



**RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO  
VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ:  
BUSCANDO ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS**

**LAVRAS –MG**

**2015**

**FLÁVIA FREIRE DE SIQUEIRA**

**RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO VALE DO RIO  
PARAÍBA DO SUL, RJ: BUSCANDO ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ecologia Florestal, para obtenção do título de mestre.

**Orientador**

Dr. Eduardo van den Berg

**Coorientadora**

Dr<sup>a</sup>. Grazielle Sales Teodoro

**LAVRAS-MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Siqueira, Flávia Freire de.

Restauração da mata atlântica no vale do Rio Paraíba do Sul, RJ:  
buscando estratégias sustentáveis / Flávia Freire de Siqueira. –  
Lavras: UFLA, 2015.

105 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de  
Lavras, 2015.

Orientador(a): Eduardo van den Berg.

Bibliografia.

1. Restauração florestal. 2. Regeneração. 3. Ecossistemas de  
referência. 4. Sucessão Ecológica. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

**FLÁVIA FREIRE DE SIQUEIRA**

**RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO VALE DO RIO  
PARAÍBA DO SUL, RJ: BUSCANDO ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ecologia Florestal, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dr. Israel Marinho Pereira	UFVJM
Dr <sup>a</sup> . Robin Lee Chazdon	University of Connecticut, USA
Dr. Rubens Manoel dos Santos	UFLA

Dr. Eduardo van den Berg

**Orientador**

**LAVRAS-MG**

**2015**

Ao meu papai Manoel e a minha mamãe Leonor, que sempre  
acreditaram e incentivaram meus estudos.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Encontrei dificuldades que fogem um pouco da rotina de uma dissertação de mestrado: superar o medo pela água (andava de barco para fazer as coletas), animais pençõhentos, ataque de mamangavas, queda sob os espinhos de *Astrocaryum aculeatissimum* (a temida Brejaúva), possível anemia, vermes, bernes e por último uma terrível cólica de rins. Então tenho muito agradecer a Deus e ao São Geraldo Magela, por ter me abençoado e me dado forças para terminar as coletas de campo.

Aos meus pais (Manoel e Leonor) e às minhas irmãs verdadeiras (Angélica, Lilían e Nanda) e aos irmãos postiços (Manuela, Allan e Alexandre), que sempre torceram e oraram para realização do mestrado.

Aos meus amigos Renato, Júlia, Lissa, Vanessa, Marina, Carol, Michael, Margot, Lucas e Bia, que me apoiaram e incentivaram.

Ao Danilo que, além da ajuda em campo, me apoiou em todas as etapas do trabalho. E pelo carinho e cuidado que vão além deste trabalho.

À Tânia Vieira Pereira Siqueira (Furnas), idealizadora desse projeto que, diante de seu sonho em recuperar áreas degradadas, correu atrás de parceiros (UFLA, Professor Eduardo van den Berg e Professor Douglas A. Carvalho) para realizar a avaliação de seus projetos e obter novas metodologias para a restauração de áreas degradadas da UHE - Funil. E a partir dessa parceria este trabalho tomou forma e foi implantado com grande sucesso. Agora forneço alguns resultados deste sonho, como muita gratidão. E obrigada por ter me acompanhado naquelas horas intermináveis no hospital.

À equipe oficial de campo (Wilian, Gabi Meirelles, Léo e Danilo), pois sem eles seria impossível a conclusão deste trabalho. Pelo apoio, carinho, ouvidos, força física para levantar o podão e carregar inúmeros equipamentos, força espiritual, amizade...E à equipe de feriados (Eduardo van den Berg, Luis,

Sam, Tânia Vieira e Grazi (a irmã corajosa da Gabi Meirelles)). Ao Matheus Ambrosio por ter fornecido suporte técnico e logístico desde o início das coletas, ensinamentos sobre as espécies da região, contratação da equipe e por inúmeros conselhos. Ao Lucas, Renato e Charles, por ter ajudado no início das coletas. E ao Sr. Tião (barqueiro), que tornava nossas viagens mais divertidas.

Ao Professor Eduardo van den Berg, meu orientador, pela amizade, conselhos científicos e pessoais, por ter passado os ensinamentos desde a confecção inicial do projeto até as correções finais do trabalho.

À Grazielle Sales Teodoro por ter-me coorientado e contribuído com seus conhecimentos para confecção deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal da UFLA: Carol Cambraia, Gabi Coelho, Evelyn, João, Vilany, Hisaias, Juninho, Lucas, Charles, Renato, Gabi Meirelles, Grazi Teodoro e Marco. Que sempre tinham algo a ensinar, desde a época da iniciação científica. Aos estagiários Luiz, Mateus, Aline e Laís.

Ao pessoal da Pousada Acerolas (em especial ao Paulo), que tornou nossa estadia em Resende mais aconchegante e por cuidarem de mim quando estava doente.

Ao Professor Rubens Manoel dos Santos, pela identificação das espécies, por aceitar participar da banca de defesa e pelas considerações.

Aos Doutores Israel Marinho Pereira e Robin Lee Chazdon, por aceitarem participar da banca de defesa e pelas considerações para aprimorar este trabalho.

À empresa Eletrobás Furnas, que financiou a pesquisa e concedeu a bolsa de estudos do mestrado.

À Universidade Federal de Lavras, que forneceu todo o suporte físico e aprendizado por meio de todos os Professores quando cursei disciplinas, que foram bases para minha formação como Msc. em Engenharia Florestal.

## RESUMO

As técnicas de restauração florestal vêm sendo aprimoradas buscando conduzir a área restaurada a um estado próximo à condição original, recuperando a integridade biológica do sistema. Poucas áreas restauradas possuem uma avaliação do seu sucesso em relação aos Fragmentos Florestais de Referência (FR) e, muitas vezes, quando há insucesso, os resultados não são divulgados ou publicados. Algumas dessas técnicas foram usadas pela empresa FURNAS na região denominada Vale do Paraíba inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, no domínio da Mata Atlântica, sudeste do Brasil. Essa empresa apresentou interesse de avaliar o sucesso de seus projetos de restauração no entorno da Usina Hidrelétrica do Funil (UHE - Funil), buscando aprimorar suas estratégias de restauração. Para essa avaliação foi estabelecida uma parceria com a Universidade Federal de Lavras. Diante disso surgiu esta pesquisa com o objetivo de avaliar se quatro áreas de restauração estão alcançando os padrões de referência encontrados nos Fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais (FES). Características da comunidade vegetal e das parcelas foram mensuradas em 10 áreas, sendo quatro plantios de restauração IB (14 anos), CG (15 anos), CB (17 anos) e FUR (20 anos) e seis RF de FES em diferentes estágios sucessionais INI (10 a 16 anos), INT (30 a 40 anos) e AVA (mais de 60 anos), sendo dois fragmentos por estágio. Foram mensuradas variáveis ambientais da comunidade vegetal e das parcelas. Sendo elas: composição florística e estrutural da comunidade, grupos ecológicos, síndrome de dispersão, abundância de lianas, abundância de espécies exóticas, presença de regeneração, características edáficas, microclimáticas, características da paisagem, cobertura da superfície do solo, declividade e abertura do dossel. Os plantios apresentaram menor riqueza, menor porcentagem de indivíduos pioneiros e zoocóricos e maior abertura de dossel, quando comparados aos FR. Os plantios tiveram riqueza de espécies significativamente menores que os FR e diferiram fortemente dos mesmos em termos de composição de espécies. O microclima, fertilidade do solo e a cobertura da superfície do solo foram similares entre os plantios e o FR. Houve uma alta porcentagem de indivíduos exóticos nos plantios e pouca colonização de indivíduos após a implantação dos projetos de restauração. Os quatro plantios foram semelhantes em termos de riqueza e número de regenerantes. A porcentagem de indivíduos zoocóricos influenciou positivamente e a declividade negativamente na abundância de regeneração nas parcelas. O plantio mais antigo (FUR) é o que mais se diferenciou dos FR nos vários parâmetros avaliados. O plantio CB foi o mais similar, sendo o único que obteve tratamentos culturais diferenciados tais como replantio, controle de invasoras e maior fertilização. Além disso, neste plantio foi utilizada menor porcentagem de indivíduos pioneiros e exóticos. Os



resultados obtidos evidenciam que os plantios de restauração não aparentam estar progredindo em um processo natural e autossustentável de sucessão rumo aos parâmetros observados nos FR. Os resultados evidenciam a necessidade de mudanças nas estratégias adotadas, favorecendo o plantio de espécies nativas, de diferentes grupos sucessionais e também elevada proporção de espécies zoocóricas. Além disso, tratos culturais podem favorecer um melhor desenvolvimento dos plantios.

**Palavras chaves:** Restauração florestal. Regeneração. Ecossistemas de referência. Sucessão ecológica.

## ABSTRACT

Techniques of forest restoration have been improved in order to lead the restored area to a state close to the initial condition, recovering the biological integrity of the system. A few studied areas had an evaluation of their success compared to reference forest areas and, in most cases, whether successful, results are non-published. Such techniques have been used by Furnas Company in the region named Vale do Paraíba within Rio Paraíba do Sul watershed, in an area of Atlantic Forest, southeastern Brazil. The company showed interest to evaluate the success of restoration projects surrounding Usina Hidrelétrica do Funil (UHE – Funil), aiming the improvement of restoration strategies. For this evaluation, it was established a partnership with Universidade Federal de Lavras (University of Lavras). Therefore, the present research arose, aimed to evaluate whether four restoration areas are achieving reference standards found in semideciduous seasonal forest fragments. The characteristics of the plant community as well as plots were measured in ten areas, four restoration plantings IB (14 years), CG (15 years), and FUR (20 years), and six reference areas of semideciduous seasonal forest in different successional stages INI (10 to 16 years), INT (30 to 40 years), and ADV (over 60 years), two fragments per stage. Environmental variables of plant community and plots were measured, i.e., floristic and structural composition of the community, environmental groups, dispersion syndrome, liana abundance, exotic species abundance, regeneration presence, edaphic, microclimate, and landscape characteristics, soil surface covering, slope and canopy openness. Plantings presented decreased richness, lesser percentage of pioneer and zoochoric individuals, as well as greater canopy covering when compared to reference areas. Plantings had significant lower richness in comparison to reference areas, also strongly differing regarding species composition. Microclimate, soil fertility, and soil surface covering were similar between plantings and reference areas. There was a high percentage of exotic individuals in plantings and a small colonization of individuals after implementing restoration projects. The four plantings were similar regarding richness and number of saplings. The percentage of zoochoric individuals influenced positively and the slope influenced negatively the abundance of plots. The oldest planting (FUR) differed to the most from the forest areas in several parameters evaluated. CB planting was the most similar, and it obtained different cultivation treatment such as replanting, weed control, and larger fertilization. Besides, a smaller percentage of pioneer and exotic individuals were used in this planting. Results showed that restoration plantings do not seem to be prospering in a natural and self-sustainable successional process towards the parameters observed in forest areas. Results also showed that there is the need to change the strategies adopted, favoring the planting of

native species from different successional groups as well as a higher number of zoochoric species. In addition, cultivation treatment may favor a better development of plantings.

**Keywords:** Forest restoration. Regeneration. Reference ecosystems. Ecologic succession.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 As quatro áreas de plantio (FUR - Furnas; CB - Clube Náutico; CG - Coronel Gâmaro e IB - Ilha Bambu) e áreas de FR (AVA 1 e AVA 2 - Fragmentos em Estágio Avançado, INT 1 e INT 2 - Fragmentos em Estágio Intermediário e INI 1 e INI 2 - Fragmentos em Estágio Inicial) estão com marcadores vermelhos e amarelos, respectivamente. ....42
- Figura 2 Curvas de rarefação de espécies com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) maior que 5 cm para as sete áreas de estudo. As três primeiras áreas referem-se aos FR (INI: Inicial, INT: Intermediário, AVA: Avançado). As demais quatro curvas referem-se aos plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu) em Resende, RJ. ....53
- Figura 3 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) das sete áreas de estudo (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Similaridade florística entre as áreas (Índice de Jaccard) e B) Abundância entre as áreas (Índice de Bray - Curtis). Resende, RJ, 2014. ....55
- Figura 4 Análise da estrutura da comunidade nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas), em ordem crescente de idade. A) Densidade de indivíduos ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ) e B) Área Basal ( $\text{m}^2. \text{ha}^{-1}$ ). Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014. ....56
- Figura 5 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) dos quatro plantios de restauração (FUR: Plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Similaridade florística entre as áreas (Índice jaccard) e B) Abundância entre as áreas (Índice de Bray - Curtis). Resende, RJ, 2014. ....64
- Figura 6 Densidade e área basal dos quatro plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Densidade de indivíduos e B) Área basal. Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014. ....65

Figura 7	Altura e diâmetro à altura do peito (DAP > 3cm) nos quatro plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Altura e B) DAP. Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014. ....	66
Figura 8	Relação entre a cobertura de gramíneas (%) e a abertura de dossel (%) considerando as quatro áreas (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Resende, RJ, 2014. ....	67
Figura 9	Número de espécies regenerantes (A) e de indivíduos (B) nas quatro áreas (FUR: Plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 0,05%. Resende, RJ, 2014.....	67
Figura 10	Classificação das fontes de propágulos no entorno do reservatório da UHE - Funil, mostrando as sete áreas de estudo, nas quais três tratam-se de FR (INI: Inicial, INT: Intermediário, AVA: Avançado) e quatro de plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu) em Resende, RJ, 2014.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Áreas de recomposição vegetal no entorno da Usina Hidrelétrica – Funil. P: Pioneiras; NP: Não pioneira. Resende, RJ, 2014. (Adaptado dos Relatórios de Furnas).....	43
Tabela 2	Comparação da ANOSIM e valores R para a similaridade de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com DAP $\geq$ 5,0cm. Os valores significativos ( $p < 0,05$ ) estão marcados com (*)......	54
Tabela 3	Comparação da ANOSIM e valores R para a abundância de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com DAP $\geq$ 5,0cm. Os valores significativos ( $p < 0,05$ ) estão marcados com (*)......	54
Tabela 4	Análise da estrutura da comunidade nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.....	58
Tabela 5	Análise dos grupos funcionais nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.....	58
Tabela 6	Análise do microclima e características edáficas nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014. ....	59
Tabela 7	Relação das dez espécies com maior valor de importância (VI) com DAP $>$ 3 cm amostradas nas áreas de plantio FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu. Resende, RJ, 2014. ....	61
Tabela 8	Comparação da ANOSIM e valores R para a similaridade de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com DAP $\geq$ 5,0cm, sendo os valores significativos, $p < 0,05$ , marcados com (*)......	63
Tabela 9	Comparação da ANOSIM e valores R para a abundância de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com DAP $\geq$ 5,0cm, sendo os valores significativos, $p < 0,05$ , marcados com (*)......	63

Tabela 10	Distribuição da origem dos indivíduos nas quatro áreas (; IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.....	65
Tabela 11	Variáveis que explicam a distribuição da regeneração dos plantios de restauração da UHE - Funil. Resende, RJ, 2014.....	68

## LISTAS DE SIGLAS

AIC	Critério de Informação Akaike
ANE	Espécies com Síndrome de Dispersão pelo Vento
ANOSIM	Análise de Similaridade
ANOVA	Análise de Variância
AUTO	Espécies com Síndrome de Dispersão por Gravidade
AVA	Fragmento Florestal de Referência Avançado
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CB	Plantio de Restauração Clube Náutico
CG	Plantio de Restauração Coronel Gâmaro
DAS	Diâmetro à Altura do Solo
FES	Floresta Estacional Semidecidual
FR	Fragmento Florestal de Referência
FUR	Plantio de Restauração Furnas
HIDRO	Espécies com Síndrome de Dispersão pela Água
IB	Plantio de Resturação Ilha Bambu
INI	Fragmento Florestal de Referência Inicial
INT	Fragmento Florestal de Referência Intermediário
MNDS	Non Metric Multidimensional Scaling
NP	Espécies Não Pioneiras
P	Espécies Pioneiras
UHE	Usina Hidrelétrica Funil
VI	Valor de importância
ZOO	Espécies com Síndrome de Dispersão por Animais



## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b> 19
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b> 21
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b> 22
<b>3.1</b>	<b>Histórico da bacia do Rio Paraíba do Sul.....</b> 22
<b>3.2</b>	<b>Legislação ambiental.....</b> 23
<b>3.3</b>	<b>Restauração ecológica.....</b> 24
<b>3.4</b>	<b>Influência da distância das fontes de propágulos.....</b> 29
<b>3.5</b>	<b>Influência das gramíneas exóticas nos modelos de restauração.....</b> 30
<b>3.6</b>	<b>Densidade de regenerantes.....</b> 30
	<b>REFERÊNCIAS.....</b> 31
	<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGO.....</b> 34
	<b>ARTIGO 1 LIMITAÇÕES PARA O SUCESSO DA</b>
	<b>RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO</b>
	<b>VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ.....</b> 35
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b> 38
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b> 41
<b>2.1</b>	<b>Áreas de estudo.....</b> 41
<b>2.2</b>	<b>Modelos de plantios implantados por FURNAS na UHE - Funil</b>
	<b>em Resende, RJ.....</b> 43
<b>2.3</b>	<b>Amostragem nos plantios de restauração.....</b> 44
<b>2.4</b>	<b>Amostragem nos fragmentos nativos.....</b> 46
<b>2.5</b>	<b>Amostragem das variáveis ambientais.....</b> 46
<b>2.6</b>	<b>Avaliação do sucesso.....</b> 48
<b>2.7</b>	<b>Análises dos dados.....</b> 49
<b>2.7.1</b>	<b>Análise da vegetação.....</b> 49
<b>2.7.2</b>	<b>Análises dos dados de vegetação para ambas as comparações (A e</b>
	<b>B).....</b> 50
<b>2.7.3</b>	<b>Análises da comparação B – entre plantios de restauração.....</b> 51
<b>2.7.4</b>	<b>Cobertura de gramíneas versus abertura do dossel.....</b> 52
<b>2.7.5</b>	<b>Análises da Regeneração.....</b> 52
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b> 54
<b>3.1</b>	<b>Comparação entre os Fragmento de Referência e os plantios de</b>
	<b>restauração.....</b> 54
<b>3.1.1</b>	<b>Composição florística.....</b> 54
<b>3.1.2</b>	<b>Estruturação da comunidade.....</b> 56
<b>3.1.3</b>	<b>Grupos funcionais.....</b> 58
<b>3.1.4</b>	<b>Microclima e características edáficas.....</b> 58
<b>3.2</b>	<b>Comparação entre os plantios de restauração.....</b> 61
<b>3.2.1</b>	<b>Comparação florística.....</b> 61

<b>3.3</b>	<b>Estrutura da comunidade.....</b>	<b>65</b>
<b>3.4</b>	<b>Relação entre gramíneas e abertura de dossel.....</b>	<b>67</b>
<b>3.5</b>	<b>Regeneração.....</b>	<b>68</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>4.1</b>	<b>Avaliação dos plantios de restauração.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2</b>	<b>Regeneração.....</b>	<b>77</b>
<b>4.3</b>	<b>Passos para a readequação dos projetos de restauração na UHE-Funil.....</b>	<b>79</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>83</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>90</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas tropicais da Costa Atlântica brasileira encontram-se altamente fragmentadas em paisagens dominadas por pastagens, minerações, áreas urbanas, reservatórios de água artificiais dentre outros (DEAN, 1996; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 1997). A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul está presente no domínio da Mata Atlântica inserida nos estados federativos de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Esta região encontra-se altamente degradada, por ser uma região com intensivo uso antrópico e antigo histórico de exploração de recursos naturais (DEAN, 1996).

