cinco combinações de espécies - medidas biológicas (tratamentos) que diferem entre si pela proporcionalidade entre espécies nativas e exóticas, a eficácia no desencadeamento dos processos de sucessão ecológica vai depender da combinação de espécies que melhor ofertou atributos ambientais aos ecossistemas.

Este capítulo objetiva avaliar a regeneração espontânea em reflorestamentos conservacionistas em áreas submetidas a processos de reabilitação da área de empréstimo, a partir da sua composição florística, parâmetros fitossociológicos, hábitos e categorias sucessionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na região denominada Costa Verde, no Distrito da Ilha da Madeira (latitude 23° 55' 07" Sul e longitude 43° 49' 73" Oeste), município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro.

Uma descrição mais detalhada da área se encontra no item da área de estudo, anteriormente apresentado, dessa Tese.

2.2 Medidas Biológicas (Tratamentos)

O experimento foi instalado na área de empréstimo da Ilha da Madeira/RJ em dezembro de 1994, com cinco medidas biológicas (tratamentos) que diferem entre si pela composição de espécies florestais a partir de 14 espécies botânicas: 4 espécies de leguminosas florestais tropicais exóticas, 7 espécies pioneiras nativas e 3 secundárias nativas de ecossistemas brasileiros, distribuídas pelas famílias botânicas Fabaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, Cecropiaceae, Anacardiaceae.

Os tratamentos combinaram relação de leguminosas arbóreas exóticas e espécies nativas (UFRRJ, 1993). Sendo T1 com 100% 1 (uma) espécie exótica e 0 % espécie nativa; T2 com 52% exóticas (3 espécies) e 48% nativas (5 espécies); T3 com 50% exóticas (2 espécies) e 50% nativas (2 espécies); T4 (39% exóticas (2 espécies) e 61% nativas (4 espécies); T5 15% exóticas (1 espécie) e 85% nativas.

2.3 Amostragem

A área experimental na área de empréstimo abrange 6.250 m², onde foram delimitadas cinco áreas amostrais com dimensões de 25 x 50 m (1.250 m²). No interior destas, para evitar efeito de bordas, foram instaladas quatro parcelas permanentes de 5 x 15 m (75 m²) separadas entre si por 1 m. A área testemunha foi estabelecida em área sem reflorestamento.

2.4 Levantamento florístico do estrato regenerante

Foram considerados como regeneração espontânea os indivíduos que colonizaram espontaneamente o sub-bosque das medidas biológicas (tratamentos) e testemunha que apresentassem altura ≥ 15 cm e CAP ≤ 10 cm, dos hábitos classificados em: gramínea, trepadeiras, herbáceas, arbustivas e arbóreas de acordo com classificação de Gandolfi et al. (1995) e por bibliografia especializada (Paula et al., 2004; Carvalho et al., 2007; Lorenzi, 1998, 2002 e 2009).

O levantamento foi realizado sazonalmente no inverno (julho de 2007) e verão (fevereiro de 2008), por meio do método fitossociológico de "Pontos", que reúne praticidade

operacional e menores perturbações à vegetação. Este método reduz a área de amostragem a um ponto (MANTOVANI & MARTINS, 1990), sendo recomendável para ambientes onde predominam espécies de porte herbáceo, arbustivo e trepadeiras, acima de 0,5 m (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993).

O procedimento operacional consiste em apoiar verticalmente vara graduada de 2 m de altura em alinhamento concordante com o sentido do escoamento superficial das chuvas, registrando-se a cada metro: a) espécie; b) número de vezes que a espécie toca na vara; e c) altura da planta (Figura II. 1).

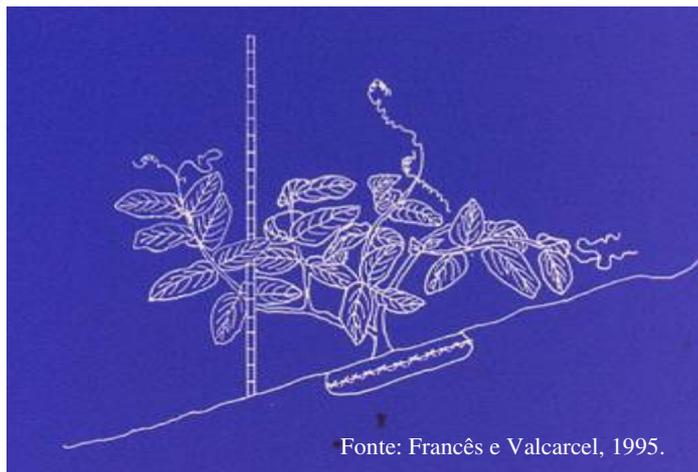


Figura II. 1: Levantamento da regeneração espontânea pelo método de pontos.

As espécies foram coletadas, etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH) da UFRRJ, onde foram herborizadas e identificadas por meio de comparação com exsicatas e/ou apoio de especialistas do Herbário do Departamento de Botânica, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). As espécies foram classificadas de acordo com APG II (2003).

A suficiência amostral foi determinada a partir da curva do coletor (GUEDES - BRUNI et al., 2002), buscando alcançar o número de pontos de amostragem representativo da diversidade dos ecossistemas reabilitados.

2.5 Caracterização fitossociológica

Em cada parcela amostral foram levantados os pontos, espécies tocadas, número de toques e altura dos indivíduos. Com base nesses dados da estrutura horizontal, determinaram-se os seguintes parâmetros fitossociológicos:

- Densidade relativa (DR): Relação entre o número de indivíduos tocados e totais amostrados, uma vez que não se utiliza área neste método (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 01).

Equação II. 01: Densidade relativa

$$DR = 100 \cdot \frac{n}{N} \quad (\text{II. 01})$$

Onde:

n = número de indivíduos da espécie considerada.

N = número total de indivíduos amostrados.

- Vigor absoluto (VA): Expressa o êxito que uma espécie tem na comunidade. Para a metodologia de pontos, usa-se o número de toques da espécie na vara para o cálculo deste parâmetro que equivale à dominância em outros métodos (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 02).

Equação II. 02 : Vigor absoluto

$$VA = 100. \frac{NT}{NTP} \quad (\text{II. 02})$$

Onde:

NT = número de toques da espécie considerada.

NTP = número total de pontos.

- Vigor relativo (VR): Corresponde à proporção do vigor absoluto de cada espécie em relação às demais (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 03).

Equação II. 03: Vigor relativo

$$\text{IGOR RELATIVO } VR = 100. \frac{VA}{\sum VA} \text{ ou } VR = 100. \frac{NT}{NTT} \quad (\text{II. 03})$$

Onde:

VA = vigor absoluto da espécie considerada.

$\sum VA$ = somatório dos vigores absolutos de todas as espécies.

NTT = número total de toques.

- Média de toques (MT): Estimativa da relação entre o número de vezes que a vara toca a espécie com o número de pontos onde a espécie ocorre, determinando o número médio de estratos de folhagem que cobre o solo (PEREIRA, 1990 **apud** SILVA, 1991) (Equação II. 04).

Equação II. 04: Média de toques

$$MT = \frac{NT}{NP} \quad (\text{II. 04})$$

Onde:

NT = número de toques da espécie considerada.

NP = número de pontos com a espécie considerada.

- Frequência ou cobertura absoluta (FA): É a porcentagem do número de pontos onde ocorre a espécie em relação ao número total de pontos (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 05).

Equação II. 05: Frequência ou cobertura absoluta

$$FA = 100. \frac{NP}{NTP} \quad (\text{II. 05})$$

Onde :

NP= número de pontos/sp

NTP= número total de pontos.

- Frequência ou cobertura relativa (FR): É a comparação das frequências absolutas de cada espécie em relação às demais (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 06).

Equação II. 06: Frequência ou cobertura relativa

$$FR = 100 \cdot \frac{FA}{\sum FA} \text{ RELA} \quad (\text{II. 06})$$

Onde:

FA = frequência absoluta da espécie considerada.

$\sum FA$ = somatório das frequências absolutas de todas as espécies

- Frequência ou cobertura da área (CR): É a frequência relativa dos pontos com ocorrência de espécies (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 07).

Equação II. 07: Frequência ou cobertura da área

$$CR = (100 - No) \times \frac{FA}{\sum FA} \quad (\text{II. 07})$$

Onde:

No = porcentagem de pontos sem toques.

- Valor de importância (VI): É calculado pela soma dos valores relativos de frequência, densidade e vigor (CURTIS e MCINTOSH, 1951) (Equação II. 08).

Equação II. 08: Valor de importância

$$VI = FR + DR + VR \quad (\text{II. 08})$$

Onde:

FR = frequência relativa

DR = densidade relativa

VR = vigor relativo da espécie considerada.

- Índice de cobertura (IC): Soma da frequência absoluta com vigor absoluto da espécie, que pode ser correlacionado com a biomassa de uma espécie (MATTEUCCI e COLMA, 1982) (Equação II. 09).

Equação II. 09: Índice de cobertura

$$IC = FA + VA \quad (\text{II. 09})$$

Onde:

FA = frequência absoluta da espécie considerada.

VA = vigor absoluto da espécie considerada.

A diversidade florística foi avaliada pelo cálculo do Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') que é usado na determinação da riqueza de espécies por área (RICKLEFS, 2009) (Equação II. 10). Segundo Magurran (1988), o índice de diversidade de Shannon-Weaver é calculado com base na relação entre o número de indivíduos por espécie e o número total de indivíduos amostrados, expressando um valor que combina a componente riqueza e equabilidade. Ele é utilizado para avaliar diversidade de florestas tropicais, facilitando a comparação entre trabalhos.

Equação II. 10: Índice de diversidade de Shannon-Weaver

$$H' = -\sum \left(\frac{N_i}{N} \right) \log \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (\text{II. 10})$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

ni = Número de indivíduos de cada espécie

N = Número total de indivíduos.

Calculou-se o Índice de similaridade de Jaccard (C), visando uma comparação quantitativa, que se baseia na relação de presença ou ausência entre o número de espécies comuns entre duas parcelas amostrais distintas e o número total de espécies (BROWER e ZAR, 1977 **apud** CORTINES, 2005). (Equação II. 11).

Equação II. 11: Índice de similaridade de Jaccard

$$C = \frac{c}{a+b-c} \quad (\text{II. 11})$$

Onde:

c = Número de espécies comuns entre duas parcelas.

a = Número de espécies de uma parcela.

b = Número de espécies da outra parcela.

Os dados foram plotados em planilhas eletrônicas e em seguida os parâmetros fitossociológicos foram calculados fazendo-se uso do programa Excel, para então se avaliar a regeneração dos tratamentos e da testemunha de 1994 a 2008.

2.6 Categorias Sucessionais (Grupos Ecológicos)

A dinâmica da regeneração foi classificada em categorias sucessionais (grupo ecológico) segundo classificação proposta por Gandolfi et al. (1995) recolhendo detalhes específicos citados na literatura (PAULA et al., 2004; LOPES e PIÑA-RODRIGUES, 1997; CARVALHO et al., 2007; e LORENZI. 1998, 2000, 2002 e 2009). As espécies foram categorizadas em:

- 1) Pioneiras (PI) dependentes de luz, que não ocorrem no sub-bosque, pois se desenvolvem em clareiras ou bordas do reflorestamento;
- 2) Secundárias iniciais (SI) espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes, bordas da floresta ou no sub-bosque não densamente sombreado;
- 3) Secundárias tardias (ST) espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, podendo persistir nestas condições durante sua permanência no ecossistema ou crescer até alcançar o dossel, na condição de emergente; e
- 4) Sem caracterização ou classificação (SC) espécies que em função da carência de informações não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores. A essa categoria foram atribuídas, nesse estudo, as espécies sem características fundamentais identificadas na literatura, de modo que não influíssem nos resultados das classificações anteriores.

2.7 Caracterização do Meio Físico

Foi aberta trincheira no subsolo com 1,0 m de comprimento, 0,80 m de largura e profundidade até alcançar rocha nas áreas: testemunha (T0) e medidas biológicas (tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5). Os sub-solos foram descritos segundo literatura (SANTOS et al., 2005).

A estrutura dos agregados da superfície do sub-solo foi feita em campo, a partir de 10 amostras escolhidas aleatoriamente em cada tratamento. A cor seca e úmida foi feita com auxílio da carta de Munsell. As demais análises: textura, consistência seca e úmida, plasticidade, processos pedogenéticos envolvidos na transição substrato para solo, foram feitas, seguindo-se metodologia, descrição e gabarito propostos por Santos et al. (2005).

2.8 Análises Estatísticas

Foram efetuados preliminarmente os testes de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (ZAR, 1999). Como não houve atendimento das condicionantes básicas para aplicação da Análise de Variância, foram utilizados testes não-paramétricos.

Os dados da riqueza de espécies, riqueza e abundância por hábito e por grupo ecológico das espécies nos tratamentos foram analisados no inverno e verão, por meio do teste de Kruskal-Wallis (ZAR, 1999).

O delineamento estatístico utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), e o processamento dos dados foi realizado utilizando-se o programa estatístico Systat e o pacote computacional estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 14 anos do plantio de espécies florestais, que combinaram distintas misturas entre leguminosas arbóreas exóticas e espécies nativas para reabilitação da área de empréstimo, observa-se entre as espécies plantadas e/ou regenerante com CAP ≥ 10 cm, nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, apresentados no Capítulo I, que houve incremento de espécies arbustivo-arbóreas, visto que em 1994 havia 14 e em 2007 foram encontradas 23, sendo 11 remanescentes do plantio inicial (mesmos indivíduos e/ou descendentes) e 12 novas colonizadoras, distribuídas em 21 gêneros e 12 famílias botânicas entre os 276 indivíduos amostrados. Na área testemunha, sem reflorestamento, não houve registro de espécies florestais, após 28 anos de abandono do subsolo (1980-2007).

No sub-bosque dos tratamentos, foram encontrados 1.438 indivíduos regenerantes no inverno de 2007 (13 anos do plantio). No verão de 2008 (14 anos do plantio) foram encontrados 2.116 indivíduos, totalizando 3.554 indivíduos amostrados, compostos por 38 famílias, 99 gêneros (14 não identificadas) e 144 espécies, sendo destas 15 identificadas em nível de gênero e 14 não identificadas.

Houve incremento na biodiversidade acusado pelo acréscimo de indivíduos, espécies, gêneros e famílias, quando comparados com os resultados encontrados em 2000 (NEVES, 2004), aos seis anos do plantio. Ele encontrou 3.562 indivíduos, distribuídos em 31 famílias, 75 gêneros e 84 espécies identificadas, sendo 10 delas não identificadas.

Considerando como regeneração induzida os indivíduos de diferentes portes que colonizaram e se estabeleceram espontaneamente nos ambientes do sub-bosque das medidas biológicas entre os 6 e 14 anos do seu plantio, conclui-se que houve redução de indivíduos, mas incremento da sustentabilidade da reabilitação, dado os aumentos da diversidade.

3.1 Florística do Estrato Regenerante

As famílias botânicas mais representativas nos levantamentos de inverno (2007) e verão (2008) foram: Asteraceae (21 espécies) 14,28% das espécies amostradas, Poaceae (15) 10,20%, Fabaceae-Mimosoideae (10) 6,80%, Bignoniaceae, Piperaceae e Solanaceae todas com 6 espécies (4,08%) (Tabela II. 1).

Em 2000 as famílias botânicas estiveram representadas na seguinte ordem de importância: Leguminosae (19 espécies) 19,79% das espécies amostradas, sendo que 13 foram oriundas dos plantios, seguida pela Asteraceae (16) 16,6% e Gramineae (12) 12,5%. A família Passifloraceae (3) e Bignoniaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae e Verbenaceae (duas espécies, cada uma) (NEVES, 2004).

As modificações observadas na composição florística do período de 8 anos evidencia modificação da importância das famílias botânicas, onde a Asteraceae ocupa espaços da Fabaceae (Leguminosae), que desempenharam seus serviços ambientais de modo a permitir o comportamento dinâmico da recomposição florística da área degradada, em processo de reabilitação através do reflorestamento. A sustentabilidade ambiental dos ecossistemas em processo de reconstrução depende destas sobreposições de papéis funcionais das espécies. Nappo (2002) encontrou declínio dos indivíduos oriundos do plantio inicial e a presença de um sub-bosque vigoroso e diverso em sub-bosques de duas áreas revegetadas com *Mimosa scabrella* Bentham após 15 anos, informação suficiente para caracterizar o início da retomada da diversidade florística num processo de sucessão secundária.

Tabela II. 1: Relação de espécies amostradas na testemunha T0 e nos tratamentos T1, T2,T3, T4 , T5, em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994, em ordem alfabética de família, gênero e espécie, com seus respectivos nomes populares, hábitos, grupo ecológico: “*” corresponde ao período de inverno (estação seca) e “x” ao período de verão (estação chuvosa); PI = espécie pioneira; SI = espécie secundária inicial; ST= espécie secundária tardia e SC = sem caracterização.

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
ANACARDIACEAE									
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá	Arbórea	SI					x	x
Morfoespécie 05	-	Arbórea	SC						*
Morfoespécie 11	-	Arbórea	SC						x
ANEMIAEAE									
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	-	Herbácea	PI					x	x
<i>Anemia villosa</i> Humb.Obonpl. ex Wild.	-	Herbácea	PI					x	
ANNONACEAE									
<i>Rollinia laurifolia</i> Schltld.	-	Arbórea	SI				x		
APOCYNACEAE									
<i>Ditassa</i> sp.	-	Trepadeira	PI		x		*		
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	-	Arbórea	PI					x	
<i>Oxypetalum</i> sp.		Trepadeira	PI		x				
<i>Oxypetalum cordifolium</i> (Vent.) Schltr	-	Trepadeira	PI			* x			
ARISTOLOCHIAEAE									
<i>Aristolochia ruiziana</i> (Kl.) Duch.	papo-de-peru	Trepadeira	PI				x		

Continua....

