

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

BRUNA ELISA TRENTIN

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO
FLORESTAL NO SUL DO BRASIL: RESTAURAÇÃO PASSIVA,
NUCLEAÇÃO E PLANTIO EM LINHAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2015

BRUNA ELISA TRENTIN

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO
FLORESTAL NO SUL DO BRASIL: RESTAURAÇÃO PASSIVA,
NUCLEAÇÃO E PLANTIO EM LINHAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II,
do Curso Superior de Engenharia Florestal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR, como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Campanhã
Bechara

DOIS VIZINHOS

2015

T795a	<p>Trentin, Bruna Elisa Avaliação preliminar de tecnologias de restauração florestal no sul do Brasil: restauração passiva, nucleação e plantio em linhas / Bruna Elisa Trentin – Dois Vizinhos : [s.n], 2015. 67f.:il.</p> <p>Orientador: Fernando Campanhã Bechara Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015. Bibliografia p.62-67</p> <p>1. Reflorestamento 2. Biodiversidade florestal I.Bechara, Fernando Campanhã, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III.Título CDD: 634.9</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO SUL DO BRASIL: RESUTAURAÇÃO PASSIVA, NUCLEAÇÃO E PLANTIO EM LINHAS

por

Bruna Elisa Trentin

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 25 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Fernando Campanhã Bechara
Orientador

Profa. Dra. Daniela Aparecida Estevan
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Mauricio Romero Gorenstein
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam na melhoria do meio ambiente para as futuras gerações, e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuem para isso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Dionisio Trentin e Neusa Schneider Trentin, por serem o maior exemplo que a vida me deu, apoiando-me e incentivando de todas as formas e acreditando em mim de uma forma que eu nunca serei capaz de acreditar. Sou e serei eternamente grata por tudo que fizeram e fazem por mim.

Aos meus irmãos Paulo e Vanessa Trentin, pelo incentivo contínuo, por acreditarem em mim, e servirem de exemplo como pessoas e como profissionais.

Ao meu orientador professor PhD. Fernando Campanhã Bechara por ser meu mestre e fazer com que eu me encantasse pela restauração de áreas degradadas, obrigada por todo incentivo e por toda a experiência que me passou, foi sem dúvida parte chave de minha formação. Também agradeço à professora Dra. Daniela Aparecida Estevan e ao Ms. Elson Felipe Rossetto, pelo auxílio nas coletas de campo e identificação das espécies e pelo árduo trabalho sem o qual este estudo não seria realizado. Ao professor Dr. Mauricio Romero Gorenstein, à professora Dra. Dienes Aparecida de Oliveira Sereia, e ao Dr. Murilo Lacerda Barddal, por toda a ajuda oferecida.

Aos meus queridos amigos e todas as pessoas que de uma forma ou de outra se fizeram presente, sendo meu apoio e porto seguro. Obrigado por todas as conversas trocadas, todo o apoio recebido e por todos os conselhos. Esta jornada não teria sido a mesma sem vocês.

Mais do que simples espaços territoriais, os povos herdaram paisagens e ecologias, pelas quais certamente são responsáveis, ou deveriam ser responsáveis. Desde os mais altos escalões do governo e da administração até o mais simples cidadão, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido da utilização não predatória dessa herança única que é a paisagem terrestre. Para tanto, há que conhecer melhor as limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e paisagem. Há que procurar obter indicações mais racionais, para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico (Walder Góes, 1973).

RESUMO

TRENTIN, Bruna Elisa. **Avaliação preliminar de tecnologias de restauração florestal no sul do Brasil: restauração passiva, nucleação e plantio em linhas.** 2015. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

A ação antrópica possui um efeito desestabilizador sobre os ecossistemas, perturbando sua dinâmica natural, temos assim um aumento de áreas degradadas e de paisagens fragmentadas, reduzindo a biodiversidade e apresentando um risco à extinção de espécies. A recuperação destas áreas através de reflorestamento e outras técnicas de restauração torna-se então muito importante para o reestabelecimento destes ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi realizar um monitoramento da vegetação de uma área em restauração através de três diferentes tratamentos. A área de pesquisa possui 7,2ha e está situada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Em 20/10/2010, a área experimental, antes utilizada com culturas anuais e pastagens, foi roçada e a implantação dos tratamentos foi iniciada. O experimento foi delineado através de 12 parcelas distribuídas em quatro blocos casualizados com três tratamentos. O primeiro tratamento trata-se da regeneração natural através da restauração passiva. O segundo consistiu na utilização de um conjunto de técnicas de nucleação. Já o terceiro tratamento constituiu no plantio de mudas, sob espaçamento 3x2m, através de linhas de preenchimento e diversidade. Para fins de amostragem, cada parcela foi dividida em 24 subparcelas. Para a avaliação da presença de plantas, após 2 anos e 8 meses da implantação dos tratamentos foram realizados levantamentos em três subparcelas aleatórias para cada parcela, onde foram identificados e quantificados todos os indivíduos maiores que 50 cm de altura. Através da comparação entre os indivíduos plantados e regenerantes dos três tratamentos, a técnica de plantio apresentou a maior diversidade de Shannon (2,290), e foi estatisticamente diferente dos demais tratamentos. Considerando-se apenas os indivíduos regenerantes, o tratamento que apresentou maior diversidade de Shannon foi a restauração passiva (1,722). Quando considerados os indivíduos plantados e regenerantes e também os regenerantes, os tratamentos mais similares, foram a restauração passiva e a nucleação, que obtiveram o maior índice de similaridade de Jaccard. O plantio apresentou grande diversidade se considerados os indivíduos plantados, porém esta técnica até então não apresentou a facilitação da regeneração de espécies em seu sub-bosque devido às operações de manutenção, sendo esperado a maior regeneração em idades futuras. A nucleação apresentou a mesma diversidade da restauração passiva, sendo que esta técnica permitiu e facilitou a regeneração de espécies comparada com o plantio. A restauração passiva apresentou grande eficiência, sendo esta técnica a mais adequada para esta área, devido à sua eficiência muito similar a nucleação e com custos muito baixos, indicando que a área de estudo possui elevada capacidade de resiliência. Recomenda-se o diagnóstico da área a ser restaurada antes da escolha da técnica de restauração a ser utilizada, podendo assim evitar custos e interferências nos rumos sucessionais quando estes são desnecessários.

Palavras chave: Floresta subtropical. Técnicas nucleadoras. Linhas de preenchimento e Diversidade. Recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

TRENTIN, Bruna Elisa. **Preliminary assessment of forest restoration technologies in southern Brazil: passive restoration, nucleation and plantation.** 2015. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Human activities have a destabilizing effect on ecosystems, disrupting its natural dynamics, so there is an increase of degraded areas and fragmented landscapes, reducing biodiversity and presenting risk of extinction of species. Forest recovery of these areas through reforestation and other restoration techniques becomes very important for the reestablishment of these ecosystems. The goal of this work was to monitor the vegetation of an area in restoration through three different treatments. The site has 7.2ha and is located in the Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. On 10/20/2010, the experimental area, before used with annual crops and pastures, was mowed and the implementation of the treatments started. The experiment was designed through 12 plots distributed in four random blocks with three treatments. The first treatment is the natural regeneration through passive restoration. The second consisted of using a set of nucleation techniques. The third treatment consisted in planting seedlings spaced in 3x2m, through filling and diversity plantation lines. For sampling purposes, each plot was divided in 24 subplots. To evaluate the presence of plants, after 2 years and 8 months of implementation of the treatments, surveys were conducted in three random subplots on each plot, where all the individuals higher than 50cm of height were identified and quantified. By comparing planted individuals and regenerating in the three treatments, the plantation technique had the highest diversity of Shannon (2,290), and was statistically different from the other two treatments. Considering only the regenerating individuals, the treatment with the highest diversity of Shannon was passive restoration (1,722). The most similar treatments when considering the planted individuals and regenerating, and only regenerating, were the passive restoration and nucleation, who obtained the highest Jaccard similarity index. Plantation showed the highest diversity, if considered the planted individuals, but this technique so far didn't show the facilitation of species regeneration in its understory, due to maintenance techniques; it is expected an increasing in regeneration in future ages. The nucleation had the same diversity of passive restoration, whereas this technique allowed and facilitated species regeneration compared to plantation. Passive restoration showed great efficiency, which is the most suitable technique for this area due to its very similar efficiency compared to nucleation and the advantage of very low costs, indicating that the studied area has high resilience. It is recommend the diagnosis of the area to be restored before choosing the restoration technique to be used, thus being able to avoid costs and interference in the succession trajectory when it is not needed.

Keywords: Subtropical forest. Nucleation Techniques. Filling and diversity lines. Recovery of degraded areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Remanescentes florestais da Mata Atlântica no Brasil 2012-2013 e remanescentes florestais da Mata Atlântica no estado do Paraná 2012-2013, onde a área em vermelho indica a localização aproximada do município de Dois Vizinhos – PR.....	20
Figura 02 - Fatores que devem ser considerados no planejamento de estratégias de restauração de áreas degradadas.	22
Figura 03 - Localização da área em processo de restauração na fazenda da UTFPR - DV, no canto superior esquerdo a localização da área no mapa do Brasil, no canto superior direito vista aérea da área de estudo e na parte inferior fotos dos diferentes tratamentos de restauração (Restauração Passiva, Nucleação e Plantio) aos 3 anos e 2 meses de idade.	28
Figura 04 - Técnica de restauração passiva aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV....	29
Figura 05 - Técnica de nucleação aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV.....	30
Figura 06 - Tratamento de plantio em linhas de preenchimento e diversidade aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV.....	31
Figura 07 - Roçada da área de implantação de técnicas para manutenção do plantio em linhas de preenchimento e diversidade e das faixas de nucleação.	32
Figura 08 - Exemplo de amostragem da vegetação em uma subparcela com a utilização de baliza como método de inclusão de indivíduos maiores que 50 cm de altura.....	33
Figura 09 - Comparação de parâmetros qualitativos dos diferentes tratamentos, onde: N. spp. = número de espécies, % spp. = porcentagem de espécies, PA = Restauração passiva, NU = Nucleação, PL = Plantio em linhas de preenchimento e diversidade e NS = não significativo. a) Número de espécies e porcentagem de espécies nativas, exóticas e indeterminadas de cada tratamento. b) Número de espécies e porcentagem de espécies herbáceas, lenhosas e indeterminadas em cada tratamento. c) Número de espécies e porcentagem das diferentes síndromes de dispersão (anemocoria, autocoria, zoocoria, epizoocoria e indeterminadas) nos diferentes tratamentos, onde as barras indicam o erro.	42
Figura 10 - Comparação de parâmetros qualitativos dos diferentes tratamentos, onde NS = não significativo, DA = densidade absoluta (ind.ha^{-1}), DR = densidade relativa (%), PA = Restauração passiva, NU = Nucleação e PL = Plantio em linhas de preenchimento e diversidade. a) Densidade absoluta e densidade relativa dos indivíduos nativos, exóticos e indeterminados de cada tratamento. b) Densidade absoluta e densidade relativa de indivíduos herbáceos, lenhosos e indeterminados em cada tratamento. c) Densidade absoluta e densidade relativa das diferentes síndromes de dispersão (anemocoria, autocoria, zoocoria, epizoocoria e indeterminadas) nos diferentes tratamentos, onde as barras indicam o erro.	44
Figura 11 - Lista das famílias botânicas amostradas por tratamento e número de espécies encontradas em cada família. a) lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Restauração passiva. b) Lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Nucleação. c) lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Plantio em linhas de preenchimento e diversidade.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Relação das espécies levantadas em todos os tratamentos incluindo origem; hábito; dispersão: ane = anemocória, zoo = zoocórica, aut = autocórica, epi = epizocórica; plantada (P); regenerante (R) e número de indivíduos em cada tratamento (NiPA, NiNU, NiPL).	38
Tabela 02 - Relação de número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha ⁻¹ , densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de restauração passiva (PA).	48
Tabela 03 - Relação de espécies regenerantes ou plantadas (P/R), número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha ⁻¹ , densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de nucleação (NU).	50
Tabela 04 - Relação de espécies regenerantes e plantadas (P/R), número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha ⁻¹ , densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL).	52
Tabela 05 - Comparação de índices de diversidade, equabilidade e dominância dos indivíduos plantados e regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	55
Tabela 06 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos indivíduos plantados e regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	56
Tabela 07 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos quatro blocos em relação aos indivíduos plantados e regenerantes, de área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	57
Tabela 08 - Índice de similaridade de Jaccard obtidos através da comparação dos indivíduos plantados e regenerantes dos 3 tratamentos no município de Dois Vizinhos - PR.	57
Tabela 09 - Comparação de índices de diversidade, equabilidade e dominância apenas dos indivíduos regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	59
Tabela 10 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon, apenas dos indivíduos regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	60
Tabela 11 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos quatro blocos em relação aos indivíduos regenerantes, de área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.	60

Tabela 12 - Índice de similaridade de Jaccard obtidos através da comparação dos indivíduos regenerantes dos 3 tratamentos no município de Dois Vizinhos – PR.....61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 JUSTIFICATIVA	18
4 REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1 RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	19
4.2 LEGISLAÇÃO	21
4.3 RESTAURAÇÃO PASSIVA VS. ATIVA	21
4.4 RESTAURAÇÃO PASSIVA.....	24
4.5 NUCLEAÇÃO	25
4.6 PLANTIO EM LINHAS DE PREENCHIMENTO E DIVERSIDADE.....	26
5 MATERIAL E MÉTODOS	27
5.1 ÁREA DE ESTUDO	27
5.2 METODOLOGIA.....	29
5.3 PRÁTICAS SILVICULTURAIS	31
5.4 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO.....	32
5.5 ANÁLISE DOS DADOS	33
5.5.1 Densidade	34
5.5.2 Frequência	34
5.5.3 Índice de diversidade de Shannon	35
5.5.4 Índice de equabilidade	36
5.5.5 Índice de dominância de Berger-Parker	36
5.5.6 Índice de similaridade de Jaccard.....	36
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
6.1 ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA: INDIVÍDUOS PLANTADOS E REGENERANTES.....	41
6.1.1 Riqueza e composição de espécies	41
6.1.2 Densidade	44
6.1.3 Famílias botânicas	45
6.2 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	48
6.2.1 Restauração passiva (PA)	48
6.2.2 Nucleação (NU).....	49
6.2.3 Plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL)	52
6.2.4 Comparação entre os tratamentos: indivíduos plantados e regenerantes	54
6.2.5 Comparação entre os tratamentos: indivíduos regenerantes.....	58
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS	63

ANEXO A – MAPA DA RESTAURAÇÃO PASSIVA E ESQUEMA DE SUBPARCELAS DE AMOSTRAGEM BOTÂNICA.....	69
ANEXO B – MAPA DA NUCLEAÇÃO.	70
ANEXO C – MAPA DO PLANTIO EM LINHAS DE PREENCHIMENTO E DIVERSIDADE.	71
ANEXO D – LISTA DE ESPÉCIES UTILIZADAS NOS TRATAMENTOS PLANTIO E NUCLEAÇÃO, INCLUINDO O CÓDIGO DA ESPÉCIE, O NOME POPULAR, A CATEGORIA SUCESSIONAL E SILVICULTURAL, A ORIGEM DA MUDA E TAMBÉM EM QUAIS TRATAMENTOS FOI UTILIZADA (LINHAS DE PREENCHIMENTO E DIVERSIDADE OU NUCLEAÇÃO).	72

1 INTRODUÇÃO

A ação antrópica tem um efeito desestabilizador sobre os ecossistemas, perturbando sua dinâmica natural, ocasionando deste modo um aumento de áreas degradadas e de paisagens fragmentadas, reduzindo a biodiversidade e apresentando um risco à extinção de espécies (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2008, p. 29). A sociedade tem se preocupado crescentemente com os efeitos da degradação ambiental nos ecossistemas, porém, isto não tem contribuído para a redução desses processos. Ainda é degradado anualmente no Brasil, aproximadamente 6% da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, sendo que um levantamento mostrou que após dois anos da aprovação do novo código florestal a taxa de desmatamento na Mata Atlântica subiu 9% em relação ao período anterior, onde o estado do Paraná ocupa o 4º lugar no ranking de desmatamento (INPE, 2014). Este bioma hoje possui menos de 8% de sua cobertura original, e está entre os 25 *hotspots* mundiais, ou seja, áreas mais ricas e ameaçadas do mundo (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, 2000, p. 02).

Área degradada é toda aquela que se encontra impossibilitada de voltar de forma natural, a um estado semelhante ao anterior. Já área alterada ou perturbada é definida como a área que possui ainda capacidade de regeneração natural (IBAMA, 2011). A restauração é definida pelo SNUC (Lei Federal 9.985/ de 18 de julho de 2000) como a restituição de um ecossistema degradado à um estado não-degradado, o mais próximo possível do seu estado original. No artigo 4º do capítulo I do Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) do IBAMA (2011), que trata das disposições gerais, afirma-se que dependendo da condição da área a ser recuperada, poderá ser conduzida a regeneração natural da vegetação.

A restauração de um ecossistema deve possuir como objetivo, a restauração não somente da estrutura vegetal, mas também da ecologia destas comunidades, de uma forma que facilite a recuperação natural destes ecossistemas (ENGEL; PARROTA, 2003; GOMEZ-APARICIO et al., 2004, p. 1136). A utilização de indicadores de vegetação vem sendo empregada no Brasil, nas técnicas de plantio misto de espécies nativas para a restauração de ecossistemas. (SORREANO, 2002, p. 02; SOUZA; BATISTA, 2004; DAMASCENO, 2005; HARDT et al., 2006). Alguns autores brasileiros (BOANARES e AZEVEDO, 2014; REIS et al., 2003; BECHARA et al., 2007; REIS; TRES, 2007; REIS; TRES; SCARIOT, 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010) tem se proposto ao estudo de técnicas baseadas nas teorias da nucleação de Yarranton e Morrison (1974) que já vem sendo empregadas em diversas regiões

do país, incluindo ações governamentais e de empresas hidrelétricas e florestais nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso do Sul e, mais recentemente no Paraná (onde estão sendo desenvolvidas pesquisas com o apoio da Companhia Paranaense de Energia - COPEL e do Instituto Ambiental do Paraná).

