



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

LYA CAROLINA DA SILVA MARIANO PEREIRA

**ESTRUTURA DA PAISAGEM E REGENERAÇÃO NATURAL
EM REFLORESTAMENTOS COM ESPÉCIES NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA**

LYA CAROLINA DA SILVA MARIANO PEREIRA

**ESTRUTURA DA PAISAGEM E REGENERAÇÃO NATURAL
EM REFLORESTAMENTOS COM ESPÉCIES NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Domingues
Torezan

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P436e Pereira, Lya Carolina da Silva Mariano.
Estrutura da paisagem e regeneração natural em reflorestamentos com
espécies nativas da Mata Atlântica / Lya Carolina da Silva Mariano
Pereira. – Londrina, 2012.
41 f. : il.

Orientador: José Marcelo Domingues Torezan.
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual
de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Mata Atlântica – Reflorestamento – Paraná – Teses. 2. Florestas – Reprodução –
Paraná – Teses. 3. Reflorestamento – Paraná – Teses. 4. Mata Atlântica – Recuperação
ecológica – Paraná – Teses. I. Torezan, José Marcelo Domingues. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação
em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 634.0.2(816.1)

LYA CAROLINA DA SILVA MARIANO PEREIRA

**ESTRUTURA DA PAISAGEM E REGENERAÇÃO NATURAL
EM REFLORESTAMENTOS COM ESPÉCIES NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Marcelo Doingues Torezan
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Sandra Cristina muller
UFRGS – Porto Alegre - RS

Prof, Dr. Edmilson Bianchini
UEL – Londrina – PR

Londrina, 18 de abril de 2012.



COORDENADORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
Divisão de Admissão e Registro

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Discente: Lya Carolina da Silva Mariano Pereira

Título: "Estrutura da paisagem e regeneração natural em
reflorestamentos com espécies nativas da Mata Atlântica".

Data da Defesa: 18 de abril de 2012 - 14:00 hs, na sala de aula do
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Centro de
Ciências Biológicas, desta Universidade.

Banca Examinadora

Dr. José Marcelo Domingues Torezan

Dra. Sandra Cristina Müller

Dr. Edmilson Bianchini

Parecer

APROVADA

APROVADO

APROVADO

Parecer Final APROVADA

Dr. José Marcelo Domingues Torezan


Dra. Sandra Cristina Müller


Dr. Edmilson Bianchini

*Aos meus pais, irmãos, namorado, familiares, amigos
e a todos que buscam conhecimento.*

AGRADECIMENTOS

À Duke Energy, CAPES e Programa de Mestrado em Ciências Biológicas da UEL, pelo apoio financeiro, que foi de grande importância para a realização do trabalho.

Ao meu orientador José Marcelo D. Torezan pelos ensinamentos, apoio, dedicação, paciência e compreensão.

Aos professores e ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas pelos ensinamentos. E ao Prof. Dr. Mauricio O. Moura (UFPR), que mesmo não sendo do programa, me ajudou com a estatística do trabalho.

À Profa.ra. Sandra Cristina Müller e ao Prof. Dr. Edmilson Bianchini pelo aceite e participação como banca examinadora desse trabalho, e pelas sugestões e apontamentos, que foram de grande relevância e importância.

Aos proprietários das fazendas que permitiram a realização de coleta de dados.

À equipe do LABRE (Laboratório de Biodiversidade e Restauração dos Ecossistemas) em especial a Alba L. Cavalheiro pela ajuda, disponibilidade e amizade. Ao Odair do Carmo Pavão (o Oda) pelo companheirismo, ensinamentos e ajuda em campo, pois sem ele esse trabalho não seria o mesmo.

Aos amigos do LABRE; Carolzinha que esteve comigo em toda a graduação e agora me ajudou muito durante o mestrado, principalmente nas etapas finais. A Jézili, Gabi Scolari, Gabi Andrade que foram de grande ajuda no meu primeiro ano do mestrado. Ao meu eterno calouro Maurício e à Vandinha pelos auxílios quando foram necessários. A Angelita e Marcinho que mesmo não estando mais no LABRE sempre estiveram presentes. Aos meus ajudantes de campo, mesmo que por pouco tempo, Carolina Godinho, Guta e Rudá, além do meu estagiário Robson pelas ajudas em campo e laboratório.

A todos os meus amigos, principalmente aos amigos da graduação e em especial às meninas que estiveram presentes também durante o mestrado com ajuda,

compreensões, conselhos, desabafos Kátia, Luciana Franci e Luciana Oliveira. Às companheiras de república Andréia e Daiana principalmente pela paciência em me aguentar.

Aos amigos do mestrado que sempre compartilharam dos mesmos desesperos, preocupações, anseios e alegrias: Renata (amiga de mestrado e laboratório) Maíra, Eloisa, Fran, Ju Carbonieri, Gabi, Nat, Larissa, Fernanda, Ronds (Ricardo), Alex, Tiago, Luizinho, Paulo, João Fernando, além da Bel que deixou o mestrado, mas esteve sempre presente com sua amizade.

À minha família que me acolheu em Londrina Tia Mana, Tio Zé (*i.m.*), César, Ângela, Paulino, José Paulo e Mariana Júlia, pela paciência e principalmente à Ju pelas ajudas com o texto.

Por fim, um agradecimento especial às pessoas mais importantes, meus pais Edison e Lúcia, e irmãos Elyne e Victor, pelo apoio incondicional em todos os momentos. E ao Léo, meu namorado, pelo companheirismo, paciência e compreensão durante o mestrado.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1**– Reflorestamentos utilizados para estudo de abundância e riqueza de espécies regenerantes em municípios do norte do Paraná – Brasil. DR – distância em linha reta entre o reflorestamento e o fragmento mais próximo; DV – distância por meio da vegetação; V_{1000} – área de vegetação no entorno do reflorestamento dentro de um raio de 1000 m; V_{500} – área de vegetação no entorno do reflorestamento dentro de um raio de 500 m..... 24
- Tabela 2** – Combinações resultantes da análise de GLM para abundância. A – abundância de espécies nativas não plantadas sem ruderais; A_{tc} – abundância de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; A_z – abundância de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais; DR – distância em linha reta; V_{1000} – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos 33
- Tabela 3** – Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis de abundância (A – abundância de espécies nativas não plantadas sem ruderais; A_{tc} – abundância de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; A_z – abundância de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais) e variáveis independentes (DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V_{500} – área de vegetação em raio de 500 m; V_{1000} – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos)..... 34
- Tabela 4** – Combinações resultantes da análise de GLM para riqueza. S – riqueza de espécies nativas não plantadas sem ruderais; S_{tc} – riqueza de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; S_z – riqueza de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais; DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V_{500} – área de vegetação em raio de 500 m..... 35