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
ASTERACEAE									
<i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass.	cravinho do mato	Herbácea	PI			x			
<i>Baccharis sp.</i>	-	Herbácea	PI		*				
<i>Baccharis punctigera</i> DC.		Herbácea	PI		x				
<i>Baccharis dracunculifolia</i> (Less) DC.	alecrim-do-campo	Arbustiva	PI	* x	* x				
<i>Baccharis serrutata</i> (Lam.) Person	-	Herbácea	PI		*				
<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	assa-peixe-branco	Trepadeira	PI		* x	x			x
<i>Clibadium rotundifolium</i> DC.	-	Arbustiva	PI		*				
<i>Elephantopus sp.</i>	-	Herbácea	PI		*				
<i>Elephantopus angustifolius</i> Sw.	-	Herbácea	PI			x			
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	língua -de-vaca	Herbácea	PI				x		
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	mata-pasto	Arbustiva	PI		x				
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	marcela-da-folha-fina	Arbustiva	PI	x					
<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	Guaco	Trepadeira	PI		x	* x	x		x
<i>Mikania Laevis</i> DC.	-	Trepadeira	PI						* x
<i>Mikania congesta</i>	-	Trepadeira	PI		x				
<i>Piptocarpha quadrangularis</i> (Vell.) Baker	-	Trepadeira	PI		* x	x	* x		
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	fumo-do-campo	Arbustiva	PI		* x	* x	* x	x	* x
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	assa-peixe	Arbustiva	PI		* x				
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	erva-prea	Trepadeira	PI		* x	* x	* x	x	
<i>Vernonia squamosa</i> Gardn.	-	Herbácea	PI			x		x	x
BIGNONIACEAE									
<i>Anrabiodeaea leucopogon</i>	-	Trepadeira	PI			*			
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	ipê-verde	Arbórea	PI			* x		* x	x
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A. Gentry	unha-de-gato	Trepadeira	PI				*		
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	ipê-amarelo	Arbórea	SI		*	*		*	x
Morfoespecie 08	-	Trepadeira	SC				x		
Morfoespecie 09	-	Trepadeira	SC					x	
BLECHUACEAE									
<i>Blechnum occidentale</i> L.	-	Herbácea	PI					x	
BORAGINACEAE									
<i>Cordia hypoleuca</i> A. DC.	-	Arbustiva	SI		x	* x	x		x
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	muleque-duro	Arbustiva	PI			*			
<i>Cordia trichoclada</i> DC.	louro-tabaco	Arbórea	PI	x					

Continua...

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
CANNABACEAE									
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	crindiúva; grandiuva	Arbórea	PI			* x			
CYPERACEAE									
<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	capim-navalha	Herbácea	PI	* x	x				
ERYTHROXILACEAE									
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St. -Hil.	arco-de-pipa	Arbórea	SI			x			* x
EUPHORBIACEAE									
<i>Croton floribundus</i> Spoeng.	capixingui	Arbórea	PI					x	
<i>Dalechampia sp.</i>	-	Trepadeira	PI		* x			x	
<i>Dalechampia scandens</i> L.	cipó-fogo	Trepadeira	PI				* x		x
Morfoespecie 07	-	Trepadeira	SC			x			
FABACEAE- CAESALPINIOIDEAE									
<i>Caesalpinia sp.</i>	-	Arbórea	SC			x		*	
FABACEAE- FABOIDEAE									
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	bico-de-pato	Arbórea	PI			x		*	
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Jacarandá-de- espinhos	Arbórea	PI				*		
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	bico-de- andorinha	Arbórea	SI						x
Morfoespecie 10	-	Trepadeira	SC						x
FABACEAE- MIMOSOIDEAE									
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	manjoleiro, maricá	Arbórea	PI	x	x	x *		x	
<i>Albizia lebbek</i> (L) Benth	albízia	Arbórea	PI		x		x		
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip Record	manjolo	Arbórea	PI	x				x	
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd	ingá	Arbórea	SI						* x
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	leucena	Arbórea	PI		* x	* x	* x	x	
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	sabiá	Arbórea	PI			* x	* x	* x	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	pau-jacaré	Arbórea	PI			* x		x	* x
Morfoespecie 04	-	Arbórea	SC			*			*
Morfoespecie 06	-	Arbórea	SC		x				x
Morfoespecie 12	-	Arbórea	SC						x

Continua...

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
FABACEAE-									
PAPILIONOIDEAE									
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	feijão-de-porco	Herbácea	PI		x	* x	* x	* x	
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	feijão guandu; feijão-andu	Arbustiva	PI		x				
<i>Myrocarpus frondosus</i> Alle mão	cabreúva	Arbórea	ST				*		
<i>Vigna lasiocarpa</i> (Mart.ex Benth.) Verdc.	-	Trepadeira	PI		x				
GLEICHNIACEAE									
<i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching	samambaia-de-barranco	Herbácea	PI	* x					
LAMIACEAE									
<i>Hyptis lophanta</i> Mart. ex Benth.	hortelã	Herbácea	PI					*	
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.	-	Trepadeira	PI			* x			
LAURACEAE									
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng) Macber.	-	Arbustiva	ST		x	* x			
<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb.	canela-branca	Arbórea	ST				* x	x	* x
LYGUDIACEAE									
<i>Lygodium volubile</i> Sw.	abre-caminho	Trepadeira	PI					x	
MALPIGHIACEAE									
<i>Banisteriopsis sp.</i>	-	Trepadeira	PI						x
<i>Stigmaphyllon af. Ciliatum</i> A. Juss.	-	Trepadeira	PI			*			
Morfoespecie 13	-	Trepadeira	SC						x
MALVACEAE									
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	Arbórea	SI	x		* x	* x	x	
<i>Waltheria americana</i> L.	malva-veludo	Herbácea	PI		*				
<i>Waltheria indica</i> L.	Guaxuma	Herbácea	PI		* x				
<i>Waltheria sp.</i>	-	Herbácea	PI		x				
<i>Wissadula sp.</i>	-	Arbustiva	PI				x		
MARANTACEAE									
<i>Ctenanthe cf. pilosa</i>	-	Herbácea	PI					* x	* x
MELASTOMATAACEAE									
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	-	Arbustiva	PI	x	*	*	x	x	* x
<i>Clidemia sylvestris</i> Sw.	-	Arbórea	PI				*		
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	quaresmeira	Arbórea	PI					* x	
Morfoespécie 01	-	Arbustiva	SC		*				
Morfoespécie 03	-	Trepadeira	SC						*

Continua...

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
MELIACEAE									
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	carrapeta	Arbórea	SI		* x	* x	* x	* x	* x
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	catiguá-morcego	Arbórea	ST		x				
<i>Trichilia lepidofa</i> Mart.	catiguá	Arbórea	ST						* x
Morfoespécie 02	-	Arbórea	SC						*
Morfoespécie 14	-	Arbórea	SC						x
MONIMIACEAE									
<i>Mollinedia sp.</i>	-	Arbustiva	SC			x			
MYRTACEAE									
<i>Campomanesia sp.</i>	-	Trepadeira	PI						*
<i>Eugenia sp.</i>		Arbórea	SC		x				
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-		ST						x
PASSIFLORACEAE									
<i>Passiflora biflora</i>	-	Trepadeira	PI		* x				
PIPERACEAE									
<i>Piper sp.</i>		Arbustiva	PI				x		
<i>Piper aduncum</i> L.	pimenta-de-macaco	Arbustiva	PI		* x	* x	* x	*	* x
<i>Piper anisum</i> (Spreng.) Angely	-	Arbustiva	PI						x
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Pimenta-de-macaco	Arbustiva	PI					x	x
<i>Piper mollicomum</i> Kunth	pariparoba, jaguarandi	Arbustiva	PI					x	x
<i>Piper solmsianum</i> C. DC.	jaborandi	Arbustiva	PI			*			*
POACEAE									
<i>Andropogon bigornis</i> L.	capim-rabo-de-burro	Gramínea	PI					*	
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel	capim-barba-de-bode	Gramínea	PI	x				*	
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	bambu	Gramínea	PI					*	
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch	capim-papuã	Gramínea	PI		*		x	*	
<i>Cynodon plectostacyus</i> (K. Schum) Pilg.	grama estrela	Gramínea	PI						*
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	capim-sapé	Gramínea	PI		* x				
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv	capim-gordura	Gramínea	PI	* x					
<i>Olyra micrantha</i> H.B.K.	taquara	Gramínea	PI		* x	* x	x	x	* x
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim-colonião	Gramínea	PI		* x	* x	* x	* x	* x

Continua...

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Panicum pilosum</i> Sw.	-	Gramínea	PI					x	
<i>Paspalum sp.</i>	-	Gramínea	PI	x	*				
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	grama-batatais	Gramínea	PI					x	
<i>Pharus lappulaceus</i> Aubl.	-	Gramínea	PI						x
POLIGALACEAE									
<i>Poygala sp.</i>	-	Arbustiva	SC				*		x
RUBIACEAE									
<i>Psychotria sp.</i>	-	Arbustiva	SI			x			* x
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltl.	café-do-mato; grandíuva-de-anta	Arbustiva	SI						x
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	vassourinha-de-botão	Herbácea	PI		x			x	
SALICACEAE									
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	Arbórea	SI			* x			*
<i>Casearia Sylvestris</i> Sw.	espeteiro; pau de lagarto	Arbórea	PI					x	* x
SAPINDACEAE									
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	camboatá	Arbórea	SI		x	x	x		* x
<i>Paullinia turbacensis</i> Kunth	-	Trepadeira	PI			x			
<i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd.	-	Trepadeira	PI		* x	*	* x		* x
<i>Serjania cuspidata</i> Cambess.	-	Trepadeira	PI		x	* x			
<i>Serjania communis</i> Cambess.	-	Trepadeira	PI		x	x			
SIPARUNACEAE									
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	erva-santa	Arbórea	SI						*
SMILACACEAE									
<i>Smilax fluminensis</i> Stend.	salsaparrilha	Trepadeira	PI						*
<i>Smilax quinquenervia</i> Vell.	japecanga	Trepadeira	PI					* x	* x
SOLANACEAE									
<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha	Herbácea	PI						*
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	Solanum-prata	Arbórea	PI			x	* x		* x
<i>Solanum asperum</i> L. C. Rich.	coça-coça	Arbustiva	PI		x				
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	fumo-bravo	Arbustivo	PI		x				
<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba	Arbustiva	PI		* x				
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	coerana	Arbórea	PI				x	x	
TRIGONIACEAE									
<i>Trigonia villosa</i> Aubl.	-	Trepadeira	PI	* x					
URTICACEAE									
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	embaúba	Arbórea	PI		* x				

Continua...

Continuação...

Família/Nome Científico	Nome Popular	Hábito	G. E.	T0	T1	T2	T3	T4	T5
VERBENACEAE									
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.		Arbórea	PI					*	
<i>Lantana sp.</i>	-	Herbácea	PI		x				
<i>Lantana camara</i> L.	cambará; camará-de- espinho	Arbustiva	PI		* x	* x			
<i>Lantana canescens</i> Kunth	cambarazinho; camara	Arbustiva	PI					x	
VITACEAE									
<i>Cissus sp.</i>	-	Trepadeira	PI						x
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson	-	Trepadeira	PI			x			

Foram encontradas 336 espécies em todo o estudo, sendo 133 no período de inverno e 203 no verão, 275 gêneros identificados (111 no inverno e 164 no verão) e 183 famílias (76 no inverno e 107 no verão) (Tabela II. 2).

No inverno (período seco do ano) foram encontrados menos indivíduos, espécies, gêneros e famílias nos tratamentos, pois este período se notabiliza pela menor oferta de umidade e dos seus fatores ecológicos correlatos, restringindo a sobrevivência de indivíduos exigentes. Larcher (2004) atribui à baixa umidade e ao déficit hídrico períodos de estresse fisiológicos das plantas, podendo levá-las ao ponto de murcha permanente.

No período do verão (período chuvoso) há elevação da temperatura e umidade, assim como a capacidade de retenção de água, fator limitante para o estabelecimento vegetal em medidas biológicas (VALCARCEL e D'ALTERIO, 1988). Com precipitação regular, aumenta umidade relativa do ar e do solo, favorecendo a germinação e estabelecimento das plântulas (MATTOS et al., 1998).

A testemunha (T0) apresentou todos os valores abaixo dos encontrados nos tratamentos para número de família, gêneros identificados, espécies no inverno e no verão, além de apresentar o menor valor para os indivíduos encontrados no inverno (Tabela II. 2).

Os tratamentos T2 e T5 apresentaram no inverno maior número de famílias (17), evidenciando oferta diferenciada de fatores ecológicos. No verão o T5 apresentou maior número de famílias (23), evidenciando que tem melhor condição de respostas nos processos de regeneração. Os tratamentos que apresentaram o menor número de famílias no inverno e verão foram T4 (9) e T3(15) (Tabela II. 2).

A alternância entre espécies no inverno e verão é menor que há 8 anos, e pode estar refletindo os resultados encontrados para as análises das espécies plantadas nos tratamentos (Capítulo I). A testemunha T0 não apresentou espécies arbustivo-arbóreas; o tratamento T2 apresentou maior número de espécies (11) e de gêneros (12), e o tratamento T5 maior número de indivíduos (109) e maior densidade (3.633 ind./ha). Estes resultados podem estar refletindo as possíveis diferenças entre as combinações das distintas espécies do reflorestamento inicial, em relação à administração da entrada da água provinda das chuvas, pelo arranjo do efeito das suas copas, ocasionando oferta diferenciada de funções ambientais: organismos polinizadores, dispersores e predadores naturais, como descritos na literatura (KAGEYAMA e GANDARA, 2000; MORAES, 2006). O sinergismo entre funções das espécies, que atuam como “engenheiras dos ecossistemas” (JONES et al., (1997), propicia a exploração e disponibilização diferenciada dos recursos para o meio.

Tabela II. 2: Número e percentual de famílias, gêneros, espécies e indivíduos amostrados estrato regenerante, a partir das espécies plantadas em área de Empréstimo da Ilha da Madeira-RJ/Brasil, reflorestada em 1994 e observados em 2007 e 2008.

T	NF INV	%	NF VER	%	NGI INV	NGN I INV	NGI VER	NGNI VER	NSp INV	%	NSp VER	%	NIA INV	%	NIA VER	%
T1	14	18,4	18	16,8	22	1	31	0	29	21,8	44	21,7	430	29,9	540	25,5
T2	17	22,4	21	19,6	25	0	34	1	30	22,6	38	18,7	440	30,6	482	22,8
T3	14	18,4	15	14,0	20	0	24	1	21	15,8	28	13,8	237	16,5	354	16,7
T4	9	11,8	21	19,6	18	0	32	2	19	14,3	39	19,2	86	6,0	144	6,81
T5	17	22,4	23	21,5	21	4	30	5	29	21,8	41	20,2	193	13,4	330	15,6
T0	5	6,6	9	8,4	5	0	13	0	5	3,8	13	6,4	52	3,6	266	12,6
Total geral	76		107		111	5	164	9	133		203		1438		2116	

Nota: (NF- INV) = Número Famílias amostradas no inverno; (%) = Percentual das Famílias amostradas no inverno; (NF-VER) = Número Famílias amostradas no verão; (%) = Percentual das Famílias amostradas no verão; (NGI- INV) = Número de Gêneros Identificados no inverno; (NGNI- INV) = Número de Gêneros não Identificados no inverno; (NGI-VER) = Número de Gêneros Identificados no verão; (NGNI-VER) = Número de Gêneros não Identificados no verão; (NSp- INV) = Número de Espécies no inverno; (%) = Percentual de Espécies amostradas no inverno; (NSp-VER) = Número de Espécies no verão; (%) = Percentual de Espécies amostradas no verão; (NIA-INV) = Número de indivíduos amostrados no inverno; (%) = Percentual de indivíduos amostrados no inverno; (NIA-VER) = Número de indivíduos amostrados no verão e (%) = Percentual de indivíduos amostrados no inverno;

3.2 Riqueza Acumulada do Estrato Regenerante

O teste de Kruskal-Wallis evidenciou diferenças significativas entre dados do acúmulo de riqueza de espécies nos tratamentos nos períodos de inverno e verão.

Nos 300 pontos levantados na área testemunha encontraram-se no inverno 5 espécies e no verão (13), havendo ingresso de 44,4% de novas espécies. Este fato evidencia o caráter anual da colonização vegetal espontânea, onde espécies de ciclo curto não conferem sustentabilidade à reabilitação (Figura II. 2).

O tratamento T4 (19 espécies) no inverno apresentou os menores valores quanto ao acúmulo de riqueza de espécies, enquanto que o tratamento T2 (30 espécies) apresentou os melhores resultados, seguido do T5 e T1, ambos com 29 espécies. No verão o T3 (28 espécies) apresentou os menores valores quanto ao acúmulo de riqueza de espécies, já o T1 (44 espécies), seguido do T5 (41), T4 (39) e T2 (38) apresentaram os maiores valores. O ingresso de novas espécies, do inverno para o verão, nos tratamentos com os maiores valores variou de 20,5% (T1), 17,8% (T2) e 17,1% (T5). Esses resultados, comparados aos encontrados na área testemunha (44,4%), sugerem que o reflorestamento com espécies florestais propiciou condições ambientais à regeneração, atuando nos seguintes serviços ambientais: a) sombreamento; b) retenção de umidade; c) diminuição do impacto da gota de chuva; d) proteção do solo pela serrapilheira, o que amenizou os efeitos dos períodos de maior e menor oferta de umidade, impedindo que houvesse a saída abrupta de espécies de um período para o outro.

Tais fatores, de acordo com Grimm e Wissel (1997), podem favorecer a formação de comunidades estáveis, capazes de suportar variações sazonais a depender do papel de cada espécie individualmente e de seu caráter de grupo, criando condições para o ecossistema consiga assimilar mudanças impostas pelo homem e ambiente.

As curvas de crescimento diferentes entre si nos tratamentos e na variação sazonal (Figura II.2) evidenciam comportamento diferenciado dos ecossistemas na entrada de novas espécies por tratamento, tanto com efeito acumulado como sazonal. Os tratamentos apresentam indícios de sustentabilidade ambiental, embora em graus distintos, sinalizando a

importância dos reflorestamentos para reabilitação das áreas degradadas. O comportamento da curva de crescimento constante, segundo Schilling e Batista (2008), é o encontrado em biomas florestais tropicais, nos quais a diversidade de espécies é muito grande, não ocorrendo um patamar de estabilização, independente do tamanho da área ou da amostra para estes ecossistemas.