A ciência tem buscado aprimorar os processos de restauração através de estudos e desenvolvimento de técnicas, de produção de mudas e sementes, de formas de plantio, levando em consideração os estágios sucessionais, com o objetivo de restaurar também a dinâmica florestal. Foram desenvolvidos diversos modelos de plantio utilizando grupos sucessionais, entretanto, em todos eles, as espécies de sucessão inicial tinham como intento principal o sombreamento através do crescimento rápido, fornecendo assim um ambiente favorável para a eliminação de gramíneas invasoras e o desenvolvimento de espécies climáticas (NAVE; RODRIGUES, 2007, p. 14).

Alguns autores estudam o isolamento da área como um método de restauração, visto que a regeneração natural é limitada por diversos mecanismos, especialmente pelo crescimento das plantas nas fases iniciais. Essa limitação pode estar ligada ao número de sementes produzidas, à forma de dispersão, ou até aos processos que ocorrem após a dispersão impedindo o estabelecimento das plântulas. Afirma-se também que o histórico de perturbação que a área em regeneração foi submetida apresenta diversas implicações na sucessão florestal, pois os tipos e intensidades de perturbação definem e moldam a futura estrutura florestal (ALVES; METZGER, 2006, p. 03).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as potencialidades de três diferentes métodos para restauração florestal - 1) Restauração passiva; 2) Nucleação; e 3) Plantio em linhas de preenchimento e diversidade através de um levantamento de vegetação aos 2 anos e 8 meses de idade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a riqueza, diversidade e densidade de plantas em área sob diferentes métodos de restauração;
- Identificar o hábito, forma de dispersão e origem das espécies encontradas;
- Comparar os parâmetros ecológicos supracitados em cada método de restauração, afim de diagnosticar a vegetação presente.

3 JUSTIFICATIVA

Uma das metas do governo para reduzir a emissão de gases de efeito estufa é recuperar 15 milhões de ha de áreas degradadas por pastagens até 2020 (MAPA, 2012). A recuperação apropriada destas áreas está intimamente ligada a escolha de técnicas adequadas, e a escolha destas técnicas depende de estudos que possam auxiliar e informar aos restauradores sobre qual direção seguir em seus projetos de restauração.

No Brasil, há uma carência de estudos de restauração florestal que sejam comparativos, e em áreas experimentais cujos fatores externos sejam bem controlados para comparação das diferentes potencialidades das técnicas de restauração. Este projeto apresenta-se como uma forma de contribuir para a análise das especificidades de cada técnica de restauração dentro de uma área permanentemente monitorada e protegida dentro de uma universidade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

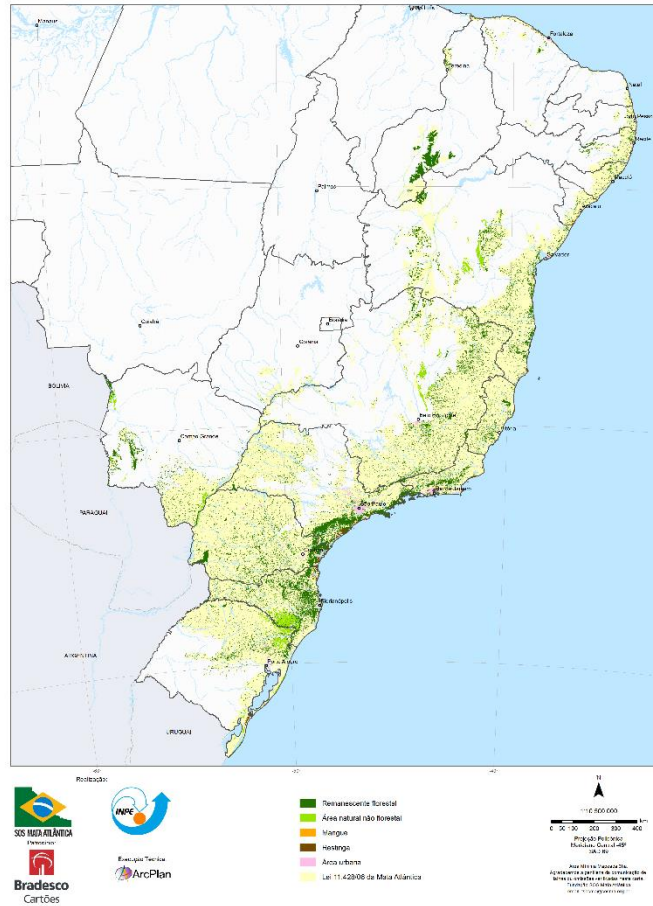
4.1 RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

As atividades realizadas pelo homem, quando desenvolvidas de forma inadequada, ocasionam a degradação dos ecossistemas, originando assim diversas consequências como deslizamentos, erosões aceleradas e enchentes. Para reversão destes problemas ambientais, criaram-se técnicas e estratégias para a recuperação de áreas degradadas, assim como a recuperação destes ecossistemas fortemente modificados pela atividade antrópica (VALCARCEL; SILVA, 1997, p. 102).

A intenção humana de restaurar áreas degradadas sempre esteve presente durante a história da humanidade. Inicialmente, não haviam objetivos claros para restauração, porém havia a intenção de restaurar estas áreas para preencher certos aspectos pessoais, sociais e culturais de cada região. Com a disseminação de práticas de restauração, certamente surgiram algumas questões: será possível restaurar áreas do seu ponto de vista biológico? Haverá recursos adequados para que este processo de restauração seja aplicável? Quanto tempo será preciso para restaurar uma área por completo? Estas perguntas devem ser respondidas, e para que sejam, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que suportem determinados métodos de restauração para alcançar estes objetivos (RODRIGUES; MARTINS; GANDOLFI, 2006, p. 04).

A Mata Atlântica é um bioma de alta diversidade, e ao mesmo tempo que este é considerado um dos biomas mais importante do mundo, é também um dos mais ameaçados, sendo que a crescente ocupação de áreas e a utilização de recursos naturais deste bioma, fez com que a Mata Atlântica fosse convertida em milhões de ha de áreas degradadas (PINTO et al., 2009). Atualmente, restam menos de 8% de sua cobertura original (Figura 01), sendo que a recuperação destas áreas é de suma importância para garantir a continuidade deste ecossistema no futuro.

Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2012-2013



Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2012-2013

PARANÁ

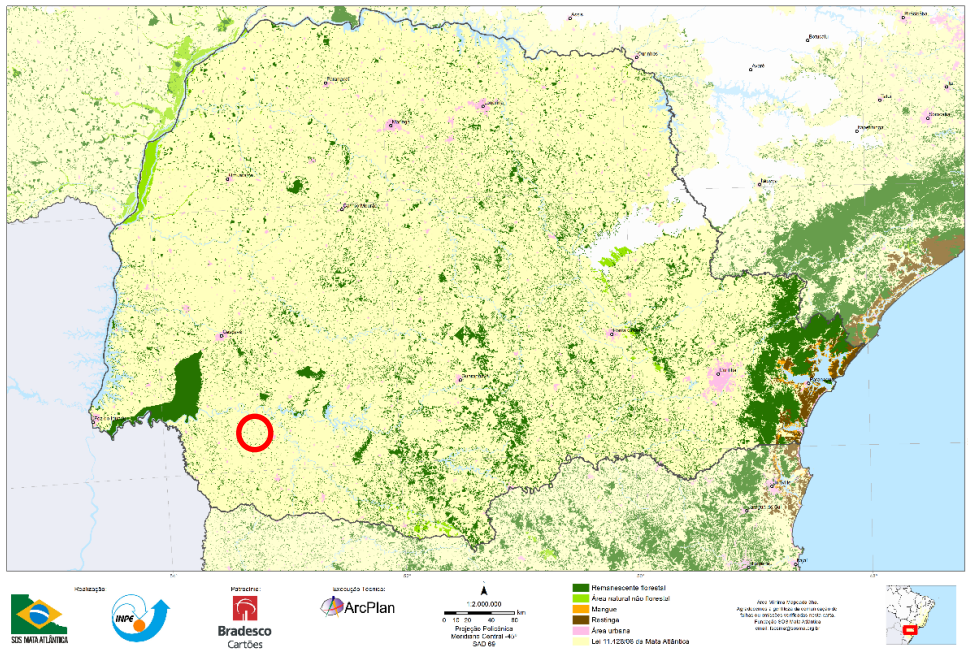


Figura 01 - Remanescentes florestais da Mata Atlântica no Brasil 2012-2013 e remanescentes florestais da Mata Atlântica no estado do Paraná 2012-2013, onde a área em vermelho indica a localização aproximada do município de Dois Vizinhos – PR.

Fonte: Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2012-2013.

4.2 LEGISLAÇÃO

Além da perda ambiental que a permanência de áreas degradadas ocasiona, a recuperação de áreas degradadas encontra respaldo na lei. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225 diz: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Desta forma, este mesmo artigo ainda diz que para que esse direito seja efetivado, é um dever do Poder Público preservar e restaurar os processos ecológicos. O artigo 4 desta mesma constituição, que trata das disposições da Política Nacional do Meio Ambiente, prevê a restauração. A Lei Federal 12.854 (2013) incentiva e fomenta ações de recuperação de áreas degradadas e a implantação de sistemas agroflorestais para áreas em casos especificados pela lei. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) na instrução normativa nº.4, de 13 de abril de 2011, estabelece os procedimentos para a elaboração do Plano de Recuperação de Área Alterada ou Degradada (PRADA), para que assim a legislação ambiental seja cumprida e as áreas sejam adequadamente recuperadas. No âmbito estadual, a Lei 10.066/1992, que cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), cita que são objetivos do IAP, executar e elaborar planos que protejam a biodiversidade, preservando e restaurando os processos ecológicos. É também sua finalidade promover a execução da recuperação de Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Unidades de Conservação, que estejam degradadas, diretamente ou na forma de convênios, devendo também fiscalizar e controlar a recuperação florestal.

4.3 RESTAURAÇÃO PASSIVA VS. ATIVA

Ações de restauração podem estar ligadas desde a remoção de fatores de perturbação e isolamento da área para que a regeneração natural seja estimulada - restauração passiva -, ou à intervenção do homem através de técnicas para acelerar e influenciar a trajetória da sucessão natural do local - restauração ativa. Projetos de restauração ativa estão sendo cada vez mais comuns devido a uma pressão da sociedade, que espera resultados imediatos, em função do longo tempo necessário para uma restauração passiva. Porém, há uma discussão, baseada em

uma série de exemplos onde a restauração passiva deu certo, através dos quais é dialogado se a restauração ativa é realmente necessária em todos os casos, pois esta demanda maior custo, que poderia ser evitado em áreas onde a restauração passiva seria suficiente (HOLL; AIDE, 2011, p. 1558).

A estrutura da vegetação restaurada utilizando a restauração ativa e utilizando a restauração passiva pode ser muito distinta. Esta diferença estrutural pode influenciar diversos componentes do ecossistema como por exemplo a qualidade do habitat e a disponibilidade de alimentos para animais, e até a disponibilidade de alimento (MORRISON; LINDELL, 2011, p. 170).

A restauração ativa em muitos casos pode até retardar a recuperação do ecossistema em questão ou apresentar uma forte influência nos rumos sucessionais daquele local. Então, onde e quando deve-se intervir em um processo de restauração ou apenas permitir a regeneração natural para que este se recupere passivamente? A figura 02 apresenta um diagrama para decidir quando deve-se intervir na recuperação de um ecossistema, e quando deve-se permitir a restauração passiva (HOLL; AIDE, 2011, p. 1559).

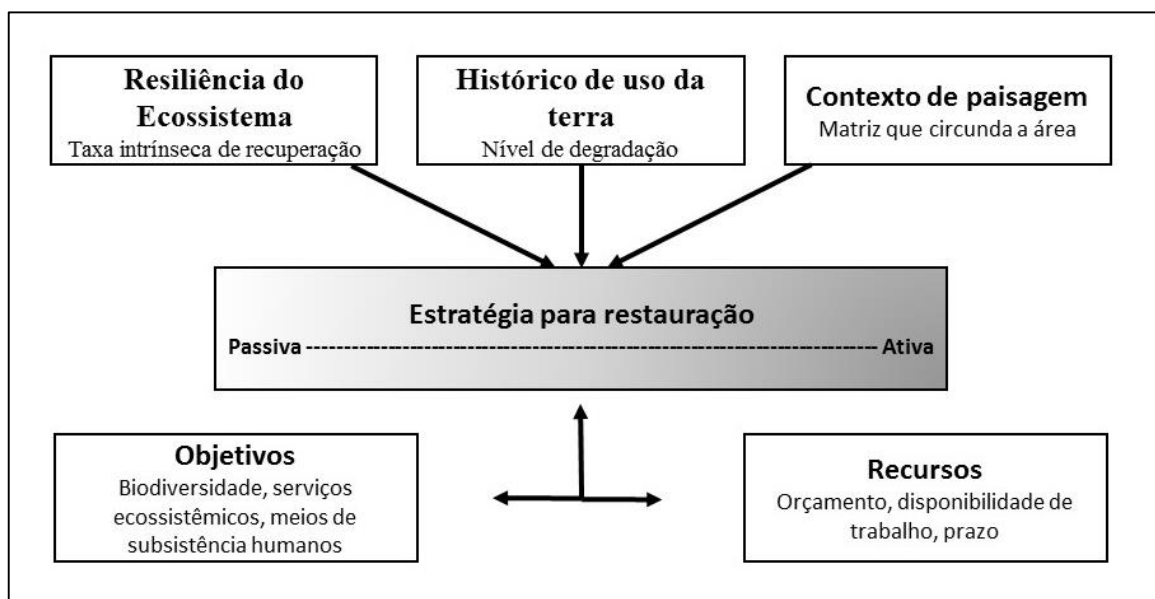


Figura 02 - Fatores que devem ser considerados no planejamento de estratégias de restauração de áreas degradadas.

Fonte: Traduzido de Holl e Aide (2011, p. 1559).

A taxa de recuperação de uma área irá depender da capacidade de resiliência deste ecossistema, do histórico de uso da terra e do contexto de paisagem. A resiliência de um ecossistema é a capacidade deste ecossistema perturbado de voltar ao seu estado original, e

pode variar com uma série de fatores como tipo de distúrbio que o local sofreu, precipitação, temperatura, tipo de solo, dentre outros. O histórico de uso da terra está intimamente ligado com a intensidade de degradação, que irá influenciar na resiliência do local. Diferentes níveis de degradação podem afetar o banco de sementes, plântulas existentes no local e rebrotações. Se a área antes foi cultivada com gramíneas invasoras, estas podem dominar o banco de sementes do solo, o que dificultará a regeneração natural das espécies nativas naquele local. O contexto de paisagem também é muito importante para a resiliência do local porque a matriz em que a área está inserida serve como fonte de propágulos para a regeneração de espécies. Além disso, ações de manejo em áreas ao entorno da área a ser recuperada, como a introdução de espécies invasoras, aplicação de herbicidas, ou fogo podem impedir a recuperação da área (HOLL; AIDE, 2011, p. 1560).

O objetivo para o qual a área está sendo restaurada é de suma importância para a definição do método a ser utilizado. Isto parece óbvio, porém muitos trabalhos de restauração possuem ausência de foco e objetividade, o que prejudica a escolha do método adequado. Estes objetivos podem ser tanto ambientais quanto sociais. Mesmo se os objetivos estão bem definidos, a aplicação dos mesmos ainda irá depender dos recursos disponíveis para a realização deste projeto, como orçamento, mão-de-obra e prazo (HOLL; AIDE, 2011, p. 1560). Entretanto, existem algumas recomendações gerais sobre quando se deve utilizar métodos de restauração passiva ou ativa. A restauração passiva é indicada em áreas onde as funções do ecossistema não foram totalmente prejudicadas pela degradação, e a resiliência deste ecossistema é alta: este processo vai demandar longos períodos de tempo para o processo de restauração, porém em alguns casos a restauração passiva pode ser mais rápida, dependendo da resiliência do local. Por outro lado, há casos onde a restauração passiva não será capaz de atingir uma reabilitação do local: nestes casos a restauração ativa é recomendada. Nesta situação, será necessário um maior investimento e insumos energéticos, pois o ecossistema a ser restaurado encontra-se extremamente degradado: porém os resultados virão em um espaço mais curto de tempo (ARONSON; LE FLOC'H; OVALLE, 2002, p. 474).

Apesar da existência de algumas recomendações gerais para restauração, cada área a ser restaurada possui características próprias que devem ser avaliadas para a escolha do método adequado de restauração. Desta forma, o diagnóstico correto da área é de suma importância para a utilização de métodos que possam aliar bons resultados com a possibilidade de baixos custos.

4.4 RESTAURAÇÃO PASSIVA

Ao avaliar as situações em que a degradação está ocorrendo, é necessário adotar técnicas para a recuperação destas áreas. Estas estratégias podem ser ao longo prazo, como o isolamento da área contra fatores de perturbação para que a vegetação se recomponha naturalmente (WADT, 2003, p. 20). Desta forma a área será ocupada nos primeiros anos com espécies colonizadoras, formando uma “capoeira”, e seguirá seu ciclo de sucessão natural, até que alcance a fisionomia de uma floresta madura. A regeneração natural ainda é considerada vantajosa pelo seu menor custo, além de suas vantagens ambientais, onde a regeneração irá ocorrer por conta, sem a intervenção do homem, que poderia causar possíveis tendências artificiais aos rumos sucessionais.