Tabela 5 – Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis de riqueza (S – riqueza de espécies nativas não plantadas sem ruderais; S_{tc} – riqueza de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; S_z – riqueza de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais) e variáveis independentes (DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V₅₀₀ – área de vegetação em raio de 500 m; V₁₀₀₀ – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos) 35

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Lista de espécies regenerantes amostradas em reflorestamentos do norte do Paraná – Brasil, no entorno da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (rio Paranapanema, PR/SP). PI = pioneira ou inicial; TC = tardia ou clímax; ANE = anemocórica; AUT = autocórica; ZOO = zoocórica; E = exótica; N = nativa; NR = espécies não ruderais; R = espécies ruderais; NP = espécies não plantadas no reflorestamento; P = espécies plantadas nos reflorestamentos. 45

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Localização das áreas de estudo. Reservatório Capivara (em preto) – Paraná, Brasil. As letras em vermelho identificam os municípios onde se localizam os reflorestamentos. Alvorada do Sul (a), Primeiro de Maio (b), Rancho Alegre (c), Sertaneja (d) e Sertãoópolis (e). 25
- Figura 2** – Mapa composto. Confeccionado no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m. A mancha ao centro é o Reservatório de Capivara, da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (rio Paranapanema, PR/SP)..... 27
- Figura 3** – Mapa de classificação primária. Obtido da classificação não-supervisionada realizada no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m..... 28
- Figura 4** – Mapa de cobertura de vegetação remanescente no norte do Paraná – Brasil. Obtido por reclassificação manual realizada no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m. Reclassificação realizada a partir de conhecimento de campo e auxílio do software “Google Earth”, dividido em três categorias: azul – Represa Capivara, branco – matriz (agrícola e urbana) e verde – remanescentes florestais. 29
- Figura 5** – Recorte do mapa da cobertura de vegetação e delimitação de raios de busca de áreas amostradas. Mapa classificado (azul – Represa Capivara, branco – matriz e verde – remanescentes florestais) com a delimitação, em preto, dos raios de busca de 500 (A) e 1000 m (B). Obtido pelo programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m. 30
- Figura 6** – Esquema da determinação das variáveis de distância. Distância em linha reta (**A** – linha vermelha) e distância por meio de vegetação (**B** – linha vermelha) entre os reflorestamentos estudados e os fragmentos florestais mais próximos..... 31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS	17
ARTIGO – EFEITO DA PAISAGEM SOBRE A REGENERAÇÃO EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO COM ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA	20
RESUMO	21
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
1 ÁREA DE ESTUDO	23
2 COLETA DE DADOS	25
2.1 QUANTIFICAÇÃO DE REGENERANTES	26
2.2 ONSTRUÇÃO DO MAPA	27
2.3 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	30
3 ANÁLISE DOS DADOS	31
RESULTADOS	32
1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA	32
2 DIVERSIDADE DE REGENERANTES E ESTRUTURA DA PAISAGEM	33
2.1 ABUNDÂNCIA	33
2.2 RIQUEZA.....	34
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICE	44

PEREIRA, Lya Carolina da Silva Mariano. **Estrutura da paisagem e regeneração natural em reflorestamentos com espécies nativas da Mata Atlântica**. 2012 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica) Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.

RESUMO

Hoje no Brasil restam somente cerca de 7% da vegetação original do bioma Mata Atlântica. No Paraná esse cenário não é diferente, os remanescentes florestais são pouco e pequenos, restando apenas cerca de 10% da cobertura florestal inicial. Com a elevada fragmentação, a recuperação natural das áreas por meio da sucessão secundária fica dificultada, pela diminuição do fluxo biológico. Reflorestamentos são meios de catalisar a sucessão secundária, pois promovem condições climáticas e atraem dispersores. Porém, o sucesso depende da paisagem onde estão inseridos, uma vez que para garantir a regeneração é necessária a chegada de propágulos provenientes de fragmentos florestais. Assim, a regeneração natural pode variar conforme os elementos e sua distribuição na paisagem. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da paisagem sobre a regeneração natural em reflorestamentos, principalmente com relação à distribuição dos remanescentes florestais próximo a eles. Para tanto, foram registrados os regenerantes de dezoito reflorestamentos da região norte do Paraná. Em cada reflorestamento foram estabelecidas 10 parcelas de 10x10 m, dentro das quais foram identificados e contados todos os indivíduos lenhosos com altura igual ou superior a 10 cm, posteriormente as espécies foram classificadas quanto ao hábito, síndrome de dispersão, categoria ecológica e origem. Imagens de satélite foram tratadas e utilizadas como ferramentas para a quantificação da distância em linha reta entre os reflorestamentos e fragmentos florestais (DR), distância por meio de vegetação até o remanescente mais próximo (DV), e área de vegetação na área em raios de busca de 500 e 1000 m (V_{500} e V_{1000} , respectivamente). Outras variáveis analisadas, que podem influenciar a regeneração, foram a idade (I) e riqueza do plantio dos reflorestamentos (P) e a abundância de ruderais (R). As análises foram feitas utilizando o Modelo Linear Generalizado para identificar qual a variável ou o conjunto delas que explicassem melhor a diversidade dos reflorestamentos, considerando o valor de AIC (critério de informação de Akaike) como critério. Os regenerantes registrados, em sua maioria, pertenciam a espécies arbóreas, zoocóricas, nativas e pioneiras/iniciais. A combinação de V_{1000} , DR, I, P e R exerceu a maior influência sobre a abundância de regenerantes, sendo essa relação mais estreita com espécies zoocóricas (AIC=1134). As variáveis V_{500} e DR explicaram melhor a riqueza de espécies tardias/clímax (AIC=62). Deste modo os resultados indicam que os remanescentes florestais a até 500 m dos reflorestamentos são responsáveis pela regeneração no sub-bosque dos reflorestamentos, principalmente de espécies zoocóricas e tardias/clímax.

Palavras-chave: Dispersão de sementes. Ecologia da restauração. Fragmentação florestal. Sucessão secundária.

PEREIRA, Lya Carolina da Silva Mariano. **Landscape structure and natural regeneration in reforestations with Atlantic forest native species.** 2012 48 f. Dissertation (Master's degree in Biological Science – Botany) Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.

