

ESTRUTURA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO NA FLORESTA ATLÂNTICA DE BAIXADA NA APA
DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO, RJ

BIANCA NUNES DOS REIS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JUNHO - 2024

ESTRUTURA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO NA FLORESTA ATLÂNTICA DE BAIXADA NA APA
DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO, RJ.

BIANCA NUNES DOS REIS

Tese apresentada ao Centro de
Biotecnologia e Biociências da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro como
parte das exigências para a
obtenção do título de Doutora
em Ecologia e Recursos
Naturais.

Orientador: Dr. Marcelo Trindade Nascimento

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JUNHO – 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

R375

Reis, Bianca Nunes dos.

ESTRUTURA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA EM ÁREAS EM RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA DE BAIXADA NA APA DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO, RJ / Bianca Nunes dos Reis. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2024.

183 f. : il.

Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2024.

Orientador: Marcelo Trindade Nascimento.

1. Estrutura e composição. 2. Fitossociologia. 3. Atributo funcional. 4. Restauração florestal. 5. Síndrome de dispersão. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

ESTRUTURA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO NA FLORESTA ATLÂNTICA DE BAIXADA NA APA DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO, RJ

BIANCA NUNES DOS REIS

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 6 de junho de 2024

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MARIANA DE ANDRADE IGUATEMY**
Data: 30/08/2024 13:45:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Mariana de Andrade Iguatemy (Doutora em Ciência Tecnologia e Inovação em Agropecuária) - IIS

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ FERNANDO DUARTE DE MORAES**
Data: 30/08/2024 12:23:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes (Doutor em Agronomia - Ciência do Solo) - EMBRAPA

Documento assinado digitalmente
 **MAURA DA CUNHA**
Data: 28/08/2024 11:35:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Maura da Cunha (Doutora em Ciências Biológicas - Biofísica) - UENF

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO TRINDADE NASCIMENTO**
Data: 28/08/2024 10:03:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Trindade Nascimento (Doutor em Ecologia) - UENF (Orientador)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE APÊNDICE	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xvii
ESTRUTURA DA TESE	xviii
1. CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL.....	xix
1.1. Fragmentação Florestal e a Restauração Ecológica	20
1.2. Restauração Ecológica	22
1.3. Ações de Restauração Ecológica na Apa do Rio São João/Mico-Leão-Dourado	24
1.4. Atributos Funcionais na Restauração	26
1.5. Justificativa	27
1.6. Objetivo Geral.....	28
1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
2. CAPÍTULO 2: ÁREA DE ESTUDO: APA DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO.....	41
2.1. A APA do Rio São João/Mico Leão Dourado.....	42
2.2. Corredores ecológicos nos quais foram conduzidos os plantios empregados no presente estudo.....	42
2.3. DESENHO AMOSTRAL.....	45
2.4. ANÁLISE TEMPORAL DA MUDANÇA DE USO E COBERTURA DO SOLO NOS PLANTIOS.....	50
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
2.6. APÊNDICE.....	61
3. CAPÍTULO 3: ESTRUTURA DO ESTRATO ARBUSTIVO-ARBÓREO DE ÁREAS DE RESTAURAÇÃO EM UMA CRONOSSEQUÊNCIA NA APA RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ.....	71
3.1. INTRODUÇÃO.....	74
3.2. Estrutura e Composição Florística da Floresta Ombrófila de Baixada.....	74
3.3. Regeneração Natural.....	75

3.4. OBJETIVO	77
3.4.1. PREMISSAS E PERGUNTAS.....	77
3.5. MATERIAL E MÉTODOS	77
3.5.1. Análise de Dados - Estrutura da Vegetação	81
3.6. RESULTADOS	82
3.6.1. Estrutura e Composição Florística da Comunidade – Plantio Geral Estrato Adulto	82
3.6.2. Estrutura e Composição Florística da Comunidade – Muda e Regeneração...	88
3.7. DISCUSSÃO.....	103
3.8. CONCLUSÃO	111
3.9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	113
3.10. APÊNDICE	126
4. CAPÍTULO 4: ATRIBUTOS FUNCIONAIS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM FLORESTAS TROPICAIS: ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS	156
4.1. INTRODUÇÃO.....	158
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS	160
4.3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	160
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAS	170
4.5. AGRADECIMENTOS	171
4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	180

*Dedico a Maria Auxiliadora Nunes dos Reis e Jadir Dutra dos Reis a
todo suporte necessário para realização deste sonho e ao meu irmão
Bruno Reis por todo apoio*

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me fortalecido com muita resiliência durante essa caminhada do doutorado.

Aos meus pais, por ter acreditado no meu sonho de ser pesquisadora em Ecologia e Recursos Naturais dando todo suporte necessário para que eu chegasse até o fim desta caminhada de pós-graduação.

A Marlene Lopes de Oliveira minha segunda Mãe por todo o apoio durante toda minha vida e meus sonhos.

Ao meu orientador Dr. Marcelo Trindade Nascimento por me ajudar e apoiar durante toda minha caminhada acadêmica na UENF, principalmente durante as diversas dificuldades enfrentadas nessa trajetória para o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Doutorado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento do projeto de pesquisa e Bolsa Cientista Nosso Estado coordenado pelo Dr. Marcelo Trindade Nascimento.

Aos membros da comissão examinadora Dr^a. Maura da Cunha, Dr^a Mariana Andrade Iguatemy, Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes pela disponibilidade na participação.

Aos membros suplentes Dr. Fabricio Alvim Carvalho e Dr. José Luiz Alves da Silva e pela disponibilidade em colaborar com essa tese.

Ao Laboratório de Ciências Ambientais, pela estrutura e logística necessária para realização deste trabalho, em especial ao técnico Gerson da Rocha da Purificação por todo o auxílio nas atividades de campo. As secretárias Gilda e Márcia Gama por auxiliar nos pedidos de transporte de campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN/UENF) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pelo apoio para realização deste trabalho. Em especial, a Elizabete Costa que sempre auxiliou em todas as etapas necessárias durante a pós-graduação. E a Dr^a. Mariana Suzuki pela coordenação do programa no período da pandemia de COVID-19 por auxiliar nas dificuldades enfrentadas nas etapas do doutorado.

Aos meus amigos do grupo de Ecologia Vegetal por compartilharem os diversos momentos de conversas, discussões e desesperos da pós graduação: Mariana Faitanin, Igor Broggio, Beatriz Salles, Caroline Pessanha, Leandro Silva, Gabriel Depiantti, Herick Viana, Patrícia Marques, Izabela Ferreira, Bruna Tavares, Yasmim Maia, Aline Nascimento, Nilson Berriel, Roberto Júnior, Flávia Rosa , João Mário, Anatoly.

A toda equipe do Herbário do Centro de Biociências de Biotecnologia da UENF (HUENF) por todo apoio e auxílio com o material botânico desta pesquisa. E os momentos compartilhado nas atividades de campo e durante os cafés.

A Mariana Faitanin por toda amizade e ajuda necessária durante a tese, principalmente na reta final para entregar esse documento. Sem sua força e auxílio essa tese não chegaria até o fim.

A Igor Broggio por todo companheirismo nessa jornada de vida pessoal, república e acadêmica. Além de todo o suporte nas elaborações dos mapas e todos os aspectos desde documento.

Ao companheiro de laboratório Herick Viana que auxiliou na identificação do material botânico. Aos especialistas Haroldo Cavalcante, Marcelo Souza , João Marcelo Braga. Aos alunos do Jardim Botânico que auxiliaram no processo de identificação.

Ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBIO), pela licença concedida para a realização deste estudo.

À Associação Mico-Leão-Dourado, pelo apoio na definição das áreas de estudos, aproximação com os proprietários e informações da região. Agradeço ao Luís Paulo Marques Ferraz, Carlos Alvarenga pelo suporte necessário para realização desta pesquisa.

A todos que contribuíram de alguma maneira para a conclusão deste Doutorado gostaria de deixar aqui meus agradecimentos por fazerem parte desta história.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** – Descrição da amostragem do levantamento florístico em áreas de plantios da AMLD.45
- Tabela 2** - Caracterização das áreas em restauração da Apa Rio São João, RJ. Informações obtidas através da Associação Mico Leão Dourado.47
- Tabela 3** - Descrição dos aspectos gerais dos oito plantios selecionados nos plantios da Associação Mico Leão Dourado, com sua respectiva localização, área e características observadas no campo.48

CAPÍTULO 3

- Tabela 1**- Parâmetros fitossociológicos utilizados na avaliação estrutural da comunidade arbustivo-arbórea ($DAP \geq 5$ cm) nas áreas de restauração florestal da APA Rio São João, Rio de Janeiro, Brasil.....79
- Tabela 2** - Parâmetros e indicadores ecológicos com descrição metodológica80
- Tabela 3** - Ordenação das 20 espécies mais importantes da comunidade geral, muda e regenerantes ($DAP > 5$ cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. As 20 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.87
- Tabela 4** - Ordenação das 20 espécies mais importante do estrato muda adulto ($DAP \geq 5$ cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. As 20 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura).91
- Tabela 5** – Ordenação das 20 espécies de maior IVC do estrato regeneração natural adulto ($DAP \geq 5$ cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.94
- Tabela 6** – Ordenação das 20 espécies mais importante estrato regeneração natural jovem ($DAP > 1$ e $DAP < 5$ cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. As 20 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em

conjunto. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.....96

Tabela 7 - Aspectos florísticos e estruturais da Regeneração Natural dos Plantios estudados na APA Rio São João/Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil em comparação com outros estudos em trechos de floresta atlântica no Estado do Rio e janeiro. Método de parcelas adotado em todos os estudos. DAP – limite de inclusão diamétrica, NI – número de indivíduos, AB – área basal, Riqueza de espécies, H' – índice de diversidade de Shannon, J – índice de equabilidade..... 105

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 4

Tabela 1- Levantamento das características funcionais relacionadas aos diferentes serviços ecossistêmicos proposto por Millennium Ecosystem Assessment 2005 (MEA). 165

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1** – Localização da APA do Rio São João/ Mico Leão Dourado entre as mesorregiões da Baixada e Metropolitana do Rio de Janeiro. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Dado de cobertura florestal utilizado: MapBiomias (2023). Fonte: Própria autora.43
- Figura 2** - Mapa com a localização dos Plantios da APA do Rio São João/Mico Leão Dourado. Os números de 1 a 8 indicam as áreas em restauração estabelecidas pela Associação Mico leão Dourado e que foram utilizadas por esse estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Dado de cobertura florestal utilizado: MapBiomias (2023). Fonte: Própria autora.44
- Figura 3** – Esquema representando o tamanho de parcela estabelecida nos plantios para levantamento de indivíduos arbustivos-arbóreos de adultos e jovens na APA Rio São João /Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro. Seleção de Áreas em Restauração da Associação Mico Leão Dourado (AMLD). Azul claro foi amostrada a comunidade de adultos ($DAP \geq 5\text{cm}$) em parcelas de 25 x 8m. Verde determina subparcelas (10x 8 m) de amostragem de jovens.46
- Figura 4** – Aspectos gerais dos plantios avaliados nas atividades de campo. A- Fazenda Vendaival (2005), B- Fazenda Boa Esperança (2008), C- Estância São João (2009), D- Fazenda Renascença (2010), E- Fazenda Búfalo Branco, F- Fazenda Nazaré (2015), G- Fazenda Afetiva II (2010), H- Fazenda São João (2015).49
- Figura 5** - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Vendaival (VEN) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.51
- Figura 6** - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Boa Esperança (BOA) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.52
- Figura 7** - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Estância São João (ESJ) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.53
- Figura 8** - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Renascença (REN) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do

plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.54

Figura 9 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Afetiva (AFE) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.55

Figura 10 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Búfalo Branco (BUF) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.56

Figura 11 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Nazaré (NAZ) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.57

Figura 12 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda São João (SJO) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.58

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Levantamento do estrato arbustivo-arbóreo Bacia do Rio São João, região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro.78

Figura 2 – Avaliação dos parâmetros estruturais estrato adulto ($DAP \geq 5$ cm), (a) densidade arbórea e (b) Área basal de mudas e regeneração nas áreas em restauração da APA Rio São João. Linhas pontilhadas no gráfico representam valores de estudos em fragmentos florestais na bacia Rio São João região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (RBU – Fragmento maduro e BESB - Fragmento perturbado, Carvalho *et al.*, 2016).83

Figura 3 - A - Ordenação (nMDS) dos sítios amostrais baseados na abundância das espécies e status (muda e regeneração natural) das oitos áreas de plantio: AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaval - 2005) utilizando-se a distância de Bray-Curtis. **B** – Dendrograma de similaridade (índice de Morisita-Horn) produzido por análise de agrupamento (método de ligação UPGMA) da composição

de espécies arbóreas de mudas e regeneração entre os oito plantios em restauração de Mata Ciliar de baixada na bacia do rio São João, RJ, Brasil. Coeficiente de correlação cofenética = 0.90. Siglas dos plantios conforme figura 4A, as cores representam idade do plantio (Verde – 17 anos, Vermelho – 12-14 anos, Azul (7-8 anos)).85

Figura 4 - Distribuição percentual de espécies por categoria de origem (autoctóne – espécies plantadas, alóctone ao plantio - espécies provenientes da regeneração natural, NC - Não classificadas) nos oito plantios em restauração de Mata Ciliar de baixada na bacia do rio São João, RJ, Brasil.86

Figura 5 - Regressões lineares entre os parâmetros estruturais de área basal, densidade e riqueza de espécies e a idade dos plantios estudados na APA Rio São João/Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. Coluna esquerda representa o estrato Muda (a) Área Basal ($p=0,957$, $r^2 = 0,00053$), (b) Densidade ($p= 0,982$, $r^2 =0,00008691$), (c) Riqueza ($p= 0,137$, $r^2 = 0,33$) e a coluna direita representa a regeneração natural (a) Área Basal ($p= 0,032$, $r^2 = 0,56$), (b) Densidade ($p= 0,0058$, $r^2 =0,48$), (c) Riqueza ($p= 0,044$, $r^2 =0,52$). O sombreado azul identifica o intervalo de confiança do modelo.89

Figura 6 - Curva de Rarefação de Riqueza de espécies de mudas (DAP> 5 cm). Sombreado representa valores de 95% de Intervalo de confiança por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaval - 2005).....90

Figura 7 - Curvas de Rarefação de Riqueza de espécies de Regeneração Natural (DAP \geq 5 cm). Sombreado representa valores de 95% de Intervalo de confiança por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaval - 2005).....92

Figura 8 – Distribuição percentual de espécies no estrato da Regeneração Natural Adulto (DAP \geq 5 cm) nos plantios com diferentes idades na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. (A) por categoria sucessional (Pi – espécie pioneira, Si – Secundária Inicial, St – Secundária Tardia, C - Climax, Nc – Não classificada) e (B) por síndrome de dispersão (Ane – anemocoria, Auto – Autocoria, Zoo – Zoocoria, Nc – Não Classificada).....93

Figura 9 - Distribuição percentual de espécies da Regeneração Natural de Jovens (DAP >1 cm e DAP<5 cm) nos oitos plantios com diferentes idades na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. (A) por categoria sucessional (Pi – espécie pioneira, Si – Secundária Inicial, St – Secundária Tardia, C - Climax, Nc – Não classificada) e (B) por síndrome de dispersão (Ane – anemocoria, Auto – Autocoria, Zoo – Zoocoria, Nc – Não Classificada)95

Figura 10 - Número de indivíduos arbóreos por classes diamétrica (DAP≥5 cm) espécies por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. Muda – Indivíduos plantados, Regenerante – Indivíduos provenientes de regeneração natural espontânea.....	98
Figura 11 - Boxplot mostrando a distribuição de altura média das árvores adultas plantadas (dap ≥ 5 cm) nos plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feitas através da Anova One Way, teste tukey p<0,05. N _{tratamento} = 5 parcelas (0,1 ha) (letras diferentes demonstram diferença).....	99
Figura 12 - Perfil de altura das mudas (dap ≥ 5 cm) nos oito plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil.	100
Figura 13 - Boxplot mostrando a distribuição de altura média das árvores adultas da regeneração natural (dap ≥ 5 cm) oito plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil.. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feitas através da Anova One Way, teste tukey p<0,05 (letras diferentes demonstram diferença). N _{tratamento} = 5 parcelas (0,1 ha).	101
Figura 14 - Perfil de altura da regeneração natural (dap ≥ 5 cm) nos oito plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil.	102

LISTA DE APÊNDICE

CAPÍTULO 2

Apêndice A - Lista de espécies, síndrome de dispersão (SD): Anemocoria (ane); Autocoria (aut); Zoocoria (zoo), grupos ecológicos (GE): Pioneira (P); Secundária inicial (S); Secundária tardia (T); Clímax (C) em oito plantios (AFE, BOA, BUF, ESJ, NAZ, REN, SJO, VEN). M (muda), R (Regeneração) localizados na APA do Rio São João, Rio de Janeiro, Brasil.*NC representa não classificada.....61

CAPÍTULO 3

Apêndice A - Estrutura arbórea da comunidade (mudas, regeneração) nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill..... 126

Apêndice B - Estrutura arbórea das Mudanças nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill. * Representa P \leq 0.05. 126

Apêndice C - Estrutura arbórea da Regeneração Natural nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill. * Representa P \leq 0.05. 127

Apêndice D - Coeficiente de Regressão para parâmetros estruturais em relação a Idade. Códigos de significância: < 0.0001 '***'; 0.001 '**'; 0.01 '*'; >0.05 'NS' (não-significativo). Ab: Área Basal, Den: Densidade e Riq: Riqueza)..... 128

Apêndice E - Análise exploratória dos dados, demonstrando os gráficos diagnóstico dos parâmetros avaliados. a) área basal muda, b) densidade Muda, c) Riqueza Muda 129

Apêndice F - Análise de Variância de parâmetro densidade nas mudas (Anova One Way), os dados apresentados raiz quadrada 129

Apêndice G - Análise exploratória dos dados, demonstrando os gráficos diagnóstico dos parâmetros avaliados. a) área basal regeneração, b) Densidade Regeneração, c) Riqueza Regeneração..... 130

Apêndice H – Análise de Variância do parâmetro densidade na regeneração natural (Anova One Way), os dados apresentados em raiz quadrada.	130
Apêndice I - Lista fitossociológica dos indivíduos adultos plantados e regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.	131
Apêndice J – Lista fitossociológica dos indivíduos plantados das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.	140
Apêndice K - Lista fitossociológica dos indivíduos regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.	146
Apêndice L - Lista fitossociológica dos indivíduos jovens plantados e regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.	152

RESUMO

Este estudo avaliou a restauração de ecossistemas florestais, destacando a importância da composição inicial de espécies, idade do plantio e técnicas de restauração. O objetivo foi analisar a estrutura e diversidade florística em oito áreas de restauração de Floresta Ombrófila Densa de Baixada na região da APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-dourado. O estudo foi conduzido em 8 plantios estabelecidos entre 2005-2015. Foram instaladas cinco parcelas de 25m x 8m em cada plantio, nas quais todos os indivíduos arbóreos adultos ($DAP \geq 5$ cm) e jovens ($1\text{cm} \leq DAP < 5$ cm) foram marcados e medidos. Um total 1.277 indivíduos arbóreos foram amostrados, distribuídos em 34 famílias botânicas, com maior número de espécies nas famílias Leguminosae, Meliaceae e Solanaceae. As espécies mais representativas foram *Inga laurina*, *Inga edulis* e *Guarea guidonia*. Observou-se uma relação significativa e positiva entre a idade do plantio e a densidade, a área basal e a riqueza de espécies na regeneração natural. A composição de espécies na regeneração foi influenciada, em parte, pelas espécies plantadas, com destaque para *I. laurina*, *I. edulis*, *G. guidonia*, *Triplaris americana* e *I. vera* e por espécies alóctones. O padrão geral revelou que a regeneração natural é mais estruturada em plantios mais antigos, com maior riqueza de espécies, densidade de indivíduos e área basal. A composição das espécies na comunidade regenerante reflete tanto as espécies plantadas quanto um número significativo de espécies alóctones. As espécies mais abundantes nos plantios apresentaram maior desenvolvimento em altura e diâmetro médio. Paralelamente, uma revisão baseada na literatura destacou a importância dos atributos funcionais na restauração ecológica, relacionando-os aos serviços ecossistêmicos. Embora a abordagem funcional em projetos de restauração esteja crescendo, ela ainda é incipiente e exige uma maior compreensão das relações entre atributos funcionais e restauração ecológica em florestas tropicais. Portanto, enfatizamos a importância da manutenção de monitoramentos a longo prazo para avaliar o sucesso dos projetos de restauração. Além disso, a regeneração natural está associada não apenas à idade e à composição inicial das espécies do plantio, mas também à qualidade dos remanescentes florestais, destacando a importância da fauna dispersora para o processo de restauração.

PALAVRAS-CHAVE : Estrutura e composição; Fitossociologia; Atributo funcional; Restauração florestal; Síndrome de dispersão

ABSTRACT

This study evaluated forest ecosystem restoration, emphasizing the importance of initial species composition, planting age, and restoration techniques. The objective was to analyze the structure and floristic diversity in eight restoration areas of Dense Ombrophilous Forest in the APA (Environmental Protection Area) of the São João River Basin/Golden Lion Tamarin region. The study was conducted in eight plantings established between 2005 and 2015. Five plots of 25m x 8m were set up in each planting, where all adult (DBH \geq 5 cm) and juvenile (1 cm \leq DBH < 5 cm) tree individuals were marked and measured. A total of 1,277 tree individuals were sampled, distributed across 34 botanical families, with the highest number of species in the Leguminosae, Meliaceae, and Solanaceae families. The most representative species were *Inga laurina*, *Inga edulis*, and *Guarea guidonia*. A significant positive relationship was observed between planting age and natural regeneration density, basal area, and species richness. Species composition in regeneration was partly influenced by planted species, particularly *I. laurina*, *I. edulis*, *G. guidonia*, *Triplaris americana*, and *I. vera*, as well as by exotic species. The overall pattern revealed that natural regeneration is better structured in older plantings, with greater species richness, individual density, and basal area. The species composition in the regenerating community reflects both the planted species and a significant number of exotic species. The most abundant species in the plantings showed greater development in height and average diameter. Concurrently, a literature review highlighted the importance of functional attributes in ecological restoration, linking them to ecosystem services. Although the functional approach in restoration projects is growing, it is still nascent and requires a better understanding of the relationships between functional attributes and ecological restoration in tropical forests. Therefore, we emphasize the importance of maintaining long-term monitoring to evaluate the success of restoration projects. Furthermore, natural regeneration is associated not only with the age and initial species composition of the planting but also with the quality of remaining forest fragments, highlighting the importance of disperser fauna in the restoration process.

KEYWORDS: Structure and composition; Phytosociology; Functional trait; Forest restoration; Dispersal syndrome.

ESTRUTURA DA TESE

Este documento de tese segue uma estrutura de capítulos, começando com uma introdução geral (**Capítulo 1**), seguida pela apresentação da área de estudo da pesquisa (**Capítulo 2**). No **Capítulo 3** é feita a avaliação dos plantios estabelecidos pela associação mico-leão-dourado em áreas de baixadas na Área de Proteção Ambiental/Rio São João, em formato de manuscrito a ser submetido.

No **Capítulo 4**, é apresentada a monografia de qualificação como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Essa seção contém uma revisão bibliográfica sobre os "atributos funcionais na restauração ecológica", que está publicada e disponível na revista Núcleo de Conhecimento.

O **Capítulo 5** contempla as considerações finais da tese, proporcionando uma análise dos resultados obtidos nos capítulos 3 e 4.

1. CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL

As citações e referências bibliográficas deste capítulo seguem as normas da ABNT.

1.1. Fragmentação Florestal e a Restauração Ecológica

As florestas tropicais vêm sofrendo intensa fragmentação florestal, esse processo está associado a processos antrópicos, principalmente de mudança de uso e cobertura do solo, levando à substituição das florestas, principalmente por uso agropecuário (Taubert *et al.*, 2018). A fragmentação leva à extinção de habitats, espécies, alterações nas comunidades: perda de biomassa, biodiversidade da fauna e flora, degradação do solo e alterações microclimáticas (Laurance *et al.*, 2002; Laurance, 2004). Estudos sobre a biodiversidade tropical ressaltam a importância de conservar as florestas primárias remanescentes e a restauração seletiva de florestas exploradas para a conservação da biota (Gibson *et al.*, 2011), assim como o uso de estratégias para que as florestas secundárias aumentem sua biodiversidade e consequentemente seus serviços ecossistêmicos (Bastian, 2013). Sendo a vegetação importante no processo de remoção de dióxido de carbono da atmosfera (IPCC, 2018), o aumento da área de floresta contribui no armazenamento de carbono necessário para prevenir o aumento do aquecimento global em cerca de 1,5°C.

A Mata Atlântica é caracterizada como uma das regiões mais megadiversas do mundo e com altas taxas de endemismo (Myers *et al.*, 2000). Sendo, portanto, um dos biomas prioritários para conservação (Mittermeier *et al.*, 1999). No entanto, esta região possui uma alta vulnerabilidade devido às atividades antrópicas e mudanças climáticas (Béllard *et al.*, 2014). O limite do bioma Mata Atlântica representa cerca de 13% do território brasileiro (IBGE, 2019). No entanto, apenas cerca de 26% de sua área florestal original permanece conservada (MAPBIOMAS 2023). Atualmente, o bioma continua sofrendo fragmentação diminuindo as áreas núcleo e aumentando os pequenos fragmentos isolados (Broggio *et al.*, 2024), entre 1985 e 2020 as emissões de CO₂ por desmatamento e efeito de borda (1.628 Tg CO₂) superaram as remoções por regeneração (1.345 Tg CO₂) (Broggio *et al.*, 2024). Isso pode ser atribuído principalmente a atividades antrópicas (e.g. agropecuária, silvicultura, urbanização, extração de madeira) e tem afetado as funções ecossistêmicas (e.g. produtividade, ciclagem de nutrientes, polinização e regulação hídrica) deste bioma (Aronson; Durigan; Brancalion; 2011); assim como seus serviços ecossistêmicos (e.g. produção agrícola, produção de madeira, contenção de erosão, recarga de aquíferos) (Overbeck *et al.*, 2016).

Para o estado do Rio de Janeiro restam 18,7% da floresta original (Hirota *et al.*, 2019). A paisagem florestal está organizada em um mosaico disjunto, com fragmentos isolados e em sua maioria com tamanho pequeno (> 250 ha) e normalmente impactados por distúrbios antrópicos (Ribeiro *et al.*, 2009). Porém, podemos destacar que mesmo os pequenos fragmentos florestais são importantes para a manutenção da biodiversidade da Mata Atlântica, conforme destacado por Carvalho *et al.*, (2008) em estudo realizado na APA do Rio São João.

Na Região da bacia do Rio São João, o cenário é semelhante ao observado, em geral, para o Estado do Rio de Janeiro. Esta região apresentava uma cobertura florestal de Mata Atlântica contínua, no entanto a partir da década de 50 as atividades antrópicas se intensificaram, principalmente as relacionadas com agricultura (café, laranja), pecuária e obras de drenagem de rios. Estas atividades causaram alterações profundas da paisagem, com a vegetação nativa sendo fragmentada e seus remanescentes florestais em sua maioria inferiores a 50 ha e localizados em propriedades particulares (Procópio-Oliveira *et al.*, 2008). Nesta região, foram estabelecidas importantes unidades de conservação tais como a REBIO União, REBIO Poço das Antas e diversas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNS) (Rambaldi *et al.*, 2003); além da criação de uma área de proteção ambiental (APA) denominada por APA da Bacia do Rio São João. Entretanto, os fragmentos florestais da APA do Rio São João/Mico Leão Dourado encontram-se ainda sob efeito de pressões antrópicas (queimadas, caça, extração de madeira, entre outros impactos) (Carvalho *et al.*, 2016).

Diante deste cenário, ações de conservação e manejo são importantes e fundamentais para a manutenção desses remanescentes, sendo ações de restauração das áreas degradadas uma das importantes atividades a serem realizadas na região (Procópio-Oliveira *et al.*, 2008). Um importante ator na conservação e manejo de áreas florestais na região é a Associação Mico Leão Dourado (AMLD) que atua na preservação do mico leão dourado (*Leontopithecus rosalia*), espécie endêmica da região e ameaçada de extinção (Kierulff *et al.*, 2012). A situação crítica de fragmentação da Mata Atlântica na região fez com que a AMLD desenvolvesse projetos de restauração florestal visando a conexão de remanescentes florestais e desta forma a aplicação do habitat disponível para o mico-leão-dourado (AMLD).

1.2. Restauração Ecológica

A restauração ecológica é definida como o processo de auxiliar na recuperação de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído (SER, 2004). Esse processo visa reestabelecer a estrutura e as propriedades funcionais da paisagem (Andel; Aronson, 2012; Galatowitsch, 2012; Lamb; Stanturf; Madsen, 2012; Clewell & Aronson, 2013). Um novo conceito de restauração ecológica foi proposto por Martin (2017), que a define como o processo de auxiliar na recuperação de um ecossistema degradado, danificado e destruído, a fim de refletir valores considerados inerentes ao ecossistema e fornecer bens e serviços valorizados pelas pessoas. Assim, os projetos de restauração têm como objetivo geral o reestabelecimento dos serviços ecossistêmicos.

Alguns compromissos globais buscam a restauração da paisagem. Algumas instituições, como The Global Partnership on Forest and Landscape Restoration (GPFLR), WWF, atuam na restauração de florestas em todo o mundo, enquanto outras instituições atuam na América Latina e no Caribe (Initiative 20 × 20), Brasil (Pacto Brasileiro pela Restauração da Mata Atlântica, The Nature Conservancy Brasil (TNC), SOS Mata Atlântica, World Resources Institute Brasil (WRI), Amazon Restoration Program), e África (the African Forest Landscape Restoration Initiative) (Bonn Challenge 2023; GPFLR 2023; Initiative 20x20 2023; PACTO 2023; AFR100 2023).

No Brasil, a regulamentação desses projetos é desenvolvida por algumas políticas públicas que viabilizam a proteção da vegetação nativa (Brasil, 2012 - Lei nº 12.651 – 25 de maio de 2012) e uma política nacional para recuperação da vegetação nativa (Brasil, 2017 - PROVEG/nº8.972 – 23 de janeiro de 2017), que tem como objetivo articular as ações de recuperação de 12 milhões de hectares até 2030, com foco em áreas de preservação permanente (APP), reserva legal (RL) e áreas degradadas de baixa produtividade. Neste sentido, o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica assumiu o compromisso de restaurar 1 milhão de hectares de Mata Atlântica. Além desses, existem iniciativas das organizações Rede e Sociedade Brasileira de Restauração (REBRE/ SOBRE) (Isernhagen, *et.al*, 2017), Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), Fundação SOS Mata Atlântica (SOSMA); The Nature Conservancy (TNC), União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), World Resources Institute (WRI Brasil).

No entanto, na prática, a restauração é complexa, demorada, tem custo elevado e é limitada (Chazdon & Guariguata 2016; Crouzeilles *et al.*, 2016; FAO & UNCCD, 2015; Banks-Leite *et al.*, 2014; Brancalion *et al.*, 2012). O sucesso da restauração florestal, em geral, está relacionado ao tempo da restauração, tipo de perturbação e ao contexto da paisagem (Crouzeilles *et al.*, 2016). Portanto, ainda existem várias lacunas nos estudos de restauração, algumas delas relacionadas por exemplo na falta de informações sobre indicadores de qualidade do solo. Entre eles, podemos destacar fatores edáficos importantes, como textura do solo, teor de matéria orgânica, macronutrientes (e.g. carbono, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio), necromassa vegetal e características da macro e microbiota do solo (Mendes *et al.*, 2019). Além disso, há a necessidade da inclusão de análise de outras formas de vida, avaliação de métricas da paisagem (Guerra *et al.*, 2020), sensoriamento remoto (Phinn *et al.*, 1996, Clewell & Rieger 1997) e cronossequências (Chazdon *et al.*, 2007; Letcher; Chazdon *et al.*, 2009; Lebrija-Trejos *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2010).

A Mata Atlântica é um dos biomas brasileiros com maior número de estudos de restauração ecológica, fruto do grande número de ações de recuperação de áreas degradadas e do maior número de instituições de pesquisas e apoio financeiro quando comparado com os demais biomas brasileiros (Guerra *et al.*, 2020). As avaliações de um projeto de restauração, em geral, são realizadas através da apreciação pontual de indicadores, como variáveis ambientais e bióticas (Maron *et al.*, 2012). Entretanto, somente a partir de um monitoramento de longo prazo podemos inferir se esse projeto alcançou os objetivos definidos no planejamento (Brancalion *et al.*, 2012). De forma geral, essa avaliação ocorre através da composição, estrutura e dinâmica da comunidade vegetal (Siqueira, 2002; Souza & Batista, 2004). Assim, um ecossistema pode ser considerado restaurado quando apresenta espécies nativas características, grupos funcionais diversos, ambiente físico adequado, funções ecossistêmicas estabelecidas, integração com a matriz ecológica, redução de ameaças potenciais e ecossistema resiliente e autossustentável (Overbeck *et al.*, 2016).

O histórico de perturbações tem uma forte implicação no processo de sucessão florestal e conseqüentemente na restauração. Portanto, cada local poderá ter técnica específicas para cada situação de degradação. Além disso, existem diferentes metodologias para efetuar uma restauração ambiental, como condução da regeneração natural, plantio de mudas, recuperação com espécies pioneiras,

formação de ilhas de diversidade (nucleação), modelo sucessional com plantio em linhas alternadas ou em módulos, indução da chuva de sementes, plantio inicial de mudas e posterior semeio, plantio de estacas diretamente no campo, semeadura direta, semeadura aérea, hidrossemeadura, plantio adensado e sistemas agroflorestais (Almeida, 2016).

Uma abordagem ampla em restauração demonstra que a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos podem ser afetados pela idade da floresta, método de restauração e histórico de uso da terra (Lu *et al.*, 2019; Kollmann *et al.*, 2016). Algumas técnicas, como o plantio de mudas, podem acelerar o processo de sucessão em áreas de pastagens abandonadas (Leitão, F.H.M; Marques, M.C.M & Ceccon, E., 2010). No entanto, a utilização de técnicas de regeneração natural pode retardar o processo da sucessão em áreas com cicatrizes de incêndio (Santos *et al.*, 2019), além de haver maior prevalência de espécies herbáceas e subarborescentes (Martins *et al.*, 2002).

A cobertura florestal na APA da Bacia do Rio São João enfrenta intensa pressão antrópica, especialmente nas áreas de floresta de baixada situadas ao longo das margens dos cursos d'água, conhecidas como mata ciliares ou floresta de galeria. Esse tipo de floresta é caracterizado por uma alta variação na estrutura, composição e distribuição espacial de sua comunidade vegetal (Lima; Zakia, 2000), além de abrigar espécies adaptadas, que apresentam resistência ou tolerância à inundação (Arizpe *et al.*, 2008). Essas áreas estão classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) pela legislação, sujeitas às diretrizes específicas do Novo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012 - Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012), que visa à preservação do ecossistema e à estabilidade dos recursos hídricos.

1.3. Ações de Restauração Ecológica na Apa do Rio São João/Mico-Leão-Dourado

Os remanescentes florestais da APA Rio São João/Mico leão-dourado estão distribuídos em diferentes estágios de sucessão secundária. Segundo Carvalho *et al.* (2005), a maioria desses fragmentos está em estágios iniciais ou intermediários de sucessão e possui área inferior a 50 ha. Portanto, esses remanescentes apresentam variações nos aspectos estruturais e florísticos (Carvalho *et al.*, 2005, 2006). Além disso, eles possuem um estrato regenerante constituído principalmente de espécies zoocóricas, com predomínio de espécies secundárias tardias, e as diferenças

observadas parecem estar associadas à heterogeneidade ambiental e a fatores de distúrbios antrópicos (Cansi, 2007).

O conhecimento da comunidade vegetal da região tem auxiliado no desenvolvimento de pesquisas de restauração. Uma dos projetos de restauração desenvolvidas na região foi o plantio de mudas realizado na Reserva Biológica Poço das Antas. Um estudo que avaliou a ocorrência de regeneração natural nestes plantios demonstrou que as diferenças observadas estavam relacionadas às espécies plantadas, à densidade das mudas e às condições dos locais (Sansevero *et al.*, 2011). As características do histórico do uso do solo demonstraram ser importantes no desenvolvimento da regeneração natural; conseqüentemente, as áreas com restrições edáficas apresentam baixos valores de riqueza de espécies, biomassa acima do solo e área foliar (Sansevero *et al.*, 2017).

Outros projetos de restauração florestal têm sido realizados pela AMLD na bacia do Rio São João desde 1997, e até o momento foi restaurada uma área de 415 ha, distribuída em 25 corredores florestais, interligando aproximadamente 45 fragmentos isolados, com metodologias distintas (e.g. plantio total, enriquecimento, regeneração natural), dependendo das características de cada área e do objetivo da restauração. Alguns resultados de pesquisas nestas áreas da AMLD demonstram que o estabelecimento da comunidade arbórea em alguns dos corredores vem apresentando um bom desenvolvimento, com alta taxa de sobrevivência das mudas e presença de regeneração natural (Faitanin, 2012). No entanto, em áreas sujeitas ao alagamento, foi observada alta taxa de mortalidade das mudas e baixa regeneração natural (Reis, 2012). Situação que se agrava quando, além do alagamento, as áreas apresentam gramíneas e/ou sofrem pastoreio (Cruz, 2012). Entretanto, ainda são poucas as pesquisas dentro dessas áreas em restauração.

Diante do exposto, a necessidade de pesquisas que avaliem e monitorem os projetos de restauração da AMLD em áreas de Mata Atlântica. Destaca-se que as áreas em restauração da AMLD na região da APA do Rio São João/Mico-leão-dourado apresentam idades distintas e se mostram como importante laboratório de campo para o entendimento da eficácia de iniciativas de restauração para o restabelecimento da comunidade arbórea local. Estas áreas permitem uma avaliação em cronosequência do processo de restauração local. Desta forma, foi estabelecida uma parceria entre o

LCA/UENF com a AMLD visando o estabelecimento de projetos de pesquisas nestas áreas, e a proposta aqui apresentada está inserida nessa iniciativa.

A restauração ecológica é uma das estratégias no reestabelecimento dos serviços ecossistêmicos, tais como ciclagem do carbono e a regulação do clima. Os projetos de restauração na bacia do Rio São João têm demonstrado avanços significativos, como o aumento da conectividade da paisagem florestal, o restabelecimento da comunidade arbórea e a manutenção da fauna associada. Diante do cenário de mudanças climáticas, se faz necessário quantificar a eficiência dos plantios. Essa pesquisa atende ao objetivo 15 (vida terrestre) do plano de desenvolvimento sustentável proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU): "Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e a perda de biodiversidade" (ONU, 2015).

1.4. Atributos Funcionais na Restauração

A restauração de áreas degradadas representa um dos desafios mais significativos enfrentados pelos gestores ambientais, dada a sua complexidade, que envolve uma ampla gama de fatores bióticos e abióticos interligados (Hobbs & Harris, 2001; Laughlin, 2014). Nesse contexto, a seleção das espécies utilizadas nos plantios de restauração florestal deve considerar não apenas as condições ambientais locais, mas também os processos de sucessão ecológica. A inclusão de atributos funcionais como critério para a escolha das espécies em projetos de restauração tem despertado interesse entre os pesquisadores, uma vez que tais características podem fornecer insights sobre os fatores que influenciam o processo de sucessão ecológica (Sandel *et al.*, 2011; Asanok *et al.*, 2013). Além disso, os atributos funcionais, que englobam características mensuráveis das plantas (como crescimento, desenvolvimento e reprodução) e do ambiente, estão diretamente relacionados ao desempenho das plantas e à forma como elas utilizam os recursos disponíveis, o que pode influenciar suas respostas às condições ambientais locais (Lavorel & Garnier 2002).

A fragmentação das florestas tropicais resulta na perda de habitats e no isolamento dos remanescentes florestais, causando impactos negativos significativos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos providos pelas florestas (Magnago *et al.*, 2015; Scheffer *et al.*, 2001). Nesse contexto, os processos ecossistêmicos surgem como indicadores importantes no monitoramento da restauração ecológica, uma vez

que permitem a associação entre as variáveis medidas a nível de organismo para compreender a dinâmica da comunidade e seus serviços de suporte, provisionamento, regulação, apoio e cultural. A velocidade com que esses processos ocorrem em áreas em processo de restauração pode indicar o ritmo de recuperação do ecossistema. No entanto, ainda há lacunas no conhecimento científico sobre a relação entre os atributos funcionais das plantas e os processos ecossistêmicos, especialmente em áreas de restauração florestal em florestas tropicais, onde são escassos os estudos que investigam essa interação (Pan *et al.*, 2021, Carlucci *et al.*, 2020, Mendes *et al.*, 2019).

1.5. Justificativa

A região da APA do Rio São João, situada no estado do Rio de Janeiro, apresenta um cenário de intensa fragmentação florestal e perda de biodiversidade devido as atividades antrópicas. Nesse contexto, os corredores ecológicos surgem como importantes estratégias para a conectividade entre os remanescentes florestais e a conservação da fauna e flora locais, especialmente para espécies ameaçadas, como o mico-leão-dourado.

Apesar dos esforços de restauração empreendidos pela Associação Mico Leão Dourado (AMLD) e outras entidades, ainda há lacunas de conhecimento sobre o desempenho das espécies nas comunidades vegetais nos corredores ecológicos. Portanto, esta pesquisa se justifica pela necessidade de avaliar a eficácia das ações de restauração na região, subsidiando práticas com foco na regeneração natural das áreas de plantio, de forma a contribuir para o conhecimento e manejo mais eficientes.

Ao focar nos aspectos florísticos e fitossociológicos, pretende-se entender como a composição e estrutura da comunidade vegetal variam em resposta aos diferentes tempos de plantio. Dessa forma, os resultados desta pesquisa poderão fornecer subsídios para o aprimoramento das práticas de restauração ecológica na APA do Rio São João e em outras áreas de Mata Atlântica, contribuindo para a conservação da biodiversidade e o manejo sustentável dos ecossistemas terrestres, conforme preconizado pelos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

1.6. Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o desenvolvimento da comunidade arbustiva-arbórea das áreas em restauração de Floresta Ombrófila Densa de Baixada implantadas pela AMLD na região da APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-dourado.

1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.S. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica** [online].3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, p. 100-137. 2016.

AMLD – Associação Mico Leão Dourado. Disponível em: <<https://www.micoleao.org.br/>> Acesso em: 20 mar. 2020.

ANDEL, J.V.; ARONSON, J. Getting started. In: ANDEL, J.V.; ARONSON, J. (Ed.). **Restoration ecology: the new frontier**. Chichester: WileyBlackwell. p.3-8.2012.

ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e a prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n. 44, p. 1-38, 2011.

ARAÚJO, F.C; SANTOS, R.M; COELHO, P.A . O papel do distúrbio na regeneração natural dos ecossistemas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, 2016.

ARIZPE, D.; MENDES, A.; RABAÇA, J.E. (Eds.). *Sustainable Riparian Zones: a Management Guide*. Generalitat Valenciana, 2008.

ASANOK, L. *et al.* Relationships between functional traits and the ability of forest tree species to reestablish in secondary forest and enrichment plantations in the uplands of northern Thailand. **Forest ecology and management**, v. 296, p. 9-23, 2013.

BANKS-LEITE, C., PARDINI, R., TAMBOSI, L. R. et al. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. **Science**, v. 345, n. 6200, p. 1041-1045, 2014.

BASTIAN, O. The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. **Ecological Indicators**. v. 24, p. 12-22. 2013.

BELLARD, C; LECLERC, C; LEROY, B. *et al.* Vulnerability of biodiversity hotspots to global change. **Global Ecology and Biogeography**, v.23, n.12, p.1376-1386, 2014.

BRASIL. **Lei nº8.972**, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/decreto/D8972.htm > Acesso em: 08 de Abril 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Instituiu o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm.> Acesso em: 20 de maio 2020.

BRANCALION, P.H; GARCIA, L.C.; LOYOLA, R. *et al.* Uma análise crítica da Lei de Proteção à Vegetação Nativa (2012), que substitui o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2016.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G., RODRIGUES, R. R. *et al.* (2012) Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins, S.V. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados, v. 1, Viçosa: UFV, p. 262-293. 2012.

BRANCALION, P.H, VIANI, R.A, STRASSBURG, B.B *et al.* Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyva**, v. 63, n. 239, p. 41-50, 2012.

BREARLEY, F. Q.; PRAJADINATA, S.; KIDD, P. S.; PROCTOR, J.; SURIANTATA, J. P. Structure and floristic of an old secondary rain forest in Central Kalimantan, Indonesia, and a comparison with adjacent primary forest. **Forest Ecology and Management**, v. 195, n. 3, p. 385-397, 2004.

BROGGIO, I. S. *et al.* Quantifying Landscape Fragmentation and Forest Carbon dynamics over 35 years in the Brazilian Atlantic Forest. **Environmental Research Letters**, 2024.

BROWN, S; LUGO, A.E., Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p.132. 1990.

CANSI, M. M. F. A. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica na APA da bacia do rio São João, RJ**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Campos do Jordão. p.216-221.1990.

CARVALHO, F.A, BRAGA, J.M.A, & NASCIMENTO, M.T. Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de Floresta Atlântica Ombrófila Submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** , 60 , 695-710. 2009.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. DE. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 929–940, 2008.

CARVALHO, F.A; NASCIMENTO, M.T.; BRAGA, J.M.A Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, n. 20, p. 727-740, 2006.

CARVALHO, F. A. **Efeitos da Fragmentação Florestal na Florística e Estrutura da Mata Atlântica Submontana Da Região De Imbaú, Município De Silva Jardim, RJ.** 2005. 124 p. Tese (Doutorado Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

CHAZDON, R. L., & GUARIGUATA, M. R. (2016). Natural regeneration as a tool for large- scale forest restoration in the tropics: Prospects and challenges. **Biotropica**, v.48, p.716–730. 2016.