Os tratamentos T2 e T5 apresentam curvas de crescimento aproximadas entre os períodos de inverno e verão que, segundo Roppa (2009), podem indicar áreas com vegetação estável diante das variações impostas pelo ambiente (verão chuvoso e inverno seco), significando adaptação das espécies ao ambiente e demonstrando sua capacidade de se manterem estruturalmente no sistema, suportando mecanismos causadores de estresse.

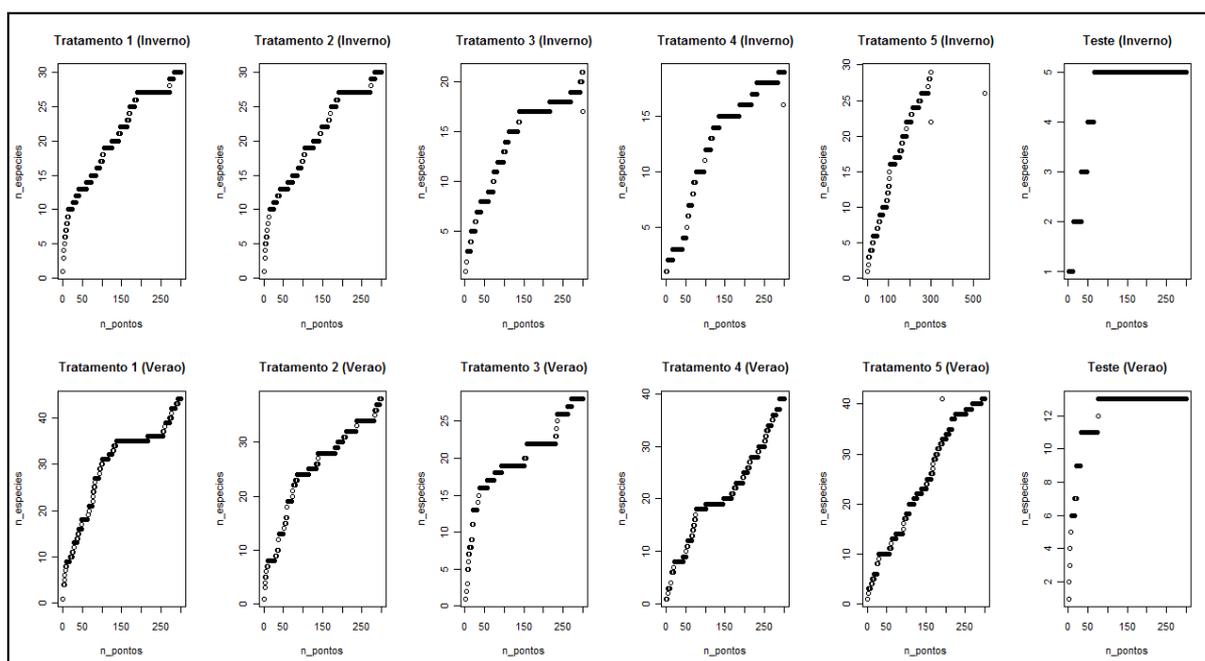


Figura II. 2: Riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) nos períodos de inverno(2007) e verão(2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

O comportamento das medianas da riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos e testemunha no inverno e verão (Figura II. 3; Figura II. 4) evidencia as diferenças entre os tratamentos e a testemunha, exceto entre os tratamentos T2 e T1, que no inverno apresentaram 30 e 29 espécies acumuladas, respectivamente. Isso pode ser justificado em função dos resultados obtidos nas análises das espécies implantadas (Capítulo I), onde o tratamento T2 apresentou-se com maior diversidade de espécies ($H' = 2,01$), maior número de espécies (11) e de gêneros (12). Fatos que lhe conferiram provavelmente maior aquisição de resiliência, ou seja, capacidade de um ecossistema de se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos e habilidades de se recuperar os seus atributos estruturais e funcionais que sofreram danos ou estresse (TIVY, 1993; SER, 2004), uma vez que a resiliência se manifesta de diferentes formas, a partir das mesmas oscilações climáticas, evidenciando que estruturalmente os ecossistemas operam com diferentes serviços ambientais.

Quanto ao tratamento T1, esse resultado, também, pode ser justificado com base nos resultados encontrados para as análises das espécies florestais implantadas (Capítulo I), onde tal tratamento (com plantio homogêneo de *A. auriculiformis*) apresentou os menores valores e

índices, entre os tratamentos, para número de indivíduos amostrados (8), espécies, gêneros e família, todos com (2), menor densidade 267 (ind/ha), DAP (5,15), área basal (0,002), cobertura de copa (7,11), índice de Jaccard (0,55) e de H' de 0,38. Esses menores valores provavelmente foram em função da relação de competição intraespecífica da espécie homogênea (*A. auriculiformes*), que pode ter contribuído para a sua erradicação do ecossistema aos 13 anos. A abertura de espaços vazios, oriundo da morte da espécie, modificou as condições microclimáticas do ambiente, que tinha adquirido um substrato melhorado pela presença da leguminosa, influenciando na riqueza acumulada das espécies regenerantes (29). Resultados semelhantes a estes foram observados em clareiras abertas em matas (FENNER, 1985).

Os regimes de luz, temperatura e umidade nas clareiras são diversos daqueles de uma vegetação com dossel, facilitando o desenvolvimento de pioneiras ou invasoras que apresentam habilidades diferenciadas à germinação de sementes, competindo com regeneração de nativa e contribuindo com a riqueza das espécies (FENNER, 1985; TABARELLI e MANTOVANI, 1999).

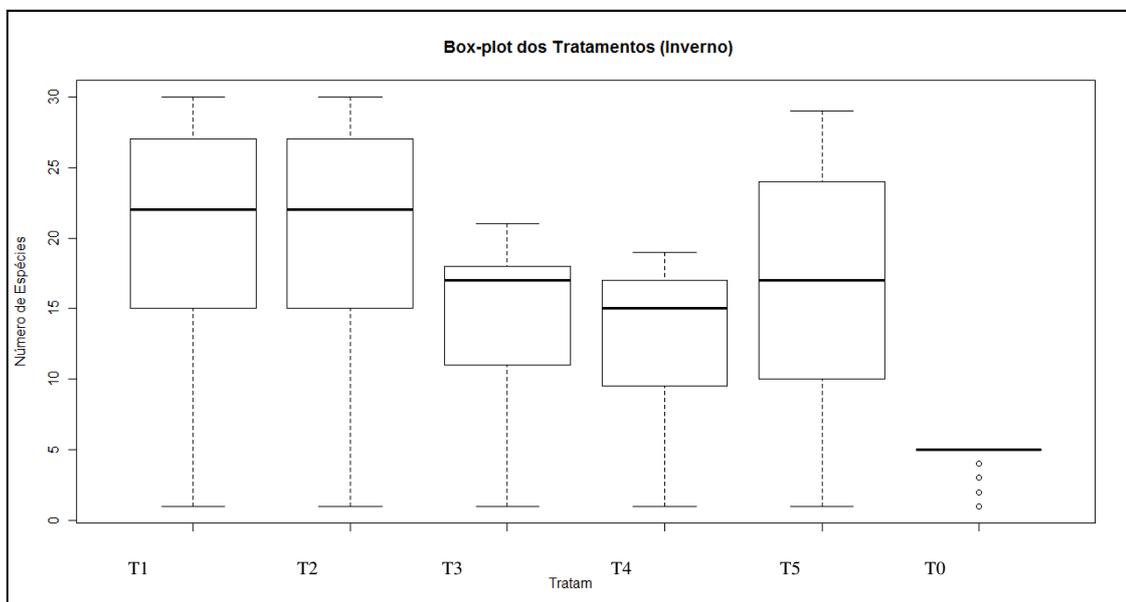


Figura II. 3: Valores da riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

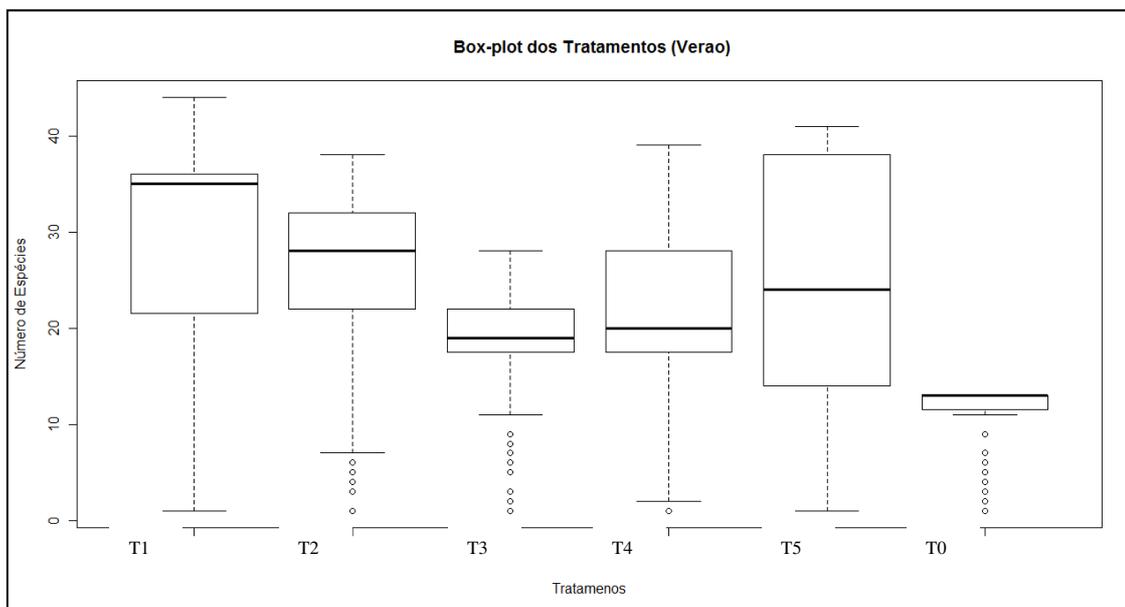


Figura II. 4: Valores da riqueza acumulada de espécies da regeneração espontânea nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

3.3 Distribuição por Hábito

A distribuição das espécies segundo os seus hábitos evidenciou que, segundo a abundância média de plantas no T1, não houve diferença estatística significativa entre o inverno (seco) e verão (chuvoso) para as plantas com hábitos: arbórea do T1 ($U = 4.000$; $p=0,248$), arbustiva ($U = 2.000$; $p=0,083$), herbácea ($U = 4.000$; $p=0,245$), trepadeira ($U = 2.500$; $p=0,108$) e gramínea ($U = 11.000$; $p=0,386$).

Nos tratamentos T2 e T5, as médias também não diferiram entre inverno e verão para plantas dos hábitos: arbórea (T2: $U = 7.000$; $p=0,770$) (T5: $U = 2.000$; $p=0,080$), arbustiva (T2: $U = 7.000$; $p=0,773$) (T5: $U = 4.000$; $p=0,248$), herbácea (T2: $U = 4.500$; $p=0,294$) (T5: $U = 6.000$; $p=0,544$), trepadeira (T2: $U = 10.500$; $p=0,468$) (T5: $U = 4.000$; $p=0,248$) e gramínea (T2: $U = 3.000$; $p=0,149$) (T5: $U = 4.500$; $p=0,309$).

No tratamento T3 também não se apresentou na comparação diferença estatística significativas entre inverno e verão para hábito: arbórea ($U = 4.500$; $p=0,306$), arbustiva ($U = 4.000$; $p=0,237$), herbácea ($U = 7.500$; $p=0,877$), trepadeira ($U = 5.000$; $p=0,381$). Para o hábito gramínea, esse tratamento apresentou diferença estatística significativa ($U = 0.000$; $p=0,021$).

O tratamento T4 na comparação da abundância média de plantas, dentro do tratamento, não diferiu entre inverno e verão para o hábito arbórea ($U = 4.000$; $p=0,245$), herbácea ($U = 7.000$; $p=0,770$) e gramínea ($U = 3.500$; $p=0,191$). Para os hábitos trepadeira ($U = 0.500$; $p=0,025$) e arbustivo houve diferenças estatisticamente significativas ($U = 1.500$; $p=0,058$).

A testemunha apresentou diferenças estatísticas significativas, na comparação da abundância média de plantas entre inverno e verão, para os hábitos: arbórea ($U = 0.000$; $p=0,011$), arbustiva ($U = 0.000$; $p=0,011$), herbácea ($U = 0.000$; $p=0,011$), e para gramínea ($U = 0.000$; $p=0,011$). O hábito trepadeira não apresentou diferença ($U = 10.000$; $p=0,317$).

Os resultados evidenciam pequenas oscilações entre abundância por hábito entre inverno (menor oferta de umidade) e verão (maior oferta de umidade) nos ecossistemas em

fase de reabilitação, evidenciando que os tratamentos evoluem sustentavelmente nos processos de reabilitação, embora com intensidades e níveis variados.

Já na área testemunha, houve uma grande oscilação do inverno para o verão, para espécies dos hábitos arbórea, arbustiva e gramínea, provavelmente em função da ausência de espécies florestais nessa área, ocasionando ausência de copas e de sombreamento, deixando a área exposta à ação dos raios solares. Segundo Cortins (2005), como consequência há mudança na dinâmica de entrada de luz nos estratos inferiores e no solo, propiciando ou inibindo a ocorrência e germinação de espécies. Torna-se difícil nessas condições a manutenção sazonal da umidade e dos fatores ambientais.

A abundância de gramíneas em T1 no inverno (270) e verão (249) (Figuras II. 5 e 6) indica que o ecossistema não está com relação entre hábitos equilibrada, pois as gramíneas podem sufocar espécies regenerantes, retardando o estabelecimento de outras espécies e tornando o ecossistema menos diverso (BEGON, 2007). Esta informação também traduz as novas condições ambientais do ecossistema, após saída da única espécie florestal plantada em 1994.

O menor valor encontrado foi para o tratamento T5 no inverno e verão com 22 e 33 indivíduos, respectivamente, e a testemunha (T0) com 16 indivíduos (inverno) e 116 (verão).

Quanto à riqueza de gramínea no inverno e no verão, o teste de Kruskal-Wallis (1350, 903 e P-valor < 0,001; 873,2753 e P-valor < 0,001), respectivamente, apresentou diferença significativa entre os tratamentos pesquisados e área testemunha, conforme Figuras II. 7 e 8. Observa-se que tanto no inverno quanto no verão a riqueza de espécies de gramíneas foi baixa, entretanto a abundância destas espécies foi alta, especialmente no tratamento T1.