ABSTRACT

In Brazil only 7% of original Atlantic forest vegetation still remains and in Paraná state figures are not quite different, with the forest remnants accounting for near 10% of landscapes. The high level of fragmentation difficult the secondary succession by restricting biological flows. Reforestations with native species are means to minimize some fragmentation effects, catalyzing the succession, allowing microclimate changes and attracting seed dispersers. However, continuing ecological succession may depend on the structure of surrounding landscape, which can include varying amount of remnant habitat. This study aimed to analyze the landscape influence on plant diversity in the understory of 18 reforested sites in north of Parana state. Each site had established 10 plots with 10x10 m. There was identified, classified and counted all woody plants with height equal or greater than 10 cm. Landscape structure in 500 and 1000 m radius neighborhoods for each site were analyzed from satellite-derived land cover maps (V_{500} and V_{1000} , respectively). With this images were also quantified the distance to the nearest forest remnant (DR) and the distance by the remaining vegetation (DV). Other variables analyzed were the reforestation age (I), reforestation planted species richness (P) and abundance of ruderal species (R). Generalized Linear Models were used to find better predictors for the woody plant diversity, using the Akaike information criteria (AIC). Most species regenerating were tree, zoochoric and early succession species. Remnant vegetation proportion in 1000 m radius (V_{1000}), DR, I, P and R better explained abundance of zoochoric (AIC=1134). Both the V_{500} and DR best predicted late succession species richness (AIC=62). Our results suggests that landscape structure just around restoration sites (up to 500 m) is critical for arrival of late succession species and thus for the fate of secondary succession.

Keywords: Forest fragmentation. Seed dispersal. Ecological restoration. Secondary succession.

INTRODUÇÃO GERAL

As atividades de destruição dos ambientes naturais do bioma Mata Atlântica iniciaram-se com a colonização portuguesa (Dean 1996). Desde então, a redução da vegetação para a implantação de diversas culturas agrícolas, para atividades de pastagem, para o desenvolvimento de cidades e indústrias vêm causando o aumento da fragmentação, ou seja, a perda de áreas florestais e perda de conexão entre as manchas remanescentes (Parrotta et al. 1997).

Assim, restam hoje, em todo o território brasileiro, somente 7,9% da vegetação original da Mata Atlântica, enquanto o estado do Paraná apresenta 10,5% da cobertura florestal inicial do estado (INPE 2011). A maioria dos remanescentes está na Serra do Mar e no Parque Nacional do Iguaçu, o restante está distribuído em pequenos fragmentos por todo o estado. No norte do Paraná os pequenos remanescentes estão circundados por uma matriz agrícola, principalmente culturas de soja e milho.

A princípio, a fragmentação das florestas leva à diminuição da área de habitat (reduzida a pequenas manchas) e ao isolamento dos remanescentes, causando inicialmente a diminuição da biodiversidade local (Young et al. 1996). A diminuição da área de floresta proporciona a perda de indivíduos de populações (Fahrig 2003) e alteração da biodiversidade da mancha (Tabarelli et al. 1999; Rabello et al. 2010), além de promover a perda do fluxo gênico entre os locais pela baixa taxa de migração (Scariot 1998; Hamilton 1999), dificultando o fluxo biológico entre as áreas remanescentes e conseqüentemente sua regeneração (Parrotta et al. 1997), principalmente quando estão muito distantes, comprometendo o futuro da espécie no local.

A maior interferência da fragmentação, no ambiente, ocorre na área em que a vegetação foi retirada efetivamente. Quando essas áreas que sofreram perturbação são abandonadas, inicia-se o processo de sucessão secundária (Horn 1974). Este processo se dá a partir de organismos que recolonizam uma área previamente ocupada por uma comunidade que foi total ou parcialmente destruída (Horn 1974), seja por meio de sementes e esporos presentes no solo ou advindos de dispersão a partir de áreas vizinhas formando uma nova comunidade (Parrotta et al. 1997).

Em um primeiro momento, nas áreas de cultivo ou pastos abandonados, se desenvolvem espécies que toleram alta radiação solar e tem características como alta fecundidade, boa capacidade de dispersão e crescimento rápido, conhecidas de modo amplo como espécies “pioneiras”. A colonização da área por estas espécies modifica o ambiente

facilitando, posteriormente, o desenvolvimento de outras espécies (Callaway et al. 2002; Baumeister; Callaway 2006).

A facilitação é uma interação positiva entre espécies, onde uma favorece o desenvolvimento de outras por meio da alteração no ambiente, propiciando proteção contra impactos de herbivoria, potenciais competidores e estresses climáticos; fornecem sombra, nutrientes por meio da lixiviação da copa e enriquecimento microbiano (Callaway 1995; Callaway et al. 2002; Brooker et al. 2008). Esta interação pode ser um fator determinante tanto na organização e diversidade biológica na comunidade de plantas, quanto em estudos de restauração (Callaway et al. 2002; Brooker et al. 2008; Cavieres; Badano 2009).

Após o estabelecimento das espécies pioneiras há o desenvolvimento de espécies tardias. Estas apresentam a capacidade sobreviver e se desenvolver sob as pioneiras, além de se estabelecerem em locais onde os recursos (água, luz, nutrientes) limitantes (Horn 1974). Assim, em um segundo momento na sucessão ocorre competição intra e interespecífica por recursos, levando a substituição das espécies pioneiras pelas tardias no decorrer do processo de sucessão (Engel; Parrotta 2003).

A competição é uma interação negativa intra e interespecífica provocada por uma necessidade comum por recursos limitados (Connell 1983) que leva à redução da sobrevivência, crescimento e reprodução (desempenho), direta e indiretamente, do competidor menos adaptado a tal condição (Horn 1974).

A regeneração natural, como por exemplo, em áreas de pastagens abandonadas é favorecida quando estão adjacentes a fragmentos florestais (Zimmerman et al. 2000; Günter et al. 2007). Porém áreas que estão mais distantes de fragmentos florestais apresentam maiores dificuldades para a restauração, dada a dificuldade na chegada de propágulos (Parrotta 1995; Lamb et al. 1997; Wunderle Jr. 1997; Holl et al. 2000; Zimmerman et al. 2000; Mesquita et al. 2001; Zanne; Chapman 2001).

A proximidade entre fragmentos remanescentes, assim como os elementos da matriz e de conexão, determinam o grau de conectividade estrutural da paisagem (Taylor et al. 1993; Metzger; Décamps 1997) e influenciam na capacidade de dispersão de propágulos entre os fragmentos (Pivello et al. 2006). Desta forma, a taxa de recuperação de áreas degradadas é afetada pela distância de fontes de sementes (Oosterhoorn; Kappelle 2000).