CHAZDON, R. L. Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento. São Paulo: Oficina de Texto. 2016.

CHAZDON, R. L.; LETCHER, S. G.; VAN BREUGEL, M.; MARTINEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F.; FINEGAN, B. Rates of change in tree communities of secondary neotropical forests following major disturbances. **Philos. Trans. R. Soc.**, v.326, p.273-289, 2007.

CLEWELL, A.F.; ARONSON, J. **Ecological restoration**: principles, values and structure of an emerging profession. Washington: Island Press. 303p. 2013.

CLEWELL, A.; RIEGER, J.P. What practitioners need from restoration ecologists. *Restoration Ecology*, v.5, n.4, p.350-354, 1997.

COSTA, M. B.; MENEZES, L.F. T.; NASCIMENTO, M.T. Regeneração pós-incêndio em fragmentos de floresta tropical sazonalmente seca no sudeste do Brasil. **Academia Brasileira Ciência**. Rio de Janeiro, v. 89, n. 4, p. 2687-2695, 2017.

CROUZEILLES, R.; BEYER, H. L.; MONTEIRO, L. M.; FELTRAN-BARBIERI, R.; PESSÔA, A. C. M.; BARROS, F. S. M.; LINDENMAYER, D. B.; LINO, E. D. S. M.; GRELE, C. E. V.; CHAZDON, R. L.; MATSUMOTO, M.; ROSA, M.; LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B.B. N. Achieving cost-effective landscape-scale forest restoration through targeted natural regeneration. **Conservation Letters**, 2020.

CROUZEILLES, R., CURRAN, M., FERREIRA, M. S. *et al.* A global meta-analysis on the ecological drivers of forest restoration success. **Nature communications**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2016.

CRUZ, M.F. **Avaliação do estabelecimento de mudas e da regeneração natural em um corredor ecológico na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ**. 2012. 1-50p. Monografia (Curso de Bacharelado Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro 2012.

DENSLOW, J.S. 1991. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. **Biotropica**, v.23, n.3, p.225-234. 1991.

DENT, D. H.; DeWALT, S. J.; DENSLOW, J. S. Secondary forests of central Panama increase in similarity to old-growth forest over time in shade tolerance but not species composition. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, p. 530-542, 2012.

DEWALT, S. J.; MALIAKALA, S. K., DENSLOW, J. S. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. **Forest Ecology and Management**, v. 182, n. 1-3, p. 139-151, 2003.

FAITANIN, M.A. **ANÁLISE DA RESTAURAÇÃO VEGETAL EM UM CORREDOR FLORESTAL IMPLANTADO NA APA DO RIO SÃO JOÃO – FAZENDA DOURADA, CASIMIRO DE ABREU – RJ.** 2012. 1-46 p. Monografia (Curso de Bacharelado Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

FAO, UNCCD GMot. **Sustainable financing for forest and landscape restoration: Opportunities, challenges and the way forward.** Discussion Paper, 2015.

FENNER, M. Seedlings. **The New Phytologist**, v.106 (Supplement), p 35-47.1987.

GALATOWITSCH, Susan M. **Restauração ecológica**. Sunderland: Sinauer associates, 2012.

GARWOOD, N.C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO and Parthenon Publishing Group. p.59-129.1996.

GIBSON, L.; LEE, T. M.; KOH, L.P. *et al.* Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 378-381, 2011.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG. R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, n. 1, p. 185-206, 2001.

GUERRA, A.; REIS, L. K., BORGES, F. L. G *et al.* Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. **Forest Ecology and Management**, v. 458, p. 117802, 2020.

HARPER, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.

HIROTA, M. M. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: relatório técnico: período 2017–2018. **São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica**, 2019.

HOBBS, Richard J.; HARRIS, James A. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. **Restoration ecology**, v. 9, n. 2, p. 239-246, 2001.

HOLL, K. D., M. E. LOIK, E. H. LIN, AND I. A. SAMUELS. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology** v.8, p.339–349. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, CDRN; AMBIENTAIS, Estudos. Biomas e Sistema Costeiro-Marinheiro do Brasil. **Série Relatórios Metodológicos**, v. 45, 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. SUMMARY FOR POLICYMAKERS. In: Global warming of 1.5°C. In: MASSON-DELMOTTE, V. P.; ZHAI, H.O.; PÖRTNER. 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>> Acesso em: 20 mar. 2020.

ISERNHAGEN, I; MORAES, L.F; ENGEL, V. L. The rise of the Brazilian Network for Ecological Restoration (REBRE): what Brazilian restorationists have learned from networking. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 2, p. 172-177, 2017.

IUCN, Bonn Challenge; www.bonnchallenge.org (2016).

KARIUKI, M.; KOOYMAN, R. M.; SMITH, R. G. B.; WARDELL-JOHNSON, G.; VANCLAY, J. K. Regeneration changes in tree species abundance, diversity and structure in logged and unlogged subtropical rainforest over a 36-year period. **Forest Ecology and Management**, v. 236, n. 2-3, p.162-176, 2006.

KIERULFF, M.C.M.; RUIZ-MIRANDA, C.R.; PROCOPIO DE OLIVEIRA, P.; BECK, B.B.; DIETZ, J.M., RAMBALDI, D.M.; BAKER, A.J. The Golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: a conservation success story. **International Zoo Yearbook**, v. 46, n. 1, p. 36-45, 2012.

KOLLMANN, J.; MEYER, S. T.; BATEMAN, R *et al.* Integrating ecosystem functions into restoration ecology-recent advances and future directions. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 6, p. 722-730, 2016.

LAMB, D.; STANTURF, J.; MADSEN, P. What Is Forest Landscape Restoration? In: STANTURF, J.; LAMB, D.; MADSEN, P. (Ed.). **Forest Landscape Restoration - Integrating Natural and Social Sciences**. Dordrecht: Springer. p. 3–24.2012.

LAUGHLIN, Daniel C. Applying trait-based models to achieve functional targets for theory-driven ecological restoration. **Ecology letters**, v. 17, n. 7, p. 771-784, 2014.

LAURANCE, W.F. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 345-352, 2004.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L. *et al.* Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEBRIJA-TREJOS, E.; PEREZ-GARCIA, E.A.; MEAVE, J. A. *et al.* Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical system. **Ecology**, v. 91, n. 2, p. 386-398, 2010.

LETCHER, S. & CHAZDON, R.L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 608-617, 2009.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In *Matas Ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). EDUSP, São Paulo, p.33-44. 2000.

LU, D. *et al.* Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. **Forest Ecology and Management**, v. 181, n. 3, p. 301-312, 2003.

LU, W., FONT, R. A., CHENG, S., WANG, J., & KOLLMANN, J. Assessing the context and ecological effects of river restoration—A meta-analysis. **Ecological Engineering**, v. 136, p. 30-37, 2019.

MAGNAGO, L.F.S., *et al.* 2012. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para restauração florestal. In: S.V. Martins (org.).

Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Editora UFV, Viçosa, pp. 69-100.2012.

MAGNAGO, L.F.S. *et al.* Would protecting tropical forest fragments provide carbon and biodiversity cobenefits under REDD+? *Global Change Biology* v. 21, n. 9, p. 3455–3468, 2015.

MAPBIOMAS - Relatório Anual de Desmatamento 2022 -São Paulo, Brasil, 2023 - 125 pg. Online: <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio>

MARON, M.; HOBBS, R.J.; MOILANEN, J.W.; CHRISTIE, K.; GARDNER, T.A; KEITH, D.A.; LINDENMAYER, D.B.; MCALPINE, C.A. Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. **Biological Conservation**. v.155, p.141–148. 2012.

MARTIN, D. M. Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 5, p. 668-673, 2017.

MARTINS, S.V.; SARTORI, M.; RAPOSO-FILHO, F.L. *et al.* Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do Estado do Espírito Santo. Vitória: **CEDAGRO**, 2014.

MARTINS, S. V., RIBEIRO, G. A., JUNIOR, S., & NAPPO, M. E. Regeneração pós-fogo em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 11-19, 2002.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: wetlands and water synthesis. 2005.

MENDES, M. S., LATAWIEC, A. E., SANSEVERO, J. B. *et al.* Look down—there is a gap—the need to include soil data in Atlantic Forest restoration. **Restoration ecology**, v. 27, n.2, p. 361-370, 2019.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N. & MITTERMEIER, C.G. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Mexico City: CEMEX. 431p.1999.

MOREIRA, J.W; DE FREITAS RODRIGUES, Y.S. Acúmulo de biomassa de serapilheira em área de restauração florestal do Cerrado. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 19, n. 1, p. 46-50, 2021.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v.403, p. 853–858. 2000.

NASCIMENTO, M. T.; PROCTOR, J. Leaf herbivory on three tree species in a monodominant and two other terra firme forests on Maracá island, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 1, p. 27-38, 2001.

OLIVEIRA-FILHO. A. T.; CARVALHO, D. A.; VILELA, E. A.; CUR, N.; FONTE, M. A. L. Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 685-701, 2004

ONU (2015). 17 Objetivos para Transformar Nosso Mundo. Disponível em:<<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 15 de Abril de 2020.

OVERBECK; G.; ROSENFELD, M. F.; VIEIRA, M. S.; MÜLLE, S.C. 2016. Princípios e desafios da restauração ecológica em ecossistemas brasileiros. In: PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M.A (Eds), *Conhecendo a biodiversidade*. pp.141-155. Brasília, MCTI, CNPq, PPBio. 2016.

PHINN, S.R.; STOW, D.A.; ZEDLER, J.B. Monitoring wetland habitat restoration in southern California using airborne multispectral video data. **Restoration Ecology**, v.4, n.4, p.412-422, 1996.

PROCÓPIO-OLIVEIRA, P.; GRATIVOL, A. D.; RUIZ-MIRANDA, C. R. Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada. Campos dos Goytacazes, 2008.200p.: il. – (Série em Ciências Ambientais; v. 3).

RAMBALDI, D. M. *et al.* Experiências com áreas protegidas: cinco estudos de caso. In: Little, P. E. (Org). **Políticas ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências**. São Paulo: Peirópolis. Brasília, IIEB. p.193-238, 2003.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, M.P. **Estrutura e composição florística em dois corredores florestais Na APA do Rio São João, RJ após 14 anos da Implantação**. 2012. 1-38 p. Monografia (Curso de Bacharelado Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

REICH, P. B.; OLEKSYN, J.; WRIGHT, I. J. Leaf phosphorus influences the photosynthesis–nitrogen relation: a cross-biome analysis of 314 species. **Oecologia**, v. 160, p. 207-212, 2009.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

RODRIGUES, P. J. F. P. **A vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada**. 2004. 153 p. Tese (Doutorado Biociências e Biotecnologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2004.

SANDEL, B.; CORBIN, J. D.; KRUPA, M. Using plant functional traits to guide restoration: A case study in California coastal grassland. **Ecosphere**, v. 2, n. 2, p. 1-16, 2011.

SANTOS, J. F. C., GLERIANI, J. M., VELLOSO, S. G. *et al.* Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 809-821, 2019.

SANSEVERO, J.B.B *et al.* Past land-use and ecological resilience in a lowland Brazilian Atlantic Forest: implications for passive restoration. **New forests**, v. 48, n. 5, p. 573-586, 2017.

SANSEVERO, J.B.B. *et al.* Natural regeneration in plantations of native trees in lowland Brazilian Atlantic Forest: community structure, diversity, and dispersal syndromes. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 3, p. 379-389, 2011.

SCHEFFER, M. *et al.* Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**, v. 413, n. 6856, p. 591-596, 2001.

SER 2004 - *Society for Ecological Restoration (SER) International*, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da *SER International* sobre a restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*.2004.

SILVA, K.A *et al.* Estoque de serapilheira em uma floresta em processo de restauração após mineração de bauxita. **Rodriguésia**, v. 69, p. 853-861, 2018.

SIQUEIRA, L.P. Monitoramento de áreas restauradas no estado de São Paulo, Brasil. 2002. 128p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2002.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*, v.191, p.185-200, 2004.

STRASSBURG, B.B.N; IRIBARREM, A., BEYER, H. L., *et al.* Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature**, p. 1-6, 2020.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, n. 2, p. 165-176, 2002.

TAUBERT, Franziska *et al.* Global patterns of tropical forest fragmentation. **Nature**, v. 554, n. 7693, p. 519-522, 2018.

UHL, C., CLARK, K., CLARK, H. & MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. **Journal of Ecology**, v.69, n.2, p.631-649.1981.

VOLPATO, G. H.; LOPES, E. V.; ANJOS, L.; MARTINS, S. V. O papel ecológico das aves dispersoras de sementes na restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. (Ed.) *Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados*, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. p.191-211.2012.

WALKER, L. R., WARDLE, D. A., BARDGETT, R. D., & CLARKSON, B. D. The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. **Journal of Ecology**, v.98, n.4, p.725–736. 2010.

WHITMORE, T.C. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In *Rain forest regeneration and management* (A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore & M. Hadley, eds). UNESCO & Parthenon Publishing Group, Paris, p.67-89.1991.

YOUNG, K.R., EWEL, J.J. & BROWN, B.J. 1987. Seed dynamincs during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio** v.71, p.157-163. 1987.

ZIMMERMAN, J. K., PASCARELLA, J. B., & AIDE, J. M. Barriers to Forest Regeneration in an Abandoned Pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, v.8, n.4, p. 350-360. 2000

2. CAPÍTULO 2: ÁREA DE ESTUDO: APA DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO

As citações e referências bibliográficas deste capítulo seguem as normas da ABNT.

2.1. A APA do Rio São João/Mico Leão Dourado

Na década de 2000, foi estabelecida a Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado localizada nas coordenadas (22°25'S; 42°15'O), na baixada do centro-norte do Rio de Janeiro, nos municípios de Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito, abrangendo aproximadamente 150.700 hectares (Figura 1). A região da APA é composta por ecossistemas de Matas de Baixada, Matas de Morrote, Matas de Encosta, Mangues, Restingas e ambientes Lacustres (BRASIL, 2002; BRASIL -MMA/ICMBIO, 2008). Esta região destaca-se como um dos principais redutos de Unidades de Conservação (UCs) na Mata Atlântica, reconhecida tanto nacional quanto internacionalmente por suas iniciativas de estudos e ações voltadas à conservação ambiental.

A Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD), inserida na APA, desde 1992 empreende esforços direcionados à preservação da Mata Atlântica e sua rica biodiversidade, com destaque para o emblemático Mico-Leão-Dourado (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus). A AMLD não apenas realiza estudos e monitoramentos ambientais, mas também implementa programas de extensão que visam capacitar e engajar as comunidades locais como parceiras fundamentais nas ações de conservação.

2.2. Corredores ecológicos nos quais foram conduzidos os plantios empregados no presente estudo

As áreas onde foram estabelecidas esta pesquisa são locais onde a AMLD estabeleceram estratégias de restauração visando a criação de corredores ecológicos para o restabelecimento da conectividade entre os fragmentos da Região da APA Rio São João (Figura 2). Além de promover a conservação da fauna, destacando-se algumas espécies como: Mico-leão-dourado (*L. rosalia*); Preguiça de coleira (*Bradypus torquatus* Illiger); Gato-maracajá (*Leopardus pardalis mitis* Wied-Neuwied); Bagrinho (*Microcambeva barbata* Eigenmann); Borboleta-da-praia (*Parides ascanius* Cramer); Onça-parda (*Puma concolor capricornensis* Bangs) (BRASIL - (MMA/ICMBIO, 2008).

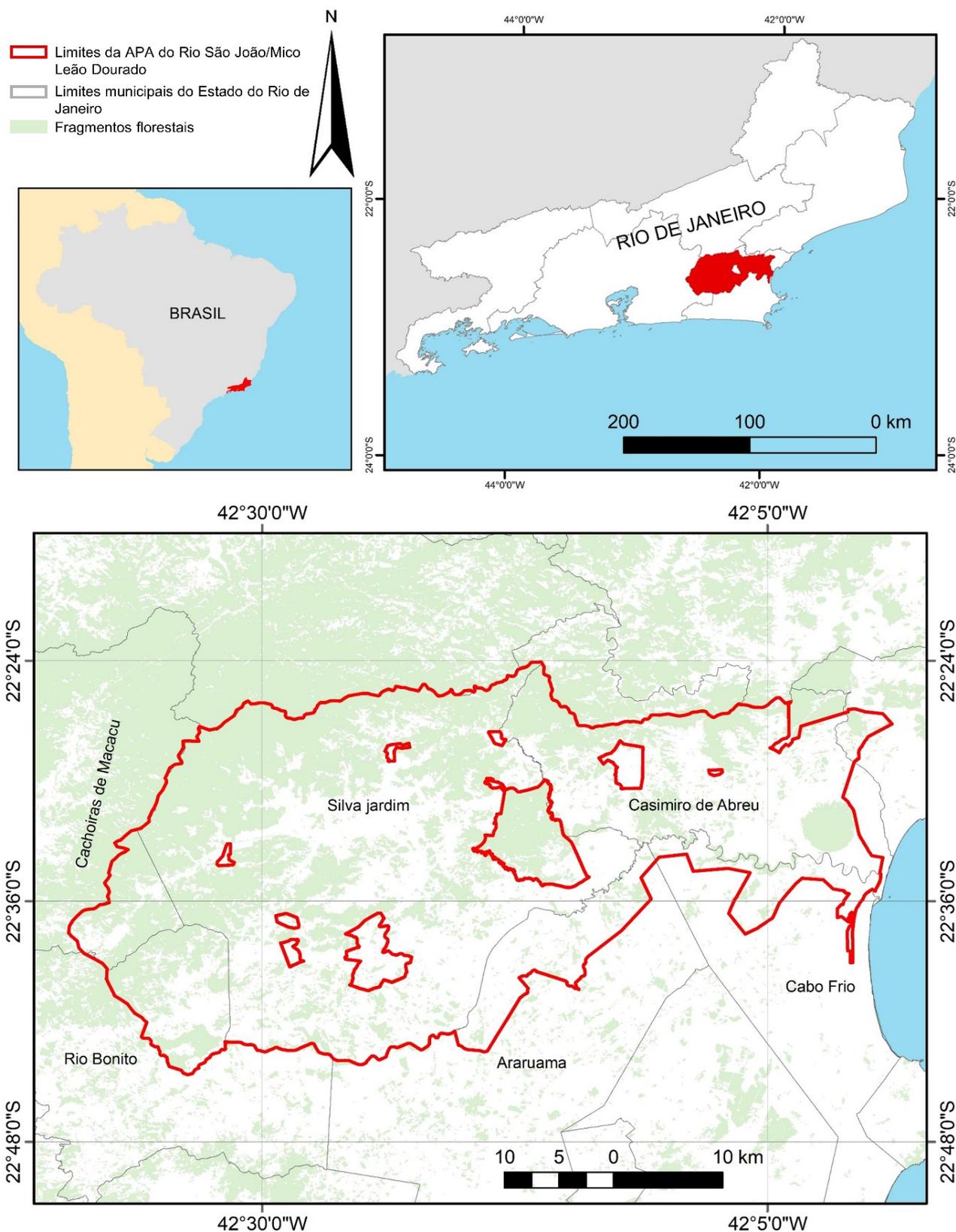


Figura 1 – Localização da APA do Rio São João/ Mico Leão Dourado entre as mesorregiões da Baixada e Metropolitana do Rio de Janeiro. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Dado de cobertura florestal utilizado: MapBiomas (2023). Fonte: Própria autora.

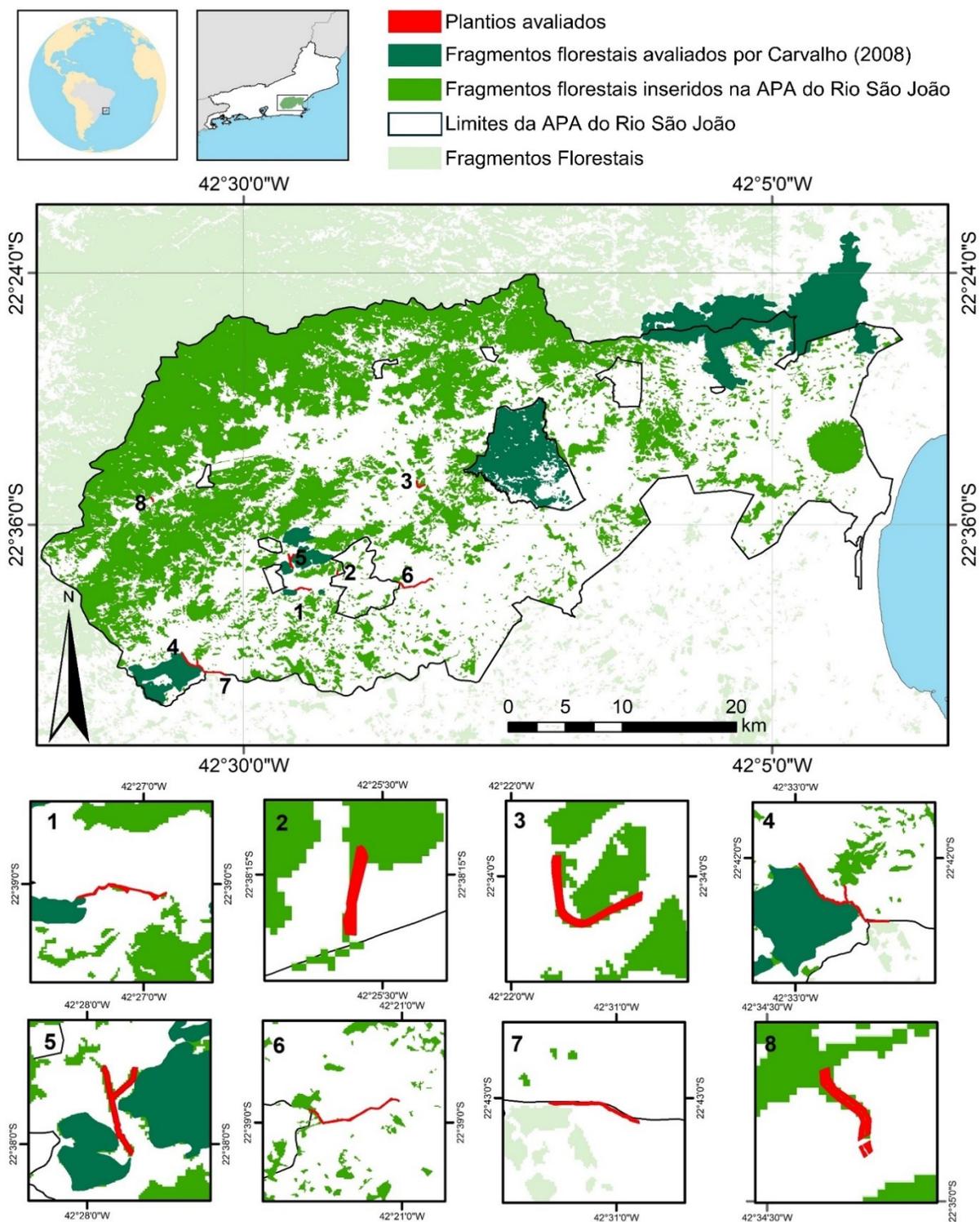


Figura 2 - Mapa com a localização dos Plantios da APA do Rio São João/Mico Leão Dourado. Os números de 1 a 8 indicam as áreas em restauração estabelecidas pela Associação Mico leão Dourado e que foram utilizadas por esse estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Dado de cobertura florestal utilizado: MapBiomias (2023). Fonte: Própria autora.

2.3. DESENHO AMOSTRAL

A amostragem neste estudo consistiu na obtenção de dados da flora arbustivo-arbórea de oito áreas em processo de restauração, as quais apresentam um tempo médio de plantio de 7 a 17 anos. Em cada área de amostragem, foram alocadas parcelas longitudinais pelo método sistemático, visando contemplar uma parte representativa da área definida (Tabela 1, Figura 3). As parcelas foram estabelecidas em cada plantio para a amostragem do estrato adulto (200 metros quadrados/0,1 hectare) e do estrato jovem (80 metros quadrados/0,04 hectare). Todos os indivíduos que alcançaram o limite estabelecido foram marcados e identificados de acordo com o sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV 2016) (Figura 3).

Essas atividades seguiram os protocolos estabelecidos pelo Pacto da Restauração da Mata Atlântica e pelo Manual de Monitoramento e Avaliação de Áreas Restauradas do Rio de Janeiro (PROTOCOLO, 2013; INEA, 2017;). Os estágios de sucessão ecológica das áreas foram estabelecidos conforme a Resolução Conama nº06 para a Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (BRASIL, 1994). Como área de referência, foram utilizadas as áreas de floresta madura da Reserva Biológica União, estudadas por Rodrigues (2004) e Carvalho (2016).

Tabela 1 – Descrição da amostragem do levantamento florístico em áreas de plantios da AMLD.

Critério	Plantio	Regeneração
Parcela	25 X 8 m	25 x 8 m
Amostragem	5 Parcelas	5 Parcelas
Critério de Inclusão	Árvore - DAP ≥ 5 CM	Adulto - DAP ≥ 5 cm - parcelas (25x 8 m) Jovem - DAP ≥1≤ 5 cm - h > 1,50 cm - Subparcelas (10 x 8)

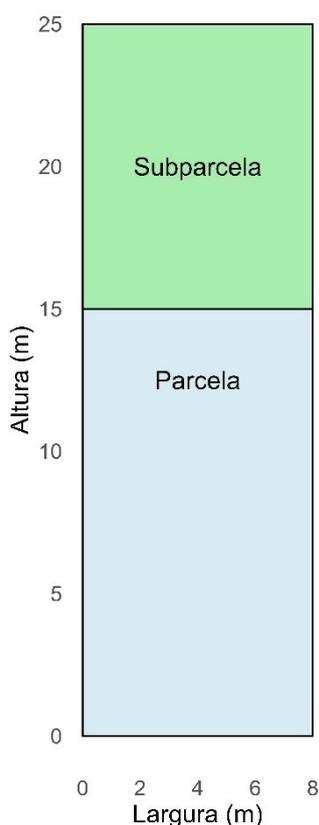


Figura 3 – Esquema representando o tamanho de parcela estabelecida nos plantios para levantamento de indivíduos arbustivos-arbóreos de adultos e jovens na APA Rio São João /Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro. Seleção de Áreas em Restauração da Associação Mico Leão Dourado (AMLD). Azul claro foi amostrada a comunidade de adultos ($DAP \geq 5\text{cm}$) em parcelas de 25 x 8m. Verde determina subparcelas (10x 8 m) de amostragem de jovens.

A seleção das áreas atendeu aos seguintes critérios: tempo de plantio, condições locais (tais como áreas de baixada próximas ao rio), informações pré-existentes, tipo de manejo, localização e espécies plantadas (ver APÊNDICE A). As áreas selecionadas foram organizadas sistematicamente, a fim de condensar uma breve descrição de suas características locais (Tabela 2). Os plantios foram descritos cronologicamente, de acordo com o ano de plantio, características gerais, coordenadas geográficas e área do plantio (Tabela 3; Figura 4)

Tabela 2 - Caracterização das áreas em restauração da Apa Rio São João, RJ. Informações obtidas através da Associação Mico Leão Dourado.

Características	Fazenda Vendaval	Fazenda Boa Esperança A	Estância São João	Fazenda Renascença	Fazenda Afetiva II	Fazenda Búfalo Branco	Fazenda Nazaré	Fazenda São João
Ano	2005	2008	2009	2010	2010	2014	2015	2015
Área	4,60	1,5	6,5	12,1	11,2	7,85	3,5	1,1
Método de Plantio	PT	PT	PT	PT	PT	PT	PT	PT
Espaçamento	3x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	3x2
Coveamento	40x40x40	30x30x30	30x30x30	30x30x30	30x30x30	40x40x40	40x40x40	40x40x40
Elevação (m)	20 m	20 m	14 m	35 m	32 m	11 m	30 m	52 m
Topografia	Baixada	Baixada	Baixada	Baixada	Baixada	Baixada	Baixada	Baixada
Riqueza Espécies plantadas	41 sps	38 sps	19 sps	33 sps	33 sps	25 sps	35 sps	37 sps
Localização	Silva Jardim (Cesário Alvim)	Silva Jardim	Silva Jardim	Rio Bonito (Distrito de Mato Alto)	Silva Jardim (Distrito de Imbaú)	Silva Jardim	Rio Bonito	Silva Jardim (Gaviões)
APP	Rio São João	Rio Bonito	Rio São João	Rio Bacaxá	Rio Imbaú e Córrego do Estreito	Rio Capivari	Rio Bacaxá	Rio São João

Tabela 3 - Descrição dos aspectos gerais dos oito plantios selecionados nos plantios da Associação Mico Leão Dourado, com sua respectiva localização, área e características observadas no campo.

Plantio	Coordenadas geográficas	Área (ha)	Características
Fazenda Vendaal	22°39'3.09"S 42°27'8.34"O	4,6	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não sofre alagamento periódico. Presença esporádica de gado no local. Plantio conecta os fragmentos Fazenda Vendaal a um remanescente com cerca de 4,5 ha. Presença de lianas finas no sub-bosque.
Fazenda Boa Esperança A	22°38'17.20"S 42°25'34.05"O	1,5	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não sofre alagamento periódico. Presença esporádica de gado no local. Plantio conecta dois fragmentos de mata preservada.
Estância São João	22°34'4.43"S 42°21'48.17"O	6,5	Área localizada as margens do rio São João. Faz fronteira com fragmento florestal particular. Sofre alagamento no período chuvoso devido a subida do leito do rio. Não apresenta a presença de gado, mas observamos vestígios de capivara e outros animais silvestres.
Fazenda Renascença	22°42'40.11"S 42°32'29.89"O	12,1	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não sofre alagamento no período chuvoso. Não observamos presença gado no plantio. O plantio faz fronteira com parte do fragmento Rio Vermelho II e se conecta ao plantio da Fazenda Nazaré.
Fazenda Afetiva II	22°37'34.56"S 42°27'48.95"O	11,2	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Plantio fica entre o: fragmento Afetiva e o fragmento Andorinhas. Não observamos presença de gado no plantio. Não sofre alagamento no período chuvoso.
Fazenda Búfalo Branco	22°38'48.76"S 42°22'32.49"O	8,71	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não sofre alagamento periódico. Presença permanente de gado no local.
Fazenda Nazaré	22°43'2.41"S 42°31'21.51"O	3,5	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não observamos presença de gado no plantio. Não sofre alagamento no período chuvoso.
Fazenda São João	22°34'48.32"S 42°34'17.72"O	1,18	Área de mata ciliar com área de pastagem como matriz circundante. Não sofre alagamento periódico. Presença esporádica de gado no local. Circundada pela serra de Gaviões, importante maciço florestal regional.

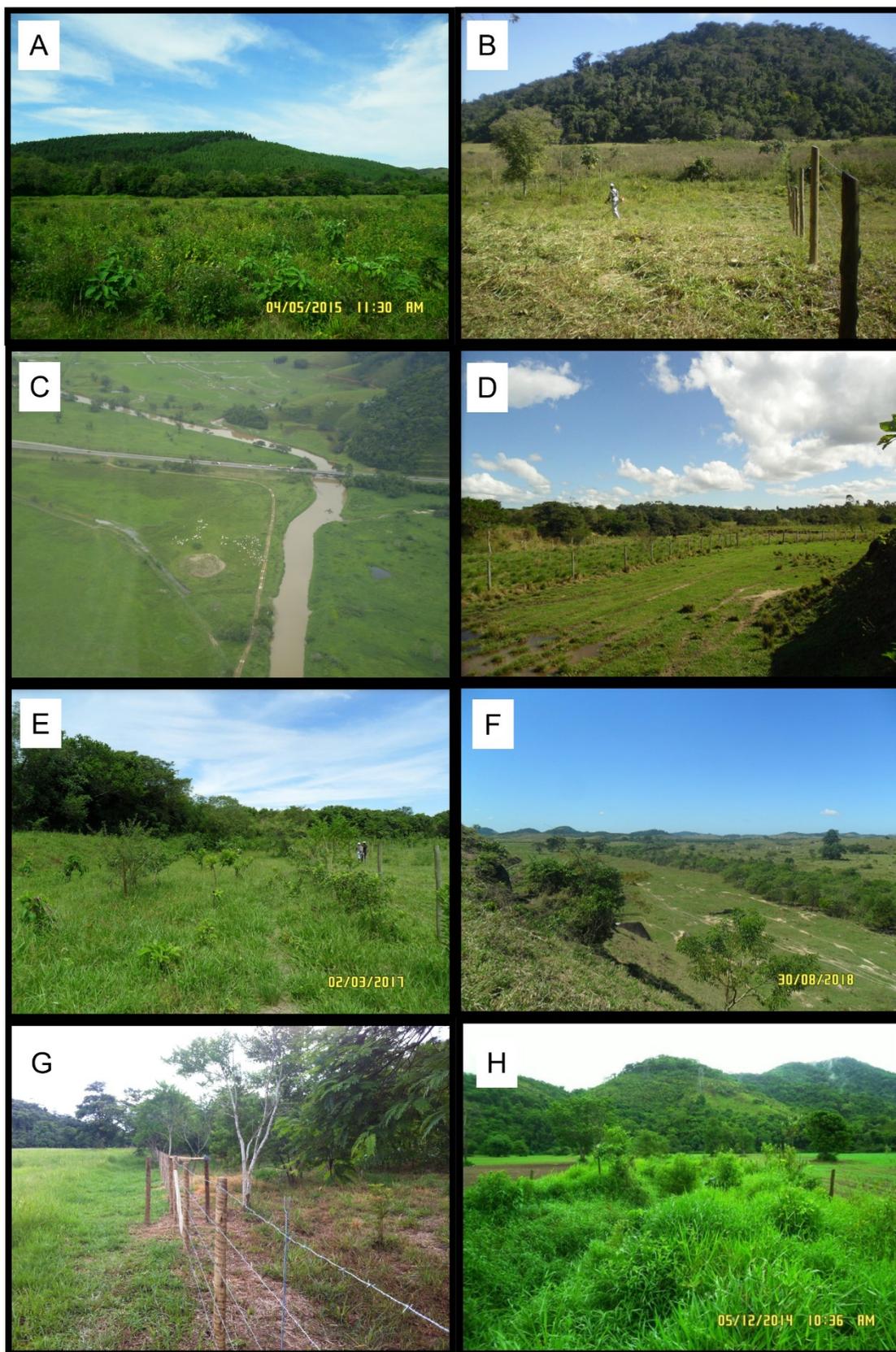


Figura 4 – Aspectos gerais dos plantios avaliados nas atividades de campo. A- Fazenda Vendaval (2005), B- Fazenda Boa Esperança (2008), C- Estância São João (2009), D- Fazenda Renascença (2010), E- Fazenda Búfalo Branco, F- Fazenda Nazaré (2015), G- Fazenda Afetiva II (2010), H- Fazenda São João (2015).

2.4. ANÁLISE TEMPORAL DA MUDANÇA DE USO E COBERTURA DO SOLO NOS PLANTIOS

Através da análise visual da mudança de uso e cobertura da terra, disponibilizada pelo projeto MapBiomias coleção 8 (MapBiomias, 2023), são compostas por 38 classes de cobertura e uso da terra. Essas foram organizadas em blocos: 1 – Floresta; 2 – Formação natural não florestal; 3 – Agropecuária; 4 – Área Não vegetada; 5 – Corpo d'água e 6 - Não observado/avaliado. Esses mapas foram utilizados para avaliar a mudança de cobertura da terra para cada um dos oito plantios analisados em três momentos distintos: (1) 10 anos antes da implementação do plantio, (2) No ano da implementação do plantio e (3) No ano de 2022 (Figuras 5 a 12).

A partir da análise cronológica das imagens, foi possível perceber o aumento da cobertura florestal nas áreas analisadas. As classes dominantes na paisagem foram pastagem, floresta e mosaico de usos. De forma geral, a classe pastagem ao longo do tempo foi sendo convertida em floresta ou em mosaico de usos agropecuários. Para essa segunda classe, vale ressaltar que o algoritmo a classifica dessa forma, considerando as áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura, podendo ser sistemas associados de agropecuária-pastagem ou culturas rotativas.

No entanto, os plantios selecionados apresentavam fragmentos florestais próximos, sendo esse um fator importante para a escolha dos locais dos plantios pela AMLD. Os plantios foram estabelecidos a fim de conectar fragmentos florestais e atuar como corredores de ligação entre os fragmentos para a fauna da região, principalmente o mico-leão-dourado.

FAZENDA VENDAVAL (VEN)

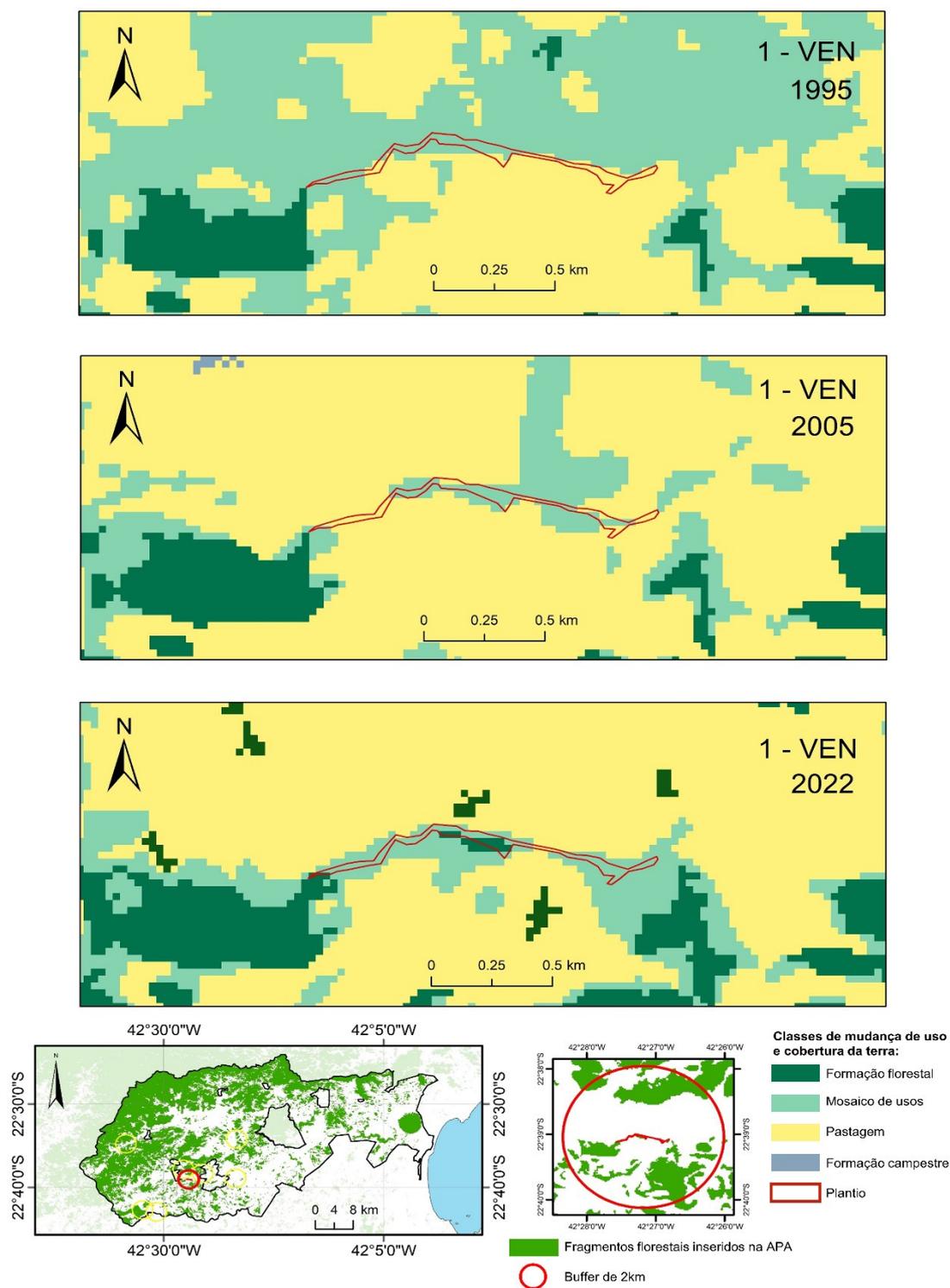


Figura 5 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda VendaVal (VEN) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mappiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA BOA ESPERANÇA (BOA)

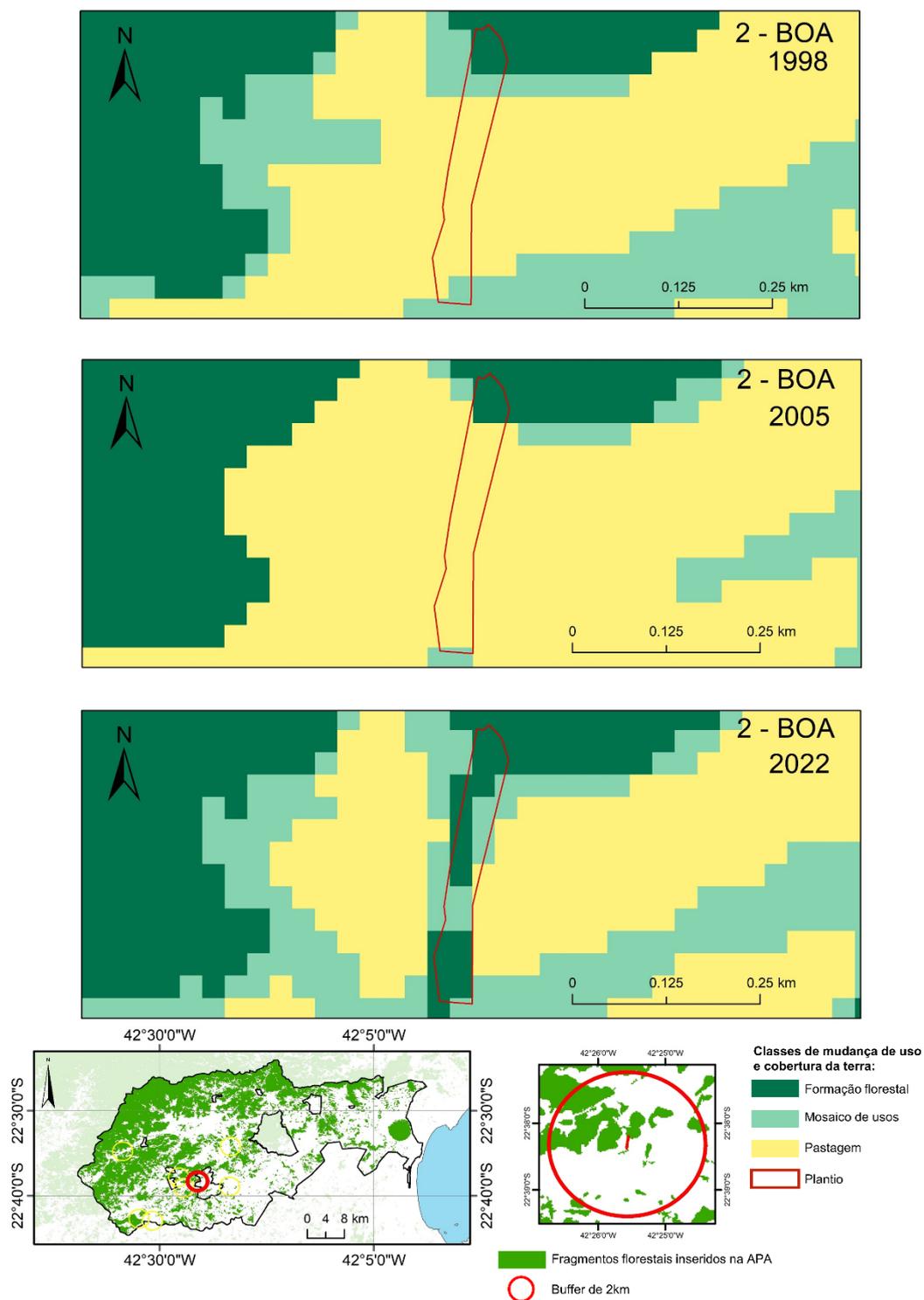


Figura 6 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Boa Esperança (BOA) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA ESTÂNCIA SÃO JOÃO (ESJ)