Diante da intensa fragmentação e da perda de biodiversidade na Mata Atlântica surgem alguns questionamentos: como reverter ou amenizar essa degradação? Que técnicas podem ser usadas para a restauração florestal? As técnicas utilizadas atualmente têm sido efetivas na restauração florestal da região?

A restauração florestal objetiva o restabelecimento da biodiversidade, da estrutura e das interações entre os diferentes organismos das comunidades e destes com o meio físico (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009). No entanto, segundo Rodrigues et al. (2009), os projetos de restauração, dependendo das abordagens adotadas, alcançam variados graus de sucesso ou insucesso. Além disso, segundo estes autores, frequentemente tais resultados, principalmente aqueles ligados aos insucessos, não são publicados. Como consequência disto, estratégias equivocadas ou inadequadas a determinadas realidades são frequentemente perpetuadas.

Além do interesse da sociedade, de pesquisadores e entidades governamentais e/ou privadas pela restauração dos serviços ambientais, há um suporte da legislação brasileira vigente assegurando que a recuperação e/ou

restauração sejam de fato implantadas por cidadãos que exploram os recursos naturais (BRASIL, 1988).

A empresa de energia hidroelétrica FURNAS S.A. tem realizado a restauração florestal no entorno do reservatório de água artificial FUNIL (UHE – Funil), na Bacia do Rio Paraíba do Sul, ao longo dos últimos 20 anos. Seus projetos de restauração florestal buscam cumprir a legislação brasileira e foram baseados em estratégias adotadas por outros projetos de restauração realizados no país.

No início da restauração a empresa objetivava um rápido recobrimento do solo com grandes proporções de espécies pioneiras e recuperação dos teores de nitrogênio do solo utilizando espécies da família Fabaceae, seguindo os modelos de restauração realizados na década de 1990 no país.

## 2 OBJETIVOS

A pesquisa desenvolvida teve como objetivo avaliar se as estratégias de restauração adotadas no entorno do reservatório da UHE – Funil em Resende, RJ, tem tido sucesso no sentido de promover a resiliência e o progresso da sucessão em direção às florestas nativas de referência da região.

Baseado nisto os objetivos específicos foram:

- 1) avaliar se a composição florística e estrutura das áreas em restauração se assemelham ou estão convergindo para a composição e estrutura dos FR na região;
- 2) analisar se os componentes abióticos das comunidades nas áreas de restauração apresentam similaridade com os fragmentos florestais nativos;
- 3) avaliar que componentes bióticos e abióticos estão influenciando na colonização de espécies regenerantes nas áreas de restauração.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Histórico da bacia do Rio Paraíba do Sul**

O domínio da Mata Atlântica sofre com o desmatamento desde o início da colonização do Brasil, devido ao interesse pelo Pau-Brasil, estabelecimento de vilas, além de vários ciclos econômicos como: ouro, café e cana-de-açúcar (DEAN, 1996). Na Bacia do Rio Paraíba do Sul, que está inserida neste domínio, houve uma pressão do desmatamento maior que no restante da Mata Atlântica, pois foi o caminho natural e preferencial para a ocupação do interior do Sudeste brasileiro, a partir do estado do Rio de Janeiro.

A ocupação iniciou na época do descobrimento do Brasil, pois nessa região foi traçada a rota do ouro, criação de engenhos de cana-de-açúcar e implantação da cultura de café e arroz nas várzeas do Rio Paraíba do Sul. Essas culturas foram declinando, principalmente a de café nos anos de 1940, sendo substituídas por pastagens para criação de gado leiteiro. Concomitante a isso, foi instalada a Companhia Siderúrgica Nacional–CSN na região, atraindo a industrialização para a região do Vale do Paraíba (DEVIDE, 2013; PASIN, 1992).

Em 1951 foi inaugurada a rodovia Presidente Dutra, que essencialmente percorre todo o vale do Rio Paraíba do Sul e interliga as duas principais metrópoles do país, São Paulo e Rio de Janeiro, aumentando a industrialização, ocupação imobiliária e, por consequência, a degradação ambiental da região (PASIN, 1992).

Nas últimas décadas, novos tipos de pressão antrópica se estabeleceram, como é o caso dos intensos plantios de eucaliptos para a indústria de celulose, além da utilização dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica

(COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP, 2001).

A bacia do Rio Paraíba do Sul possui uma extensão de 1.180 km e área de drenagem de 57.000 km<sup>2</sup>, se estendendo pelo estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (MARENGO; ALVES, 2005). Em 1969 a empresa FURNAS construiu no município de Resende, RJ, a Usina Hidrelétrica do Funil (UHE –Funil), localizada onde havia um estreitamento no leito do rio Paraíba do Sul entre dois morros rochosos, conhecido como Funil. A potência instalada é de 216 MW, suficiente para abastecer uma população de 520 mil pessoas e a demanda do polo industrial da região Sul do Rio de Janeiro. A área inundada é de 40 km<sup>2</sup> totalizando um volume de 8,9 bilhões de m<sup>3</sup> e um volume útil de 6,2 bilhões m<sup>3</sup> (FURNAS, 2005).

### **3.2 Legislação ambiental**

A legislação brasileira fornece subsídios assegurando que a recuperação e/ou restauração de ecossistemas naturais sejam de fato implantadas. A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, traz respaldo para a recuperação de áreas degradadas. No inciso 1º explana que é dever do cidadão “preservar e restaurar processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas” (BRASIL, 1988). Um dos objetivos da política Nacional de Meio Ambiente é “a preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida” - Art. 4 inciso VI (BRASIL, 1988).

A lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 assegura que:

é de responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e



**restauração da vegetação nativa** e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais; e no Art. 5º “ Na implantação de **reservatório d’água artificial** destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das **Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno**, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana” (BRASIL, 2012, grifos da autora).

A fim de cumprir a legislação, a partir de 1994 FURNAS estabeleceu vários modelos de plantio visando a restauração das Áreas de Preservação Permanente que sofreram distúrbios ambientais no entorno do reservatório UHE – Funil.

### **3.3 Restauração ecológica**

Um ecossistema que foi totalmente ou parcialmente degradado necessita ser *recuperado*. E este é considerado recuperado quando há a presença de recursos bióticos e abióticos que consigam se desenvolver tanto estruturalmente quanto funcionalmente, sem intervenções externas. Por outro lado a *reabilitação* de um sistema significa reparar processos, serviços e produtividade de um ecossistema degradado (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP - SER, 2004).

A *restauração* de um ecossistema degradado tem como objetivo o retorno do mesmo às condições similares às originais antes da degradação. Inclui o estabelecimento da integridade biológica, garantindo que a comunidade seja capaz de autossustentar, manter a composição de espécies nativas, manter a estrutura da comunidade, a funcionalidade do ecossistema e garantir a sua

resiliência (BRUDVIG, 2011; CHAZDON, 2008; JORDAN; GILPIN; ABER, 1987; RODRIGUES et al., 2009; SER, 2004).

A primeira iniciativa no Brasil visando restaurar áreas degradadas teve início no século XIX, quando o imperador D. Pedro II impulsionou o primeiro projeto de restauração na cidade do Rio de Janeiro, RJ, que passava por uma crise de abastecimento de água. Entre 1862 e 1892 milhares de mudas de espécies nativas e exóticas foram plantadas, onde hoje é o Parque Nacional da Tijuca e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (DEAN, 1996).

A história da recuperação no Brasil pode ser dividida em fases: na primeira (até 1982), os projetos eram feitos utilizando plantios para proteção dos recursos hídricos e dos solos. Nesta fase os plantios se restringiam a espécies exóticas e plantio com baixa densidade de espécies nativas, visando o menor custo possível. Foi também nesta fase que se iniciaram os primeiros estudos visando avaliar o desempenho das espécies arbóreas e modelos de recuperação (RODRIGUES et al., 2009).

Na primeira fase os projetos continham espécies de crescimento rápido, plantadas em alta densidade, o que dificultava a auto perpetuação das mesmas. O resultado deste modelo foi o rápido crescimento e morte das espécies pioneiras, dificultando o estabelecimento das espécies não pioneiras que necessitam de sombra para desenvolver, fazendo com que plantios seguindo este modelo entrassem em declínio entre 10 e 15 anos após a sua implantação (BARBOSA et al., 2003).

Na segunda fase, de 1985 a 2000, com o avanço dos estudos fitossociológicos em diferentes tipos de florestas, os restauradores começaram a utilizar as informações ecológicas como referência para a recuperação e criaram modelos onde utilizavam misturas de espécies nativas tentando copiar a estrutura e a composição das florestas naturais. As espécies utilizadas no plantio passaram a ser indicadas de acordo com o seu grupo ecológico e eram separadas nas linhas

de plantio de forma sistemática. Com o passar do tempo, estes plantios alcançaram resiliência. E nessa fase começou a haver preocupação com as questões genéticas (RODRIGUES et al., 2009).

Na terceira fase, 2000 a 2003, observou-se que a técnica de copiar a composição e estrutura das florestas naturais era uma prática onerosa. Com isso, iniciou-se um estudo mais detalhado dos requerimentos ecológicos de cada espécie, por exemplo, em relação à exigência ou não de luz (RODRIGUES et al., 2009). Nesta fase, a restauração voltou-se para os processos ecológicos básicos, buscando sustentabilidade da área restaurada. Dentro deste contexto, a teoria da restauração mostrou-se um processo menos determinístico, sem objetivar um clímax único, mantendo-se aberta a eventos estocásticos (PICKETT; CADENASSO, 2005).

Na quarta fase, 2003 até 2009, houve preocupação com a manutenção e progresso dos sistemas florestais, voltada para a florística e diversidade genética, havendo maior cuidado com a procedência das sementes que são cultivadas nos viveiros. Iniciou-se a utilização de banco de sementes, *top soil* e transplante de mudas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009). Nesta fase, aspectos ligados à síndrome de dispersão e polinização começaram a ser observados, apesar de haver pouco conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies nativas (RODRIGUES et al., 2009).

Para restaurar uma área degradada é preciso criar um ambiente inicial que favoreça a estabilização desta área como, por exemplo, o plantio de espécies arbóreas. A criação deste ambiente não garante o sucesso da restauração, por isso é preciso restabelecer na área degradada condições bióticas que proporcionem a restauração da biodiversidade (BRUDVIG, 2011). Para alcançar a restauração da biodiversidade é necessário considerar as interações entre as espécies com os demais grupos de organismos participantes dos sistemas, tais como a fauna em geral, os fungos micorrízicos, os polinizadores, os dispersores

de sementes, os consumidores e as espécies de plantas competidoras (BRUDVIG, 2011; RODRIGUES et al., 2009).

Normalmente a restauração ecológica adota os plantios de espécies arbóreas já que, em princípio, esta é a forma mais rápida de se aproximar às características do ecossistema florestal original (LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005) e da biodiversidade. Porém, Brudvig (2011) destaca alguns aspectos que devem ser analisados com mais atenção, quando se busca a restauração da biodiversidade como, por exemplo:

- a) As plantas funcionam como um táxon guarda-chuva durante a restauração, trazendo diversidade de outros táxons como os invertebrados, os artrópodes e a microbiota do solo?
- b) A restauração da diversidade de espécies também resulta na restauração da diversidade funcional e genética?
- c) As interações múltiplas entre espécies estão sendo consideradas?

A restauração da funcionalidade dos ecossistemas florestais não é tarefa fácil e é preciso avaliar o estado inicial de degradação, traçar os resultados desejados, inferir o tempo necessário para que a restauração ocorra e analisar as restrições financeiras (CHAZDON, 2008). Cada local requer diferentes estratégias e diagnósticos para planejar a restauração, sendo que cabe ao restaurador escolher a melhor maneira ecológica e econômica de restauração para cada situação dentre as inúmeras técnicas existentes (RODRIGUES et al., 2009) e, em seguida, realizar o monitoramento e/ou a avaliação desses modelos.

Como exposto anteriormente, os modelos de restauração de áreas degradadas vêm sofrendo sucessivas mudanças ao longo dos anos e agora há interesse em saber se os projetos alcançaram a recuperação desejada. Alguns trabalhos definem quais seriam os atributos necessários para avaliar e monitorar

uma área restaurada, podendo assim analisar se os objetivos da restauração estão sendo alcançados (BRUDVIG, 2011; DURIGAN, 2009, 2013; REIS, 2008; SUGANUMA; DURIGAN, 2015). A *Society for Ecological Restoration International* – SER (2004) traçou nove atributos, que indicam se uma área restaurada está apta a se desenvolver sem novas intervenções: (i) O ecossistema restaurado possui uma comunidade com um conjunto de espécies similares a um ecossistema de referência? (ii) Há a predominância de espécies nativas no ecossistema restaurado? (iii) Os grupos funcionais estão presentes no ecossistema restaurado ou estão aptos a colonizar esta área por meios naturais? (iv) Há estabilidade do ambiente físico para suportar a entrada e desenvolvimento de novas espécies? (v) Há funcionalidade no ecossistema restaurado, não havendo indícios de desequilíbrio ambiental? (vi) Há conectividade com a matriz ecológica ou com a paisagem ao entorno, facilitando o fluxo de espécies e o fluxo de fatores abióticos? (vii) A estabilidade e integridade do ecossistema restaurado estão livres de potenciais ameaças de devastação? (viii) O ecossistema restaurado alcançou sua resiliência a fim de suportar eventos estocásticos? (ix) O ecossistema restaurado consegue persistir sob as condições ambientais que foram impostas, como nos ecossistemas referência?

Uma série de indicadores ecológicos tem sido utilizada para avaliar o sucesso dos projetos de restauração no estado de São Paulo (Quadro 1).

Quadro 1 Indicadores ecológicos para monitoramento de ecossistemas em restauração florestal.

Características	Indicadores
Composição	Número e proporção de espécies vegetais nativas (com populações persistentes)
	Presença e abundância de espécies invasoras (em proliferação). Presença e proporção de grupos funcionais (síndromes de dispersão, classes sucessionais, tolerância à sombra, etc)
	Formas de vida (presença e proporção entre árvores, arbustos, ervas, trepadeiras, epífitas, etc)
Estrutura	Cobertura (projeção de copas ou gramíneas sobre o terreno)
	Biomassa (por área)
	Densidade (por forma de vida e classe de tamanho)
	Estratificação (distribuição vertical das plantas)
Funcionamento	Taxa de fixação de carbono
	Taxas de recrutamento e mortalidade
	Taxas de imigração e extinção
	Capacidade de infiltração da água no solo

Fonte: Durigan (2009).

### 3.4 Influência da distância das fontes de propágulos

A distância influencia na chegada de propágulos aos plantios e, sendo assim, para escolher a técnica que deve ser utilizada é importante avaliar o grau de isolamento da área em relação aos fragmentos de florestas nativas (SOUZA; BATISTA, 2004). Segundo Rodrigues et al. (2009), fragmentos com distâncias menores que 100 metros afetam positivamente a velocidade e trajetória de recuperação florestal e auxiliam o restabelecimento de interações ecológicas como a dispersão e polinização. Parrotta, Knowles e Wunderle Júnior (1997) demonstraram que em plantios circundados por florestas primárias a densidade

de regenerantes foi muito maior do que a encontrada em outros trabalhos onde isto não ocorria.

### **3.5 Influência das gramíneas exóticas nos modelos de restauração**

A presença de cobertura graminosa pode inibir o processo de restauração e aumentar os riscos de incêndios. Manter a área sombreada através da implantação de espécies de crescimento rápido impede a dominância de gramíneas exóticas (RODRIGUES et al., 2009). Além do mais, ao definir as espécies a serem utilizadas na restauração deve-se levar em consideração a sua fenologia. Espécies decíduas podem proporcionar uma elevada entrada de luz durante a estação seca (SOUZA; BATISTA, 2004), favorecendo a abundância de gramíneas. Por fim, a baixa densidade de mudas por hectare pode favorecer a entrada de gramíneas competidoras devido à penetração de luz entre as linhas de plantio.

### **3.6 Densidade de regenerantes**

Segundo Souza e Batista (2004) há vários fatores que afetam a baixa densidade de regenerantes, como o histórico do uso da terra, longas distâncias de fontes externas de sementes, deficiência na dispersão de propágulos e ausência de banco de sementes. A baixa densidade de regenerantes é um problema comumente encontrado em modelos de restauração ecológica (RODRIGUES et al., 2009; SOUZA; BATISTA, 2004).