Em locais muito degradados, isolados de fonte de propágulos, onde a regeneração natural é lenta ou encontra barreiras, a intervenção humana é a melhor decisão a ser tomada (Parrotta et al. 1997; Wunderle Jr. 1997). Reflorestamentos com o plantio de espécies nativas facilitam a sucessão natural (Lamb et al. 1997) e aceleram o processo de

sucessão secundária (Parrotta 1995; Lamb et al. 1997; Parrotta et al. 1997; Zanne; Chapman 2001), pela reintrodução de espécies existentes previamente, principalmente com do plantio de espécies iniciais que facilitam a chegada de propágulos, a permanência e o crescimento de indivíduos de espécies tardias (Parrotta et al. 1997).

As espécies iniciais plantadas proporcionam mudança das condições microclimáticas, aumento da complexidade estrutural da vegetação, além da recuperação de processos ecológicos como a ciclagem de nutrientes, por meio da deposição de serapilheira e húmus no solo com o passar do tempo (Parrotta et al. 1997; Reis et al. 1999, Engel e Parrotta 2003).

O plantio de árvores possibilita a chegada de novas sementes de florestas nativas vizinhas, pois funcionam como atrativos a animais dispersores que procuram alimento (Parrotta 1995) e abrigo. A falta de atrativos pode prejudicar ou bloquear o processo sucessional (Wunderle Jr. 1997). Além disso, os indivíduos plantados favorecerem a germinação de sementes, o desenvolvimento e o estabelecimento das plântulas (Parrotta et al. 1997) eliminando algumas barreiras da sucessão..

Em locais de alta fragmentação, a proximidade e conexão com fragmentos remanescentes podem garantir a regeneração natural dos reflorestamentos (Zanne; Chapman 2001). Contudo a heterogeneidade do ambiente pode influenciar fortemente esse processo (O'Neill et al. 1988) conforme a configuração espacial da paisagem.

Na visão científica, a palavra paisagem abrange todas as características presentes em uma determinada área, formando um mosaico heterogêneo, e é analisada dependente de uma escala. O estudo da paisagem apresenta dois enfoques diferentes: o geográfico, que estuda tanto a influência do homem no ambiente quanto a gestão do território, seus limites e a influência cultural; e o ecológico, no qual são focados os processos ecológicos em um contexto espacial a fim de auxiliar o manejo e a conservação de áreas naturais (Metzger 2001).

A partir da observação da paisagem com um enfoque mais ecológico, houve o interesse de se estudar as relações existentes entre as unidades dos ambientes heterogêneos, e suas influências (Metzger 2001; Pivello; Metzger 2007). Baseando-se em conceitos da teoria de biogeografia de ilhas de MacArthur; Wilson (1967) este tema aborda a dispersão como principal determinante da biodiversidade local. Neste caso, a riqueza de espécies estaria relacionada com as taxas de colonização e extinção, dependentes do tamanho das áreas e da proximidade das ilhas remanescentes e fontes de propágulos (fragmentos florestais).

Algumas características presentes na paisagem irão influenciar de diferentes formas a restauração. A estrutura da paisagem, ou seja, tamanho de fragmentos florestais (fonte de propágulos), sua conexão com as áreas a serem restauradas, os elementos remanescentes e os reflorestamentos, podem alterar sua regeneração. Assim quanto maiores os fragmentos remanescentes próximos aos reflorestamentos e mais próximos estes dos reflorestamentos, maior a intensidade de colonização (Turner et al. 2001)., ou seja maior a chegada de propágulos à área, que são essenciais para a continuação do processo de sucessão secundária.

Considerando a região norte do Paraná, onde a paisagem é muito fragmentada, ou seja, podem ser as únicas fontes de propágulos para a maioria das espécies restringindo continuidade da sucessão secundária nas áreas de reflorestamento. Desta forma, este trabalho pretende verificar a influência do padrão espacial dos fragmentos florestais remanescentes sobre a regeneração natural em reflorestamentos.

REFERÊNCIAS

- Baumeister D, Callaway RM (2006) Facilitation by *Pinus flexilis* during succession: a hierarchy of mechanisms benefits other plant species. *Ecology* 87:1816-1830
- Brooker RW, Maestre FT, Callaway RM, Lortie CL, Cavieres LA, Kunstler G, Liancourt P, Tielbörger K, Tavis JM, Anthelme F, Armas C, Coll L, Corcket E, Delzon S, Forey E, Kikvidze Z, Olofsson J, Pugnaire F, Quiroz CL, Saccone P, Schiffrers K, Seifan M, Touzard B, Michalet R (2008) Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology* 96:18-34
- Callaway RM (1995) Positive interactions among plants. *Botany Review* 61:306-349
- Callaway RM, Brooker RW, Choler P, Kikvidze Z, Lortie CJ, Michalet R, Paolini L, Pugnaire FI, Newingham B, Aschehoug ET, Armas C, Kikvidze D, Cook BJ (2002) Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature* 417:844-848
- Cavieres LA, Badano EI (2009) Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? *Journal of Ecology* 97:1181-1191
- Connell JH (1983) On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. *The American Naturalist* 122:661-696
- Dean W (1996) *A ferro e fogo: a história da devastação da mata atlântica brasileira*. Companhia das Letras, São Paulo
- Engel VL, Parrotta JA (2003) Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: Kageyama PY, Oliveira RE, Morais LFD, Engel VL, Gandara FB *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - FEPAF, Botucatu, p3
- Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34:487-515
- Günter S, Weber M, Erreis R, Aguirre N (2007) Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. *European Journal of Forest Research* 126:67-75
- Hamilton MB (1999) Tropical tree gene flow and seed dispersal: deforestation affects the genetic structure of the surviving forest fragments. *Nature* 401:129-130
- Holl KD, Lulow ME, Lin EH, Samuels IA (2000) Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8:339-349
- Horn HS (1974) The ecology of secondary succession. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:25-37
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2011) *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010*. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo

- Lamb D, Parrotta J, Keenan R, Tucker N (1997) Rejoining Habitat Remnants: Restoring Degraded Rainforest Lands. In: Laurance JWF, Bierregaard Jr. RO Tropical forest remnants: ecology management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, Chicago e Londres, p366
- MacArthur RH, Wilson EO (1967) The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton. New Jersey
- Mesquita RCG, Ickes K, Ganade G, Williamson GB (2001) Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 89:528-537
- Metzger JP (2001) O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* 1:1-9
- Metzger JP, Décamps H (1997) The structural connectivity threshold: An hypothesis in conservation biology at the landscape scale. *Acta Oecologica* 18:1-12
- O'Neill RV, Milne BT, Turner MG, Gardner RH, (1988) Resource utilization scales and landscape pattern. *Landscape Ecology* 2:63-69
- Oosterhoorn M, Kappelle M (2000) Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126:291-307
- Parrotta JA (1995) Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *Journal of Vegetation Science* 6:627-636
- Parrotta JA, Turnbull JW, Jones N (1997) Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:1-7
- Pivello VR, Metzger JP (2007) Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). *Biota Neotropica* 7:21-29
- Pivello VR, Petenon D, Jesus FM, Meirelles ST, Vidal MM, Alonso RAS, Franco GADC, Metzger JP (2006) Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botanica Brasilica* 20:845-859
- Rabello A, Ramos FN, Hasui E (2010) Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). *Biota Neotropica* 10:47-54
- Reis A, Zambonin RM, Nakazono EM (1999) Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo
- Scariot A (1998) Consequências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. *Série Técnica IPEF* 12:71-86
- Tabarelli M, Mantovani W, Peres CA (1999) Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeast Brazil. *Biological Conservation* 91:119-127

- Taylor PD, Fahring L, Henein K, Merriam GC (1993) Conectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68:571-573
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV (2001) *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer, New York
- Wunderle Jr. JM (1997) The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:223-235
- Yong A, Boyle T, Brown T (1996) The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution* 10:413-418
- Zanne AE, Chapman CA (2001) Expediting reforestation in tropical grasslands: distance and isolation from seed sources in plantations. *Ecological Applications* 11:1610-1621
- Zimmerman JK, Pascarella JB, Aide TM (2000) Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8:350-360

**EFEITO DA PAISAGEM SOBRE A REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE
REFLORESTAMENTO COM ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

Artigo a ser submetido à Landscape Ecology

EFEITO DA PAISAGEM SOBRE A REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO COM ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA

Lya Carolina da Silva Mariano Pereira¹ e José Marcelo Domingues Torezan²

Resumo

A Mata Atlântica sofreu grande devastação, o que resultou em alta fragmentação dificultando o fluxo biológico. Reflorestamentos são meios de minimizar os efeitos da fragmentação, uma vez que possibilitam mudanças microclimáticas e atraem dispersores, acelerando o processo de sucessão via regeneração natural das áreas, porém, o sucesso da regeneração é influenciado pelas características da paisagem onde estão inseridos. Com o objetivo de analisar a influência da paisagem sobre reflorestamentos foram levantados os regenerantes em dezoito reflorestamentos do norte do Paraná e analisadas imagens de satélite para a quantificação da distância entre os reflorestamentos e vegetação remanescente, e a área e de vegetação na área. As análises foram feitas utilizando o Modelo Linear Generalizado para identificar as variáveis que explicassem a diversidade dos reflorestamentos, levando em consideração o valor do critério de informação de Akaike (AIC). A maioria dos regenerantes encontrados pertence a espécies arbóreas, nativas, zoocóricas e pioneiras/iniciais. Para a abundância de regenerantes a maior influência foi da combinação da área de vegetação dentro de um raio de 1000 m (V_{1000}), distância em linha reta entre os reflorestamentos e os remanescentes florestais (DR), idade (I) e riqueza do plantio dos reflorestamentos (P), e abundância de espécies ruderais (R), sendo essa relação mais estreita com espécies zoocóricas (AIC=1134). A riqueza de espécies apresentou como variáveis explicativas a área de vegetação em um raio de 500 m (V_{500}) e DR, sendo mais fortes para as espécies tardias/clímax (AIC=62). A análise dos resultados sugere que há regeneração natural nos reflorestamentos devido principalmente à presença de remanescentes florestais, sobretudo com relação ao desenvolvimento de espécies zoocóricas e tardias/clímax.

Palavras-chave: Dispersão de sementes. Ecologia da restauração. Fragmentação florestal. Sucessão secundária.

INTRODUÇÃO

Com intensa devastação na Mata Atlântica, desde décadas atrás, o bioma original foi reduzido a menos de 10% (Dean 1996). Segundo INPE (2011), essa porcentagem é ainda menor chegando a somente 7,9% da cobertura inicial. No Paraná apesar da diminuição da devastação, a atividade ainda persiste, restando no momento somente 10,52% de Mata Atlântica nativa (INPE 2011), incluindo floresta secundária.

¹ Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina.

² Docente da Universidade Estadual de Londrina e autor para correspondência: torezan@uel.br

A destruição de áreas de florestas naturais para o desenvolvimento da agricultura, pecuária e crescimento urbano, resultou na fragmentação, ou seja, perda de área florestal e perda de conexão entre os remanescentes, dificultando o fluxo biológico entre as áreas e conseqüentemente a regeneração natural das áreas degradadas (Parrotta et al. 1997).

Nesses locais, que foram degradados, e a sucessão secundária espontânea encontra barreiras sendo limitado por fatores como microclima e solo desfavoráveis, e processos como a germinação e a predação de sementes, herbivoria e diminuição da dispersão de propágulos (Ehrlén 1995; Coley; Barone 1996; Holl; Lulow 1997; Clark et al. 1999; Holl 1999; Tabarelli; Peres 2002; Engel; Parrotta 2003)

Os reflorestamentos, por meio do plantio de mudas de espécies nativas, podem contribuir para eliminar ao menos parte destas barreiras, pela reintrodução de espécies existentes previamente e por proporcionar mudanças das condições microclimáticas, aumentando a complexidade estrutural do ambiente e restabelecendo processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes (Lamb et al. 1997; Parrotta et al. 1997; Wunderle Jr. 1997; Reis et al. 1999; Engel; Parrotta 2003).

Essas mudanças podem aumentar a probabilidade de chegada de propágulos vindos de florestas nativas vizinhas, bem como possibilitar a germinação e o estabelecimento de plântulas (Parrotta et al. 1997). No entanto, a chuva de propágulos vindos de fontes externas sofre influência da proximidade e do grau de conexão com fragmentos florestais, bem como da presença de animais dispersores, sendo esse um primeiro “filtro” ecológico, que pode ou não garantir o ingresso de propágulos sobre as áreas em restauração (Taylor et al. 1993; Metzger; Décamps 1997; Clark et al. 1999; Pivello et al. 2006).