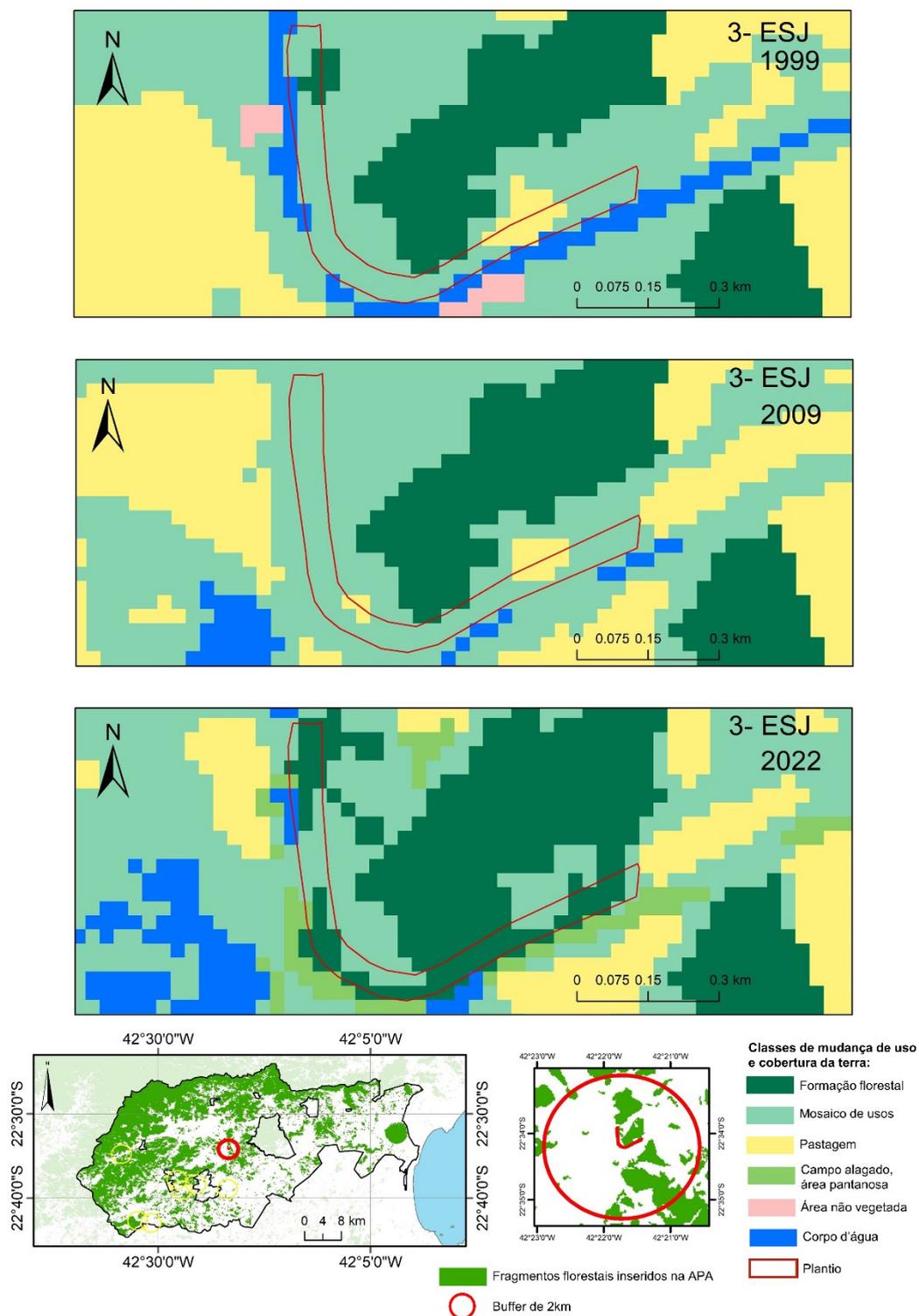


Figura 7 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Estância São João (ESJ) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA RENASCENÇA (REN)

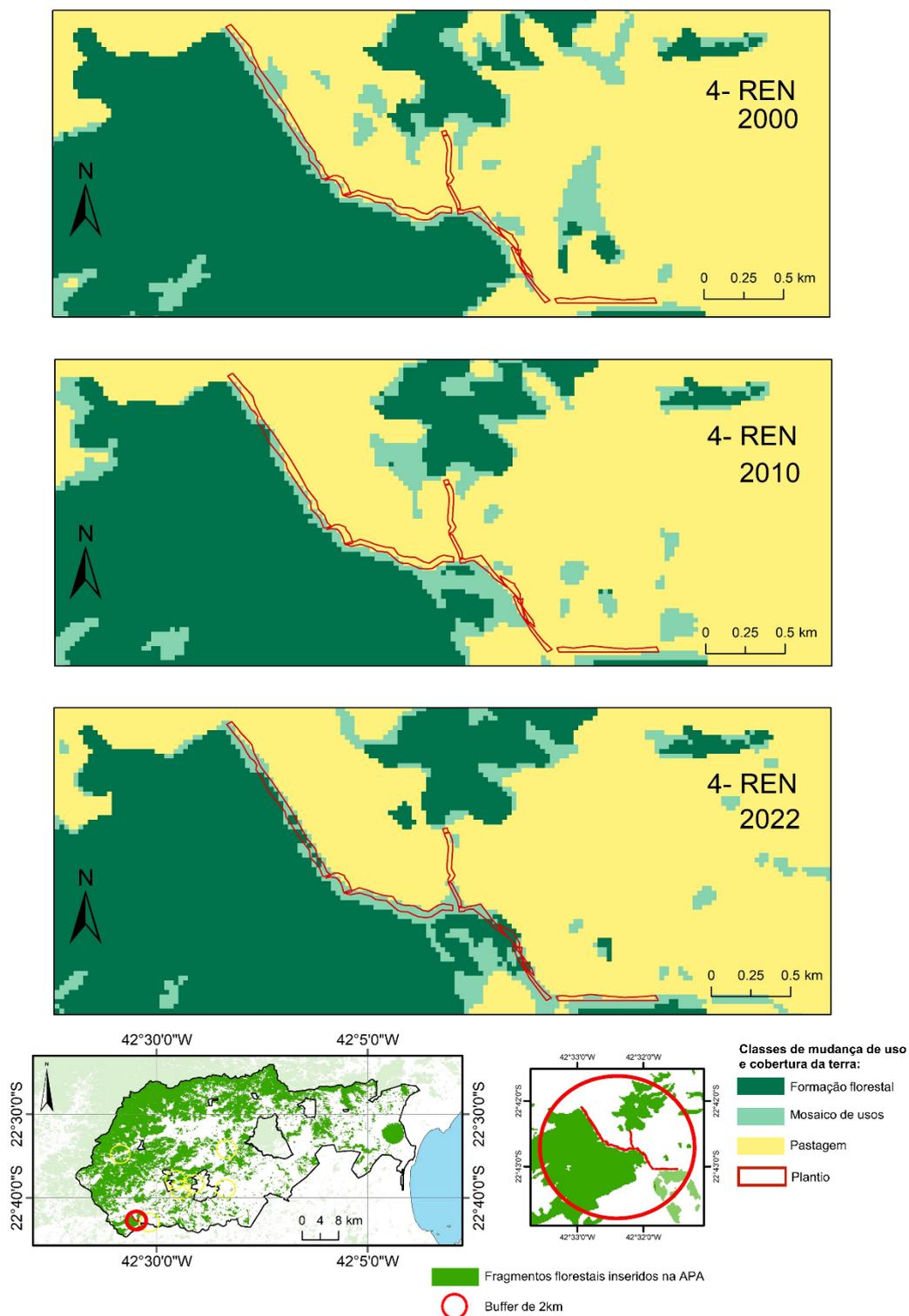


Figura 8 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Renascença (REN) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA AFETIVA (AFE)

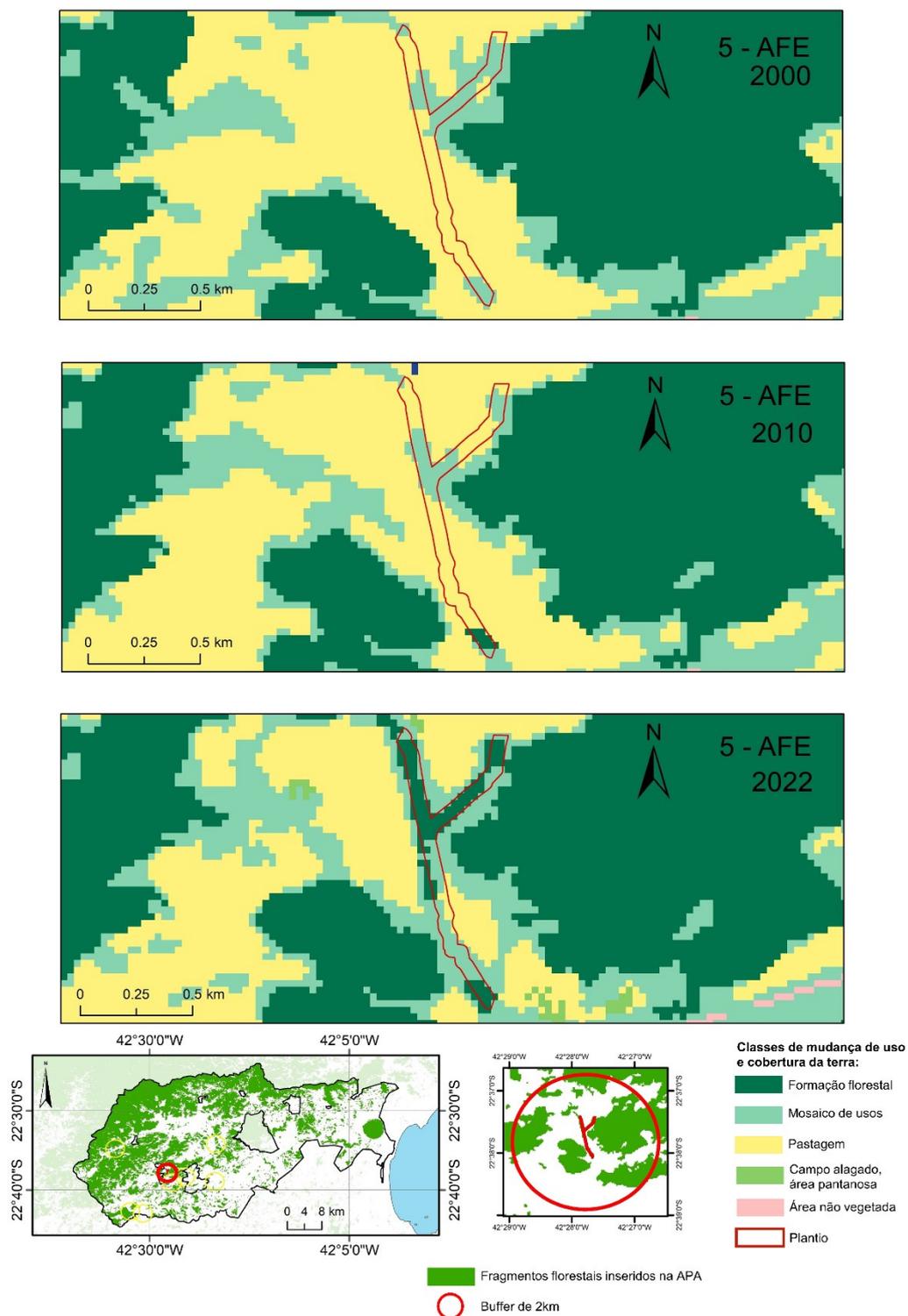


Figura 9 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Afetiva (AFE) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA BÚFALO BRANCO (BUF)

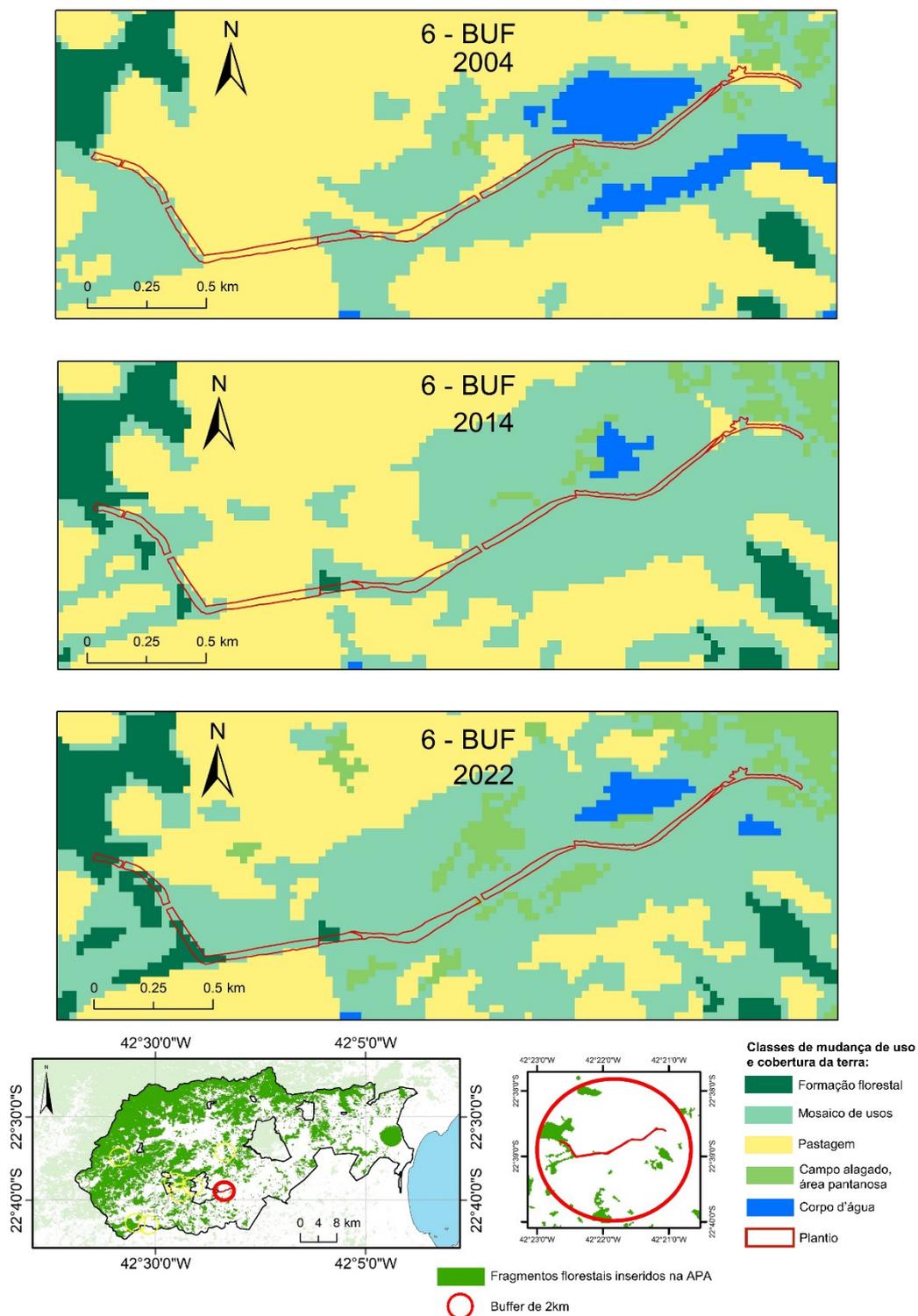


Figura 10 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Búfalo Branco (BUF) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA NAZARÉ (NAZ)

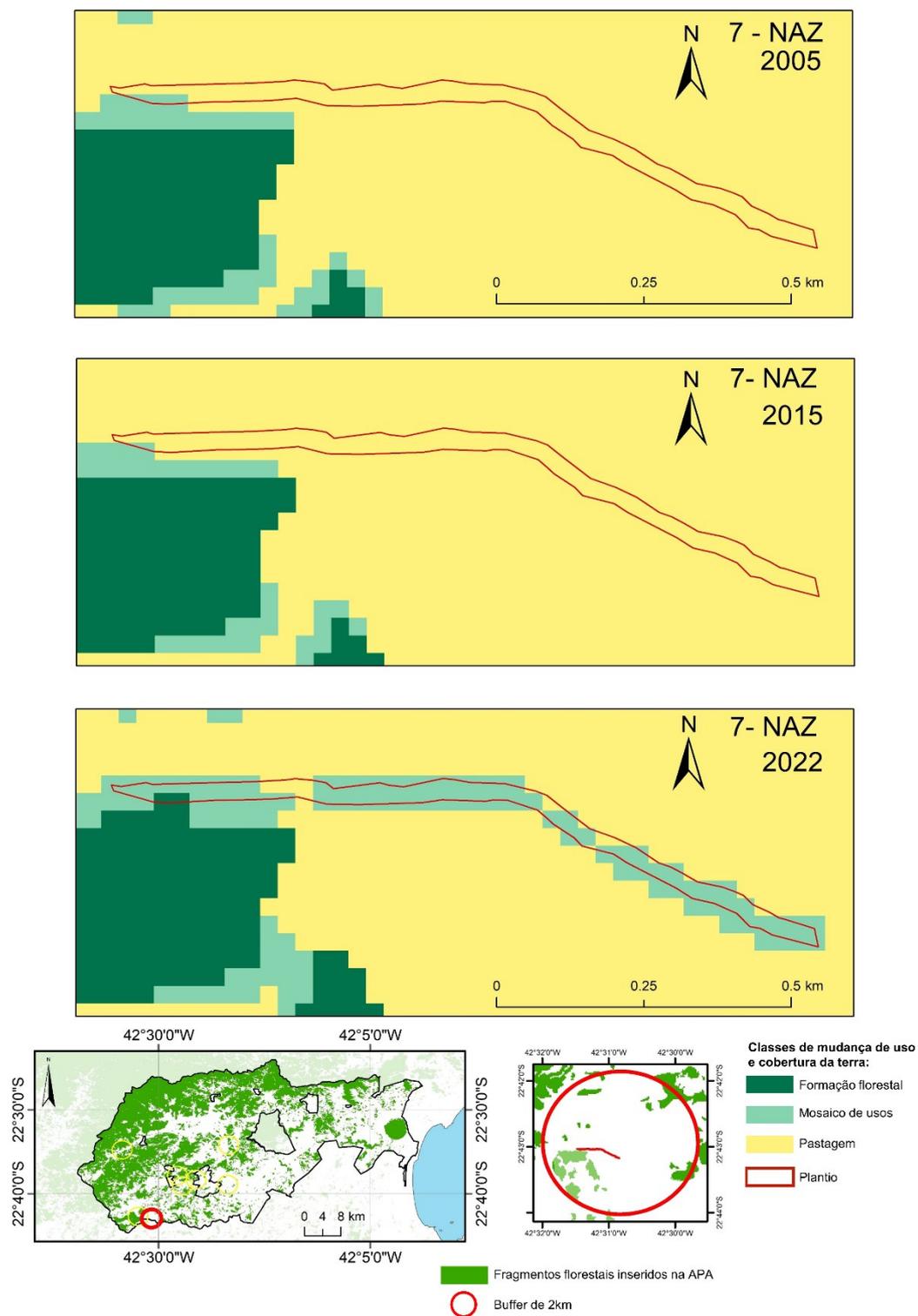


Figura 11 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda Nazaré (NAZ) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mappiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

FAZENDA SÃO JOÃO (SJO)

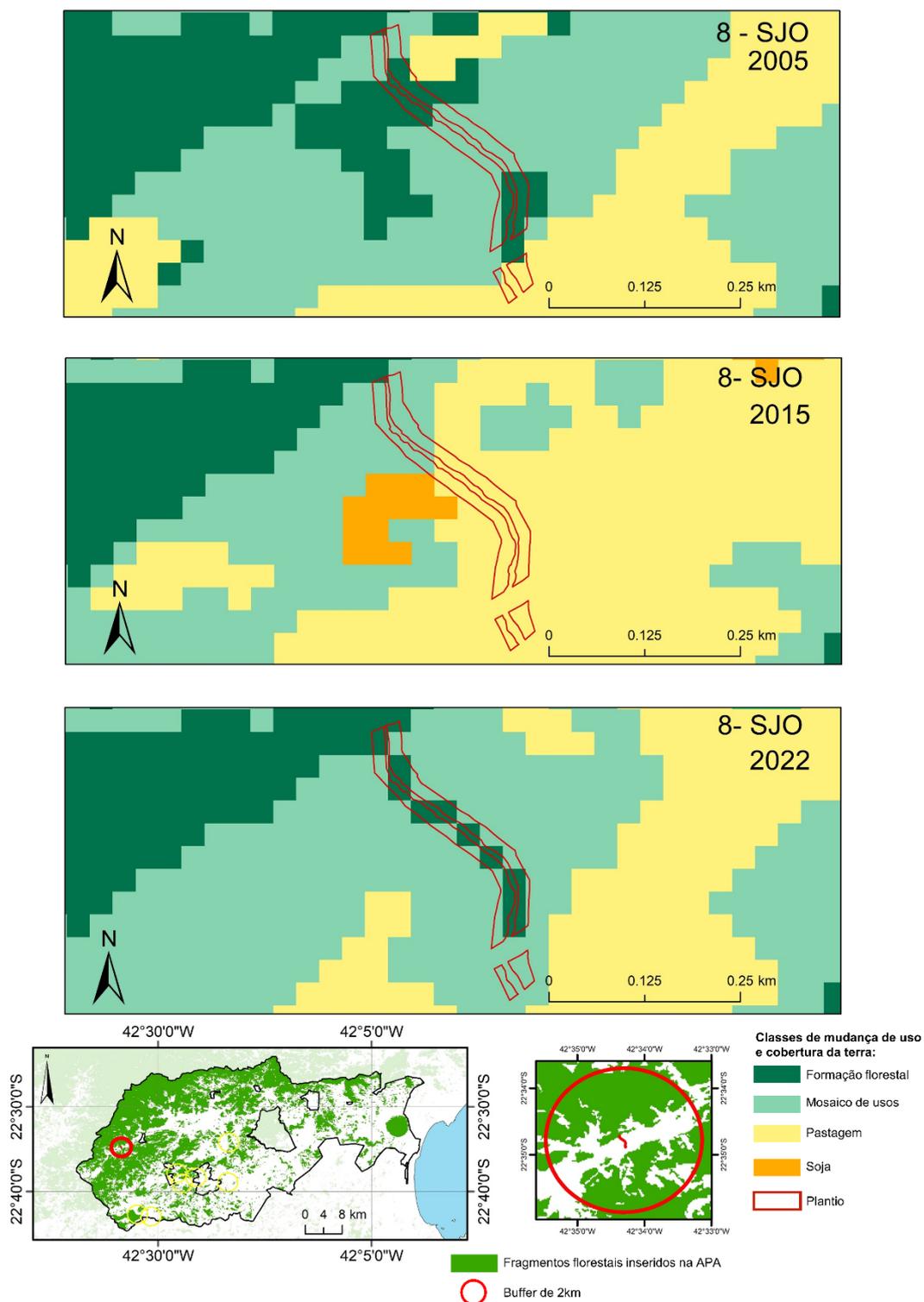


Figura 12 - Monitoramento de uso e cobertura do solo Fazenda São João (SJO) na APA/Rio São João Mico Leão Dourado RJ. Dados obtidos pelo Mapbiomas (Coleção 8). 1 – Imagem representa 10 anos antes do plantio, 2 – Imagem representa o ano do plantio, 3 – Imagem representa a avaliação do ano do estudo. Sistema de coordenadas geográficas Datum WGS84. Fonte: Própria autora.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG IV 2016 - THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 181, p. 1-20, 2016.

BRASIL. **Resolução Conama nº06**, de 30 de maio de 1994. Dispõe sobre definições e parâmetros mensuráveis para análise de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF, 2012. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=147> > Acesso em: 13 de junho 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instituto Chico mendes de Conservação da biodiversidade (ICMBIO). Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico leão- Dourado, 2008, 349p.

BRASIL. Decreto sem número, de 27 de Junho de 2002. Cria a Área de Proteção Ambiental-APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/2002/Dnn9585.htm > Acesso em: 03 de Abril 2020.

CARVALHO, F.A.; BRAGA, J.M.A; NASCIMENTO, M.T. Tree structure and diversity of lowland Atlantic forest fragments: comparison of disturbed and undisturbed remnants. **Journal of forestry research**, v. 27, n. 3, p. 605-609, 2016.

INEA. Resolução nº 143, de 14 de junho de 2017. Instituiu o Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação da Restauração Florestal – SEMAR e estabelece as Orientações, diretrizes e critérios sobre elaboração, execução e Monitoramento de Projetos de Restauração Florestal no estado do Rio De Janeiro. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/tzwew/mtm4/~edisp/inea0138205.pdf> Acesso em: 10 de junho 2020.

MAPBIOMAS 2023 (“Coleções Mapbiomas”). Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>> Acesso em: 17 de novembro 2023).

PROTOCOL, MONITORING, 2013. Monitoring Protocol for Forest Restoration Programs and Projects [WWW Document]. Pact Restoring Atlantic. Forest.

2.6. APÊNDICE

Apêndice A - Lista de espécies, síndrome de dispersão (SD): Anemocoria (ane); Autocoria (aut); Zoocoria (zoo), grupos ecológicos (GE): Pioneira (P); Secundária inicial (S); Secundária tardia (T); Clímax (C) em oito plantios (AFE, BOA, BUF, ESJ, NAZ, REN, SJO, VEN). M (muda), R (Regeneração) localizados na APA do Rio São João, Rio de Janeiro, Brasil.*NC representa não classificada.

Espécie	SD	GE	AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEN	
			M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
Anacardiaceae																		
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	ZOO	PI					X		X		X		X		X		X	
Annonaceae																		
<i>Annona</i> sp1	NC	NC					X											
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	ZOO	PI	X		X								X					X
Apocynaceae																		
<i>Tabernaemontana</i> sp1	ANE	NC					X						X					X
Arecaceae																		
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	ZOO	SI				X												
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	ANE	ST									X							
Asteraceae																		
Asteraceae sp1	NC	NC						X										
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	ANE	PI	X		X		X		X		X		X					X
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	ANE	PI								X		X	X	X				
Bignoniaceae																		
Bignoniaceae sp3	NC	NC			X						X							
Bignoniaceae sp5	NC	NC											X					
Bignoniaceae sp6	NC	NC									X							
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	ANE	SI					X											
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ANE	ST									X				X			
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ANE	ST/C											X					

Apêndice A – Continuação ...

	SD	GE	AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEN.	
			M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
Indeterminada																		
Indeterminado sp6	NC	NC								X								
Indeterminada sp7	NC	NC								X								
Indeterminada sp9	NC	NC								X								
Indeterminada sp10	NC	NC								X								
Indeterminada sp11	NC	NC								X								
Indeterminada sp12	NC	NC							X									
Indeterminada sp15	NC	NC							X									
Indeterminada sp17	NC	NC							X									
Indeterminada sp20	NC	NC																X
Indeterminada sp24	NC	NC																X
Indeterminada sp25	NC	NC															X	
Indeterminada sp31	NC	NC																X
Indeterminada sp32	NC	NC															X	X
Indeterminada sp33	NC	NC															X	
Indeterminado sp43	NC	NC																X
Indeterminado sp45	NC	NC																X
Indeterminada sp48	NC	NC															X	
Indeterminada sp50	NC	NC															X	
Indeterminada sp51	NC	NC		X														
Indeterminada sp55	NC	NC									X							
Indeterminada sp56	NC	NC									X							
Indeterminada sp57	NC	NC									X							
Indeterminada sp69	NC	NC														X		
Indeterminada sp70	NC	NC														X		
Indeterminada sp72	NC	NC														X		
Indeterminada sp73	NC	NC														X		
Indeterminada sp74	NC	NC														X		
Indeterminada sp75	NC	NC														X		

Apêndice A – Continuação ...

	SD	GE	AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEN.	
			M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
Indeterminada																		
Indeterminada sp76	NC	NC														x		
Indeterminada sp77	NC	NC														x		
Indeterminada sp78	NC	NC																
Indeterminada sp81	NC	NC				x												
Indeterminada sp84	NC	NC				x												
Indeterminada sp90	NC	NC				x												
Indeterminada sp91	NC	NC											x					
Indeterminada sp97	NC	NC																x
Indeterminada sp98	NC	NC																x
Indeterminada sp99	NC	NC																x
Indeterminada sp100	NC	NC																x
Indeterminada sp101	NC	NC																x
Indeterminada sp102	NC	NC																x
Indeterminada sp103	NC	NC																x
Indeterminada sp104	NC	NC																x
Indeterminado sp120	NC	NC																x
Indeterminado sp130	NC	NC																x
Indeterminado sp133	NC	NC					x											
Indeterminado sp135	NC	NC					x											
Indeterminado sp136	NC	NC					x											
Indeterminado sp138	NC	NC		x														
Indeterminado sp140	NC	NC		x														
Indeterminado sp141	NC	NC		x														
Indeterminado sp142	NC	NC		x														
Indeterminado sp143	NC	NC		x														
Indeterminado sp148	NC	NC		x														
Indeterminado sp149	NC	NC		x														
Indeterminada sp168	NC	NC														x		

Apêndice A – Continuação ...

	SD	GE	AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEN.	
			M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
Melastomataceae																		
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	ZOO	PI		X														
<i>Miconia</i> sp2	ZOO	PI												X				
<i>Miconia</i> sp3	ZOO	PI						X										
<i>Miconia</i> sp4	ZOO	PI		X														
Meliaceae																		
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	ZOO	SI			X				X							X		
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	ZOO	ST	X								X							
<i>Cedrela odorata</i> L.	ANE	ST						X										
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ZOO	ST	X		X			X	X				X		X		X	
Meliaceae sp3	NC	NC											X		X			
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	ZOO	ST									X		X		X		X	
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	ZOO	NC									X		X					
<i>Trichilia</i> sp3	ZOO	NC											X					
<i>Trichilia</i> sp5	ZOO	NC											X					
<i>Trichilia</i> sp6	ZOO	NC						X										
Moraceae																		
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	ZOO	SI							X									
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	ZOO	NC						X	X			X	X					
Myrtaceae																		
<i>Eugenia cf. florida</i> DC.	ZOO	ST								X								X
<i>Myrcia cf. insularis</i> Gardner	ZOO	NC																X
Myrtaceae sp10	NC	NC								X								
Myrtaceae sp2	NC	NC								X								
Myrtaceae sp5	NC	NC	X															
Myrtaceae sp6	NC	NC								X								
Myrtaceae sp7	NC	NC								X								
Myrtaceae sp8	NC	NC								X								
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	ZOO	ST				X						X	X		X			
<i>Psidium cf. guianensis</i>	ZOO	PI/SI/ST										X				X		

Apêndice A – Continuação ...

	SD	GE	AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEN.	
			M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
Salicaceae																		
Salicaceae sp1	NC	NC				X												
Sapindaceae																		
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	ZOO	PI	X		X				X		X				X		X	
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	ZOO	ST		X														
Sapindaceae sp2	NC	NC																X
Siparunaceae																		
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	ZOO	SI		X		X												
Solanaceae																		
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	ZOO	PI		X	X	X	X				X	X	X	X				X
<i>Athenaea</i> sp2	NC	NC		X														X
<i>Athenaea</i> sp5	NC	NC				X												
<i>Athenaea</i> sp6	NC	NC							X									
<i>Lochroma cf. arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	NC	NC	X															
<i>Metternichia</i> sp1	ZOO	SI																X
Solanaceae sp12	NC	NC	X															
Solanaceae sp17	NC	NC					X											
Solanaceae sp20	NC	NC										X						
Solanaceae sp22	NC	NC													X			
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	ZOO	NC														X		
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	ZOO	NC											X					
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	ZOO	PI						X										
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	ZOO	PI						X			X				X		X	
<i>Solanum torvum</i> Sw.	ZOO	NC						X										
Urticaceae																		
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	ZOO	PI						X			X		X		X			
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	ZOO	PI																X
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	ZOO	PI	X					X		X					X		X	
Verbenaceae																		
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	ZOO	PI						X			X							

3. CAPÍTULO 3: ESTRUTURA DO ESTRATO ARBUSTIVO- ARBÓREO DE ÁREAS DE RESTAURAÇÃO EM UMA CRONOSSEQUÊNCIA NA APA RIO SÃO JOÃO/MICO- LEÃO-DOURADO, RJ.

Bianca Nunes dos Reis¹

1 – Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

As citações e referências bibliográficas deste capítulo seguem as normas da ABNT. Figuras e tabelas foram inseridas no corpo do texto para facilitar a leitura.

3. ESTRUTURA DO ESTRATO ARBUSTIVO-ARBÓREO DE ÁREAS DE RESTAURAÇÃO EM UMA CRONOSSEQUÊNCIA NA APA RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ.

RESUMO

Estudos sobre a restauração de ecossistemas degradados têm mostrado que a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos podem ser afetados pela composição inicial de espécies, idade do plantio, técnica de restauração e mudança no uso da terra. O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura e a diversidade florística da comunidade arbórea em uma cronosequência (7, 12 e 17 anos) de áreas de restauração de Floresta Ombrófila Densa de Baixada na região da APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-dourado. Os oito plantios estudados foram estabelecidos entre 2005 e 2015. Em cada plantio, foram alocadas cinco parcelas de 25 m x 8 m e todos os indivíduos arbóreos adultos com DAP \geq 5 cm foram marcados e medidos. As Sub-parcelas de 10 m x 8 m foram estabelecidas para amostragem de indivíduos jovens com DAP 1 cm \leq DAP < 5 cm. Um total de 1.277 indivíduos adultos foram amostrados (686 plantados e 591 de regeneração natural), distribuídos entre 36 famílias botânicas, com Leguminosae, Meliaceae, Solanaceae, sendo as famílias com o maior número de indivíduos. As espécies mais representativas na comunidade adulta foram *Inga laurina*; *Inga edulis*; *Guarea guidonia*. Os dados demonstraram que as comunidades dos plantios avaliados no geral apresentaram valores intermediários de sucessão ecológica (Nº2 CONAMA), apenas os plantios mais recentes (< 8 anos) apresentaram valores iniciais de sucessão. Na regeneração natural, considerando adultos, foi possível observar a importância das espécies: *Triplaris americana* e *G. guidonia* na comunidade e para mudas as espécies mais importantes foram *I. laurina*, *I. edulis* e *Inga vera*. A regeneração natural dos plantios apresentou uma relação positiva e significativa entre idade do plantio e densidade, área basal e riqueza de espécies, entretanto não existe um padrão de composição florística entre as áreas de regeneração. A composição de espécies da regeneração natural está sendo influenciada pelas espécies plantadas, onde das 20 espécies de maior IVC 18 são espécies usadas no plantio, com destaque para as espécies de maior IVC (e.g. *I. laurina*, *I. edulis*, *G. guidonia*, *T.americana*, *I. Vera*). A importância de espécies alóctones na composição da regeneração natural foi demonstrada pela presença de 77 espécies (47% do total), considerando os estratos jovem e adulto. Esse fato sugere que a regeneração está ativa e destaca a importância dos remanescentes florestais adjacentes aos plantios e da fauna dispersora local para o processo. Assim, a regeneração natural nas áreas estudadas não está relacionada apenas com a idade e a composição inicial de espécies do plantio, mas principalmente com a qualidade do entorno (presença de remanescentes florestais e fauna dispersora), indicando a importância desses parâmetros para o estabelecimento da comunidade arbórea em áreas restauradas, tanto em termos de estrutura quanto de composição de espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Mata Atlântica, Floresta Ombrófila, Comunidade Arbórea, Restauração Ecológica

ABSTRACT

Studies on the restoration of degraded ecosystems have shown that biodiversity and ecosystem services can be influenced by initial species composition, planting age, restoration techniques, and land use changes. This study aimed to assess the structure and floristic diversity of the tree community in a chronosequence (7, 12, and 17 years) of restoration areas of Dense Ombrophilous Forest in the APA of the São João River Basin/Mico-leão-Dourado. The eight plantations studied were established between 2005 and 2015. In each plantation, five plots of 25 m × 8 m were allocated, where all adult tree individuals with Diameter at Breast Height (DBH) ≥ 5 cm were tagged and measured. Additionally, subplots of 10 m × 8 m were established for sampling juvenile individuals with DBH between 1 cm and 5 cm. A total of 1,277 adult individuals were sampled (686 planted and 591 of natural regeneration), distributed among 36 botanical families, with Leguminosae, Meliaceae, and Solanaceae being the families with the highest number of individuals. The most representative species in the adult community were *Inga laurina*, *Inga edulis*, and *Guarea guidonia*. The data indicated that the communities of the evaluated plantations generally exhibited intermediate values of ecological succession (No. 2 CONAMA), with the exception of the more recent plantations (< 8 years), which showed early succession values. In natural regeneration, the importance of species such as *Triplaris americana* and *G. guidonia* was observed among adults, while the most important species for seedlings were *I. laurina*, *I. edulis*, and *Inga vera*. Natural regeneration in the plantations showed a significant positive relationship between planting age and density, basal area, and species richness; however, no uniform pattern of floristic composition was observed among the regeneration areas. The composition of species in natural regeneration is influenced by planted species, with 18 of the 20 species with the highest Contribution Value Index (IVC) being species used in planting, notably *I. laurina*, *I. edulis*, *G. guidonia*, *T. americana*, and *I. vera*. The presence of 77 allochthonous species (47% of the total) in both young and adult strata highlighted the importance of adjacent forest remnants and local disperser fauna for the regeneration process. Thus, natural regeneration in the studied areas is not only related to planting age and initial species composition but primarily to the quality of the surrounding environment (presence of forest remnants and disperser fauna), indicating the significance of these parameters for the establishment of the tree community in restored areas, both in terms of structure and species composition.

KEYWORDS: Atlantic Forest, Lowland Rainforest, Tree community, Ecological restoration

3.1. INTRODUÇÃO

3.2. Estrutura e Composição Florística da Floresta Ombrófila de Baixada.

A Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro possui uma Floresta Ombrófila de baixada com alta riqueza e diversidade em nível regional, devido à grande variação estrutural e funcional (Carvalho *et al.*, 2008; Rodrigues, 2004). A APA Rio São João/Mico-leão-dourado protege remanescentes florestais e áreas restauradas, desempenhando assim um importante papel na manutenção da rica biodiversidade da região conforme relatada em diversos estudos (Carvalho *et al.*, 2006, 2007, 2009; Carvalho *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2016; Guedes-Bruni *et al.*, 2006; Neves, 1999; Lima, 2009; Moreno *et al.*, 2003; Pessoa, 2003; Rodrigues, 2004; Pessoa *et al.*, 2006; Sansevero, 2008; Sansevero *et al.*, 2011; Sansevero *et al.*, 2017).

Em termos de composição florística, a APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado apresenta uma grande riqueza de espécies, onde as famílias mais representativas são Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Bignoniaceae e Euphorbiaceae (Procópio-Oliveira *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2008), sendo os gêneros de maior número de espécies *Eugenia*, *Ocotea*, *Tabebuia*, *Psychotria*, *Luehea*, *Guatteria*, *Jacaranda*, *Nectandra* e *Myrcia* (Lima *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2008; Neves & Peixoto *et al.*, 2008).

Diante do atual cenário de fragmentação da Mata Atlântica, destaca-se a importância do estabelecimento de áreas restauradas, assim como o conhecimento dos mecanismos e processos atuantes durante a restauração. Desta forma, pesquisas florísticas e ecológicas que descrevem e compreendem a associação entre as espécies vegetais da comunidade (Rodrigues & Gandolfi, 1998) produzem resultados que subsidiam as atividades de manejo destas áreas (Almeida & Souza 1997).

Devido à extensão, importância e heterogeneidade da Mata Atlântica é de grande interesse verificar a existência e/ou estabelecimento de padrões de restauração. Para isso, são necessários estudos visando uma maior compreensão da dinâmica da floresta (estrutura, composição florística e processos ecológicos) e das áreas de restauração. As plantas por serem consideradas a base dos projetos de restauração (Young, 2000), são então um dos principais grupos abordados na avaliação das áreas restauradas.

O fator tempo demonstra ser uma variável importante no desenvolvimento estrutural de ambientes restaurados (Suganuma, 2013). Segundo Crouzeilles (2016), além do tempo de restauração, outros fatores, como tipo de perturbação e o contexto da

paisagem, são considerados importantes para o sucesso da restauração (retorno a uma condição de referência, levando em consideração uma floresta antiga). Diante disso, utilizaremos informações sobre a estrutura e a composição da comunidade para obter respostas sobre os processos em curso nos projetos de restauração da região da APA Rio São João.

3.3. Regeneração Natural

A regeneração é um processo que ocorre de forma natural após um distúrbio de causa natural (e.g.abertura de clareira) ou antrópico. Esse se inicia com o abandono da área afetada e a ocorrência do processo de sucessão ecológica, com a área sofrendo transformação constante da estrutura, riqueza e composição de espécies da comunidade podendo ou não alcançar nível próximo ao observado em uma floresta madura ou referência (Tabarelli & Peres, 2002; Letcher & Chazdon, 2009). O retorno das áreas secundárias com características de florestas maduras podem levar centenas de anos ou mesmo não ocorrer (Costa *et al.*, 2017; Dent *et al.*, 2012; Letcher & Chazdon, 2009; Kariuki *et al.*, 2006; Oliveira-Filho *et al.*, 2004; Dewalt *et al.*, 2003; Brown & Lugo, 1990). Estudos demonstram que os aspectos estruturais tendem a se recuperar em uma velocidade superior em relação a recuperação da composição florística da vegetação (Brown & Lugo, 1990; Guariguata & Ostertag, 2001; Dewalt *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2017).

Neste cenário, os estudos de regeneração natural buscam entender as diferentes estratégias adaptativas das espécies vegetais nos diferentes estágios de vida e os fatores bióticos e abióticos que influenciam no processo de regeneração (Guariguata & Ostertag, 2001). Entre os fatores que influenciam nos processos de regeneração podemos destacar o isolamento dos fragmentos remanescentes que afeta a capacidade dos propágulos destas áreas florestais alcançarem ambientes em restauração (Magnago *et al.*, 2012).

Desta forma, a compreensão do impacto dos distúrbios, naturais e/ou antrópicos, são importantes para a caracterização da dinâmica da comunidade regenerante. Visto que fatores como tipo, intensidade, tamanho e frequência do distúrbio afetam a ocorrência e abundância de espécies regenerantes (Araújo *et al.*, 2016), a quantidade de floresta remanescente (Brearley *et al.*, 2004), sua fauna dispersora (Volpato *et al.*, 2012) e a dispersão de propágulos (Zimmerman *et al.*, 2000; Magnago *et al.*, 2012; Chazdon, 2016).

A regeneração pode se estabelecer, por exemplo, através da chuva de sementes, do banco de sementes do solo e da rebrota de indivíduos (Harper, 1977; Uhl *et al.*, 1981; Young *et al.*, 1987; Garwood, 1989; Whitmore, 1991; Magnago *et al.*, 2012). Existem alguns fatores que favorecem ou limitam e retardam os processos de regeneração natural, como por exemplo: características do solo, isolamento do fragmento, estrutura da vegetação remanescente, competição com gramíneas, doenças (patógenos), herbivoria e predação de sementes (Fenner 1987; Denslow 1991; Holl *et al.*, 2000; Nascimento & Proctor, 2001)

De maneira geral, a regeneração natural é a forma menor custo-efetivo para a restauração de áreas degradadas (Crouzeilles *et al.*, 2020; Strassburg *et al.*, 2020). Entretanto, em algumas situações este processo pode ocorrer de maneira lenta ou simplesmente pode não ocorrer (Carpanezzi *et al.*, 1990). A dinâmica deste processo é determinada por vários fatores, sendo um dos mais importantes a chegada de propágulos. Assim, a intensa fragmentação da Mata Atlântica, com ocorrência de fragmentos muito isolados e com estrutura da comunidade bem alterada faz com que esse processo de regeneração nem sempre ocorra de forma satisfatória, sendo necessário aplicar formas de manejo afim de auxiliar nas condições edáficas e na transferência de material alóctone (Magnago *et al.*, 2012). Uma das atividades para minimizar este problema é o emprego de técnicas ativas de restauração florestal, no entanto seu alto custo inviabiliza seu uso em alguns projetos de restauração (IUCN, 2016).

A Mata Atlântica apresenta um potencial de regeneração natural (Martins *et al.*, 2014; Sansevero *et al.*, 2017). Segundo Crouzeilles *et al.* (2020), a regeneração natural pode reestabelecer até 2035 cerca de 2,8 milhões de ha de floresta. Devemos então utilizar todo o conhecimento e técnicas afim de facilitar esse processo, incentivando políticas públicas para restauração.

No estado do Rio de Janeiro podemos destacar que as áreas apresentam um médio poder de regeneração natural, devido a fatores como atividades antrópicas e declividade (Sansevero *et al.*, 2017). Diante destas características, existem algumas iniciativas sendo desenvolvidas para ampliar o conhecimento do papel da regeneração na recuperação de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro.

3.4. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura e a diversidade florística da comunidade arbustiva-arbórea em oito áreas de restauração de áreas de restauração de Floresta Ombrófila Densa de Baixada na região da APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-dourado em uma cronosequência (7, 12 e 17 anos).

3.4.1. PREMISSAS E PERGUNTAS

- Áreas com maior tempo de plantio (> 12 anos) apresentam maior diversidade e estrutura quando comparadas às áreas de plantio mais recentes (7 anos).

- A composição das espécies da comunidade regenerante é altamente relacionada com as espécies plantadas, ou seja, forte influência autoctone.

A partir das premissas foram elaboradas as seguintes perguntas :

I) Existe relação entre o tempo de plantio e o desenvolvimento dos parâmetros estruturais da comunidade ?

II) Quais as espécies plantadas e regenerantes que apresentaram um maior desenvolvimento em diâmetro e/ou altura média nos plantios avaliados?

III) Quais espécies plantadas influenciaram mais a regeneração natural nos plantios na APA Rio São João.

IV) Existe um padrão de ocorrência e/ou dominância de espécies na comunidade regenerante?

V) Entre as 15 espécies de maior valor de importância (IVC) da regeneração natural, quais são autoctone ou alóctone?.

3.5. MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem deste estudo consistiu em obtenção de dados da flora arbustiva-arbórea nas oito áreas em processo de restauração. Os dados da vegetação foram levantados através das medições de campo obtidas em 2021. Em cada área selecionada foram alocadas cinco parcelas de 25 x 8 m estabelecidas de forma sistemática afim de contemplar uma parte representativa da área. Nestas parcelas, todas as árvores plantadas (mudas) e ou regenerantes com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 5 cm foram

identificadas, marcadas e medidas quanto seus respectivos tamanhos de DAP e altura total, considerados nesta pesquisa como estrato adulto. O estrato jovem foi considerado como indivíduos com $1 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$.

A identificação taxonômica foi feita através da coleta de material botânico e comparação com o acervo do Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), consulta bibliográfica e consulta a especialistas, seguindo o sistema *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV 2016). Os espécimes testemunhos foram depositados no herbário do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (HUENF).



Figura 1 - Levantamento do estrato arbustivo-arbóreo Bacia do Rio São João, região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Todos os indivíduos amostrados foram classificados de acordo com seus grupos sucessionais (Secundárias Iniciais (SI), Secundárias Tardias (ST) e Não Classificadas (NC) por ausência de informações (GANDOLFI *et. al*, 1995); para síndrome de dispersão foi adotada a terminologia: anemocóricas (ane), autocóricas (aut) e zoocóricas (zoo) (VAN DEL PIJL, 1982). As espécies dos plantios também foram categorizadas em relação a sua origem (autoctóne- espécies plantadas e alóctone ao plantio – espécies não plantadas proveniente da regeneração natural). Nesta avaliação foram calculadas

as proporções destas categorias em cada um dos plantios amostrados para comparar os plantios com relação as suas idades .