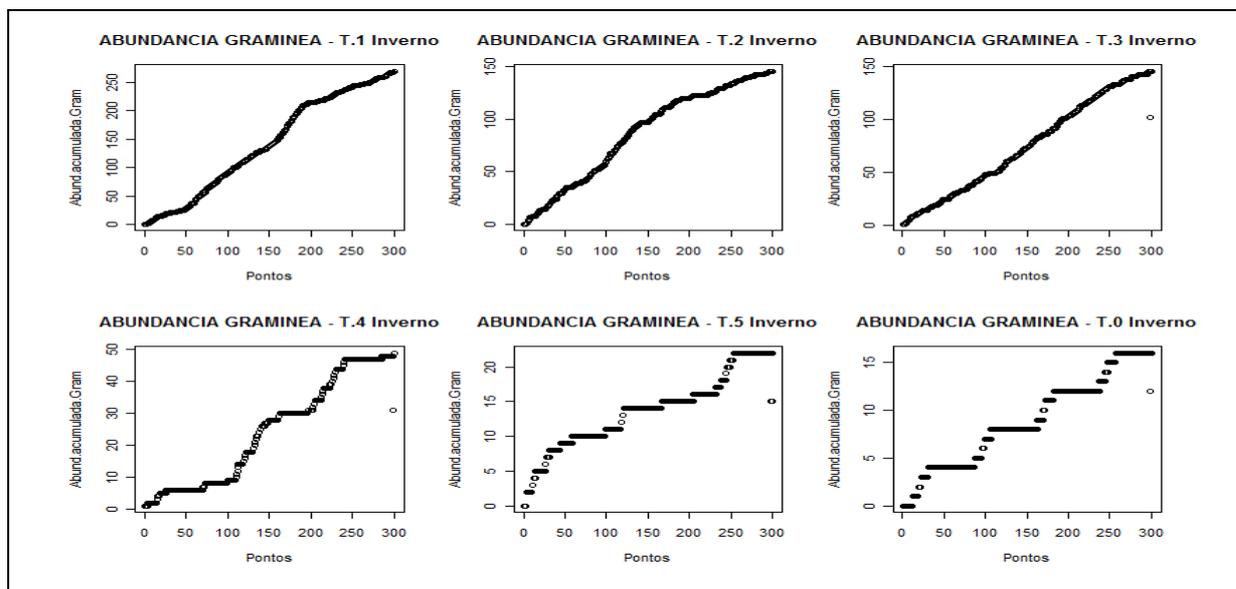


Figura II. 5: Abundância de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

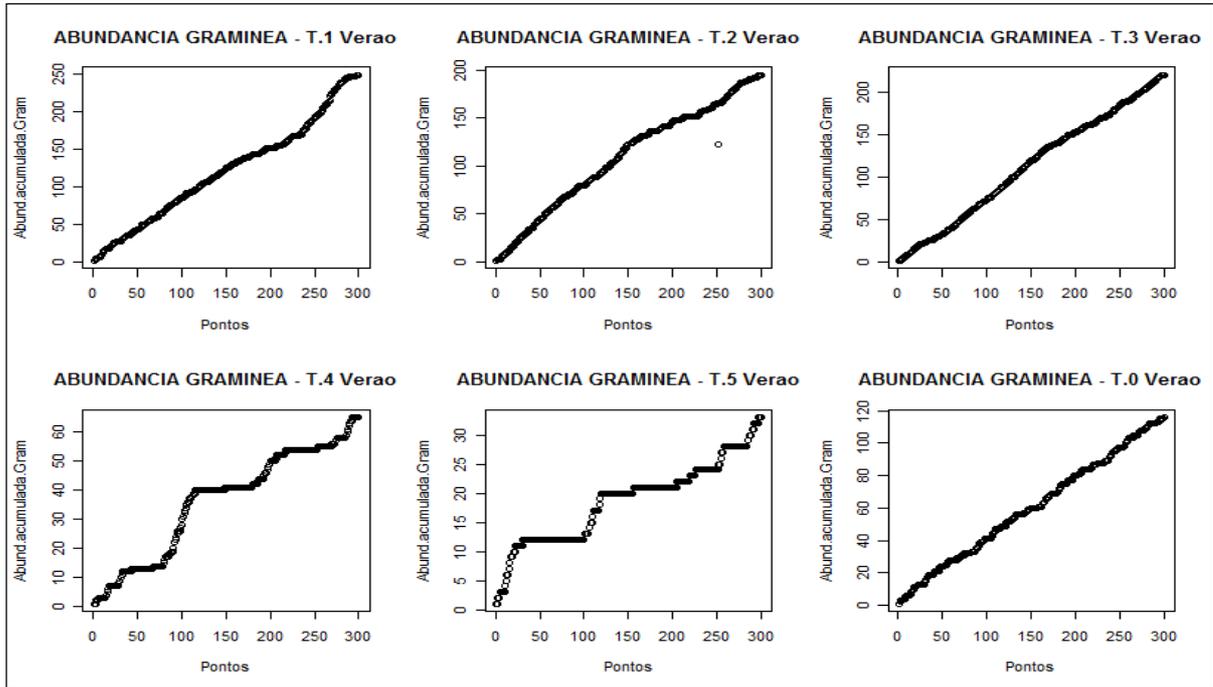


Figura II. 6: Abundância de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

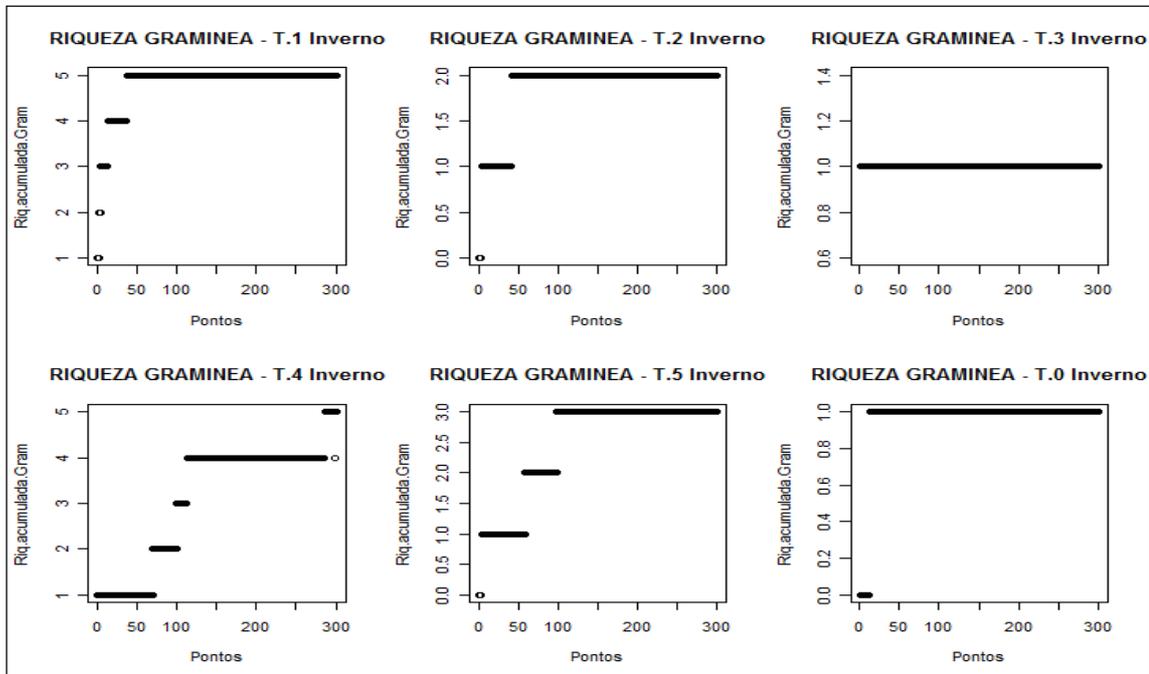


Figura II. 7: Riqueza de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

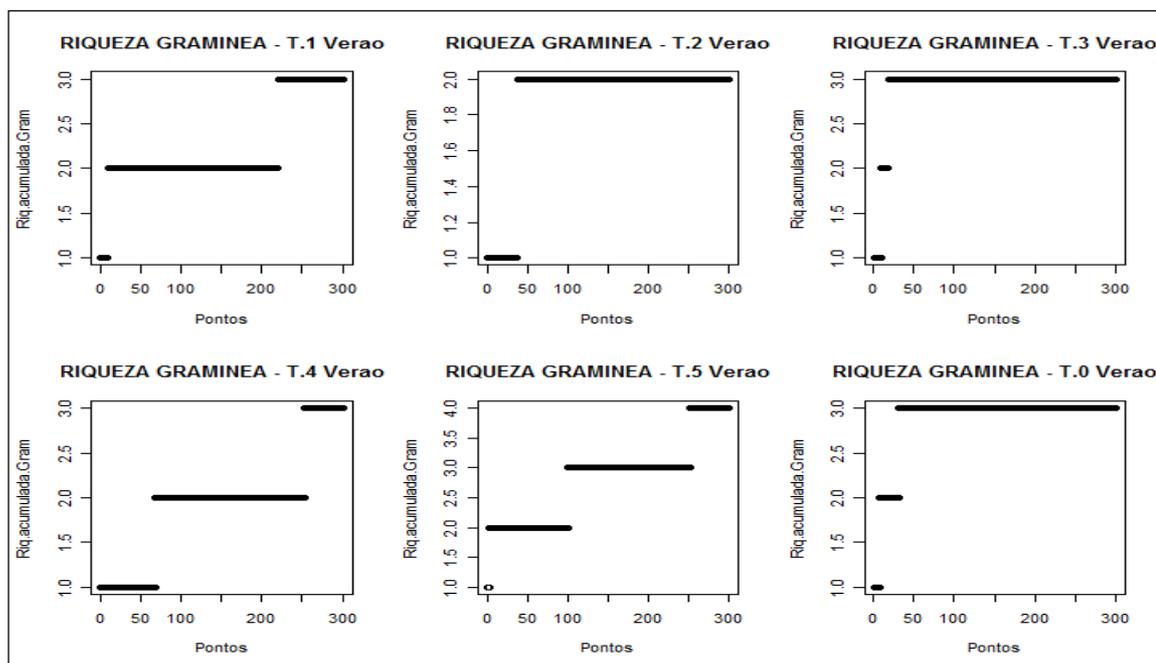


Figura II. 8: Riqueza de gramíneas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Nas espécies de hábito trepadeiras, quanto à abundância de indivíduos, o tratamento T2 foi o que apresentou maior valor para o inverno e verão, 121 e 101 respectivamente. O menor foi para o tratamento T4 em ambos os períodos com apenas 1 indivíduo (inverno) e 14 (verão). A testemunha (T0) apresentou-se com 4 indivíduos (inverno) e 3 (verão) (Figura II. 9 e 10). A presença de lianas (trepadeiras) em excesso no ecossistema pode prejudicar o crescimento das árvores devido à competição e sombreamento excessivo, mas, segundo Pinho et al., (2004), elas cumprem importante função ecológica no ecossistema.

O teste de Kruskal-Wallis para o inverno e verão para riqueza de trepadeiras (1284,200 e P-valor < 0,001; 903,5351e P-valor < 0,001) respectivamente, apresentou diferença significativa entre os tratamentos pesquisados e área testemunha. Nas Figuras II. 11 e 12 observa-se que a riqueza de trepadeiras no período do inverno foi inferior aos resultados para tal hábito em comparação com o período do verão, exceto para a área testemunha, que se manteve.

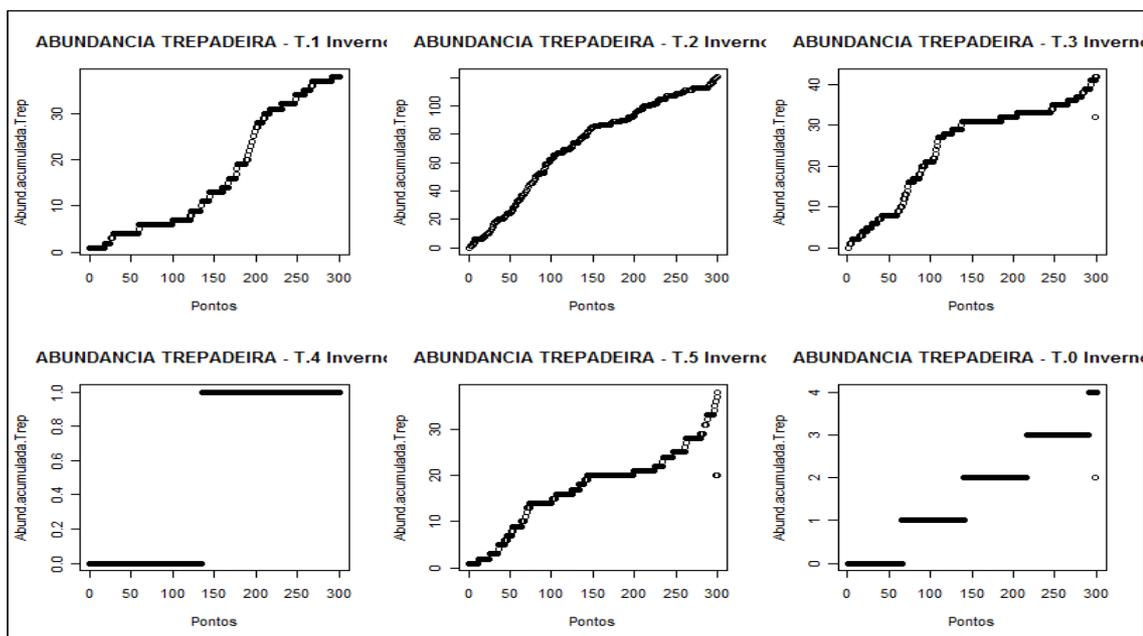


Figura II. 9: Abundância de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

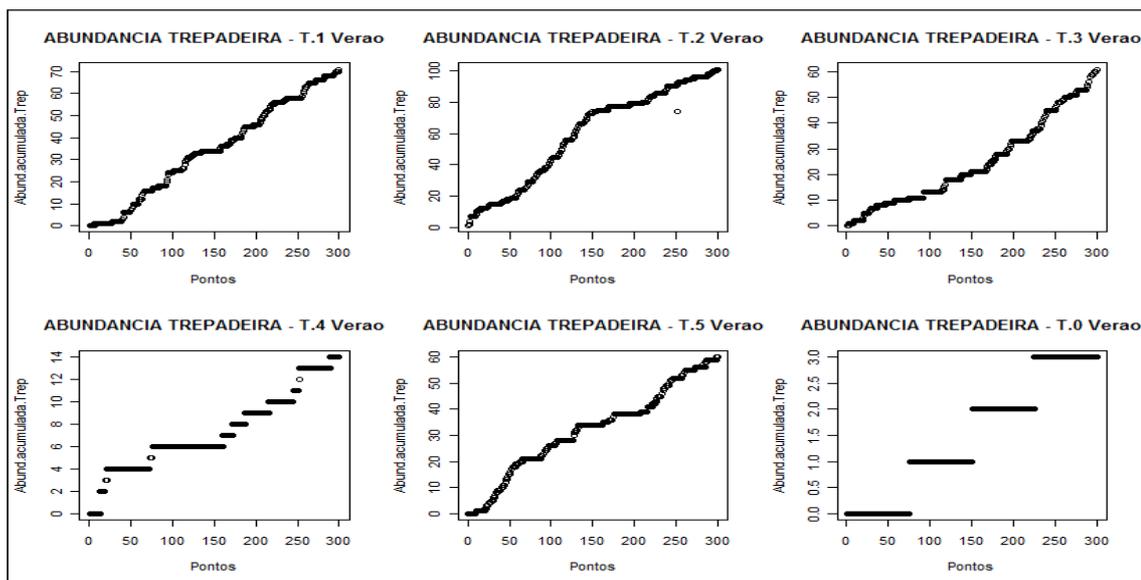


Figura II. 10: Abundância de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

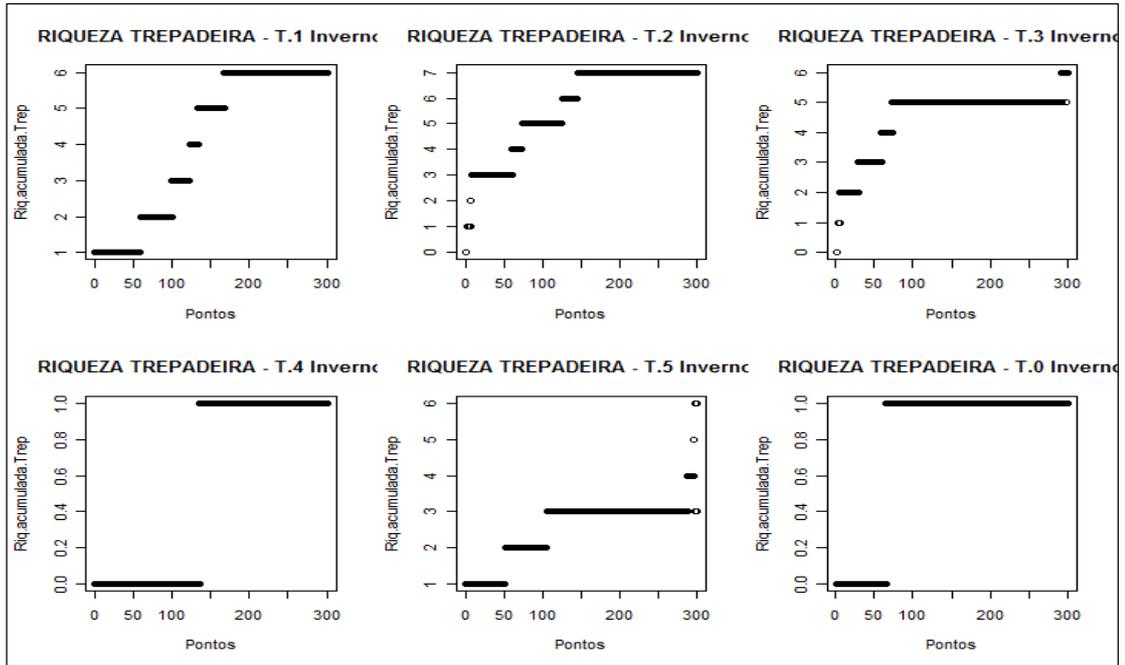


Figura II. 11: Riqueza de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

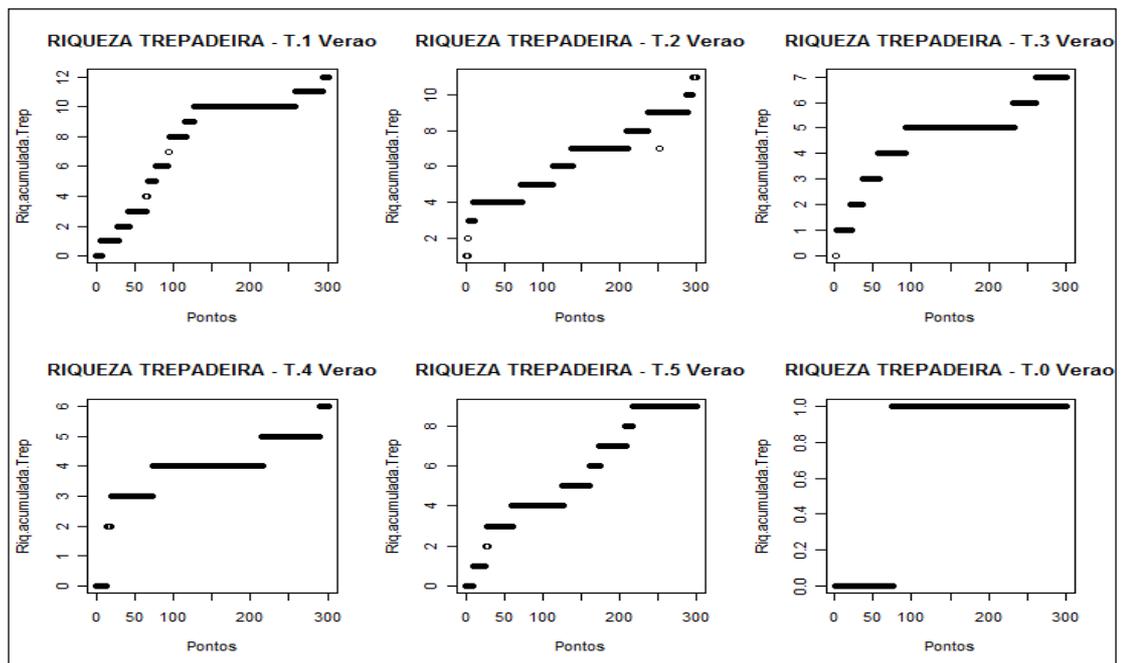


Figura II. 12: Riqueza de espécies trepadeiras, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

A abundância de espécies herbáceas no tratamento T1 no inverno (44) e no verão (57) (Figura II. 13 e 14) apresentou valores altos e curvas de crescimento constante, mantendo tendência dos comportamentos da testemunha, diferenciando-se dos demais tratamentos. A testemunha apresentou no inverno 8 indivíduos e no verão 77.

Esses resultados podem estar refletindo as características dos tratamentos após o plantio inicial e da testemunha para esse período do ano (inverno), pois, tanto o T1 quanto a área testemunha, depois de transcorridos 13 anos do plantio, apresentaram-se com poucas espécies florestais (T1 homogêneo) ou nenhuma (T0 sem plantio).