Em regiões com uma paisagem altamente fragmentada, como o norte do Paraná, a dispersão de sementes e o trânsito de animais podem ser dificultados, prejudicando a regeneração natural nas áreas reflorestadas. Dentro deste contexto, este trabalho objetiva identificar eventuais diferenças na regeneração de áreas reflorestadas, e associar estas possíveis diferenças à distância das fontes de propágulos. Para investigar esta associação, foram testadas as seguintes hipóteses:

- i. A abundância e a riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos dependem mais fortemente da distância percorrida por dentro de estruturas de vegetação natural ou semi-natural (os próprios reflorestamentos ou outros aglomerados de árvores), do que da distância em linha reta entre o reflorestamento e algum fragmento florestal, pois os animais dispersores tendem a transitar em áreas de vegetação evitando a passagem pela matriz, onde podem ser facilmente capturados por predadores.

ii. A abundância e a riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos dependem da área de vegetação no entorno dos reflorestamentos, pois quanto maior a área de vegetação remanescente maior a probabilidade da chegada de propágulos até os reflorestamentos, sendo que as porções de vegetação mais próximas teriam maior influência sobre a regeneração nos reflorestamentos.

iii. A abundância e a riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos dependem da riqueza do plantio do reflorestamento, pois a chegada de dispersores depende entre outras coisas da atratividade do reflorestamento em relação a abrigo e alimento, mesmo que seja em uma proporção menor.

iv. A abundância e a riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos independem da idade do reflorestamento, pois o período a diferença entre os reflorestamentos mais velhos e os mais novos amostrados foi curto, somente 26 meses.

v. A abundância e a riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos dependem da abundância de espécies ruderais, pois essa pode estar competindo com as espécies regenerantes, impedindo que essas se estabeleçam.

MATERIAIS E MÉTODOS

1 ÁREA DE ESTUDO

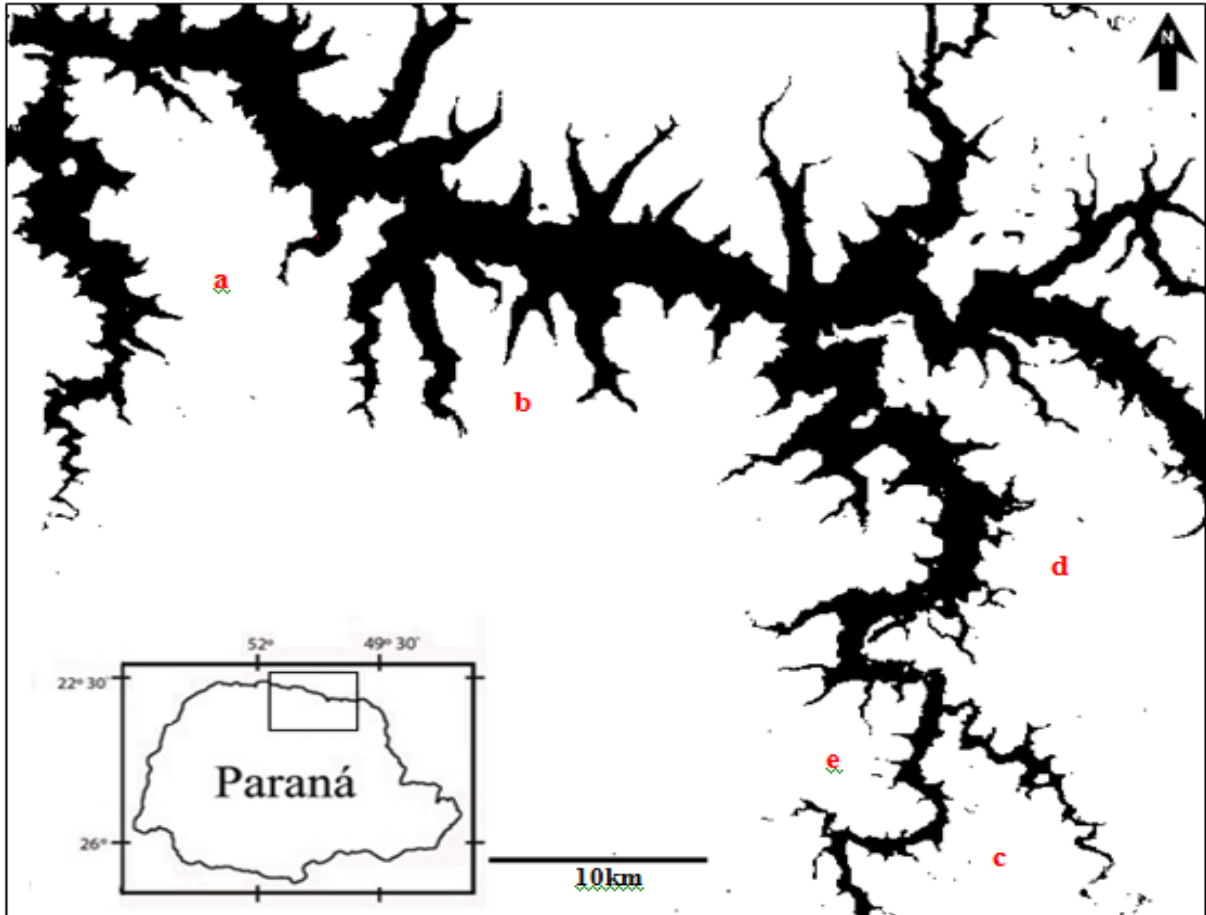
Para a realização deste estudo foram selecionados 18 reflorestamentos com idades similares distribuídos nos municípios de Alvorada do Sul, Primeiro de Maio, Rancho Alegre, Sertaneja e Sertanópolis, todos localizados no norte do estado do Paraná, Brasil (Tabela 1). Essas áreas estão às margens do Reservatório Capivara localizadas entre $22^{\circ}45'22''\text{S}$ $51^{\circ}98'38''\text{W}$ e $23^{\circ}06'16''\text{S}$ $50^{\circ}51'27''\text{W}$ (Figura 1) e apresentam diferentes distâncias de fragmentos florestais (floresta estacional semidecidual).

Tabela 1 – Reflorestamentos utilizados para estudo de abundância e riqueza de espécies regenerantes em municípios do norte do Paraná – Brasil. DR – distância em linha reta entre o reflorestamento e o fragmento mais próximo; DV – distância por meio da vegetação; V_{1000} – área de vegetação no entorno do reflorestamento dentro de um raio de 1000 m; V_{500} – área de vegetação no entorno do reflorestamento dentro de um raio de 500 m.