Aide et al. (2000, p. 331) descreveram padrões de regeneração natural em florestas tropicais abandonadas 5 a 75 anos após a prática de pastagens. Ao analisar os locais de restauração passiva, notaram uma grande densidade de espécies pioneiras, que possui uma tendência de ser substituída com o tempo: sendo que tanto em florestas com 35-40 anos e florestas com mais de 70 anos, a densidade de espécies pioneiras não diferiu de forma significativa. A riqueza de espécies também não diferiu significativamente entre as diferentes idades dos locais. Desta forma, nota-se que após cerca de 40 anos, a floresta secundária adquiriu características muito semelhantes às florestas mais antigas (70 anos ou mais). Isso sugere que a regeneração natural pode ser considerada uma boa estratégia para a restauração de Florestas Tropicais para locais de alta resiliência.

O histórico de perturbação que uma área em regeneração foi submetida apresenta diversas implicações na sucessão florestal, pois os tipos e intensidades de perturbação definem e moldam a futura estrutura florestal. A regeneração florestal é controlada então, por diversos mecanismos, sendo o principal, a limitação do crescimento das plantas nas fases iniciais. Essa limitação pode estar ligada ao número de sementes produzidas, à forma de dispersão, ou até aos processos que ocorrem após a dispersão impedindo o estabelecimento das plântulas (ALVES; METZGER, 2006, p. 03).

Holl (1999, p. 239) investigou a importância dos fatores limitantes nas fases iniciais de regeneração da Floresta Montana Úmida em uma área de pastagem abandonada. A autora discute que a ausência de dispersão de sementes é um importante fator de limitação para a regeneração em pastagens. Testes mostraram que a taxa de germinação de sementes colocadas para germinar no pasto não diferiu significativamente das colocadas para germinar em

floresta, concluindo-se assim que, a taxa de germinação não é um grande fator limitante e sim a ausência de dispersão. Toriola, Chareyre e Buttler (1998, p. 324) afirmam que os agentes de dispersão favorecem um padrão aleatório de restauração, diminuindo a tendência dos rumos da futura floresta, deixando com que isso ocorra naturalmente.

4.5 NUCLEAÇÃO

O processo de nucleação consiste na utilização de núcleos de vegetação que são implantados em uma área degradada. Estes núcleos têm como objetivo promover um fluxo ecológico entre a natureza e os núcleos implantados, resultando em uma sucessão ecológica ao longo do tempo (REIS; BECHARA; TRES, 2010, p. 245).

Dentre as técnicas de nucleação lançadas por Reis et al. (2003; 2010, p. 247) estão: transposição de banco e chuva de sementes, semeadura direta de coberturas vivas, poleiros artificiais para aves e morcegos, abrigos artificiais para fauna e, plantios de espécies arbóreas e bromélias-tanque em grupos de Anderson. A presença de fragmentos florestais próximos da área a ser restaurada pode ser aliada a técnicas que potencializem a regeneração natural, como a nucleação (RODRIGUES et al., 2009, p. 1246).

No contexto internacional, a nucleação foi divulgada por Wuethrich (2007, p. 1072), como uma das principais técnicas para reconstrução de ecossistemas funcionais nas florestas tropicais brasileiras, destacando a importância da facilitação e da heterogeneidade ambiental no processo de restauração. O modelo de nucleação passa a ser apontado como uma promissora ferramenta de restauração, pois simula um padrão de restituição mais gradual e natural. Também se destaca os plantios em ilhas, que se constitui em uma prática que imita o processo de nucleação, apresenta crescimento e sobrevivência semelhante às plantações convencionais, e que ainda facilita o estabelecimento de outras espécies, criando micro habitats favoráveis (CELENTANO et al., 2011, p. 279; COLE; HOLL; ZAHAWI, 2010, p. 1256; HOLL et al., 2011, p. 470).

No Brasil, a nucleação tem se mostrado viável em condições experimentais, sendo que as técnicas de nucleação já foram implantadas em diversos ecossistemas (BRANCALION et al., 2010; DURIGAN et al., 2010, p. 472). No contexto dos órgãos ambientais estaduais, o modelo de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Mato Grosso e o de São Paulo indicam a utilização da nucleação como um método para restauração. O modelo de

PRAD do IBAMA-SC também indica a utilização de nucleação e ainda descreve as técnicas a serem utilizadas.

Analisando este histórico, podemos notar o quanto a nucleação e suas técnicas foram abordadas e estão cada vez mais inseridas no contexto técnico e científico. Sua importância nos processos de restauração ecológica está sendo representada com diversos estudos sobre a sua influência na facilitação da regeneração natural, com menores custos quando comparados com os plantios convencionais.

4.6 PLANTIO EM LINHAS DE PREENCHIMENTO E DIVERSIDADE

Nave e Rodrigues (2007, p. 03) definiram grupos ecológicos de plantio, os quais pertencem espécies que juntas devem produzir o recobrimento total da área degradada em curto prazo, para assim formar uma fisionomia florestal que contenha um grande número de espécies, que permitam o desenvolvimento de uma sucessão secundária, e que futuramente forme uma floresta. Foram então definidos dois grupos funcionais: o grupo das “espécies de preenchimento” e o grupo das “espécies de diversidade”. Essa metodologia de plantio resulta em uma mais rápida e eficiente formação de dossel florestal em áreas degradadas submetidas ao plantio aleatório, incluindo também menores custos finais para sombreamento (GANDOLFI; BELLOTTO; RODRIGUES, 2009, p. 71; RODRIGUES et al., 2009). Desta forma, o grupo de preenchimento tem como objetivo a rápida cobertura, para então fornecer sombra para as espécies de diversidade, e também impedir o crescimento de espécies que possam gerar competição, como as gramíneas. No grupo de diversidade estão as demais espécies que não possuam características das espécies de preenchimento, essas são na maioria, secundárias tardias ou climáticas (NAVE; RODRIGUES, 2007, p. 03).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

Dentre as formações florestais da Mata Atlântica, o município de Dois Vizinhos situa-se em um ecótono de Floresta Ombrófila Mista (FOM) com influência de Floresta Estacional Semidecidual (FES). A FOM, caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), cobria originalmente aproximadamente 175.000 km² na região Sul, mas atualmente restam apenas 20.000 km² (ou 11,42%). A intensa exploração madeireira e a abertura de áreas para o cultivo agrícola contribuíram para a redução desta formação florestal (RONDON NETO et al., 2002, p. 29). A FOM da região sofre uma intensa influência da FES que, estruturada em camadas, apresenta um dossel formado por árvores que podem atingir até 40 m de altura. Seu estrato arbustivo é rico em diversidade de plantas assim como sua camada herbácea. A característica marcante desta floresta é que as árvores perdem parcialmente suas folhas em função das variações climáticas (chuvas e secas) (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010, p. 03).

A área de estudo (Figura 03) possui 7,2 ha e está situada na região norte do município de Dois Vizinhos, dentro da fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sendo que a altitude varia entre 475 e 510 m. Segundo a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, este local pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, e está localizado dentro da “Unidade Hidrográfica dos Afluentes do Baixo Iguaçu”, em rio de quarta ordem que alimenta o Rio Erveira, que abastece o Rio Chopim, principal afluente do Rio Iguaçu na região sudoeste do Estado do Paraná. A área experimental possui um clima subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen. A área experimental situa-se entre as coordenadas geográficas 25°41’44” – 25°41’49”S e 53°06’23” – 53°06’07”W.

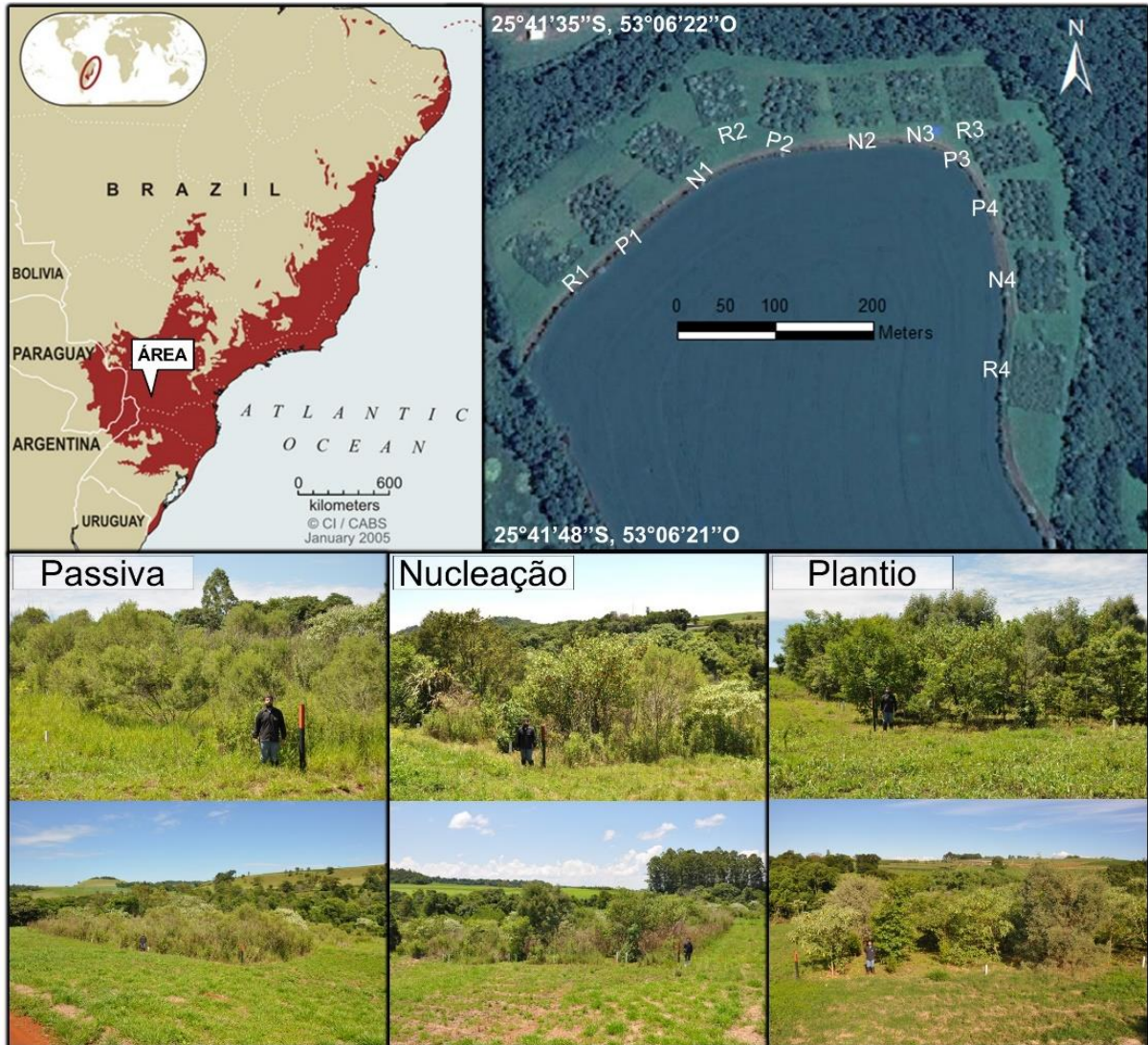


Figura 03 - Localização da área em processo de restauração na fazenda da UTFPR - DV, no canto superior esquerdo a localização da área no mapa do Brasil, no canto superior direito vista aérea da área de estudo e na parte inferior fotos dos diferentes tratamentos de restauração (Restauração Passiva, Nucleação e Plantio) aos 3 anos e 2 meses de idade.

Fonte: Bechara, 2013.

De 1993 a 2005, o uso do solo foi com culturas anuais de inverno (aveia e trigo) e verão (feijão, milho e soja). De 2006 a 2008 a área foi plantada com mudas de pastagem (capim-estrela-africana; *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) para bovinocultura. Em 2009, o local voltou a ser usado com culturas anuais até a última colheita realizada em 15 de outubro de 2009. Em 20 de outubro de 2010, a área experimental foi roçada. A partir desta data, a área encontrou-se isolada de fatores de perturbação e os tratamentos foram implantados.

5.2 METODOLOGIA

O experimento foi delineado através de 12 parcelas de 40x54 m (2.160 m²) que foram distribuídas em quatro blocos casualizados com três tratamentos. O primeiro tratamento (Figura 04) compreende a regeneração natural através da restauração passiva (Anexo A).



Figura 04 - Técnica de restauração passiva aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV.
Fonte: Bechara, 2013.

O segundo (Figura 05) consistiu na utilização de um conjunto de técnicas de nucleação (Anexo B; Anexo D) onde foram implantados em cada parcela: dois poleiros artificiais para avifauna; seis abrigos artificiais para atração da fauna terrestre construídos através de pilhas de um estéreo de madeira; plantio de placas de mudas procedentes de banco e chuva de sementes (seis placas de banco e seis placas de chuva) de floresta em estágio médio de sucessão; plantio de árvores em ilhotas de cinco mudas, sob espaçamento 1x1 m (em forma cruz) onde as quatro plantas laterais foram sombreadoras (9 espécies pioneiras) e a planta central foi sombreada (25 espécies não-pioneiras) totalizando 24 ilhotas; 24 núcleos de 3x4 m

com cobertura de feijão-guandú (*Cajanus cajan* (L.) Huth); e plantio de bromélias (*Bromelia antiacantha* Bertol.) em seis ilhotas de cinco mudas, sob espaçamento 0,5x0,5 m (em forma cruz). O conjunto de técnicas foram implantadas em faixas de 3x40 m, onde foi realizada a limpeza através de roçadas e capinas químicas. As técnicas nucleadoras ocuparam 1/3 da área total.



**Figura 05 - Técnica de nucleação aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV.
Fonte: Bechara, 2013.**

O terceiro tratamento (Figura 06) constituiu em cada parcela, no plantio de mudas em área total (Anexo C; Anexo D), sob espaçamento 3x2 m totalizando 360 mudas por parcela ($1666,6 \text{ ha}^{-1}$), através de linhas de preenchimento e diversidade, onde foram plantadas, de modo intercalado, árvores de preenchimento (10 espécies, sendo 18 mudas por espécie) e árvores de diversidade (60 espécies, sendo 3 mudas por espécie).



Figura 06 - Tratamento de plantio em linhas de preenchimento e diversidade aos 3 anos e 2 meses de idade na UTFPR-DV.

Fonte: Bechara, 2013.

5.3 PRÁTICAS SILVICULTURAIS

Durante os primeiros três anos de implantação do experimento (10/2010 a 10/2013), todas as parcelas de plantio e as faixas de nucleação foram roçadas (Figura 07) e sofreram a aplicação de herbicida (glifosato) semestralmente, para controle de plantas daninhas. Também semestralmente, para controle de formiga cortadeira foram distribuídas armadilhas de formicida (0,05% sulfluramida e 0,003% fipronil) em todo o perímetro da área (a cada 15 m) e iscas granulares foram distribuídas sistematicamente (a cada 5x5 m). Depois de 1 e 3 anos, todas as plantas regenerantes de *Hovenia dulcis* Thunb., espécie exótica invasora da região, foram removidas de forma manual de todas as parcelas. As covas de plantio foram fertilizadas com 360g de NPK (5:20:10) e preenchidas com hidrogel.

Além disso, foram realizadas adubações de cobertura pós plantio com 40 g de ureia para cada muda, anualmente até o terceiro ano. Todas as mudas foram protegidas com colar protetor de mudas no momento de plantio. As mudas mortas foram replantadas por quatro

vezes até o segundo ano (novembro de 2012). Após quatro replantios, as mudas remanescentes apresentavam uma porcentagem de mortalidade de 10%.



Figura 07 - Roçada da área de implantação de técnicas para manutenção do plantio em linhas de preenchimento e diversidade e das faixas de nucleação.
Fonte: Bechara, 2013.

5.4 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

Cada parcela foi subdividida em 24 subparcelas de 9 x 10 m (90 m²). Para a avaliação da presença de plantas, após 2 anos e 8 meses da implantação dos tratamentos (período de avaliação: junho de 2013) foi feito um levantamento em três subparcelas aleatórias para cada parcela. Foram identificados e quantificados todos os indivíduos vegetais maiores que 50 cm de altura, exceto gramíneas, distribuídos em 12 subparcelas por tratamento, totalizando uma área amostral de 3.240 m². Para a acurácia da altura dos indivíduos foi utilizada uma baliza que possuía uma faixa indicando a altura de 50 cm, sendo que todos os indivíduos que ultrapassaram essa faixa entraram na contagem. As espécies que não foram identificadas em

campo, foram coletadas e etiquetadas para posterior identificação através da comparação com outras exsicatas e com a literatura. Imediatamente após o trabalho de campo, as plantas coletadas foram prensadas e colocadas para secar em estufa à 60° C. Após a identificação dos indivíduos foram determinadas: família botânica, síndrome de dispersão e origem.



Figura 08 - Exemplo de amostragem da vegetação em uma subparcela com a utilização de baliza como método de inclusão de indivíduos maiores que 50 cm de altura.

Fonte: Bechara, 2011.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente os dados coletados em campo foram tabulados em planilha do Excel® 2013, onde posteriormente foram analisados. Calculou-se os parâmetros fitossociológicos de frequência (absoluta e relativa), e densidade (absoluta e relativa). As espécies foram

identificadas segundo o sistema APGII, classificadas quanto ao hábito, forma de dispersão e origem (se nativa ou exótica).

Posteriormente, o índice de diversidade de Shannon (H), o índice de equabilidade (E) e o índice de dominância de Berger-Parker (D) foram calculados através do software PC-ORD®. Calculou-se também o índice de similaridade de Jaccard através do software Excel®. Estes dados foram submetidos a uma ANOVA de efeitos principais, e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey, a 5%, realizadas através do software Statistica 7.0®.

5.5.1 Densidade

Segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) a densidade expressa o espaço que o indivíduo ocupa. Pode-se calcular densidade absoluta (DA) e densidade relativa (DR). A densidade absoluta é igual ao total de indivíduos de uma determinada espécie em relação à área, durante a utilização de método de parcelas, geralmente faz-se a inferência à unidade amostral de 1 ha (10.000 m²). A densidade relativa é a relação entre a densidade de cada espécie e a densidade total da amostra.