Os menores valores de herbáceas foram encontrados nos T5 e T2 com 4 e 5 indivíduos, respectivamente, no inverno, salientando que no T5 o primeiro indivíduo de herbácea só apareceu depois de 213 pontos levantados.

No verão o menor valor foi para o T3, seguido do T2 e T5 com 5, 8 e 9, respectivamente. Tais resultados, possivelmente, refletem as características dos tratamentos após o plantio inicial, onde os tratamentos T5, T2 e T3 apresentam espécies florestais estabelecidas, provindas do plantio inicial e/ou regenerantes. Um conjunto de espécies florestais introduzido em um meio físico, por mais inabitável que ele seja, passa a exercer uma ação sobre os processos pedogenéticos, sobre o solo, sobre as demais espécies e, no decorrer do tempo, pode ofertar novos produtos ambientais ao ecossistema (ODUM, 1988), o que pode garantir a entrada e a manutenção de espécies mais exigentes e, consequentemente, os princípios básicos da sucessão vegetal (BEGON et al., 2007).

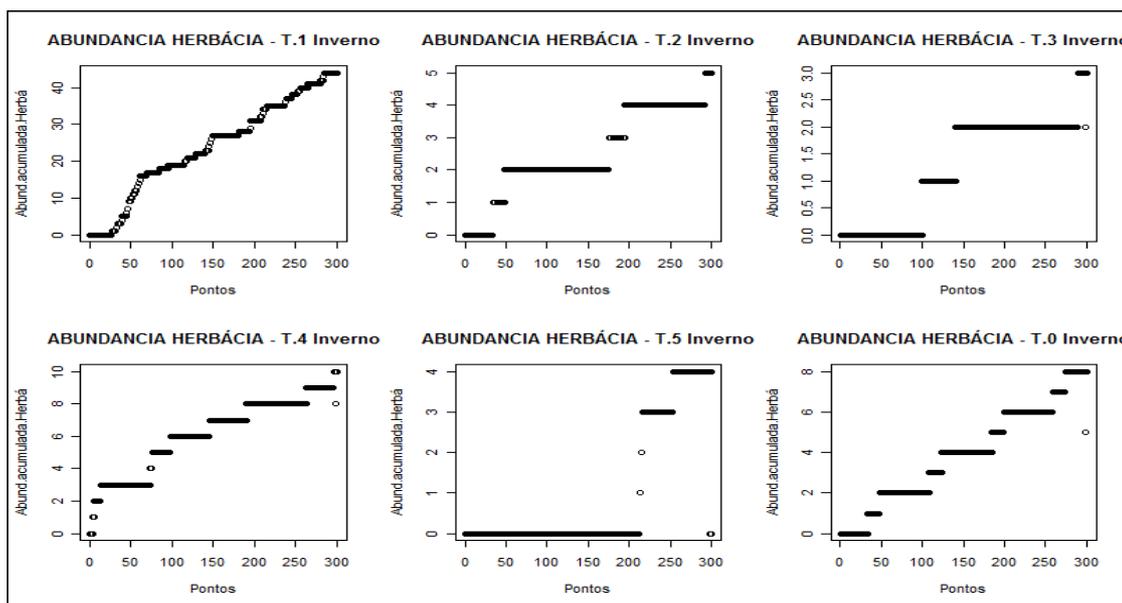


Figura II. 13: Abundância de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

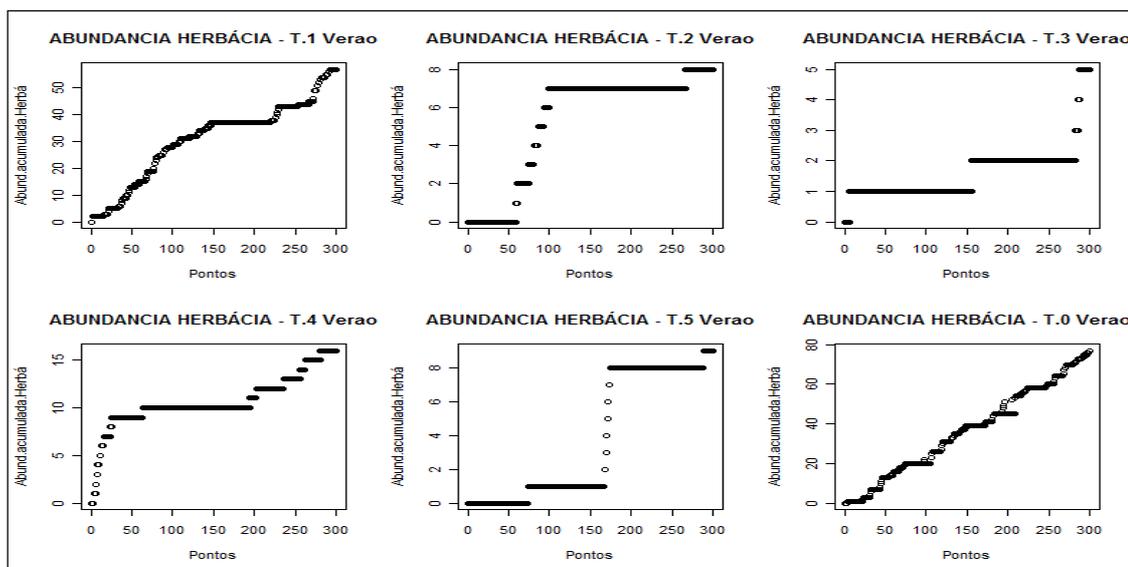


Figura II. 14: Abundância de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Quanto à riqueza de herbáceas, no inverno e verão foi encontrada diferença estatística significativa segundo o teste de Kruskal-Wallis (981,5967 e P-valor < 0,001; 914,7397 e P-valor < 0,001), respectivamente. O tratamento T1 apresentou a maior riqueza de herbáceas no inverno e verão (Figuras II. 15 e 16), resultado este justificado pela única espécie florestal plantada (*A. auriculiformis*), que saiu do sistema em função da competição intraespecífica. A ausência de sombreamento deve ter favorecido a entrada de espécies anuais, conforme explicado no item riqueza acumulada do estrato regenerante.

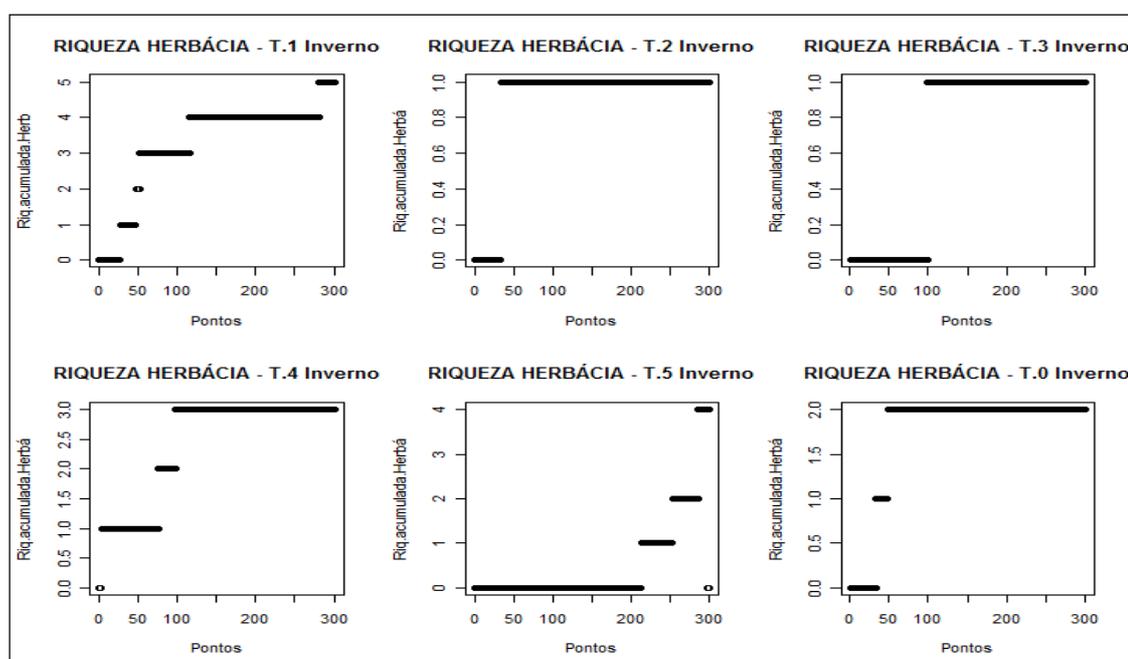


Figura II. 15: Riqueza de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

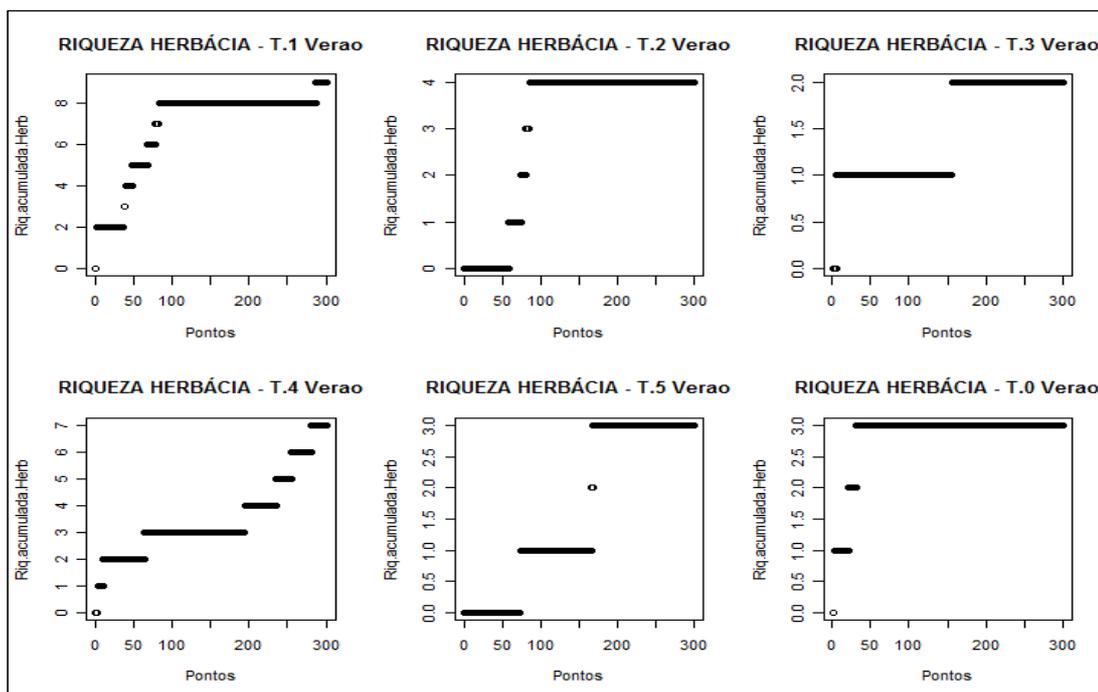


Figura II. 16: Riqueza de espécies herbáceas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

As espécies arbustivas apresentaram abundância de indivíduos no inverno e verão estatisticamente com diferença significativas pelo teste Kruskal-Wallis (1.139,727 e P-valor < 0,001; 872,8455 e P-valor < 0,001), sendo o inverno do tratamento T2 o que apresentou maior valor (126), seguido do T5 com (77), e o menor valor foi no tratamento T4 (3 indivíduos). Os maiores valores para o verão foram para os tratamentos T5 e T2 com 144 e 134, respectivamente. O menor valor foi para o T4 (16 indivíduos) (Figuras II. 17 e 18).

A testemunha (T0) apresentou-se com 24 indivíduos no inverno, passando para 43 no verão. Porém, devido à falta de sombreamento e condições favoráveis, parte dos indivíduos presentes no verão sai do sistema no período de maior estresse hídrico (inverno) (Figuras II. 17 e 18).

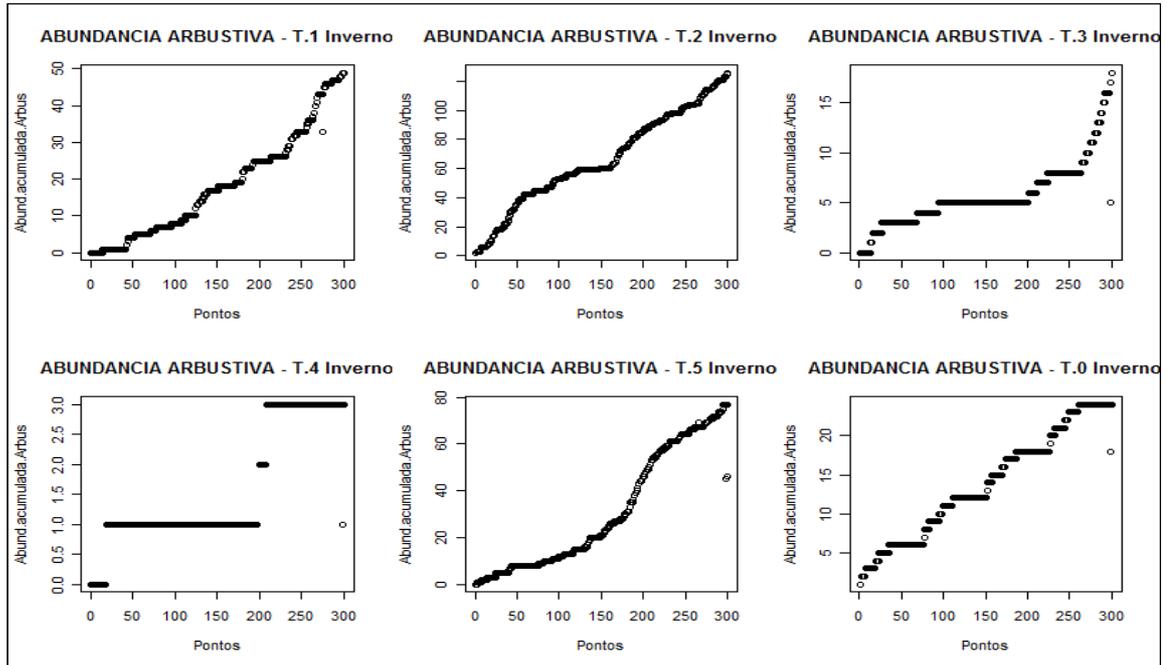


Figura II. 17: Abundância de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

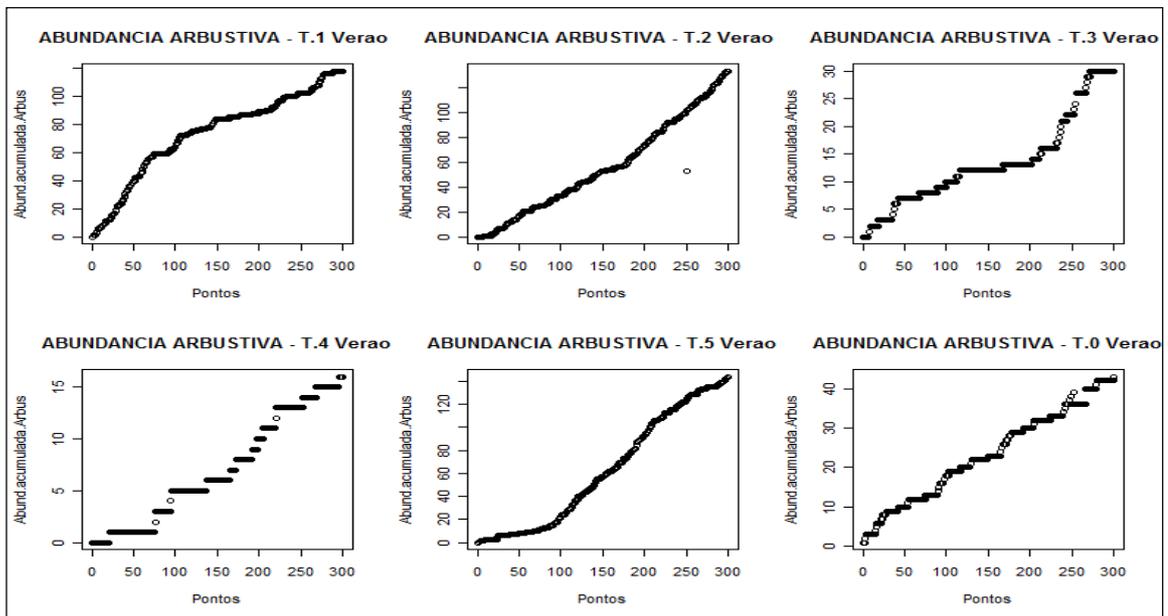


Figura II. 18: Abundância de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

A riqueza de espécies arbustivas no inverno e verão apresentou diferenças estatisticamente significativas segundo o teste de Kruskal-Wallis (1251, 447 e P-valor < 0,001; 722,0427 e P-valor < 0,001), respectivamente. A testemunha apresentou menor riqueza para inverno (uma espécie) e verão (duas), quando comparada com os demais

tratamentos (Figuras II. 19 e 20), sinalizado os avanços sucessionais nas áreas com reflorestamento, que possivelmente está ofertando condições ambientais favoráveis ao ingresso e estabelecimento de espécies exigentes quanto à disponibilidade de nutrientes.