A avaliação da estrutura e composição florística da comunidade arbórea em cada plantio foi realizada através de análises dos parâmetros fitossociológicos (número de indivíduos (N), número de espécies (NSp), porcentagem de espécies (%Sp), área basal (AB; m²), densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), valor de importância (IVI), valor de cobertura (IVC), Rank = Posição na comunidade (MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG 1974) (Tabela 1). Além destes parâmetros, também foram calculados os Índices de diversidade de Shannon (H'), Diversidade verdadeira ou número efetivo de espécies de Hill (e^{H'}) (JOST, 2008) e equidade de Pileou (J') (Tabela 2). Os cálculos foram realizados utilizando o programa R (pacote fitoR, DALAGNOL *et al.*). A similaridade de espécies entre os plantios foi avaliada através do índice de similaridade quantitativo de Morisita (modificado-Horn) (Brower & Zar, 1984) (Tabela 2).

Tabela 1- Parâmetros fitossociológicos utilizados na avaliação estrutural da comunidade arbustivo-arbórea (DAP ≥ 5 cm) nas áreas de restauração florestal da APA Rio São João, Rio de Janeiro, Brasil.

Parâmetros fitossociológicos	Fórmulas
Abundância (n)	NºInd por espécie ou comunidade
Densidade absoluta (DA)	DA = n/A
Densidade relativa (DR) (%)	DR = (n/N) x 100
Frequência (F)	Nº de parcelas que ocorre a espécie
Frequência absoluta (FA) (%)	FA = (Pi / P) x 100
Frequência relativa (FR) (%)	FR = (FAi / ∑ FA) x 100
Área Basal (AB) (m ²)	AB = DAP ² /4π
Dominância (Do)	Do = π / 4 x d ²
Dominância Absoluta (DoA)	DoA= AB/A
Dominância Relativa (DoR) (%)	DoR= (AB/∑ AB) x 100
Índice de Valor de Importância (IVI)	IVI = DR + DoR + FR
Índice de Valor de Cobertura (IVC) (%)	IVC = DR + DoR

* n, número de indivíduos da i-ésima espécie; N, número total de indivíduos amostrados; A, área; Pi, nº de parcelas que ocorre a espécie; P, nºtotal de parcelas amostradas; FAi, Frequência absoluta de uma espécie; DAP, diâmetro altura do peito; π, pi = 3,1416; d, diâmetro de cada indivíduo.

Um perfil de altura, considerando os dados de todos os plantios para a comunidade da Região da APA, e para os estratos de muda e regeneração foram estabelecidos para demonstrar quais espécies foram mais representativas em relação ao desenvolvimento em altura nos plantios estudados.

Tabela 2 - Parâmetros e indicadores ecológicos com descrição metodológica

Parâmetro	Indicadores Ecológicos	Fórmulas	Obs
Composição (Aspectos da composição de espécies vegetais na área em restauração)	Riqueza	$R = N^{\circ}$ Total de espécies plantadas	
	Índice de diversidade Shannon (H')	$H' = \frac{[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S ni \ln(ni)]}{N}$	(BROWER; ZAR, 1984)
	Número efetivo de espécies (D)	$D = eH'$	(JOST, 2008)
	Equilibrade de pielou (J')	$J' = \frac{H'}{Hmáx}$	(BROWER; ZAR, 1984)
	Índice Morisita-Horn (C _H)	$CH = \frac{2 \sum_{i=1}^S xiyi}{\left(\frac{\sum_{i=1}^S x_i^2}{X^2}\right) + \left(\frac{\sum_{i=1}^S y_i^2}{Y^2}\right) XY}$	(BROWER & ZAR, 1984)

H'= Índice de diversidade de Shannon
N = número total de indivíduos amostrados
Ni = número total de indivíduos das espécies i
S = número total de espécies amostradas
Ln = Logaritmo de base neperiana

H'= Índice de diversidade de Shannon
e= exponencial

H máx = ln(S)

xi = número de indivíduos na i-ésima espécie da amostra 1
yi = número de indivíduos na i-ésima espécie da amostra 2
X e Y = número de espécies para as amostras 1 e 2.
S = número de espécies para cada amostra.

3.5.1. Análise de Dados - Estrutura da Vegetação

Os dados de estrutura e florística dos plantios estudados foram comparados com os cenários de referência: fragmentos maduros de Floresta Atlântica Ombrófila Densa de Terras Baixas da região da APA Rio São João (Rodrigues, 2004; Carvalho *et al.* 2016), além de outros fragmentos florestais da região em diferentes escalas, considerando as informações de outros estágios sucessionais (e.g. Carvalho *et al.* 2006; 2008) e de plantios (Sansevero, 2008; Sansevero *et al.* 2011).

A normalidade das distribuições dos dados foi verificada através da análise do teste de normalidade (Shapiro-Wilks, $p < 0,05$), com análise dos gráficos diagnósticos dos quartis normais (QQ/Plot). Quando necessário, foram feitas transformações (raiz quadrática nos resultados de área basal, densidade, riqueza) e nos dados de modo a atender a premissa de normalidade em dados que não seguem a distribuição normal, utilizando a função de máxima verossimilhança (boxcox, pacote MASS; Venables & Ripley, 2002). Essas foram realizadas com objetivo de garantir a homocedasticidade dos dados. Para as variáveis que não conseguiram atingir padrões de distribuição normal, foi necessária a aplicação de testes não paramétricos.

A avaliação da estrutura florestal dos plantios foi feita através da comparação dos parâmetros fitossociológicos (e.g. número de indivíduos, área basal, densidade, riqueza), através da Análise de variância (*Anova*). Quando houve diferenças estatísticas, foi aplicado o teste a posteriori TukeyHSD ($p \leq 0.05$) (*TukeyHSD*, pacote *base*, R Core Team, 2019) para avaliar as diferenças entre as áreas, representadas com a identificação das letras (pacote *Agricolae*; Mandiburu, 2023). As relações entre os parâmetros estruturais (e.g. área basal densidade e riqueza de espécies) e a idade dos fragmentos foram avaliadas através de regressões lineares.

A Riqueza de espécies entre áreas (muda e regeneração) foi avaliada através de curvas de rarefação (Bootstrap ≈ 500 vezes e com Intervalo de 95 % confiança). Essa análise foi realizada pela função *inext* (Interpolação e extrapolação) (Hsieh; Ma; Chao, 2016) em função do número de parcelas amostradas e do número de indivíduos por parcela afim de possibilitar a comparação da riqueza de espécies entre as áreas estudadas e entre outras comunidades.

O perfil de altura da comunidade foi realizado através da probabilidade de a espécie ocorrer dentro de cada estrato da vegetação. Essa análise apresenta uma informação visual da estratificação da comunidade, representadas através da altura e diâmetro dos indivíduos (valores médios da espécie).

A relação florística entre os plantios estudados e os estratos (Muda e Regeneração Natural) foi realizada através de análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (metaMDS, pacote MASS; Venables & Ripley, 2002) (HAIR *et al.*, 2005), baseada em uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis a partir dos dados de abundância das espécies (KENT, 2011) (pacote VEGAN; OKSANEN *et al.*, 2022).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R para Windows 4.1.2 (TEAM, R. Core. R, 2021).

3.6. RESULTADOS

3.6.1. Estrutura e Composição Florística da Comunidade – Plantio Geral Estrato Adulto

As características estruturais dos plantios no estrato adulto ($DAP \geq 5$ cm) foram registrados, totalizando de 1277 indivíduos arbóreos amostrados nos oito plantios estudados (0,8 ha). Os indivíduos encontrados representam 217 espécies, pertencentes a 34 famílias e 70 gêneros. As espécies mais abundantes foram *Inga laurina* (N=136), *Inga edulis* (N= 113), *Triplaris americana* (N=85) e *Guarea guidonia* (N= 84) (Tabela 3). Essas quatro espécies em conjunto representam aproximadamente 32% de toda a comunidade (Figura 2 e 3, apêndice A,B,C). O levantamento da densidade de indivíduos arbóreos ($5 \geq cm$), os plantios mais antigos (12 -17 anos; VEN, BOA, ESJ) foram os que apresentaram maiores valores (>1.500 ind/ha), enquanto os plantios mais novos (7 anos; NAZ e SJO), apresentaram densidades próximas de 1000 ind/ha (Figura 2A). O parâmetro área basal total não seguiu o padrão observado para a densidade total, ou seja, de maior valor para os plantios mais antigos. Embora, os maiores valores c. $30 m^2. ha^{-1}$ foram observados nos plantios com 13 e 12 anos (ESJ e AFE). Os demais plantios avaliados apresentaram uma área basal média de $20 m^2. ha^{-1}$, com exceção de SJO (7 anos) que apresentou área basal de $15 m^2. ha^{-1}$ (Figura 2B).

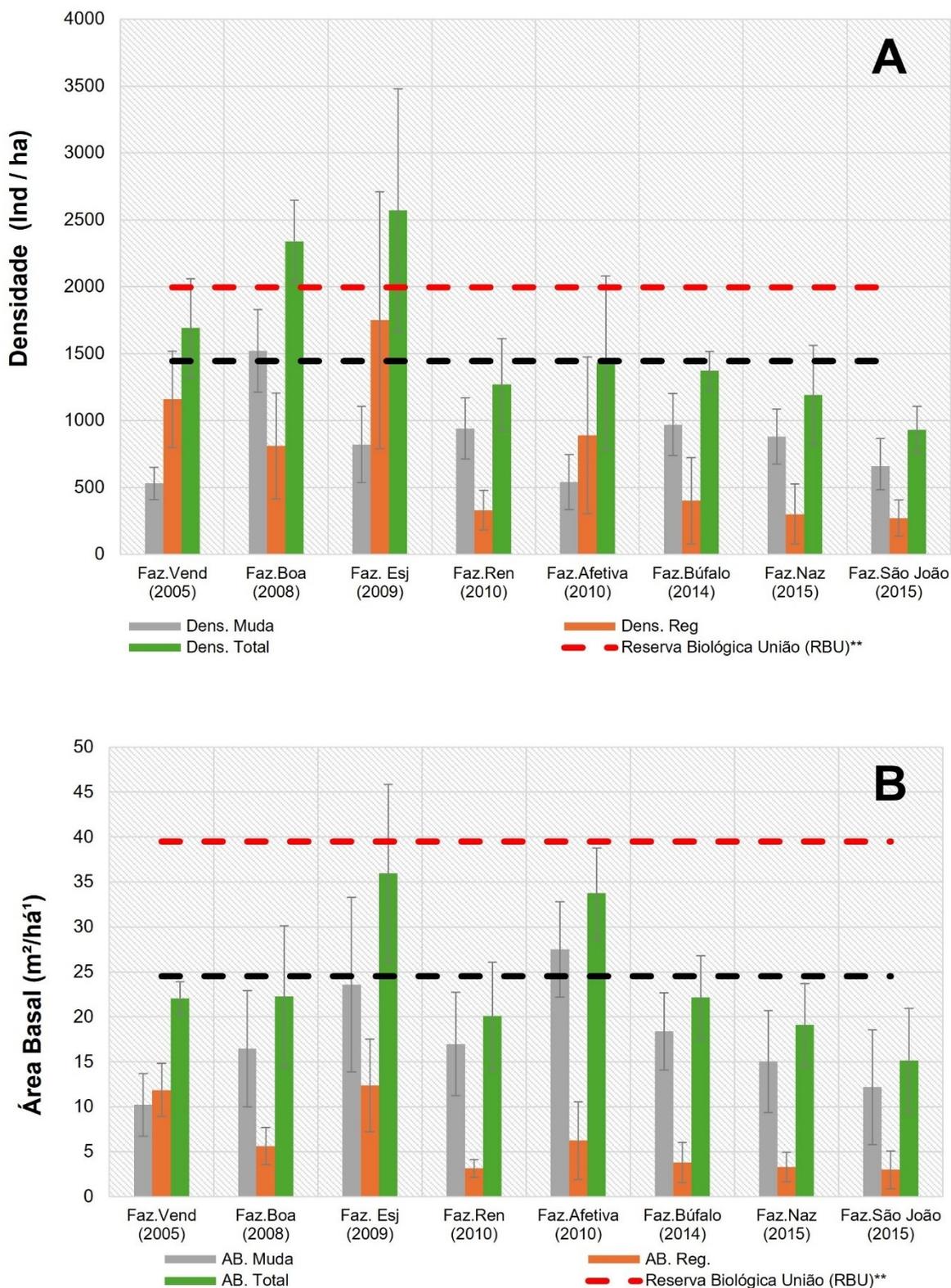


Figura 2 – Avaliação dos parâmetros estruturais estrato adulto ($DAP \geq 5$ cm), (a) densidade arbórea e (b) Área basal de mudas e regeneração nas áreas em restauração da APA Rio São João. Linhas pontilhadas no gráfico representam valores de estudos em fragmentos florestais na bacia Rio São João região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (RBU – Fragmento maduro e BESB - Fragmento perturbado, Carvalho *et al.*, 2016).

A riqueza de espécies, considerando-se os dados da comunidade (mudas e regenerantes), nos plantios variou entre 38 e 55 espécies e seguiu o padrão observado para a densidade arbórea, com valores mais elevados (c. 50 espécies) observados nos plantios mais antigos (VEN e ESJ). Já em relação aos valores de Shannon (H') e número de Hill, observamos variações de 2,56 a 3,39 e 12,88 a 29,64, respectivamente. Destaca-se que a BUF e SJO foram as áreas que registraram maiores valores de H' e número de Hill. Os valores de equabilidade (J) variaram entre 0,70 e 0,90 (apêndice B).

A análise de ordenação multivariada pelo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), considerando os estratos (muda e regeneração) e a idade dos plantios, apresentou um stress final de 0,21. Os plantios foram distribuídos em um gradiente ao longo do eixo 1, com os plantios mais novos na porção negativa do eixo, os intermediários mais ao centro e o plantio mais antigo na extremidade da porção positiva deste eixo, formando basicamente três grupos. Grupo 1, constituído pelo plantio mais antigo (VEND) estratos muda e regeneração, grupo 2 com quatro áreas de regeneração natural (AFE, SJO, BOA, ESJ), ambos na porção positiva deste eixo e o grupo 3 com áreas de muda (AFE, BOA, BUF, ESJ, NAZ, REN, SJO) e três de regeneração natural (NAZ, BUF, REN) na porção negativa do eixo 1 (Figura 3A). A análise de agrupamento a partir de valores do índice de Similaridade de Morisita-Horn (Correlação Cofénetica = 0,90) segregou em 4 grupos: grupo 1 (regeneração BUF e REN), grupo 2 (as sete áreas de muda e duas de regeneração (BOA e NAZ), terceiro grupo com apenas uma área a de regeneração (ESJ) e o quarto grupo com as áreas de regeneração (VEND, AFE, SJO) e muda (VEND) (Figura 3B). Os resultados da nMDS e do dendrograma não mostraram relação forte entre a composição florística do estrato muda com o estrato regenerante para a maioria dos plantios, exceto para o VEND.

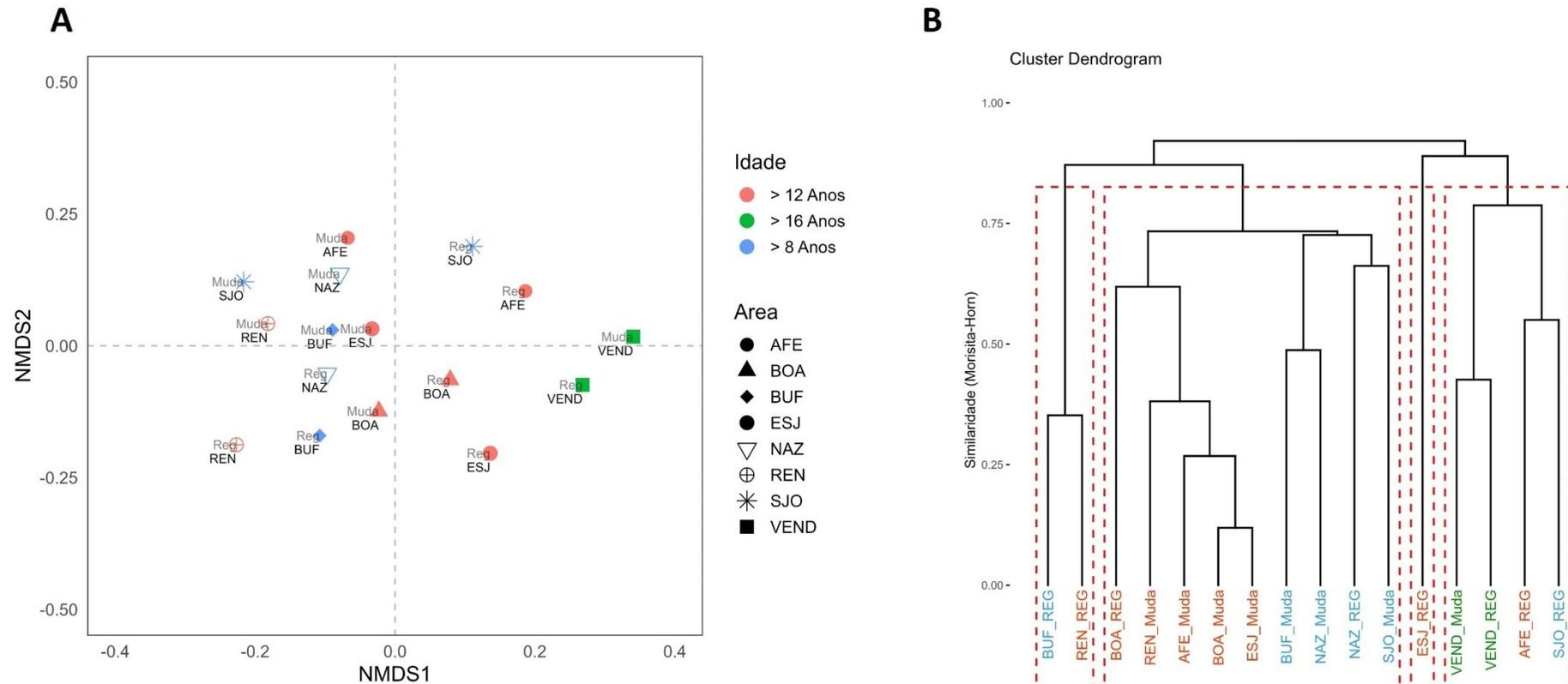


Figura 3 - A - Ordenação (nMDS) dos sítios amostrais baseados na abundância das espécies e status (muda e regeneração natural) das oito áreas de plantio: AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaval - 2005) utilizando-se a distância de Bray-Curtis. **B** – Dendrograma de similaridade (índice de Morisita-Horn) produzido por análise de agrupamento (método de ligação UPGMA) da composição de espécies arbóreas de mudas e regeneração entre os oito plantios em restauração de Mata Ciliar de baixada na bacia do rio São João, RJ, Brasil. Coeficiente de correlação cofenética = 0.90. Siglas dos plantios conforme figura 4A, as cores representam idade do plantio (Verde – 17 anos, Vermelho – 12-14 anos, Azul (7-8 anos).

A importância das espécies alóctones e autóctones dentro das comunidades em restauração da APA Rio São João/Mico Leão Dourado está representada na figura 4. No geral, quando avaliamos todas as espécies dos plantios os dados demonstraram que a maioria das espécies dos plantios mais antigos (VEND, BOA, ESJ) são de origem alóctone, não classificadas por não estarem identificadas mas que muito provavelmente não foram plantadas, enquanto nos plantios mais novos (BUF, NAZ, SJO) são autóctones, ou seja, proveniente das mudas plantadas.

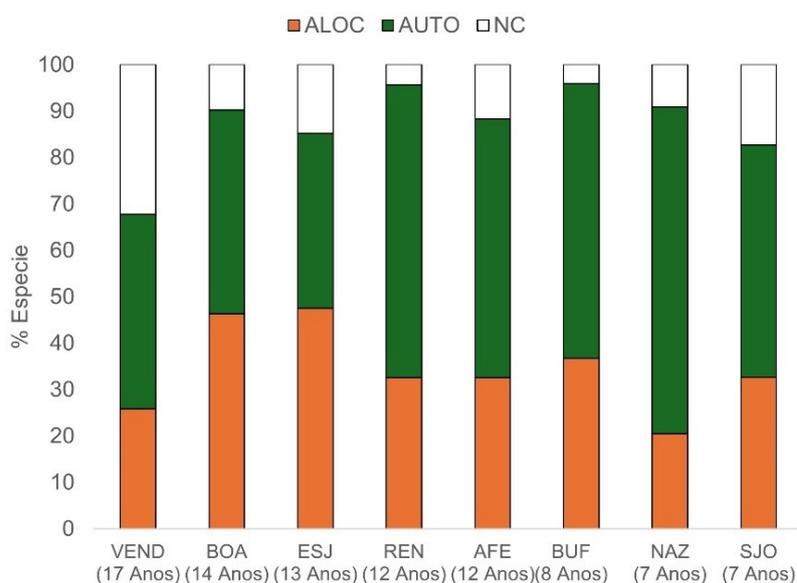


Figura 4 - Distribuição percentual de espécies por categoria de origem (autoctóne – espécies plantadas, alóctone ao plantio - espécies provenientes da regeneração natural, NC - Não classificadas) nos oito plantios em restauração de Mata Ciliar de baixada na bacia do rio São João, RJ, Brasil.

Entre as 20 espécies dos plantios, classificadas em ordem decrescente do índice de valor de cobertura (IVC) (Tabela 3), apenas duas espécies (10%) foram alóctones aos plantios: *Piper arboreum* e *Athenaea fasciculata*. As outras 18 espécies (90%) são de origem autóctone. Entre as autóctones, três espécies de ingá (*Inga laurina*, *Inga edulis* e *Inga vera*) ocuparam uma das cinco primeiras posições no rank de IVC (Tabela 3). Apesar de estarem entre as espécies mais importantes, *Triplaris americana* e *Casearia sylvestris* estão presentes nesta lista por sua abundância, mas com ocorrência restrita a apenas uma das áreas estudadas, respectivamente plantios ESJ e VEN (Tabela 3).

A síndrome de dispersão predominante entre as 20 espécies de maior IVC na comunidade foi a zoocórica (85%), enquanto apenas 15% das espécies (N=3) foram anemocóricas (Tabela 3, apêndice I). Das quatro espécies de maior abundância (> 80 indivíduos), apenas *Triplaris americana* apresenta dispersão anemocórica e essa espécie ocorreu apenas no plantio ESJ.

Tabela 3 - Ordenação das 20 espécies mais importantes da comunidade geral, muda e regenerantes (DAP > 5 cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. As 20 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.

	SD	Total	GERAL		AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEND		
			N	Rank	IVC																
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ZOO	7	136	1°	26,5	1°	62,47	1°	48,15	8°	5,9	3°	21,43	6°	9,81	1°	29,93	9°	5,37	-	-
<i>Inga edulis</i> Mart.	ZOO	7	113	2°	18,76	9°	5,66	2°	47,12	6°	12,09	2°	25,99	2°	21,95	3°	20,46	15°	4,77	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ZOO	5	84	3°	11,52	6°	6,12	3°	13,26	34°	1,29	5°	11,1	-	-	-	-	26°	2,12	1°	49,97
<i>Triplaris americana</i> L.	ANE	1	85	4°	9,65	-	-	-	-	-	-	1°	48,82	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inga vera</i> Willd.	ZOO	6	41	5°	8,33	8°	5,8	4°	12,33	10°	5,5	4°	11,72	18°	2,66	-	-	1°	32,62	-	-
<i>Piper arboreum</i> Aubl.*	ZOO	4	58	6°	6,57	2°	32,19	10°	3,97	-	-	-	-	-	-	-	-	8°	5,73	6°	8,44
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann*	ZOO	6	34	7°	4,92	21°	1,18	11°	3,71	3°	20,03	-	-	13°	4,17	6°	12,4	-	-	11°	2,98
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	ZOO	6	33	8°	4,8	-	-	-	-	13°	4,38	11°	3,05	4°	17,36	7°	11,04	6°	8,62	15°	2,21
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	ZOO	1	24	9°	4,07	-	-	-	-	-	-	15°	2,28	-	-	-	-	-	-	2°	29,61
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	ZOO	2	20	10°	4,03	-	-	-	-	2°	21,43	-	-	5°	16,44	-	-	-	-	-	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	ZOO	5	19	11°	3,96	11°	5	-	-	22°	2,67	-	-	1°	25,7	18°	2,39	29°	1,98	-	-
<i>Cordia superba</i> Cham.	ZOO	3	22	12°	3,8	-	-	-	-	1°	24,06	15°	2,28	10°	5,67	-	-	-	-	-	-
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	ANE	5	29	13°	3,72	-	-	16°	2,38	26°	1,89	42°	0,53	20°	2,14	9°	4,87	-	-	3°	18,66
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	ZOO	4	12	14°	3,16	3°	13,64	-	-	-	-	19°	2,02	-	-	-	-	30°	1,96	9°	3,82
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	ZOO	4	19	15°	2,84	-	-	-	-	18°	3	-	-	3°	21,7	-	-	23°	2,79	20°	1,43
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	ANE	4	15	16°	2,81	-	-	-	-	20°	2,92	14°	2,59	-	-	4°	16,04	16°	4,23	-	-
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	ZOO	6	25	17°	2,76	32°	0,8	6°	9,11	-	-	29°	1,09	16°	3	-	-	18°	4,08	10°	2,98
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	ZOO	6	16	18°	2,69	39°	0,76	19°	1,83	16°	3,36	9°	4,46	12°	4,41	-	-	5°	8,7	-	-
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	ZOO	2	12	19°	2,66	-	-	-	-	4°	16,87	-	-	8°	7,66	-	-	-	-	-	-
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	ZOO	3	25	20°	2,57	-	-	5°	11,49	-	-	-	-	-	-	11°	4,57	-	-	19°	1,45

3.6.2. Estrutura e Composição Florística da Comunidade – Muda e Regeneração

A relação entre a idade do plantio e os parâmetros área basal, densidade de indivíduos e riqueza de espécies foi obtida por meio de regressão linear simples (Figura 5, apêndice D). O resultado desta análise demonstrou que quando avaliamos apenas as mudas plantadas não houve relação entre a idade do plantio e os parâmetros de área basal (Figura 3, $p= 0.95$, $r^2 = 0.00053$, apêndice E) e densidade de indivíduos ($p= 0,982$, $r^2 =0.00008691$ apêndice E). No entanto, foi possível observar uma relação negativa entre a idade dos plantios e a riqueza de espécies das mudas ($p= 0,137$, $r^2 = 0,33$, apêndice E). Ou seja, nas áreas de plantio houve uma redução no número de espécies de mudas com o aumento do tempo de plantio.

A densidade das mudas nos plantios variou significativamente entre as áreas de plantios ($p<0,0001$, apêndice F). Os resultados mostram que há diferenças significativas entre as densidades e diferentes áreas VEN-BOA; SJO-BOA; ESJ – BOA; NAZ-BOA; REN-BOA; BUF-AFE; VEN-BUF ($p<0,05$). Já para área basal, os valores variaram de 10,2 a 28 m^2/ha , com menor valor encontrado no plantio mais jovem (SJO < 7 anos). Em relação aos valores do índice de diversidade de espécies de Shannon, os valores variaram de 2,26 a 3,16, a equabilidade de pielou entre 0,83 a 0,94 e o número de Hill entre 8 e 22. Não foi observada uma relação, entre a idade dos plantios e estes parâmetros. Entretanto, para a regeneração natural foi observada uma relação positiva e significativa entre a idade do plantio e os três parâmetros avaliados: área basal ($p= 0,032$, $r^2 = 0,56$, apêndice G), densidade de regenerantes ($p= 0,0058$, $r^2 =0,48$, apêndice G), e riqueza de espécies ($p= 0,044$, $r^2 =0,52$, apêndice G). A avaliação da normalidade da distribuição dos dados, foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os resultados indicaram que as variáveis área basal, densidade e riqueza de espécies seguem uma distribuição normal.

Os valores de densidade de regenerantes variaram entre 270 e 1750 $indiv.ha^{-1}$, enquanto os valores de área basal total variaram entre 2,98 e 12,36 m^2/ha^{-1} (Figura 2 e Figura 3). Foi verificada diferenças significativas entre densidade e diferentes áreas ESJ-BUF, ESJ -NAZ, ESJ-REN, ESJ-SJO, VEN-NAZ, VEN-REN, VEN-SJO ($p \leq 0,05$). Os plantios mais antigos apresentando os maiores valores de densidade e área basal (Figura 2, apêndice C e H). Os dados de diversidade de espécies de regenerantes variaram entre 2,26 a 3,16 nats e os valores de equabilidade de pielou entre 0,63 a 0,94 (apêndice C).

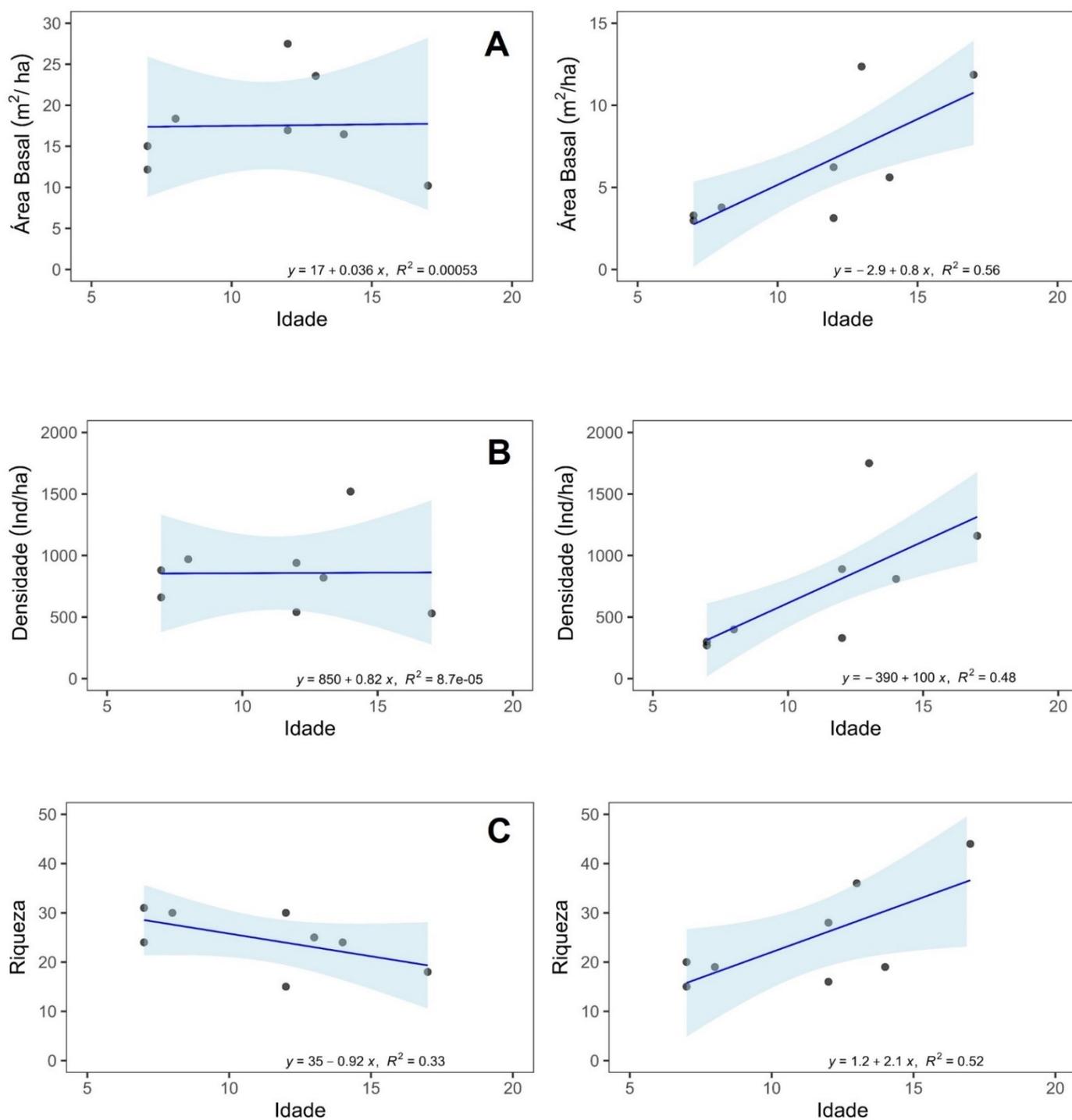


Figura 5 - Regressões lineares entre os parâmetros estruturais de área basal, densidade e riqueza de espécies e a idade dos plantios estudados na APA Rio São João/Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. Coluna esquerda representa o estrato Muda (a) Área Basal ($p=0,957$, $r^2 = 0,00053$), (b) Densidade ($p= 0,982$, $r^2=0,00008691$), (c) Riqueza ($p= 0,137$, $r^2 = 0,33$) e a coluna direita representa a regeneração natural (a) Área Basal ($p= 0,032$, $r^2 = 0,56$), (b) Densidade ($p= 0,0058$, $r^2=0,48$), (c) Riqueza ($p= 0,044$, $r^2 =0,52$). O sombreado azul identifica o intervalo de confiança do modelo.

A avaliação das curvas de rarefação de espécies de mudas sugeriu que embora exista uma diferença na riqueza de espécies arbóreas entre os plantios, SJO apresenta maior riqueza e VEND a menor riqueza em espécies. Não foi possível observar uma diferença na riqueza de espécies arbóreas entre a maioria dos plantios de diferentes idades (Figura 6).

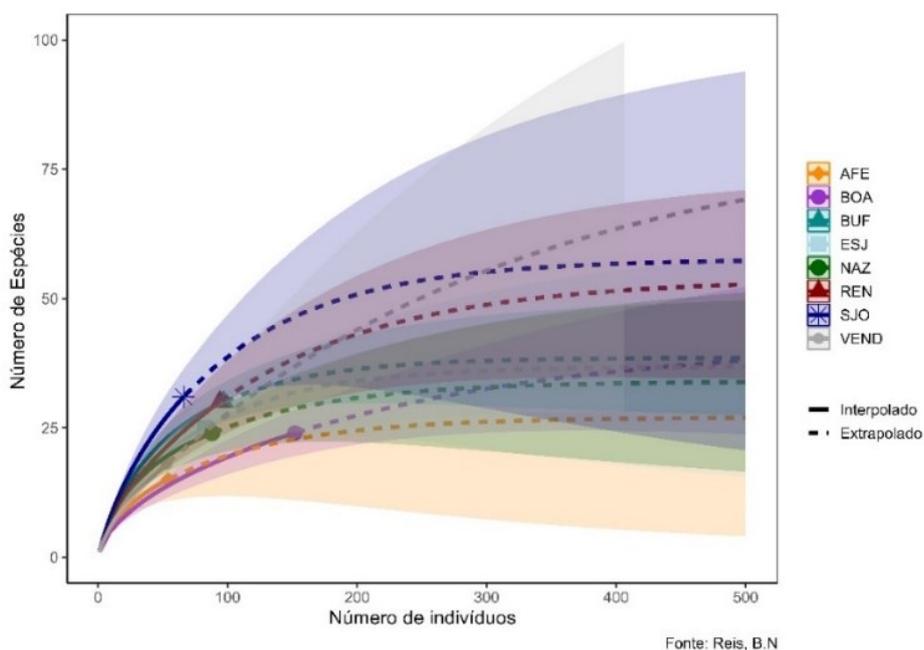


Figura 6 - Curva de Rarefação de Riqueza de espécies de mudas (DAP > 5 cm). Sombreado representa valores de 95% de Intervalo de confiança por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaal - 2005).

Em relação a composição florística do estrato mudas, podemos destacar a importância da família Fabaceae com a presença de sete espécies dentro do rank das vinte espécies mais importante seguindo valores de IVC (Tabela 4). O gênero *Inga* se destacou, ocorrendo com 3 espécies e uma abundância 251 indivíduos. As espécies de *Inga* ocuparam as três primeiras colocações do rank das espécies mais importantes. Este resultado indica a relevância das espécies da família Fabaceae e, principalmente, do gênero *Inga* na composição e estrutura da comunidade dos plantios de reflorestamento estudados. Além destas espécies de *Inga* vale destacar a presença de *Guarea guidonia* e *Schinus terebinthifolia*, *Trema micranthum*, *Mimosa bimucronata*, *Joannesia princeps* entre as espécies de maiores IVC na comunidade e presentes em um maior número de plantios. (Tabela 4, apêndice J).

As curvas de rarefação de riqueza de espécies para a regeneração natural dos plantios estudados apresentaram forte sobreposição dos limites do intervalo de confiança, indicando uma não diferenciação entre a riqueza de espécies dos plantios (Figura 7).

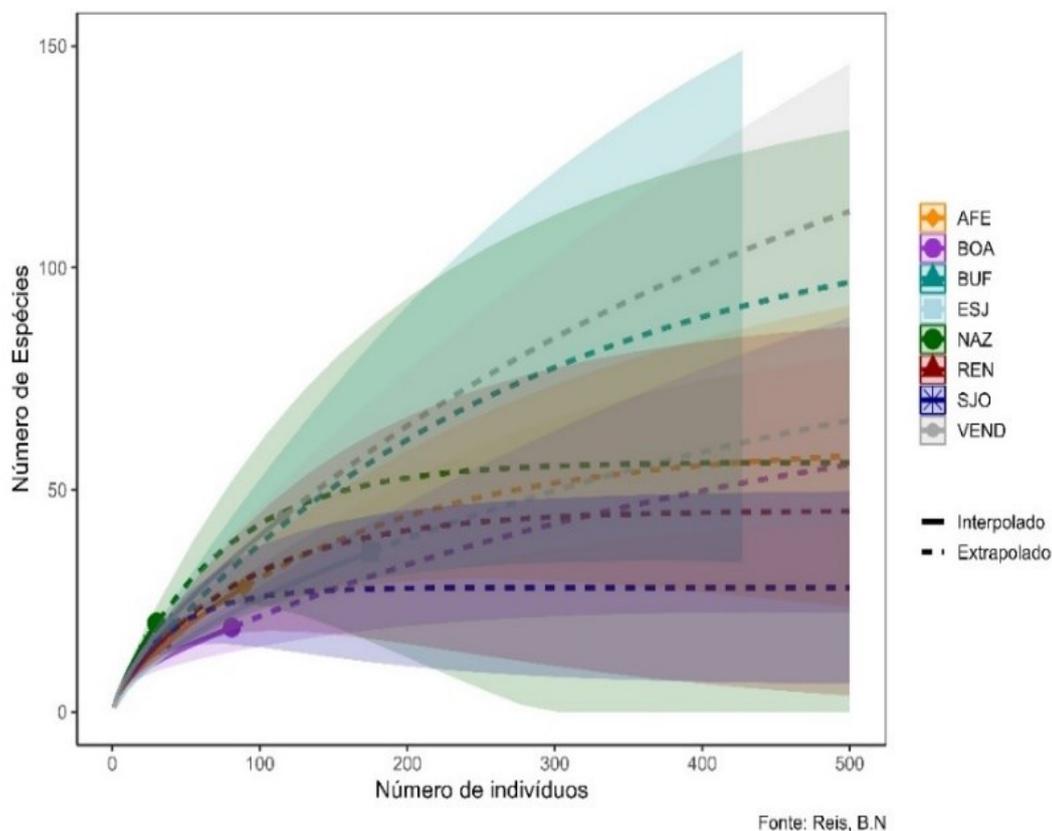


Figura 7 - Curvas de Rarefação de Riqueza de espécies de Regeneração Natural (DAP \geq 5 cm). Sombreado representa valores de 95% de Intervalo de confiança por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. AFE (Afetiva – 2010), BOA (Boa Esperança - 2008), BUF (Búfalo Branco – 2014), ESJ (Estância São João – 2010), NAZ (Fazenda Nazaré – 2015), REN (Renascença – 2010), SJO (Fazenda São João -2015, VEND (Vendaval - 2005).

Na avaliação da composição florística da regeneração natural, considerando-se indivíduos adultos (DAP \geq 5cm), foram identificadas cinco espécies (e.g. *Triplaris americana*, *Guarea guidonia*, *Piper arboreum*, *Inga laurina*, *Casearia sylvestris*) como as espécies de maior valor de IVC. Essas espécies foram responsáveis por 39% da abundância dos regenerantes, com 231 indivíduos do total de 591 indivíduos amostrados na regeneração natural. Essas espécies são provenientes de influência das mudas plantadas na regeneração natural, apenas a espécie *Piper arboreum* tem origem alóctone aos plantios amostrados (Tabela 5, apêndice K).

A análise da lista geral das 20 espécies de maior IVC da comunidade arbórea dos plantios (Tabela 3), assim como da lista da comunidade da regeneração, indicou uma forte influência das mudas plantadas na regeneração natural, com quinze espécies provenientes do plantio inicial. No entanto, foi observada a presença de 5 espécies de origem alóctone aos plantios (*Piper arboreum*, *Piper cf. amplum*, *Guapira opposita*, *Rosaceae sp1*) entre as 20 espécies de maior IVC nos oito plantios amostrados. Outro ponto a destacar é que as espécies *Triplaris americana*, *Syzygium cumini* e *Paubrasilia echinata* são destaque em valor de IVC para a comunidade geral, no entanto essas espécies só ocorreram em um dos plantios estudados (ESJ) (Figura 8, Tabela 5, apêndice K). Entretanto, quando consideramos todas as espécies do estrato regenerante (164 spp), observamos que o número de espécies alóctones (77) é superior ao de espécies autóctones (68). Se considerarmos que as espécies não classificadas (19) provavelmente são alóctones, esse número sobe para 96 spp., representando 58% das espécies amostradas na regeneração.

Em relação á síndrome de dispersão, foi observado que a zoocoria foi predominante (40%) entre as espécies da regeneração adulta, seguida da anemocoria (15%) e síndrome autocórica (7%) (Figura 8A. Tabela 3, Apêndice I). Já para os grupos ecológicos, o número de espécies pioneiras prevaleceu como o mais importante em todos os plantios (> 50%), com as secundárias iniciais e tardias variando entre 10 e 15%. As espécies identificadas em nível de gênero/família encontram-se na classe não classificada.

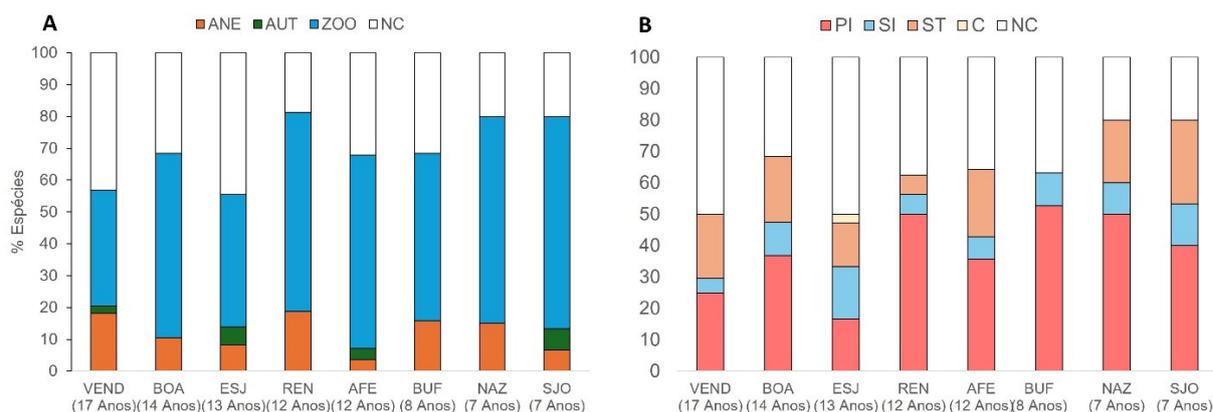


Figura 8 – Distribuição percentual de espécies no estrato da Regeneração Natural Adulto (DAP \geq 5 cm) nos plantios com diferentes idades na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. (A) por categoria sucessional (Pi – espécie pioneira, Si – Secundária Inicial, St – Secundária Tardia, C - Climax, Nc – Não classificada) e (B) por síndrome de dispersão (Ane – anemocoria, Auto – Autocoria, Zoo – Zoocoria, Nc – Não Classificada).

Tabela 5 – Ordenação das 20 espécies de maior IVC do estrato regeneração natural adulto (DAP ≥ 5 cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.