As densidades absoluta e relativa podem ser expressas pelas seguintes fórmulas:

$$DA_i = \frac{N_i * 10.000}{A}$$

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^n DA} * 100$$

Onde: DA_i = densidade absoluta de uma espécie (ind.ha⁻¹); N_i = número de indivíduos amostrados; A = área amostrada (m²). DR_i = densidade relativa de uma determinada espécie (%).

5.5.2 Frequência

Segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) a frequência representa o número de vezes em que a espécie foi observada, ou seja, em quantas unidades amostrais a espécie foi encontrada em relação ao total de parcelas. É expressa em porcentagem e pode ser absoluta, quando é observada em relação ao número total de unidades amostrais, e relativa quando a frequência de uma espécie é observada em relação à soma das frequências de todas as espécies amostradas.

As frequências absoluta e relativa podem ser expressas pelas seguintes fórmulas:

$$FAi = \frac{n}{N} * 100$$

$$FRi = \frac{FAi}{\sum_{i=1}^n FA} * 100$$

Onde: FAi = frequência absoluta da espécie (%); n = número de parcelas em que a espécie ocorreu; N = número total de parcelas; FRi = frequência relativa da espécie (%).

5.5.3 Índice de diversidade de Shannon

Segundo Magurran (1988), o índice de diversidade de Shannon trata-se de um índice para medir a diversidade das espécies. Este índice assume que os indivíduos são amostrados aleatoriamente e que todas as espécies são representadas na amostra. Desta forma, o índice de Shannon pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln(pi)$$

Onde: H' = índice de Shannon; pi = número de indivíduos de determinada espécie; ln = logaritmo neperiano.

5.5.4 Índice de equabilidade

Segundo Magurran (1988) a relação da diversidade observada com a máxima diversidade que a comunidade poderia ter, pode ser chamada como equabilidade. A equabilidade pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$E = \frac{H'}{H_{\text{máx}}}$$

Onde: E = equabilidade; H' = índice de diversidade de Shannon; $H_{\text{máx}}$ = índice máximo de diversidade = $\ln S$.

5.5.5 Índice de dominância de Berger-Parker

Baseado em Berger e Parker (1970), trata-se de um índice utilizado para estimar a dominância dentro da comunidade. Este índice verifica se há a dominância de uma espécie em particular naquela comunidade. A dominância de Berger-Parker é expressa pela seguinte fórmula:

$$D = \frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{total}}}$$

Onde: D = dominância de Berger-Parker; N_{max} = número de indivíduos da espécie de maior abundancia; N_{total} = total de indivíduos amostrados.

5.5.6 Índice de similaridade de Jaccard

Baseado em Ludwig e Reynolds (1988), este índice estima a similaridade entre dois locais. Baseia-se no número de espécies que são comuns para os dois locais, e o número de espécies que ocorre apenas em um local (local 1), e apenas no outro local (local 2).

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

Onde: J = índice de similaridade de Jaccard; a = número de espécies comuns para os dois locais; b = número de espécies que ocorrem apenas no local 1; c = número de espécies que ocorrem apenas no local 2.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos três diferentes tratamentos foram levantados 3.511 indivíduos, pertencentes à 38 famílias botânicas, e 109 espécies (Tabela 01).

Tabela 01 - Relação das espécies levantadas em todos os tratamentos incluindo origem; hábito; dispersão: ane = anemocória, zoo = zoocórica, aut = autocórica, epi = epizocórica; plantada (P); regenerante (R) e número de indivíduos em cada tratamento, onde: NiPA = número de indivíduos na PA; NiNU = número de indivíduos na NU; e NiPL = número de indivíduos no PL.

Família/espécie	Origem	Forma de vida	Dispersão	P/R	NiPA	NiNU	NiPL
Amaranthaceae							
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	1	1	-
Anacardiaceae							
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	11	6	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	8
Annonaceae							
<i>Annona cacans</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
Apiaceae							
<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	1	4	-
Apocynaceae							
Apocynaceae sp.3	-	-	-	R	-	1	-
<i>Asclepias curassavica</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	3	-	-
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	1
<i>Prestonia coalita</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	1	11	-
Arecaceae							
<i>Butia capitata</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	1	-
Asteraceae							
<i>Achyrocline satureioides</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	4	9	-
<i>Austroeuatorium inulifolium</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	584	239	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	88	23	-
<i>Baccharis oxyodonta</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	67	19	-
<i>Bidens pilosa</i>	Nativa	Herbácea	epi	R	-	-	5
<i>Chromolaena maximilianii</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	95	15	-
<i>Conyza bonariensis</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	1	-	1
<i>Gochnatia polymorpha</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	4
<i>Lepidaploa balansae</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	1	1	-
<i>Lepidaploa salzmannii</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	1	-	-
<i>Mikania cordifolia</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	509	139	15
<i>Piptocarpha axillaris</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	-	25	-
<i>Porophyllum ruderale</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	-	1	-
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	3	-	-
<i>Senecio brasiliensis</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	180	129	3
<i>Solidago cf. chilensis</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	1	-	-

<i>Symphotrichum squamatum</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	-	1	-
<i>Vernonanthura tweedieana</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	156	70	3
Bignoniaceae							
<i>Jacaranda micrantha</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	2
<i>Amphilophium crucigerum</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	30	10	-
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	1
Boraginaceae							
<i>Cordia americana</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	2	4
<i>Heliotropium transalpinum</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	-	6	-
Bromeliaceae							
<i>Bromelia antiacantha</i>	Nativa	Herbácea	zoo	P	-	15	-
Cannabaceae							
<i>Celtis</i> sp.	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Trema micrantha</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	6	2
<i>Trema micrantha</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	7	10	-
Caricaceae							
<i>Jacaratia spinosa</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	1	-
Commelinaceae							
<i>Commelina benghalensis</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	-	15	-
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus crenatifolius</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	1	-	-
<i>Ipomoea indivisa</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	1	-	-
<i>Ipomoea quamoclit</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	2	-	-
Cyperaceae							
<i>Cyperus virens</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	-	4	-
Elaeocarpaceae							
<i>Sloanea monosperma</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
Euphorbiaceae							
<i>Acalypha brasiliensis</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	-	5	-
<i>Alchornea</i> sp.	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
<i>Croton floribundus</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	5
<i>Croton urucurana</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	3	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	21	7	1
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	1
<i>Sebastiania schottiana</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	2
Fabaceae							
<i>Albizia polycephala</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	2
<i>Arachis hypogaea</i>	Exótica	Herbácea	aut	R	-	54	-
<i>Bauhinia forficata</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	12
<i>Cajanus cajan</i>	Exótica	Lenhosa	aut	P	-	382	-
<i>Calliandra tweediei</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	2
<i>Cassia leptophylla</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	4
<i>Erythrina falcata</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	1
<i>Inga</i> cf. <i>uruguensis</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	4
<i>Machaerium stipitatum</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	2
<i>Mimosa scabrella</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	1	3
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	1	-	-

<i>Peltophorum dubium</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	-	1
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Nativa	Lenhosa	aut	P	-	1	8
<i>Vicia sativa</i>	Exótica	Herbácea	aut	R	1	-	-
Lamiaceae							
<i>Leonurus japonicus</i>	Exótica	Herbácea	aut	R	1	-	1
Loganiaceae							
<i>Strychnos brasiliensis</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
Malvaceae							
<i>Ceiba speciosa</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	-	2
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	-	5	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	12	4
<i>Sida rhombifolia</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	194	59	3
Marantaceae							
<i>Maranta sobolifera</i>	Nativa	Herbácea	zoo	R	2	-	-
<i>Sarante eichleri</i>	Nativa	Herbácea	-	R	-	6	-
Moraceae							
<i>Ficus enormis</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	2	1
<i>Ficus sp.</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	-	2	-
<i>Maclura tinctoria</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	-	3	-
Myrsinaceae							
<i>Rapanea ferruginea</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Rapanea umbellata</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
Myrtaceae							
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	1	-
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Eugenia involucrata</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
<i>Eugenia pyriformis</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Eugenia uniflora</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	4
<i>Myrceugenia euosma</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
<i>Psidium cf. cattleyanum</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
Passifloraceae							
<i>Passiflora alata</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	3	-
Phyllanthaceae							
<i>Phyllanthus tenellus</i>	Nativa	Herbácea	aut	R	1	-	-
Phytolaccaceae							
<i>Seguiera americana</i>	Nativa	Lenhosa	ane	R	-	1	-
Podocarpaceae							
<i>Podocarpus lambertii</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	2
Polygonaceae							
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Nativa	Lenhosa	ane	P	-	1	1
Rhamnaceae							
<i>Hovenia dulcis</i>	Exótica	Lenhosa	zoo	R	2	2	-
<i>Prunus sellowii</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	1	-	-
Rosaceae							
<i>Rubus rosifolius</i>	Exótica	Herbácea	zoo	R	4	-	-
Rutaceae							
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
Salicaceae							

<i>Casearia decandra</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	1	1
<i>Xylosma</i> sp.	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	1
Sapindaceae							
<i>Allophylus edulis</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	-	4
Scrophulariaceae							
<i>Buddleja stachyoides</i>	Nativa	Lenhosa	aut	R	1	-	-
Solanaceae							
<i>Solanum americanum</i>	Nativa	Herbácea	zoo	R	1	1	3
<i>Solanum guaraniticum</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	26	2	-
<i>Solanum mauritianum</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	1	-
<i>Solanum mauritianum</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	10	8	-
<i>Solanum pseudoquina</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	2	-	-
<i>Solanum</i> sp. 2	Nativa	Herbácea	zoo	R	-	1	-
Talinaceae							
<i>Talinum paniculatum</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	-	1	-
Urticaceae							
<i>Boehmeria caudata</i>	Nativa	Herbácea	ane	R	-	1	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	Nativa	Lenhosa	zoo	R	-	7	-
Verbenaceae							
<i>Aegiphyla</i> sp.	Nativa	Lenhosa	zoo	P	-	4	2
<i>Verbena litoralis</i>	Nativa	Herbácea	zoo	R	1	-	-
Indeterminada							
Indeterminada 1	-	-	-	R	1	-	-
Indeterminada 2	-	-	-	R	-	4	-
Total					2018	1345	148

6.1 ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA: INDIVÍDUOS PLANTADOS E REGENERANTES

6.1.1 Riqueza e composição de espécies

Considerando-se o número total de espécies (plantadas e regenerantes), e através da classificação da origem (exótica ou nativa) destas espécies amostradas, pode-se observar que aproximadamente 95% das espécies são nativas em todos os tratamentos (Figura 09a). O tratamento de plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL) apresentou a maior porcentagem de espécies nativas (98,1%) o que corresponde à 52 espécies, seguido da nucleação (NU) com 91,2% de suas espécies nativas, correspondendo também à 52 espécies. O terceiro tratamento, a restauração passiva (PA) apresentou 87,5% de suas espécies sendo

nativas, representada por um número absoluto de 35 espécies. Quanto às espécies exóticas, este número foi muito pequeno, onde o maior número de espécies exóticas encontradas foi na PA (quatro espécies). A diferença de espécies nativas, assim como a diferença de espécies exóticas entre os tratamentos não foi significativa ao nível de 5% de significância.

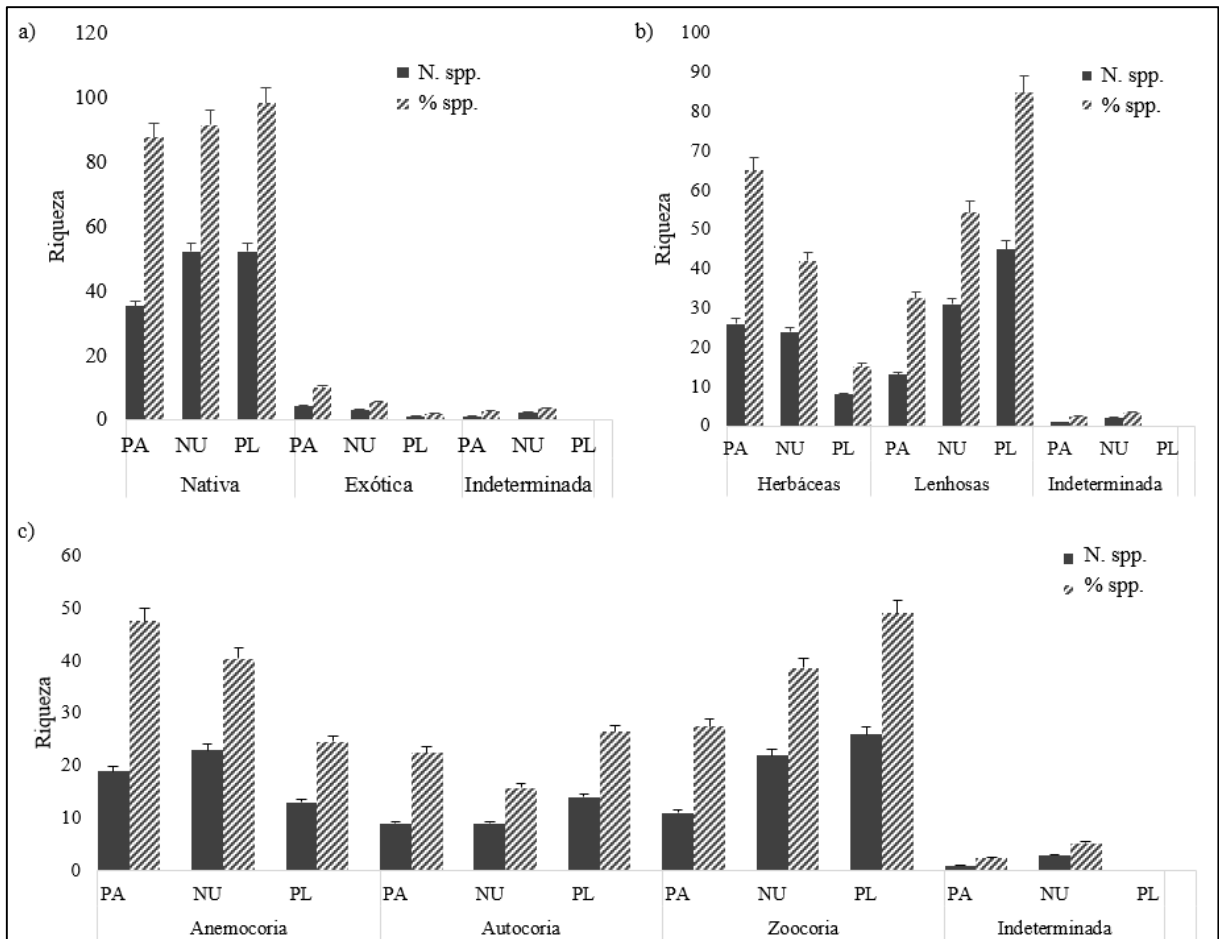


Figura 09 - Comparação entre tratamentos através de diferentes parâmetros, onde: N. spp. = número de espécies, % spp. = porcentagem de espécies, PA = Restauração passiva, NU = Nucleação, e PL = Plantio em linhas de preenchimento e diversidade. a) Número de espécies e porcentagem de espécies nativas, exóticas e indeterminadas de cada tratamento. b) Número de espécies e porcentagem de espécies herbáceas, lenhosas e indeterminadas em cada tratamento. c) Número de espécies e porcentagem das diferentes síndromes de dispersão (anemocoria, autocoria, zoocoria, epizocoria e indeterminadas) nos diferentes tratamentos, onde as barras indicam o erro.

A riqueza de herbáceas na PA e na NU não apresentou grande diferença enquanto que o PL foi menor que os outros dois tratamentos. Por outro lado, em relação ao número de espécies lenhosas, todos os tratamentos foram diferentes.

Observou-se uma relação inversamente proporcional entre os tratamentos onde a PA apresentou o maior número de espécies herbáceas e o PL o maior número de espécies lenhosas (Figura 09b). As fases iniciais de sucessão da vegetação da Mata Atlântica são caracterizadas pela presença de espécies herbáceas e espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude (CONAMA, 2007). Desta forma a PA apresentou 65% de sua riqueza (26 espécies) com forma de vida herbácea e 33% (13 espécies) com forma de vida lenhosa, apresentando uma predominância de espécies herbáceas, característica de uma área em estágio inicial de sucessão.

A NU apresentou 42% de sua riqueza (24 espécies) herbácea e 54% (31 espécies) lenhosa, havendo uma proporção muito similar entre ambas, porém, com uma predominância de espécies lenhosas. O PL apresentou 85% de suas espécies lenhosas (45 espécies) e apenas 15% (8 espécies) herbáceas, demonstrando uma grande discrepância entre formas de vida, predominando as espécies lenhosas, provavelmente pelo fato do grande número de espécies arbóreas implantados na área ($1.667 \text{ ind. ha}^{-1}$) e operações de roçagem e capina química em área total.

No que diz respeito à classificação das espécies quanto à sua síndrome de dispersão, nota-se que as síndromes de dispersão mais abundantes foram a anemocoria e a zoocoria (Figura 09c). A maior porcentagem das espécies da PA é anemocórica (47,5%), totalizando 19 espécies. Na NU a maior porcentagem das espécies também é anemocórica (40,35%), com 23 espécies com esta dispersão. No PL o número de espécies anemocóricas foi o menor (13) correspondendo à 24,52% das espécies deste tratamento. Desta forma, a NU apresentou o maior número de espécies de dispersão anemocórica, seguido da PA, já o PL foi menor que a PA e a NU. A dispersão autocórica foi similar entre os tratamentos PA e NU, onde ambos apresentaram 9 espécies autocóricas. Já o PL apresentou o maior número de espécies autocóricas (14). A zoocoria foi mais comum no tratamento PL, onde 49,05% das espécies deste tratamento apresentaram esta síndrome de dispersão, correspondendo à 26 espécies. A NU apresentou 22 espécies zoocóricas, as quais correspondem à 38,59% das espécies deste tratamento, enquanto que a PA obteve o menor número de espécies zoocóricas (11), totalizando 27,5% das espécies deste tratamento.