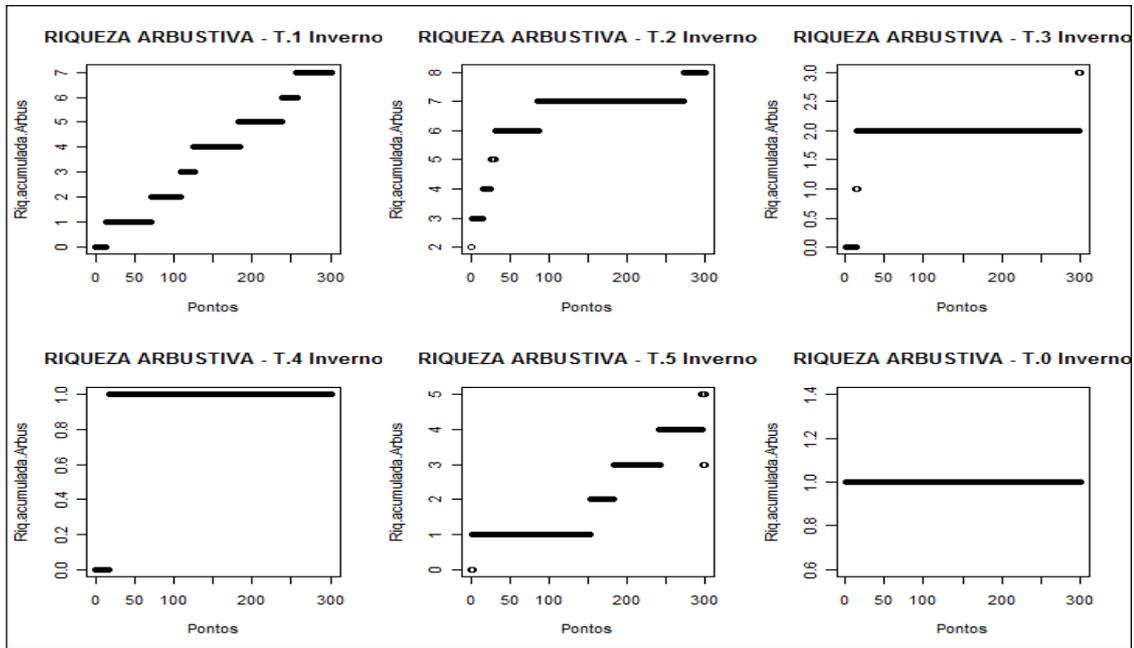


Figura II. 19: Riqueza de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

As diferenças entre abundância de indivíduos no inverno e verão das espécies arbóreas foram estatisticamente significativas, segundo teste de Kruskal-Wallis (855,0692 e P-valor < 0,001; 298,2109 e P-valor < 0,001), respectivamente. Os tratamentos T5 e T2 apresentaram no inverno maiores valores (52 e 44, respectivamente) (Figura II. 21 e 22). O T5 apresentou maior valor para o verão (85 indivíduos), enquanto que os menores valores para o inverno e verão foram registrados no T4 inverno (23) e verão (35). Estes resultados podem estar refletindo oferta diferenciada de funções ecológicas das espécies arbóreas plantadas nos tratamentos. Estas funções são observadas no campo através das modificações do ambiente por 14 anos de atuação das plantas, evidenciando que esse tratamento apresenta-se com uma tendência de recuperação, caminhando para se assemelhar, ao longo do tempo, com áreas de recuperação secundária, conforme dados encontrados por Roppa (2009).

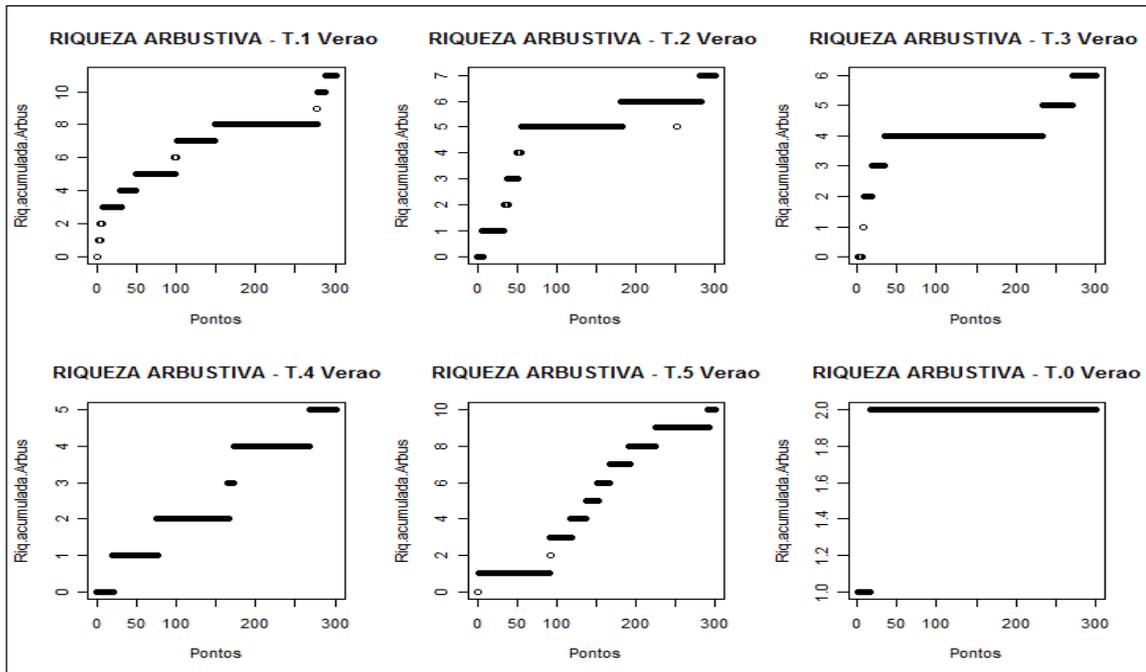


Figura II. 20: Riqueza de espécies arbustivas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Na testemunha (T0) não possui espécies arbóreas no inverno, mas apresentou 27 indivíduos arbustivos no verão, sendo este o menor valor observado no estudo. Estes indivíduos não permanecem no ecossistema e sua contribuição não se materializa pela riqueza de espécies. Segundo Roppa (2009), estas características podem evidenciar tendência indefinida de degradação/reabilitação.

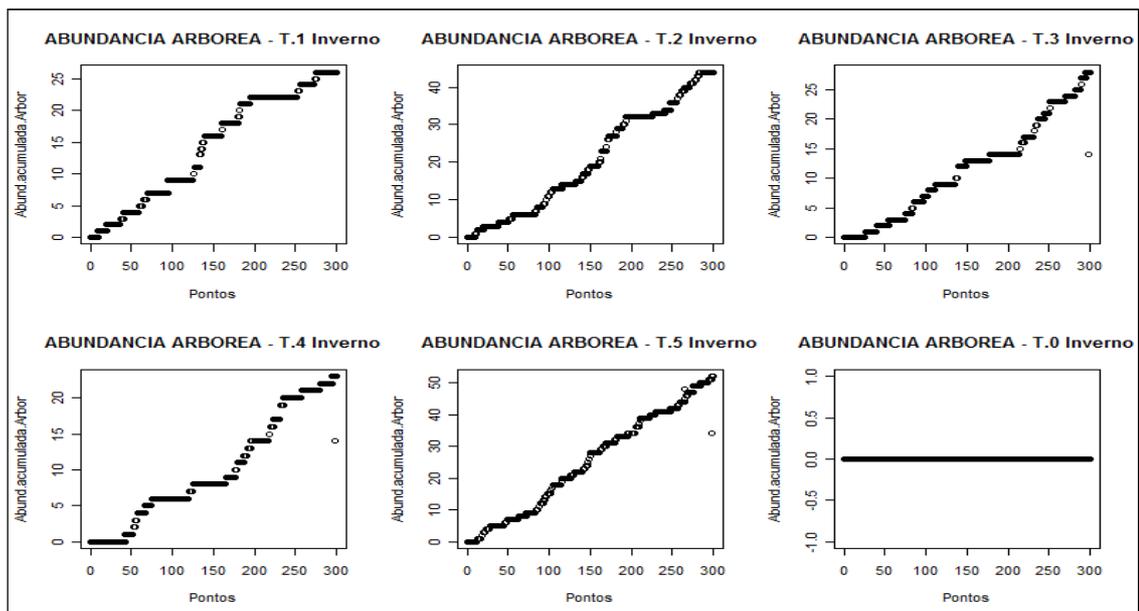


Figura II. 21: Abundância de espécies arbóreas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

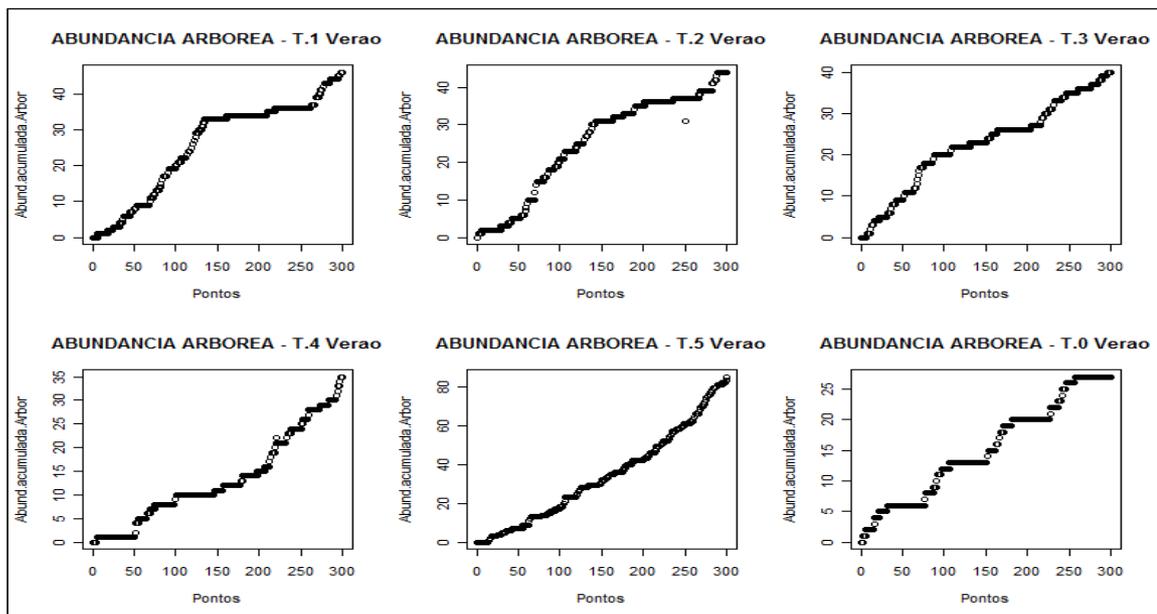


Figura II. 22: Abundância de espécies arbóreas, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Quanto à riqueza de espécies arbóreas nos tratamentos durante o inverno e verão, o teste de Kruskal-Wallis (936, 2054 e P-valor < 0,001; 529.3847 e P-valor < 0,001) respectivamente, apresentou diferença estatística significativa entre tratamentos e área testemunha, sendo o T1 o tratamento de menor riqueza (inverno e verão), com quatro e sete espécies (Figuras II. 23 e 24).

A maior riqueza de arbóreas foi encontrada no tratamento T5, para o inverno (13 espécies) e verão (16). Esses resultados demonstram que o T5, desde seu plantio inicial com a maior porcentagem de espécie florestais nativas, pode estar contribuindo com um rearranjo ou sinergismo entres essas espécies implantadas, proporcionando condições ambientais ao ingresso de espécies exigentes. Esta é uma das principais condicionantes para haver sucessão (KAGEYAMA e GANDARA, 2000; MORAES, 2006).

As espécies arbóreas favorecem a manutenção da vegetação em três estratos, mantendo os processos ecológicos e garantindo sua sustentabilidade. A diversidade de espécies arbóreas contribui para sua autodeterminação e estrutura (HAVEN et al., 2001).

Como base nesses resultados, o T5 constitui a melhor composição de espécies dos reflorestamentos, quando comparado com os demais tratamentos e a testemunha (T0), tendência esta mantida desde 2000 (NEVES, 2004).

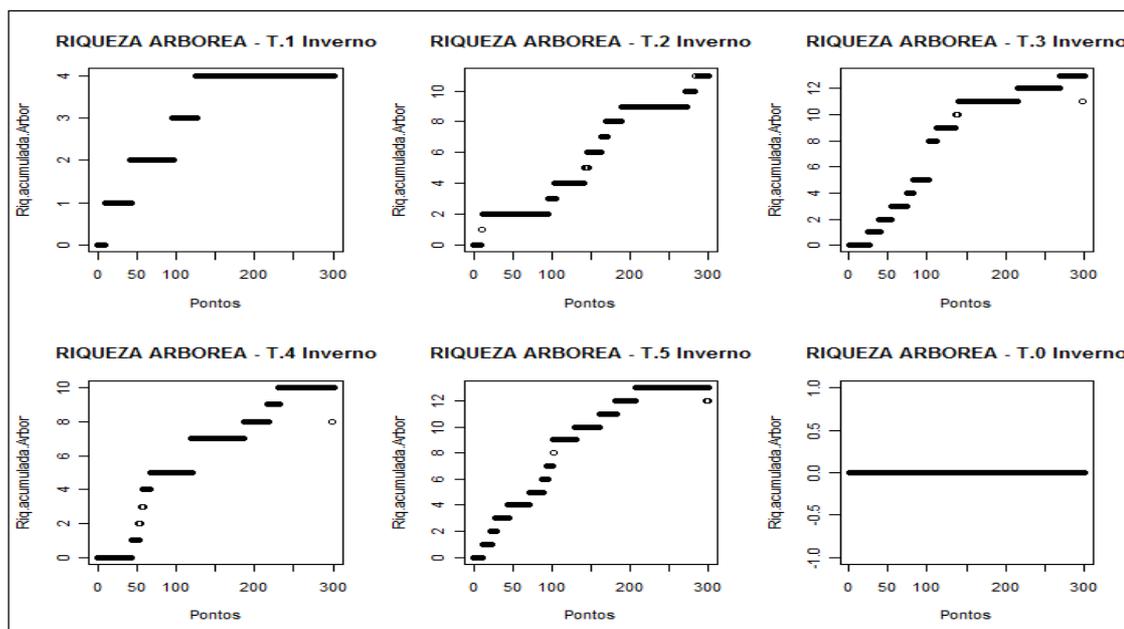


Figura II. 23: Riqueza de espécies arbórea, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

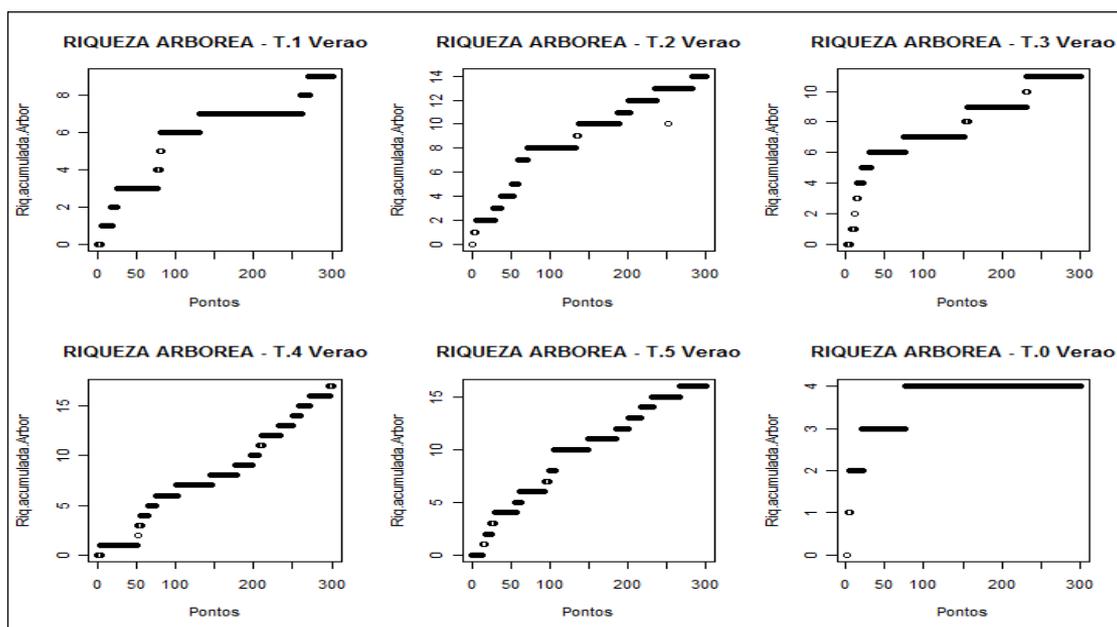


Figura II. 24: Riqueza de espécies arbórea, entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

3.4 Distribuição por Grupo Ecológico

Os grupos ecológicos Pioneiras (PI), Secundárias iniciais (SI), Secundárias tardias (ST) e Sem caracterização ou classificação (SC) apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, para riqueza no inverno/verão, segundo teste de Kruskal-Wallis (Tabela II. 3) e abundância (Anexo II- 1).

Tabela II. 3: Teste de Kruskal-Wallis para a riqueza (inverno e verão), quanto aos grupos ecológicos Pioneiras (PI), Secundárias iniciais (SI), Secundárias tardias (ST) e Sem Caracterização ou classificação (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007) e verão (2208), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

<i>Inverno</i>	<i>Kruskal-wallis</i>	<i>P-valor</i>
PI	838,8847	< 0,001
SI	945,7977	< 0,001
ST	660,6842	< 0,001
SC	731,9107	< 0,001

<i>Verão</i>	<i>Kruskal-wallis</i>	<i>P-valor</i>
PI	984,6507	< 0,001
SI	1071,984	< 0,001
ST	798,4492	< 0,001
SC	1349,316	< 0,001

O tratamento T1 (reflorestamento homogêneo) apresentou a maior riqueza de espécies Pioneiras (inverno e verão) (Figuras II. 25 e 26) e abundância (Anexo II- 2A e 2B), demonstrando que há predomínio de espécies do estágio inicial de sucessão ecológica.

A maior riqueza de espécies no inverno (5) e verão (9) (Figuras II. 27 e 28) e abundância (29 e 68 indivíduos) respectivamente (Anexo II- 3A e 3B) para Secundárias iniciais correspondeu ao tratamento T5, indicando maior probabilidade de reabilitação, uma vez que elas sinalizam evolução dos processos sucessionais.

As Secundárias tardias no tratamento T5 representam maior riqueza de espécies no inverno e verão (2 e 3) (Figuras II. 29 e 30) e maior abundância (8 e 5 indivíduos) (Anexo II- 4A e 4B), representando o acerto na melhor composição de espécies no início da reabilitação, indicando que esse tratamento com maior número de espécies e indivíduos de estágio sucessional mais avançado caracteriza, segundo Roppa (2009), uma tendência inercial de recuperação. Estes mesmos resultados, analisados pela ausência de espécies ST na área testemunha (T0), evidenciam que, caso não tivesse havido interferência humanas na reabilitação desta área degradada, a mesma estaria, possivelmente, em situação ambiental pior que a Testemunha.