	SD	Total	GERAL			AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEND	
			N	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC
<i>Triplaris americana</i> L.	ANE	1	83	1°	24,93	-	-	-	-	-	-	1°	91,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ZOO	5	52	2°	18,58	3°	14,4	4°	28,6	-	-	2°	19,6	-	-	-	-	9°	9,0	2°	32,1
<i>Piper arboreum</i> Aubl.*	ZOO	5	58	3°	17,62	1°	78,3	5°	13,0	-	-	9°	3,4	-	-	-	-	2°	22,1	4°	13,8
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ZOO	6	18	4°	9,90	7°	6,0	1°	42,2	11°	6,37	29°	0,9	4°	20,5	5°	14,3	4°	18,5	-	-
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	ZOO	2	20	5°	8,88	-	-	-	-	-	-	6°	4,6	-	-	-	-	-	-	1°	34,6
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C.Rodrigues & Stehmann*	ZOO	6	27	6°	8,37	12°	3,4	12°	2,6	1°	50,3	-	-	14°	5,3	1°	46,9	-	-	10°	4,2
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	ZOO	6	23	7°	6,85	24°	1,7	3°	30,1	-	-	15°	2,1	17°	4,6	-	-	6°	17,2	8°	5,1
<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	ANE	5	21	8°	6,61	-	-	-	-	6°	9,23	24°	1,0	6°	9,3	7°	11,9	-	-	3°	20,8
<i>Piper cf. amplum</i> Kunth*	ZOO	3	19	9°	6,21	2°	24,8	17°	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5°	11,6
<i>Inga edulis</i> Mart.	ZOO	5	13	10°	5,18	-	-	6°	12,7	14°	5,77	18°	1,7	1°	29,0	4°	15,4	-	-	-	-
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	ZOO	2	21	11°	4,94	-	-	2°	34,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17°	2,2
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	ZOO	1	14	12°	4,78	-	-	-	-	-	-	3°	17,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inga vera</i> Willd.	ZOO	4	8	13°	3,85	-	-	9°	4,5	3°	18,27	8°	4,1	5°	13,7	-	-	-	-	-	-
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	AUT	1	10	14°	3,33	-	-	-	-	-	-	4°	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	ZOO	3	5	15°	2,71	-	-	-	-	8°	7,54	-	-	2°	25,2	-	-	-	-	11°	3,6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz*	ZOO	2	6	16°	2,27	-	-	-	-	2°	20,79	10°	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosaceae sp1*</i>	NC	2	4	17°	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2°	31,4	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	ZOO	3	3	18°	1,77	20°	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10°	8,2	9°	4,6
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	ZOO	2	6	19°	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	19°	4,0	-	-	1°	30,0	-	-
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	ZOO	2	6	20°	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	3°	21,7	12°	4,9	-	-	-	-

Ao contrário do que foi observado para comunidade regenerante adultos ($DAP \geq 5$ cm), os dados de florística da regeneração natural da lista geral das 20 espécies de maior IVC para o compartimento de jovem ($1 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$) mostrou um maior número de espécies de origem alóctone ($n= 11$; 55%) no sub-bosque dos plantios, com poucas ($n=9$) espécies autóctones (oriunda de sementes de indivíduos muda) (Tabela 6, apêndice L). Dentre as cinco espécies mais bem posicionadas no rank das 20 espécies de maior IVC, temos duas espécies de *Piper* (*Piper arboreum*; *Piper cf. amplum*), e as espécies *Triplaris americana*, *Guarea guidonia*, *Cupania oblongifolia*. A maioria das espécies da regeneração natural do estrato jovem possuem síndrome de dispersão zoocóricas, com exceção de *Triplaris americana*, *Moquiniastrum polymorphum*, *Vernonia macrophylla*, que são anemocóricas (Figura 9, Tabela 6, apêndice L), em relação ao grupo ecológico das espécies, foi verificado uma maior proporção de espécies pioneiras (35-50%) seguidas por espécies secundárias tardia (10-30%) e poucas espécies climax (amostradas apenas no plantio ESJ).

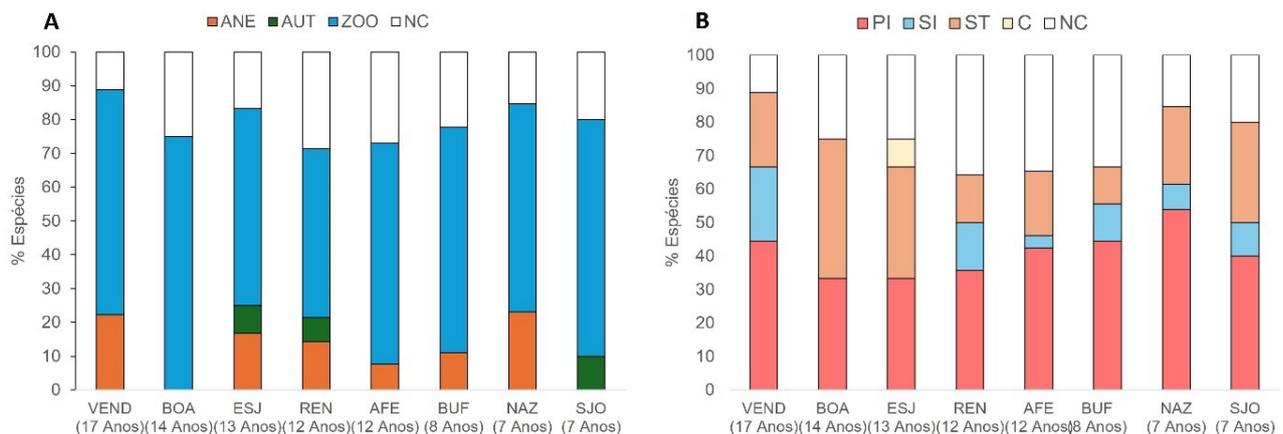


Figura 9 - Distribuição percentual de espécies da Regeneração Natural de Jovens ($DAP > 1$ cm e $DAP < 5$ cm) nos oito plantios com diferentes idades na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. (A) por categoria sucessional (Pi – espécie pioneira, Si – Secundária Inicial, St – Secundária Tardia, C - Climax, Nc – Não classificada) e (B) por síndrome de dispersão (Ane – anemocoria, Auto – Autocoria, Zoo – Zoocoria, Nc – Não Classificada)

Tabela 6 – Ordenação das 20 espécies mais importante estrato regeneração natural jovem (DAP>1 e DAP < 5 cm) nos oito plantios amostrados na APA Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. As 20 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas (N = Número de indivíduos, Rank IVC = Posição, IVC=Valor de Cobertura), * Representa material de origem alóctone ao plantio.

	SD	Total	GERAL		AFE		BOA		BUF		ESJ		NAZ		REN		SJO		VEND		
			N	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC	Rank	IVC
<i>Piper arboreum</i> Aubl.*	ZOO	6	76	1°	56,38	1°	79,7	1°	85,27	1°	43,6	2°	28	-	-	-	-	1°	75,9	1°	55,9
<i>Piper cf. amplum</i> Kunth*	ZOO	5	27	2°	18,68	2°	41,23	5°	8,3	-	-	8°	3,9	-	-	-	-	6°	9,1	4°	25,5
<i>Triplaris americana</i> L.	ANE	1	29	3°	17,31	-	-	-	-	-	-	1°	106,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ZOO	5	30	4°	17,25	3°	13,61	3°	20,6	-	-	-	-	-	-	4°	13,0	4°	9,9	3°	36,7
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	ZOO	3	16	5°	9,46	6°	5,16	2°	47,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5°	11,2
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann*	ZOO	3	13	6°	9,44	8°	4,12	-	-	3°	37,2	-	-	-	-	1°	68,8	-	-	-	-
<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	ANE	4	14	7°	8,86	20°	1,76	-	-	-	-	-	-	13°	9,0	2°	35,0	-	-	2°	42,3
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.*	ZOO	1	6	8°	3,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2°	53,8	-	-
<i>Piper cf. mollicomum</i> Kunth*	ZOO		4	9°	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inga edulis</i> Mart.	ZOO	2	4	10°	2,61	15°	2,01	-	-	-	-	-	-	3°	27,3	-	-	-	-	-	-
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.*	ANE	3	4	11°	2,37	-	-	-	-	-	-	10°	3,6	12°	9,7	3°	15,3	-	-	-	-
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	ZOO	2	4	12°	2,23	9°	3,43	-	-	-	-	5°	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.*	ZOO	2	4	13°	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	2°	27,8	9°	6,8	-	-	-	-
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	ZOO	2	4	14°	2,08	26°	1,47	-	-	-	-	-	-	1°	29,3	-	-	-	-	-	-
<i>Asteraceae sp1*</i>	NC	1	3	15°	1,98	-	-	-	-	2°	37,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.*	ZOO	1	3	16°	1,96	5°	6,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchornea glandulosa subsp. iricurana</i> (Casar.) Secco*	ZOO	3	3	17°	1,83	16°	1,97	-	-	-	-	-	-	11°	9,7	-	-	8°	8,5	-	-
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	ZOO	2	3	18°	1,68	23°	1,63	4°	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	ZOO	1	2	19°	1,47	7°	4,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Indeterminada sp99*</i>	NC	1	1	20°	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6°	11,0

A distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos plantados (mudas) com DAP \geq 5 cm nos oitos Plantios da APA Rio São João/Mico Leão Dourado apresentou um padrão similar entre as áreas, com a grande maioria de seus indivíduos distribuídos nas duas primeiras classes de diâmetro, mas com alguns indivíduos já ocorrendo nas classes maiores (>20 cm). Já para o estrato regenerante (DAP \geq 5 cm) foi observado uma grande maioria dos indivíduos na primeira classe diamétrica (5-10 cm) e um número bem menor de indivíduos > 10 cm de DAP. Entre os plantios, apenas o VEN (mais antigo) apresentou indivíduos na classe de 20-30 cm ($n=1$).

De uma forma geral, foi possível visualizar que fragmentos com maior tempo de plantio já apresentam um maior número de indivíduos regenerantes e menor quantidade de indivíduos provenientes de mudas. Ao contrário dos dados dos plantios mais recente, onde ocorre prevalência de mudas (Figura 10).

PERFIL DA ALTURA DA COMUNIDADE

Os dados de altura da comunidade foram analisados separadamente entre os estratos muda e regeneração natural (Figuras 11 e 13). As figuras 11 e 13, retratam a comparação, através de Boxplots, dos dados de altura média entre as áreas amostradas. O perfil de altura da vegetação de acordo com os dados obtidos em campo (altura e diâmetro) está representado nas figuras 12 (muda) e 14 (regenerantes). Os resultados demonstraram que tanto para mudas quanto para regeneração natural algumas áreas diferem em altura média, porém não foi observado uma relação entre as idades dos plantios.

O Perfil de altura para as mudas (Fig 12) mostra que a maioria das árvores estão com altura próxima à 10 m, com poucos indivíduos atingindo alturas > 15 m. Já para o estrato regenerante (Fig 14), a grande maioria das árvores estão com altura total abaixo de 5 m, com poucos indivíduos ocorrendo com altura entre 6 e 8 m.

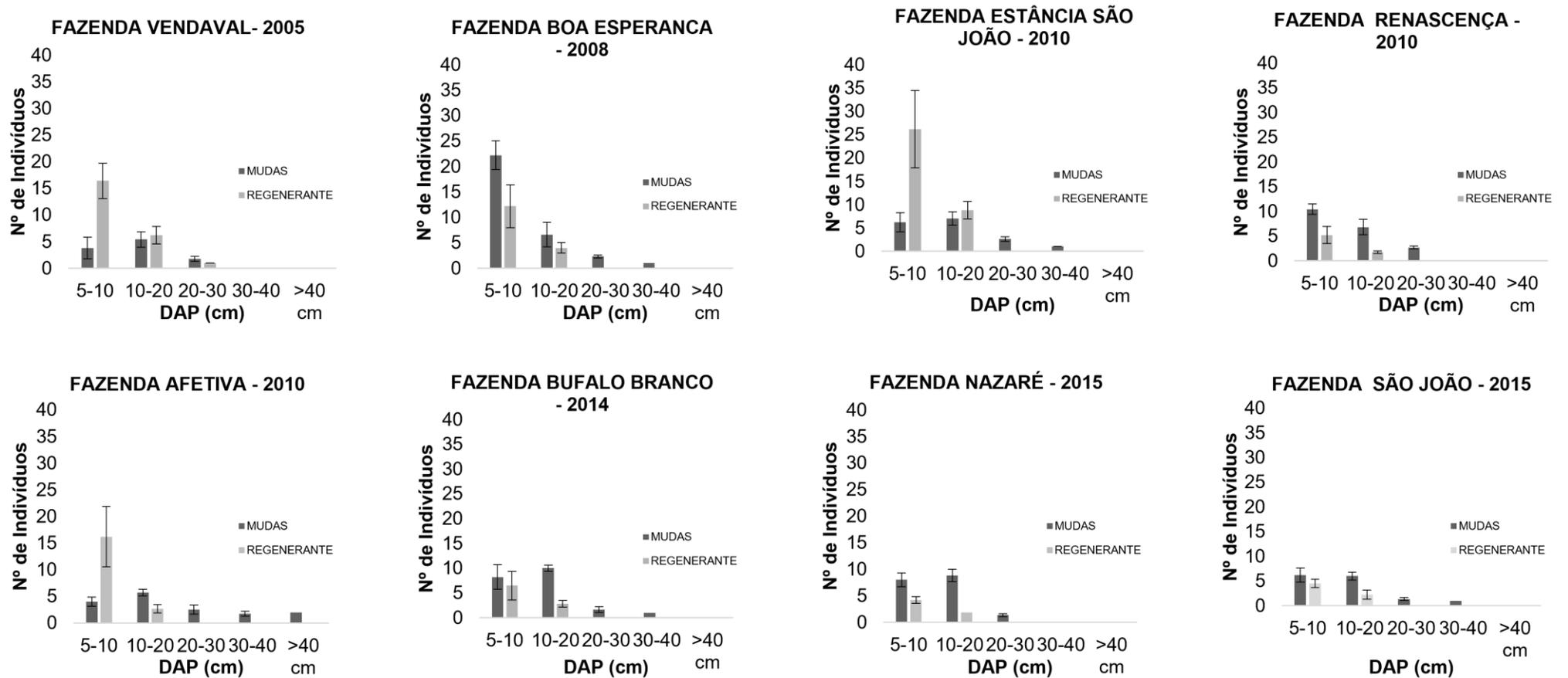
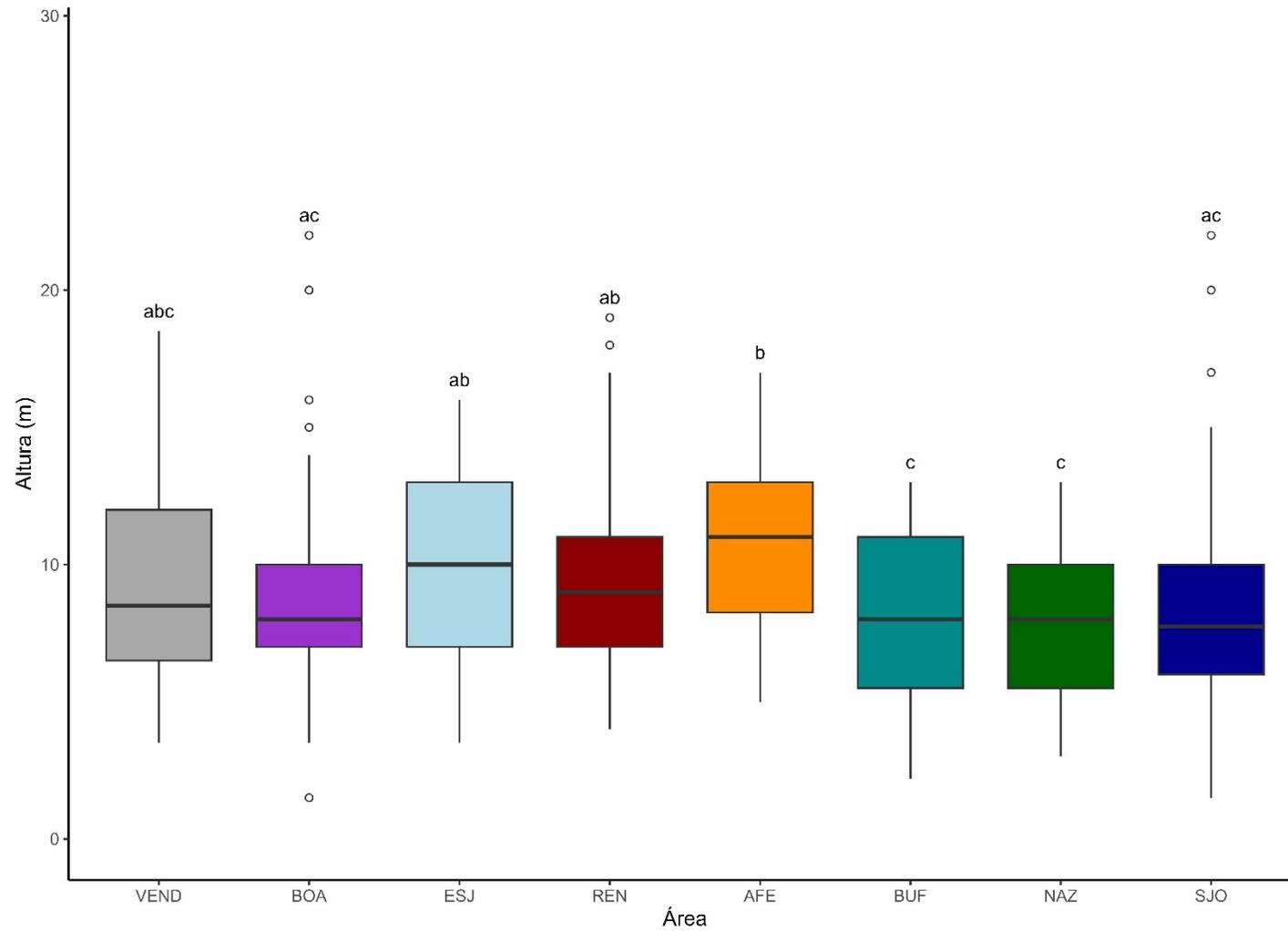


Figura 10 - Número de indivíduos arbóreos por classes diamétrica (DAP \geq 5 cm) espécies por plantios na Região da APA/Rio São João Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. Muda – Indivíduos plantados, Regenerante – Indivíduos provenientes de regeneração natural espontânea.



Fonte: Reis, B.N

Figura 11 - Boxplot mostrando a distribuição de altura média das árvores adultas plantadas ($dap \geq 5$ cm) nos plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feitas através da Anova One Way, teste tukey $p < 0,05$. $N_{tratamento} = 5$ parcelas (0,1 ha) (letras diferentes demonstram diferença).

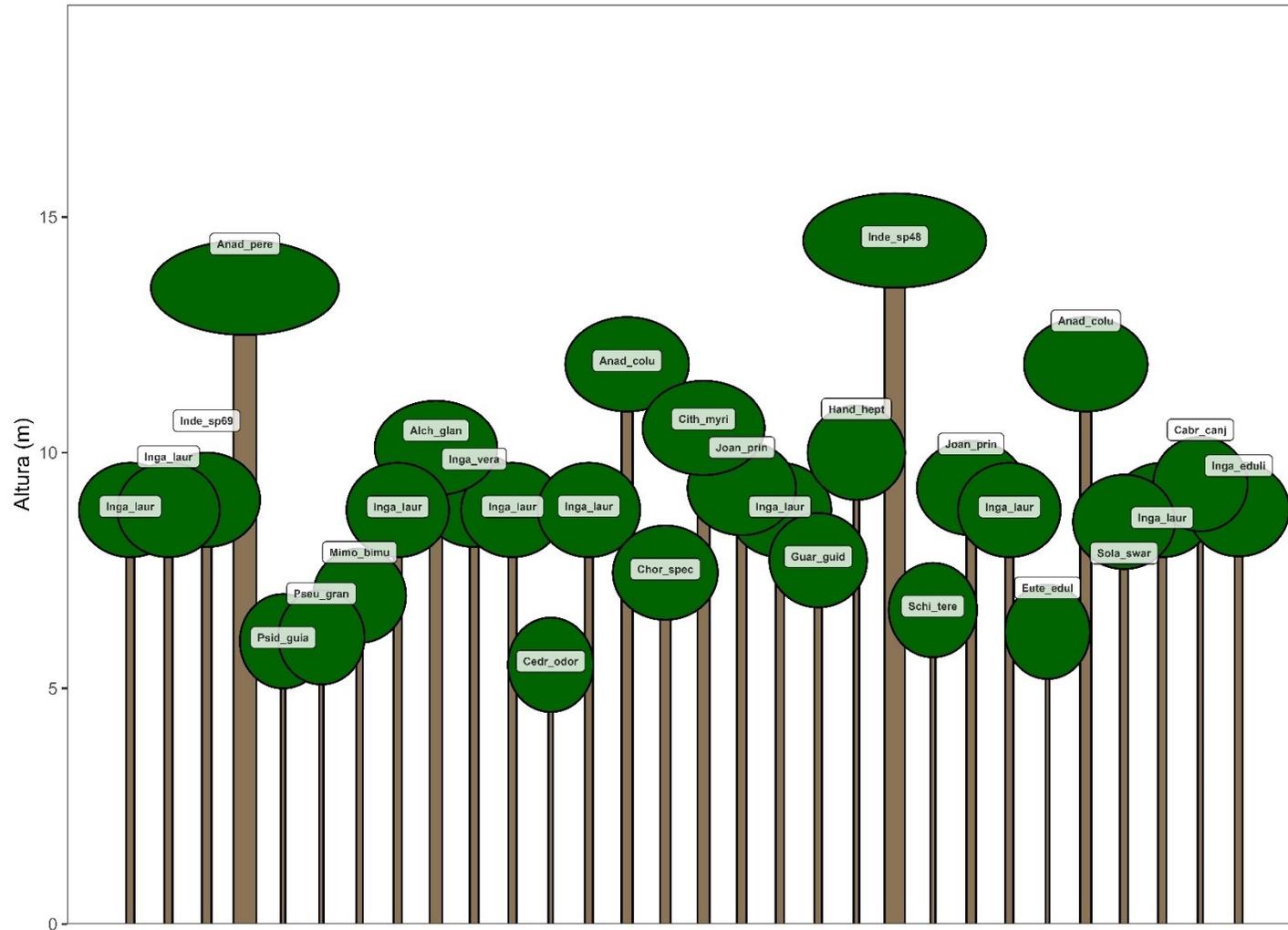
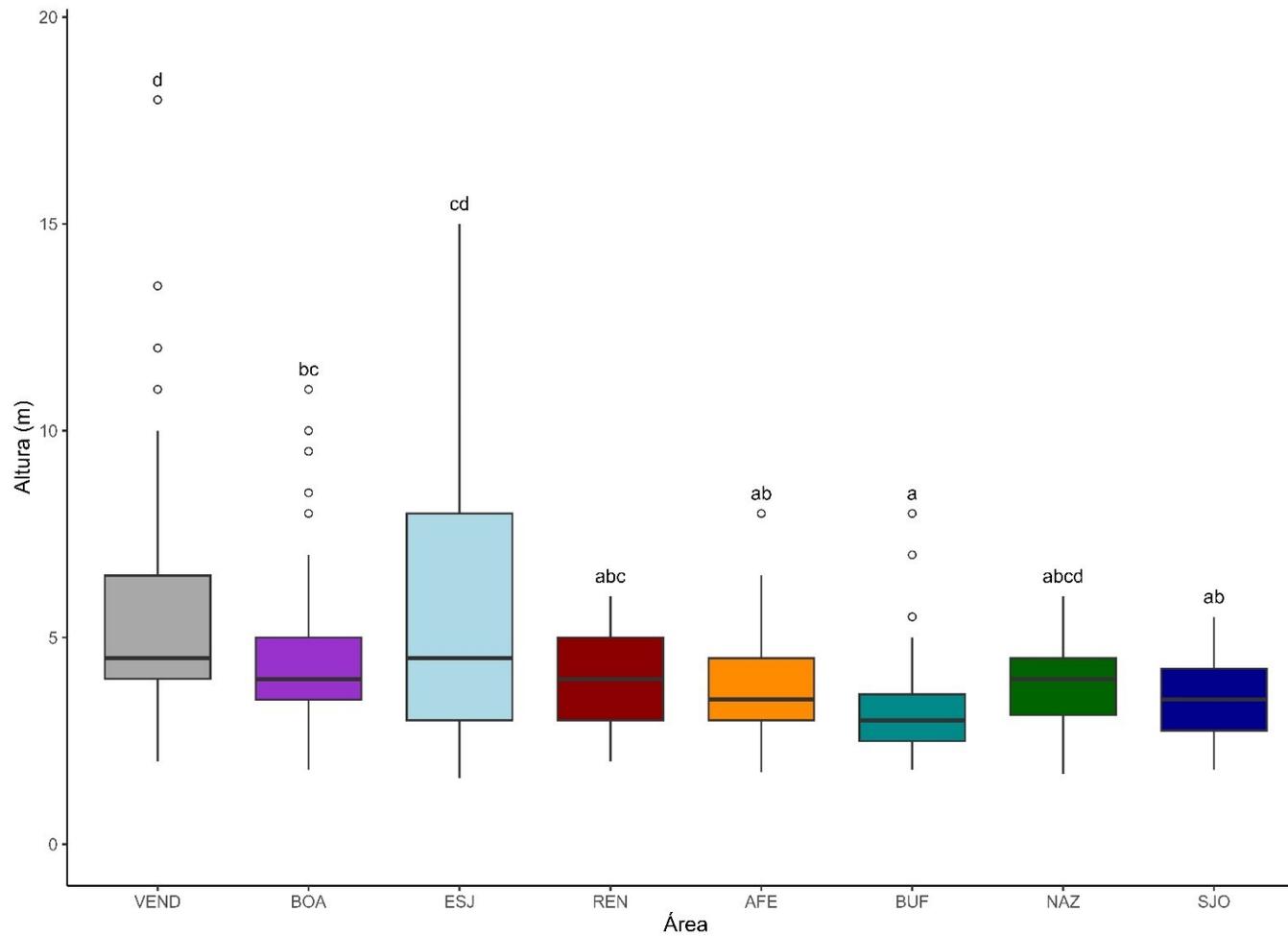


Figura 12 - Perfil de altura das mudas (dap ≥ 5 cm) nos oito plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil.



Fonte: Reis, B.N

Figura 13 - Boxplot mostrando a distribuição de altura média das árvores adultas da regeneração natural ($dap \geq 5$ cm) *oito plantios na Aça Rio São João/Mico*, Rio de Janeiro, Brasil.. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feitas através da Anova One Way, teste tukey $p < 0,05$ (letras diferentes demonstram diferença). $N_{tratamento} = 5$ parcelas (0,1 ha).

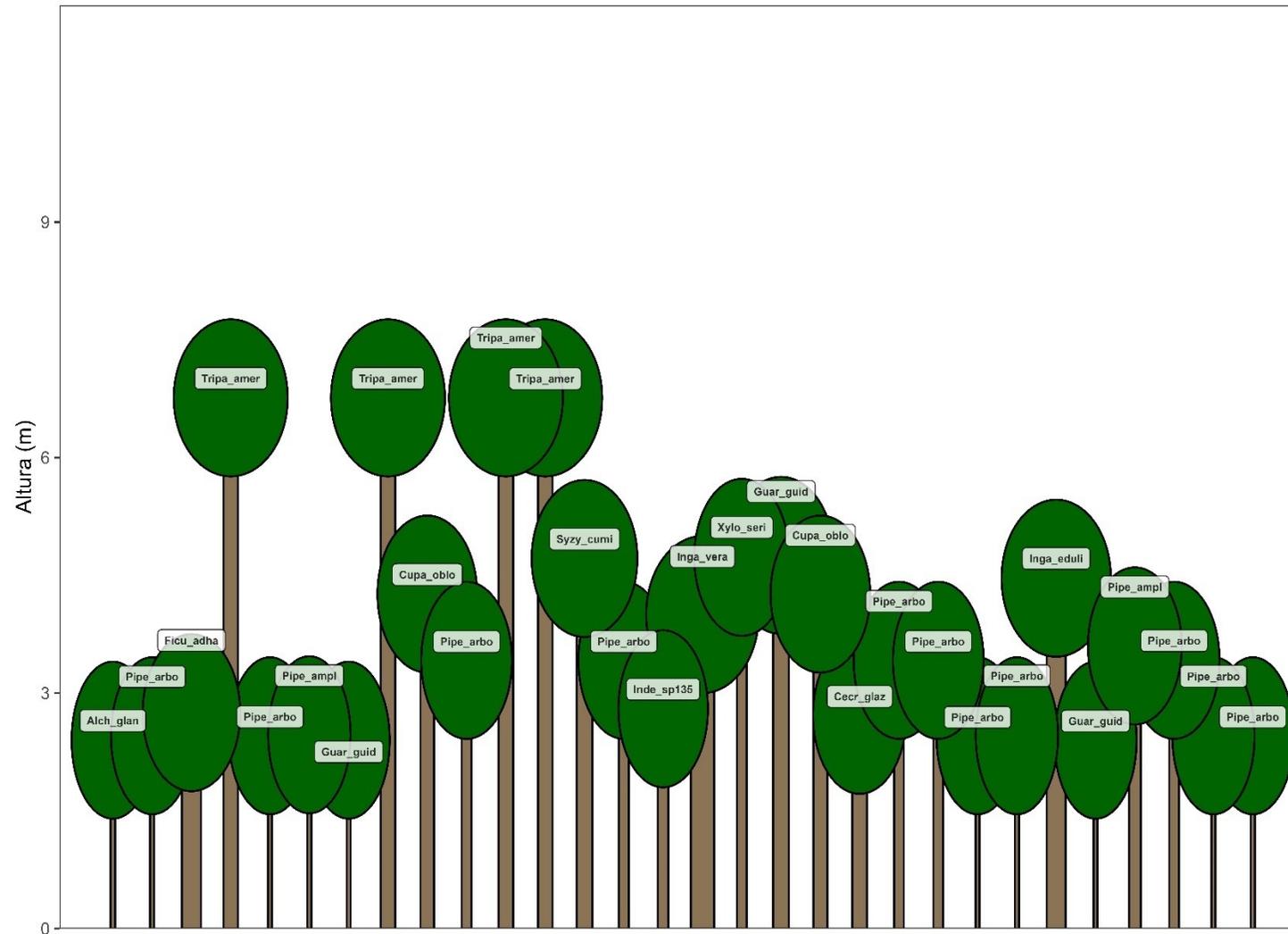


Figura 14 - Perfil de altura da regeneração natural ($dap \geq 5$ cm) nos oito plantios na Apa Rio São João/Mico, Rio de Janeiro, Brasil.

As espécies plantadas (mudas) que apresentaram maior desenvolvimento em altura total foram Leguminosae sp14 , sp15, sp17, sp18, sp19 e Bignoniaceae sp3, com desenvolvimento em altura superior a 20 m, porém representadas por apenas 1 indivíduo. Em relação às espécies de maior abundância na comunidade de mudas, *Schizolobium parahyba*, *Anadenanthera colubrina*, *Citharexylum myrianthum*, *Cecropia glaziovii* foram as que ocorreram com as maiores alturas média (c.10 m).

Entre as espécies regenerantes, *Indeterminada sp9* , *Myrtaceae sp2*, *Zeyheria tuberculosa*, *Indeterminada sp10*, *Indeterminada sp11*, *Melastomataceae sp2* foram as que ocorreram com maior desenvolvimento em altura nos plantios (c. 8 m). Em relação as espécies que apresentaram maior abundância na regeneração natural temos as espécies *Triplaris americana*, *Casearia sylvestris*, *Inga laurina* com altura média de seis metros.

Em relação ao desenvolvimento em diâmetro (DAP) para os indivíduos plantados (mudas), as espécies com maiores valores foram: Leguminosae sp37, *Plathymenia foliolosa*, Leguminosae sp14, Leguminosae sp18, Leguminosa sp26 e Leguminosa sp20, todas com DAP > 30 cm. Entre as espécies com maior abundância, as que apresentam melhor desenvolvimento em diâmetro foram: *Ficus adhatodifolia*, *Trema micranthum*, *Inga vera*, *Citharexylum myrianthum*, *Mimosa bimucronata*.

Entre os regenerantes, as espécies que apresentaram os maiores valores de DAP médio (≥ 15 cm) foram: *Zeyheria tuberculosa*, *Inga sp12*, *Indeterminada sp104*, *Indeterminada sp9*, *Lauraceaespp6*, *Dalbergia nigra*, *Indeterminada sp97*, *Cecropia pachystachya*, Entre as espécies mais abundantes, *Inga laurina*, *Casearia sylvestris*, *Inga edulis* ocorreram com DAP médio em torno de 10 cm.

3.7. DISCUSSÃO

O conhecimento das informações florísticas de áreas protegidas e restauradas na Região da APA Rio São João são importantes para manutenção e conservação da flora. A APA do Rio São João é reconhecida como importante no contexto fitogeográfico da Mata Atlântica, com a presença e grande representatividade de famílias tais como Lauraceae, Leguminosae e Myrtaceae (Carvalho *et al.*, 2007; Peixoto *et al.*, 2004, Moreno *et al.*, 2003; Oliveira Filho & Fontes, 2000, Thomaz *et al.*, 1998). Estas famílias estão representadas nos plantios por espécies plantadas (mudas) ou da regeneração natural.

Os resultados de florísticas encontrados para mudas demonstra a importância da escolha das espécies no processo de colonização de florestas secundárias dos plantios em áreas de baixada da região da APA Rio São João/Mico Leão Dourado. Na avaliação foi identificado uma maior abundância das espécies da família das leguminosas nos plantios estudados, esta família é reconhecida pelo rápido crescimento, estoque de biomassa e algumas espécies do grupo apresenta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, importantes no processo de estabilização de matéria orgânica no solo e sua alta diversidade confere a família um importante escolha em projetos de reflorestamento (Barros Filho *et al.*, 2015; Chaer *et al.*, 2011; Bertoni; Lombardi Neto, 2008; Faria & Franco, 2002). O gênero *Inga* (*Inga laurina*, *Inga edulis*, *Inga vera*) apresenta maiores abundância, frequência e dominância dos parâmetros florísticos. Esses dados também são demonstrados em trabalhos na APA (Carvalho *et al.*, 2008 e 2007; Lima *et al.*, 2006; Carvalho, 2004).

Em um estudo realizado na Reserva Biológica Poço das Antas, foi observado que a espécie *Inga edulis* apresentou uma maior área basal e alta dominância em plantios (Sansevero *et al.*, 2011). Essa espécie possui dispersão zoocórica, sendo dispersa por animais de médio e grande porte. No contexto da região, esta espécie é utilizada como alimento pela espécie endêmica *Leontopithecus rosalia*, para a qual os projetos de restauração estão contribuindo para a conservação e preservação da biodiversidade local. Além desta, outras espécies como *Xylopia sericeae*, *Mabea fistulifera*, *Miconia cinnamomifolia* foram utilizadas nos plantios da APA Rio São João, pois são parte da dieta do Mico-Leão Dourado (Procópio *et al.*, 2008, Carvalho *et al.*, 2004).

Destaca-se, que a espécie *Guarea guidonia* foi bem aproveitada nos plantios estudados (apêndice I) e é citada como uma das espécies importantes no dossel da comunidade arbórea da APA do Rio São João/Mico-leão-dourado (Carvalho *et al.*, 2004). Esta espécie também tem sido utilizada em outros plantios da região, com os maiores valores de área basal (Sartori, 2014; Sansevero *et al.*, 2011; Neves & Peixoto, 2008). Essa espécie também foi identificada como importante em trabalhos de mata ciliar no estado de São Paulo (Moschetto *et al.*, 2022). Entretanto, alguns autores têm apontado esta espécie como rica em compostos secundários, tais como saponinas, terpenóides e taninos (Vallilo *et al.*, 2002) e de potencial alelopático (Moraes *et al.*, 2023). Assim, *Guarea guidonea* pode atuar como espécie inibidora da sucessão, retardando ou mesmo impedindo o processo sucessional.

Uma análise comparativa entre os resultados deste estudo e os resultados dos trabalhos de Carvalho *et al.* (2006; 2007; 2009, 2016) sobre a estrutura e composição florística de fragmentos florestais na APA do Rio São João revela que os plantios estudados apresentam valores estruturais, riqueza e diversidade de espécies inferiores aos observados para fragmentos florestais perturbados. Essa diferença dos valores é ainda mais acentuada quando comparados com fragmentos florestais maduros na região (Tabela 7).

Tabela 7 - Aspectos florísticos e estruturais da Regeneração Natural dos Plantios estudados na APA Rio São João/Mico Leão Dourado, Rio de Janeiro, Brasil em comparação com outros estudos em trechos de floresta atlântica no Estado do Rio e Janeiro. Método de parcelas adotado em todos os estudos. DAP – limite de inclusão diamétrica, NI – número de indivíduos, AB – área basal, Riqueza de espécies, H' – índice de diversidade de Shannon, J – índice de equabilidade.

Localidade		DAP (cm)	Área (ha)	NI vivos (ha-1)	AB (m ² .ha-1)	NºSps	H'	J	Referência
Faz. Vendaal (VEND)	*17 anos	≥ 5	0,1	1160	11,86	44	3,16	0,83	Reis,2023
Faz. Boa Esperança (BOA)	*14 anos	≥ 5	0,1	810	5,61	19	2,35	0,80	Reis,2023
Faz. Estância São João (ESJ)	*13 anos	≥ 5	0,1	1750	12,36	36	2,26	0,63	Reis,2023
Faz. Renascença (REN)	*12 anos	≥ 5	0,1	330	3,13	16	2,40	0,87	Reis,2023
Faz. Afetiva (AFE)	*12 anos	≥ 5	0,1	890	6,23	28	2,41	0,72	Reis,2023
Faz. Búfalo Branco (BUF)	*8 anos	≥ 5	0,1	400	3,78	19	2,49	0,84	Reis,2023
Faz. Nazaré (NAZ)	*7 anos	≥ 5	0,1	300	3,29	20	2,81	0,94	Reis,2023
Faz. São João (SJO)	*7 anos	≥ 5	0,1	270	2,98	15	2,52	0,93	Reis,2023
Afetiva – AFT	**	≥ 5	0,2	1855	25,00	66	3,62	0,86	Carvalho,2009
Estreito – EST	**	≥ 5	0,2	1065	25,30	46	2,88	0,75	Carvalho,2009
Imbaú – IMB	*	≥ 5	0,2	1535	33,40	59	3,26	0,80	Carvalho,2009
Andorinhas – AND	**	≥ 5	0,2	2140	32,00	76	3,62	0,84	Carvalho,2009
Sítio do Prof. – STP	*	≥ 5	0,2	1400	48,80	58	3,26	0,81	Carvalho,2009
Vendaal		≥ 5	0,2	1615	20,40	46	2,89	-	Carvalho,2016
Boa Esperança		≥ 5	0,2	1445	24,50	57	3,53	-	Carvalho,2016
Rio vermelho		≥ 5	0,2	1745	29,00	106	3,83	-	Carvalho,2007
Reserva Biológica União (RBU)**		≥ 5	0,2	1995	39,70	83	3,76	-	Carvalho,2007
Reserva Poço das Antas (RBA)		≥ 5	0,2	1062	5,40	64	3,02	0,73	Pessoa, 2003
Reserva Poço das Antas (RBA)		≥ 5	0,5	813	13,20	107	3,90	0,79	Pessoa, 2003
Reserva Poço das Antas (RBA)		≥ 5	0,6	1636	20,10	151	3,65	0,81	Pessoa, 2003

* Áreas preservadas; ** Áreas perturbadas

Em relação aos valores de diversidade de espécies (H') encontrados para os oito plantios, podemos afirmar que são inferiores ou em alguns casos poucos casos próximos aos valores encontrados para fragmentos perturbados (Carvalho *et al.*, 2009, Pessoa *et al.*, 2003, Carvalho *et al.*, 2004, Carvalho, 2005; Carvalho *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2016), porém bem inferiores aos valores observados para matas maduras na região (Rebio Poço das Antas; Pessoa (2003) e Rebio União; Carvalho (2004) (Tabela 7). Entretanto, os valores de H' encontrados para os plantios são semelhantes aos valores observados em áreas de restauração de mata de baixada na Reserva Biológica Poço das Antas (H'= 2,18) (Sartori *et al.*, 2014) e em sub-

bosques de plantios de eucalipto abandonados na Reserva Biológica União ($H' = 2,4$) (Evaristo *et al.*, 2011; De Piantti, 2024).

Valores semelhantes também podem ser encontrados na literatura, em estudos de regenerantes em área de estudo em processo de restauração: Oliveira *et al.*, 2015 em uma Floresta Estacional Semidecidual ($H' = 3,27$); Ferreira *et al.*, 2010 na Usina de Camargos, MG ($H' = 2,96$), Araújo *et al.*, 2006 em área minerada ($H' = 2,75$). Segundo Arcanjo (2024), após avaliação de uma cronossequência constatou que os parâmetros área basal, densidade e AGB aumentam linearmente entre 1 a 3 anos após o plantio, mas isso não ocorre após 4 anos de plantio. Outros estudos encontraram aumento de valores estruturais em áreas de restauração com o aumento do tempo do plantio (Holl & Zahawi 2014)

Os plantios com idade inferior a oito anos (BUF, NAZ, SJO) podem ser classificados de acordo com os critérios do CONAMA (Apêndice M) em estágios iniciais de sucessão, enquanto os plantios avaliados com idade > 12 anos podem ser classificados em estágios intermediários de sucessão. Esses resultados encontrados corroboram estudos de restauração que observaram a influência do tempo no processo de recuperação dos dados estruturais, de diversidade e riqueza de espécies (Souza, 2000; Nappo *et al.*, 2004; Letcher & Chazdon 2009; Chazdon *et al.* 2010; Suganuma & Durigan 2015; Zanini *et al.*, 2014; García *et al.*, 2016).

A regeneração natural é uma das abordagens que vem sendo discutidas para alcançar os compromissos da restauração (Santos *et al.*, 2019 ; Borda-Niño *et al.*, 2020). Nesse sentido trabalhos que envolvam a temática vêm crescendo com o passar dos anos (Crouzeilles *et al.*, 2018). Alguns trabalhos relatam que a regeneração natural pode ser influenciada pelas árvores plantadas, condições do solo, paisagem (Haggard *et al.*, 1997 ; Powers *et al.*, 1997; Holl *et al.*, 2000 , White *et al.*, 2004). Nossos resultados, sugerem que as espécies plantadas influenciaram e estão influenciando no estrato regenerante. Entretanto, a composição das espécies da comunidade regenerante dos plantios estudados não apresentou forte similaridade florística com a comunidade de espécies plantadas e nem entre as comunidades regenerantes dos plantios estudados, conforme evidenciado pelas análises de nMDS e de agrupamento. Estes resultados indicam que não existe um padrão de composição florística entre as áreas de regeneração e que espécies alóctones estão desempenhando um papel relevante na composição da comunidade. Assim, embora o estrato de mudas tenha influência na regeneração natural, outros fatores como ação

de dispersores de sementes e proximidade de fragmentos parecem estar influenciando mais este processo, permitindo a chegada de diásporos nos plantios, conforme já observado por outros autores (e.g. Souza & Batista, 2004; Sansevero et al. 2017). Os resultados apresentados sobre a composição de espécies da comunidade regenerante dos plantios podem também estar fortemente relacionados ao histórico de conservação dos fragmentos. A cobertura vegetal da região é constituída por campos antrópicos e áreas de regeneração florestal e remanescentes florestais de baixada (Primo & Volker, 2003). Trabalhos fitossociológicos na região da APA Rio São João Mico-Leão Dourado (Carvalho *et al.*, 2004), descrevem vários destes fragmentos como secundários em estágios iniciais ou intermediários de sucessão, com baixa quantidade de árvores grandes e valores de área basal total bem inferior aos encontrados para áreas de floresta madura (Carvalho *et al.*, 2004).

A influência das características da paisagem, conectividade dos fragmentos, composição e estrutura da comunidade são consideradas como importantes nas relações florísticas entre fragmentos florestais (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2017 ; Damschen & Brudvig, 2012 ; Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011). Segundo Carvalho et al. (2008) os fragmentos florestais da região do Imbaú (AFE) e boqueirão (VEND, BOA) apresentam maior similaridade florística, pela proximidade geográfica. Entre os plantios estudados, SJO (< 8 anos) encontra-se mais distante (Gaviões-RJ) dentro da região da APA Rio São João e em área com presença de grandes remanescentes florestais. Este plantio, nas análises de ordenação e similaridade, ficou posicionado próximo aos plantios mais antigos (AFE; VEND), indicando forte similaridade florística da sua comunidade regenerante com a destes plantios.

Ao avaliarmos os estratos muda e regeneração, foi observado que plantios mais antigos (12-17 anos) (ESJ, VEN e AFE) tenderam a apresentar um maior desenvolvimento da regeneração natural e apresentaram um número grande de espécies regenerantes alóctones, sugerindo que agentes dispersores estão atuantes. No entanto, vale ressaltar que o plantio BOA (14 anos) apresentou uma forte dependência das mudas, com uma baixa regeneração natural. Neste plantio era esperado um melhor desenvolvimento da regeneração natural, devido a sua proximidade com fragmento de mata e presença de dispersores. No entanto, está baixa regeneração pode estar relacionada com a influência negativa da entrada de gado, devido a problemas com isolamento da área.

Os dados das análises da regeneração natural dos plantios revelaram um aumento significativo na área basal nos plantios mais antigos. Este fato está dentro do esperado em função do tempo de plantio, contudo inesperadamente os plantios mais antigos (i.e. VEN, BOA; > 14 anos) apresentaram uma estrutura característica de áreas com baixa proteção e conservação, marcados por impactos antrópicos (Carvalho *et al.*, 2008).

Os resultados dos plantios mais recentes (> 8 anos; BUF, NAZ, SJO) demonstraram aspectos positivos com a presença e desenvolvimento da regeneração. Autores como Melo & Durigan (2007) não encontraram regenerantes em plantios com idade inferior a sete anos. A ausência de regenerantes em uma área de plantio pode estar atribuída a gramíneas invasoras estabelecidas em fases iniciais da restauração, grau de isolamento das áreas e falta de sementes (Souza & Batista, 2004; Tabarelli *et al.*, 2008). Nossos resultados parecem estar relacionados ao controle de gramíneas realizados na fase de estabelecimento dos plantios e por estarem próximos a fragmentos Florestais. Assim, os resultados obtidos indicam que processo de regeneração natural nos plantios está ativo e que os plantios realizados estão cumprindo os seus objetivos no contexto da paisagem, uma vez que esses ambientes anteriormente eram pastos degradados e hoje são corredores florestais em desenvolvimento e conectando fragmentos da região e auxiliando na conservação dos remanescentes florestais.