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. M. et al. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, 2003.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12727-17-outubro-2012-774405-norma-pl.html>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

BRUDVIG, L.A. The restoration of biodiversity: where has research been and where does it need to go? **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 98, n. 3, p. 549–558, 2011.

CHAZDON, R. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, Washington, v.320, p. 1458, 2008.

COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL). **Proposta de uma metodologia para a fase inicial de cobrança na Bacia do Paraíba do Sul, Resende– RJ**. Resende, 2001.

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 504p.

DEVIDE, A. C. P. **História ambiental do Vale do Paraíba**. 2013. 22 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. **Cadernos da Mata Ciliar**, São Paulo, n. 4, p. 11-39, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Estimating biomass and biomass change of Tropical Forests**: a primer. Rome, 1997. (Paper, 134).



FURNAS. Usina Hidrelétrica do Funil. Projeto UHE – Funil. **Relatório técnico de reflorestamento de parte das margens do reservatório da UHE – Funil.** Itatiaia, 2005.

JORDAN, M.; GILPIN, J.; ABER, E. D. S. **Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research.** Cambridge: Cambridge University, 1987.

LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, Washington, v.310, p. 1628, 2005.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005.

PARROTTA, J.A.; KNOWLES, O.H.; WUNDERLE JÚNIOR, J.M. Development of floristic diversity in 10 year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.21-42, 1997.

PASIN, J. L. Os fundamentos históricos da industrialização do vale do Paraíba. **Revista da Faculdade Salesiana**, Lorena, n. 21, p. 101-110, 1973.  
PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L. Vegetation dynamics. In: VAN DER MAAREL (Ed.). **Vegetation ecology**. Oxford: Blackwell, 2005. p.172-198.

REIS, D. N. **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares.** 2008. 191 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, p. 1242–1251, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. As teorias e os processos ecológicos envolvidos nas diversas etapas da restauração florestal. In: CONGRESSO COLOMBIANO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, 1., & SIMPÓSIO NACIONAL DE EXPERIÊNCIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, 2., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 2009.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE AND POLICY WORKING GROUP. **The SER International primer on ecological restoration.** Tucson, 2004.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L.F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.192, p. 185-200, 2004.

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

**SEGUNDA PARTE - ARTIGO**

**ARTIGO 1**

**LIMITAÇÕES PARA O SUCESSO DA RESTAURAÇÃO DA MATA  
ATLÂNTICA NO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ**

Flávia Freire de Siqueira<sup>1</sup>; Eduardo van den Berg<sup>1,2</sup>; Grazielle Sales Teodoro<sup>1</sup>;  
Gabriela Siewerding Meirelles<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Florestal.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia

<sup>1,2</sup> Universidade Federal de Lavras - UFLA

## RESUMO

Apesar da ampla utilização de técnicas de restauração florestal, raramente há avaliação se os processos de sucessão ecológica estão ocorrendo e se os plantios estão caminhando em direção à resiliência e à similaridade aos Fragmentos Florestais de Referência (FR). Com intuito de restaurar áreas degradadas no domínio da Mata Atlântica na região do Vale do Paraíba, a empresa Furnas vem realizando plantios de restauração (PR) nas margens do reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil e até então não houve avaliação desses plantios. O objetivo desta pesquisa foi avaliar se estes PR estão alcançando o sucesso em relação aos FR de diferentes idades de sucessão ecológica. Composição florística e estrutural da comunidade, grupos ecológicos, síndrome de dispersão, lianas, espécies exóticas, espécies arbóreas colonizadoras, regeneração, características edáficas, microclimáticas, características da paisagem, cobertura da superfície do solo, declividade e abertura do dossel foram mensurados em 91 parcelas de 400 m<sup>2</sup> em 10 áreas. Sendo quatro PR: IB (14 anos), CG (15 anos), CB (17 anos) e FUR (20 anos) e seis FR em diferentes estágios sucessionais: INI (10 a 16 anos), INT (30 a 40 anos) e AVA (mais de 60 anos). Os PR apresentaram menor riqueza e área basal que os FR e diferiram significativamente dos mesmos em composição de espécies. Algumas variáveis foram semelhantes ao FR em estágio inicial, sendo elas, a densidade de indivíduos por hectare; fertilidade do solo; microclima; abundância de lianas e proporção de indivíduos zoocóricos. O PR mais antigo (FUR) foi o mais dissimilar dos FR, apontando para ausência de relação entre a idade do plantio e sua progressão em direção aos FR. O PR CB, no qual foram plantadas em maior abundância espécies zoocóricas, menor proporção de espécies pioneiras e que recebeu tratos culturais diferenciados, foi o mais semelhante ao INI, diferindo dos demais PR. A densidade de regenerantes foi baixa e similar entre os PR. Parcelas com indivíduos adultos zoocóricos e menor declividade apresentam maior riqueza e densidade de regenerantes. A grande distância entre os plantios e remanescentes florestais, e a baixa densidade de espécies zoocóricas parecem estar afetando negativamente a colonização da área. Os tratos culturais foram importantes para o desenvolvimento dos plantios.

**Palavras-chave:** Restauração florestal. Regeneração. Sucessão ecológica. Fragmentos de referência. Síndrome de dispersão zoocórica. Sucesso da restauração.

## ABSTRACT

Despite the large use of forest restoration techniques, there is a scarce evaluation whether ecologic succession processes are occurring as well as whether plantings are going towards resiliency and similarity of reference forest areas. In order to restore degraded areas within Atlantic Forest in the region of Vale do Paraíba, Furnas Company has been carrying out restoration plantings in the banks of the reservoir of Usina Hidrelétrica do Funil and, so far, there were no evaluations of these plantings. The aim of this research was to evaluate whether restoration plantings are achieving the success in comparison to reference forest areas in different stages of ecological succession. The floristic and structural composition of community, ecological groups, dispersion syndrome, lianas, exotic species, colonizing tree species, regeneration, edaphic, microclimate, and landscape characteristics, soil surface covering, slope, and canopy openness were measured in 91 plots of 400 m<sup>2</sup> in ten areas. Four restoration plantings: IB (14 years), CG (15 years), CB (17 years), and FUR (20 years), and six reference forest areas in different successional stages: INI (10 to 16 years), INT (30 to 40 years), and ADV (over 60 years). Restoration plantings showed decreased richness and basal area in comparison to reference areas and differed significantly regarding species composition. Some variables were similar to reference areas in the initial stage such as density of individuals per hectare, soil fertility, microclimate, liana abundance, and number of zoochoric individuals. The oldest restoration planting (FUR) was the most different when compared to reference areas, indicating a lack of relation between age of planting and its progression towards reference areas. The restoration planting CB, in which zoochoric species were planted more abundantly, but a decreased number of pioneer species and different cultivation treatment, was similar to INI, differing from the other restoration plantings. The density of saplings was low and similar among restoration plantings. Plots with zoochoric adult individuals and decreased slope presented higher richness and density of saplings. The large distance between plantings and forest remaining, as well as the low density of zoochoric species might negatively affect the colonization of the area. Cultivation treatment was important for the development of plantings.

**Keywords:** Forest restoration. Regeneration. Ecological succession. Reference areas. Zoochoric dispersion syndrome. Restoration success.

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração de um ecossistema degradado visa conduzir a área a um estado próximo à condição original, incluindo o reestabelecimento da integridade biológica e permitindo que a comunidade seja capaz de se desenvolver e recuperar a composição de espécies nativas, a estrutura da comunidade e a funcionalidade em um processo autossustentável (BRUDVIG, 2011; CHAZDON, 2008; JORDAN; GILPIN; ABER, 1987; RODRIGUES et al., 2009; SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP - SER, 2004).

As técnicas de restauração vêm sendo aprimoradas nas últimas décadas. Os modelos atuais de restauração buscam a funcionalidade do ecossistema degradado em escala local utilizando plantios com mudas de espécies arbóreas (BRUDVIG, 2011). O plantio de espécies arbóreas é considerado a maneira mais rápida e eficiente de reestabelecer um ecossistema original (LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005).

Atualmente uma das questões mais pertinentes em relação aos projetos de restauração de ecossistemas é saber se as técnicas de restauração florestal ao longo do tempo alcançam os padrões encontrados em fragmentos florestais nativos (RODRIGUES et al., 2009). No Brasil, apesar dos muitos projetos de restauração em andamento, poucos plantios antigos estão sendo avaliados quanto ao seu sucesso (MELO; DURIGAN, 2007). Quando há algum tipo de avaliação normalmente esta é feita através do mensuramento do desenvolvimento e sobrevivência de mudas sem abordar o objetivo central da restauração que é a sustentabilidade do ecossistema em longo prazo (DURIGAN, 2013; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).

Alguns autores buscam quais seriam os atributos necessários para avaliar e monitorar uma área restaurada visando acessar o grau de sucesso

da restauração (BRUDVIG, 2011; DURIGAN, 2009, 2013; REIS, 2008; SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Estes atributos estão relacionados com a composição, estrutura e funcionamento dos plantios de restauração, como, por exemplo: área basal (biomassa), densidade de indivíduos adultos e regenerantes, riqueza de indivíduos adultos e regenerantes, similaridade com ecossistemas de referência, abertura do dossel, presença de formas de vida não arbóreas, presença de diferentes grupos funcionais, estratificação, processo de sucessão ecológica, dentre outros (DURIGAN, 2009, 2013; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).

Diante do exposto, o presente artigo busca avaliar esta questão para o contexto dos projetos de restauração conduzidos nos últimos 20 anos no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil (UHE – Funil), na bacia do Rio Paraíba do Sul, inserida no domínio Mata Atlântica, sendo esta uma das regiões mais degradadas deste bioma. Este trabalho procura responder as seguintes questões: (i) as técnicas utilizadas nesses plantios alcançaram o sucesso de restauração quando comparado aos FR? (ii) Esses plantios estão passando por um processo de sucessão autossustentável?

Baseado nesses atributos o presente trabalho avaliou o sucesso dos plantios de restauração instalados no entorno do reservatório da UHE – Funil tomando como padrão FR de Mata Atlântica existentes na mesma área. Para isto foram comparados os parâmetros estruturais da vegetação (riqueza, similaridade e abundância de espécies, densidade de indivíduos, área basal, abertura do dossel, quantidade de lianas, quantidade de gramíneas, síndrome de dispersão, quantidade de indivíduos pioneiros e exóticos) e das parcelas (cobertura do solo, temperatura, umidade, fertilidade do solo, matéria orgânica e distância de remanescentes florestais) e a regeneração existente nos plantios.

Três questões foram abordadas: 1) A similaridade florística e estrutural entre plantios e FR variam com a idade do plantio? 2) Os plantios de restauração



e FR se assemelham quanto à síndrome de dispersão e à porcentagem de espécies pioneiras? 3) Quais são as variáveis que influenciam a regeneração de espécies arbóreas nos plantios de restauração?

As hipóteses formuladas foram:

- i) quanto mais antigos os plantios mais similares eles são aos fragmentos de referência (FR), em particular, aos mais iniciais;
- ii) a distribuição das espécies e indivíduos nos diferentes grupos ecológicos de sucessão e síndrome de dispersão nos plantios de restauração se assemelham aos valores encontrados nos FR indicando a restauração da funcionalidade nas áreas;
- iii) o número de indivíduos plantados nos projetos de restauração com síndrome de dispersão zoocórica e a proximidade de fragmentos nativos influenciarão na densidade e riqueza de regenerantes. Espera-se isto porque tanto a presença de indivíduos zoocóricos quanto a proximidade de fragmentos favoreceriam a presença de animais dispersores, afetando positivamente a densidade e riqueza de regenerantes.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Áreas de estudo**

O presente estudo foi realizado no entorno do reservatório da UHE – Funil que se estende ao longo do Rio Paraíba do Sul atingindo os municípios de Resende e Itatiaia, RJ, e os municípios de São José do Barreiro e Queluz, SP. Sua barragem se localiza nas coordenadas 22°31'42,51" S e 44°34'38" O.

No entorno do reservatório foram selecionadas quatro áreas de plantio e seis áreas de fragmentos florestais nativos, sendo duas áreas de fragmentos em estágio de sucessão inicial (10-20 anos); duas áreas de fragmentos em estágio de sucessão intermediário (30-40 anos) e duas áreas de fragmentos em estágio de sucessão avançado (mais de 60 anos) (Figura 1) mais detalhes em Meirelles (2015). E estes fragmentos florestais nativos foram utilizados como Fragmentos de Referência (FR).

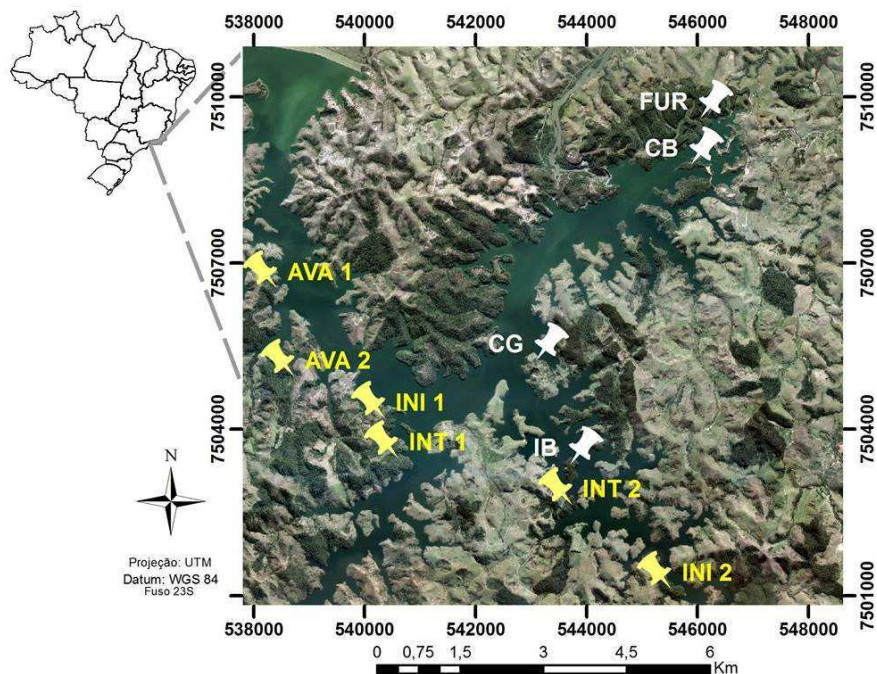


Figura 1 As quatro áreas de plantio (FUR - Furnas; CB - Clube Náutico; CG - Coronel Gâmaro e IB - Ilha Bambu) e áreas de FR(AVA1 e AVA 2- Fragmentos em Estágio Avançado, INT1 e INT 2-Fragmentos em Estágio Intermediário e INI 1 e INI 2-Fragmentos em Estágio Inicial).

## 2.2 Modelos de plantios implantados por FURNAS na UHE - Funil em Resende, RJ

Em 1994 no entorno do reservatório da UHE – Funil foi iniciado o Programa de Recomposição Vegetal objetivando a melhoria das condições ambientais entre a cota máxima de operação (466,5 m) e a cota desapropriação (468 m) (Relatório técnico de reflorestamento de parte das margens do reservatório da UHE – Funil (FURNAS, 2005).

Os primeiros plantios a partir de 1994 seguiram o modelo de sucessão secundária induzida, através do plantio simultâneo de 75% de espécies pioneiras

e 25% de espécies secundárias tardias e clímax, seguindo modelo de plantio quincôncio, com espaçamento de 3,0×1,5 metros (Tabela 1 - Furnas e Clube Náutico). O alto custo deste modelo levou os tomadores de decisão a abandoná-lo.

A partir de 1998, optou-se por um novo modelo visando plantios mais densos e menos onerosos, com 96% de espécies pioneiras e 4% de secundárias tardias e clímax em um espaçamento de 2,0×1,5 e/ou 2,0×1,0 m (Tabela 1). A partir de 1998 os projetos de restauração vêm passando por uma contínua readequação dos modelos de plantio, tanto no espaçamento quanto na porcentagem de espécies dos diferentes grupos ecológicos.

Para a avaliação da eficácia dos plantios nos últimos 20 anos foram escolhidas quatro áreas (Figura 1 e Tabela 1).

Tabela 1 Áreas de recomposição vegetal no entorno da Usina Hidrelétrica – Funil. P: Pioneiras; NP: Não pioneira. Resende, RJ, 2014.

Proprietários	Coordenadas centrais		Ano agrícola de Plantio	Número de espécies plantadas	Grupos ecológicos
Furnas – FUR	22°31'17.0"	44°33'6.9"	1994-1995	33	75% P e 25% NP
Clube Náutico – CB	22°31'48.3"	44°33'20.5"	1997-1998	28	75% P e 25% NP
Paulo Varela Gâmaro – CG*	22°34'06.3"	44°35'25.9"	1999-2000	26	96% P e 4% NP
Ilha Bambu – IB*	22°34'40.5"	44°34'25.7"	2000-2001	34	96% P e 4% NP

\*Plantios adensados (2×2 m)

Fonte: Adaptado dos Relatórios (FURNAS, 1998, 2005).

### 2.3 Amostragem nos plantios de restauração

Em outubro de 2013, em cada área de plantio foram estabelecidas dez parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 × 20 m) resultando em 40 parcelas e 1,6 ha de área amostral. Em julho de 2014 foi realizado o levantamento da vegetação nas parcelas, onde todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito a 1,30 do solo) ≥ 3 cm foram identificados e marcados com plaquetas de alumínio.

Todos os indivíduos tiveram sua circunferência à altura do peito (CAP) mensurada com auxílio de uma fita métrica e estimada a altura, sempre pelo mesmo membro da equipe.

Para indivíduos bifurcados abaixo de 1,30 m do solo, foram tomadas todas as medidas das circunferências e tiveram seus fustes unificados por meio do diâmetro utilizando a fórmula:  $Ct = \sqrt{(\sum ci^2)}$  em que 'Ct' é a circunferência total a ser calculada e 'ci' as respectivas CAPs mensuradas em campo (SCOLFORO; MELLO, 2006).