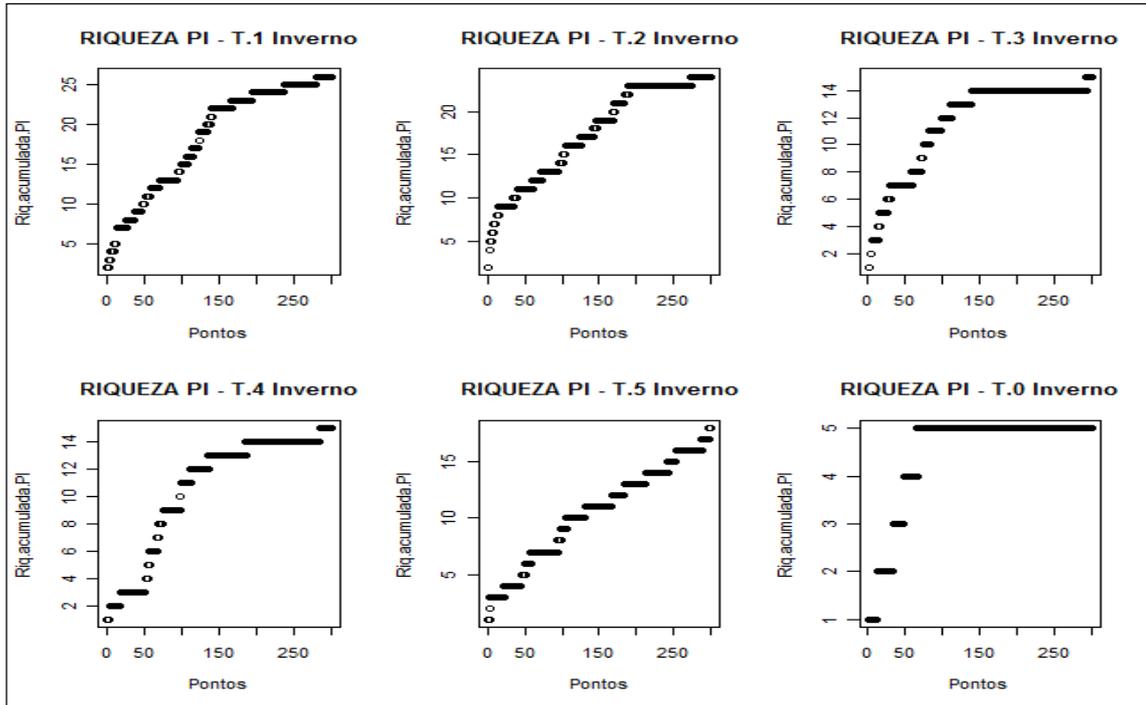


Figura II. 25: Riqueza de espécies Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

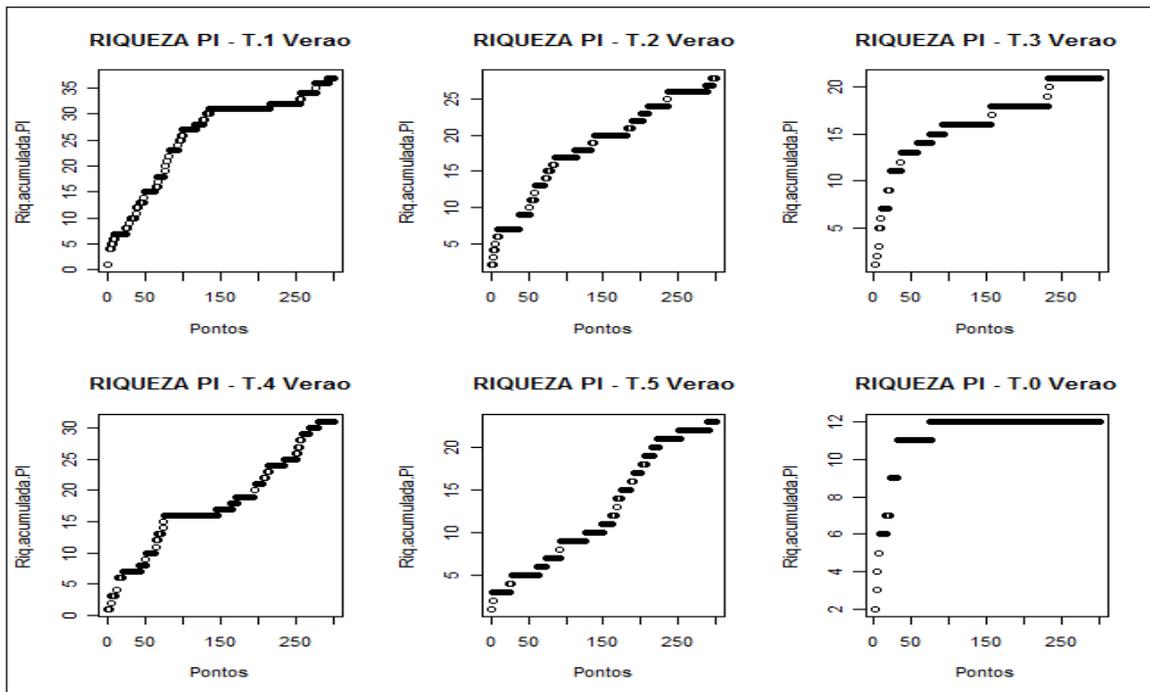


Figura II. 26: Riqueza de espécies Pioneiras (PI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

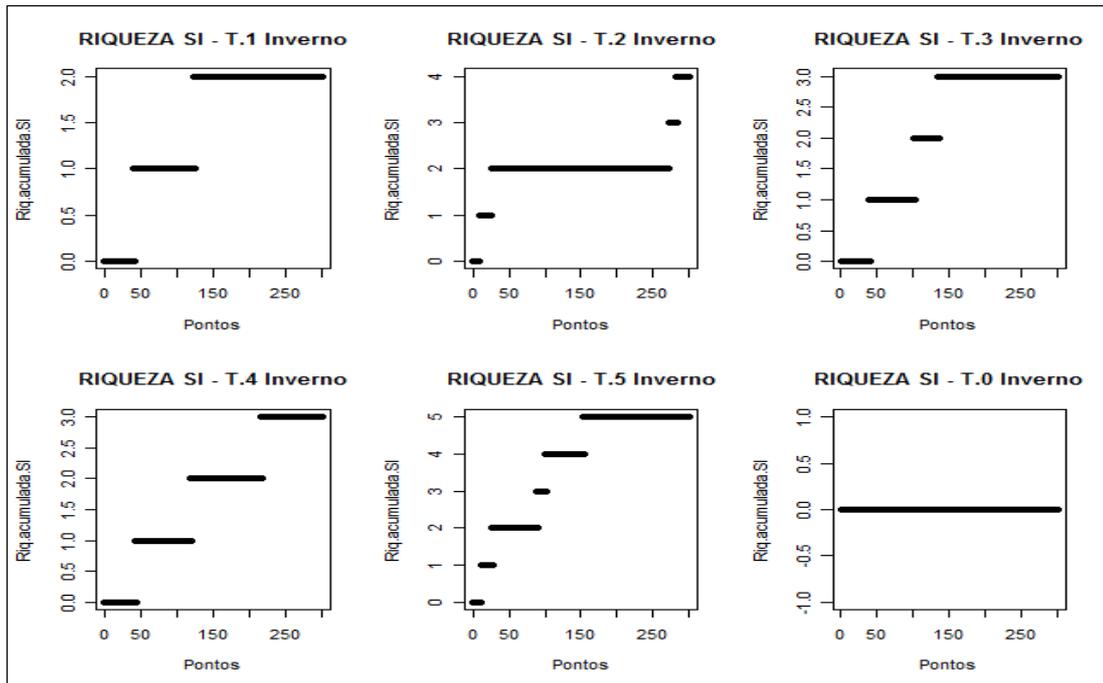


Figura II. 27: Riqueza de espécies Secundárias iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

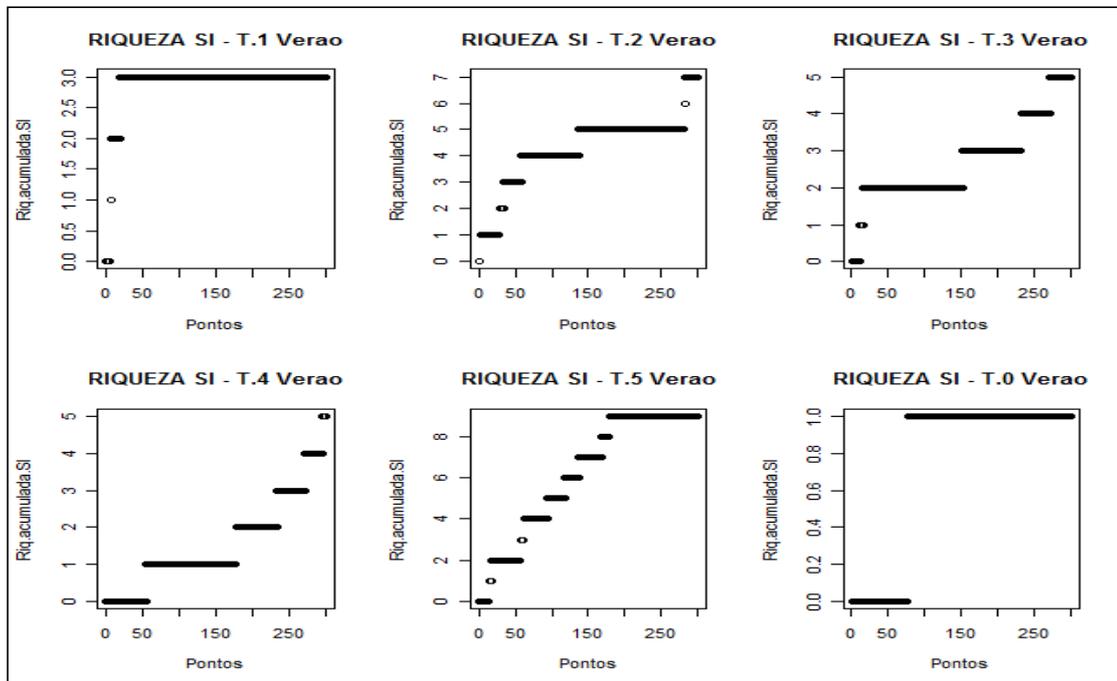


Figura II. 28: Riqueza de espécies Secundárias iniciais (SI), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

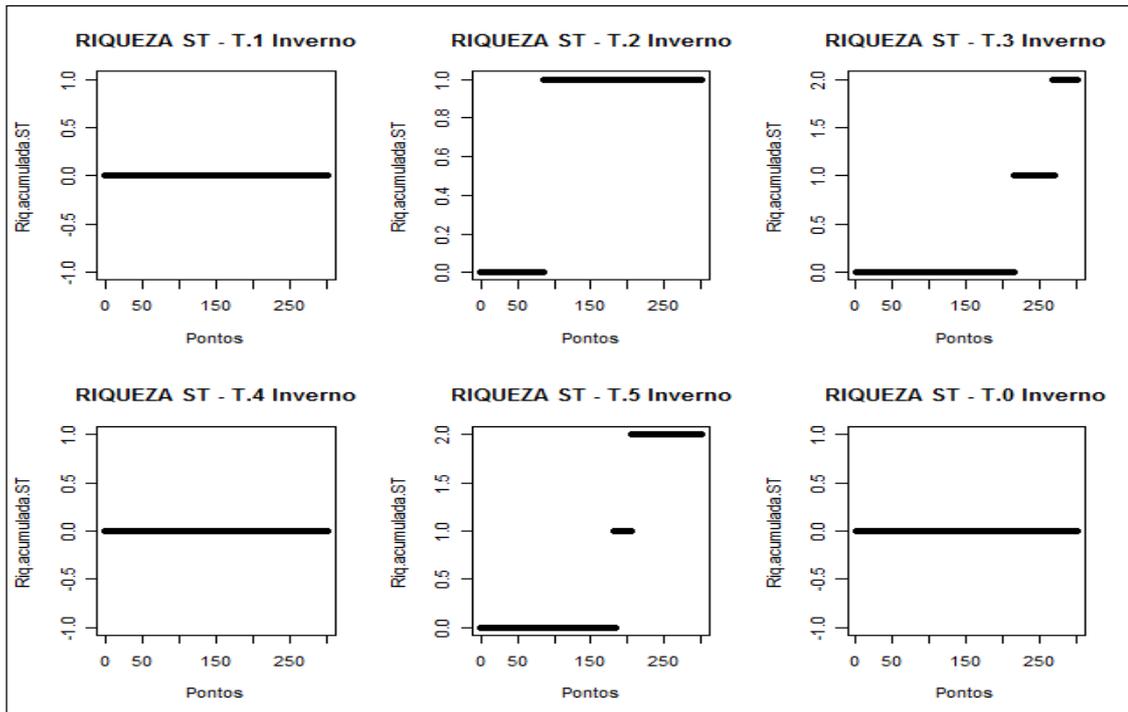


Figura II. 29: Riqueza de espécies Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

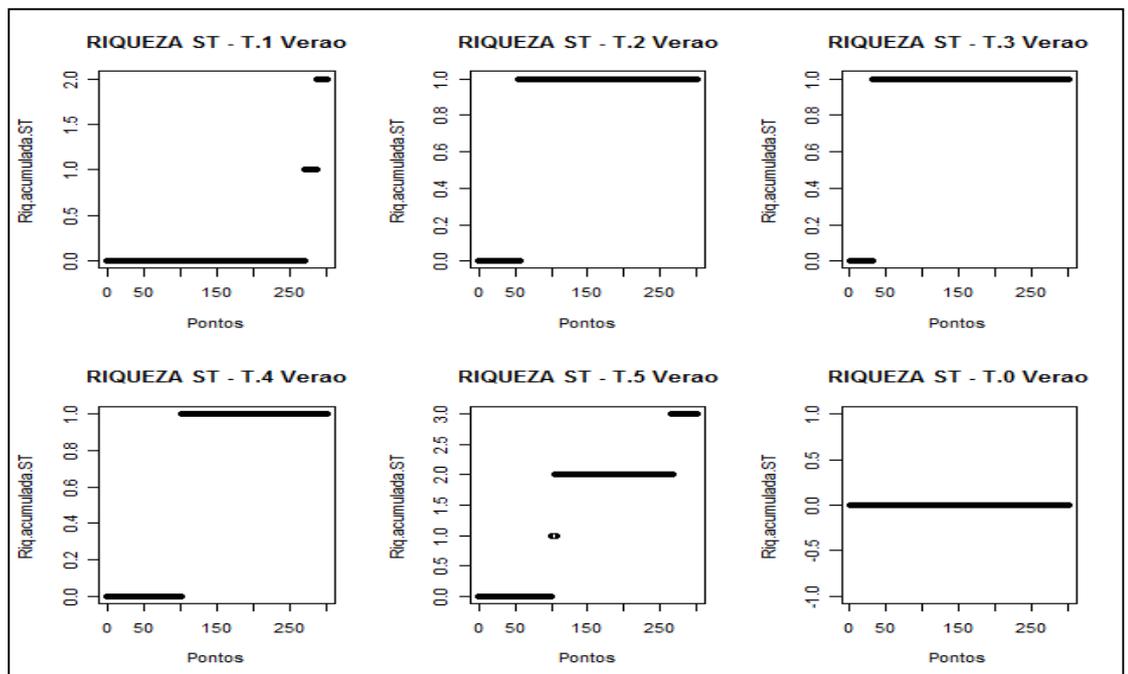


Figura II. 30: Riqueza de espécies Secundárias tardias (ST), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

O tratamento que apresentou maior riqueza de espécies Sem Caracterização (SC) no inverno e verão foi o T5 (Figuras II. 31 e 32) e abundância (Anexo II- 5A e 5B), ficando claro que essa categoria acompanha as outras curvas de crescimento constante, apresentada por este tratamento para todos os grupos ecológicos pesquisados.