Os projetos de restauração devem preferencialmente utilizar espécies nativas regionais, respeitando a conservação e a biodiversidade local (SER, 2004). Os plantios estudados utilizaram entre 19 e 40 espécies nativas da Mata Atlântica. Esse número está entre o encontrado na regeneração natural dos fragmentos da APA Rio São João (Cansi *et al.*, 2007). Entretanto, segundo De Almeida *et al.* (2024), a seleção de espécies para reflorestamento das áreas de Mata Atlântica está concentrada em 8% da flora arbórea do bioma (423 spp) e com composição homogênea representada por maior utilização de espécies pioneiras, fixadoras de N, não dispersas por animais e o mesmo conjunto de espécies sendo utilizados em diferentes regiões da Mata Atlântica. Alguns destes pontos são observados nos plantios estudados, como forte uso pioneiras e de fixadoras de N (e.g. *Inga spp.*) e conjunto de espécies semelhantes. Essa abordagem é preocupante no contexto do alto grau de fragmentação e biodiversidade do bioma com a necessidade na expansão das atividades de reflorestamento propostos nos cenários globais da restauração.

Na atual década da restauração, onde há um aumento significativo no investimento em restauração ecológica, a seleção de espécies em projetos de restauração desempenha um papel crucial no sucesso a longo prazo dos plantios (De Almeida *et al.*, 2024). Estudos indicam que plantios florestais comerciais podem atuar como redutos da biodiversidade e facilitar a restauração ecológica de florestas nativas, especialmente em áreas como a Mata Atlântica e mata ciliar (Viani *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2023).

A escolha adequada das espécies para iniciar o processo de sucessão em projetos de restauração florestal é crítica, pois essa etapa é fundamental para o sucesso da recuperação (Fockink *et al.*, 2020). A compatibilidade das espécies selecionadas com as condições ambientais locais e a compreensão dos processos ecológicos externos à área em restauração são essenciais para garantir o baixo custo e a eficácia dos projetos de restauração (Amaral *et al.*, 2021; Fockink *et al.*, 2020, Charles *et al.*, 2018). O uso de espécies exóticas em projetos de restauração vem demonstrando preocupação pela perda da diversidade biológica e seu potencial de invasão (Londe; Sousa; Messias 2020; Vigilato & Zampar, 2011; Vieira, 2004; Siqueira, 2002). Nos plantios estudados na APA do Rio São João/mico-leão-dourado foi verificada a ocorrência de *Syzygium cumini* no estrato regenerante, portanto devem ser consideradas com cautela o uso desta espécie em plantios em área de restauração.

Em todos os plantios, foi observada uma maior prevalência das espécies pioneiras, e baixa quantidade do grupo ecológico das secundárias. Esse resultado é esperado em trabalhos de florestas secundárias em regeneração, devido a sua idade (< 20 anos). Estudos em florestas secundárias demonstram que o tempo de recuperação da composição da comunidade pode ocorrer entre 120 a 210 anos (Elsy *et al.*, 2024; Poorter *et al.*, 2021; Rozendaal *et al.*, 2019; Cole *et al.*, 2014). Conforme esperado, nos plantios estudados, não foi possível verificar valores de composição florística próximos aos das áreas de referência da região (e.g. Rebio União). As espécies secundárias, apesar de presentes em baixa frequência na comunidade regenerante dos plantios jovens, em geral, só começam a dominar neste estrato após 30 anos de processo sucessional. Segundo Siminski *et al.* (2021) espécies pioneiras tende a prevalecer na comunidade por até 10 anos em florestas jovens e secundárias somente por volta de 30 anos. Além disso, há evidências que o excesso de pioneiras na fase inicial de sucessão pode prejudicar a sucessão secundária (Elsy *et al.*, 2023). O

número de espécies alóctones encontrado nas comunidades regenerantes dos plantios estudados, demonstra que apesar da influência das espécies plantadas está ocorrendo chegada de novos propágulos na comunidade. Esse resultado sugere que o uso de espécies zoocóricas, atrativas à fauna, estão desempenhando um importante papel na regeneração destas áreas e corrobora diversos estudos de regeneração em processo de restauração (Silveira; Durigan, 2004; Vieira, 2004; Melo; Durigan, 2007; Ferreira *et al.*, 2010, Sansevero *et al.*, 2011). Este fato permite destacar, que o planejamento dos reflorestamentos deve prever, além da riqueza e diversidade de espécies, uma alta densidade de espécies atraentes a fauna. No entanto, alguns autores relatam que devem ser também consideradas as características das arquiteturas das árvores (Montgomery & Chazdon, 2001) e potencial papel inibidor da sucessão de algumas espécies zoocóricas (e.g. *Guarea guidonea* e *Schinus terebinthifolia*), fato que não foi considerado nos plantios estudados.

Outro ponto importante e que não foi abordado neste estudo, é sobre a eficácia dos plantios dentro do bioma em relação aos serviços ecossistêmicos. A compreensão da dinâmica das áreas restauradas deve ser abordada em novas pesquisas de longa duração. Piffer *et al.* (2022) observaram que apenas dois terços das áreas restaurada por regeneração natural entre 1985 e 2019 persistiam “em pé”. Sendo assim, para um efetivo funcionamento das áreas restauradas (Chazdon *et al.*, 2010, Chazdon, 2019), se faz necessário um esforço para criação de políticas públicas que garantam a longevidade destas áreas restauradas, um aumento no período de monitoramento pós plantio e um adequado manejo das áreas para que as florestas plantadas de fato forneçam seus serviços ecossistêmicos .

3.8. CONCLUSÃO

O levantamento da estrutura e diversidade florística dos plantios em uma cronosequência (7 a 17 anos de idade) na APA Rio São João evidenciou que existe um padrão estrutural no desenvolvimento da comunidade arbórea dos plantios da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Os dados demonstraram que a comunidade dos plantios avaliados estão em estágios intermediários de sucessão ecológica para seis dos oito plantios avaliados (VEN, BOA, ESJ, REN, AFE, BUF). Já os plantios mais recente (NAZ,SJO) apresentaram valores de estrutura semelhantes ao estágio inicial de sucessão segundo a resolução nº2 CONAMA. Esse resultado atende a primeira premissa, referente aos parâmetros estruturais serem maior em áreas com maior tempo de plantio.

A comunidade de regenerantes é melhor estruturada, apresentando maior riqueza de espécies, densidade de indivíduos e área basal total em plantios mais antigos (>12 anos). Esse resultado corrobora a segunda premissa, ou seja, a comunidade regenerante está melhor estruturada em plantios mais antigos (>12 anos).

A composição das espécies da comunidade regenerante, indicou uma forte relação com as espécies plantadas, principalmente no estrato adulto ($DAP \geq 5$ cm). No entanto, um número expressivo de espécies alóctones foi observado, principalmente no estrato jovem da regeneração. As espécies *Athenaea fasciculata*, *Guarea guidonea*, *Piper arboreum*, *Piper cf. amplum* e *Triplaris americana*, são comuns a ambos os estratos da comunidade.

As análises fitossociológicas revelaram que para o compartimento muda, não houve relação com os parâmetros estruturais densidade e área basal em relação a idade de plantio, mais houve uma relação negativa com a riqueza. Entretanto, para a regeneração natural foi observada uma relação positiva com os parâmetros densidade, área basal e riqueza das espécies da comunidade. As espécies mais abundantes que se destacaram em crescimento em altura total, entre as mudas, foram *Schizolobium parahyba*, *Anadenanthera colubrina*, *Citharexylum myrianthum*, *Cecropia glaziovii*. Já em relação ao desenvolvimento em diâmetro médio foram *Ficus adhatodifolia*, *Trema micranthum*, *Inga vera*, *Citharexylum myrianthum*, *Mimosa bimucronata*.

Para a regeneração natural as espécies que se destacaram em desenvolvimento em altura foram *Casearia sylvestris*, *Triplaris americana* e *Inga laurina*. Em relação ao desenvolvimento em diâmetro médio, *Casearia sylvestris*, *Inga laurina*, e *Inga edulis* apresentaram os maiores valores.

Entre as espécies plantadas (autóctones), as que tiveram maior participação na regeneração natural foram *Triplaris americana*, *Guarea guidonia*, *Inga laurina*, *Casearia sylvestris*, *Cupania oblongifolia*, *Moquiniastrum polymorphum*, *Inga edulis*, *Xylopia sericea*, *Syzygium cumini*, *Inga vera*, *Paubrasilia echinata*, *Schinus terebinthifolia*, *Cecropia pachystachya*, *Cecropia glaziovii* e *Alchornea triplinervia*. Entre as espécies alóctones observadas no estrato da regeneração, se destacaram *Athenaea fasciculata*, *Guapira opposita*, *Piper arboreum*, *Piper cf. amplum* e *Rosaceae sp1*.

3.9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; MELO, F. P. L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. et al. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. **Biological Reviews**, v. 92, n. 1, p. 326-340, 2017.

ALMEIDA, D. S.; SOUZA, A. L. Florística de um fragmento de Floresta Atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 221-230, 1997.

APG IV 2016 - The Angiosperm Phylogeny Group, CHASE, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

ARAÚJO, F.S. et al. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 30, p. 107-116, 2006.

ARCANJO, F. A. et al. Low predictability in aboveground biomass accumulation in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic Forest restoration sites. **Restoration Ecology**, v. 32, n. 1, p. e14005, 2024.

BARROS FILHO, C. et al. Dinâmica da regeneração natural de espécies de Inga (Leguminosae–Mimosoideae) em clareiras provocadas pela exploração florestal no município de Moju-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 1014, 2015.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 7. ed. São Paulo: Editora Ícone, 2008.

BROWER, J. E. & ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. Boston: W.C. Brown Publishers, 1984.

CANSI, M. M. F. A. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica na APA da bacia do rio São João, RJ**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

CARDINALE, B. J.; NELSON, K.; PALMER, M. A. Linking species diversity to the functioning of ecosystems : on the importance of environmental context. **OIKOS**, v. 91, n. March, p. 175–183, 2000.

CARLUCCI, M. B. *et al.* Functional traits and ecosystem services in ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1372-1383, 2020.

CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. Tree structure and diversity of lowland Atlantic forest fragments: comparison of disturbed and undisturbed remnants. **Journal of forestry research**, v. 27, n. 3, p. 605-609, 2016.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n.3, p. 727-740, 2006.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 717-730, 2007.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. DE. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 929–940, 2008.

CARVALHO, F.A *et al.* A Importância Dos Remanescentes Florestais Da Mata Atlântica Da Baixada Costeira Fluminense para a Conservação Da Biodiversidade na APA Da Bacia Do Rio São João/Mico-Leão-Dourado/Ibama-RJ. In: **Anais do IV Congresso brasileiro de Unidades de Conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004. p. 106-113.

CHAER, G. M. *et al.* Nitrogen-fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. *Tree Physiology*, v. 31, n. 2, p. 139-149, 2011.

CHARLES, L.S. Plant functional traits and species selection in tropical forest restoration. **Tropical Conservation Science**, v. 11, p. 1940082918784157, 2018.

CHAVE, J. *et al.* Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, n. 1, p. 87–99, 2005.

CHAZDON, Robin L. Towards more effective integration of tropical forest restoration and conservation. **Biotropica**, v. 51, n. 4, p. 463-472, 2019.

CHAZDON, Robin L. *et al.* Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. **Science Advances**, v. 2, n. 5, p. e1501639, 2016.

CHAZDON, R. L. *et al.* Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 31-40, 2010.

CHAZDON, R.L. *et al.* Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. *In: Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and Old World case studies*. Paris: Parthenon Publishing, 1998.

COLE, L. E. S.; BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K. J. Recovery and resilience of tropical forests after disturbance. **Nature communications**, v. 5, n. 1, p. 3906, 2014

COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)** v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.

DALAGNOL, R. *et al.* Função para cálculo dos descritores fitossociológicos e similaridade entre sítios. 2017. Disponível em: <https://github.com/ricds/fitoR>. Acesso em Acesso em 20 dezembro de 2023.

DAMSCHEIN, E. I.; BRUDVIG, L. A. Landscape connectivity strengthens local–regional richness relationships in successional plant communities. **Ecology**, v. 93, n. 4, p. 704-710, 2012.

DE ALMEIDA, C. *et al.* Restoration plantings in the Atlantic Forest use a small, biased, and homogeneous set of tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 553, n. 121628, p. 1-9, 2024.

ELSY, A.D; PFEIFER, M.; JONES, IL *et al.* Incomplete recovery of tree community composition and rare species after 120 years of tropical forest succession in Panama. **Biotropica**, v. 56, n. 1, p. 36-49, 2024.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista brasileira de biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GARCIA, L. C. *et al.* Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in high-diversity forests?. **Applied Vegetation Science**, v. 19, n. 4, p. 655-666, 2016.

GUEDES-BRUNI, R. R. *et al.* Composição florística e estrutura de trecho de floresta ombrófila densa atlântica aluvial na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 413-428, 2006.

DEPIANTTI, G. **Estrutura e Composição Florística da Comunidade Arbórea Regenerante em Plantios após sete anos da remoção dos Eucaliptos**. 2024. 66 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2024.

EVARISTO, Vinícios Troncone; BRAGA, João Marcelo Alvarenga; NASCIMENTO, Marcelo Trindade. Atlantic Forest regeneration in abandoned plantations of eucalypt (*Corymbia citriodora* (Hook.) KD Hill and LAS Johnson) in Rio de Janeiro, Brazil. **Interciencia**, v. 36, n. 6, p. 431-436, 2011.

FARIA, S. M.; FRANCO, A. A. Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 158).

FERNANDES, M. M. *et al.* Regeneração natural em fragmento de Floresta Ombrófila Semidecidual em Sergipe, Brasil. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 7, p. 2, 2019.

FERREIRA, W.C. *et al.* Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 651-660, 2010.

FOCKINK, G. D. *et al.* Espécies prioritárias para restauração da Floresta Ombrófila Mista Montana e Altomontana na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 1, p. 911-923, 2020.

DA FONSECA, D. A. da *et al.* Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2 p. 521-534, 2017.

FONSECA, S. N.; RIBEIRO, J. H. C. & CARVALHO, F. A. Estrutura e diversidade da regeneração arbórea em uma floresta secundária urbana (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Floresta e Ambiente**. v. 20, n. 3, p. 307-315, 2013.

GUIMARÃES, Z. T. M. *et al.* Leaf traits explaining the growth of tree species planted in a Central Amazonian disturbed area. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 618– 628, 2018

HAGGAR, J.; WIGHTMAN, K. & FISHER, R. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n. 1-2, p. 55–64, 1997.

HERNÁNDEZ-STEFANONI, J. Luis *et al.* Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. **Landscape Ecology**, v. 26, n. 3, p. 355-370, 2011.

HOLDRIDGE, L. R. *et al.* **Forest environments in tropical life zones: a pilot study.** Oxford: Pergamon Press.1971.

HOLDRIDGE L. R. **Life zone ecology.** San Jose: Tropical Science Center, 1967.

HOLL, K. D. *et al.* 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339–349, 2000.

HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A. Factors explaining variability in woody above-ground biomass accumulation in restored tropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 319, p. 36-43, 2014.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in ecology and evolution**, v. 7, n. 12, p. 1451-1456, 2016.

HÜLLER, A. *et al.* Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural municipal de Santo Ângelo-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 1, p. 25- 35, 2011.

JOST, L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. **Ecology**, v. 88, n. 10, p. 2427-2439, 2007.

LETCHER, S. G.; CHAZDON, R. L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 608-617, 2009.

LIMA, H.C. *et al.* Caracterização fisionômico-florística e mapeamento da vegetação da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, p. 369-389, 2006.

LIMA, J. A. S. **Biomassa Arbórea e estoques de nutrientes em Fragmentos Florestais da APA Rio São João**: o efeito da fragmentação sobre a Mata Atlântica da baixada Litorânea Fluminense. 180 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

LONDE, V.; DE SOUSA, H. C.; MESSIAS, M. C. T. B. Monitoring of forest components reveals that exotic tree species are not always invasive in areas under ecological restoration. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 10, p. 618, 2020.

LOUREIRO, N. *et al.* Use of the trait-based approach in ecological restoration studies: a global review. **Trees**, p. 1-11, 2023.

MENDIBURU, F. *Agricolae*: statistical procedures for agricultural research. R package version 1.3-7, 2023. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 321-328, 2007.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, v. 35, p. 101-111, 2007.

MIYAMURA, F. Z. *et al.* Influência de espécies exóticas invasoras na regeneração natural de um fragmento florestal urbano. **Scientia Plena**, v. 15, n. 8, p. 1-17, 2019.

MONTGOMERY, R.A.; CHAZDON, R.L. Forest structure, canopy architecture, and light transmittance in tropical wet forests. **Ecology**, v. 82, n. 10, p. 2707-2718, 2001.

MOSCHETTO, F.A; MAGENTA, M.A. G; DE FREITAS, D. M.. Composição Florística das Matas Ciliares Atlânticas Restauradas no Litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Floresta e Ambiente** , v. 29, p. e20220033, 2023.

MORAES, L. F. D. D., FEITOZA, R. B. B., LIMA, H. R. P. *et al.* Allelopathic Potential of the Aqueous Extracts from Leaves, Stems, and Roots of Brazilian Atlantic Forest Native Trees (Pre-print). Disponível: <https://ssrn.com/abstract=4340740>

MORAES, L.F.D. *et al.* Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, p. 477-489, 2006.

MORAES, L.F.D. *et al.* Características do solo na restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ. **Ciência Florestal**, v. 18, p. 193-206, 2008.

MORAES, L.F.D. *et al.* Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. 2013.

MORENO, M. R; NASCIMENTO, M.T.; KURTZ, B.C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, n. 17, v. 3, p. 371-386, 2003.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey & Sons, 1974.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Regeneração natural em subosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., implantados em áreas mineiradas, em Poços de Caldas- MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 297-307, 2000.

NEVES, G. M. S. **Florística e estrutura da comunidade arbustivo-arbórea em dois remanescentes de floresta atlântica secundária** – Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. 115 f. Dissertação. (Mestrado em Botânica) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

OKSANEN, J; BLANCHET, G.; FRIENDLY, M. *et al.* Package ‘vegan’. Community ecology package, version, v. 2, n. 9, p. 1-295, 2013.

PAN, Quan *et al.* Effects of plant functional traits on ecosystem services: A review. **Chinese Journal of Plant Ecology**, v. 45, n. 10, p. 1140, 2021.

PESSOA, S. D. V.; OLIVEIRA, R. R. D. Análise estrutural da vegetação arbórea em três fragmentos florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 391-411, 2006.

PESSOA, S. V. A. **Aspectos da fragmentação em remanescentes florestais da planície costeira do estado do Rio de Janeiro**. 96 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PIFFER, P. R., ROSA, M. R., TAMBOSI, L. R et al. Turnover rates of regenerated forests challenge restoration efforts in the Brazilian Atlantic forest. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 4, p. 045009, 2022.

POORTER, L., CRAVEN, D., JAKOVAC, C. C. et al. Multidimensional tropical forest recovery. **Science**, v. 374, n. 6573, p. 1370-1376, 2021.

PRIMO, P.B. & VOLKER, C.M. 2003. Bacias hidrográficas dos rios São João e das Ostras: águas, terras e conservação ambiental. Rio de Janeiro, Consórcio Intermunicipal Lagos São João.

PROCÓPIO-OLIVEIRA, P.; GRATIVOL, A. D.; RUIZ-MIRANDA, C. R. Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada. Campos dos Goytacazes, 2008.200p.: il. – (Série em Ciências Ambientais; v. 3).

POWERS, J. S.; HAGGAR, J. P.; FISHER, R. F. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in 7-year-old plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n. 1-2, p. 43-54, 1997.

PYWELL, R.F. *et al.* Traços de plantas como preditores de desempenho em restauração ecológica. **Journal of applied Ecology**, v. 40, n. 1, p. 65-77, 2003.

TEAM, R. Core. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. <https://www.R-project.org/>

RIBEIRO, I. F.; MENEZES, L. F. T.; NASCIMENTO, M. T. Facilitação entre plantas e o uso de espécies facilitadoras como estratégia de restauração ecológica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 8, Ed. 3, v. 1, p. 151-169, 2023.

RODRIGUES, P. J. F. P. **A vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada**. 2004. 153 f. Tese (Doutorado Biociências e Biotecnologia) - Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2004.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação de monitoramento. In:

DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, p. 203-215.1998.

ROSENFELD, M. F.; MÜLLER, S. C. Assessing ecosystem functioning in forests undergoing restoration. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 1, p. 158–167, 2018.

ROZENDAAL, D. M. A.; BONGERS, F.; AIDE, T. M. et al. Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. **Science advances**, v. 5, n. 3, p. eaau3114, 2019.

SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JÚNIOR, S.; SANTANA, A. C. Análise da florística e estrutura de floresta primária visando a seleção de espécies-chave, através de análise multivariada, para a restauração de áreas mineradas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 989-1008, 2012.

SANSEVERO, J.B.B *et al.* Past land-use and ecological resilience in a lowland Brazilian Atlantic Forest: implications for passive restoration. **New forests**, v. 48, n. 5, p. 573-586, 2017.

SANSEVERO, J. B. B. *et al.* Natural regeneration in plantations of native trees in lowland Brazilian Atlantic Forest: community structure, diversity, and dispersal syndromes. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 3, p. 379-389, 2011.

SANSEVERO, J. B. B. **Processos de regeneração em Mata Atlântica: uma comparação entre áreas naturais e plantios de restauração ecológica na Reserva Biológica Poço das Antas, Rio de Janeiro.** 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

SARTORI, R. **A Sucessão e a restauração ecológica na Reserva Biológica Poço das Antas, RJ.** 2014. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

SCHIEVENIN, D. F. *et al.* Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, p. 95-108, 2012.

SER - *Society for Ecological Restoration (SER) International*. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da *SER International* sobre a restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*.2004.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F.; ALDER, D. The Interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 2, p. 331-333, 1995.

SIQUEIRA, L. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA OLIVEIRA, L.C. *et al.* Levantamento Florístico e Fitossociológico da Regeneração Natural de uma Mata de galeria localizada no Município de Jataí-**GO**. **Global Science & Technology**, v. 8, n. 3, 2015.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos dez anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, p. 325-347, 2004.

SIMINSKI, A., ZAMBIAZI, DC, DOS SANTOS, KL *et al.* Dinâmica da regeneração natural: implicações para a restauração paisagística da Mata Atlântica, Brasil. **Fronteiras nas florestas e mudanças globais** , v. 4, p. 576908, 2021.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v.191, p.185-200, 2004.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 3, p. 238-251, 2015.

SUGANUMA, M. S. **Trajetórias sucessionais e fatores condicionantes na restauração de matas ciliares em região de floresta estacional semidecidual**. 2013. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

VAN DER PIJL, L. *et al.* **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

VALLILO, M. I., PATORE, J. A., FLORSHEIM, S. M. B. *et al.* DESCRIÇÃO BOTÂNICA, ANATOMIA FOLIAR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO E DAS FOLHAS DE *Guarea guidonia* (L.) Sleumer. **Revista do Instituto Florestal**, v. 14, n. 2, p. 85-94, 2002.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. 4rd ed. New York: Springer, 2002.

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade?. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

VIEIRA, D. C. M. **Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP)**. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIGILATO, G. R.; ZAMPAR, R. Susceptibilidade das zonas de recuperação de uma unidade de conservação à invasão biológica por espécies arbóreas exóticas. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 6, n. 3, p. 25-37, 2011.

YOUNG, T. P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological conservation**, v. 92, n. 1, p. 73-83, 2000.

WHITE, E. *et al.* Seed dispersal to revegetated isolated rainforest patches in North Queensland. **Forest Ecology and Management**, v. 192, n. 2-3, p. 409-426, 2004.

ZANINI, K. J. *et al.* Atlantic rain forest recovery: successional drivers of floristic and structural patterns of secondary forest in Southern Brazil. **Journal of vegetation science**, v. 25, n. 4, p. 1056-1068, 2014.

3.10. APÊNDICE

Apêndice A - Estrutura arbórea da comunidade (mudas, regeneração) nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill.

Parâmetros PLANTIO GERAL	Faz.Vend (2005)	Faz.Boa (2008)	Faz.Esj (2009)	Faz.Ren (2010)	Faz.Afetiva (2010)	Faz.Búfalo (2014)	Faz.Naz (2015)	Faz.São João (2015)
Densidade (ind/ha)	1690±369,8	2340±307	2570±908,71	1270±342,05	1430±648,65	1370±144,05	1190±369,8	930±175,36
Área Basal (m2/ha)	22,06±1,82	22,25±7,9	35,94±9,94	20,09±5,99	33,73±5,06	22,14±4,65	19,1±4,63	15,15±5,8
Riqueza (n)	55,00	38,00	52,00	40,00	39,00	40,00	39,00	43,00
Shannon-Wiener (H')	3,16	2,56	2,83	3,16	2,83	3,24	3,18	3,39
Equabilidade de Pielou (J)	0,79	0,70	0,72	0,86	0,77	0,88	0,87	0,90
Número de Hill	23,50	12,88	16,92	23,50	16,93	25,52	24,14	29,64

Apêndice B - Estrutura arbórea das Mudanças nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill. * Representa P≤0.05.

Parâmetros Avaliados (MUDA - ADULTO)	Faz.Vend (2005)	Faz.Boa (2008)	Faz. Esj (2009)	Faz.Ren (2010)	Faz.Afetiva (2010)	Faz.Búfalo (2014)	Faz.Naz (2015)	Faz.São João (2015)
Densidade (ind/ha)	530±120,42***	1520±307,41***	820±284,17***	940±227,49***	540±207,36***	970±230,76***	880±204,94***	660±178,19***
Área Basal (m2/ha)	10,21±3,49**	16,47±6,46	23,58±9,7**	16,96±5,75	27,5±5,31**	18,37±4,29	15,03±5,68	12,17±6,38**
Riqueza (n)	18*	24	25	30*	15	30*	24	31
Shannon-Wiener (H')	2,23	2,09	2,62	2,84	2,01	2,98	2,78	3,08
Equabilidade de Pielou (J)	0,77	0,66	0,81	0,83	0,74	0,88	0,88	0,9
Número de Hill	9,28	8,1	13,71	17,1	7,48	19,74	16,14	21,84

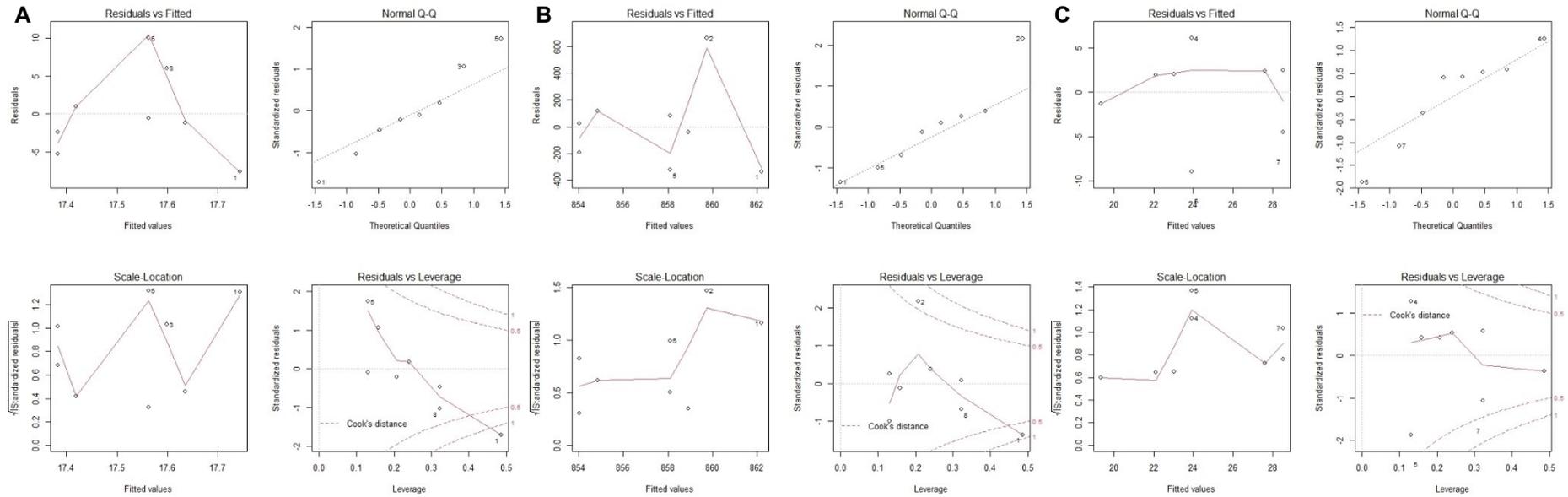
Apêndice C – Estrutura arbórea da Regeneração Natural nos plantios da APA São João/ Mico Leão Dourado, região centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão (\pm) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha⁻¹), área basal (Ab, m².ha⁻¹), diversidade shannon (H'), equidade (J'), número de Hill. * Representa P \leq 0.05.

Parâmetros Avaliados (REGENERANTE - ADULTO)	Faz.Vend (2005)	Faz.Boa (2008)	Faz. Esj (2009)	Faz.Ren (2010)	Faz.Afetiva (2010)	Faz.Búfalo (2014)	Faz.Naz (2015)	Faz.São João (2015)
Densidade (ind/ha)	1160 \pm 359,51 ***	810 \pm 395,92	1750 \pm 960,47 ***	330 \pm 148,32 ***	890 \pm 586,73	400 \pm 324,04 ***	300 \pm 223,61 ***	270 \pm 135,09 ***
Área Basal (m²/ha)	11,86 \pm 2,96**	5,61 \pm 2,06	12,36 \pm 5,15**	3,13 \pm 1,0**	6,23 \pm 4,32	3,78 \pm 2,25**	3,29 \pm 1,66**	2,98 \pm 2,12**
Riqueza (n)	44*	19	36	16*	28	19*	20	15*
Shannon-Wiener (H')	3,16	2,35	2,26	2,4	2,41	2,49	2,81	2,52
Equabilidade de Pielou (J)	0,83	0,8	0,63	0,87	0,72	0,84	0,94	0,93
Número de Hill	23,46	10,5	9,57	11,04	11,16	12,02	16,6	12,38

Apêndice D - Coeficiente de Regressão para parâmetros estruturais em relação a Idade. Códigos de significância: < 0.0001 '****'; 0.001 '***'; 0.01 '**'; >0.05 'NS' (não-significativo). Ab: Área Basal, Den: Densidade e Riq: Riqueza)

Tratamento	Variável	Slope	Intercept	F-Statistic	R ²	p-value	Código p-value
AB_Muda	Idade	0,03615	17,12959	0,003166	0,0005	0,957	NS
AB_Regene	Idade	0,8015	-2,8622	7,727	0,5629	0,032	**
DEN_Muda	Idade	0,8197	848,2787	0,00052	0,0001	0,983	NS
DEN_Regene	Idade	100,03	-386,56	5,457	0,4763	0,058	*
RIQ_Muda	Idade	-0,9208	34,9836	2,94	0,3289	0,137	NS
RIQ_Rege	Idade	2,0847	1,1721	6,445	0,5179	0,044	*

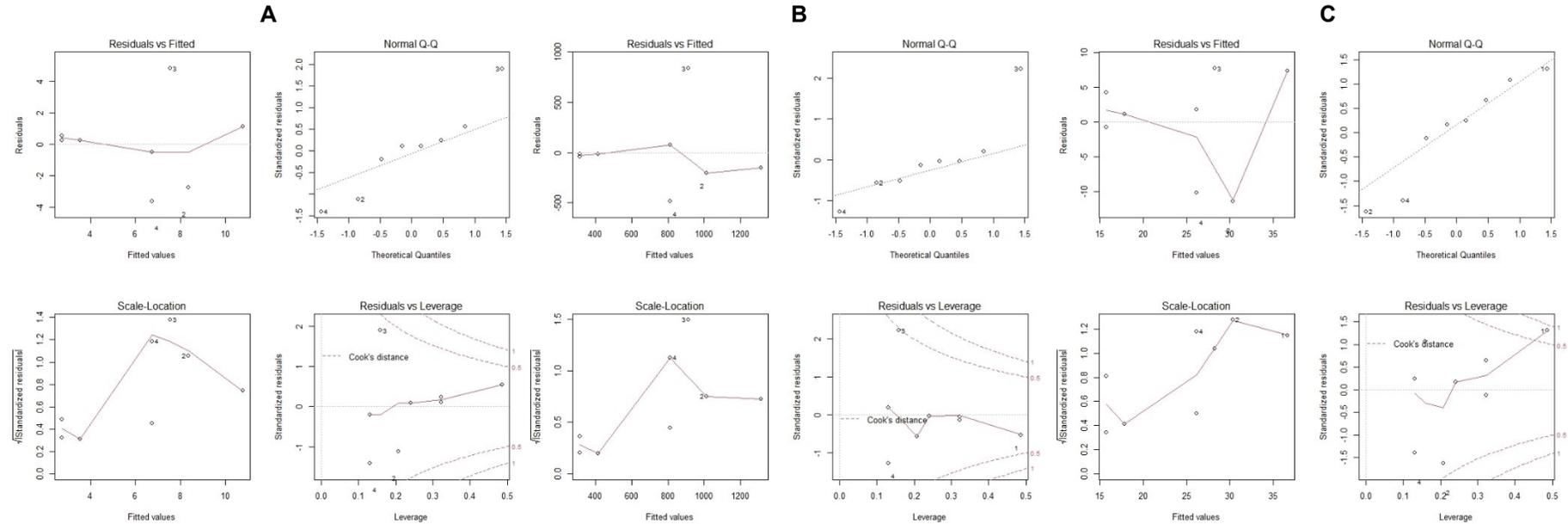
Apêndice E - Análise exploratória dos dados, demonstrando os gráficos diagnóstico dos parâmetros avaliados. a) área basal muda, b) densidade Muda, c) Riqueza Muda



Apêndice F - Análise de Variância de parâmetro densidade nas mudas (Anova One Way), os dados apresentados raiz quadrada

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	P	Código p-value
Entre Grupos	7	942,1	134,59	8.952	4,46E-06	***
Dentro dos grupos	32	481,1	15,04			

Apêndice G - Análise exploratória dos dados, demonstrando os gráficos diagnóstico dos parâmetros avaliados. a) área basal regeneração, b) Densidade Regeneração, c) Riqueza Regeneração.



Apêndice H – Análise de Variância do parâmetro densidade na regeneração natural (Anova One Way), os dados apresentados em raiz quadrada.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	P	Código p-value
Entre Grupos	7	2931	418,7	7	2,82E-05	***
Dentro dos grupos	32	1821	56,9			

Apêndice I - Lista fitossociológica dos indivíduos adultos plantados e regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	136	170,00	10,65	3,75	15,85	57,50	4,37	10,29	26,50	1º	1º
<i>Inga edulis</i> Mart.	113	141,25	8,85	2,35	9,91	62,50	4,75	7,84	18,76	2º	2º
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	84	105,00	6,58	1,17	4,94	47,50	3,61	5,04	11,52	3º	3º
<i>Triplaris americana</i> L.	85	106,25	6,66	0,71	2,99	20,00	1,52	3,72	9,65	5º	4º
<i>Inga vera</i> Willd.	41	51,25	3,21	1,21	5,12	42,50	3,23	3,86	8,33	4º	5º
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	58	72,50	4,54	0,48	2,03	22,50	1,71	2,76	6,57	6º	6º
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	34	42,50	2,66	0,53	2,26	27,50	2,09	2,34	4,92	8º	7º
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	33	41,25	2,58	0,53	2,22	35,00	2,66	2,49	4,80	7º	8º
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	24	30,00	1,88	0,52	2,19	17,50	1,33	1,80	4,07	11º	9º
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	20	25,00	1,57	0,58	2,46	15,00	1,14	1,72	4,03	13º	10º
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	19	23,75	1,49	0,59	2,47	25,00	1,90	1,95	3,96	10º	11º
<i>Cordia superba</i> Cham.	22	27,50	1,72	0,49	2,08	20,00	1,52	1,77	3,80	12º	12º
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	29	36,25	2,27	0,34	1,45	32,50	2,47	2,06	3,72	9º	13º
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	12	15,00	0,94	0,53	2,22	15,00	1,14	1,43	3,16	16º	14º
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	19	23,75	1,49	0,32	1,35	15,00	1,14	1,33	2,84	20º	15º
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	15	18,75	1,17	0,39	1,64	22,50	1,71	1,51	2,81	14º	16º
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	25	31,25	1,96	0,19	0,80	22,50	1,71	1,49	2,76	15º	17º
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	16	20,00	1,25	0,34	1,44	20,00	1,52	1,40	2,69	17º	18º
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	12	15,00	0,94	0,41	1,72	17,50	1,33	1,33	2,66	19º	19º
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	25	31,25	1,96	0,14	0,61	20,00	1,52	1,36	2,57	18º	20º
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	19	23,75	1,49	0,21	0,87	17,50	1,33	1,23	2,36	22º	21º
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	13	16,25	1,02	0,30	1,28	20,00	1,52	1,27	2,30	21º	22º

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Piper cf. amplum</i> Kunth	19	23,75	1,49	0,19	0,78	17,50	1,33	1,20	2,27	23°	23°
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	13	16,25	1,02	0,30	1,25	5,00	0,38	0,88	2,27	26°	24°
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	12	15,00	0,94	0,25	1,07	15,00	1,14	1,05	2,01	24°	25°
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	4	5,00	0,31	0,37	1,56	5,00	0,38	0,75	1,87	29°	26°
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	14	17,50	1,10	0,15	0,63	10,00	0,76	0,83	1,73	28°	27°
<i>Alchornea glandulosa</i> subsp. <i>iricurana</i> (Casar.) Secco	7	8,75	0,55	0,25	1,05	12,50	0,95	0,85	1,60	27°	28°
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	13	16,25	1,02	0,12	0,50	7,50	0,57	0,70	1,52	31°	29°
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	6	7,50	0,47	0,25	1,04	15,00	1,14	0,88	1,51	25°	30°
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	11	13,75	0,86	0,12	0,52	5,00	0,38	0,59	1,38	34°	31°
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	8,75	0,55	0,15	0,63	7,50	0,57	0,58	1,18	35°	32°
Leguminosae sp37	1	1,25	0,08	0,25	1,05	2,50	0,19	0,44	1,13	41°	33°
Indeterminada sp48	3	3,75	0,23	0,19	0,82	2,50	0,19	0,41	1,05	42°	34°
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	7	8,75	0,55	0,10	0,42	15,00	1,14	0,70	0,97	30°	35°
<i>Anadenanthera</i> sp1	3	3,75	0,23	0,17	0,70	2,50	0,19	0,38	0,93	44°	36°
<i>Genipa americana</i> L.	7	8,75	0,55	0,09	0,36	15,00	1,14	0,68	0,91	32°	37°
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	5	6,25	0,39	0,11	0,48	7,50	0,57	0,48	0,87	37°	38°
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	3	3,75	0,23	0,15	0,64	7,50	0,57	0,48	0,87	38°	39°
<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	1	1,25	0,08	0,19	0,78	2,50	0,19	0,35	0,86	48°	40°
Leguminosae sp14	1	1,25	0,08	0,18	0,76	2,50	0,19	0,34	0,84	50°	41°
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	7	8,75	0,55	0,07	0,28	7,50	0,57	0,47	0,83	39°	42°
<i>Inga</i> sp10	6	7,50	0,47	0,07	0,31	2,50	0,19	0,32	0,78	53°	43°
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	7	8,75	0,55	0,04	0,17	15,00	1,14	0,62	0,72	33°	44°
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	6	7,50	0,47	0,05	0,20	12,50	0,95	0,54	0,67	36°	45°

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	6	7,50	0,47	0,04	0,18	5,00	0,38	0,34	0,65	49°	46°
Rosaceae sp1	1	1,25	0,08	0,13	0,55	2,50	0,19	0,27	0,63	60°	47°
Leguminosae sp18	4	5,00	0,31	0,07	0,31	2,50	0,19	0,27	0,62	59°	48°
<i>Eugenia cf. florida</i> DC.	5	6,25	0,39	0,05	0,21	5,00	0,38	0,33	0,60	51°	49°
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	5	6,25	0,39	0,04	0,17	10,00	0,76	0,44	0,56	40°	50°
<i>Tabernaemontana</i> sp1	5	6,25	0,39	0,03	0,13	7,50	0,57	0,37	0,52	45°	51°
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	3,75	0,23	0,07	0,29	2,50	0,19	0,24	0,52	67°	52°
Indeterminada sp51	3	3,75	0,23	0,07	0,28	7,50	0,57	0,36	0,51	46°	53°
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	3	3,75	0,23	0,06	0,27	5,00	0,38	0,29	0,50	54°	54°
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	4	5,00	0,31	0,04	0,18	7,50	0,57	0,35	0,49	47°	55°
<i>Psidium guajava</i> L.	5	6,25	0,39	0,02	0,10	2,50	0,19	0,23	0,49	70°	56°
Asteraceae sp1	2	2,50	0,16	0,08	0,33	2,50	0,19	0,23	0,49	71°	57°
Leguminosae sp16	1	1,25	0,08	0,09	0,40	2,50	0,19	0,22	0,48	74°	58°
<i>Annona</i> sp1	4	5,00	0,31	0,04	0,17	5,00	0,38	0,29	0,48	55°	59°
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	5	6,25	0,39	0,02	0,08	2,50	0,19	0,22	0,47	77°	60°
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	4	5,00	0,31	0,04	0,16	10,00	0,76	0,41	0,47	43°	61°
Leguminosae sp26	3	3,75	0,23	0,06	0,24	2,50	0,19	0,22	0,47	73°	62°
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	4	5,00	0,31	0,04	0,15	5,00	0,38	0,28	0,46	57°	63°
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	1	1,25	0,08	0,09	0,36	2,50	0,19	0,21	0,44	80°	64°
Leguminosae sp20	3	3,75	0,23	0,05	0,20	5,00	0,38	0,27	0,43	58°	65°
Bignoniaceae sp3	2	2,50	0,16	0,06	0,26	5,00	0,38	0,27	0,42	61°	66°
<i>Athenaea</i> sp2	3	3,75	0,23	0,04	0,17	7,50	0,57	0,32	0,40	52°	67°
<i>Erythrina cf. speciosa</i> Andrews	2	2,50	0,16	0,06	0,24	5,00	0,38	0,26	0,40	63°	68°
<i>Inga vera subsp. affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	1	1,25	0,08	0,08	0,32	2,50	0,19	0,20	0,40	83°	69°
Leguminosae sp13	1	1,25	0,08	0,08	0,32	2,50	0,19	0,20	0,40	84°	70°
Indeterminada sp73	3	3,75	0,23	0,04	0,16	5,00	0,38	0,26	0,39	62°	71°
Indeterminada sp74	2	2,50	0,16	0,05	0,22	2,50	0,19	0,19	0,38	86°	72°

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Inga</i> sp8	2	2,50	0,16	0,05	0,22	2,50	0,19	0,19	0,38	87°	73°
Leguminosae sp24	1	1,25	0,08	0,07	0,28	2,50	0,19	0,18	0,36	88°	74°
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	1	1,25	0,08	0,07	0,28	2,50	0,19	0,18	0,36	89°	75°
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	3	3,75	0,23	0,03	0,12	5,00	0,38	0,25	0,35	64°	76°
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	3	3,75	0,23	0,03	0,11	5,00	0,38	0,24	0,34	65°	77°
Leguminosae sp2	2	2,50	0,16	0,04	0,18	5,00	0,38	0,24	0,34	66°	78°
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	2	2,50	0,16	0,04	0,17	5,00	0,38	0,24	0,33	68°	79°
Leguminosae sp19	1	1,25	0,08	0,06	0,25	2,50	0,19	0,17	0,33	90°	80°
Indeterminada sp32	2	2,50	0,16	0,04	0,16	2,50	0,19	0,17	0,32	91°	81°
<i>Inga</i> sp6	2	2,50	0,16	0,04	0,16	2,50	0,19	0,17	0,32	92°	82°
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mat- tos	1	1,25	0,08	0,06	0,24	2,50	0,19	0,17	0,32	93°	83°
<i>Pseudobombax</i> sp2	1	1,25	0,08	0,06	0,23	2,50	0,19	0,17	0,31	94°	84°
Leguminosae sp22	1	1,25	0,08	0,05	0,23	2,50	0,19	0,17	0,31	95°	85°
Indeterminada sp76	2	2,50	0,16	0,04	0,15	2,50	0,19	0,16	0,31	96°	86°
<i>Gymnanthes serrata</i> Baill. ex Müll.Arg.	3	3,75	0,23	0,02	0,07	5,00	0,38	0,23	0,30	69°	87°
<i>Machaerium aff. nyctitans</i> (Vell.) Benth.	3	3,75	0,23	0,01	0,06	5,00	0,38	0,23	0,29	72°	88°
Lauraceae sp12	2	2,50	0,16	0,03	0,13	2,50	0,19	0,16	0,29	97°	89°
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	3	3,75	0,23	0,01	0,05	7,50	0,57	0,29	0,28	56°	90°
<i>Trichilia</i> sp6	2	2,50	0,16	0,03	0,12	5,00	0,38	0,22	0,28	75°	91°
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	2,50	0,16	0,03	0,12	5,00	0,38	0,22	0,28	76°	92°
<i>Inga</i> sp12	1	1,25	0,08	0,05	0,20	2,50	0,19	0,16	0,28	98°	93°
Indeterminada sp244	2	2,50	0,16	0,03	0,11	5,00	0,38	0,22	0,27	78°	94°
Meliaceae sp3	2	2,50	0,16	0,02	0,10	5,00	0,38	0,21	0,26	79°	95°
Leguminosae sp17	1	1,25	0,08	0,04	0,18	2,50	0,19	0,15	0,26	99°	96°
<i>Piper</i> sp9	2	2,50	0,16	0,02	0,09	5,00	0,38	0,21	0,25	81°	97°
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	2,50	0,16	0,02	0,08	5,00	0,38	0,20	0,24	82°	98°