A regeneração foi avaliada em uma sub parcela de 25 m<sup>2</sup> dentro de cada parcela de 400 m<sup>2</sup>, localizada no vértice inferior do lado esquerdo de cada parcela. Nas sub parcelas foram amostrados todos os indivíduos lenhos os com mais de um metro de altura e DAP <3cm. Cada indivíduo amostrado foi identificado, plaqueteado e teve o seu DAS (diâmetro à altura do solo) mensurado com auxílio de um paquímetro Mitutoyo Digital 0-200 Mm Ip 65 Top.

As espécies foram classificadas quanto ao grupo ecológico seguindo a metodologia proposta por Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995), com base na literatura em: pioneiras (P), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST). Após a classificação, as espécies pioneiras e secundárias iniciais foram compiladas em uma única classe chamada “pioneira” (P) e as secundárias tardias foram para a classe “não pioneira” (NP).

Estas espécies também foram classificadas de acordo com a síndrome de dispersão adotando os critérios propostos por van der Pijl (1982) em: anemocóricas (ane – dispersão pelo vento), autocóricas (auto - dispersão por gravidade e/ou deiscência elástica), zoocóricas (zoo – dispersão por animais) e hidrocórica (hidro – dispersão pela água). As informações sobre os grupos ecológicos e sobre a síndrome de dispersão foram obtidas em outros trabalhos realizados em Florestas Estacionais Semidecíduais (BRANDÃO et al., 2009; CREPALDI; PEIXOTO, 2013; FERREIRA et al., 2009; FONSECA; RODRIGUES, 2000; IVANAUSKAS; RODRIGUES; NAVE, 1999; LEITE; RODRIGUES, 2008; PRADO JÚNIOR et al., 2010).

Durante a recomposição vegetal das quatro áreas, as mudas que foram plantadas passaram por uma classificação simplificada (pioneiras ou secundárias tardias e/ou clímax), realizada por técnicos da empresa na UHE – Funil (Tabela 1). Visando uma melhor classificação, as espécies foram reclassificadas seguindo a metodologia proposta por Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995).

#### **2.4 Amostragem nos fragmentos nativos**

Os seis FR foram escolhidos visando formar três estágios de uma cronossequência: inicial (INI), intermediário (INT) e avançado (AVA) (MEIRELES, 2015).

Foram alocadas 51 parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 × 20 m) nos fragmentos, totalizando 2,04 hectares amostrados, sendo dez parcelas nos fragmentos em estágio de sucessão inicial, 16 nos intermediários e 25 nos avançados. Em abril de 2014 foi realizado o levantamento da vegetação, onde todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito a 1,30 do solo)  $\geq$  5 cm foram identificados e marcados utilizando plaquetas de alumínio presas através de pregos.

Todas as medidas de cada indivíduo foram tomadas utilizando a mesma metodologia citada anteriormente para o levantamento de espécies dos plantios de restauração.

## **2.5 Amostragem das variáveis ambientais**

**Análises de solo:** a constituição química e física do solo foi quantificada por meio de amostras simples de solo superficial (20 cm de profundidade) coletadas em quatro pontos equidistantes 5 m das margens das parcelas. As amostras foram homogeneizadas, formando uma única amostra composta por parcela. Estas foram submetidas às análises de fertilidade (pH, fósforo, soma de Bases (Ca+Mg+K+Na)), matéria orgânica e porcentagem de argila e areia. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Lavras seguindo o protocolo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (PAULA; DUARTE, 1997).

**Cobertura da superfície do solo:** foi realizada a estimativa visual da porcentagem da área da parcela com solo exposto e porcentagem recoberta por estrato gramíneo. Adotaram-se cinco classes de cobertura: a) 0-20%; b) >20-40%; c) >40-60%; d) >60-80%; e) >80-100%, estimada para cada categoria.

**Abertura do dossel:** em cada um de quatro pontos equidistantes 5 m das margens das parcelas foram tomadas quatro medidas de abertura do dossel utilizando o densiômetro esférico convexo (D) de Lemmon (LEMMON, 1957), a norte, sul, leste e oeste, a 1 m do solo, sempre pelo mesmo membro da equipe. As quatro medidas de abertura de dossel assim obtidas foram utilizadas para calcular a abertura média naquele ponto. A abertura média por parcela foi obtida a partir das médias das aberturas nos quatro pontos já referidos.

**Declividade:** para cada parcela foi medido o ângulo de inclinação de um vértice ao outro (V1-V2; V2-V3, V3-V4, V4-V1) utilizando um Clinômetro

Suunto Tandem 360 PC. Com esse ângulo de inclinação foi possível calcular a altura de cada vértice (cateto oposto ao ângulo) utilizando a tangente desse ângulo. Foi realizada a diferença entre a altura de um ponto para o outro dividido pela distância horizontal entre os pontos e multiplicando por 100.

**Temperatura e umidade do ar:** em cada área foram instalados dois sensores de temperatura e umidade relativa do ar. Eles foram colocados a 15 cm do chão. Os sensores foram programados para realizar amostragens consecutivas de 30 em 30 minutos, durante quatro meses.

**Lianas:** para cada indivíduo amostrado foi registrado se o mesmo possuía lianas ou não. Tais medidas foram utilizadas para avaliar a ocupação de lianas nas parcelas.

**Indivíduos plantados ou não plantados:** este levantamento foi realizado somente nas áreas de plantio de restauração. Os indivíduos plantados foram aqueles cujas evidências locais (vestígios da cova de plantio, distribuição em linhas de plantio) indicavam terem sido originados das operações de plantio originais. Os indivíduos sem tais evidências foram classificadas como não plantadas e foi determinado se eles estavam presentes antes do plantio ou se colonizaram a área após o plantio. Quando não era possível determinar se era plantado ou não os indivíduos foram classificados como indefinidos.

**Exóticas:** este levantamento foi realizado somente nas áreas de plantio de restauração. Após a identificação dos indivíduos em nível de espécie, eles foram classificados de acordo com o domínio ao qual pertenciam (Caatinga, Cerrado, Amazônia, Pampas, Pantanal, ou outros países). Se fossem pertencentes à Mata Atlântica foram classificados como Floresta Estacional Semidecidual ou não. Para isso foram utilizados os bancos de dados on-line, como o *Species Link* (SPECIES, 2014) e a Lista de espécies da flora do Brasil (LISTA..., 2014), além da ajuda de um especialista.



**Dados paisagem:** para avaliar a influência das fontes de propágulos vizinhas na regeneração em cada parcela foi utilizada uma imagem RapidEye com resolução de 5m, onde cada pixel representa uma área de 25 m<sup>2</sup> (esta imagem foi cedida pela empresa Eletrobás Furnas). A classificação foi realizada pelo programa Ecognition 8.7, utilizando o algoritmo vizinho mais próximo utilizando as classes florestas nativas, eucaliptos, plantios de restauração, área urbana, corpos d'água e pastagens. Um buffer de 200m foi demarcado na subparcela de regeneração e dentro desse buffer foi estimada a área de cobertura florestal através do número de pixels relativo e foi medida a distância de cada fragmento florestal ao plantio.

## 2.6 Avaliação do sucesso

Para avaliar os plantios e o sucesso dos mesmos, foram seguidos nove questionamentos propostos pela *Society for Ecological Restoration International*– SER (2004): (i) O ecossistema restaurado possui uma comunidade com um conjunto de espécies similares a um ecossistema de referência? (ii) Há a predominância de espécies nativas no ecossistema restaurado? (iii) Os grupos funcionais estão presentes no ecossistema restaurado ou estão aptos a colonizar esta área por meios naturais? (iv) Há estabilidade do ambiente físico para suportar a entrada e desenvolvimento de novas espécies? (v) Há funcionalidade no ecossistema restaurado, não havendo indícios de desequilíbrio ambiental? (vi) Há conectividade com a matriz ecológica ou com a paisagem ao entorno, facilitando o fluxo de espécies e o fluxo de fatores abióticos? (vii) A estabilidade e integridade do ecossistema restaurado estão livres de potenciais ameaças de devastação? (viii) O ecossistema restaurado alcançou sua resiliência a fim de suportar eventos estocásticos? (ix) O

ecossistema restaurado consegue persistir sob as condições ambientais que foram impostas, como nos ecossistemas de referência?

Para responder tais questionamentos foram utilizadas as interações entre as características da comunidade com as variáveis ambientais e a comparação entre plantios de restauração e fragmentos de referência.

## **2.7 Análises dos dados**

### **2.7.1 Análise da vegetação**

As análises da vegetação foram procedidas de duas maneiras:

- A) comparação entre plantios de restauração (FUR– Furnas; CB – Clube Náutico; CG – Coronel Gâmaro e IB – Ilha Bambu) e FR (INI–inicial; INT – intermediário e AVA – avançado) utilizando indivíduos com DAP > 5cm.
- B) comparação entre plantios de restauração utilizando indivíduos de DAP > 3cm.

### **2.7.2 Análises dos dados de vegetação para ambas as comparações (A e B)**

Para ambas as comparações, A e B, foram selecionadas variáveis que compunham a estrutura dos ecossistemas (área basal; densidade; cobertura do dossel; presença de lianas, grupos funcionais) e variáveis ambientais (cobertura da superfície do solo; características edáficas e microclimáticas).

As variáveis foram verificadas quanto a normalidade utilizando-se o teste estatístico de Shapiro-Wilk. Para as variáveis sem distribuição normal, as análises foram feitas por meio do teste Kruskal-Wallis (BROWER;ZAR, 1984),

com nível de significância de 5% e, caso o resultado fosse significativo, com o teste *post hoc* de Mann-Whitney seguido de correções de Bonferroni. Para as variáveis com distribuição normal (pH do solo, síndrome de dispersão anemocórica, temperatura e umidade do ar, área basal, densidade, diâmetro à altura do peito e altura dos indivíduos com DAP > 3cm), a comparação foi feita por meio de ANOVA seguida pelo teste Tukey com nível de significância de 5%.

A diversidade foi avaliada por meio da riqueza rarefeita (MAGURRAM, 2004). Na comparação A extrapolação foi para 1.200 indivíduos (valor intermediário aos plantios de restauração e aos FR) e, na comparação B, foi feita a extrapolação para 600 indivíduos (valor intermediário entre os plantios de restauração). As curvas de rarefação foram baseadas em 100 randomizações e feitas no *software* estatístico *EstimateS*- Version 8.2 (COLWELL, 2009).

A similaridade entre as áreas foi avaliada pelo índice de Jaccard baseado em uma matriz de presença/ausência de espécies por parcela. A comparação quantitativa da distribuição de espécies foi feita através do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis baseado em uma matriz de abundância das espécies por parcelas. As matrizes de presença/ausência e de abundância de espécies foram utilizadas para realizar as análises de ordenação dos dados por meio da técnica de escalonamento multidimensional não métrico (*Non Metric Multidimensional Scaling – MNDS*).

A análise de similaridade (ANOSIM) foi utilizada para testar estatisticamente a separação dos grupos da NMDS e variação de cada grupo. O valor R gerado na ANOSIM varia de uma escala de -1 a 1, onde zero aceita a hipótese nula que não existem diferenças entre os grupos (CLARKE, 1993).

Todas as análises supracitadas foram realizadas com o *software* estatístico *PAST* (HAMMER; HARPER; RIAN, 2001).

### **2.7.3 Análises da comparação B – entre plantios de restauração**

As análises de diversidade e similaridade foram as mesmas descritas acima, mas agora para indivíduos com  $DAP \geq 3\text{cm}$  e presentes apenas nos plantios.

Os indivíduos plantados e não plantados foram classificados em pioneiros e não pioneiros, de acordo com a metodologia apresentada anteriormente. Para comparar os indivíduos de espécies exóticas entre os quatro plantios, foram contabilizados e submetidos aos mesmos testes supracitados (Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis e teste *post hoc* de Mann-Whitney seguido de correções de Bonferroni). Para a área basal, densidade, altura e diâmetro à altura do peito, os dados foram submetidos aos mesmos testes supracitados (Shapiro-Wilk, ANOVA e teste Tukey).

Para verificar quais espécies são as mais importantes nos plantios de restauração foram calculados os parâmetros fitossociológicos seguindo a metodologia proposta por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

### **2.7.4 Cobertura de gramíneas versus abertura do dossel**

Para avaliar se a quantidade de gramíneas estava relacionada à abertura de dossel, número de indivíduos e espécies regenerantes foram realizadas regressões lineares simples.

### **2.7.5 Análises da Regeneração**

Para comparar a riqueza e abundância de indivíduos regenerantes nos quatro plantios de restauração foram utilizados os mesmos testes supracitados

(Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis e teste *post hoc* de Mann-Whitney seguido de correções de Bonferroni).

A fim de explicar a distribuição do número de indivíduos e espécies regenerantes presentes nos plantios de restauração foram feitas duas regressões múltiplas. Na primeira regressão a variável resposta foi o número de indivíduos regenerantes e a segunda regressão a variável resposta foi a riqueza de regenerantes. E para ambas regressões as variáveis preditoras foram: características químicas e física do solo (soma de bases, fósforo, pH, porcentagem de argila e areia); características da comunidade de indivíduos adultos (biomassa representada pela soma de área basal de cada parcela, números de espécies pioneiras, número de indivíduos zoocóricos, número de indivíduos exóticos); características das parcelas (declividade, cobertura gramínea e abertura do dossel) e características das fontes de propágulos (área dos fragmentos florestais em um raio de 200 metros de cada parcela, menor distância da parcela à fonte de propágulos).

As regressões múltiplas foram realizadas no programa R. O modelo inicial continha as variáveis respostas em função das 14 variáveis preditoras. Nos modelos posteriores foram removidas as variáveis preditoras com menor valor t e maior valor p, para construir o modelo mais significativo. Esse processo foi feito excluindo apenas uma variável em cada modelo. O modelo mais parcimonioso foi escolhido utilizando o Critério de Informação Akaike (AIC). Onde o modelo com melhor ajuste foi aquele com menor valor AIC.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Comparação entre os Fragmentos de Referência e os plantios de restauração

##### 3.1.1 Composição florística

Os FR (AVA, INT) possuem maior riqueza de espécies que os plantios de restauração. Os fragmentos AVA e INT apresentam riqueza semelhante e superior ao INI e aos plantios de restauração. Já os plantios CB e FUR apresentam riqueza de espécies semelhante ao fragmento INI. Os plantios IB e CG apresentam riqueza de espécies inferior às demais áreas (AVA, INT, INI, CB e FUR) (Figura 2).

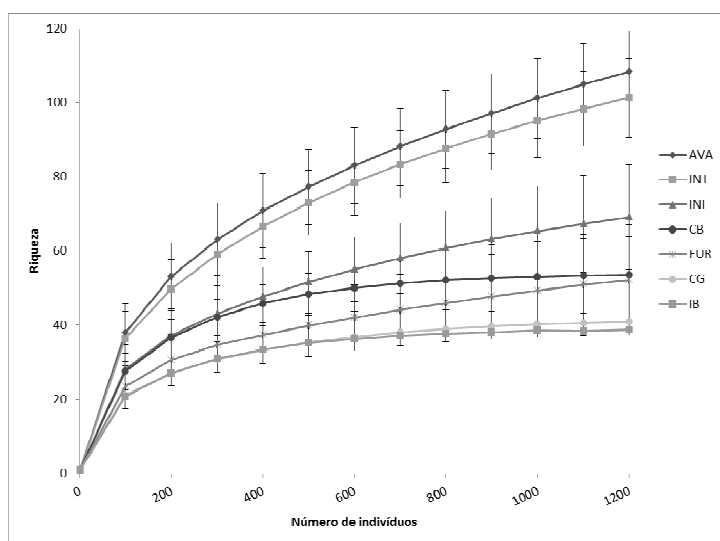


Figura 2 Curvas de rarefação de espécies com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) maior que 5 cm para as sete áreas de estudo. As três primeiras áreas referem-se aos FR (INI: Inicial, INT: Intermediário, AVA: Avançado). As demais quatro curvas referem-se aos plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu) em Resende, RJ.

Em relação à similaridade e à abundância de espécies as sete áreas agruparam-se em três grupos: FR (AVA, INT, INI), plantio de restauração CB e plantios de restauração (FUR, CG, IB) (Figura 3 A e B).

Na análise de similaridade florística as sete áreas apresentaram similaridade florística diferente ( $p < 0,05$ ) (Figura 3).

Tabela 2 Comparação da ANOSIM e valores R para a similaridade de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com  $DAP \geq 5,0\text{cm}$ . Os valores significativos ( $p < 0,05$ ) estão marcados com (\*).

	<b>AVA</b>	<b>CB</b>	<b>CG</b>	<b>FUR</b>	<b>INI</b>	<b>IB</b>	<b>INT</b>
AVA	0	1.00*	1.00*	1.00*	0.64*	1.00*	0.45*
CB	-	0	0.92*	0.80*	0.98*	0.89*	0.95*
CG	-	-	0	0.45*	1.00*	0.26*	0.99*
FUR	-	-	-	0	0.99*	0.23*	0.97*
INI	-	-	-	-	0	1.00*	0.20
IB	-	-	-	-	-	0	0.99*
INT	-	-	-	-	-	-	0

Em relação à abundância de espécies as sete áreas foram diferentes estatisticamente com exceção dos FRINI e INT que foram marginalmente iguais (valor de  $p = 0,058$ ) (Tabela 3).

Tabela 3 Comparação da ANOSIM e valores R para a abundância de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com  $DAP \geq 5,0\text{cm}$ . Os valores significativos ( $p < 0,05$ ) estão marcados com (\*).