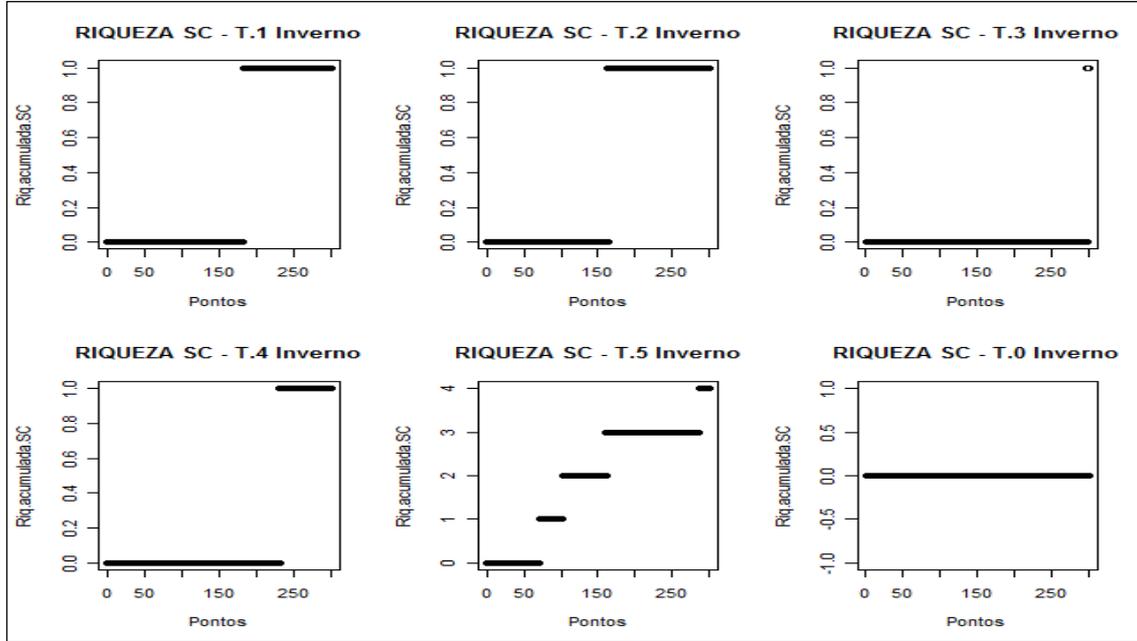


Figura II. 31: Riqueza de espécies Sem caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

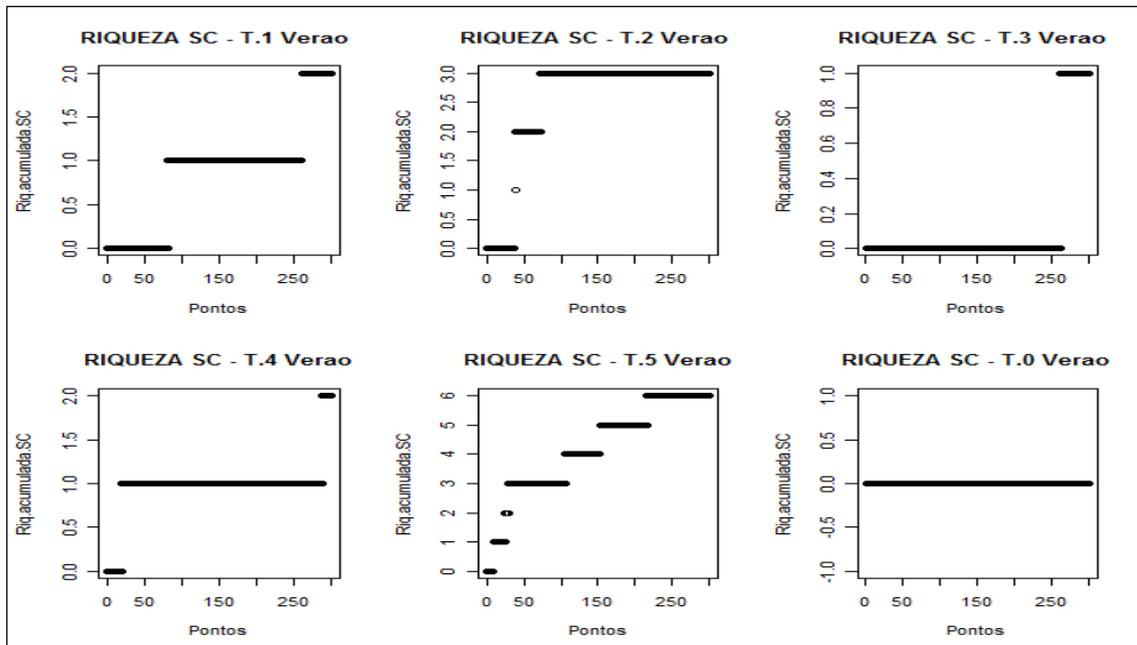


Figura II. 32: Riqueza de espécies Sem caracterização (SC), entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

3.5 Parâmetros Fitossociológicos das espécies

O valor de importância (VI) tem sido um parâmetro clássico utilizado para estabelecer o comportamento das espécies dentro de uma comunidade, além de ser importante para caracterizar as espécies que predominam na fisionomia da paisagem (REIS e KAGEYAMA, 2003). Ele vem sendo utilizado para demonstrar como cada espécie da regeneração está se comportando diante das variações sazonais da sucessão em ambientes em recuperação (ROPPA, 2009).

Na área testemunha T0, as três principais espécies com maior VI, para o período de inverno foram: *Baccharis dracunculifolia* (Less) DC., *Melinis minutiflora* P.Beauv e *Gleichnella pectinata* (Willd.) Ching, com 125,65; 101,54 e 25,39%, respectivamente, representando juntas por 84,61% de DR e para o verão foram: *Paspalum* sp., *Baccharis dracunculifolia* (Less) DC. e *Andropogon selloanus* Hack. com 112,19; 29,93 e 37,62% de VI, respectivamente; juntas tais espécies representam 56,39% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 6A e 6B).

No tratamento T1, os maiores VI, no período de inverno, foram encontrados para as espécies: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, *Olyra micrantha* H.B.K., *Imperata brasiliensis* Trin., respectivamente com 95,75; 58,77 e 53,92%. Essas espécies juntas correspondem a 61,40% da DR, enquanto no período de verão as espécies mais representativas foram: *Panicum maximum* Jacq., *Olyra micrantha* H.B.K. e *Piper aduncum* L. com 90,38; 59,73 e 35,59% de VI respectivamente. Tais espécies juntas representam 57,97% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 7A e 7B).

No tratamento T2, para o período de inverno, as três principais espécies com maior VI foram: *Panicum maximum* Jacq., *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. e *Piper aduncum* L com 102,14; 62,27 e 51,84% de VI, respectivamente; essas espécies representam 70,01% da DR. Para o verão foram: *Panicum maximum* Jacq., *Piper aduncum* L. e *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. com 114,77; 69,70 e 37,17% de VI, respectivamente; essas espécies representam 71,16% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 8A e 8B).

No tratamento T3, os maiores VI, no período de inverno, foram encontrados para as espécies *Panicum maximum* Jacq., *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. e *Piper aduncum* L., respectivamente com 215,32; 15,29 e 10,77 %; essas espécies juntas correspondem a 72,99 % da DR, enquanto que no verão foram as espécies *Panicum maximum* Jacq., *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer com 207,32; 19,52 e 11,49% de VI respectivamente; essas espécies representam 74,29% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 9A e 9B).

No tratamento T4, destacaram-se no período de inverno, *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, *Panicum maximum* Jacq. e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer com os maiores VI, 93,35; 72,37 e 17,59%, respectivamente, o que representa 58,14% de DR e para o período de verão *Panicum pilosum* Sw., *Panicum maximum* Jacq. e *Clidemia hirta* D. Don, com 77,92; 64,95 e 9,02% de VI, juntas elas correspondem a 46,57% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 10A e 10B).

No tratamento T5, as três principais espécies com maior VI para o inverno foram: *Piper aduncum* L., *Compamonezia* sp. e *Panicum maximum* Jacq. com 100,11; 39,24 e 34,42% de VI respectivamente, representando juntas por 58,54% de DR e para o verão foram: *Piper aduncum* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer e Morfoespecie 13 com 115,41; 35,84 e 31,86% de VI respectivamente, juntas tais espécies representam 59,70% da DR (Tabela II. 4) (Anexo II- 11A e 11B).

Estes resultados evidenciam que as funções do reflorestamento na reabilitação da área estão cumpridas, pois a gramínea *P. maximum* Jacq. está presente em todos os tratamentos,

exceto no T1 para o período do inverno, podendo ser considerada como bio-indicador da sustentabilidade da reabilitação, a partir das ações ambientais dos reflorestamentos.

O comportamento das gramíneas em geral pode ser influenciado pelas copas das árvores, sendo que o *P. maximum* Jacq. consegue sobreviver em áreas com até 75% de sombreamento (SOUTO et al., 2003). Na área do projeto todos os tratamentos apresentam cobertura de copa variando entre: 177, 81 à 493, 48% (Tabela I.6 do Capítulo I), havendo filtragem dos raios solares, sombreamento e regulando a sobrevivência destas espécies.

No Tratamento T1 (com características de clareira) a espécie *P. maximum* Jacq. não se encontrava entre as principais no inverno, posicionando-se em 22ª quanto a VI, além de exígua cobertura de copa (7,11%) (Tabela I.6 no do Capítulo I). Neste tratamento a principal espécie do VI foi a *B. plantaginea* (Link) Hitch, gramínea que necessita estar com mais de 50% de radiação para sobreviver (SOUTO et al., 2003).

Tabela II. 4: Espécies mais importantes para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha no período de inverno (2007) e verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994, onde VI = valor de importância, DR= densidade relativa; INV = inverno e VER = verão.

Tratamentos/Nome Científico	INV		Tratamentos/Nome Científico	VER	
	DR	VI		DR	VI
T1			T1		
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch	25,58	95,75	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	23,89	90,38
<i>Olyra micrantha</i> H.B.K.	22,56	58,77	<i>Olyra micrantha</i> H.B.K.	20,56	59,73
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	13,26	53,92	<i>Piper aduncum</i> L.	13,52	35,59
T2			T2		
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	29,32	102,14	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	32,78	114,77
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	22,05	62,27	<i>Piper aduncum</i> L.	24,48	69,70
<i>Piper aduncum</i> L.	18,64	51,84	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	13,90	37,17
T3			T3		
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	61,60	215,32	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	61,58	207,32
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	6,33	15,29	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	7,91	19,52
<i>Piper aduncum</i> L.	5,06	10,77	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	4,80	11,49
T4			T4		
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch	29,07	93,35	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	23,29	77,92
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	22,09	72,37	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	19,86	64,95
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	6,98	17,59	<i>Clidemia hirta</i> D. Don	3,42	9,02
T5			T5		
<i>Piper aduncum</i> L.	35,23	100,11	<i>Piper aduncum</i> L.	35,45	115,41
<i>Compamonezia</i> sp.	13,47	39,24	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	12,73	35,84
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	9,84	34,42	Morfoespecie 13	11,52	31,86
T0 (Testemunha)			T0 (Testemunha)		
<i>Baccharis dracunculifolia</i> (Less) DC.	46,15	125,65	<i>Paspalum</i> sp.	30,08	112,19
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv	30,77	101,54	<i>Baccharis dracunculifolia</i> (Less) DC.	14,66	29,93
<i>Gleichnella pectinata</i> (Willd.) Ching	7,69	25,39	<i>Andropogon selloanus</i> Hack.	11,65	37,62

3.5.1. Diversidade florística

Os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') (Tabela II. 5) da regeneração variaram de acordo com a sazonalidade das estações, apresentando valores menores no inverno, com exceção do tratamento T2, que apresentou valor um pouco maior para esta estação, podendo ter sido devido ao ciclo de vida de algumas espécies anuais que persistiram até o final da estação (LARCHER, 2004). No inverno o T1 (2,36) apresentou o maior valor e o T3 (1,68) o menor. Esse resultado justifica-se provavelmente em função do plantio inicial do tratamento T1 (100% de uma única espécie *A. auriculiformis*) que provavelmente em função da competição intraespecífica provocou a extinção dessa espécie, favorecendo entrada de espécies anuais oportunistas (pioneiras). Segundo Gandolfi et al. (1995) e Larcher (2004) as plantas anuais são consideradas do tipo investidor, pois usam seus assimilados para ganhar rapidamente uma abundante matéria orgânica, aproveitando um curto período favorável do ano para crescer, florescer e frutificar.

Entre os tratamentos no verão o T4 apresentou maior diversidade (2,94) provavelmente em função do conjunto inicial de espécies implantadas no reflorestamento, composto por espécies de rápido crescimento (LORENZI, 2002), que lhe conferiram maior DAP e altura individual. Este tratamento possui espécies de dispersão zoocórica, uma espécie perenifólia (*Inga laurina*) e duas semidecíduas (*Piptadenia gonoacantha* Mart. e a *Psidium guajava* L) (Capítulo I), que podem ter atraído dispersores que afetaram os resultados.

No tratamento T3 (1,70) a menor diversidade no inverno e verão pode estar vinculada ao conjunto inicial de espécies plantadas, que se diferencia dos demais tratamentos por ter todas as espécies decíduas (LORENZI 2002), conferindo baixa oferta de sombreamento.

Na Tabela II. 5 se observam efeitos da sazonalidade do tratamento, representado pela discreta variação do índice de diversidade (H'), ratificando que estes apresentam estabilidade quanto à diversidade, independente das condições de estresse hídrico.

Na área testemunha a variação foi maior entre inverno e verão, evidenciando o quanto essa área responde aos efeitos da sazonalidade.

A comparação do índice de diversidade (H') com trabalhos similares remete à questão que pode diferenciar este estudo de outros da literatura como é o caso da área amostrada, que influencia o valor do índice, já que ele é calculado considerando o número de espécies por área, do limite de inclusão dos indivíduos e da qualidade dos sítios onde foram realizados os levantamentos, levando-se em conta que sítios mais preservados ou inseridos em um contexto de paisagem com um menor nível de degradação tenderiam a apresentar valores mais elevados de diversidade florística.

Apesar dessas considerações, os valores encontrados nesse estudo foram considerados altos quando comparados com os encontrados por Neves (2004) na mesma área em 2000, quando o reflorestamento possuía 6 anos de implantação, com o maior valor para o inverno no tratamento T2 (1,23) e o menor no T1 (0,68); no verão o T5 (1,44) apresentou o maior valor e o T1 (0,96) o menor. Os valores do índice de diversidade foram considerados altos quando comparados com estudos de restauração em Nova Iguaçu (CORTINES, 2005; ROPPA, 2009).

Tabela II. 5: Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007) e verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Tratamentos	Inverno	Verão
	H'	H'
T1	2,36	2,60
T2	2,25	2,19
T3	1,68	1,70
T4	2,35	2,94
T5	2,45	2,55
T0 (Testemunha)	1,31	2,09

3.5.2. Similaridade florística

A similaridade entre as áreas foi inferior a 50% para inverno e verão. Os tratamentos T2 e T3 com 24% (inverno) e 29% (verão) foram os mais semelhantes (Tabela II. 6 e II. 7).

A área testemunha (T0) apresentou baixíssima similaridade com o tratamento T1 e nenhuma similaridade com os demais tratamentos no inverno e no verão: todos os valores foram considerados muito baixos (0,01 a 0,08). Como o T0 apresentou os menores valores para diversidade no inverno (1,31) e diferenças estatísticas significativas na comparação da abundância média de plantas entre inverno (seco) e verão (chuvoso) para os hábitos: arbórea, arbustiva, herbácea e gramínea, demonstrando oscilações de acordo com a sazonalidade. Além de possuir o menor número de família no inverno e verão (5) e (9), respectivamente, e menor número de espécies amostradas (5 e 13) no inverno e verão, respectivamente. A inexistência de similaridade entre o T0 e os demais tratamentos (inverno) e baixa similaridade do T0 e os demais tratamentos (verão) representam o avanço dos tratamentos no processo de sustentabilidade ambiental quando comparados com a área testemunha (T0).

Tabela II. 6: Índice de similaridade de Jaccard (C) para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de inverno (2007), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Tratamentos e testemunha	T0	T1	T2	T3	T4	T5
T0	-	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
T1	-	-	0,23	0,21	0,12	0,14
T2	-	-	-	0,24	0,17	0,20
T3	-	-	-	-	0,21	0,16
T4	-	-	-	-	-	0,12

Tabela II. 7: Índice de similaridade de Jaccard (C) para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e área testemunha (T0) no período de verão (2008), em área de empréstimo na Ilha da Madeira – RJ, reflorestada em 1994.

Tratamentos e testemunha	T0	T1	T2	T3	T4	T5
T0	-	0,05	0,04	0,05	0,08	0,01
T1	-	-	0,28	0,24	0,15	0,15
T2	-	-	-	0,29	0,20	0,23
T3	-	-	-	-	0,22	0,23
T4	-	-	-	-	-	0,25

3.6 Caracterização do meio físico

Os perfis levantados nas áreas dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e na testemunha T0 evidenciam níveis distintos de profundidade do horizonte C, com alta probabilidade de se tornar um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (Anexo II- 12 e 12A, II- 13 e 13A, II- 14 e 14A, II- 15 e 15A, II- 16 e 16A, e II- 17 e 17A), caracterizado como solo com argila de atividade baixa ou alta, conjugada com baixa saturação por bases, predominando caráter alíco (EMBRAPA, 2006).

Todos os tratamentos e a testemunha estão sob um mesmo tipo de solo e sofreram ações antrópicas decorrentes do processo de mineração de argila, bem como os mesmos usos e manejo no passado. Portanto, as diferenças entre as áreas avaliadas quanto ao estabelecimento e desenvolvimento da vegetação encontradas nesse estudo podem ser atribuídas ao plantio inicial de espécies florestais, em proporções diferenciadas e com diferentes funções ecológicas das espécies.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que:

- Houve aumento no número de indivíduos, famílias, gêneros e espécies no estrato regenerante do sub-bosque dos conjuntos de espécies implantadas no reflorestamento ao longo dos 14 anos de sua implantação;
- Ocorreu um acréscimo no número de indivíduos da regeneração, nos tratamentos e na área testemunha entre o período de inverno (1.438 indivíduos) e período de verão (2.116 indivíduos);
- As famílias botânicas mais representativas foram Asteraceae (21 espécies) seguida pela família Poaceae (15 espécies);
- A área testemunha (T0) com os menores valores para número de família, de gêneros, de espécies para o inverno e verão, além do menor número de indivíduos no inverno, quando comparado aos demais tratamentos, sinalizando maior eficiência dos reflorestamentos nas estratégias de reabilitação de áreas degradadas;
- Todos os tratamentos estão cumprindo a função de reabilitar área de empréstimo e demonstraram avanços na colonização de espécies e na sustentabilidade ambiental da reabilitação;
- Os resultados fitossociológicos da regeneração induzida caracterizam um processo inicial de sucessão secundária para os tratamentos T3, T4, e para T2 e T5 mais acentuado;

- Os tratamentos T2 e T5 com maior abundância e riqueza de indivíduos de estágios sucessional mais avançados evidenciam melhor tendência inercial de reabilitação;
- O tratamento T1 apresentou-se com características similares a de uma clareira, ocorrendo uma maior abundância e riqueza de espécies do processo inicial de sucessão (pioneiras), gramíneas e espécies de ciclo anual (herbáceas), porém demonstrou avanços na busca da sua sustentabilidade ambiental, quando comparado com a área testemunha (T0);
- A área testemunha apresentou parâmetros e índices inferiores aos dos tratamentos e sem regeneração espontânea de espécies arbóreas, nem secundárias tardias, havendo apenas uma espécie secundária inicial nos seus 28 anos de intemperização sem interferências antrópicas, o que enseja a definição de tendência inercial de degradação e/ou reabilitação muito lenta.

**CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DA REGENERAÇÃO
ESPONTÂNEA DE ECOSISTEMA EM REABILITAÇÃO E
RESTAURAÇÃO**