Município	Idade (meses)	Riqueza	Tamanho (ha)	DR (m)	DV (m)	V_{1000} (ha)	V_{500} (ha)
Alvorada do Sul	84	28	6,4	1.082,6	1.436,6	0,61	0,21
Primeiro de Maio	99	29	41,8	886,1	475,0	2,35	0,26
Primeiro de Maio	86	29	38,1	1.659,1	8.214,1	0,32	0,13
Alvorada do Sul	90	25	18,2	1.064,2	2.338,5	0,43	0,18
Primeiro de Maio	75	36	18,7	4.123,9	9.236,2	0,15	0,07
Primeiro de Maio	84	32	6,5	4.302,5	8.074,0	0,48	0,35
Alvorada do Sul	101	25	4,7	1.816,2	4.338,0	0,65	0,09
Sertaneja	82	44	18,3	2.045,8	2.591,7	0,57	0,25
Sertaneja	77	50	37,2	3.238,1	4.495,4	0,18	0,07
Sertaneja	76	32	46,7	818,2	2.397,3	1,04	0,23
Sertanópolis	89	25	33,4	2.677,7	6.406,6	0,76	0,37
Rancho Alegre	83	41	11,8	7,7	73,7	6,90	3,24
Sertanópolis	92	44	10,5	210,0	572,8	1,49	0,37
Rancho Alegre	84	31	8,1	1.925,7	3.066,1	0,51	0,37
Rancho Alegre	87	36	13,6	10,7	32,3	1,79	0,67
Rancho Alegre	83	31	7,4	1.795,7	1.714,0	0,21	0,13
Rancho Alegre	84	36	12,3	13,4	74,6	1,48	0,63
Rancho Alegre	83	33	18,1	877,4	1.529,5	0,63	0,31

Os reflorestamentos foram realizados por meio do plantio de espécies arbóreas nativas, pioneiras e secundárias iniciais, com espaçamento entre as mudas de 2 x 3 m (Cavalheiro et al. 2002), em áreas com histórico de uso por agricultura (monoculturas de soja e milho).

Figura 1 – Localização das áreas de estudo. Reservatório Capivara (em preto) – Paraná, Brasil. As letras em vermelho identificam os municípios onde se localizam os reflorestamentos. Alvorada do Sul (a), Primeiro de Maio (b), Rancho Alegre (c), Sertaneja (d) e Sertanópolis (e).



O clima da região é caracterizado como Cfa, segundo Köeppen, com temperaturas moderadas. No verão a temperatura se eleva, assim como o índice pluviométrico com média mensal de 224,5 mm (Stipp 2002). No inverno há uma queda no índice pluviométrico, principalmente no mês de agosto e média de 48,3 mm (Stipp 2002). A média da região quanto ao índice pluviométrico é de 1400 a 1600 mm.ano⁻¹. A região possui solo do tipo latossolo roxo eutrófico, de origem basáltica, com alta fertilidade (Stipp 2002).

2 COLETA DE DADOS

Em cada uma das 18 áreas foram alocadas 10 parcelas permanentes com tamanho 10 x 10 m, distribuídas homogeneamente por todo o reflorestamento, de maneira que as parcelas estivessem distantes entre si pelo menos 20 m, e apresentassem no mínimo 20 m de distância de cada borda (represa e monocultura).

Dentre as 18 áreas, dados de abundância e riqueza de regenerantes em 14 foram áreas coletados no ano de 2011 durante este trabalho e as outras quatro áreas tiveram dados coletados em estudo anterior durante os anos de 2009 e 2010.

2.1 QUANTIFICAÇÃO DE REGENERANTES

Nestas 180 parcelas foram registrados todos os indivíduos lenhosos regenerantes com altura igual ou superior a 10 cm. Os indivíduos amostrados foram identificados em campo e quando isso não foi possível coletou-se de material vegetal, que foram herborizados, para identificação posterior no Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL).

Após a identificação, as espécies foram classificadas quanto à categoria ecológica (pioneiras/iniciais e tardias/clímax), hábito (arbóreo e arbustivo), síndrome de dispersão (anemocóricas, autocóricas e zoocóricas), origem biogeográfica (nativas e exóticas) (Budowski 1965, 1970; Cavalheiro et al. 2002; Lorenzi 2002a,b). Também foram separadas as espécies ruderais e as espécies utilizadas no plantio dos reflorestamentos (Lorenzi 1994; Cavalheiro et al. 2002).

Para as análises foram excluídos os dados de espécies exóticas, espécies ruderais e espécies que foram plantadas nos reflorestamentos. Espécies exóticas foram amostradas somente em alguns reflorestamentos e foram excluídas, pois ocorreram quando houve o plantio dessas, pelos proprietários, próximos aos reflorestamentos e não são provenientes da vegetação remanescente. As ruderais foram excluídas, pois são espécies que apresentam desenvolvimento em áreas abertas, de início de sucessão (Lorenzi 1994), não precisando do plantio de reflorestamentos para se estabelecerem, e não são espécies que habitam o interior de florestas maduras. As espécies plantadas nos reflorestamentos foram excluídas, pois estas se desenvolvem a partir de indivíduos do próprio reflorestamento, ou seja, a chegada de seus propágulos na área não dependem dos fragmentos remanescentes.

As espécies restantes foram divididas em três grupos que foram analisados quanto à abundância (A) e riqueza (S):