	<b>AVA</b>	<b>CB</b>	<b>CG</b>	<b>FUR</b>	<b>INI</b>	<b>IB</b>	<b>INT</b>
AVA	0	1.00*	1.00*	1.00*	0.66*	1.00*	0.39*
CB	-	0	0.99*	0.96*	0.95*	0.94*	0.95*
CG	-	-	0	0.75*	0.99*	0.62*	1.00*
FUR	-	-	-	0	0.99*	0.33*	0.98*
INI	-	-	-	-	0	0.99*	0.29
IB	-	-	-	-	-	0	0.99*
INT	-	-	-	-	-	-	0

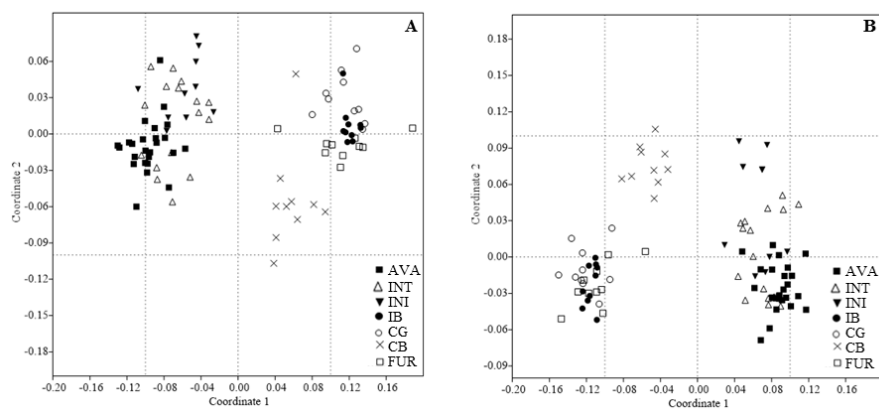


Figura 3 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) das sete áreas de estudo (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Similaridade florística entre as áreas (Índice de Jaccard) e B) Abundância entre as áreas (Índice de Bray - Curtis). Resende, RJ, 2014.

### 3.1.2 Estruturação da comunidade

O FR AVA possui maior densidade que os plantios de restauração ( $p > 0,05$ ). Os plantios FUR, CB, CG e IB se assemelham aos FR INI e INT (Figura 4 A).

Os FR possuem, em geral, maior área basal por hectare que os plantios de restauração. Os plantios CG e IB possuem área basal semelhante ao FR INI. O plantio FUR é o único que não se assemelha ao FR INI, apresentando menor área basal. O plantio CB possui área basal semelhante aos três FR (Figura 4 B).



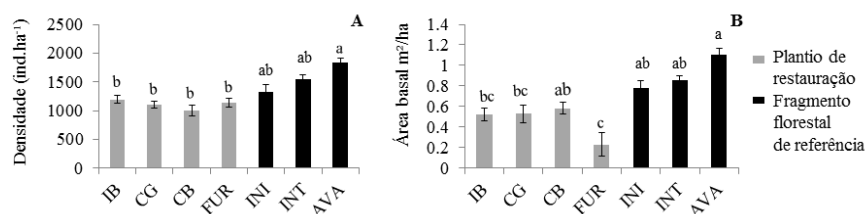


Figura 4 Análise da estrutura da comunidade nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas), em ordem crescente de idade. A) Densidade de indivíduos ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ) e B) Área Basal ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

Os plantios não diferem entre si quanto à abertura de dossel, no entanto, apresentam maior abertura de dossel quando comparado aos FR INT e AVA. Os plantios CB, CG e IB apresentaram abertura de dossel similar ao FR INI (Tabela 4).

O FR AVA possuiu maior quantidade de lianas que os plantios. Os plantios CB, CG e IB possuem quantidade de lianas semelhante ao fragmento INI (Tabela 4).

Os plantios de restauração CB, CG e IB possuem maior cobertura de gramíneas que os FR. O plantio FUR apresenta a maior cobertura de gramíneas, e esse difere estatisticamente de todas as áreas. Os plantios de restauração e os FR não apresentaram diferenças significativas quanto ao solo exposto (Tabela 4).

### 3.1.3 Grupos funcionais

A proporção de indivíduos pioneiros no FR AVA foi menor e diferente de todas as demais áreas. Os plantios de restauração FUR e IB são iguais estatisticamente e apresentam maior proporção de indivíduos pioneiros. Já os plantios CB e CG foram iguais ao fragmento INI (Tabela 5).

Espécies ANE, AUTO e ZOO foram encontradas nos plantios e nos FR (Tabela 5). HIDRO foi encontrada somente nos plantios (Tabela 5). Indivíduos ZOO apareceram com maior frequência nos FR, enquanto que a autocoria foi predominante nos plantios de restauração (Tabela 5).

### 3.1.4 Microclima e características edáficas

A temperatura do ar nos plantios de restauração não diferiu dos FR INI e INT. O FR AVA apresentou menor temperatura. A umidade relativa do ar nos plantios de restauração não foi diferente da umidade dos FR (Tabela 6).

Em relação às características edáficas, o pH do solo foi menor no FR AVA, diferindo das demais áreas. Os três plantios de restauração CG, CB e IB apresentaram teor similar de fósforo (P) quando comparados aos FR INI e INT.

O plantio FUR não diferiu do FR AVA (Tabela 6). O FR AVA apresentou menor Soma de Bases (Ca+Mg+K+Na) diferindo das demais áreas (INT, INI, CB, IB, CG e FUR). Já o teor de matéria orgânica não diferiu estatisticamente entre as áreas ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

Tabela 4 Análise da estrutura da comunidade nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

Características estruturais	FUR	CG	CB	IB	INI	INT	AVA
Abertura do dossel (%)	35.10 <sup>c</sup> ± 2.55	22.30 <sup>bc</sup> ± 3.53	26.20 <sup>b</sup> ± 2.26	24.00 <sup>bc</sup> ± 1.45	16.70 <sup>ab</sup> ± 2.61	9.60 <sup>a</sup> ± 1.34	10.00 <sup>a</sup> ± 1.04
Liana (ind.ha <sup>-1</sup> )	140.00 <sup>c</sup> ± 44.75	205.00 <sup>c</sup> ± 7.40	207.50 <sup>c</sup> ± 53.75	285.00 <sup>bc</sup> ± 53.26	750.00 <sup>abc</sup> ± 106.20	715.63 <sup>ab</sup> ± 84.07	1089.00 <sup>a</sup> ± 101.96
Gramíneas (%)	65.00 <sup>a</sup> ± 7.09	3.63 <sup>b</sup> ± 2.49	3.63 <sup>b</sup> ± 2.22	6.63 <sup>b</sup> ± 2.43	6.00 <sup>b</sup> ± 3.42	1.00 <sup>b</sup> ± 0.00	2.30 <sup>b</sup> ± 1.42
Solo exposto (%)	9.00 <sup>a</sup> ± 5.22	16.00 <sup>a</sup> ± 5.30	19.13 <sup>a</sup> ± 10.06	18.50 <sup>a</sup> ± 7.07	3.50 <sup>a</sup> ± 2.21	15.31 <sup>a</sup> ± 5.30	10.40 <sup>a</sup> ± 2.06

Tabela 5 Análise dos grupos funcionais nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

Grupos funcionais	FUR	CG	CB	IB	INI	INT	AVA
Espécies pioneiras (%)	100. <sup>a</sup> ±0.22	93.98 <sup>b</sup> ± 1.55	93.92 <sup>b</sup> ± 1.00	100.00 <sup>a</sup> ± 0.41	90.10 <sup>b</sup> ± 2.62	91.47 <sup>b</sup> ± 3.52	63.16 <sup>c</sup> ± 3.24
Espécies anemocóricas (%)	7.80 <sup>b</sup> ± 2.01	15.47 <sup>bc</sup> ± 3.72	38.96 <sup>a</sup> ± 2.52	10.41 <sup>bc</sup> ± 1.87	19.91 <sup>abc</sup> ± 4.70	7.03 <sup>bc</sup> ± 2.01	21.69 <sup>bc</sup> ± 3.91
Espécies autocóricas (%)	66.9 <sup>a</sup> ± 6.60	48.9 <sup>a</sup> ± 3.9	17.14 <sup>b</sup> ± 3.4	52.3 <sup>a</sup> ± 5.00	38.34 <sup>ab</sup> ± 9.5	12.97 <sup>b</sup> ± 2.5	6.59 <sup>c</sup> ± 0.80
Espécies zoocóricas (%)	23.6 <sup>c</sup> ± 6.3	35.4 <sup>bc</sup> ± 4.00	37.1 <sup>bc</sup> ± 4.7	34.1 <sup>bc</sup> ± 5.1	41.75 <sup>abc</sup> ± 7.10	80.0 <sup>a</sup> ± 3.6	71.72 <sup>a</sup> ± 4.00

Tabela 6 Análise do microclima e características edáficas nas sete áreas (AVA: Avançado; INT: Intermediário; INI: Inicial; FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

<b>Microclima e características edáficas</b>	<b>FUR</b>	<b>CG</b>	<b>CB</b>	<b>IB</b>	<b>INI</b>	<b>INT</b>	<b>AVA</b>
Temperatura (°C)	20.97 <sup>a</sup> ± 0.05	20.63 <sup>a</sup> ± 0.03	20.44 <sup>a</sup> ± 0.05	19.90 <sup>a</sup> ± 0.04	20.26 <sup>a</sup> ± 0.04	20.18 <sup>a</sup> ± 0.07	19.43 <sup>b</sup> ± 0.05
Umidade (%)	73.90 <sup>a</sup> ± 0.22	75.21 <sup>a</sup> ± 0.13	75.81 <sup>a</sup> ± 0.16	76.09 <sup>a</sup> ± 0.12	78.06 <sup>a</sup> ± 0.18	78.96 <sup>a</sup> ± 0.14	64.40 <sup>a</sup> ± 0.09
pH	4.33 <sup>b</sup> ± 0,05	4.52 <sup>ab</sup> ± 0.06	4.45 <sup>ab</sup> ± 0,05	4.53 <sup>a</sup> ± 0.08	4.67 <sup>a</sup> ± 0.14	4.15 <sup>ab</sup> ± 0.09	3.86 <sup>c</sup> ± 0.03
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	2.45 <sup>abc</sup> ± 0.08	1.81 <sup>acd</sup> ± 0.22	2.12 <sup>acd</sup> ± 0.10	1.71 <sup>ad</sup> ± 0.13	3.32 <sup>abc</sup> ± 1.36	2.73 <sup>bc</sup> ± 0.23	2.94 <sup>b</sup> ± 0.18
Soma de bases (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1.66 <sup>a</sup> ± 0.25	1.55 <sup>a</sup> ± 0.28	1.66 <sup>a</sup> ± 0,25	2.70 <sup>a</sup> ± 0.47	2.96 <sup>a</sup> ± 0.41	1.81 <sup>a</sup> ± 0.28	0.56 <sup>b</sup> ± 0.06
Matéria orgânica (dag/kg)	4.05 <sup>a</sup> ± 0.19	3.15 <sup>a</sup> ± 0.17	3.89 <sup>a</sup> ± 0.19	3.84 <sup>a</sup> ± 0.17	3.50 <sup>a</sup> ± 0.16	4.32 <sup>a</sup> ± 0.28	4.20 <sup>a</sup> ± 0.21

## **3.2 Comparação entre os plantios de restauração**

### **3.2.1 Comparação florística**

As espécies com maior valor de importância (VI) foram diferentes entre os plantios. No plantio FUR a espécie *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae) foi a que apresentou maior VI. No plantio CB foi a espécie *Tibouchina granulosa* (Melastomataceae), no plantio CG foi *Clitoria fairchildiana* (Fabaceae) e no plantio IB a espécie com maior VI foi *Aegiphila luschnatii* (Lamiaceae) (Tabela 7).

Tabela 7 Relação das dez espécies com maior valor de importância (VI) com DAP  $\geq$  3 cm amostradas nas áreas de plantio FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu. Resende, RJ, 2014.

Espécies	FUR		CB		CG		IB	
	Ranking	VI	Ranking	VI	Ranking	VI	Ranking	VI
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.)Brenan	10°	7.03	-	-	10°	8.4	6°	20.5
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	-	-	-	-	6°	13.09	8°	13.11
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	6°	12.81	-	-	1°	84.54	10°	9.8
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	-	-	6°	11	-	-	-	-
<i>Inga vera</i> Willd.	7°	9.17	-	-	-	-	2°	27.71
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	-	-	-	-	-	-	9°	9.91
<i>Libidibia férrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	-	-	7°	10.93	-	-	-	-
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	-	-	9°	7.67	-	-	-	-
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.)Stellfeld	-	-	-	-	3°	16.62	-	-
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	2°	42.23	-	-	2°	33.96	1°	63.87
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	1°	78.72	-	-	-	-	3°	22.83
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-	-	8°	9.29	-	-	-	-
<i>Myrsine coriácea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	5°	13.13	4°	19.59	-	-	-	-

“Tabela 7, conclusão”

Espécies	FUR		CB		CG		IB	
	Ranking	VI	Ranking	VI	Ranking	VI	Ranking	VI
<i>Pachira aquática</i> Aubl.	-	-	2°	27.54	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub.	4°	13.39	5°	14.57	-	-	5°	20.61
<i>Pithecellobium Dulce</i> (Roxb.) Benth.	-	-	-	-	5°	13.83	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	8°	8.19	-	-	8°	10.5	-	-
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	3°	16.08	-	-	9°	8.53	7°	13.68
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	-	-	10°	7.54	7°	10.6	-	-
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	9°	7.61	3°	25.03	-	-	-	-
<i>Tabernaemontana hystrix</i> (Steud.) A.DC.	-	-	-	-	4°	14.01	4°	22.1
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	-	-	1°	63.69	-	-	-	-

Considerando o menor critério de inclusão dos indivíduos ( $DAP \geq 3$  cm), os plantios se agruparam em dois grupos de similaridade florística. O primeiro grupo foi composto pelas parcelas dos plantios FUR, CG e IB e o segundo contém parcelas do plantio CB havendo uma dissimilaridade significativa entre os dois grupos ( $R > 0,87$ ) (Tabela 8 e Figura 5A).

Quando considerada a abundância das espécies os quatro plantios de restauração são diferentes ( $p < 0,05$ ) (Tabela 9 e Figura 5B).

Tabela 8 Comparação da ANOSIM e valores R para a similaridade de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com  $DAP \geq 5,0$ cm, sendo os valores significativos,  $p < 0,05$ , marcados com (\*).

	<b>CB</b>	<b>CG</b>	<b>FUR</b>	<b>IB</b>
CB	0	0.96*	0.87*	0.93*
CG	-	0	0.51*	0.35*
FUR	-	-	0	0.32*
IB	-	-	-	0

Tabela 9 Comparação da ANOSIM e valores R para a abundância de espécies entre as áreas para a matriz de indivíduos com  $DAP \geq 5,0$ cm, sendo os valores significativos,  $p < 0,05$ , marcados com (\*).

	<b>CB</b>	<b>CG</b>	<b>FUR</b>	<b>IB</b>
CB	0	0.99*	0.95*	0.97*
CG	-	0	0.73*	0.69*
FUR	-	-	0	0.29*
IB	-	-	-	0



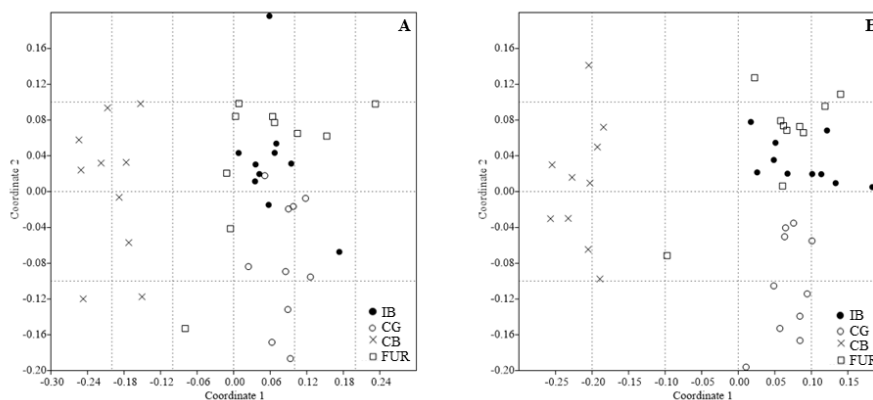


Figura 5 Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) dos quatro plantios de restauração (FUR: Plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). A) Similaridade florística entre as áreas (Índice Jaccard) e B) Abundância entre as áreas (Índice de Bray - Curtis). Resende, RJ, 2014.

### 3.3 Estrutura da comunidade

Foi plantada uma maior porcentagem de indivíduos pioneiros que indivíduos não pioneiros nos quatro plantios de restauração, onde FUR, CG e IB não apresentaram diferenças significativas entre eles. A colonização de indivíduos após o plantio foi menor nos plantios FUR e IB. Antes da implantação do plantio de restauração FUR não havia nenhum indivíduo arbóreo na área. A quantidade de indivíduos exóticos foi maior nos plantios FUR e IB (Tabela 10).

Tabela 10 Distribuição da origem dos indivíduos nas quatro áreas (; IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; C B: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas). Letras diferentes representam diferenças entre as áreas, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

% Indivíduos	IB	CG	CB	FUR
Pioneiros que foram plantados	88.72 <sup>a</sup> ± 3.13	78.22 <sup>ab</sup> ± 4.14	73.98 <sup>b</sup> ± 2.51	97.05 <sup>a</sup> ± 1.51
Resultado de colonização de indivíduos após plantio	6.75 <sup>b</sup> ± 1.50	13.02 <sup>ab</sup> ± 3.00	17.45 <sup>a</sup> ± 2.38	2.76 <sup>b</sup> ± 1.53
Resultado de colonização de indivíduos antes do plantio	4.51 <sup>a</sup> ± 1.81	4.85 <sup>a</sup> ± 2.40	5.04 <sup>a</sup> ± 1.59	0.00 <sup>b</sup>
Indivíduos exóticos à Floresta Estacionais Semidecidual que foram plantados	39.80 <sup>ab</sup> ± 4.54	18.71 <sup>bc</sup> ± 4.15	20.57 <sup>c</sup> ± 4.06	49.80 <sup>a</sup> ± 5.21

A densidade de indivíduos foi igual para todos os plantios (Figura 6A). O plantio FUR apresentou menor área basal que o CB (Figura 6B).