6.1.2 Densidade

Através da contagem de indivíduos plantados e regenerantes em relação à área, foi possível obter a densidade absoluta (em ind.ha^{-1}) e relativa de indivíduos nativos e exóticos, herbáceos e lenhosos, assim como a densidade de indivíduos para cada forma de dispersão (Figura 10).

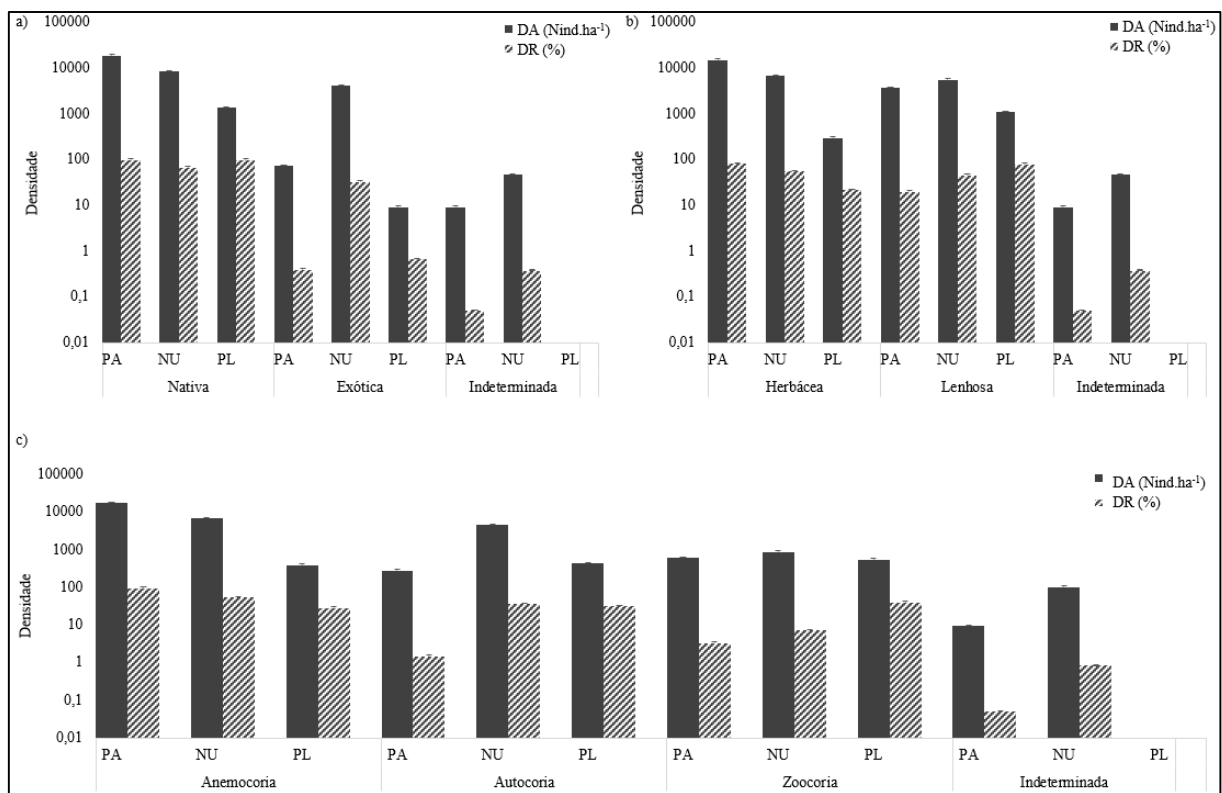


Figura 10 - Comparação entre tratamentos através de diferentes parâmetros, onde DA = densidade absoluta (ind.ha^{-1}), DR = densidade relativa (%), PA = Restauração passiva, NU = Nucleação e PL = Plantio em linhas de preenchimento e diversidade. a) Densidade absoluta e densidade relativa dos indivíduos nativos, exóticos e indeterminados de cada tratamento. b) Densidade absoluta e densidade relativa de indivíduos herbáceos, lenhosos e indeterminados em cada tratamento. c) Densidade absoluta e densidade relativa das diferentes síndromes de dispersão (anemocoria, autocoria, zoocoria, epizocoria e indeterminadas) nos diferentes tratamentos, onde as barras indicam o erro.

A densidade de indivíduos nativos (Figura 10a) foi maior no tratamento PA (18.601,85 ind.ha^{-1}), provavelmente devido ao grande número de indivíduos encontrados neste tratamento (18.685,19 ind.ha^{-1}), seguido pelo tratamento NU (8.351,85 ind.ha^{-1}) e o tratamento PL (1.361,11 ind.ha^{-1}). Em relação aos indivíduos exóticos, o tratamento que

apresentou a maior densidade foi a NU, com 4.055,56 ind.ha-1 e esta foi bem maior do que os outros dois tratamentos, onde a PA obteve 74,07 ind.ha-1 e o PL 9,26 ind.ha-1. Esta grande densidade de indivíduos exóticos no tratamento NU provavelmente se dá ao fato de que a espécie exótica *Cajanus cajan* que foi plantada na área como parte do experimento, foi semeada em 24 núcleos por parcela, originando um grande número de indivíduos. Esta espécie foi plantada para promover a melhoria da qualidade do solo, pela grande capacidade de fixação de nitrogênio e por ser uma espécie que apesar de exótica, não possui potencial invasor.

A PA apresentou a maior densidade de indivíduos herbáceos (14.962,96 ind.ha-1) seguida da NU (6.787,04 ind.ha-1), já o PL apresentou 296,3 ind.ha-1. Em relação às espécies lenhosas, o tratamento de maior densidade foi a NU (5.620,37 ind.ha-1) sendo este diferente do PL que obteve 1.074,07 ind.ha-1. A PA apresentou uma densidade de indivíduos lenhosos levantados neste tratamento de 3.712,96 ind.ha-1.

Em relação às síndromes de dispersão, a PA apresentou a maior densidade de indivíduos anemocóricos (17.777,78 ind.ha-1) seguida da NU (6.879,63 ind.ha-1), e por último o PL (388,89 ind.ha-1). Quanto à dispersão autocórica, a NU obteve a maior densidade (4.592,59 ind.ha-1) e foi maior que os outros dois tratamentos, onde a PA obteve 277,78 ind.ha-1 e o PL 435,19 ind.ha-1. A nucleação apresentou a maior densidade de indivíduos autocóricos provavelmente pela espécie *Cajanus Cajan* novamente, que se apresentou em grande densidade, e possui dispersão autocórica. Quanto à dispersão zoocórica, todos os tratamentos apresentaram valores similares, sendo que a NU apresentou a maior densidade (879,63 ind.ha-1).

6.1.3 Famílias botânicas

No tratamento de Restauração passiva foram identificadas 20 famílias botânicas. Dentre estas famílias a que apresentou maior número de espécies (12) foi Asteraceae (Figura 11a).

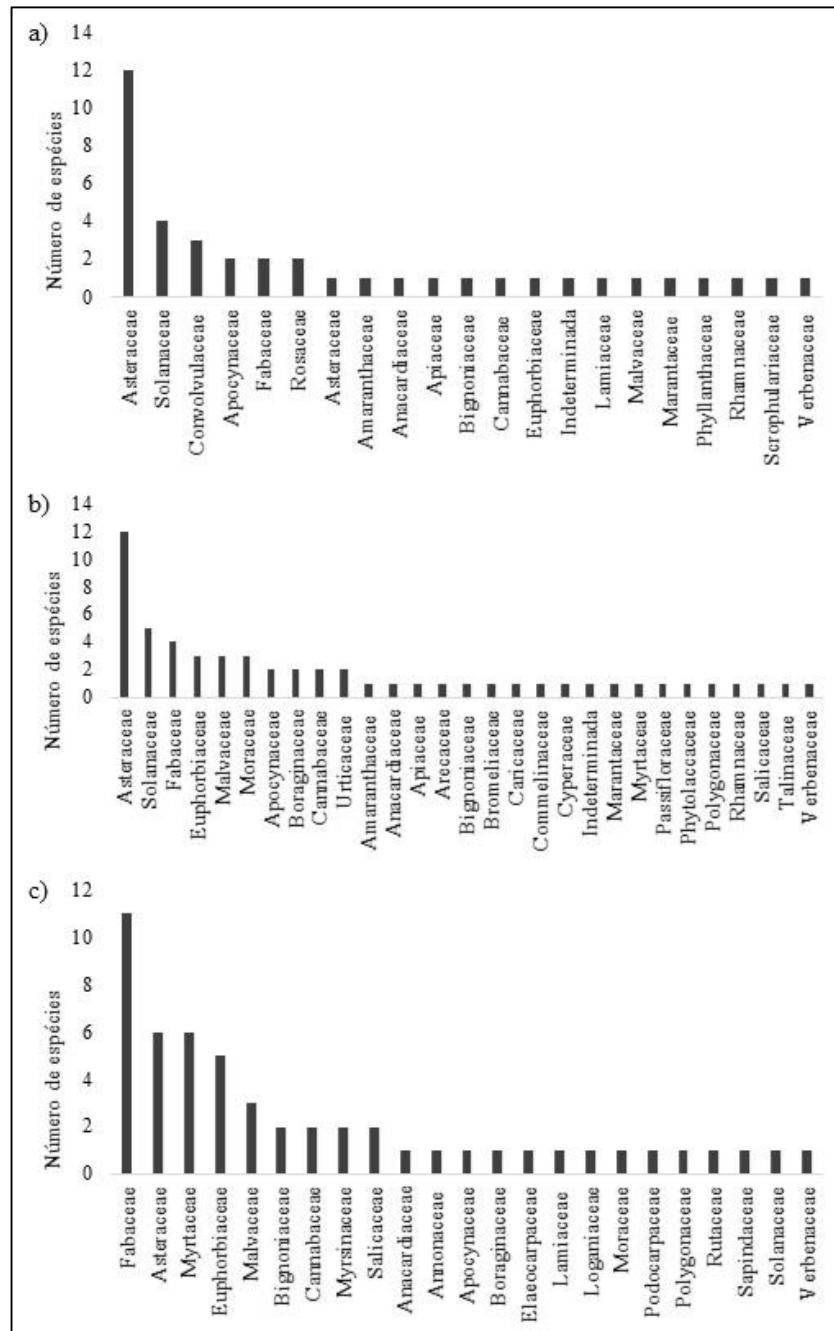


Figura 11 - Lista das famílias botânicas amostradas por tratamento e número de espécies encontradas em cada família. a) lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Restauração passiva. b) Lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Nucleação. c) lista das famílias botânicas e número de espécies por família amostradas no tratamento de Plantio em linhas de preenchimento e diversidade.

Asteraceae é uma das maiores famílias botânicas, representando aproximadamente 10% de toda a flora de angiospermas. Esta família é constituída geralmente de ervas, arbustos

e subarbustos e menos frequentemente de árvores e lianas (ROQUE; BAUTISTA, 2008, p. 11). A segunda família com maior número de espécies foi Solanaceae com quatro espécies distintas. Esta família possui uma ampla distribuição ecológica, entretanto é muito mais diversa em áreas neotropicais sendo que a maioria das espécies desta família ocorrem em habitats alterados. A família Solanaceae abrange desde ervas, arbustos e lianas até árvores (JUDD et al., 2009, p. 461). É importante também destacar a terceira família de maior ocorrência no tratamento de PA por se tratar de uma família composta geralmente por lianas, a família Convolvulaceae. Foi encontrado um total de três espécies pertencentes a esta família, que possui ampla distribuição, porém apresenta maior diversidade em áreas tropicais e subtropicais (JUDD et al., 2009, p. 462).

No tratamento de Nucleação foram amostradas 28 famílias distintas, dentre as quais a que apresentou o maior número de espécies (12) foi Asteraceae (Figura 11b) da mesma forma que na Restauração passiva. A segunda família com maior número de espécies foi Solanaceae, novamente da mesma forma que na restauração passiva, com 5 espécies distintas. Já a terceira família com maior número de espécies na nucleação foi a família Fabaceae, com 4 espécies distintas. A família Fabaceae é composta por ervas, arbustos, árvores e lianas, e possui como principal característica o alto metabolismo de nitrogênio e também de outros aminoácidos incomuns. Esta família é cosmopolita, e é a terceira maior família de angiospermas, ocorre em diversos tipos de habitats (JUDD et al., 2009, p. 372). Através de uma análise florística e visual da Figura 11, denota-se um certo grau de similaridade entre famílias botânicas na PA e na NU, a qual enriqueceu a comunidade com algumas famílias adicionais.

No tratamento PL, foram identificadas 23 famílias botânicas distintas, onde a família com maior número de espécies amostradas (11) foi Fabaceae (Figura 11c). A segunda família com o maior número de espécies foram: Asteraceae e Myrtaceae, ambas com o mesmo número de espécies encontradas (6). A família Myrtaceae é composta por árvores ou arbustos. Esta família possui uma distribuição pantropical e pode ocorrer em grande diversidade de habitats (JUDD et al., 2009, p. 417). A família Euphorbiaceae também apresentou um número significativo de espécies (5). Esta família é composta por árvores, arbustos, lianas e ervas que às vezes são espécies suculentas e com aspecto semelhante aos cactos, possui ampla distribuição, porém apresenta maior diversidade em regiões tropicais (JUDD et al., 2009, p. 356).

6.2 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

6.2.1 Restauração passiva (PA)

Através do levantamento das espécies da área em restauração passiva, foi amostrado um total de 2.018 indivíduos pertencentes a 40 espécies (Tabela 02).

Tabela 02 - Relação das espécies amostradas em ordem decrescente de número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha⁻¹, densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de restauração passiva (PA).

Espécies	Ni	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Austro eupatorium inulifolium</i>	584	5407,41	28,94	100,00	8,82
<i>Mikania cordifolia</i>	509	4712,96	25,22	91,67	8,09
<i>Sida rhombifolia</i>	194	1796,30	9,61	83,33	7,35
<i>Senecio brasiliensis</i>	180	1666,67	8,92	66,67	5,88
<i>Vernonanthura tweediana</i>	156	1444,44	7,73	100,00	8,82
<i>Chromolaena maximilianii</i>	95	879,63	4,71	66,67	5,88
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	88	814,81	4,36	75,00	6,62
<i>Baccharis oxyodonta</i>	67	620,37	3,32	83,33	7,35
<i>Amphilophium crucigerum</i>	30	277,78	1,49	50,00	4,41
<i>Solanum guaraniticum</i>	26	240,74	1,29	25,00	2,21
<i>Euphorbia heterophylla</i>	21	194,44	1,04	33,33	2,94
<i>Schinus terebinthifolius</i>	11	101,85	0,55	50,00	4,41
<i>Solanum mauritanum</i>	10	92,59	0,50	58,33	5,15
<i>Trema micrantha</i>	7	64,81	0,35	16,67	1,47
<i>Achyrocline satureioides</i>	4	37,04	0,20	8,33	0,74
<i>Rubus rosifolius</i>	4	37,04	0,20	8,33	0,74
<i>Asclepias curassavica</i>	3	27,78	0,15	8,33	0,74
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	3	27,78	0,15	16,67	1,47
<i>Hovenia dulcis</i>	2	18,52	0,10	8,33	0,74
<i>Ipomoea quamoclit</i>	2	18,52	0,10	8,33	0,74
<i>Maranta sobolifera</i>	2	18,52	0,10	16,67	1,47
<i>Solanum pseudoquina</i>	2	18,52	0,10	8,33	0,74
<i>Buddleja stachyoides</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Cyclopermum leptophyllum</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Convolvulus crenatifolius</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74

Espécies	Ni	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Conyza bonariensis</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Dysphania ambrosioides</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Ipomoea indivisa</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Leonurus japonicus</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Lepidaploa balansae</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Lepidaploa salzmannii</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Phyllanthus tenellus</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Prestonia coalita</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Prunus sellowii</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Solanum americanum</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Solidago cf. chilensis</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Indeterminada 1</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Verbena litoralis</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
<i>Vicia sativa</i>	1	9,26	0,05	8,33	0,74
Total	2018	18685,19	100,00	1133,33	100,00

As cinco espécies de maior densidade são todas anemocóricas e na maioria espécies herbáceas, e correspondem à 80,43% de todas os indivíduos amostrados. *Austroeuatorium inulifolium* (Kunth) R.M.King & H.Rob. (mata-pasto) foi a espécie de maior densidade (28,94%), esta espécie é nativa, possui forma de vida herbácea. A segunda espécie de maior densidade (25,22%) foi *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd (erva de cobra). Trata-se de uma liana nativa. É uma espécie heliófita até esciófita e geralmente seletiva higrófito, podendo ser rara. Desenvolve-se desde o interior das florestas primárias como ao longo dos caminhos e picadas da mata, e em clareiras (CABRERA; KLEIN, 1989). *Sida rhombifolia* L. (guanxuma) foi a terceira espécie de maior densidade (9,61%), sendo esta uma espécie nativa e herbácea. *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less. (maria-mole) foi a quarta espécie de maior densidade (8,92%). Trata-se de uma espécie herbácea, e nativa. A quinta espécie de maior densidade (7,73%) foi *Vernonanthura tweedieana* (Baker) H. Rob., conhecida como assa-peixe esta espécie é nativa, e de caule lenhoso. Todas as espécies de maior densidade são ervas, arbustos e cipós, espécies características de estágios sucessionais iniciais.

6.2.2 Nucleação (NU)

Foi amostrado um total de 1.345 indivíduos no tratamento NU, pertencentes à 53 espécies distintas (Tabela 03). Este tratamento apresentou um total de 17 espécies plantadas como parte do tratamento e 40 espécies regenerantes, sendo que as espécies de banco e chuva de semente foram consideradas como regenerantes.

Tabela 03 - Relação de espécies amostradas em ordem decrescente de número de indivíduos e seus respectivos parâmetros: regenerantes ou plantadas (P/R), número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha⁻¹, densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de nucleação (NU).