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp77	2	2,50	0,16	0,02	0,08	2,50	0,19	0,14	0,24	100°	99°
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	1	1,25	0,08	0,04	0,16	2,50	0,19	0,14	0,24	101°	100°
<i>Inga</i> sp11	2	2,50	0,16	0,02	0,07	2,50	0,19	0,14	0,23	103°	101°
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	1	1,25	0,08	0,04	0,15	2,50	0,19	0,14	0,23	102°	102°
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	1	1,25	0,08	0,03	0,14	2,50	0,19	0,14	0,22	104°	103°
Indeterminada sp104	1	1,25	0,08	0,03	0,14	2,50	0,19	0,14	0,22	106°	104°
Indeterminada sp9	2	2,50	0,16	0,02	0,06	2,50	0,19	0,14	0,22	105°	105°
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	2	2,50	0,16	0,01	0,06	2,50	0,19	0,13	0,22	107°	106°
<i>Metternichia</i> sp1	2	2,50	0,16	0,01	0,05	5,00	0,38	0,20	0,21	85°	107°
<i>Inga</i> sp9	2	2,50	0,16	0,01	0,05	2,50	0,19	0,13	0,21	108°	108°
Indeterminada sp17	1	1,25	0,08	0,03	0,12	2,50	0,19	0,13	0,20	109°	109°
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	1,25	0,08	0,03	0,12	2,50	0,19	0,13	0,20	110°	110°
Indeterminada sp56	1	1,25	0,08	0,03	0,11	2,50	0,19	0,13	0,19	111°	111°
Lauraceae sp6	2	2,50	0,16	0,01	0,03	2,50	0,19	0,13	0,19	112°	112°
Indeterminada sp231	1	1,25	0,08	0,02	0,11	2,50	0,19	0,12	0,19	113°	113°
Leguminosae sp23	1	1,25	0,08	0,02	0,10	2,50	0,19	0,12	0,18	114°	114°
Leguminosae sp15	1	1,25	0,08	0,02	0,10	2,50	0,19	0,12	0,18	115°	115°
Indeterminada sp55	1	1,25	0,08	0,02	0,10	2,50	0,19	0,12	0,18	116°	116°
Indeterminada sp97	1	1,25	0,08	0,02	0,09	2,50	0,19	0,12	0,17	117°	117°
Leguminosae sp12	1	1,25	0,08	0,02	0,09	2,50	0,19	0,12	0,17	118°	118°
<i>Lochroma cf. arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	1	1,25	0,08	0,02	0,09	2,50	0,19	0,12	0,17	119°	119°
<i>Handroanthus</i> sp4	1	1,25	0,08	0,02	0,09	2,50	0,19	0,12	0,17	120°	120°
Solanaceae sp17	1	1,25	0,08	0,02	0,08	2,50	0,19	0,12	0,16	121°	121°
Indeterminada sp20	1	1,25	0,08	0,02	0,08	2,50	0,19	0,12	0,16	122°	122°
Indeterminado sp184	1	1,25	0,08	0,02	0,08	2,50	0,19	0,12	0,16	123°	123°
Myrtaceae sp2	1	1,25	0,08	0,02	0,08	2,50	0,19	0,11	0,16	124°	124°
Indeterminada sp101	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	125°	125°

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp72	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	126°	126°
Indeterminada sp103	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	127°	127°
Indeterminada sp193	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	128°	128°
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	129°	129°
<i>Machaerium</i> sp2	1	1,25	0,08	0,02	0,07	2,50	0,19	0,11	0,15	130°	130°
Indeterminada sp69	1	1,25	0,08	0,02	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	131°	131°
Malvaceae sp8	1	1,25	0,08	0,02	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	132°	132°
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	1,25	0,08	0,02	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	133°	133°
<i>Machaerium</i> sp1	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	134°	134°
Indeterminada sp172	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	135°	135°
<i>Solanum torvum</i> Sw.	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	136°	136°
<i>Monteverdia</i> sp1	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	137°	137°
Indeterminada sp100	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	138°	138°
Indeterminado sp45	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	139°	139°
Leguminosae sp34	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	140°	140°
<i>Anadenanthera</i> sp2	1	1,25	0,08	0,01	0,06	2,50	0,19	0,11	0,14	141°	141°
<i>Psidium cf. guianensis</i>	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,11	0,13	142°	142°
Indeterminado sp120	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,11	0,13	143°	143°
Solanaceae sp22	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,11	0,13	144°	144°
Indeterminada sp205	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,11	0,13	145°	145°
Indeterminada sp24	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,10	0,13	146°	146°
<i>Myrcia cf. insularis</i> Gardner	1	1,25	0,08	0,01	0,05	2,50	0,19	0,10	0,13	147°	147°
Indeterminada sp11	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	148°	148°
Myrtaceae sp7	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	149°	149°
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	150°	150°
Indeterminada sp98	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	151°	151°
Indeterminada sp50	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	152°	152°
Rubiaceae sp2	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	153°	153°

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Nectandra</i> sp1	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	155°	155°
Indeterminada sp25	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	156°	156°
<i>Albizia</i> sp1	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	157°	157°
Indeterminada sp15	1	1,25	0,08	0,01	0,04	2,50	0,19	0,10	0,12	158°	158°
Indeterminado sp130	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	159°	159°
Rubiaceae sp5	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	160°	160°
Indeterminado sp140	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	161°	161°
Myrtaceae sp5	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	162°	162°
Melastomataceae sp2	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	163°	163°
<i>Piper cf. mollicomum</i> Kunth	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	164°	164°
<i>Casearia</i> sp5	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	165°	165°
<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	166°	166°
Indeterminado sp133	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	167°	167°
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	168°	168°
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	169°	169°
Indeterminada sp57	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	170°	170°
Indeterminado sp149	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	171°	171°
<i>Cordia</i> sp6	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	172°	172°
Leguminosae sp31	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	173°	173°
Malvaceae sp4	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	174°	174°
Indeterminada sp102	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	175°	175°
Salicaceae sp1	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	176°	176°
Indeterminada sp7	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	177°	177°
Indeterminada sp31	1	1,25	0,08	0,01	0,03	2,50	0,19	0,10	0,11	178°	178°
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	179°	179°
Indeterminada sp75	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	180°	180°
Malvaceae sp7	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	181°	181°
Leguminosae sp3	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	182°	182°

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp90	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	183°	183°
Indeterminada sp78	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	184°	184°
Indeterminada sp33	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	185°	185°
<i>Miconia</i> sp2	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	186°	186°
Indeterminada sp12	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	187°	187°
<i>Luehea</i> sp2	1	1,25	0,08	0,01	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	188°	188°
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	189°	189°
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	190°	190°
<i>Nectandra</i> sp4	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	191°	191°
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	192°	192°
Indeterminado sp135	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	193°	193°
Indeterminado sp141	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	194°	194°
Indeterminada sp10	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	195°	195°
Indeterminada sp70	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	196°	196°
Sapindaceae sp2	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	197°	197°
Indeterminado sp138	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	198°	198°
Indeterminada sp84	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	199°	199°
Myrtaceae sp8	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	200°	200°
Indeterminada sp91	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,10	0,10	201°	201°
Lauraceae sp11	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,09	0,10	202°	202°
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,09	0,10	203°	203°
<i>Luehea</i> sp1	1	1,25	0,08	0,00	0,02	2,50	0,19	0,09	0,10	204°	204°
Bignoniaceae sp5	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	205°	205°
Indeterminada sp81	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	206°	206°
Leguminosae sp8	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	207°	207°
<i>Psychotria</i> sp1	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	208°	208°
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	209°	209°
<i>Trichilia</i> sp5	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	210°	210°

Apêndice I – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Lauraceae sp1	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	212°	212°
Myrtaceae sp6	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	213°	213°
<i>Athenaea</i> sp6	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	214°	214°
Lauraceae sp13	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	215°	215°
<i>Handroanthus</i> sp5	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	216°	216°
Indeterminado sp43	1	1,25	0,08	0,00	0,01	2,50	0,19	0,09	0,09	217°	217°
Total	1277	1596,25	100,22	23,72	99,94	1315	99,94	99,99	200,16		

Apêndice J – Lista fitossociológica dos indivíduos plantados das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	118	147,5	17,2	3,34	19,02	60	7,89	44,11	36,22	1º	1º
<i>Inga edulis</i> Mart.	100	125	14,58	2,15	12,24	55	7,24	34,06	26,82	2º	2º
<i>Inga vera</i> Willd.	33	41,3	4,81	1,06	6,04	32,5	4,28	15,12	10,85	3º	3º
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	32	40	4,66	0,56	3,21	25	3,29	11,16	7,88	4º	4º
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	28	35	4,08	0,43	2,46	22,5	2,96	9,51	6,54	5º	5º
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	20	25	2,92	0,58	3,31	17,5	2,3	8,53	6,23	6º	6º
<i>Cordia superba</i> Cham.	21	26,3	3,06	0,48	2,74	17,5	2,3	8,11	5,81	8º	7º
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	15	18,8	2,19	0,56	3,18	22,5	2,96	8,33	5,37	7º	8º
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	15	18,8	2,19	0,4	2,27	22,5	2,96	7,41	4,45	9º	9º
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	16	20	2,33	0,34	1,94	20	2,63	6,9	4,27	10º	10º
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	15	18,8	2,19	0,31	1,75	12,5	1,64	5,58	3,94	12º	11º
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	9	11,3	1,31	0,45	2,55	15	1,97	5,83	3,86	11º	12º
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	10	12,5	1,46	0,39	2,21	10	1,32	4,99	3,67	14º	13º
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	13	16,3	1,9	0,3	1,69	7,5	0,99	4,57	3,58	17º	14º
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	12	15	1,75	0,3	1,7	10	1,32	4,77	3,45	15º	15º
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	11	13,8	1,6	0,25	1,42	12,5	1,64	4,67	3,02	16º	16º
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	13	16,3	1,9	0,16	0,91	17,5	2,3	5,11	2,8	13º	17º
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	7	8,8	1,02	0,3	1,71	12,5	1,64	4,38	2,73	18º	18º
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	4	5	0,58	0,37	2,1	5	0,66	3,34	2,69	21º	19º

Apêndice J – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Alchornea glandulosa</i> subsp. <i>Iricurana</i> (Casar.) Secco	5	6,3	0,73	0,24	1,35	7,5	0,99	3,07	2,08	22°	21°
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	8	10	1,17	0,16	0,89	15	1,97	4,03	2,05	19°	22°
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4	5	0,58	0,18	1,03	5	0,66	2,27	1,62	26°	23°
Leguminosae sp37	1	1,3	0,15	0,25	1,41	2,5	0,33	1,89	1,56	29°	24°
Indeterminada sp48	3	3,8	0,44	0,19	1,1	2,5	0,33	1,87	1,54	30°	25°
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	6	7,5	0,87	0,09	0,51	2,5	0,33	1,72	1,39	34°	26°
<i>Anadenanthera</i> sp1	3	3,8	0,44	0,17	0,94	5	0,66	2,04	1,38	27°	27°
<i>Genipa americana</i> L.	6	7,5	0,87	0,07	0,42	10	1,32	2,61	1,3	23°	28°
<i>Inga</i> sp10	6	7,5	0,87	0,07	0,42	2,5	0,33	1,63	1,3	35°	29°
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	3	3,8	0,44	0,15	0,86	7,5	0,99	2,28	1,29	25°	30°
<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	1	1,3	0,15	0,19	1,06	2,5	0,33	1,53	1,2	36°	31°
Leguminosae sp14	1	1,3	0,15	0,18	1,03	2,5	0,33	1,5	1,17	37°	32°
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	6	7,5	0,87	0,04	0,2	10	1,32	2,39	1,08	24°	33°
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	4	5	0,58	0,08	0,48	5	0,66	1,72	1,06	33°	34°
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	4	5	0,58	0,06	0,34	7,5	0,99	1,91	0,92	28°	35°
Leguminosae sp18	1	1,3	0,15	0,13	0,74	2,5	0,33	1,21	0,88	41°	36°
Indeterminada sp51	3	3,8	0,44	0,07	0,39	7,5	0,99	1,81	0,82	31°	37°
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	4	5	0,58	0,04	0,22	7,5	0,99	1,79	0,8	32°	38°
Leguminosae sp16	2	2,5	0,29	0,08	0,45	2,5	0,33	1,07	0,74	49°	39°
Leguminosae sp26	1	1,3	0,15	0,09	0,53	2,5	0,33	1,01	0,68	51°	40°
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	2	2,5	0,29	0,06	0,37	2,5	0,33	0,99	0,66	52°	41°
Leguminosae sp20	1	1,3	0,15	0,09	0,49	2,5	0,33	0,96	0,64	53°	42°

Apêndice J – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	3	3,8	0,44	0,03	0,18	2,5	0,33	0,94	0,62	54°	43°
Indeterminada sp73	2	2,5	0,29	0,06	0,32	2,5	0,33	0,94	0,62	55°	44°
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	3	3,8	0,44	0,03	0,16	5	0,66	1,26	0,6	39°	45°
Indeterminada sp74	2	2,5	0,29	0,05	0,3	2,5	0,33	0,92	0,59	56°	46°
<i>Inga</i> sp8	2	2,5	0,29	0,05	0,3	2,5	0,33	0,92	0,59	57°	47°
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	2	2,5	0,29	0,05	0,28	5	0,66	1,23	0,58	40°	48°
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	1	1,3	0,15	0,08	0,43	2,5	0,33	0,91	0,58	58°	49°
Leguminosae sp13	1	1,3	0,15	0,08	0,43	2,5	0,33	0,91	0,58	59°	50°
<i>Annona</i> sp1	3	3,8	0,44	0,02	0,13	2,5	0,33	0,89	0,56	60°	51°
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	1,3	0,15	0,07	0,4	2,5	0,33	0,88	0,55	61°	52°
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	3	3,8	0,44	0,02	0,1	2,5	0,33	0,87	0,54	62°	53°
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	3	3,8	0,44	0,02	0,1	2,5	0,33	0,86	0,54	63°	54°
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	3	3,8	0,44	0,02	0,1	5	0,66	1,19	0,53	42°	55°
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	2	2,5	0,29	0,04	0,24	5	0,66	1,18	0,53	43°	56°
Leguminosae sp24	1	1,3	0,15	0,07	0,38	2,5	0,33	0,85	0,52	64°	57°
<i>Inga</i> sp6	2	2,5	0,29	0,04	0,21	2,5	0,33	0,83	0,51	65°	58°
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	3	3,8	0,44	0,01	0,07	7,5	0,99	1,49	0,5	38°	59°
<i>Gymnanthes serrata</i> Baill. ex Müll.Arg.	2	2,5	0,29	0,04	0,2	5	0,66	1,15	0,49	44°	60°
<i>Triplaris americana</i> L.	2	2,5	0,29	0,04	0,2	5	0,66	1,15	0,49	45°	61°
Bignoniaceae sp3	1	1,3	0,15	0,06	0,34	2,5	0,33	0,81	0,49	66°	62°
Leguminosae sp19	1	1,3	0,15	0,06	0,34	2,5	0,33	0,81	0,49	67°	63°
<i>Trichilia</i> sp6	2	2,5	0,29	0,03	0,17	5	0,66	1,12	0,46	46°	64°
<i>Pseudobombax</i> sp2	1	1,3	0,15	0,06	0,32	2,5	0,33	0,79	0,46	68°	65°
Leguminosae sp22	1	1,3	0,15	0,06	0,31	2,5	0,33	0,79	0,46	69°	66°

Apêndice J – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp76	1	1,3	0,15	0,05	0,31	2,5	0,33	0,78	0,46	70°	67°
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	2	2,5	0,29	0,02	0,14	5	0,66	1,09	0,43	47°	68°
Meliaceae sp3	2	2,5	0,29	0,02	0,14	5	0,66	1,09	0,43	48°	69°
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	2	2,5	0,29	0,02	0,13	2,5	0,33	0,75	0,42	71°	70°
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	2,5	0,29	0,02	0,11	2,5	0,33	0,73	0,4	72°	71°
Leguminosae sp17	1	1,3	0,15	0,04	0,24	2,5	0,33	0,71	0,38	73°	72°
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	2	2,5	0,29	0,02	0,09	2,5	0,33	0,71	0,38	74°	73°
<i>Psidium guajava</i> L.	2	2,5	0,29	0,01	0,08	5	0,66	1,03	0,37	50°	74°
Indeterminada sp77	1	1,3	0,15	0,04	0,22	2,5	0,33	0,69	0,36	75°	75°
Leguminosae sp2	1	1,3	0,15	0,04	0,21	2,5	0,33	0,69	0,36	76°	76°
<i>Inga</i> sp9	2	2,5	0,29	0,01	0,07	2,5	0,33	0,69	0,36	77°	77°
<i>Inga</i> sp11	1	1,3	0,15	0,04	0,2	2,5	0,33	0,67	0,35	78°	78°
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	2	2,5	0,29	0,01	0,03	2,5	0,33	0,65	0,33	79°	79°
Indeterminada sp17	1	1,3	0,15	0,03	0,16	2,5	0,33	0,64	0,31	80°	80°
Indeterminada sp56	1	1,3	0,15	0,03	0,16	2,5	0,33	0,63	0,3	81°	81°
<i>Tabernaemontana</i> sp1	1	1,3	0,15	0,03	0,16	2,5	0,33	0,63	0,3	82°	82°
Indeterminada sp231	1	1,3	0,15	0,02	0,14	2,5	0,33	0,62	0,29	83°	83°
Leguminosae sp23	1	1,3	0,15	0,02	0,14	2,5	0,33	0,61	0,28	84°	84°
Leguminosae sp15	1	1,3	0,15	0,02	0,14	2,5	0,33	0,61	0,28	85°	85°
Indeterminada sp55	1	1,3	0,15	0,02	0,13	2,5	0,33	0,6	0,27	86°	86°
Indeterminada sp32	1	1,3	0,15	0,02	0,13	2,5	0,33	0,6	0,27	87°	87°
Leguminosae sp12	1	1,3	0,15	0,02	0,12	2,5	0,33	0,59	0,27	88°	88°
<i>Handroanthus</i> sp4	1	1,3	0,15	0,02	0,12	2,5	0,33	0,59	0,26	89°	89°
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1	1,3	0,15	0,02	0,1	2,5	0,33	0,58	0,25	90°	90°
Indeterminada sp72	1	1,3	0,15	0,02	0,1	2,5	0,33	0,57	0,24	91°	91°
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	1,3	0,15	0,02	0,09	2,5	0,33	0,57	0,24	92°	92°

Apêndice J – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Machaerium</i> sp2	1	1,3	0,15	0,02	0,09	2,5	0,33	0,57	0,24	93°	93°
Indeterminada sp69	1	1,3	0,15	0,02	0,09	2,5	0,33	0,56	0,23	94°	94°
Malvaceae sp8	1	1,3	0,15	0,02	0,09	2,5	0,33	0,56	0,23	95°	95°
<i>Anadenanthera</i> sp2	1	1,3	0,15	0,01	0,08	2,5	0,33	0,55	0,22	96°	96°
<i>Psidium cf. guianensis</i>	1	1,3	0,15	0,01	0,07	2,5	0,33	0,55	0,22	97°	97°
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	1	1,3	0,15	0,01	0,06	2,5	0,33	0,53	0,2	98°	98°
Indeterminada sp50	1	1,3	0,15	0,01	0,06	2,5	0,33	0,53	0,2	99°	99°
<i>Nectandra</i> sp2	1	1,3	0,15	0,01	0,06	2,5	0,33	0,53	0,2	100°	100°
<i>Nectandra</i> sp1	1	1,3	0,15	0,01	0,05	2,5	0,33	0,53	0,2	101°	101°
Indeterminada sp25	1	1,3	0,15	0,01	0,05	2,5	0,33	0,53	0,2	102°	102°
<i>Albizia</i> sp1	1	1,3	0,15	0,01	0,05	2,5	0,33	0,52	0,19	103°	103°
Indeterminada sp15	1	1,3	0,15	0,01	0,05	2,5	0,33	0,52	0,19	104°	104°
Indeterminada sp57	1	1,3	0,15	0,01	0,04	2,5	0,33	0,52	0,19	105°	105°
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,51	0,18	106°	106°
Indeterminada sp75	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,51	0,18	107°	107°
Indeterminada sp90	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,5	0,18	108°	108°
Indeterminada sp78	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,5	0,18	109°	109°
Indeterminada sp33	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,5	0,18	110°	110°
Indeterminada sp12	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,5	0,17	111°	111°
<i>Luehea</i> sp2	1	1,3	0,15	0,01	0,03	2,5	0,33	0,5	0,17	112°	112°
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	1,3	0,15	0	0,03	2,5	0,33	0,5	0,17	113°	113°
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	1	1,3	0,15	0	0,03	2,5	0,33	0,5	0,17	114°	114°
Indeterminada sp70	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	115°	115°
Sapindaceae sp2	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	116°	116°
Indeterminada sp84	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	117°	117°
Indeterminada sp91	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	118°	118°

Apêndice J – Continuação.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	119°	119°
<i>Luehea</i> sp1	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,5	0,17	120°	120°
Bignoniaceae sp5	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,49	0,17	121°	121°
Indeterminada sp81	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,49	0,17	122°	122°
Leguminosae sp8	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,49	0,16	123°	123°
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	1,3	0,15	0	0,02	2,5	0,33	0,49	0,16	124°	124°
<i>Handroanthus</i> sp5	1	1,3	0,15	0	0,01	2,5	0,33	0,49	0,16	125°	125°
Total	686,00	861,90	100,26	17,60	100,03	760,00	100,13	299,96	200,03		

Apêndice K - Lista fitossociológica dos indivíduos regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Triplaris americana</i> L.	83	103,80	14,04	0,67	10,89	12,50	1,85	26,78	24,93	1º	1º
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	52	65,00	8,80	0,60	9,78	40,00	5,90	24,49	18,58	2º	2º
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	58	72,50	9,81	0,48	7,81	32,50	4,80	22,42	17,62	3º	3º
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	18	22,50	3,05	0,42	6,86	25,00	3,69	13,59	9,90	4º	4º
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	20	25,00	3,38	0,34	5,50	12,50	1,85	10,73	8,88	6º	5º
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	27	33,80	4,57	0,23	3,80	25,00	3,69	12,06	8,37	5º	6º
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	23	28,80	3,89	0,18	2,96	25,00	3,69	10,54	6,85	7º	7º
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	21	26,30	3,55	0,19	3,06	22,50	3,32	9,94	6,61	8º	8º
<i>Piper cf. amplum</i> Kunth	19	23,80	3,21	0,19	2,99	15,00	2,21	8,42	6,21	9º	9º
<i>Inga edulis</i> Mart.	13	16,30	2,20	0,18	2,98	20,00	2,95	8,13	5,18	10º	10º
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	21	26,30	3,55	0,09	1,39	15,00	2,21	7,15	4,94	11º	11º
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	14	17,50	2,37	0,15	2,41	5,00	0,74	5,52	4,78	13º	12º
<i>Inga vera</i> Willd.	8	10,00	1,35	0,15	2,49	15,00	2,21	6,06	3,85	12º	13º
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	10	12,50	1,69	0,10	1,64	2,50	0,37	3,70	3,33	15º	14º
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	5	6,30	0,85	0,11	1,86	12,50	1,85	4,55	2,71	14º	15º
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	7,50	1,02	0,08	1,26	5,00	0,74	3,01	2,27	16º	16º
Rosaceae sp1	4	5,00	0,68	0,08	1,24	5,00	0,74	2,65	1,92	20º	17º
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	3	3,80	0,51	0,08	1,26	7,50	1,11	2,88	1,77	17º	18º
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	6	7,50	1,02	0,05	0,74	7,50	1,11	2,86	1,75	18º	19º
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	6	7,50	1,02	0,04	0,70	5,00	0,74	2,45	1,71	25º	20º
<i>Eugenia cf. florida</i> DC.	5	6,30	0,85	0,05	0,80	5,00	0,74	2,39	1,65	27º	21º
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	3	3,80	0,51	0,06	1,02	7,50	1,11	2,64	1,53	22º	22º

Apêndice K-Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	5	6,30	0,85	0,04	0,65	7,50	1,11	2,60	1,49	23°	23°
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	4	5,00	0,68	0,05	0,79	5,00	0,74	2,21	1,47	29°	24°
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	5	6,30	0,85	0,03	0,55	2,50	0,37	1,77	1,40	34°	25°
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	5	6,30	0,85	0,03	0,51	10,00	1,48	2,83	1,36	19°	26°
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	3	3,80	0,51	0,05	0,80	7,50	1,11	2,41	1,31	26°	27°
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	1	1,30	0,17	0,07	1,07	2,50	0,37	1,60	1,24	36°	28°
Asteraceae sp1	5	6,30	0,85	0,02	0,38	2,50	0,37	1,60	1,23	37°	29°
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	4	5,00	0,68	0,03	0,49	10,00	1,48	2,65	1,17	21°	30°
<i>Athenaea</i> sp2	3	3,80	0,51	0,04	0,65	7,50	1,11	2,26	1,16	28°	31°
<i>Erythrina cf. speciosa</i> Andrews	3	3,80	0,51	0,04	0,63	5,00	0,74	1,87	1,14	32°	32°
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	5	6,30	0,85	0,02	0,29	5,00	0,74	1,87	1,13	33°	33°
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	4	5,00	0,68	0,02	0,35	10,00	1,48	2,51	1,03	24°	34°
<i>Tabernaemontana</i> sp1	2	2,50	0,34	0,04	0,68	5,00	0,74	1,75	1,02	35°	35°
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	4	5,00	0,68	0,02	0,31	7,50	1,11	2,09	0,99	30°	36°
<i>Inga</i> sp12	1	1,30	0,17	0,05	0,76	2,50	0,37	1,30	0,93	43°	37°
Lauraceae sp12	2	2,50	0,34	0,03	0,49	2,50	0,37	1,20	0,83	46°	38°
<i>Psidium guajava</i> L.	2	2,50	0,34	0,03	0,47	5,00	0,74	1,55	0,81	38°	39°
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	2,50	0,34	0,03	0,46	5,00	0,74	1,54	0,80	39°	40°
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	3	3,80	0,51	0,02	0,27	7,50	1,11	1,89	0,78	31°	41°
Indeterminada sp244	2	2,50	0,34	0,03	0,42	5,00	0,74	1,49	0,76	40°	42°
<i>Machaerium aff. nyctitans</i> (Vell.) Benth.	3	3,80	0,51	0,01	0,24	5,00	0,74	1,48	0,75	41°	43°

Apêndice K-Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp104	1	1,30	0,17	0,03	0,54	2,50	0,37	1,08	0,71	48°	44°
Indeterminada sp9	1	1,30	0,17	0,03	0,53	2,50	0,37	1,06	0,70	49°	45°
Piper sp9	2	2,50	0,34	0,02	0,36	2,50	0,37	1,06	0,69	50°	46°
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	2	2,50	0,34	0,02	0,33	2,50	0,37	1,04	0,67	51°	47°
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	2	2,50	0,34	0,02	0,29	5,00	0,74	1,37	0,63	42°	48°
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	2	2,50	0,34	0,02	0,26	2,50	0,37	0,97	0,60	52°	49°
Lauraceae sp6	1	1,30	0,17	0,03	0,43	2,50	0,37	0,97	0,60	53°	50°
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	1	1,30	0,17	0,03	0,43	2,50	0,37	0,97	0,60	54°	51°
<i>Metternichia</i> sp1	2	2,50	0,34	0,01	0,22	2,50	0,37	0,93	0,56	55°	52°
<i>Alchornea glandulosa</i> subsp. <i>iricurana</i> (Casar.) Secco	2	2,50	0,34	0,01	0,18	5,00	0,74	1,26	0,52	44°	53°
Indeterminada sp97	1	1,30	0,17	0,02	0,35	2,50	0,37	0,89	0,52	56°	54°
<i>Lochroma cf. arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	1	1,30	0,17	0,02	0,34	2,50	0,37	0,88	0,51	57°	55°
Solanaceae sp17	1	1,30	0,17	0,02	0,33	2,50	0,37	0,86	0,50	58°	56°
Indeterminada sp20	1	1,30	0,17	0,02	0,31	2,50	0,37	0,85	0,48	59°	57°
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	2,50	0,34	0,01	0,13	5,00	0,74	1,21	0,47	45°	58°
<i>Annona</i> sp1	1	1,30	0,17	0,02	0,30	2,50	0,37	0,84	0,47	60°	59°
Indeterminado sp184	1	1,30	0,17	0,02	0,30	2,50	0,37	0,84	0,47	61°	60°
Myrtaceae sp2	1	1,30	0,17	0,02	0,30	2,50	0,37	0,84	0,47	62°	61°
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2	2,50	0,34	0,01	0,12	5,00	0,74	1,19	0,46	47°	62°
Indeterminada sp101	1	1,30	0,17	0,02	0,29	2,50	0,37	0,83	0,46	63°	63°
Indeterminada sp103	1	1,30	0,17	0,02	0,27	2,50	0,37	0,81	0,44	64°	64°
Indeterminada sp32	1	1,30	0,17	0,02	0,27	2,50	0,37	0,81	0,44	65°	65°
Indeterminada sp193	1	1,30	0,17	0,02	0,26	2,50	0,37	0,80	0,43	66°	66°
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	1,30	0,17	0,02	0,25	2,50	0,37	0,78	0,41	67°	67°
<i>Machaerium</i> sp1	1	1,30	0,17	0,02	0,24	2,50	0,37	0,78	0,41	68°	68°

Apêndice K-Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
Indeterminada sp172	1	1,30	0,17	0,01	0,24	2,50	0,37	0,78	0,41	69°	69°
<i>Solanum torvum</i> Sw.	1	1,30	0,17	0,01	0,23	2,50	0,37	0,77	0,40	70°	70°
<i>Monteverdia</i> sp1	1	1,30	0,17	0,01	0,23	2,50	0,37	0,77	0,40	71°	71°
Indeterminada sp100	1	1,30	0,17	0,01	0,23	2,50	0,37	0,77	0,40	72°	72°
Indeterminado sp45	1	1,30	0,17	0,01	0,23	2,50	0,37	0,77	0,40	73°	73°
Leguminosae sp34	1	1,30	0,17	0,01	0,22	2,50	0,37	0,76	0,39	74°	74°
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	1	1,30	0,17	0,01	0,22	2,50	0,37	0,76	0,39	75°	75°
Indeterminado sp120	1	1,30	0,17	0,01	0,20	2,50	0,37	0,74	0,37	76°	76°
Solanaceae sp22	1	1,30	0,17	0,01	0,19	2,50	0,37	0,73	0,36	77°	77°
Indeterminada sp205	1	1,30	0,17	0,01	0,18	2,50	0,37	0,72	0,35	78°	78°
<i>Genipa americana</i> L.	1	1,30	0,17	0,01	0,18	2,50	0,37	0,72	0,35	79°	79°
Indeterminada sp24	1	1,30	0,17	0,01	0,18	2,50	0,37	0,72	0,35	80°	80°
<i>Myrcia cf. insularis</i> Gardner	1	1,30	0,17	0,01	0,18	2,50	0,37	0,72	0,35	81°	81°
Indeterminada sp11	1	1,30	0,17	0,01	0,17	2,50	0,37	0,71	0,34	82°	82°
Myrtaceae sp7	1	1,30	0,17	0,01	0,17	2,50	0,37	0,71	0,34	83°	83°
Indeterminada sp98	1	1,30	0,17	0,01	0,16	2,50	0,37	0,70	0,33	84°	84°
Rubiaceae sp2	1	1,30	0,17	0,01	0,16	2,50	0,37	0,70	0,33	85°	85°
<i>Cordia superba</i> Cham.	1	1,30	0,17	0,01	0,15	2,50	0,37	0,69	0,32	86°	86°
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	1,30	0,17	0,01	0,14	2,50	0,37	0,68	0,31	87°	87°
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	88°	88°
Indeterminado sp130	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	89°	89°
Rubiaceae sp5	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	90°	90°
Indeterminado sp140	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	91°	91°
Myrtaceae sp5	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	92°	92°
Melastomataceae sp2	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	93°	93°
<i>Piper cf. mollicomum</i> Kunth	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	94°	94°

Apêndice K-Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Casearia</i> sp5	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,67	0,30	95°	95°
<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,66	0,30	96°	96°
Indeterminado sp133	1	1,30	0,17	0,01	0,13	2,50	0,37	0,66	0,29	97°	97°
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	1	1,30	0,17	0,01	0,12	2,50	0,37	0,66	0,29	98°	98°
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	1	1,30	0,17	0,01	0,12	2,50	0,37	0,66	0,29	99°	99°
Indeterminado sp149	1	1,30	0,17	0,01	0,12	2,50	0,37	0,66	0,29	100°	100°
<i>Cordia</i> sp6	1	1,30	0,17	0,01	0,12	2,50	0,37	0,66	0,29	101°	101°
Leguminosae sp31	1	1,30	0,17	0,01	0,11	2,50	0,37	0,64	0,28	102°	102°
Malvaceae sp4	1	1,30	0,17	0,01	0,10	2,50	0,37	0,64	0,27	103°	103°
Indeterminada sp102	1	1,30	0,17	0,01	0,10	2,50	0,37	0,64	0,27	104°	104°
Salicaceae sp1	1	1,30	0,17	0,01	0,10	2,50	0,37	0,64	0,27	105°	105°
Indeterminada sp7	1	1,30	0,17	0,01	0,10	2,50	0,37	0,64	0,27	106°	106°
Indeterminada sp31	1	1,30	0,17	0,01	0,10	2,50	0,37	0,63	0,27	107°	107°
Malvaceae sp7	1	1,30	0,17	0,01	0,09	2,50	0,37	0,63	0,26	108°	108°
Leguminosae sp3	1	1,30	0,17	0,01	0,09	2,50	0,37	0,62	0,26	109°	109°
<i>Miconia</i> sp2	1	1,30	0,17	0,01	0,08	2,50	0,37	0,62	0,25	110°	110°
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1	1,30	0,17	0,01	0,08	2,50	0,37	0,62	0,25	111°	111°
<i>Nectandra</i> sp4	1	1,30	0,17	0,00	0,08	2,50	0,37	0,61	0,25	112°	112°
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,61	0,24	113°	113°
Indeterminado sp135	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,61	0,24	114°	114°
Indeterminado sp141	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,61	0,24	115°	115°
Indeterminada sp10	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,61	0,24	116°	116°
Leguminosae sp2	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,61	0,24	117°	117°
Indeterminado sp138	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,60	0,24	118°	118°
Myrtaceae sp8	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,60	0,24	119°	119°

Apêndice K-Continuação.

Espécies	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	1	1,30	0,17	0,00	0,07	2,50	0,37	0,60	0,23	120°	120°
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	1	1,30	0,17	0,00	0,06	2,50	0,37	0,60	0,23	121°	121°
Lauraceae sp11	1	1,30	0,17	0,00	0,06	2,50	0,37	0,60	0,23	122°	122°
<i>Psychotria</i> sp1	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	123°	123°
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	124°	124°
<i>Trichilia</i> sp5	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	125°	125°
Indeterminado sp6	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	126°	126°
Lauraceae sp1	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	127°	127°
Myrtaceae sp6	1	1,30	0,17	0,00	0,05	2,50	0,37	0,59	0,22	128°	128°
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	1	1,30	0,17	0,00	0,04	2,50	0,37	0,58	0,21	129°	129°
<i>Athenaea</i> sp6	1	1,30	0,17	0,00	0,04	2,50	0,37	0,58	0,21	130°	130°
Lauraceae sp13	1	1,30	0,17	0,00	0,04	2,50	0,37	0,58	0,21	131°	131°
Bignoniaceae sp3	1	1,30	0,17	0,00	0,04	2,50	0,37	0,58	0,21	132°	132°
Indeterminado sp43	1	1,30	0,17	0,00	0,04	2,50	0,37	0,58	0,21	133°	133°
Total	591	744,00	100,14	6,15	99,98	677,50	100,16	300,01	200,04		

Apêndice L - Lista fitossociológica dos indivíduos jovens plantados e regenerantes das áreas de restauração. N= número de indivíduo, DA= Densidade absoluta, DR= Densidade relativa, DoA= Dominância absoluta, DoR= Dominância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= Índice de valor de importância, IVC= Índice de valor de cobertura, %Ram= porcentagem de ramificação por espécie.

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	76	256,80	24,92	45,95	11,56	0,59	31,46	67,95	56,38	1º	1º
<i>Piper cf. amplum</i> Kunth	27	91,20	8,85	27,03	6,80	0,19	9,82	25,48	18,68	3º	2º
<i>Triplaris americana</i> L.	29	98,00	9,51	10,81	2,72	0,15	7,80	20,03	17,31	4º	3º
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	30	101,40	9,84	37,84	9,52	0,14	7,41	26,77	17,25	2º	4º
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	16	54,10	5,25	21,62	5,44	0,08	4,22	14,90	9,46	5º	5º
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	13	43,90	4,26	10,81	2,72	0,10	5,18	12,16	9,44	7º	6º
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	14	47,30	4,59	18,92	4,76	0,08	4,27	13,63	8,86	6º	7º
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	6	20,30	1,97	5,41	1,36	0,04	1,88	5,21	3,85	9º	8º
<i>Piper cf. mollicomum</i> Kunth	4	13,50	1,31	2,70	0,68	0,03	1,36	3,35	2,67	16º	9º
<i>Inga edulis</i> Mart.	4	13,50	1,31	10,81	2,72	0,02	1,30	5,34	2,61	8º	10º
<i>Vernonia macrophylla</i> Less.	4	13,50	1,31	10,81	2,72	0,02	1,06	5,09	2,37	10º	11º
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	4	13,50	1,31	5,41	1,36	0,02	0,92	3,59	2,23	13º	12º
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	4	13,50	1,31	5,41	1,36	0,01	0,78	3,46	2,10	14º	13º
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	4	13,50	1,31	5,41	1,36	0,01	0,77	3,44	2,08	15º	14º
Asteraceae sp1	3	10,10	0,98	2,70	0,68	0,02	1,00	2,66	1,98	19º	15º
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	3	10,10	0,98	5,41	1,36	0,02	0,98	3,32	1,96	17º	16º
<i>Alchornea glandulosa subsp. iricurana</i> (Casar.) Secco	3	10,10	0,98	8,11	2,04	0,02	0,85	3,87	1,83	11º	17º
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	3	10,10	0,98	8,11	2,04	0,01	0,70	3,73	1,68	12º	18º
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	2	6,80	0,66	5,41	1,36	0,02	0,82	2,83	1,47	18º	19º
Indeterminada sp99	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,02	1,03	2,03	1,35	24º	20º
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	2	6,80	0,66	2,70	0,68	0,01	0,57	1,90	1,22	25º	21º
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	2	6,80	0,66	5,41	1,36	0,01	0,56	2,57	1,21	20º	22º
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2	6,80	0,66	5,41	1,36	0,01	0,54	2,55	1,19	21º	23º
<i>Miconia</i> sp3	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,02	0,82	1,83	1,15	26º	24º
<i>Genipa americana</i> L.	2	6,80	0,66	5,41	1,36	0,01	0,47	2,48	1,12	22º	25º
Indeterminado sp143	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,78	1,79	1,10	27º	26º

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	6,80	0,66	5,41	1,36	0,01	0,38	2,40	1,04	23°	27°
<i>Psidium cf. guianensis</i>	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,62	1,63	0,95	28°	28°
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,48	1,49	0,81	29°	29°
<i>Cordia</i> sp6	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,48	1,49	0,81	30°	30°
<i>Metternichia</i> sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,47	1,48	0,80	31°	31°
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,43	1,44	0,76	32°	32°
<i>Eugenia cf. florida</i> DC.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,40	1,41	0,73	33°	33°
Malvaceae sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,38	1,39	0,71	34°	34°
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,38	1,39	0,71	35°	35°
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,34	1,35	0,67	36°	36°
Bignoniaceae sp6	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,34	1,35	0,67	37°	37°
Indeterminado sp148	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,34	1,35	0,67	38°	38°
<i>Athenaea</i> sp5	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,34	1,34	0,66	39°	39°
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,33	1,34	0,66	40°	40°
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,33	1,34	0,66	41°	41°
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,33	1,34	0,66	42°	42°
Indeterminado sp142	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,32	1,33	0,65	43°	43°
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,32	1,33	0,65	44°	44°
Rubiaceae sp3	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,29	1,30	0,62	45°	45°
Indeterminada sp168	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,29	1,29	0,61	46°	46°
Lauraceae sp2	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,27	1,28	0,60	47°	47°
<i>Piper corcovadensis</i> (Miq.)	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,27	1,28	0,60	48°	48°
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,27	1,28	0,60	49°	49°
Solanaceae sp12	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,01	0,27	1,28	0,60	50°	50°
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,25	1,26	0,58	51°	51°
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,25	1,26	0,58	52°	52°
Indeterminada sp194	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,25	1,25	0,57	53°	53°
Erythroxyllum sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,25	1,25	0,57	54°	54°
<i>Erythrina cf. speciosa</i> Andrews	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,24	1,25	0,57	55°	55°
<i>Inga vera</i> Willd.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,24	1,25	0,57	56°	56°
Solanaceae sp20	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,24	1,25	0,57	57°	57°

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Rank IVI	Rank IVC
<i>Miconia</i> sp4	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,21	1,22	0,54	58°	58°
Commelinaceae sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,21	1,21	0,53	59°	59°
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,20	1,21	0,53	60°	60°
<i>Cordia</i> sp4	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,20	1,20	0,52	61°	61°
<i>Nectandra</i> sp6	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,18	1,19	0,51	62°	62°
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,18	1,19	0,51	63°	63°
Indeterminado sp136	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,17	1,18	0,50	64°	64°
Lauraceae sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,17	1,18	0,50	65°	65°
<i>Trichilia</i> sp3	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,16	1,17	0,49	66°	66°
Rubiaceae sp4	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,15	1,16	0,48	67°	67°
Rosaceae sp2	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,14	1,15	0,47	68°	68°
Rosaceae sp1	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,14	1,15	0,47	69°	69°
Myrtaceae sp10	1	3,40	0,33	2,70	0,68	0,00	0,14	1,15	0,47	70°	70°
Total	305	1031,6	100,11	397,22	99,96	1,9	99,99	299,99	199,98		

Apêndice M – Parâmetros de classificação dos estágios sucessionais da vegetação, essas informações foram obtidas pela resolução CONAMA nº2 1994.
 Fonte: Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF).

PARÂMETROS	INICIAL	SECUNDÁRIA INTERMEDIÁRIA	AVANÇADA
Nº de estratos	1	1 a 2	≥ 2
Nº de espécies lenhosas	1 a 10	5 a 30	≥ 30
Área basal (m ² /ha)	8 a 20	15 a 35	≥ 30
Altura das espécies lenhosas do dossel (m)	Até 10	8 a 17	≥ 30
Média de amplitude dos diâmetros - DAP (cm)	10	25	40
Distribuição diamétrica (cm)	5 a 15	10 a 40	20 a 60
Crescimento das árvores do dossel	Rápido	Moderado	Lento
Vida média das árvores	Curta	Média	Longa
Amplitude diamétrica	Pequena	Média	Grande
Amplitude da altura	Pequena	Média	Grande
Epífitas	Raras	Poucas	Abundante
Lianas herbáceas	Abundantes	Poucas	Raras
Lianas lenhosas	Ausente	Rara	Presente
Gramíneas	Abundantes	Poucas	Raras
Regeneração das árvores do dossel	Ausente	Pouca	Intensa

4. CAPÍTULO 4: ATRIBUTOS FUNCIONAIS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM FLORESTAS TROPICAIS: ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS

Bianca Nunes dos Reis¹ & Marcelo Trindade Nascimento¹

1 – Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Artigo aceito na Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, classificada com Qualis B1 na área de biodiversidade. As citações e referências bibliográficas deste capítulo seguem as normas da revista.

RC: 151765

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/biologia/restauracao-ecologica-emflorestas>



4. ATRIBUTOS FUNCIONAIS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM FLORESTAS TROPICAIS: ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS

ARTIGO DE REVISÃO

REIS, Bianca Nunes dos, NASCIMENTO, Marcelo Trindade

REIS, Bianca Nunes dos. NASCIMENTO, Marcelo Trindade. **Atributos funcionais na restauração ecológica em florestas tropicais: estratégias e perspectivas.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 09, Ed. 02, Vol. 01, pp. 153-175. Fevereiro de 2024. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/biologia/restauracao-ecologica-em-florestas>, DOI:10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/restauracaoecologica-em-florestas

RESUMO

As Florestas Tropicais possuem grande biodiversidade, porém estão enfrentando intensa fragmentação e isolamento devido ao desmatamento. A conservação dessas florestas requer a redução do desmatamento, ações de restauração de áreas degradadas e a expansão de áreas protegidas. As áreas em restauração, em geral, são ambientes que apresentam diferentes históricos de degradação, baixa disponibilidade de nutrientes e alta variabilidade ambiental. Nesse sentido, o uso de grupos funcionais vem sendo utilizado para avaliar a trajetória sucessional de florestas secundárias. O presente trabalho realizou uma revisão baseada na literatura empírica e teórica disponível nas bases indexadoras *Scopus*® e *Web of Science*® nos últimos 10 anos (2012-2022) dentro da temática “atributos funcionais na restauração ecológica”. No total, foram encontradas 1.941 publicações. Avaliamos e discutimos a literatura encontrada através de abordagem teórica do conteúdo dos artigos. Nossa pesquisa evidenciou que as características funcionais em áreas de restauração estão associadas a múltiplas funções dos serviços ecossistêmicos, abrangendo os serviços suporte, provisionamento, regulação, apoio e cultural. Identificamos estudos que enfatizam a importância de considerar os atributos funcionais (atributo resposta e atributos efeito) ao escolher as espécies para uso em projetos de restauração. Entretanto, a abordagem funcional em projetos de restauração, embora tenha crescido nos últimos anos, ainda é incipiente. Diante dos desafios propostos pela década da restauração, a compreensão das relações entre atributos funcionais e restauração ecológica em florestas tropicais se faz necessária a fim de suprir as lacunas existentes. Ressaltamos também a importância da divulgação e disponibilização de informações locais sobre atributos funcionais em repositórios de dados visando a melhoria no acesso a estas informações.



Palavras-chaves: Revisão, Década da Restauração, Componente Arbóreo, Atributos Funcionais, Serviços Ecossistêmicos.