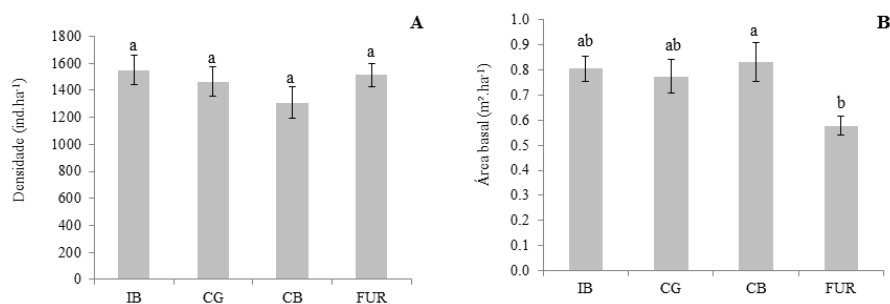


Figura 6 Densidade e área basal dos quatro plantios de restauração em ordem crescente de idade (IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas). A) Densidade de indivíduos e B) Área basal. Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

O plantio FUR teve menor altura e menor diâmetro à altura do peito quando comparado com o plantioCB (Figura 7).

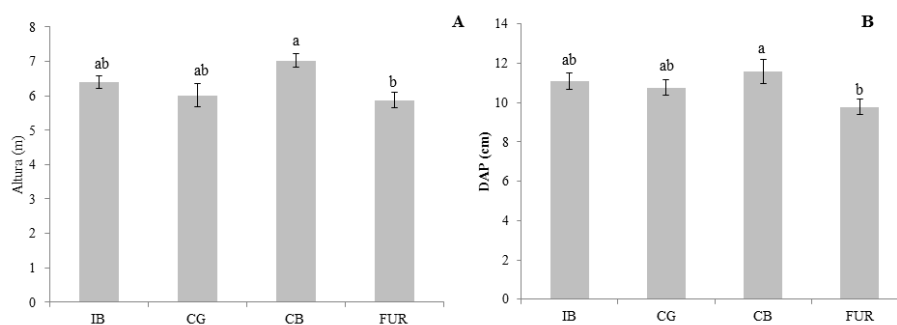


Figura 7 Altura e diâmetro à altura do peito (DAP  $\geq 3$ cm) nos quatro plantios de restauração em ordem crescente de idade (IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas). A) Altura e B) DAP. Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 5%. Resende, RJ, 2014.

### 3.4 Relação entre gramíneas e abertura de dossel

A presença de gramíneas foi considerável nas áreas de plantio de restauração (Tabela 4). A cobertura graminosa aumentou com a abertura do dossel ( $R^2 = 0.39$ ) (Figura 8). Não houve correlação significativa entre a cobertura graminosa e o número de indivíduos regenerantes ( $R^2 = 0.02$ ) e espécies regenerantes ( $R^2 = 0.01$ ).

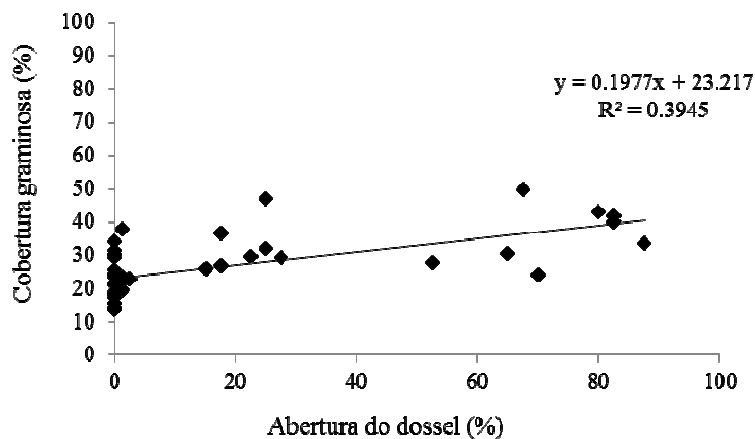


Figura 8 Relação entre a cobertura de gramíneas (%) e a abertura de dossel (%) considerando as quatro áreas (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu). Resende, RJ, 2014.

### 3.5 Regeneração

A riqueza de espécies e o número de indivíduos regenerantes nos quatro plantios não diferiram estatisticamente entre eles (Figura 9 A e B).

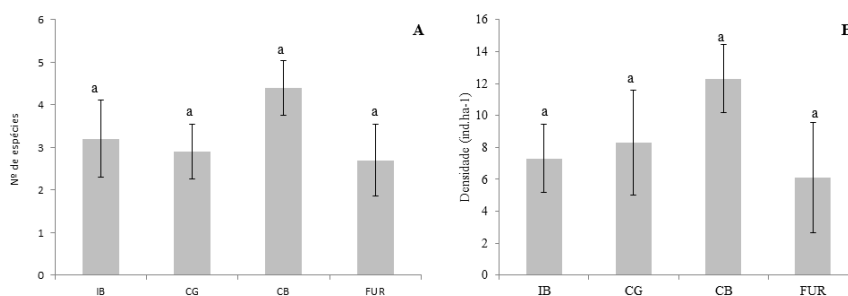


Figura 9 Número de espécies regenerantes (A) e de indivíduos (B) nas quatro áreas em ordem crescente de idade (IB: plantio Ilha Bambu; CG: plantio Coronel Gâmaro; CB: plantio Clube Náutico e FUR: plantio Furnas). Letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a um nível de significância de 0,05%. Resende, RJ, 2014.

O número de indivíduos regenerantes por parcela foi afetado principalmente pela declividade das parcelas e área basal dos indivíduos adultos (valor  $R^2 = 0,5201$  e  $p = 0,04521$ ). As demais variáveis preditoras que influenciam no número de indivíduos estão na Tabela 11. A síndrome de dispersão zoocórica dos indivíduos adultos e a declividade das parcelas foram as variáveis que mais influenciaram a riqueza de espécies ( $R^2 = 0.3143$  e  $p = 0.04044$ ) (Tabela 11).

Tabela 11 Variáveis que explicam a distribuição da regeneração dos plantios de restauração da UHE - Funil. Resende, RJ, 2014.

Características	Número de indivíduos	Riqueza de espécies
	Porcentagem explicada por cada variável	
<b>Solo</b>		
Soma de bases	7.31% (+)	
Fósforo	1.45% (-)	8.63% (-)
pH	8.74% (+)	
Argila	8.02% (+)	
Areia	8.47% (-)	
<b>Comunidade</b>		
Área basal	15.58% (-)	6.01% (-)
Zoocoria	3.75% (+)	54.94% (+)
Exóticos	2.43% (-)	
<b>Parcelas</b>		
Cobertura gramínea	2.44% (-)	3.13% (-)
Abertura do dossel	8.32% (+)	8.06% (+)
Declividade	25.34% (-)	19.24% (-)
<b>Fontes de propágulos (raio 200 m)</b>		
Área da fonte de propágulos	6.40% (-)	
Distância da fonte de propágulos	1.76% (-)	

Em relação à análise de paisagem, os plantios FUR e CG são os únicos que apresentam remanescentes florestais (florestas), no raio de 200m. Não houve relação entre a distância aos remanescentes ou a área de remanescentes dentro do buffer e a abundância ou riqueza de regenerantes nos plantios (Figura 10).

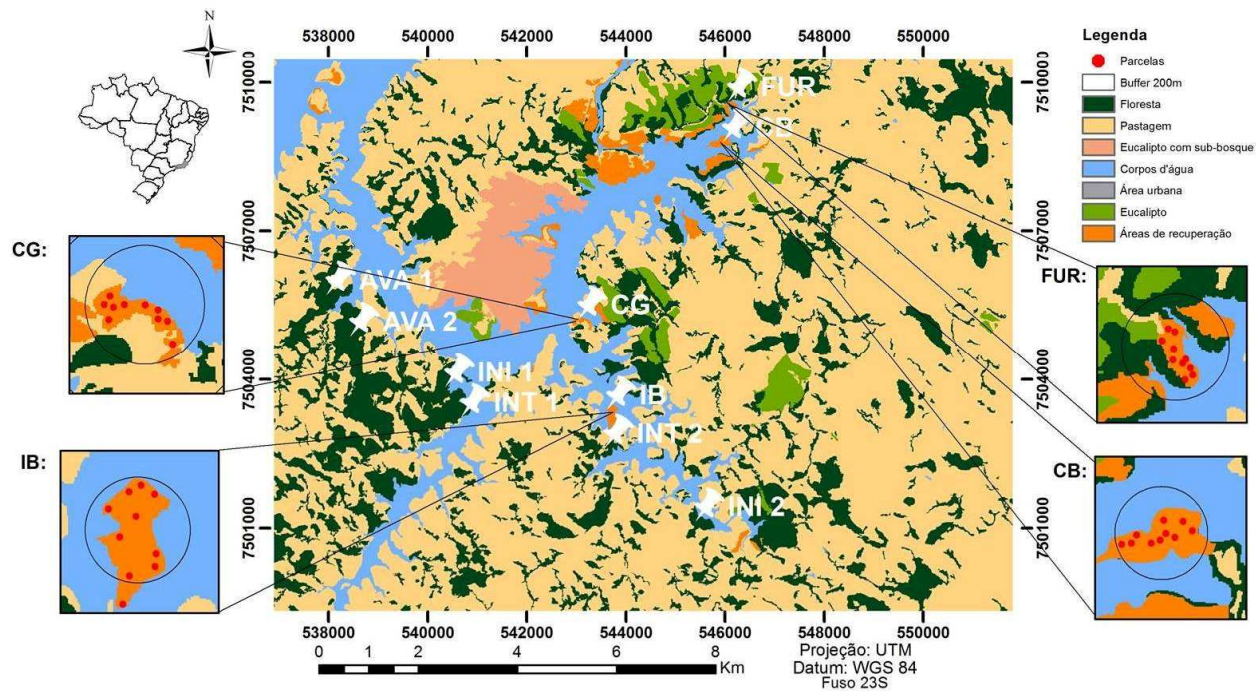


Figura 10 Classificação das fontes de propágulos no entorno do reservatório da UHE - Funil, mostrando as sete áreas de estudo, nas quais três tratam-se de FR (INI: Inicial, INT: Intermediário, IVA: Avançado) e quatro de plantios de restauração (FUR: plantio Furnas; CB: plantio Clube Náutico; CG: plantio Coronel Gâmaro e IB: plantio Ilha Bambu) em Resende, RJ, 2014.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação dos plantios de restauração

Nesse estudo foi observado que o processo de sucessão secundária não está ocorrendo nas áreas de plantio. Os plantios avaliados apresentam menor diversidade de espécies e área basal quando comparados aos FR. A regeneração é utilizada como um dos parâmetros para avaliar o sucesso de programas de recuperação florestal (DURIGAN, 2009, 2013; SUGANUMA; DURIGAN, 2011). Os plantios estudados não diferiram no número de indivíduos e riqueza de regenerantes. A maior riqueza de regenerantes foi relacionada a um maior número de indivíduos adultos zoocóricos. Além disso, parcelas com maior declividade apresentaram menor riqueza e número de indivíduos regenerantes nas parcelas.

Os plantios de restauração estudados não estão em direção a um processo autônomo de sucessão secundária, refutando nossa hipótese. Os parâmetros riqueza, cobertura do solo, abertura do dossel, similaridade florística e grupos funcionais estão aquém dos padrões encontrados nos FR. Os plantios de restauração se assemelham ao FR em estágio inicial de sucessão em alguns parâmetros, sendo eles, a densidade de indivíduos por hectare, abertura do dossel e porcentagem de outras formas de vidas não arbóreas (lianas e gramíneas). No entanto, essa similaridade não significa que os plantios estão progredindo adequadamente em direção a um processo autônomo de sucessão secundária.

A teoria de sucessão ecológica secundária aponta que de acordo com a idade o sistema torna-se mais complexo, na qual uma área abandonada primeiramente é colonizada por espécies pioneiras, seguida por espécies não pioneiras aumentando a diversidade do local e a complexidade do ecossistema (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 2007; MARTIN; NEWTON; BULLOCK,

2013; NORDEN et al., 2009; ODUM,2001). Esperávamos que essa linha fosse seguida nos plantios de restauração, onde o plantio mais antigo (FUR – 20 anos) apresentaria uma riqueza de espécies semelhante ao FR INI (10-20 anos). No entanto, isso não foi observado, evidenciando que o processo de sucessão, que é um dos objetivos da restauração (SER, 2004), não está ocorrendo eficientemente nesses plantios.

Quando é realizado um plantio de restauração florestal um dos objetivos é que ocorra um processo sucessional semelhante ao que ocorre no estágio de sucessão secundária (GOOSEM; TUCKER, 1995; SER, 2004). Nas áreas de FR foi observado o avanço da sucessão secundária, onde o fragmento INI (10 - 20 anos) apresenta maior proporção de indivíduos pioneiros e fragmento AVA (mais de 60 anos) apresenta maior proporção de indivíduos não pioneiros. Nos plantios, inicialmente, foi utilizada uma elevada proporção de espécies pioneiras, mas houve diferença entre eles (Tabela 10). Os plantios CB e CG apresentam uma proporção de espécies pioneiras semelhante ao fragmento de referência INI, no entanto, esse resultado é insuficiente para afirmar se os plantios estão caminhando para um processo natural de sucessão secundária.

A menor riqueza de espécies encontrada nos plantios, também pode ser explicada por ter sido plantado um menor número de espécies do que ocorre naturalmente na região. Enquanto que em todos os FR ocorreram 166 espécies nativas da Mata Atlântica, nos plantios foram plantadas 94 espécies, em um total de 1908 indivíduos.

O número de espécies que foi plantado está relacionado com o processo de produção de mudas nos viveiros. A maioria dos viveiros produzem mudas de espécies já tradicionalmente usadas e que não são necessariamente nativas da região. Além disso, há uma limitação para a produção de mudas de um grande número de espécies nativas de uma região. Parte desta limitação é tecnológica, pela escassez de conhecimento sobre a fenologia das espécies, aspectos ligados à



quebra de dormência das sementes e pela heterogeneidade da germinação e emergência de plântulas (BARBOSA et al., 2003; RAMAN; MUDAPPA; KAPOOR, 2009; RODRIGUES et al., 2009). A fim de ultrapassar esse gargalo imposto pelos viveiros nos projetos de restauração, é preciso investir em coletas de sementes de espécies nativas, selecionar árvores matrizes, aumentar a diversidade de espécies plantadas e melhorar as tecnologias de produção em grande escala (BARBOSA et al., 2003; RAMAN; MUDAPPA; KAPOOR, 2009; RODRIGUES et al., 2009; SOUZA; BATISTA, 2004).

O fato de que muitas espécies plantadas não corresponderem as espécies que ocorrem naturalmente na região levou a uma elevada dissimilaridade florística entre os plantios e os FR. A similaridade entre plantios de restauração e FR está longe de ser alcançada.

Entre os plantios, a similaridade florística é bastante notável entre as áreas FUR, CG e IB. Nesses plantios as espécies que foram plantadas correspondem àquelas com maior valor de importância (*M. tenuiflora*, *M. caesalpiniifolia*, *C. fairchildiana*, *S. multijuga* e *A. colubrina*). O objetivo dos gestores de restauração era provavelmente inserir espécies com o intuito de fornecerem sombreamento para as espécies que viriam a posteriori e introduzir leguminosas que poderia contribuir para o aumento do nitrogênio no sistema. Essa metodologia foi utilizada em outros plantios avaliados por Ashton et al. (2001), Lamb, Erskine e Parrotta (2005) e Parrotta, Knowles e Wunderle Júnior (1997). Infelizmente, tais espécies são exóticas à região (*M. tenuiflora*, *M. caesalpiniifolia*, originárias da Caatinga e *C. fairchildiana*, presente da Mata Atlântica, mas ausente na região do Vale do Paraíba) e nenhuma delas são zoocóricas.

Os plantios de restauração apresentaram densidades semelhantes entre si e entre os FR INI e INT. Esse resultado corrobora com um estudo realizado no entorno do reservatório da CESP na qual a densidade não diferiu entre modelos

de idades diferentes (SOUZA; BATISTA, 2004). No entanto, a densidade não é uma variável determinante do sucesso de restauração. Essa foi imposta nos plantios quando foram realizados os projetos de restauração, e definido o espaçamento entre linhas e entre plantas.

Como mencionado, a área basal também foi menor nos plantios em relação aos FR. Souza e Batista (2004) explicam que a similaridade em altura dos indivíduos e menor área basal nos modelos de plantio de restauração de diferentes idades são devidas à maior proporção de espécies pioneiras. As espécies pioneiras, geralmente, investem mais em crescimento vertical (altura) e não em crescimento em diâmetro. Porém o plantio FUR que possui maior número de indivíduos pioneiros, não apresentou maior altura ou área basal, ao contrário dos modelos de plantios da CESP (SOUZA; BATISTA, 2004).

Outro fator que pode estar dificultando o processo de sucessão e a resiliência nos plantios é a elevada quantidade de gramíneas. A presença de gramíneas é um fator determinante no insucesso de restauração ecológica podendo ser prejudicial para os plantios de restauração, visto que essas podem competir com as árvores plantadas, com as espécies pioneiras e com a regeneração (HOLL et al., 2011). Quando o dossel está mais aberto há uma maior incidência de luz favorecendo a germinação de gramíneas (RODRIGUES et al., 2009; VELMAN et al., 2009). Este fato foi verificado nos plantios de restauração onde a maior abertura de dossel foi relacionada com a maior cobertura de gramíneas.

Com o avanço do estágio sucessional é esperada a redução da cobertura de gramíneas. Em estágios sucessionais mais avançados, o sistema florestal como um todo se torna mais complexo, havendo maior cobertura de serapilheira, pequenos arbustos e ervas cobrindo o solo exposto (RODRIGUES et al., 2009). Foi observada a mesma quantidade de solo exposto nos plantios estudados e nos FR. No entanto, o recobrimento do solo é bastante diferenciado entre esses

ambientes. Nos plantios, o recobrimento do solo nos plantios está relacionado com a grande cobertura de gramínea e nos FR está relacionado com a complexidade do ambiente (*e.g.* maior quantidade de serrapilheira e pequenos arbustos).