Espécies	P/R	Ni	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Cajanus cajan</i>	P	382	3537,04	28,40	33,33	2,45
<i>Austroeuatorium inulifolium</i>	R	239	2212,96	17,77	8,33	0,61
<i>Mikania cordifolia</i>	R	139	1287,04	10,33	8,33	0,61
<i>Senecio brasiliensis</i>	R	129	1194,44	9,59	16,67	1,23
<i>Vernonanthura tweediana</i>	R	70	648,15	5,20	25,00	1,84
<i>Sida rhombifolia</i>	R	59	546,30	4,39	83,33	6,13
<i>Arachis pintoii</i>	R	54	500,00	4,01	83,33	6,13
<i>Piptocarpha axillaris</i>	R	25	231,48	1,86	58,33	4,29
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	R	23	212,96	1,71	8,33	0,61
<i>Baccharis oxyodonta</i>	R	19	175,93	1,41	8,33	0,61
<i>Bromelia antiacantha</i>	P	15	138,89	1,12	16,67	1,23
<i>Chromolaena maximilianii</i>	R	15	138,89	1,12	8,33	0,61
<i>Commelina benghalensis</i>	R	15	138,89	1,12	100,00	7,36
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	12	111,11	0,89	8,33	0,61
<i>Prestonia coalita</i>	R	11	101,85	0,82	8,33	0,61
<i>Amphilophium crucigerum</i>	R	10	92,59	0,74	25,00	1,84
<i>Trema micrantha</i>	R	10	92,59	0,74	50,00	3,68
<i>Achyrocline satureioides</i>	R	9	83,33	0,67	8,33	0,61
<i>Solanum mauritianum</i>	R	8	74,07	0,59	25,00	1,84
<i>Cecropia pachystachya</i>	R	7	64,81	0,52	16,67	1,23
<i>Euphorbia heterophylla</i>	R	7	64,81	0,52	8,33	0,61
<i>Heliotropium transalpinum</i>	R	6	55,56	0,45	16,67	1,23
<i>Saranthe eichleri</i>	R	6	55,56	0,45	8,33	0,61
<i>Schinus terebinthifolius</i>	R	6	55,56	0,45	41,67	3,07
<i>Trema micrantha</i>	P	6	55,56	0,45	16,67	1,23
<i>Acalypha brasiliensis</i>	R	5	46,30	0,37	16,67	1,23
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	R	5	46,30	0,37	33,33	2,45
<i>Aegiphyla</i> sp.	P	4	37,04	0,30	16,67	1,23
<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	R	4	37,04	0,30	8,33	0,61
<i>Cyperus virens</i>	R	4	37,04	0,30	8,33	0,61
Indeterminada 2	R	4	37,04	0,30	8,33	0,61
<i>Croton urucurana</i>	P	3	27,78	0,22	8,33	0,61
<i>Maclura tinctoria</i>	R	3	27,78	0,22	75,00	5,52

Espécies	P/R	Ni	DAi	DRI	FAi	FRi
<i>Passiflora alata</i>	P	3	27,78	0,22	8,33	0,61
<i>Cordia americana</i>	P	2	18,52	0,15	16,67	1,23
<i>Ficus enormis</i>	P	2	18,52	0,15	16,67	1,23
<i>Ficus sp.</i>	R	2	18,52	0,15	8,33	0,61
<i>Hovenia dulcis</i>	R	2	18,52	0,15	8,33	0,61
<i>Solanum guaraniticum</i>	R	2	18,52	0,15	8,33	0,61
<i>Boehmeria caudata</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Butia capitata</i>	P	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	P	1	9,26	0,07	33,33	2,45
<i>Casearia decandra</i>	P	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Dysphania ambrosioides</i>	R	1	9,26	0,07	58,33	4,29
<i>Jacaratia spinosa</i>	P	1	9,26	0,07	58,33	4,29
<i>Lepidaploa balansae</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Mimosa scabrella</i>	P	1	9,26	0,07	16,67	1,23
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1	9,26	0,07	58,33	4,29
<i>Porophyllum ruderale</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	P	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Seguiera americana</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Solanum americanum</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Solanum mauritianum</i>	P	1	9,26	0,07	8,33	0,61
<i>Solanum sp.</i>	R	1	9,26	0,07	8,33	0,61
Indeterminada 1	R	1	9,26	0,07	25,00	1,84
<i>Symphotrichum squamatum</i>	R	1	9,26	0,07	16,67	1,23
<i>Talinum paniculatum</i>	R	1	9,26	0,07	75,00	5,52
Total		1345	12453,70	100,00	1358,33	100,00

As cinco espécies de maior densidade correspondem à 71,30% do total de indivíduos amostrados. A primeira espécie de maior densidade (28,40%) foi *Cajanus cajan* conhecido como feijão-guandu. Esta espécie foi semeada na área em núcleos para servir como cobertura verde, importante para a melhoria do solo incluindo a fixação de nitrogênio. Trata-se de uma espécie exótica, porém por ser uma espécie de ciclo de vida curto e não apresentar potencial invasor pode ser utilizada em áreas de restauração para potencializar a qualidade do solo. A segunda espécie de maior densidade (17,77%) foi *Austro eupatorium inulifolium*. A terceira espécie de maior ocorrência foi a liana *Mikania cordifolia* com 10,33% da densidade total, seguida da erva *Senecio brasiliensis* com 9,59% da densidade e o arbusto *Vernonanthura tweediana* com 5,2%.

Pode-se notar que *Arachis pintoii* Krap. & Greg. (amendoim-forrageiro) apresentou uma densidade relativamente alta neste tratamento (4,01%) o que não é um bom indicador, por se tratar de uma espécie exótica invasora utilizada em pastagens anteriormente semeadas

no local. Esta espécie formou uma espécie de “tapete” na área a partir da germinação de seu banco de sementes, impedindo o desenvolvimento de outras espécies, sendo que sua presença pôde ser observada tanto em áreas sombreadas quanto ao pleno sol.

6.2.3 Plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL)

Foi amostrado um total de 148 indivíduos distribuídos entre 53 espécies distintas. Destas 53 espécies, 44 foram plantadas como parte do tratamento e as outras 9 foram regenerantes (Tabela 04).

Tabela 04 - Relação de espécies amostradas em ordem decrescente de número de indivíduos e seus respectivos parâmetros: regenerantes e plantadas (P/R), número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DAi) expressa em ind.ha⁻¹, densidade relativa (DRi) expressa em %, frequência (FAi) expressa em %, e frequência relativa (FRi) expressa em %, das espécies amostradas em área de plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL).

Espécies	P/R	Ni	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Mikania cordifolia</i>	R	15	138,89	10,14	16,67	1,55
<i>Bauhinia forficata</i>	P	12	111,11	8,11	16,67	1,55
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	8	74,07	5,41	8,33	0,78
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	8	74,07	5,41	33,33	3,10
<i>Bidens pilosa</i>	R	5	46,30	3,38	8,33	0,78
<i>Croton floribundus</i>	P	5	46,30	3,38	8,33	0,78
<i>Allophylus edulis</i>	P	4	37,04	2,70	91,67	8,53
<i>Cassia leptophylla</i>	P	4	37,04	2,70	8,33	0,78
<i>Cordia americana</i>	P	4	37,04	2,70	16,67	1,55
<i>Eugenia uniflora</i>	P	4	37,04	2,70	16,67	1,55
<i>Gochnatia polymorpha</i>	P	4	37,04	2,70	8,33	0,78
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	4	37,04	2,70	33,33	3,10
<i>Lonchocarpus</i> sp.	P	4	37,04	2,70	16,67	1,55
<i>Mimosa scabrella</i>	P	3	27,78	2,03	16,67	1,55
<i>Senecio brasiliensis</i>	R	3	27,78	2,03	8,33	0,78
<i>Sida rhombifolia</i>	R	3	27,78	2,03	33,33	3,10
<i>Solanum americanum</i>	R	3	27,78	2,03	41,67	3,88
<i>Vernonanthura tweedieana</i>	R	3	27,78	2,03	8,33	0,78
<i>Aegiphyla</i> sp.	P	2	18,52	1,35	8,33	0,78
<i>Albizia polycephala</i>	P	2	18,52	1,35	16,67	1,55
<i>Calliandra tweediei</i>	P	2	18,52	1,35	33,33	3,10
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	P	2	18,52	1,35	8,33	0,78

Espécies	P/R	Ni	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Ceiba speciosa</i>	P	2	18,52	1,35	8,33	0,78
<i>Celtis</i> sp.	P	2	18,52	1,35	33,33	3,10
<i>Eugenia pyriformis</i>	P	2	18,52	1,35	33,33	3,10
<i>Inga</i> cf. <i>uruguensis</i>	P	2	18,52	1,35	16,67	1,55
<i>Jacaranda micrantha</i>	P	2	18,52	1,35	16,67	1,55
<i>Machaerium stipitatum</i>	P	2	18,52	1,35	8,33	0,78
<i>Myrceugenia euosma</i>	P	2	18,52	1,35	33,33	3,10
<i>Podocarpus lambertii</i>	P	2	18,52	1,35	16,67	1,55
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	2	18,52	1,35	25,00	2,33
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	2	18,52	1,35	25,00	2,33
<i>Sloanea monosperma</i>	P	2	18,52	1,35	16,67	1,55
<i>Strychnos brasiliensis</i>	P	2	18,52	1,35	8,33	0,78
<i>Trema micrantha</i>	P	2	18,52	1,35	66,67	6,20
<i>Alchornea</i> sp.	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Annona cacans</i>	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Casearia decandra</i>	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Conyza bonariensis</i>	R	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Erythrina falcata</i>	P	1	9,26	0,68	66,67	6,20
<i>Eugenia involucrata</i>	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Euphorbia heterophylla</i>	R	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Ficus enormis</i>	P	1	9,26	0,68	25,00	2,33
<i>Leonurus japonicus</i>	R	1	9,26	0,68	25,00	2,33
<i>Peltophorum dubium</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Psidium</i> cf. <i>cattleyanum</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Rapanea umbellata</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Sebastiania commersoniana</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	P	1	9,26	0,68	16,67	1,55
<i>Xylosma</i> sp.	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	P	1	9,26	0,68	8,33	0,78
Total		148	1370,37	100,00	1075,00	100,00

As cinco espécies de maior densidade correspondem a 32,43% da densidade total de indivíduos. A espécie de maior densidade foi a regenerante *M. cordifolia* com 10,14% da densidade total de indivíduos. A segunda espécie de maior densidade (8,11%) foi a plantada *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), espécie nativa e de dispersão autocórica. Esta espécie é decídua a semidecídua e heliófita, tendo preferência por áreas com maior presença de luz e também produz uma grande quantidade de sementes viáveis anualmente (LORENZI, 1992, p. 143). *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. (pau-jacaré) foi a terceira espécie de maior densidade (5,41%) e foi plantada como espécie de preenchimento. Trata-se de uma espécie de

rara ocorrência na Mata Atlântica, semidecídua, heliófica e seletiva higrófila, possui forma de vida lenhosa e é nativa (LORENZI, 1992, p. 184). *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeira-pimenteira) foi a quarta espécie de maior densidade (5,41), sendo que estes indivíduos foram plantados no grupo de preenchimento. A quinta espécie de maior densidade foi a regenerante *Bidens pilosa* L. (picão-preto) com 3,38% da densidade total de indivíduos. Esta espécie é uma planta anual e herbácea de dispersão epizoocórica.

6.2.4 Comparação entre os tratamentos: indivíduos plantados e regenerantes

Considerando os índices de diversidade, equabilidade e dominância dos indivíduos plantados e regenerantes (Tabela 05), e comparando-os a outros locais é possível encontrar valores similares, como por exemplo no estudo de Souza (2000) que avaliou o estrato arbóreo e a regeneração natural em uma área restaurada, em região de Floresta Estacional Semidecidual de São Paulo, previamente ocupada com o uso de pastagem. A técnica de restauração utilizada foi o plantio misto de espécies pioneiras e não pioneiras, sendo que a proporção de espécies utilizadas foi de 50%. Após cinco anos do plantio destas árvores, foi realizado uma avaliação de todos os indivíduos com CAP acima de 15 cm, incluindo plantados e regenerantes. Encontrou-se um índice de diversidade de Shannon de 2,18 e equabilidade de 0,66. Apesar de se tratar de uma área de cinco anos de idade, apresentou um índice de diversidade menor do que o encontrado no tratamento PL do presente estudo (2,29), onde a área possui dois anos e oito meses. Este fato provavelmente se dá devido ao plantio de um maior número de espécies neste estudo, sendo que foram plantadas dez diferentes espécies de preenchimento e sessenta diferentes espécies de diversidade, enquanto que no estudo realizado por Souza (2000) foram plantadas apenas cinco espécies de preenchimento e trinta e três espécies de diversidade.

Tabela 05 - Comparação de índices de diversidade, equabilidade e dominância dos indivíduos plantados e regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em restauração no município de Dois Vizinhos - PR.

	PA	NU	PL
Ni	2.018	1.345	148
E	0,749667	0,68275	0,9805
H'	1,722333	1,757083	2,29025
D	0,289395	0,284014	0,101351

Onde: Ni = número de indivíduos; E = índice de equabilidade; H' = índice Shannon ($H' = \text{nats.indv}^{-1}$); D = índice de dominância de BERGER-PARKER.

Herrera et al. (2009) estudaram os parâmetros fitossociológicos de uma reserva florestal de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina, e encontraram um índice de diversidade de Shannon para as espécies, de 3,586. Este índice é maior em relação aos encontrados no presente estudo (PA = 1,722; NU = 1,757; PL = 2,290), porém corresponde à uma floresta clímax, comparado à uma área em restauração de apenas 2 anos e 8 meses de idade. Desta forma, pode-se notar que os índices de diversidade de Shannon encontrados no presente estudo podem ser considerados altos pela idade em que a área se encontra, sendo que este índice tende a aumentar conforme a área avança para os próximos estágios sucessionais, caracterizados pela aparição de novas espécies, que irão formar no futuro uma floresta clímax.

Dias et al. (1998) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Paraná, encontraram um índice de diversidade de 3,67, similar ao encontrado por Herrera et al. (2009), já Sonogo, Backers e Souza (2007) ao estudar uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, obtiveram um índice de diversidade de Shannon de 2,95 para indivíduos com $DAP \geq 5$ cm e 2,83 para espécies com $DAP \geq 10$ cm.

A equabilidade encontrada neste estudo foi de 0,74 para a restauração passiva, 0,68 para a nucleação e 0,98 para o plantio. A equabilidade varia de 0 a 1, onde se obtém o valor 1 ocorre uma situação na qual todas as espécies possuem a mesma abundância (MAGURRAN, 1988). No meio natural, a abundância das espécies varia muito, onde um valor de 1 seria de certa forma irreal, pois dificilmente seria possível obter-se exatamente o mesmo número de indivíduos para todas as espécies. Desta forma, o plantio apresentou uma equabilidade muito próxima de 1 (0,98), o que indica que quase todos os indivíduos possuem a mesma densidade, uma situação muito diferente do que a observada nos tratamentos de restauração passiva

(0,74) e de nucleação (0,68), mais similares à uma condição fitossociológica natural. Sonogo, Backers e Souza (2007) ao estudar um fragmento florestal de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul encontraram uma equabilidade de 0,80 tanto para indivíduos com $DAP \geq 5$ cm quanto para indivíduos com $DAP \geq 10$ cm.

O índice de dominância de Berger-Parker foi relativamente próximo para os tratamentos PA e NU, sendo que, o menor índice de dominância se deu no tratamento PL, revelando uma menor dominância da espécie mais abundante.

Através da realização da análise de variância de efeitos principais (ANOVA) e do teste de Tukey foi possível observar que tanto entre os tratamentos como entre os blocos houve diferença significativa. Para comparação entre os tratamentos obteve-se um valor de $p = 0,001974$, enquanto que para a comparação entre os blocos obteve-se um valor de $p = 0,003901$, sendo os valores abaixo de 0,05 estes podem ser considerados significativos. Este resultado é positivo quando relacionado à um experimento em blocos casualizados, pois os blocos devem apresentar diferença, o que indica que o delineamento experimental foi adequado. Foi realizado o teste de Tukey para descobrir quais tratamentos apresentaram diferença entre si, e através deste resultado foi possível relatar ao nível de 5% de significância que as médias entre os tratamentos de PA e NU não foram estatisticamente diferentes, enquanto que o PL apresentou diferença estatística (Tabela 06). O PL apresentou uma média elevada, superior ao PA e à NU, obtendo desta forma um índice de diversidade maior do que os outros tratamentos.

Tabela 06 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos indivíduos plantados e regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.

	Média H'	
PA	1,722	a
NU	1,757	a
PL	2,290	b

Onde: PA = restauração passiva; NU = nucleação; PL = plantio em linhas de preenchimento e diversidade;

Média H' = média do índice de diversidade de Shannon.

Através da análise dos blocos, observou-se ao nível de 5% de significância, uma diferença entre os blocos (Tabela 07). Os blocos 1, 2 e 4 não apresentaram diferença

estatística, porém, o bloco 4 também não apresentou diferença estatística em relação ao 3. O bloco 3 foi estatisticamente diferente dos blocos 1 e 2.

Tabela 07 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos quatro blocos em relação aos indivíduos plantados e regenerantes, de área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos – PR.

Blocos	Média H'	
3	1,507	b
4	1,867	ab
2	2,133	a
1	2,184	a

A baixa diversidade encontrada no bloco 3 e 4, comparada aos blocos 1 e 2, provavelmente se deu ao fato de que os blocos 3 e 4 apresentam invasão de diferentes gramíneas, sendo que o bloco 3 encontra-se mais invadido que o bloco 4. A presença destas gramíneas impede o desenvolvimento de outros indivíduos, ocupando nichos que deveriam estar preenchidos com diferentes espécies, conseqüentemente diminuindo a diversidade destes locais (ICMBio, 2012).

Através do índice de similaridade de Jaccard, pode-se concluir que os tratamentos PA e NU possuem a maior similaridade (0,27631) entre os tratamentos (Tabela 08). A menor similaridade pode ser observada entre a PA e o PL (0,09411).