4.1. INTRODUÇÃO

A Restauração ecológica é definido como “o processo de assistir o estabelecimento e recuperação de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído (SER, 2004). Os atributos chave do ecossistema para os aspectos de restauração ecológica estão relacionados com a composição de espécies, diversidade estrutural, funcionalidade do ecossistema, ausência de ameaças, condições físicas e trocas externas (McDonald *et al.*, 2016). Nesse sentido, buscando a organização dos projetos de restauração, foram estabelecidos os princípios para a prática da restauração ecológica (Padrões)” do inglês *International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration (the Standards)* neste foram estabelecidos diretrizes para realização das atividades de restauração dos ecossistemas (Gann *et al.* 2019; Moraes *et al.*, 2019).

No cenário global, as florestas tropicais possuem uma grande biodiversidade distribuída em áreas, em geral, bem fragmentadas e isoladas (Brancaion *et al.*, 2019, Brinck *et al.*, 2017). O isolamento e a perda florestal ocasionada pelo desmatamento nos trópicos reduziram a área em 12,2 milhões de hectares de cobertura arbórea em 2020, com a perda de 4,2 ha de floresta primária tropical úmida (GFW, 2022a; 2022b). Portanto, ações para conservação das florestas tropicais remanescentes são necessárias para evitar eventos de extinção em massa nas próximas décadas (Chazdon & Brancaion, 2019). A conservação de áreas de florestas tropicais envolve restrição na destruição dos remanescentes florestais, restauração de áreas degradadas e ações de expansão das áreas protegidas.

Nesse sentido, a Convenção sobre Biodiversidade Biológica (CDB) realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 estabeleceu as diretrizes para conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios dos recursos genéticos (MMA, 2000). No qual, foram estabelecidas 20 Metas de Aichi para conservação da biodiversidade, dentre as quais a criação e manutenção de áreas protegidas de no mínimo 17% de área continental, incluindo águas territoriais, áreas marinhas e costeiras (CDB, 2023). Uma das



estratégias proposta é avaliar o nível atual de degradação das ecorregiões (Olson & Dinerstein, 2002) e buscar equilibrar os resultados através de relação custo-benefício dos projetos de restauração em locais com poucas áreas protegidas. O cenário atual demonstra que as ecorregiões com maiores deficiências são as florestas tropicais e temperadas, regiões que possuem terras altamente antropizadas (Mappin *et al.*, 2019). Diante deste cenário devemos propor iniciativas para mitigar o mau uso da terra e os impactos antropogênicos através da utilização de projetos de restauração ecológica para reverter uma matriz de paisagem agrícola ou de pastagens (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2013).

Em uma perspectiva global do tema restauração, podemos elencar iniciativas internacionais para recuperar florestas e paisagem. Uma destas iniciativas é o compromisso global Bonn Challenge (Dave *et al.*, 2019) que estabeleceu metas de restaurar 150 milhões de hectares de paisagens degradadas e desmatadas até 2020 e 350 milhões de hectares restaurados até 2030, proposto na declaração de Nova Iorque (Suding *et al.*, 2015). Alinhado a esses esforços, a ONU estabeleceu a Década da Restauração de ecossistemas no mundo (2021-2030) através do Programa das Nações Unidas para o meio ambiente e da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (UNEP, 2019). O Brasil em 2016 assumiu o compromisso de restaurar 13 milhões de hectares até 2030, sendo 1 milhão assumidos através de parceria com Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (Bonn Challenge *et al.*, 2020). Atualmente, a restauração ecológica enfrenta alguns problemas no desenvolvimento da composição florestal, tais como limitação de dispersão (Holl, 1999), recrutamento (Palma *et al.*, 2020), baixa diversidade beta taxonômica e funcional (Rother *et al.*, 2019). Novos desafios surgiram quando o foco foi direcionado para aspectos das características das espécies, uma delas está relacionada ao fato de que o plantio de árvores, embora de diferentes espécies, mas com mesmas características funcionais pode interferir na trajetória sucessional e consequentemente homogeneizar a paisagem (Manhães *et al.*, 2022; Brancalion & Holl 2016; Palma & Laurance 2015).

Abordagens baseadas em atributos funcionais são alternativas para conectar os aspectos de funcionamento dos organismos de forma individual com a estrutura e dinâmica da comunidade (Zakharova; Meyer; Seifan, 2019), esses podem ser



descritos por características fisiológicas, morfológicas ou história de vida (Violle *et al.*, 2007). A composição funcional das espécies pode afetar alguns parâmetros da comunidade como a decomposição, fertilidade do solo, incremento de biomassa, densidade da madeira, estabelecimento e a sobrevivência das mudas em projetos de restauração (Rosenfield, 2017; Dias, 2014; Martínez-Garza; Bongers; Poorter, 2013).

A utilização dos atributos funcionais das espécies em projetos de restauração é fundamental para fornecer informações cruciais sobre os fatores que promovem ou limitam a eficácia da restauração dos ecossistemas florestais. Essa análise permite identificar com maior precisão os elementos responsáveis pelo sucesso no processo de restauração. Levando em consideração todos os aspectos aqui apresentados em relação aos grandes desafios da década da restauração, podemos afirmar que é necessário compreender as respostas das espécies em diferentes condições de áreas degradadas.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho de revisão foi realizado através de pesquisa bibliográfica de artigos publicados em revistas científicas indexadas nas bases Scopus® e Web of Science®.

A primeira etapa foi a seleção do tema “Atributos funcionais em áreas de restauração nas florestas tropicais” e delimitação do espaço temporal de 10 anos (2012 – 2022). Segunda etapa realizada foi a busca dos artigos nas bases bibliográficas através dos termos (*restor* OR reflorest* OR recover OR regenerate OR revegetation OR recovery OR repair OR reconstruction*) and (*“function* trait**” OR “application *trait**” OR “strategy*trait” and “attribute”*) and (*“Tropic**” AND “Forest**”*) and (*“Tree**”*). Terceira etapa exclusão dos artigos duplicados no banco de dados com auxílio do aplicativo Rayyan (Ouzzani *et al.*, 2016) e quarta etapa seleção dos artigos que atendiam aos critérios Restauração, Atributos funcionais, Florestas Tropicais como tópicos centrais no tema do artigo.

4.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O levantamento realizado nesta pesquisa obteve um total de 1941 publicações para o período de 2012-2022 que atenderam aos critérios estabelecidos na busca. Identificamos na literatura, que a abordagem do tema nos artigos era pequena (< 20 publicações/ano) na década de 90. No entanto, após o estabelecimento dos conceitos



de características funcionais (Violle *et al.*, 2007) houve um avanço na temática de restauração com reflexo no aumento (> 100 publicações/ano) no número de artigos de pesquisas que abordam o uso de atributos funcionais em restauração nas últimas décadas, esses dados são evidenciados em artigos de revisão recentes (Loureiro *et al.*, 2023; Carlucci *et al.*, 2020; Caruso; Mason; Medeiros, 2020).

A utilização de atributos funcionais em restauração permite organizar as espécies ou indivíduos em grupos com funções ou respostas similares. Podemos classificar os atributos de acordo com suas características, que podem ser denominados atributos resposta e atributos efeito (Lavorel & Garnier 2002). Os **atributos resposta** determinam como uma espécie reage a uma perturbação ou mudança nos processos abióticos ou bióticos em seu ambiente (Lavorel *et al.*, 1997; Lavorel & Garnier, 2002) e o **atributos efeito** são aquelas características que determinam o efeito das plantas nas propriedades do ecossistema (i.e, cobertura do solo, aumento da biomassa, regeneração natural, ciclagem biogeoquímica).

No cenário de degradação das florestas tropicais, restaurar e estudar as relações das características das espécies e do ambiente devem ser destaque no cenário global da ecologia. Entre as primeiras iniciativas, podemos destacar o estudo de Wright *et al.* (2004) que descreve as principais propriedades químicas, estruturais e fisiológicas para as características foliares ("*leaf economic spectrum*" – LES / Espectro econômico Foliar). As características principais descritas foram: massa foliar por área (LMA), taxa de assimilação fotossintética, conteúdo de nitrogênio foliar (LNC), conteúdo foliar de fósforo (LPC) ou tempo de vida foliar. Em ambientes de alta intensidade luminosa, como em geral são os ambientes de plantios, devemos levar em consideração inicialmente os atributos foliares (Schulze *et al.*, 1998, Fonseca *et al.*, 2000; Wright; Reich; Westoby, 2001; Wright *et al.*, 2004). As folhas são influenciadas pelos fatores ambientais, demonstra alterações nas estratégias de construção da folha e alocação de recursos podem variar de acordo com a intensidade do investimento (Volis; Ormanbekova; Yermekbayev, 2015; Wright *et al.*, 2004).

Outro aspecto importante está relacionado com as características do espectro econômico do caule. Através da característica de densidade da madeira no caule podemos verificar a força estrutural da planta. Desta forma espécies com maiores



valores de densidade específica da madeira (*Wood density* – WD) apresentam melhor estabilidade mecânica, maior altura, melhor resistência a patógenos (Chave *et al.*, 2009; Poorter *et al.*, 2008). Em contrapartida, os menores valores de densidade da madeira das espécies fazem com que as árvores apresentem maior crescimento em volume, maior condutividade e armazenamento de água e casca fina (Chave *et al.*, 2009; Baraloto *et al.*, 2010).

Novos conceitos foram adicionados às características funcionais por Reich (2014) que passou a incluir características do caule tais como a condutividade hidráulica, densidade da madeira, características de raízes (comprimento das raízes, longevidade e micorrizas) como atributos que auxiliam no desempenho e aptidão das espécies. As características de reprodução também foram incluídas em um espectro bidimensional com tamanho da planta e economia da folha (Díaz *et al.*, 2016).

A abordagem de atributos funcionais e serviços ecossistêmicos começou a ganhar ênfase após os trabalhos de Díaz *et al.*, (2007) e De Bello *et al.* (2010). Alguns estudos demonstram que o perfil funcional de uma espécie está ligado às características do recurso: aquisição de recursos, limitação de recursos, investimento reprodutivo e padrões de alocação de recurso (Ostertag *et al.*, 2015). Atualmente é colocado como um grande desafio determinar quais características das espécies determinam quais serviços ecossistêmicos (Kollmann *et al.*, 2016; Carlucci *et al.*, 2020, Pan *et al.*, 2021).

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, alguns pontos são subdivididos em serviços de abastecimento, serviços de regulação, serviços culturais, serviços de apoio (MEA, 2005). Os projetos de restauração podem e devem apresentar diversos efeitos sobre os serviços ecossistêmicos (e.g. atributos do solo, recurso hídrico, reservatório de carbono e proteção da biodiversidade), como observado por Shimamoto *et al.* (2018) em uma meta-análise em florestas tropicais, onde foi constatado que ações de restauração contribuem positivamente com os serviços ecossistêmicos quando comparadas com áreas perturbadas.

A abordagem de características funcionais em projetos de restauração continua incipiente (Loureiro *et al.*, 2023), com poucos trabalhos conectando condições ambientais, características funcionais e funcionamento dos ecossistemas na



montagem de comunidade (Zirbel *et al.*, 2017; Weiher *et al.*, 2011; Lavorel & Garnier 2002; Díaz & Cabido 2001). Diante dos desafios propostos para a década da restauração, uma maior compreensão do papel dos atributos funcionais (atributos resposta e atributos de efeito) em áreas de restauração se faz necessária a fim de suprir as lacunas existentes.

Conforme destacado por Rosenfield & Müller (2020) e Zupo *et al.* (2022), atualmente no cenário de mudanças climáticas e alterações de uso do solo os projetos de restauração devem no seu planejamento e monitoramento levar em consideração, além da composição florística, características funcionais das espécies e do ecossistema. Entretanto, a abordagem de atributos funcionais na restauração depende da disponibilidade de informações destas características para as espécies utilizadas (Carlucci *et al.*, 2020; Petisco-Souza *et al.*, 2020). Segundo alertado por vários autores enquanto características funcionais para algumas poucas espécies são amplamente estudadas, boa parte das características funcionais das espécies encontram-se sem estudo (Noble & Gitay, 1996; Grime *et al.*, 1997; Lavorel *et al.*, 1997; Weiher *et al.*, 1999; Craine *et al.*, 2002; Wright *et al.*, 2004), principalmente espécies sem uso econômico ou espécies que ocorrem em áreas remotas, distantes de áreas urbanas e fora de unidades de conservação.

Em suas revisões sistemáticas, Pan *et al.* (2021) e Carlucci *et al.* (2020) destacaram os pontos mais importantes relacionados às características funcionais das plantas e serviços ecossistêmicos. Segundo Carlucci *et al.* (2020), é um desafio abordar características funcionais e serviços ecossistêmicos em projetos de restauração de ecossistemas tropicais. No entanto, deve haver cautela nesta abordagem, pois segundo Gornish *et al.* (2023) o que está faltando é uma ampla divulgação das informações em formato científico uma vez que essa informação se encontra muitas vezes em formato técnico através de profissionais com amplo conhecimento local. Por sua vez, na revisão sistemática de Loureiro *et al.* (2023) os autores destacaram que a restauração funcional se encontra no campo teórico e que novas iniciativas devem ser ampliadas para abordagens experimentais. Estes autores apontaram para os desafios da comunidade científica em interligar o conhecimento empírico dos profissionais com aplicação prática de características funcionais de resposta (i.e. tamanho da semente, conteúdo foliar de nitrogênio e fósforo, massa seca de raiz) e características funcionais



de efeito que promovem alterações na estrutura e funcionamento do ecossistema nos projetos de restauração. O maior número de estudos encontrados referentes a atributos resposta em relação aos trabalhos que abordam atributos de efeito indicam lacunas no conhecimento das relações entre características e funções.

Neste contexto, as informações dos atributos funcionais permitem relacionar os componentes bióticos e abióticos ao nível de ecossistema, fornecendo informações sobre mecanismos de montagem de comunidade em processos de alterações ambientais (Laughlin, 2014) e podem servir como subsídio para prever serviços ecossistêmicos (Garnier & Navas, 2012). Segundo Pan *et al.* (2021) os serviços ecossistêmicos estão divididos em três categorias: serviço de provisão, serviço de regulação e serviço de suporte. A partir desta divisão foram realizadas análises para compreender quais características funcionais afetam cada serviço ecossistêmico. Foi observado a multifuncionalidade no ecossistema, com múltiplas funções e serviços ecossistêmicos ocorrendo ao mesmo tempo (Tabela 1), sendo necessário novas discussões e aprofundamentos sobre a temática.



Tabela 1- Levantamento das características funcionais relacionadas aos diferentes serviços ecossistêmicos proposto por Millennium Ecosystem Assessment 2005 (MEA).

Tipo de serviço do ecossistema	Serviço de ecossistema	Definição	Traço Funcional Associado	Referência
Serviço de Suporte	Ciclagem de nutrientes (nitrogênio)	Fertilidade do solo	Área foliar específica (SLA)	Pan <i>et al.</i> , 2021 De Bello <i>et al.</i> , 2010 Allison & Vitousek 2004
	Ciclagem de nutrientes (carbono)	Armazenamento de carbono	Densidade da madeira (WD)	Chave <i>et al.</i> , 2009 Bunker <i>et al.</i> , 2005
	Formação e retenção do solo	Controle da erosão do solo (incluindo proteção das margens dos rios)	Densidade da folhagem	Burylo <i>et al.</i> , 2012
Serviço de provisionamento	Biomassa	A massa (massa seca) de todas as espécies no ecossistema	Área foliar específica	Pan <i>et al.</i> , 2021
			Conteúdo de matéria seca foliar	Adair <i>et al.</i> , 2018
	Produção primária líquida	A quantidade de energia química, normalmente expressa como biomassa de carbono, que o ecossistema acumula em um determinado período de tempo	Conteúdo de nitrogênio foliar	Grigulis <i>et al.</i> , 2013
			Altura máxima	De Bello <i>et al.</i> , 2010
Comida	Produção de alimentos	Densidade de madeira	Câmara-Leret <i>et al.</i> , 2017 Clough <i>et al.</i> , 2011 Van der Pijl, 1982	
		Qualidade da semente		
			Teor de nitrogênio foliar da planta	Pan <i>et al.</i> , 2021
			Altura máxima	De Bello <i>et al.</i> , 2010
			Área foliar específica	Quétier <i>et al.</i> , 2007
			Teor de matéria seca foliar	
			Teor de fósforo foliar	
			Condutância estomática	

Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado pela autora (2023).



Tabela 1.1 - Continuação Levantamento das características funcionais relacionadas aos diferentes serviços ecossistêmicos propostos por Millennium Ecosystem Assessment 2005 (MEA).

Tipo de serviço do ecossistema	Serviço de ecossistema	Definição	Traço Funcional Associado	Referência
Serviço de regulação	Regulação da água	Ecossistemas mitigam inundações e aumentam o fluxo de base na estação seca por meio de processos hidrológicos participantes	Altura máxima da planta Área foliar específica Forma de vida Densidade da madeira Vida da folha Densidade do tecido foliar Profundidade da Raiz Condutância estomática	Wen <i>et al.</i> , 2019 De Bello <i>et al.</i> , 2010
	Regulação de calor	Os ecossistemas regulam a temperatura do ar afetando a troca de calor	Altura máxima da planta Área foliar específica Teor de nitrogênio foliar Estrutura do dossel Condutância estomática foliar	Lundholm <i>et al.</i> , 2014
	Regulação climática	Resistência às mudanças climáticas (seca)	Densidade da madeira (WD)	Hacke <i>et al.</i> 2014_2001
	Proteção contra riscos naturais	Resistência ao fogo	Espessura da casca	Pérez-Harguindeguy <i>et al.</i> , 2013
	Controle de espécies de plantas invasoras	Resistência à invasão	Cobertura do dossel	Viani <i>et al.</i> , 2017 Brancalion <i>et al.</i> , 2016

Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado pela autora (2023).



Tabela 1.2 - Continuação Levantamento das características funcionais relacionadas aos diferentes serviços ecossistêmicos propostos por Millennium Ecosystem Assessment 2005 (MEA). Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado.

Tipo de serviço do ecossistema	Serviço de ecossistema	Definição	Traço Funcional Associado	Referência
Serviço de regulação	Dispersão de sementes	Dispersão de sementes	Síndrome de dispersão	Pilon & Durigan, 2013 Van der Pijl, 1982
	Polinização	Polinização	Forma de flor (Crescimento e Composição)	Pan <i>et al.</i> , 2021 Garcia <i>et al.</i> , 2015 De Bello <i>et al.</i> , 2010 Olesen <i>et al.</i> , 2007 Fontaine <i>et al.</i> , 2006
	Teor de carbono orgânico do solo	Sequestro de carbono orgânico do solo nos ecossistemas	Altura máxima da planta Conteúdo de nitrogênio foliar Área foliar específica Conteúdo de matéria seca foliar Densidade da madeira Conteúdo de carbono foliar	Pan <i>et al.</i> , 2021 Adair <i>et al.</i> , 2018
	Retenção do solo	Ecossistemas retêm os solos e reduzem a erosão do solo	Área foliar da planta Diâmetro da raiz Teor de matéria seca do caule Área projetada do caule	Burylo <i>et al.</i> , 2012
	Biocontrole	Ecossistemas controlam pragas (por exemplo, insetos nocivos e ervas daninhas)	Tempo de floração da planta Altura máxima da planta Área foliar específica Teor de nitrogênio foliar Tipo de flor Comprimento da floração Tipo de néctar e cor da flor Química dos Tecidos (Taninos, Compostos Fenólicos, Terpenos, Lignina)	Santala <i>et al.</i> , 2019 Stokey <i>et al.</i> , 2013 De Bello <i>et al.</i> , 2010

Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado pela autora (2023).



Tabela 1.3 - Continuação Levantamento das características funcionais relacionadas aos diferentes serviços ecossistêmicos propostos por Millennium Ecosystem Assessment 2005 (MEA). Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado.

Tipo de serviço do ecossistema	Serviço de ecossistema	Definição	Traço Funcional Associado	Referência
Serviço de apoio	Fertilidade do solo	A fertilidade do solo é aumentada pela promoção da decomposição e mineralização do material orgânico	Altura máxima da planta Área foliar específica Teor de matéria seca foliar Teor de nitrogênio foliar Forma de vida Profundidade de raiz Capacidade fotossintética Capacidade de fixação de nitrogênio diversidade de serrapilheira, Biomassa da raiz, Teor de Terpeno, Época de floração	Pan <i>et al.</i> , 2021 Handa <i>et al.</i> , 2014 De Bello <i>et al.</i> , 2010
	Polinização	Ecossistemas fornecem habitats para polinizadores para aumentar a produtividade	Tempo de floração da planta Altura máxima da planta Área foliar específica Teor de nitrogênio foliar Tipo de flor Comprimento da floração Tipo de néctar e cor da flor	Fornoff <i>et al.</i> , 2017 Robleño <i>et al.</i> , 2018
Serviço Cultural	Valores estéticos e	Lazer	Caractérisica ornamental Diversidade no tipo de Flor Densidade e tamanho da flor	Kendal <i>et al.</i> , 2012
	Culturais		Nitrogênio da Folha Tenacidade da folha	De Bello <i>et al.</i> , 2010

Fonte: Carlucci *et al.*, 2020 - Adaptado pela autora (2023).



Merchant *et al.* (2023) defendem a utilização complementar dos atributos funcionais em ações de restauração, destacando quatro razões para a negligência desse tema nos projetos: distintos objetivos e abordagens, falta de estrutura operacional, restrição no estoque de plantas e ausência de informações sobre os atributos funcionais.

Neste sentido, são necessários estudos que reúnam as informações de pesquisas de campo, banco de dados, sensoriamento remoto e modelos ecológicos a fim de estabelecer padrões em escalas espaciais e temporais. Contudo, a aplicação do uso de atributos em modelos ecológicos é limitada pela disponibilidade de bancos de dados em menores escalas (He *et al.*, 2019). De modo geral, faltam informações disponíveis em escala regional para as características locais e intraespecíficas (Siefert *et al.*, 2015). A fim de superar essas limitações algumas iniciativas internacionais e locais estão sendo realizadas visando aumentar os estudos regionais focando os atributos funcionais e disponibilizando estas informações em bancos de dados locais.

Valer ressaltar que ao levarmos em consideração a utilização de bancos de dados internacionais de características funcionais das plantas, devemos verificar a acurácia das informações. Alguns bancos podem apresentar análises tendenciosas para algumas características, tais como de área foliar específica, massa de sementes, nitrogênio foliar por unidade de massa, altura máxima, capacidade fotossintética máxima por unidade de área foliar (Sandel; Corbin; Krupa, 2011). No entanto, uma forma de minimizar essa problemática é a utilização de diversos bancos de dados internacionais que são padronizados a fim de evitar possíveis tendências na amostragem. Existem alguns bancos de dados consolidados para características funcionais: *TRY/Plant Trait Data Base* (Kattge *et al.*, 2020; Kattge *et al.*, 2011) que integra 400 conjuntos de dados sendo alguns deles bancos de dados coletivos como (LEDA, GlopNet, BioFlor, SID, EcoFlora, FRED). Além destes, existem outras iniciativas de banco de dados como o BIEN (Rede de Informação Botânica e Ecologia) caracterizada por ser uma rede de ecólogos, botânicos e cientistas da computação trabalhando juntos para documentar padrões globais de diversidade, função e distribuição de plantas (Maitner *et al.*, 2018), Banco de dados de Comunidade de Árvores Neotropicais/TreeCo (De Lima *et al.*, 2015; De Lima *et al.*, 2020) que é fruto



de um projeto que visa compilar e sintetizar o conhecimento existente sobre a estrutura e diversidade das comunidades arbóreas neotropicais e os atributos funcionais de suas espécies e o Repositório Digital DRYAD (Zanne *et al.*, 2009) que é um recurso que possui um trabalho de curadoria que torna os dados de pesquisa detectáveis, reutilizáveis livremente e citáveis. Além destes, ainda existem o Banco de dados FunAndes (Dados de características funcionais de plantas nos Andes tropicais) (Báez *et al.*, 2022) e no Brasil o banco de dados de características foliares de plantas em diferentes biomas e tipos de vegetação brasileiras denominado LT-Brasil (Mariano *et al.*, 2021).

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAS

Nas últimas décadas, evidenciamos avanços na temática de uso de características funcionais em restauração ecológica, no entanto vale ressaltar que ainda necessitamos de diretrizes mais específicas para direcionar políticas públicas de restauração ecológica de maneira prática e eficiente.

O grande desafio da década da restauração para atingir as metas globais de recomposição da vegetação em grandes áreas degradadas, está na dificuldade de aplicar a teoria nos aspectos práticos em campo pelos profissionais da área da restauração. Destacando que os projetos de restauração precisam fazer esse controle em todas as fases (i.e. seleção das espécies, planejamento, monitoramento e avaliação).

Em escala global, boa parte dos trabalhos envolvendo atributos funcionais busca aferir atributos através de busca sistemática em literatura ou por consultas em bancos de dados disponíveis. No entanto, a avaliação do aspecto funcional em escala local ou regional pode apresentar melhores resultados, pois leva em consideração as características locais de cada habitat. Um ponto importante é o baixo número de trabalhos associados aos serviços ecossistêmicos que serão restaurados, e quais atributos estão relacionados a esses serviços.

Levando em consideração as florestas tropicais, destacamos que a grande dificuldade de se utilizar características funcionais na seleção de espécies visando os serviços ecossistêmicos é dada por esse tipo florestal abrigar uma grande diversidade de espécies e poucas espécies com informações sobre seus atributos funcionais. No entanto, podemos observar que características funcionais, tais como atributos foliares,



características reprodutivas, atributos arquitetônicos, densidade da madeira e atributos ecofisiológicos, têm sido cada vez mais consideradas como critérios importantes para a seleção de espécies em projetos de restauração.

É evidente que devemos buscar ter uma visão ampla da restauração que aborde o maior número de aspectos (organismos, espécies, população, ecossistema e paisagem) que devem ser levados em conta para avaliação do sucesso dos projetos de restauração. No entanto, ainda são grandes os desafios em sintetizar e estabelecer padronizações sistemáticas para os elementos de estrutura, função e composição uma vez que cada bioma apresenta diferentes características globais, regionais e locais. Não existe uma abordagem fixa em projetos de restauração, o desafio nesse âmbito é constante e flexível, devemos sempre estar atualizados com os novos avanços de técnicas, ferramentas de plantios, monitoramento, indicadores ecológicos entre outros.

A ecologia da restauração vem demonstrando avanços significativos nos últimos anos, apresentando um crescimento e evolução em suas abordagens teóricas e práticas. O cenário atual é de destaque para a restauração ecológica, uma vez que esse tema é de relevância global. Fica evidente que ainda são necessários estudos focando o desenvolvimento de modelos em áreas de restauração que promovam mais eficientemente serviços ecossistêmicos, de forma a atingir sua efetiva funcionalidade.

4.5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Marcelo Trindade Nascimento conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq: 312567/2021-9) e da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ E-26/201.007/2022). Agradecemos à Fabrício A. Carvalho, Igor S. Broggio, Karla M.P de Abreu, Luiz Fernando D. de Moraes e Mariana A. Fantanin pelas considerações e críticas nas primeiras versões do manuscrito.



4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAIR, E. C. *et al.* Ecosystem context illuminates conflicting roles of plant diversity in carbon storage. **Ecology Letters**, v. 21, n. 11, p. 1604-1619, 2018.
- ALLISON, S. D.; VITOUSEK, P. M. Rapid nutrient cycling in leaf litter from invasive plants in Hawai'i. **Oecologia**, v. 141, p. 612-619, 2004.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V. *et al.* Plant β -diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 6, p. 1449-1458, 2013.
- BARALOTO, C. *et al.* Decoupled leaf and stem economics in rain forest Trees. **Ecology Letters**, Oxford, v. 13, n. 13, p. 1338-1347, 2010.
- BÁEZ, S. *et al.* FunAndes—A functional trait database of Andean plants. **Scientific data**, v. 9, n. 1, p. 511, 2022.
- BONN CHALLENGE. **Bonn Challenge Report**. IUCN. 2020. Disponível em: <<https://www.bonnchallenge.org/resources/bonn-challenge-2020-report>> Acesso: 20 jul 2023.
- BRANCALION, P. H. *et al.* Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science advances**, v. 5, n. 7, p. eaav3223, 2019.
- BRANCALION, P. H. S.; HOLL, K. D. Functional composition trajectory: a resolution to the debate between Suganuma, Durigan, and Reid. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 1, p. 1-3, 2016.
- BRINCK, K. *et al.* High resolution analysis of tropical forest fragmentation and its impact on the global carbon cycle. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 14855, 2017.
- BUNKER, D. E. *et al.* Species loss and aboveground carbon storage in a tropical forest. **Science**, v. 310, n. 5750, p. 10291031, 2005.
- BURYLO, M. *et al.* Plant functional traits and species ability for sediment retention during concentrated flow erosion. **Plant and Soil**, v. 353, p. 135-144, 2012.
- CÁMARA-LERET, R. *et al.* Fundamental species traits explain provisioning services of tropical American palms. **Nature Plants**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2017.
- CARLUCCI, M. B. *et al.* Functional traits and ecosystem services in ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1372-1383, 2020.
- CARUSO, C. M.; MASON, C. M.; MEDEIROS, J. S. The evolution of functional traits in plants: is the giant still sleeping?. **International Journal of Plant Sciences**, v. 181, n. 1, p. 1-8, 2020.



CDB – Convention on Biological Diversity. **Strategic Plan 2021-2020**. Aichi Biodiversity Targets. 2011. Disponível em: <<https://www.cbd.int/sp/targets/>>. Acesso: 9 abr 2023.

CHAVE, J. *et al.* Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 351-366, 2009.

CHAZDON, R; BRANCALION, P. Restoring forests as a means to many ends. **Science**, v. 365, n. 6448, p. 24-25, 2019.

CLOUGH, Y. *et al.* Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 20, p. 8311-8316, 2011.

CRAINE, J.M. *et al.* Functional traits, productivity and effects on nitrogen cycling of 33 grassland species. **Functional Ecology**, v. 16, n. 5, p. 563-574, 2002.

DAVE, R. *et al.* Second Bonn Challenge progress report. Application of the Barometer in 2018. **Gland, Switzerland: IUCN**. xii + 80pp, 2019.

DE BELLO, F. *et al.* Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 10, p. 2873-2893, 2010.

DE LIMA, R. A. *et al.* How much do we know about the endangered Atlantic Forest? Reviewing nearly 70 years of information on tree community surveys. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2135–2148, 2015.

DE LIMA, R. A. *et al.* The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2020.

DIAS, E. Atributos Funcionais Predizem Sobrevivência E Regeneração Arbórea Em Diferentes Modelos De Restauração Na Floresta Estacional Semidecidual. 2014. 103p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.

DÍAZ, S.; CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in ecology & evolution**, v. 16, n. 11, p. 646-655, 2001.

DÍAZ, S. *et al.* Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 52, p. 20684-20689, 2007.

DÍAZ, S. *et al.* The global spectrum of plant form and function. **Nature**, v. 529, n. 7585, p. 167-171, 2016.

FONSECA, C.R. *et al.* Shifts in trait combinations along rainfall and phosphorus gradients. **Journal of Ecology**, v. 88, n. 6, p. 964-977, 2000.



FONTAINE, C. *et al.* Functional diversity of plant–pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. **PLoS biology**, v. 4, n. 1, p. e1, 2006.

FORNOFF, F. *et al.* Functional flower traits and their diversity drive pollinator visitation. **Oikos**, v. 126, n. 7, p. 1020-1030, 2017.

GANN, G.D. *et al.* International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. **Restoration Ecology**, v. 27, n.1, p. 1-46, 2019.

GARCIA, L.C. *et al.* Flower functional trait responses to restoration time. **Applied Vegetation Science**, v. 18, n. 3, p. 402-412, 2015.

GARNIER, E; NAVAS, M. A. trait-based approach to comparative functional plant ecology: concepts, methods and applications for agroecology. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 2, p. 365-399, 2012.

GFW - Global Forest Watch. **Primary Forest Loss Global Forest Review**. Washington, DC: World Resources Institute. 2022a. Disponível em: <<https://research.wri.org/gfr/forest-extent-indicators/primary-forest-loss>>. Acesso: 20 mai. 2023.

GFW - Global Forest Watch. **Forest Loss Global Forest Review**. Washington, DC: World Resources Institute. 2022b. Disponível em: <<https://research.wri.org/gfr/forest-extent-indicators/forest-loss>>. Acesso: 20 mai. 2023.

GORNISH, E. S. *et al.* Functional traits are used in restoration practice: a response to Merchant *et al.* (2022). **Restoration Ecology**, p. e13880, 2023.

GRIGULIS, K. *et al.* Relative contributions of plant traits and soil microbial properties to mountain grassland ecosystem services. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 1, p. 47-57, 2013.

GRIME, J. P. *et al.* Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. **Oikos**, p. 259-281, 1997.

HACKE, U. G. *et al.* Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. **Oecologia**, v. 126, p. 457-461, 2001.

HANDA, I. T. *et al.* Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. **Nature**, v. 509, n. 7499, p. 218-221, 2014.

HE, N. *et al.* Ecosystem traits linking functional traits to macroecology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 34, n. 3, p. 200-210, 2019.

HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: Seed rain, seed germination, microclimate, and soil 1. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.

KATTGE, J. *et al.*. TRY plant trait database–enhanced coverage and open access. **Global change biology**, v. 26, n. 1, p. 119-188, 2020.



KATTGE, J. *et al.* TRY– a global database of plant traits. **Global change biology**, v. 17, n. 9, p. 2905-2935, 2011.

KENDAL, D.; WILLIAMS, K. J. H; WILLIAMS, N. S. G. Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. **Landscape and urban planning**, v. 105, n. 1-2, p. 34-42, 2012.

KOLLMANN, J. *et al.* Integrating ecosystem functions into restoration ecology-recent advances and future directions. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 6, p. 722-730, 2016.

LAUGHLIN, D. C. Applying trait-based models to achieve functional targets for theorydriven ecological restoration. **Ecology Letters**, v. 17, n. 7, p. 771–784, 2014.

LAVOREL, S. *et al.* Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 12, n. 12, p. 474-478, 1997.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional ecology**, v. 16, n. 5, p. 545-556, 2002.

LOUREIRO, N. *et al.* Use of the trait-based approach in ecological restoration studies: a global review. **Trees**, p. 1-11, 2023.

LUNDHOLM, J. *et al.* Leaf and life history traits predict plant growth in a green roof ecosystem. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e101395, 2014.

MAITNER, B. S. *et al.* The bien r package: A tool to access the Botanical Information and Ecology Network (BIEN) database. **Methods in Ecology and Evolution**. 2018.

MANHÃES, A. P. *et al.* Functional trajectory for the assessment of ecological restoration success. **Restoration Ecology**, v. 30, n. 8, p. e13665, 2022.

MAPPIN, B. *et al.* Restoration priorities to achieve the global protected area target. **Conservation Letters**, v. 12, n. 4, p. e12646, 2019.

MARIANO, E. *et al.* LT-Brazil: A database of leaf traits across biomes and vegetation types in Brazil. **Global Ecology and Biogeography**, v. 30, n. 11, p. 2136-2146, 2021.

MARTÍNEZ-GARZA, C.; BONGERS, F.; POORTER, L. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures ?. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 35-45, 2013.

MCDONALD, T. *et al.* International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration: Washington, DC. **SoilTec, Inc., © Marcel Huijser, Bethanie Walder**. 48p. 2016.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and human wellbeing: wetlands and water**. World Resources Institute, 2005.



MERCHANT, T. K. *et al.* Four reasons why functional traits are not being used in restoration practice. **Restoration Ecology**, v. 31, n. 3, p. e13788, 2023.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **A Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Cópia do decreto Legislativo. n.2, p.32, Brasília. 2000. Disponível em <<https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>> Acesso: 30 jul 2023.

MORAES, L. F. D. *et al.* **Princípios e Padrões Internacionais para a prática da restauração ecológica**. Segunda edição: Novembro 2019. Sociedade Ecológica de Restauração. Disponível em: <<https://www.ser.org/page/SERDocuments>> Acesso: 14 jul. 2023.

NOBLE, I. R.; GITAY, H. A. functional classification for predicting the dynamics of landscapes. **Journal of Vegetation science**, v. 7, n. 3, p. 329-336, 1996.

OLESEN, J. M. *et al.* The openness of a flower and its number of flower-visitor species. **Taxon**, v. 56, n. 3, p. 729-736, 2007.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. **Annals of the Missouri Botanical garden**, p. 199-224, 2002.

OSTERTAG, R. *et al.* Using plant functional traits to restore Hawaiian rainforest. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 4, p. 805-809, 2015.

OUZZANI, M. *et al.* Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 5, p. 1-10, 2016.

PALMA, A. C. *et al.* Enhancing plant diversity in secondary forests. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 3, p. 571352, 2020.

PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. W. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: What do we know and where should we go? **Applied Vegetation Science**, v. 18, n. 4, p. 561–568, 2015.

PAN, Q. *et al.* Effects of plant functional traits on ecosystem services: A review. **Chinese Journal of Plant Ecology**, v. 45, n. 6, p. 1140–1153, 2021.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Aust. Bot.** 61, 167– 234. 2013.

PETISCO-SOUZA, A. C. *et al.* Minding the gap: range size and economic use drive functional trait data shortfall in the Atlantic Forest. **BioRxiv**, 2020.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, p. 389-399, 2013.

POORTER, L. *et al.* Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five Neotropical forests. **Ecology**, New York, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008.



QUÉTIER, F.; THÉBAULT, A.; LAVOREL, S. Plant traits in a state and transition framework as markers of ecosystem response to land-use change. **Ecological monographs**, v. 77, n. 1, p. 33-52, 2007.

REICH, P. B. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of ecology**, v. 102, n. 2, p. 275-301, 2014.

ROBLEÑO, I. *et al.* Using the response-effect trait framework to quantify the value of fallow patches in agricultural landscapes to pollinators. **Applied Vegetation Science**, v. 21, n. 2, p. 267-277, 2018.

ROSENFELD, M. F.; MÜLLER, S. C. Functional ecology as a tool for planning and monitoring ecosystems restoration. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 3, p. 550-565, 2020.

ROSENFELD, M.F. **Processos ecossistêmicos e funcionalidade de florestas em restauração**. 2017, 181p. Tese (Doutorado em Ecologia). *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre. 2017.

ROTHER, D. C. *et al.* Ecological restoration increases conservation of taxonomic and functional beta diversity of woody plants in a tropical fragmented landscape. **Forest Ecology and Management**, v. 451, p. 117538, 2019.

SANDEL, B.; CORBIN, J. D.; KRUPA, M. Using plant functional traits to guide restoration: A case study in California coastal grassland. **Ecosphere**, v. 2, n. 2, p. 116, 2011.

SANTALA, K. *et al.* Managing conservation values and tree performance: Lessons learned from 10 year experiments in regenerating eastern white pine (*Pinus strobus* L.). **Forest Ecology and Management**, v. 432, p. 748-760, 2019.

SCHULZE, E.D. *et al.* Carbon and nitrogen isotope discrimination and nitrogen nutrition of trees along a rainfall gradient in northern Australia. **Functional Plant Biology**, v. 25, n. 4, p. 413-425, 1998.

SER - Society for Ecological Restoration. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política - versão 2. Tucson: SER, 2004. Disponível em: <<https://www.ser.org/page/SERDocuments>>. Acesso: 14 jul. 2023.

SHIMAMOTO, C. Y. *et al.* Restoration of ecosystem services in tropical forests: A global meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 13, n. 12, p. 1-16, 2018.

SIEFERT, A. *et al.* A global meta-analysis of the relative extent of intraspecific trait variation in plant communities. **Ecology letters**, v.18, n. 12, p. 1406-1419, 2015.

STORKEY, J. *et al.* Using functional traits to quantify the value of plant communities to invertebrate ecosystem service providers in arable landscapes. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 1, p. 38-46, 2013.



SUDING, K. *et al.* Committing to ecological restoration. **Science**, v. 348, n. 6235, p. 638-640, 2015.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Resolution adopted by the General Assembly on 1 March 2019**. New York. 2019. Disponível em: <<https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n19/060/16/pdf/n1906016.pdf?token=SJsp18IS6AHLiqlpEX&fe=true>> Acesso: 14 jul. 2023.

VAN DER PIJL, L. ***Principles of Dispersal in Higher Plants***, Berlin: Springer-Verlag, 1982.

VIANI, R. A. *et al.* Protocol for monitoring tropical forest restoration: perspectives from the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1940082917697265, 2017.

VIOLLE, C. *et al.* Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882-892, 2007.

VOLIS, S.; ORMANBEKOVA, D.; YERMEKBAYEV, K. Role of phenotypic plasticity and population differentiation in adaptation to novel environmental conditions. **Ecology and Evolution**, v. 5, p. 3818–3829, 2015.

WEIHER, E. *et al.* Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1576, p. 2403-2413, 2011.

WEIHER, E. *et al.* Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. **Journal of vegetation science**, v. 10, n. 5, p. 609-620, 1999.

WEN, Z. *et al.* Functional diversity overrides community weighted mean traits in linking land-use intensity to hydrological ecosystem services. **Science of the Total Environment**, v. 682, p. 583-590, 2019.

WRIGHT, I. J. *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, n. 6985, p. 821-827, 2004.

WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and low-rainfall and high-and low-nutrient habitats. **Functional Ecology**, v. 15, n. 4, p. 423-434, 2001.

ZAKHAROVA, L.; MEYER, K. M.; SEIFAN, M. Trait-based modelling in ecology: A review of two decades of research. **Ecological Modelling**, v. 407, p. 108703, 2019.

ZANNE, A. E. *et al.* Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. **Dryad Digital Repository**, 2009. Disponível em: <<https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.234>>. Acesso: 10 mai. 2023.



ZIRBEL, C. R. *et al.* Plant functional traits and environmental conditions shape community assembly and ecosystem functioning during restoration. **Journal of Applied Ecology**, v. 54, n. 4, p. 1070–1079, 2017.

ZUPO, T. *et al.* Trends and knowledge gaps on ecological restoration research in the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 30, n. 8, p. 1–12, 2022.

NOTA

Os autores utilizaram a IA ChatGPT 3.5 para auxiliar na revisão gramatical e análise ortográfica do documento. No entanto, todas as buscas pelos conteúdos, classificação da qualidade dos artigos e dissertação do conteúdo foram realizadas de maneira autoral.

Material recebido: 07 de novembro de 2023.

Material aprovado pelos pares: 27 de novembro de 2023.

Material editado aprovado pelos autores: 13 de fevereiro de 2024.

1 Mestra em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2019). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4973-3606>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9550083180869691>.

2 Orientador. Doutor em Ecologia, PhD, University of Stirling, Escócia (1994). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4492-3344> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3704305950005564>.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora pesquisas que abordam a avaliação dos aspectos estruturais dentro de comunidades em restauração estejam sendo realizadas a décadas e tendo contribuído com importantes avanços em relação as metodologias utilizadas, formas de avaliação, novas abordagens, novos estudos são necessários a fim de compreender ainda mais a restauração, principalmente, em seus aspectos funcionais e de serviços ecossistêmicos, conforme destacado por diversos autores (Cardinale; Nelson; Palmer, 2000; Guimarães *et al.*, 2018; Pywell *et al.*, 2003; Rosenfield; Müller, 2018; Carlucci *et al.*, 2020; Pan *et al.*, 2021; Loureiro *et al.*, 2023).

Assim, como relatado no Capítulo 3, constatamos que ainda existem várias lacunas associadas a temática características funcionais e serviços ecossistêmicos. A mais importante delas é transmitir o conhecimento científico aos técnicos e trabalhadores que aplicam executam os projetos de restauração florestal no campo. Nesse sentido, as informações desta pesquisa servirão para subsidiar futuros projetos de restauração florestal na região.

As áreas de restauração avaliadas constituem uma importante iniciativa da AMLD na expansão da área de vida do Mico-Leão-Dourado espécie endêmica da região da APA Rio São João. Os plantios fazem a conectividade da paisagem, funcionando como corredores florestais e assim ampliando a área de circulação da espécie na região. Durante nossa pesquisa foi possível visualizar a utilização do mico-leão dourado (*Leontopithecus rosalia*) em três dos oito corredores monitorados, demonstrando a importância da expansão de habitat para a espécie alvo do projeto de conservação.

A comunidade arbustiva-arbórea dos plantios avaliados, demonstra que apesar de pouco tempo de plantio (< 20 anos) estão se desenvolvendo e com regeneração natural ativa. Entretanto, cabe um alerta no que diz respeito ao uso de espécies que não ocorrem de forma natural na região (e.g. *Paubrasilia echinata*; *Triplaris americana* L.) e espécies exóticas (e.g. *Syzygium cumini*). Não recomendamos a utilização destas espécies, pois aumentam o risco de invasão, perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Portanto, os gestores das instituições que promovam restauração de áreas degradadas devem levar em consideração a lista de espécies da região de estudo.

Destacamos que é importante a manutenção dos monitoramentos a longo prazo para uma avaliação sobre o sucesso dos projetos restauração. Portanto, consideramos importante que AMLD fortaleça as recomendações para os proprietários das áreas em que foram implantados os plantios sobre a necessidade de manutenções constantes das

cercas para evitar a presença de animais (e.g. bovinos e ovinos) nos plantios. Além de destacar que não deve haver o corte seletivo das árvores do projeto e a importância de permitirem estudos que visem o monitoramento/avaliação destas áreas.

Apesar de algumas dificuldades, o estabelecimento da comunidade arbórea dos plantios vem ocorrendo de forma satisfatória na escala da paisagem, e vem atendendo as determinações dos órgãos ambientais (Resolução Inea N°143/2017, CONAMA N°2/1995). No entanto, alguns plantios apresentaram seu desenvolvimento abaixo do esperado pelo tempo de plantio (e.g. VEND e BOA) provavelmente devido a condições ambientais locais e impactos antrópicos (e.g. presença de gado, corte seletivo). São necessário estudos complementares a fim de compreender melhor a dinâmica dos plantios, principalmente dos que não estão se desenvolvendo dentro do esperado.