O aumento da complexidade dos ambientes é um bom indicador do sucesso da restauração e as lianas são consideradas bons condutores de sucessão tornando o ambiente mais complexo e dinâmico. As lianas contribuem para estabilização do microclima da floresta, melhorando as condições para a germinação e estabelecimento de plântulas e podem auxiliar na sucessão dos plantios de restauração (MOHANDASS et al., 2014; MORELLATO, 1991; WILLIAMS-LINERA, 1990). Nos plantios de restauração CB, CG e IB há presença de lianas semelhante ao FR INI. Assim, considerando apenas esse componente, o processo de restauração parece estar caminhando para o sucesso. No entanto, não se pode chegar a uma conclusão sobre o sucesso de projetos de restauração utilizando apenas uma variável, evidenciando a necessidade de se avaliar diferentes componentes para determinar o sucesso da restauração.

Mesmo diante dos indícios de que os plantios, de uma forma geral, não estão em direção a um processo autônomo de sucessão secundária, esses apresentaram diferenças entre si nos fatores (características estruturais e florísticas) que podem indicar maior ou menor sucesso da restauração. Dentre os quatro plantios estudados, CB assemelha-se mais ao FR inicial e mostra algumas características que indicam que este pode estar caminhando para o estágio de sucessão inicial. No plantio CB os tratos culturais foram diferentes dos plantios FUR, CG e IB. Neste, após dois anos da sua implantação, foi realizado um adensamento entre linhas de plantio. Também foi feito nesse plantio uma adubação diferenciada, calagem, remoção de gramíneas e as lianas foram cortadas durante 10 anos (Relatório Técnico do Programa de Recomposição Vegetal (FURNAS, 1998). Essa intervenção inicial pode ter favorecido o plantio

CB. Harden, Fox e Fox (2004) consideram os tratos culturais essenciais, pois a remoção de espécies invasoras reduz a competição por espaço, nutrientes e luz, promovendo a sobrevivência das mudas e garantindo sucesso para a restauração. Além disso, Ramam, Mudappa e Kapoor (2008) relatam que a remoção de espécies invasoras traz sucesso em longo prazo para os plantios de restauração. Nessa área também foi plantado um menor número de indivíduos exóticos, menor porcentagem de indivíduos pioneiros e uma maior riqueza de espécies. Nesse plantio foi observada maior colonização de espécies após o plantio e um maior número de indivíduos e espécies nativas regenerantes.

Nos plantios foi utilizada uma elevada proporção de espécies pioneiras. Segundo Rodrigues et al. (2009), a história da restauração no Brasil seguiu várias fases. Na primeira delas (até 1982) eram escolhidas espécies pioneiras e exóticas da região, que possuíam crescimento rápido, rápido recobrimento do solo e alta densidade. Essa técnica se expandiu para todo o país, mas após 10 à 15 anos da implantação desse modelo de plantio estes entraram em decadência em todo o país (BARBOSA et al., 2003). Aparentemente, essa técnica foi utilizada nos plantios FUR, CG e IB e, estes, possivelmente estão entrando em decadência como no caso de outros plantios que utilizaram esse método. O plantio mais antigo avaliado, FUR, foi o que apresentou menor área basal, maior número de indivíduos pioneiros, menor número de indivíduos não pioneiros, maior incidência de gramíneas, dossel mais aberto, menor número de espécies zoocóricas, maior temperatura, menor colonização após o plantio, menor número de regenerantes e maior número de espécies exóticas (*M. tenuiflora* – 158 indiv e *M. caesalpinifolia* – 112 indiv, ambas originárias da Caatinga).

## 4.2 Regeneração

A riqueza de regenerantes é considerada um bom indicador do sucesso de projetos de restauração, pois aponta que estas áreas estão sendo colonizadas por espécies nativas da região favorecendo o sucesso da restauração (DURIGAN, 2009, 2013; SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Para a colonização e estabelecimento de espécies regenerantes é preciso haver condições de temperatura, luminosidade e umidade que favoreçam a germinação das espécies colonizadoras ou que estão no banco de sementes no local (EMBORG, 1998; IBÁÑEZ; SCHUPP, 2002; ISSELSTEIN; TALLOWIN; SMITH, 2002). Essas condições não parecem estar influenciando diretamente na regeneração de espécies arbóreas nos plantios da UHE – Funil, já que plantios e FR não difeririam quanto a temperatura, umidade e abertura do dossel (luminosidade), apesar da evidente diferença na regeneração (observação pessoal nos fragmentos).

A baixa fertilidade do solo em plantios de restauração prejudica o sucesso dos projetos de restauração e o estabelecimento dos regenerantes (LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005; SUGANUMA; DURIGAN, 2011). Este seria um fator prejudicial aos plantios de restauração da UHE – Funil, porém os solos da região são naturalmente inférteis, algo particularmente evidente no fragmento florestal que está em estágio avançado de sucessão (AVA – mais 60 anos). Assim, a fertilidade do solo não parece ser uma barreira para a regeneração nos plantios.

A riqueza de espécies e o número de indivíduos regenerantes foram semelhantes entre os plantios, independente de suas diferentes idades. Apesar da ausência de diferenças entre os plantios, diferenças internas existentes entre as parcelas parecem explicar significativamente áreas com maior ou menor regeneração. O número de regenerantes relacionou-se principalmente à

declividade e a biomassa das parcelas. Parcelas com declividade maior tenderam a ter menor regeneração (CHADA; CAMPELLO; FARIA, 2004; SILVEIRA; SILVA, 2010). Geralmente em locais mais declivosos ocorre maior movimentação do banco de sementes podendo diminuir a regeneração. Além disso, em áreas declivosas há maior escoamento de água superficial havendo menor taxa de infiltração e maior lixiviação de nutrientes aumentando o estresse hídrico e a desnutrição dos regenerantes assim dificilmente se estabelecerão em áreas com maior declive. Da mesma forma que a declividade, a biomassa dos plantios de restauração também pode ter um efeito negativo sobre a abundância da regeneração, podendo inibi-la (DURIGAN, 2013; SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Quando há maior biomassa há maior competição e dominância, inibindo a regeneração.

A riqueza de regenerantes relacionou-se principalmente à síndrome de dispersão zoocórica (54,94%) presente em indivíduos adultos dos plantios de restauração. Apresença de espécies zoocóricas provavelmente promove a atração da fauna trazendo novas espécies para o local e aumentando a riqueza da regeneração. Segundo Souza e Batista (2004), a ausência da fauna limita a riqueza de espécies nos plantios de restauração. Por isso, a síndrome de dispersão zoocórica é um atributo importante a ser considerado nos projetos de restauração (RODRIGUES et al., 2009).

Entretanto, a síndrome de dispersão predominante nos plantios é autocórica. Tal fato, além da provável redução da riqueza da regeneração, também tende a influenciar no número de indivíduos regenerantes, pois a dispersão se restringe ao local que em que as sementes caem formando um banco de sementes com predominância de autocoria e em alguns casos de anemocoria (BERTONCINI; RODRIGUES, 2008).

A síndrome de dispersão hidrocórica foi encontrada somente nos plantios de restauração, sendo caracterizada por uma única espécie exótica da

Amazônia (*Pachira aquatica* Aubl.). A hidrocoria não é comum em FES e o plantio de espécies dessa síndrome não é ideal para plantios nas Áreas de Preservação Permanente da UHE – Funil, por, além de espécies alienígenas do sistema, não atrair dispersores de outras espécies para os plantios de restauração, diminuindo a eficiência da colonização das áreas.

Era esperado que a proximidade de fragmentos nativos fosse um dos determinantes da densidade e riqueza de regenerantes, no entanto, provavelmente todos os plantios avaliados eram distantes demais ou não diferiram significativamente em termos de distância dos remanescentes para que isto pudesse ser testado efetivamente. Apenas os plantios FUR e CG possuem fragmentos nas suas proximidades, em um raio de 200m (Figura 11). Na literatura é descrito que remanescentes podem afetar a regeneração em plantios até uma distância de 100 a 150m (BERTONCINI; RODRIGUES, 2008; RODRIGUES et al., 2009, 2011).

Os resultados encontrados aqui parecem confirmar que além destes limites a presença de fragmentos é irrelevante.

Esse resultado aponta a importância de uma análise da paisagem ao estabelecer a restauração de ambientes. A escassez de fragmentos nativos próximos aos plantios pode ter limitado a regeneração nas áreas estudadas e poder retardar o processo de sucessão secundária inicial. Novos projetos de restauração da UHE –Funil precisam considerar a conectividade entre plantios e fragmentos nativos. A recuperação da conectividade é um gargalo nos projetos de restauração, pois afeta a velocidade e trajetória da recuperação florestal e auxilia o restabelecimento de interações ecológicas como a dispersão e a polinização (METZGER, 2001; RODRIGUES et al., 2009; SER, 2004).

#### **4.3 Passos para a readequação dos projetos de restauração na UHE- Funil**

1. Avaliar se as áreas a serem recuperadas possuem capacidade de se autorregenerar sem intervenção de plantios de restauração.
2. Aumentar a produção de mudas de espécies nativas que foram encontradas nos fragmentos de florestas de referência.
3. Diminuir a produção e plantio de mudas de espécies exóticas às Florestas Estacionais Semidecíduais.
4. Plantar um maior número de espécies com síndrome de dispersão zoocórica.
5. Aumentar a porcentagem de espécie não pioneiras nos plantios de restauração.
6. Os plantios devem ser planejados de forma a promover a conexão dos mesmos com fontes naturais de propágulos (fragmentos).



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar se os plantios de restauração estão alcançando a restauração quando comparados aos fragmentos de referência. Os resultados obtidos sugerem que os plantios de restauração da UHE –Funil ainda não está passando por um processo autossustentável de sucessão em direção aos fragmentos de referência da região.

Baseado nos resultados encontrados foram respondidos os questionamentos elaborados pela *Society for Ecological Restoration International* – SER (2004):

1. “O ecossistema restaurado contém um conjunto característico de espécies que ocorrem no ecossistema de referência, fornecendo uma estrutura apropriada de comunidade?” **Não.**
2. “O ecossistema restaurado consiste de espécies indígenas até o máximo grau possível?” **Não.**
3. “Todos os grupos funcionais necessários para o desenvolvimento contínuo e, ou estabilidade do ecossistema restaurado se encontram representados ou, caso não estejam presentes, os grupos ausentes possuem potencial para colonizar o ambiente por meios naturais?” **Não.**
4. “O ambiente físico do ecossistema restaurado possui a capacidade de suportar as populações reprodutivas das espécies necessárias para sua estabilidade contínua ou desenvolvimento ao longo da trajetória desejada?” **Sim.**
5. O ecossistema restaurado aparentemente funciona de modo normal, de acordo com seu estado ecológico de desenvolvimento, não existindo sinais de disfunção?” **Não.**

6. “O ecossistema restaurado foi integrado adequadamente com a matriz ecológica ou a paisagem, coma qual interage através de fluxos e intercâmbios abióticos e bióticos?” **Não.**
7. “As ameaças potenciais à saúde e à integridade do ecossistema restaurado foram eliminadas ou reduzidas ao máximo possível?” **Não.**
8. “O ecossistema restaurado é suficientemente resiliente para suportar os eventos periódicos normaisde estresse que ocorrem no ambiente local e que servem para manter a integridade do ecossistema?” **Não.**
9. “O ecossistema restaurado é autossustentável, ao mesmo grau que seu ecossistema de referência, e possui o potencial para persistir indefinidamente sob as condições ambientais existentes?” **Não.**

Em conclusão, os plantios de restauração não alcançaram os atributos para se avaliar o sucesso da restauração proposto pela SER (2004).

## 6 CONCLUSÃO

Os plantios de restauração da UHE - Funil (FURNAS) ainda não estão em estágio de sucessão secundária inicial. O plantio com maior idade estudado (FUR - 20 anos) não possui similaridade florística e estrutural com os FR. No entanto, o plantio (CB) em que foram utilizados tratos culturais diferenciados, maior proporção de espécies zoocóricas, espécies nativas e menor número de espécies pioneiras apresentam indícios de que está iniciando o processo de sucessão inicial.

A regeneração nos plantios de restauração, como se esperava, foi influenciado pela proporção de espécies zoocóricas plantadas. No entanto, a distância de fragmentos nativos não foi um determinante da regeneração.

Estudos complementares de dinâmica da vegetação nos plantios são fundamentais. Com esses estudos é possível prever com acurácia sobre o sucesso dos plantios e acompanhar o processo sucessional.

## REFERÊNCIAS

- ASHTON, M. S. et al. Vias de restauração para floresta tropical no sudoeste Sri Lanka: uma revisão de conceitos e modelos. **Ecologia Florestal e Gestão**, Amsterdam, v. 154, n. 3, p. 409-430, 2001.
- BARBOSA, L. M. et al. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, 2003.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752p.
- BERTONCINI, A. P.; RODRIGUES, R. R. Forest restoration in na indigenous land considering a forest remnant influence (Avaí, São Paulo State, Brazil). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 513-521, 2008.
- BRANDÃO, C. F. L. S. et al. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Atlântica em Igarassu-Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2009.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brow, 1984. 226p.
- BRUDVIG, L. A. The restoration of biodiversity: Where has research been and where does it need to go? **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 98, n. 3, p. 549-558, 2011.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.801-809, 2004.
- CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, Washington, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, Canberra, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

COLWELL, R. K. **Estimates S**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. 2009. Storrs: University of Connecticut, 2009. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

CREPALDI, M. O. S.; PEIXOTO, A. L. Florística e fitossociologia em um fragmento manejado por quilombolas em Santa Leopoldina, Espírito Santo, Brasil: ferramentas para restauração no Corredor Central da Mata Atlântica. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v. 31, p. 5-24, 2013.

DURIGAN, G. Preservação e recuperação das nascentes de água e vida. **Cadernos da Mata Ciliar**, São Paulo, v. 1, p. 36, 2009.

DURIGAN, Giselda; GUERIN, Natalia; DA COSTA, José Nicola Martorano Neves. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120165, 2013.

EMBORG, J. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 106, n. 2, p. 83-95, 1998.

FERREIRA, W. C. et al. Estabelecimento de mata ciliar às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 69-81, 2009.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 57, p. 27-43, 2000.

FURNAS. Usina Hidrelétrica do Funil. Projeto UHE – Funil. **Relatório técnico de reflorestamento de parte das margens do reservatório da UHE – Funil**. Itatiaia, 1998.

FURNAS. Usina Hidrelétrica do Funil. Projeto UHE – Funil. **Relatório técnico de reflorestamento de parte das margens do reservatório da UHE – Funil**. Itatiaia, 2005.

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

GOOSEM, S.; TUCKER, N. I. J. **Repairing the rainforest**: theory and practice of rainforest re-establishment in North Queensland's Wet Tropics Authority. Cairns: [s. n.], 1995. 77 p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version. 2.17. 2001. Disponível em: <<http://nhm2.uio.no/norlex/past/download>>. Acesso em: 1out. 2014.

HARDEN, G. J.; FOX, M.D.; FOX, B. J. Monitoring and assessment of restoration of a rainforest remnant at Wingham Brush, NSW. **Austral Ecology**, Carlton, v. 29, n. 5, p. 489-507, 2004.

HOLL, K. D. et al. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**, Malden, v. 19, n. 4, p. 470-479, 2011.

IBÁÑEZ, I.; SCHUPP, E. W. Effects of litter, soil surface conditions, and microhabitat on *Cercocarpus ledifolius* Nutt. Seedling emergence and establishment. **Journal of Arid Environments**, London, v. 52, n. 2, p. 209-221, 2002.

ISSELSTEIN, J.; TALLOWIN, J. R. B.; SMITH, R. E. N. Factors affecting seed germination and seedling establishment of Fen-Meadow Species. **Restoration Ecology**, Malden, v. 10, n. 2, p. 173-184, 2002.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia forestalis**, Piracicaba, v. 56, p. 83-99, 1999.

JORDAN, W. R.; GILPIN, M. E.; ABER, J. D. (Ed.). **Restoration ecology**: a synthetic approach to ecological research. Cambridge: Cambridge University, 1987.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, Washington, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005.

LEITE, E. C.; RODRIGUES, R. R. Fitosociologia e caracterização sucessionaI de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 583-595, 2008.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.55, n.9, p.667-668, 1957.

LISTA de espécies da flora do Brasil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 20nov. 2014.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Kingdom: Blackwell Science, 2004. 215p.

MARTIN, P. A.; NEWTON, A. C.; BULLOCK, J. M. Carbon pools recover more quickly than plant biodiversity in tropical secondary forests. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Edinburgh, v. 280, n. 1773, p. 2013-2236, 2013.

MEIRELLES, G. S. **Riqueza, composição, estratificação e estrutura em cronossequência de florestas estacionais semidecíduais da Mata Atlântica**. 2015. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

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, p. 101-111, 2007.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

MOHANDASS, D. et al. Effects of patch size on liana diversity and distributions in the tropical montane evergreen forests of the Nilgiri Mountains, southern India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 30, n. 6, p. 579-590, 2014.

MORELLATO, L. P. C. et al. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecidual do sudeste do Brasil**. 1991. 176 p. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley and Sons, 1974. 547 p.

NORDEN, N. et al. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 385-394, 2009.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. Lisboa: Gulbenkian, 2001.927p.

PARROTTA, J. A.; KNOWLES, O. H.; WUNDERLE JÚNIOR, J. M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, n. 1/2, p. 21-42, 1997.

PAULA, J. L.; DUARTE, M. N. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

PRADO JÚNIOR, J. A. et al. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. **BioscienceJournal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 638-647, 2010.