Tabela 08 - Índice de similaridade de Jaccard obtidos através da comparação dos indivíduos plantados e regenerantes dos três tratamentos no município de Dois Vizinhos – PR.

Comparação	Índice de similaridade de Jaccard
PA: Restauração passiva x NU: Nucleação	0,276315789
NU: Nucleação x PL: Plantio em linhas de preenchimento e diversidade	0,166666667
PA: Restauração passiva x PL: Plantio em linhas de preenchimento e diversidade	0,094117647

Esta menor similaridade observada entre os tratamentos PA e PL, provavelmente ocorre devido ao fato de que no tratamento PA, o nível de interferência é muito baixo, porque não houve nenhum tipo de introdução de técnicas, já no PL a introdução de mudas pré-selecionadas ocorreu em área total combinada com manutenções, não restando espaço para a

regeneração de indivíduos que poderiam assemelhar-se à uma sucessão secundária natural, a qual ocorre na PA.

Analisando-se os parâmetros calculados para os diferentes tratamentos, considerando os indivíduos plantados mais os indivíduos regenerantes, pode-se concluir que o tratamento plantio em linhas de preenchimento e diversidade (PL) apresentou maior diversidade de espécies comparado aos demais tratamentos, sendo que o mesmo diferiu dos demais tratamentos ao nível de 5% de significância. Os tratamentos de restauração passiva (PA) e nucleação (NU) não apresentaram diferença estatística e exibiram índices de diversidade inferiores ao plantio.

A utilização da técnica de plantio ofereceu uma maior diversidade em estágio inicial de restauração se comparado aos demais tratamentos, porém demanda um orçamento maior, devido ao grande número de mudas implantadas ($1.666,66 \text{ mudas.ha}^{-1}$) e também dos procedimentos silviculturais necessários para manutenção da área até os três anos de idade. A técnica de nucleação, que exibiu uma diversidade menor se comparada ao PL, apresenta custos menores que o PL, devido ao fato de que as técnicas são implantadas em apenas 1/3 da área. Já a restauração passiva não apresenta custos experimentais de implantação (em uma condição real, este tratamento, assim como os demais, muitas vezes exige a construção de cercas e patrulhamento). No local onde este estudo foi realizado, a utilização da restauração passiva pode ser considerada uma boa opção, pois seus resultados não se diferiram estatisticamente da nucleação, e a principal vantagem desta técnica é a ausência de custos.

6.2.5 Comparação entre os tratamentos: indivíduos regenerantes

Considerando-se apenas os indivíduos regenerantes de cada tratamento, o plantio apresentou o menor índice de diversidade (0,307) (Tabela 09), enquanto que a restauração passiva apresentou o mesmo índice apresentado anteriormente (1,722), por conter apenas indivíduos regenerantes no tratamento, e a nucleação apresentou um índice similar às análises com indivíduos plantados e regenerantes (1,512). Desta forma, só pode ser associar uma alta diversidade do PL, se considerado todos os indivíduos plantados, pois apenas os regenerantes não formam uma floresta com diversidade. O fato do tratamento PL possuir tão pouca diversidade em relação aos indivíduos regenerantes, provavelmente se dá ao fato dos tratamentos culturais aplicados como parte do tratamento, incluindo roçagem da área e aplicação de

herbicida, sendo estas manutenções realizadas até os 3 anos de idade (espera-se que num futuro próximo ocorra a regeneração do sub-bosque formado). Estas mesmas manutenções foram aplicadas no tratamento NU, porém somente nas faixas onde foram implantadas as técnicas (1/3 da área), permitindo assim a ocorrência da regeneração natural no restante da área.

Tabela 09 - Comparação de índices de diversidade, equabilidade e dominância apenas dos indivíduos regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em restauração no município de Dois Vizinhos - PR.

	PA	NU	PL
Ni	2018	908	35
E	0,749666	0,642	0,220
H'	1,722a	1,512a	0,307b
D	0,289395	0,263215	0,428571

Onde: Ni = número de indivíduos; E = índice de equabilidade; H' = índice Shannon ($H' = \text{nats.indv}^{-1}$); D = índice de dominância de BERGER-PARKER.

Caldato et al. (1996) em área de Floresta Ombrófila Mista de Santa Catarina, estudaram a regeneração natural de dois diferentes tipos florestais, o I – com predominância de Araucária no estrato superior e o II – com predominância de outras espécies nativas. No tipo florestal I, encontraram um índice de diversidade de Shannon de 1,86 já no tipo florestal II encontraram um índice $H' = 1,68$. Estes índices foram muito similares aos encontrados no presente estudo para os tratamentos PA e NU, onde o tratamento PA apresentou um índice de diversidade de regeneração maior (1,722) do que a diversidade encontrada no tipo florestal II (1,68) que corresponde a regeneração natural de uma floresta madura, com predominância de espécies nativas no extrato superior.

O índice de dominância de Berger-Parker foi relativamente próximo para os tratamentos PA (0,289) e NU (0,263), enquanto que para o PL foi maior (0,428), revelando uma maior dominância das espécies mais abundantes do tratamento PL em comparação com os tratamentos PA e NU.

Aplicando-se a análise de variância de efeitos principais (ANOVA) e o teste de Tukey foi possível observar que tanto entre os tratamentos como entre os blocos houve diferença significativa. Para comparação entre os tratamentos obteve-se um valor de $p = 0,000001$,

enquanto que para a comparação entre os blocos obteve-se um valor de $p = 0,013166$. Foi então realizado o teste de Tukey para descobrir quais tratamentos apresentaram diferença entre si, e através deste resultado foi possível relatar que ao nível de 5% de significância as médias entre os tratamentos de PA e NU não foram estatisticamente diferentes, enquanto que o PL apresentou diferença estatística (Tabela 10).

Tabela 10 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon, apenas dos indivíduos regenerantes dos tratamentos de restauração passiva, nucleação e plantio em linhas de preenchimento e diversidade em área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.

	Média H'	
PA	1,722333	a
NU	1,512000	a
PL	0,306667	b

Onde: PA = restauração passiva; NU = nucleação; PL = plantio em linhas de preenchimento e diversidade;

Média H' = média do índice de diversidade de Shannon.

O PL apresentou uma média inferior de diversidade se comparado aos outros tratamentos, sendo que a PA e a NU obtiveram os maiores valores, e não apresentando diferença estatística.

Ao analisar-se os blocos, foi observado ao nível de 5% de significância, uma diferença entre os blocos (Tabela 11). Os blocos 1, 2 e 4 não apresentaram diferença estatística, porém o bloco 4 também não apresentou diferença estatística em relação ao 3. O bloco 3 foi estatisticamente diferente dos blocos 1 e 2.

Tabela 11 - Teste de Tukey a 5% de significância comparando as médias dos índices de diversidade de Shannon dos quatro blocos em relação aos indivíduos regenerantes, de área em processo de restauração no município de Dois Vizinhos - PR.

Blocos	Média H'	
1	1,531667	a
2	1,435333	a
4	1,039111	ab
3	0,715222	b

Assim como na análise anterior, que considerava os indivíduos plantados e regenerantes, a baixa diversidade considerando apenas os indivíduos regenerantes, encontrada no bloco 3, e também a diversidade um pouco menor, comparada aos blocos 1 e 2, encontrada no bloco 4, provavelmente se deu ao fato de que os blocos 3 e 4 apresentam invasão de diferentes gramíneas, sendo que o bloco 3 encontra-se mais invadido que o bloco 4.

Considerando-se apenas os indivíduos regenerantes, a similaridade (Tabela 12) foi maior entre os tratamentos PA e NU (0,3559), e menor entre os tratamentos NU e PL (0,1395). O PL foi o menos similar tanto com a NU como com a PA, e isto ocorreu provavelmente porque a densidade de indivíduos regenerantes no plantio foi muito baixa, devido ao grande número de árvores plantadas, roçagens e capinas químicas realizadas como parte do tratamento. Desta forma, não houve habitat favorável para indivíduos regenerantes, sendo que estes ocorreram em baixas densidades, ao contrário da PA onde todos os indivíduos foram regenerantes, e da NU, onde as técnicas foram implantadas apenas em 1/3 da área, permitindo e facilitando a regeneração natural nos 2/3 restantes.

Tabela 12 - Índice de similaridade de Jaccard obtidos através da comparação dos indivíduos regenerantes dos três tratamentos no município de Dois Vizinhos – PR.

Comparação	Índice de similaridade de Jaccard
PA: Restauração passiva x NU: Nucleação	0,355932203
NU: Nucleação x PL: Plantio em linhas de preenchimento e diversidade	0,139534884
PA: Restauração passiva x PL: Plantio em linhas de preenchimento e diversidade	0,195121951

Através da análise dos indivíduos regenerantes, pode-se concluir que a restauração passiva apresentou maior diversidade e conseqüentemente maior eficiência ecológica para o processo de restauração. A nucleação apresentou também uma alta diversidade, muito similar à restauração passiva, porém, esta técnica exige maiores custos devido a implantação das técnicas.

A utilização de técnicas de plantio em área total mostrou-se pouco eficiente quanto à presença de regeneração natural, devido ao fato da necessidade de manutenção destas áreas para garantir a sobrevivência das mudas plantadas e também ao grande número de mudas introduzidas, interferências estas que dificultam a regeneração de outras espécies, afetando de forma negativa os rumos naturais de sucessão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando-se os indivíduos plantados e regenerantes, o método de plantio foi o que apresentou maior diversidade, porém, este fato deu-se provavelmente ao grande número de espécies introduzidas, via mudas. Desta forma, o plantio aparece como um método que possui grande interferência no rumo da trajetória sucessional da futura floresta, que foi predeterminada pelo condutor da restauração.

A utilização de técnicas de nucleação mostrou-se adequada pelo fato de apresentar diversidade comparável ao plantio, estatisticamente igual à restauração passiva e por ser uma técnica menos determinística. A nucleação por ser implantada em apenas um terço da área, permite e também facilita a regeneração natural no restante da área, estimulando a criação de uma floresta mais similar ao estado natural, sem possuir tanta interferência antrópica.

A restauração passiva apresentou-se como uma técnica muito promissora, pois proporcionou elevado índice de diversidade, sendo a utilização desta técnica muito similar aos resultados obtidos com a nucleação. A vantagem da restauração passiva é a não interferência do homem na trajetória da floresta, permitindo que o ecossistema seja recriado à sua própria velocidade e de forma natural, assim como a ausência de custos para a implantação.

A pressão existente para que os processos de restauração ocorram de forma rápida, muitas vezes desvaloriza a utilização da restauração passiva devido ao longo tempo demandado, técnica esta que pode ser muito promissora em locais de alta resiliência como pode ser concluído neste estudo. Relacionado à esta tendência de não valorizar a utilização da restauração passiva está todo um contexto histórico que remete à restauração de áreas com plantio de mudas como única maneira eficiente de recuperar áreas degradadas, sendo que muitas vezes o que pode acontecer nessas áreas é chamada *overrestoration* (sobrerestauração), conceito este ainda pouco discutido, e que ilustra muito bem o que acontece quando implementam-se técnicas de restauração ativa em áreas que já possuem capacidade de regeneração natural.

Recomenda-se a realização de um diagnóstico aprofundado da área a ser restaurada antes da escolha do método de restauração, evitando assim a utilização de técnicas ativas em locais onde a restauração passiva é viável, acarretando em uma maior semelhança ao meio natural do ecossistema a ser restaurado e diminuindo de forma significativa os custos necessários para o processo de restauração.

REFERÊNCIAS

AIDE, T. Mitchell; ZIMMERMAN, Jess K.; PASCARELLA, John B.; RIVERA, Luis; MARCANO-VEGA, Humfredo. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**, Washington, v. 8, n. 4, p. 328-338, dez. 2000.

ALVES, Luciana F.; METZGER, Jean Paul. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 1-26, mai./ago. 2006.

ARONSON, James; LE FLOC'H, Edward; OVALLE, Carlos. Semi-arid woodlands and desert fringes. In: PERROW, M. R.; DAVY, A. J. (Ed.). **Handbook of Ecological Restoration**. United Kingdom: Cambridge University Press, v. 2, 2002. p. 466-485.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ. Lei nº 10.066, de 27 de julho de 1992. Cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, a entidade autárquica Instituto Ambiental do Paraná – IAP e adota outras providências. **Palácio do Governo em Curitiba**. Curitiba, 27 jul. 1992.

BECHARA, Fernando C.; CAMPOS FILHO, Eduardo M.; BARRETTO, Klaus D.; GABRIEL, Vagner A.; ANTUNES, Alexsander Z.; REIS, Ademir. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n.1, p. 9-11, jul. 2007.

BERGER, Wolfgang H.; PARKER, F. L. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Seasediments. **Science**, v. 168, p. 1345-1347, 1970.

BOANARES, Daniela; AZEVEDO, Cristiano S. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. **Braz. J. Natureza e Conservação**, Ouro Preto, v. 12, n. 2, p. 93-98, 2014.

BRANCALION, Paulo H. S.; RODRIGUES, Ricardo R.; GANDOLFI, Sergius; KAGEYAMA, Paulo Y.; NAVE, André G.; GANDARA, Flávio B.; BARBOSA, Luiz M.; TABARELLI, Marcelo. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de Florestas Tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRASIL. **Constituição** (1988). Art. 225. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 15 jan. 2014.

BRASIL. Lei nº 12.854, de 26 de agosto de 2013. Fomenta e incentiva ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas, nos casos que especifica. **Diário Oficial da União**. Brasília, 27 ago. 2013.

CABRERA, A. L.; KLEIN, R. M. 1989. Compostas. In: REITZ, P. R. ed. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. p.739-742.

CALDATO, Silvana L.; FLOSS, Paulo A.; CROCE, Dorli M. da. LONGHI, Solon J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.27-38, 1996.

CAMPOS, João B.; SILVEIRA FILHO, Leverci. **Floresta Estacional Semidecidual**. 5. ed. Curitiba: ACS/SEMA, 2010.

CELENTANO, Danielle; ZAHAWI, Rakan A.; FINEGAN, Bryan; OSTERTAG, Rebecca; COLE, Rebecca J.; HOLL, Karen D. Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies in Costa Rica. **Biotropica**, Malden, v. 40, n. 4, p. 441-448, 2011.

COLE, Rebecca J.; HOLL, Karen D.; ZAHAWI, Rakan A. Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. **Ecological Applications**, Ithaca, v. 20, n. 5, p. 1255-1269, jul. 2010.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 388, de 23 de fevereiro de 2007. **Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica**. Publicada no DOU nº 38, de 26 fev. 2007. Seção 1, p. 63.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de pesquisas ecológicas, Secretaria do meio ambiente do estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas – MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2000.

DAMASCENO, Andréia C. F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema**. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DIAS, Marilda C.; VIEIRA, Ana O. S.; NAKAJIMA, Jimi. N.; PIMENTA, José A.; LOBO, Patrícia C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 183-195. 1998.

DURIGAN, Giselda; ENGEL, Vera Lex; TOREZAN, José M.; MELO, Antônio C. G. de; MARQUES, Márcia C. M.; MARTINS, Sebastião V.; REIS, Ademir; SCARANO, Fábio R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 471-485, 2010.

ENGEL, Vera Lex; PARROTTA, John A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 2003. p. 3-26.

GANDOLFI, Sergius; BELLOTTO, Andrezza; RODRIGUES, Ricardo R. Inserção do Conceito de Grupos Funcionais na Restauração, Baseada no Conhecimento da Biologia das Espécies. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF/ESALQ, 2009. p. 66-81.

GOMEZ-APARICIO, Lorena; ZAMORA, Regino; GOMEZ, Jose M.; HODAR, Jose A.; CASTRO, Jorge; BARAZA, Elena. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. **Ecological Applications**, Tempe, v. 14, n. 4, p. 1128-1138, 2004.

HARDT, Elisa; PEREIRA-SILVA, Érico F. L.; ZAKIA, Maria José B.; LIMA, Walter P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 107-123, abr. 2006.

HERRERA, Hugo A. R.; ROSOT, Nelson C.; ROSOT, Maria A. D.; OLIVEIRA, YEDA M. M. de. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 485-500, jul./set. 2009.

HOLL, Karen D. Factors limiting Tropical Rain Forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. **Biotropica**, Malden, v. 31, n. 2, p. 229-242, jun. 1999.

HOLL, Karen D.; AIDE, T. Mitchell. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 261, p. 1558-1563, 2011.

HOLL, Karen D.; ZAHAWI, Renan A.; COLE, Rebecca J.; OSTERTAG, Rebecca; CORDELL, Susan. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale

tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**, Washington, v. 19, n. 4, p. 470-479, jun. 2011.

IBAMA. **Instrução normativa nº. 4, de 13 de abril de 2011**. Disponível em <http://www.faespsenar.com.br/faesp/pagina/exibe/faesp/legislacao/instrucao-normativa-ibama-n%C2%B0-4_-de-13-de-abril-de-2011/819>. Acesso em: 22 nov. 2013.

ICMBio. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em unidades de conservação do cerrado**. 2012. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-fazemos/proj_apoiados/resumo_projeto_2900.pdf>. Acesso em: 07 de nov. de 2015.

INPE. **SOS Mata Atlântica e INPE apresentam dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 2014. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3610>. Acesso em: 07 de nov. de 2015.

JUDD, Walter S.; CAMPBELL, Christopher S.; KELLOGG, Elizabeth A.; STEVENS, Peter F.; DONOGHUE, Michael J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 612p

KAGEYAMA, Paulo Y.; GANDARA, Flávio B.; OLIVEIRA, Renata E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2008. p. 29-48.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarium, 1992. 352p

LUDWIG, John A.; REYNOLDS, James F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons. 337 p., 1988.

MAGURRAN, Anne E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

MORRISON, Emily B.; LINDELL, Catherine A. Active or passive forest restoration? Assessing restoration alternatives with avian foraging behavior. **Restoration Ecology**, Washington, v. 19, n. 201, p. 170-177, mar. 2011.