RAMAN, T. R. S.; MUDAPPA, D.; KAPOOR, V. Restoring rainforest fragments: survival of mixed-native species seedlings under contrasting site conditions in the Western Ghats, India. **Restoration Ecology**, Malden, v. 17, p. 137-147, 2009. Disponível em: <[http://www.readcube.com/articles/10.1111%2Fj.1526-100X.2008.00367.x?r3\\_referer=wol&tracking\\_action=preview\\_click&show\\_checkout=1&purchase\\_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase\\_site\\_license=LICENSE\\_DENIED](http://www.readcube.com/articles/10.1111%2Fj.1526-100X.2008.00367.x?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED)>. Acesso em: 18 nov. 2014.

REIS, D. N. **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares**. 2008.191 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RODRIGES, R. R. et al. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n. 10, p. 1605-1613, May 2011.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

SCOLFORO, J.S.; MELLO, J.M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA, 2006. v.1.



SILVEIRA, C. S.; SILVA, V. V. Dinâmicas de regeneração, degeneração e desmatamento da vegetação provocadas por fatores climáticos e geomorfológicos: uma análise geocológica através de SIG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.34, n.6, p.1025-1034, 2010.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE AND POLICY WORKING POLICY GROUP. **The SER International primer on ecological restoration**. Tucson, 2004. 15 p.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, n. 1, p. 185-200, 2004.

SPECIES Link. Disponível em: <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em: 20nov. 2014.

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

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 5th ed. Berlin: Springer Verlag, 1982.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, p. 356-373, 1990.

## APÊNDICES

**Apêndice 1** Lista de espécies de acordo com seu Grupo Ecológico -GE (P- Espécies pioneiras e NP- Espécies não pioneiras), Síndrome de Dispersão-SD (ANE- Anemocórica, AUTO- Autocórica e ZOO – Zoocórica), Domínio (MA- Mata Atlântica, AM- Amazônia, CE- Cerrado, CAA- Caatinga, PAN- Pantanal, PAM- Pampas), Plantio (P- Espécies plantadas, N- Espécies não plantadas).

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENERANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>ANACARDIACEAE</b>							
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	ZOO	MA	X	P	1,19%	2,66%
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	P	ZOO	AM, CE, MA	X	P		0,09%
<b>ANNONACEAE</b>							
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	ZOO	AM, CE	X	N	1,49%	0,99%
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	P	ZOO	MA	X	N		0,09%
<b>APOCYNACEAE</b>							
<i>Tabernaemontana hystrix</i> (Steud.) A.DC.	P	ZOO	CE, MA	X	N	1,49%	3,69%
<b>AQUIFOLIACEAE</b>							
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	NP	ZOO	CE, MA	X	P	0,30%	0,09%
<b>ARECACEAE</b>							
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	P	ZOO	MA	X	N		0,04%
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	P	ZOO	CE, MA, PAM	X	N		0,60%
<b>ASTERACEAE</b>							
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	P		MA	X	N	0,30%	

Apêndice 1, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>ASTERACEAE</b>							
NI 1					N	1,19%	0,04%
<b>BIGNONIACEAE</b>							
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	P	ANE	CAA, CE, MA	X	I		0,17%
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	P	ANE	CAA, MA	X	P	2,39%	1,24%
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	NP	ANE	CE, MA	X	P		0,13%
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	NP	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	P		0,34%
<i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos	P	ANE	MA	X	P	0,30%	0,64%
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don.	P	ANE	BOLÍVIA		P		0,39%
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	P	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	I	0,30%	1,55%
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	P	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	P		0,04%
<b>BORAGINACEAE</b>							
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	N		0,04%
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab.ex Steud.	P	AUTO	AM, CAA, CE, MA	X	N		0,30%
<b>CANNABACEAE</b>							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	P		0,04%
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>							
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	NP	ZOO	CAA		I		0,30%

Apêndice 1, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>EUPHORBIACEAE</b>							
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P	AUTO	CAA, CE, MA	X	N	0,30%	0,90%
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	AUTO	AM, CE, MA	X	P	0,60%	0,64%
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	P	AUTO	CAA, MA		P		0,99%
<b>FABACEAE</b>							
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.			MA		P		0,04%
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	ANE	CAA, CE, MA	X	P	0,30%	2,83%
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	P	ANE	AM, CAA, CE, MA	x	N		0,04%
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.			CAA		P		0,38%
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	P	ANE	CAA, CE, MA	X	P		0,09%
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	P	AUTO	AM, CAA, CE, MA	X	N		7,47%
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	P	ANE	MA	X	N	2,39%	0,09%
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	P	AUTO	CAA, CE, MA	X	P		0,13%
<i>Erythrina verna</i> Vell.			AM, CE, MA		P		0,21%
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	P	0,30%	0,13%
<i>Inga vera</i> Willd.	P	ZOO	AM, CE, MA, PAN	X	P	5,37%	5,11%
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz			CAA, CE, MA		P		1,42%
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima			CAA, CE, MA	X	N	0,30%	
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	P	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	P		2,92%

**Apêndice 1**, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	P	ANE	CE, MA	X	N		0,04%
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	P	AUTO	CAA, CE, MA		P	10,45%	13,56%
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	P	AUTO	CAA, CE		P	0,30%	10,09%
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	P	AUTO	CAA, CE, MA, PAN	X	P		5,49%
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	P	ANE	CE, MA	X	P		0,17%
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.			AM, CAA, MA		P		1,42%
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	P	ANE	AM, CAA, CE, MA	X	N		0,09%
<i>Poincianella</i> (cf.) <i>echinata</i> (Lam.) L.P.Queiroz			CA, MA	X	P		0,17%
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	P	ANE	AM, MA	X	P		0,34%
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	P	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	N		0,04%
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	P	AUTO	CAA, CE, MA	X	P	0,30%	0,52%
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	P	AUTO	AM, CAA, CE, MA	X	P		3,56%
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	P	ZOO	CAA, CE, MA		P		0,04%
<i>Swartzia myrtifolia</i> J.E.Sm.	NP	ZOO	AM, MA	X	P		0,04%
<b>LAMIACEAE</b>							
<i>Aegiphila luschnatii</i> Schauer	-	ZOO	MA		P	0,90%	0,26%

**Apêndice 1, continua...**

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>LAURACEAE</b>							
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	NP	ZOO	CE, MA	X	N	0,30%	
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez			MA	X	N	1,49%	
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	NP	ZOO	MA	X	P		0,04%
<b>LECYTHIDACEAE</b>							
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	NP	ANE	MA	X	P		0,09%
<b>LYTHRACEAE</b>							
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	P	ANE	CE	X	P		0,39%
<b>MALPIGHIACEAE</b>							
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	NP	-	AM		P		0,56%
<b>MALVACEAE</b>							
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	P	ANE	AM, CAA, CE, MA	X	P		0,13%
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	P	ANE	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	P		0,30%
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	P	HIDRO	AM		P	0,30%	2,79%
<b>MELASTOMATACEAE</b>							
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	P		CE, MA	X	N	11,04%	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	P	1,79%	0,39%
<i>Miconia burchellii</i> Triana	P	ZOO	CE	X	N	2,99%	0,13%
<i>Miconia willdenowii</i> Klotzsch	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	P		0,52%
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	P	ZOO	MA	X	N	0,26%	2,39%

**Apêndice 1, continua...**

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	P	ANE	CE	X	P		0,17%
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	P	ANE	MA	X	P	0,30%	4,94%
<b>MELIACEAE</b>							
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	P	ANE	AM, CE, MA	X	P		0,21%
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	NP	ZOO	AM, CE, MA	X	P	1,19%	0,04%
<b>MORACEAE</b>							
<i>Ficus asperula</i> Bureau	P	ZOO		X	P		0,04%
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	P		0,26%
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Eugenia florida</i> DC.	NP	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	N	0,30%	0,13%
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg			CAA, CE, MA	X	P	7,46%	1,07%
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN	X	N	5,97%	1,85%
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	P	ZOO	CAA, CE, MA	X	P		0,56%
<i>Psidium guajava</i> L.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	P		0,17%
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	P	ZOO	AM, CE, MA, PAN	X	P		0,04%
<b>NI 2</b>							
NI 2					P		0,04%
<b>NI 3</b>							
NI 3					P		0,04%



Apêndice 1, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>NI 4</b>							
NI 4					P		0,04%
<b>NI 5</b>							
NI 5					P		0,04%
<b>NI 6</b>							
<b>NI 7</b>							
NI 7					I		0,04%
<b>PIPERACEAE</b>							
<i>Piper aduncum</i> L.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	N	0,30%	
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	N	8,66%	0,17%
<b>PHYLLANTHACEAE</b>							
<i>Savia dictyocarpa</i> Müll. Arg.			CE, MA	X	N	0,30%	
<b>PRIMULACEAE</b>							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	P	ZOO	CE, MA	X	P	11,34%	3,69%
<b>RHAMMACEAE</b>							
<i>Colubrina glandulosa</i> G.Perkins		ZOO	AM, CE, MA	X	N	0,60%	
<b>RUBIACEAE</b>							
<i>Genipa infundibuliformi</i> Zappi & Semir		ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	P		0,09%
<b>SALICACEAE</b>							
<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth	P	ZOO	AM, CE, MA	X	N		0,09%
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	N		1,16%

**Apêndice 1, conclusão.**

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	DOMÍNIO	FES	PLAN- TIO	REGENE- RANTES	INDIVÍDUO ADULTO
						335 indivíduos	2330 indivíduos
<b>SAPINDACEAE</b>							
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	P	ZOO	AM, CE, MA	x	N	1,19%	0,17%
<b>SIPARUNACEAE</b>							
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN	x	N	7,76%	2,75%
<b>SOLANACEAE</b>							
<i>Solanum asperum</i> Rich.			AM, CAA, CE, MA	x	N	0,30%	
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	P	ZOO	MA	x	I	0,30%	0,09%
<b>URTICACEAE</b>							
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA, PAN, PAM	X	N	2,09%	2,92%
<b>VERBENACEAE</b>							
<i>Aloysia virgata</i>			CE, MA, PAN	X	N	0,90%	
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	P	ZOO	CAA, CE, MA	X	I	0,30%	0,82%
<i>Lantana camara</i> L.	P	ZOO	AM, CAA, CE, MA	X	P		0,04%

**Apêndice 2** Lista de espécies de acordo com seu Grupo Ecológico -GE (P- Espécies pioneiras e NP- Espécies não pioneiras), Síndrome de Dispersão-SD (ANE- Anemocórica, AUTO- Autocórica e ZOO- Zoocórica), e Áreas em que foram encontradas (INI-Fragmento Florestal de referência inicial; INT-Fragmento Florestal de referência intermediário; AVA-Fragmento Florestal de referência avançado).

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	ÁREA	GE	SD
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch.		AVA P	ZOO
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Annona cacans</i> Warm.	INT	AVA NP	ZOO
<i>Guatteria australis</i> A. St. - Hil.		AVA NP	ZOO
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	INI INT	AVA NP	ZOO
<i>Guatteria pohliana</i> Schtdl.		AVA P	ZOO
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.		INT AVA NP	ZOO
<i>Rollinia laurifolia</i> Schtdl.		INT AVA P	ZOO
<b>APOCYNACEAE</b>			
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.		AVA NP	ANE
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	INI	AVA NP	ANE
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson	INI	AVA P	ANE
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.		INT AVA P	ZOO
<b>AQUIFOLIACEAE</b>			
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek		INT AVA NP	ZOO

**Apêndice 2**, continua...

<b>FAMÍLIA/ ESPÉCIE</b>		<b>ÁREA</b>	<b>GE</b>	<b>SD</b>	
<b>ARALIACEAE</b>					
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maquire, Sreyerm. & Frodin			AVA	P	ZOO
<b>ARECACEAE</b>					
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	INI	INT	AVA	NP	ZOO
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	INI	INT	AVA	P	ZOO
<b>BIGNONIACEAE</b>					
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	INI		AVA	NP	ANE
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.		INT	AVA	P	ANE
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.			AVA	NP	ANE
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	INI	INT	AVA	P	ANE
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	INI	INT	AVA	P	ANE
<b>BORAGINACEAE</b>					
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken			AVA		
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.		INT	AVA	P	ANE
<b>BURSERACEAE</b>					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand			AVA	P	ZOO
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.			AVA	P	ZOO
<b>COMPOSITAE</b>					
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker					
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H. Rob.		INT	AVA	P	ANE

**Apêndice 2, continua...**

<b>FAMÍLIA/ ESPÉCIE</b>		<b>ÁREA</b>		<b>GE</b>	<b>SD</b>
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>		INT		AVA	
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. -Hil.				AVA	P ZOO
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.		INT		AVA	P ZOO
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.				AVA	SC AUTO
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	INI	INT		AVA	P AUTO
<b>FABACEAE</b>					
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	INI	INT		AVA	P AUTO
<i>Andira ormosioides</i> Benth.				AVA	P ZOO
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.				AVA	P ANE
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth				AVA	SC AUTO
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth				AVA	P AUTO
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.	INI			AVA	P ANE
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	INI			AVA	P ZOO
<i>Inga platyptera</i> Benth.				AVA	NP ZOO
<i>Inga vulpina</i> Benth.		INT		AVA	P ZOO
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel				AVA	NP ANE
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Standl.	INI	INT		AVA	P AUTO
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	INI	INT		AVA	P AUTO
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	INI	INT		AVA	P AUTO
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	INI	INT		AVA	P AUTO

Apêndice 2, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE		ÁREA		GE	SD
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	INI	INT	AVA	P	ANE
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima	INI	INT	AVA	P	ANE
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	INI	INT	AVA	P	AUTO
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi		INT	AVA	NP	ZOO
<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.			AVA	P	ZOO
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H. C. Lima			AVA	P	AUTO
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel			AVA	NP	AUTO
<i>Amaioua bermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult. f.			AVA		
<i>Bauhinia forficata</i> Link	INI	INT	AVA	P	AUTO
<i>Andira fraxifolia</i> Benth			AVA	P	ZOO
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.			AVA	P	AUTO
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.			AVA	SC	AUTO
<b>LACISTEMATACEAE</b>					
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat		INT	AVA	NP	ZOO
<b>LAMIACEAE</b>					
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke			AVA	P	ZOO
<b>LAURACEAE</b>					
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.			AVA	NP	ZOO
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.		INT	AVA	NP	ZOO
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez			AVA	NP	ZOO
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.			AVA	NP	ZOO

**Apêndice 2, continua...**

<b>FAMÍLIA/ ESPÉCIE</b>	<b>ÁREA</b>	<b>GE</b>	<b>SD</b>
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez		AVA NP	ZOO
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez		AVA P	ZOO
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez		AVA NP	ZOO
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez		AVA P	ZOO
<b>LECYTHIDACEAE</b>			
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze		AVA P	ANE
<b>MALPIGHIACEAE</b>			
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.		AVA P	ZOO
<b>MALVACEAE</b>			
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell.) A. Robyns	INT	AVA NP	ANE
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	INI INT	AVA P	ANE
<b>MELASTOMATACEAE</b>			
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne		AVA P	ZOO
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	INT	AVA P	ZOO
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin		AVA P	ZOO
<i>Miconia willdenowii</i> Klotzsch ex Naudin	INT	AVA P	ZOO
<i>Bauhinia forficata</i> Link		AVA P	AUTO
<b>MELIACEAE</b>			
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		AVA NP	ZOO
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	INT	AVA NP	ZOO

Apêndice 2, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE		ÁREA		GE	SD
<b>MORACEAE</b>					
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	INI	INT	AVA	P	ZOO
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg			AVA	P	ZOO
<b>MORACEAE</b>					
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.			AVA	NP	ZOO
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger, Lanj. & de Boer		INT	AVA	NP	ZOO
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg			AVA	NP	ZOO
<i>Eugenia blastantha</i> (O. Berg) D. Legrand			AVA	NP	ZOO
<i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess.			AVA	NP	ZOO
<i>Eugenia florida</i> DC.	INI	INT	AVA	NP	ZOO
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.			AVA	NP	ZOO
<i>Myrcia amazonica</i> DC.			AVA	SC	ZOO
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	INI	INT	AVA	P	ZOO
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg			AVA	NP	ZOO
<b>NYCTAGINACEAE</b>					
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	INI		AVA	NP	ZOO
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	INI	INT	AVA	NP	ZOO
<b>PERACEAE</b>					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. Ex Baill.			AVA	P	AUTO
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.			AVA	P	AUTO



Apêndice 2, continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	ÁREA	GE	SD
<b>PHYTOLACCACEAE</b>			
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	INI	AVA SC	ZOO
<b>RUBIACEAE</b>			
<i>Bathysa australis</i> (A. ST. -Hill.) K. Schum.	INT	AVA NP	AUTO
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.		AVA P	AUTO
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.		AVA P	ZOO
<i>Psychotria sellowiana</i> (DC.) Müll.Arg.		AVA NP	ZOO
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.		AVA NP	ZOO
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.		AVA NP	ZOO
<i>Amaioua Bermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult. f.	INI INT	AVA	
<b>SALICACEAE</b>			
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.		AVA NP	ZOO
<b>SAPINDACEAE</b>			
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferrucci		INT AVA P	ZOO
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.		INT AVA P	ZOO
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	INI INT	AVA P	ZOO
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.		AVA P	ZOO
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		AVA P	ZOO

**Apêndice 2, conclusão**

<b>FAMÍLIA/ ESPÉCIE</b>	<b>ÁREA</b>	<b>GE</b>	<b>SD</b>		
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.		AVA	P	ZOO	
<b>SAPINDACEAE</b>					
<i>Toulicia subsquamulata</i> Radlk.	INT	AVA	P	ZOO	
<b>SOLANACEAE</b>					
<i>Solanum asperum</i> Rich.		AVA	P	ZOO	
<i>Solanum caavurana</i> Vell.		AVA	P	ZOO	
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil.		AVA	P	ZOO	
<b>URTICACEAE</b>					
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	INI	INT	AVA	P	ZOO
<b>VERBENACEAE</b>					
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.		AVA	P	ZOO	