MUELLER-DOMBOIS, Dieter; ELLENBERG, Heinz. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons; 1974.

NAVE, André G.; RODRIGUES, Ricardo R. Combination of Species Into Filling and Diversity Groups as Forest Restoration Methodology. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Org.). **High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil**. 1 ed.: Nova Science Publishers, v. 1, 2007. p. 103-126.

PINTO, Luiz P.; HIROTA, Marcia; CALMON, Miguel; RODRIGUES, Ricardo R.; ROCHA, Rui. A Mata Atlântica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF/ESALQ, 2009. p. 66-81.

REIS, Ademir; BECHARA, Fernando C.; ESPINDOLA, Marina B.; VIEIRA, Neide K.; SOUZA, Leandro L. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 85-92, abr. 2003.

REIS, Ademir; BECHARA, Fernando C.; TRES, Deisy R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n.2, p. 244-250, mar./abr. 2010.

REIS, Ademir; TRES, Deisy R. Nucleação: Integração das comunidades naturais com a paisagem. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2007. p. 29-55.

REIS, Ademir; TRES, Deisy R.; SCARIOT, Eliziane C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 67-73, jul./dez. 2007.

RODRIGUES, Ricardo R.; LIMA, Renato A. F.; GANDOLFI, Sergius; NAVE, André G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Boston, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

RODRIGUES, Ricardo R.; MARTINS, Sebastião V.; GANDOLFI, Sergius. **High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas**. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2006.

RONDON NETO, Rubens M.; WATZLAWICK, Luciano F.; CALDEIRA, Marcos V. W.; SCHOENINGER, Emerson R. Análise Florística Estrutural de um fragmento de Floresta

Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva – RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 29-37, 2002.

ROQUE, Nádia; BAUTISTA, Hortensia. **Asteraceae**: caracterização e morfologia floral. Salvador: EDUFBA, 2008.

SONEGO, Rubia C.; BACKES, Albano; SOUZA, Alexandre F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta bot. Bras.**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 943-955, 2007.

SORREANO, Maria C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades**. 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, Flaviana M. de. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, Flaviana M.; BATISTA, João L. F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Cambridge, v. 196, n. 1-3, p. 275-285, abr. 2004.

TORIOLA, D.; CHAREYRE, Philippe; BUTTLER, Alexandre. Distribution of primary forest plant species in a 19-year old secondary forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, n. 3, p. 323-340, 1998.

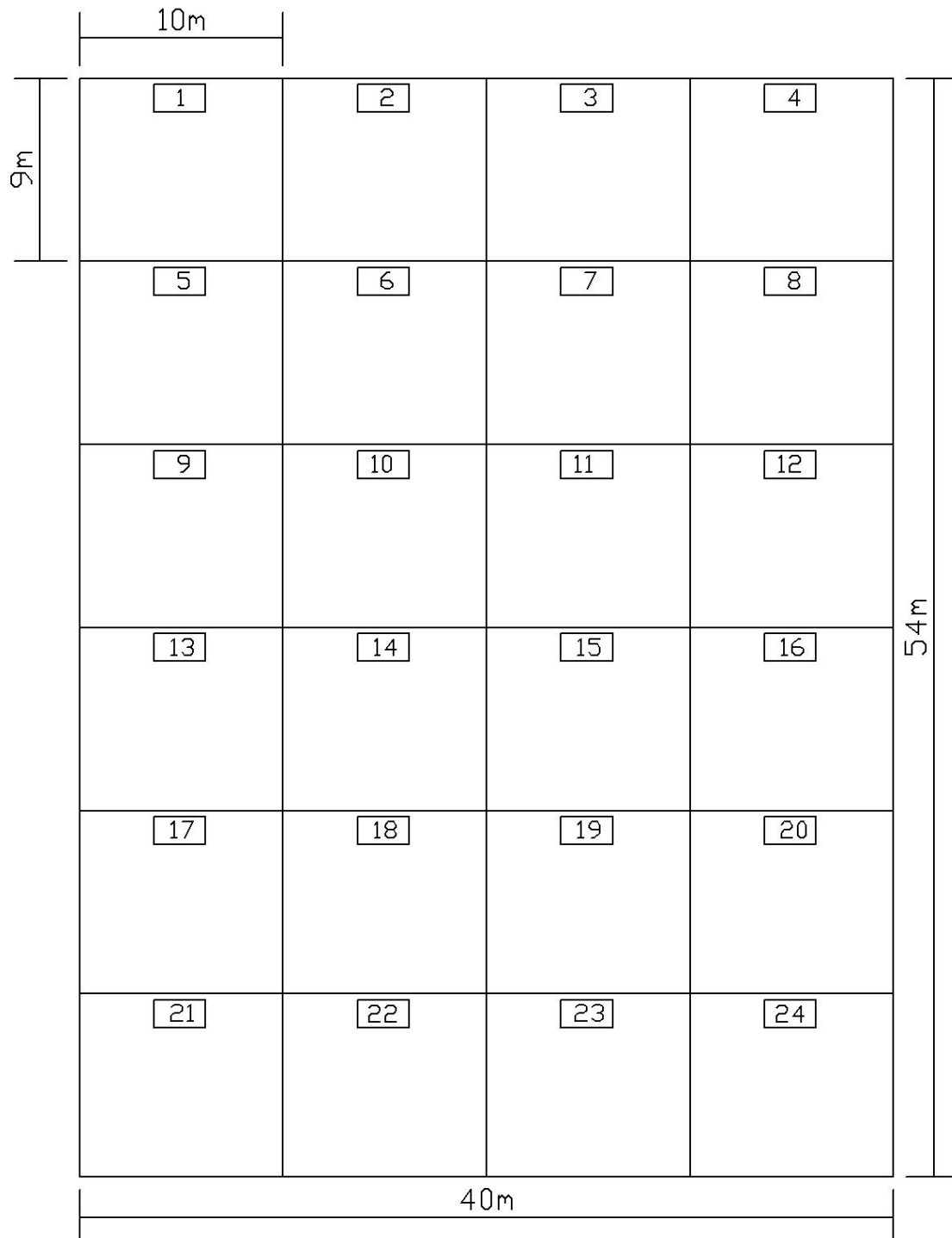
VALCARCEL, Ricardo; SILVA, Zilanda S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**, Curitiba, v. 27, n. 1/2, p. 101-114, 1997.

WADT, Paulo G. S. **Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003.

WUETHRICH, Bernice. Biodiversity: reconstructing Brazil's Atlantic rainforest. **Science**, Washington, v. 315, p. 1070-1072, fev. 2007.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, n. 2, p. 417-428, jul. 1974.

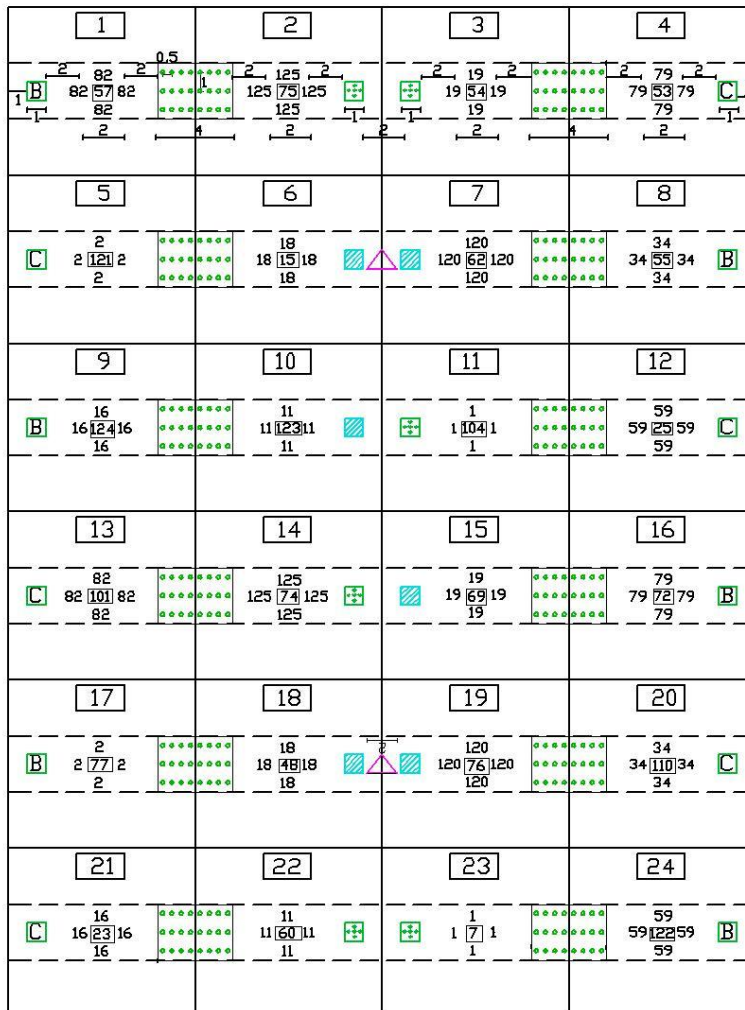
ANEXO A – Mapa da restauração passiva e esquema de subparcelas de amostragem botânica.



Fonte: Bechara, 2013.

ANEXO B – Mapa da nucleação.

MATA



ESTRADA

LEGENDA:

34 CADA NÚMERO CORRESPONDE
UMA DIFERENTE ESPÉCIE

[B] BANCO DE SEMENTES (1x1m)

[C] CHUVA DE SEMENTES (1x1m)

○ ○ ○ GRUPOS DE ANDERSON
(2x2m)

[.....] COBERTURA GUANDÚ (3x4m)

COBERTURA GUANDÚ (3x4m)

[+] BROMÉLIAS (1x1m)

[△] POLEIROS (1x1m)

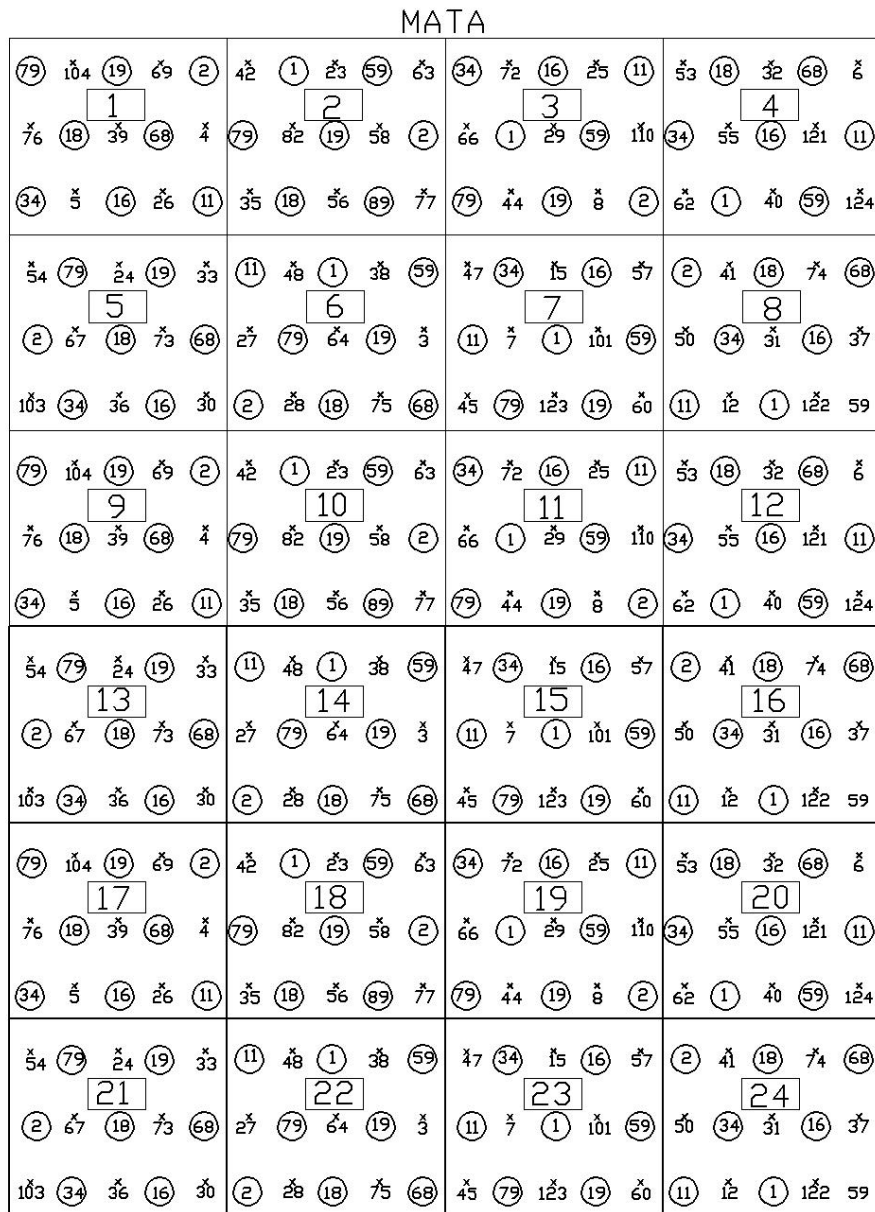
[■] ABRIGOS ARTIFICIAIS (1x1m)

DISTÂNCIA ENTRE TÉCNICAS = 2m

[1] SUB-PARCELAS

Fonte: Bechara, 2013.

ANEXO C – Mapa do plantio em linhas de preenchimento e diversidade.



ESTRADA

LEGENDA:

1 SUB-PARCELAS

79 ESPÉCIES DE PREENCHIMENTO

104 ESPÉCIES DE DIVERSIDADE

Fonte: Bechara, 2013.

ANEXO D – Lista de espécies utilizadas nos tratamentos plantio e nucleação, incluindo o código da espécie, o nome popular, a categoria sucessional e silvicultural, a origem da muda e também em quais tratamentos foi utilizada (Linhas de preenchimento e diversidade ou nucleação).

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira pimenteira	59	X	x	PP	Preenchimento	Copel/Salto Segredo
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum cagão	12	X		P(D)	Diversidade	IAP Cascavel
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Peroba rosa	101	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	7	X	x	NP	Diversidade	IAP Fernandes Pinheiro
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro do Paraná	104	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
Areaceae	<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	Butiá	121	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	124	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Cambará	38	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Segredo
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	37	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex	Ipê amarelo	57	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
	A. DC.) Standl.							
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	Guajuvira	48	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro Pardo	82	X	x	NP	Preenchimento	Copel/Salto Caxias
Cannellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Pimenteira	44	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp. L.	Curupιά	31	X		P(D)	Diversidade	Copel/Foz do Areia
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiuva	11	X	x	PP	Preenchimento	IAP Cascavel
Caricaceae	<i>Jaracatia spinosa</i> (Aubli) A. DC.	Jaracatiá	15	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	Espinheira Santa	122	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema	30	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Tapiá	34	X	x	PP	Preenchimento	Copel/Salto Segredo
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Capixingui	1	x	x	PP	Preenchimento	IAP Salgado Filho
	cf. <i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra	16	X	x	PP	Diversidade	IAP Paranavaí

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
		d'agua						
	<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Sarandi	50	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	47	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Angico branco	103	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata de vaca	68	X		PP	Preenchimento	Copel/Salto Caxias
	<i>Calliandra tweedii</i> Benth.		41	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Falso-barbatimão	28	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril, timbaúva	125		x	PP	Preenchimento	Copel/Salto Caxias
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira	67	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	Ingá de brejo	36	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Lonchocarpus</i> sp. Kunth	Rabo de bugio	64	x		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.)	Sapuva	24	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
	Vogel							Areia
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Maricá	120		x	PP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	2	X	x	PP	Preenchimento	IAP Salgado Filho
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho	110	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pau jacaré	19	X	x	PP	Preenchimento	IAP Cornélio Procópio
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	63	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	8	X		NP	Diversidade	IAP Fernandes Pinheiro
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela guaicá	40	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	Imbuia	29	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Maria-pula-pula	23	X	x	NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Dedaleiro	32	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Paineira	56	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	18	X	x	PP	Preenchimento	IAP Paranavaí
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjarana	39	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro rosa	55	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Quebra machado	72	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	Figueira	60	X	x	P(D)	Diversidade	Copel/Salto Segredo
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Capororoca	3	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	Capororocã o	33	X		NP	Diversidade	IAP Salgado Filho
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sete capotes	53	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Mart. ex O. Berg	Guabiroba	35	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira nativa	76	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	74	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	75	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Myrceugenia cf. euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	Cambuim	73	X		NP	Diversidade	
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guabiju	6	X		NP	Diversidade	IAP/Prefeitura Francisco Beltrão
	<i>Myrciaria trunciflora</i> O. Berg	Jabuticabeira	77	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Psidium cf. cattleyanum</i> var. <i>coriaceum</i> (Mart. ex O. Berg) Kiaersk.	Araçá	4	X		NP	Diversidade	IAP/Prefeitura Francisco Beltrão
Phytollacaceae	<i>Galesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pau d'alho	5	X		NP	Diversidade	IAP Salgado Filho
Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i> Labill.	Pinheiro bravo	42	X		NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro	123	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-bravo	25	X	x	NP	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	Limão-de-mico	26	X		P(D)	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau marfim	62	x	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias

Família	Nome científico	Nome popular	Código da espécie	Linhas de preenchimento e diversidade	Nucleação	Categoria Sucessional	Categoria Silvicultural	Origem da muda
	(Engl.) Engl.							
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica de porca	58	X		NP	Diversidade	Copel/Salto Segredo
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Cafezeiro do mato	69	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Xylosma</i> sp. G. Forst.	Sucará	45	X		P(D)	Diversidade	Copel/Foz do Areia
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Vacum	27	X		P(D)	Diversidade	Copel/Foz do Areia
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá vermelho	54	X	x	NP	Diversidade	Copel/Salto Caxias
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria preta	66	X		P(D)	Diversidade	Copel/Salto Caxias
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumeiro-bravo	79	X	x	PP	Preenchimento	Copel/Salto Caxias

Fonte: Bechara, 2012.