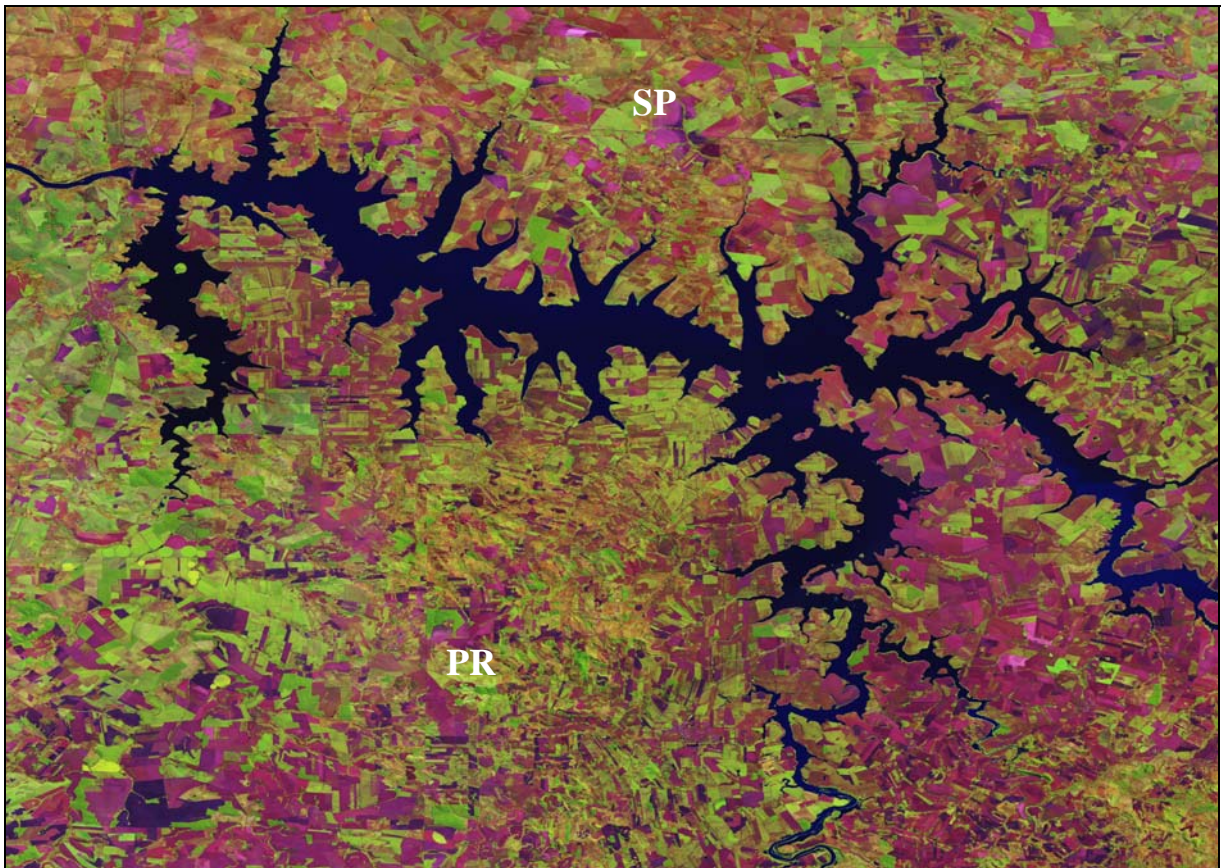
1. Espécies nativas não plantadas (sem espécies ruderais) – A/S
2. Espécies nativas não plantadas tardias/clímax – A_{tc}/S_{tc}
3. Espécies zoocóricas nativas não plantadas (sem ruderais) – A_z/S_z

2.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA

O mapa foi construído utilizando como base um recorte da imagem (cena 222/76) de setembro de 2003 (escolhida pela qualidade da imagem) do satélite LANDSAT 7 (bandas 3, 4, 5 e 8) adquiridas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), apresentando resolução final de 15 m (Figura 2).

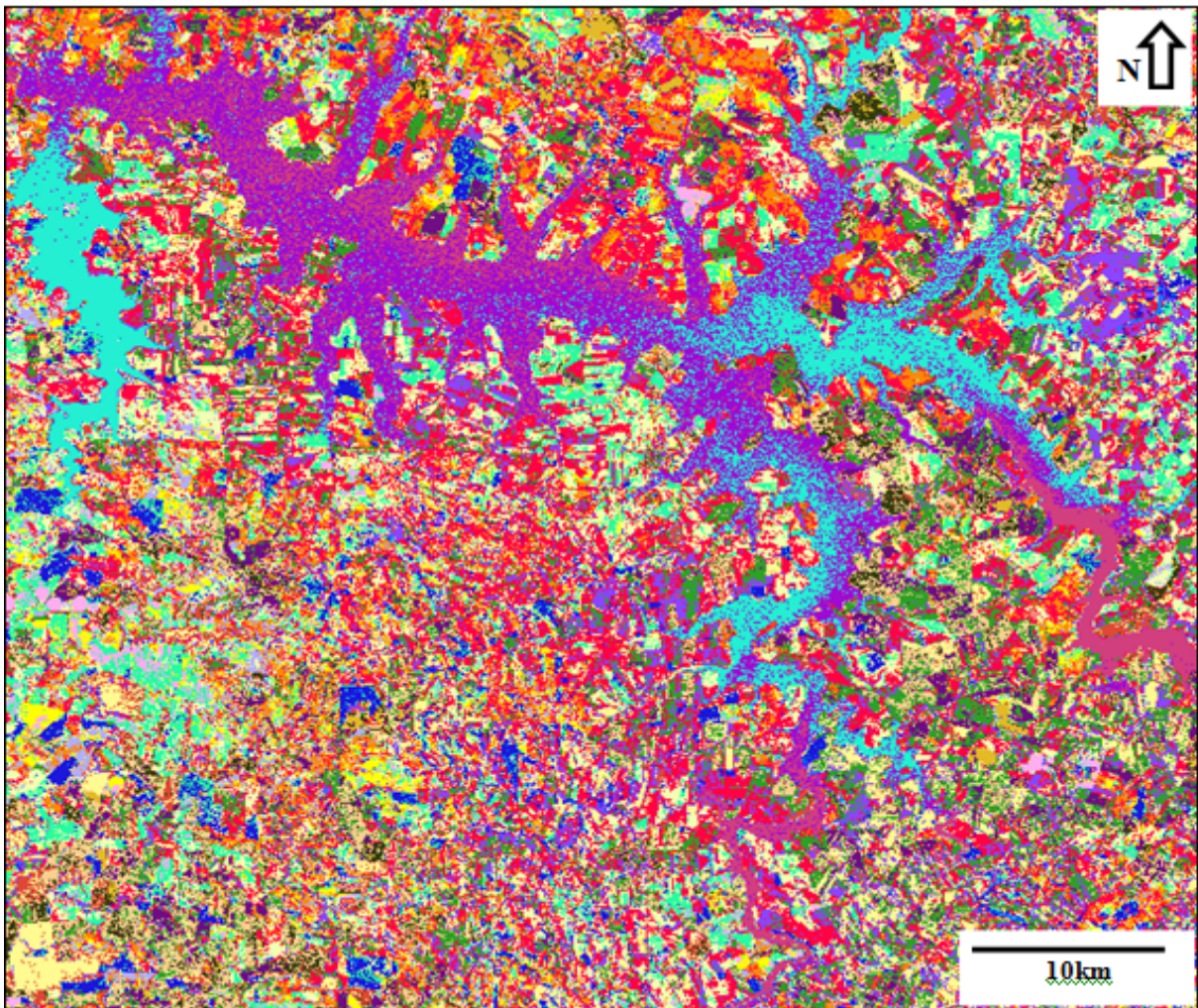
Todas as 180 parcelas foram geo-referenciadas por meio de GPS, para que fossem localizadas no mapa construído e feitas as análises de área de vegetação no entorno dos reflorestamentos e estimadas as distâncias de cada reflorestamento estudado até o fragmento florestal mais próximo.

Figura 2 – Mapa composto. Confeccionado no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m. A mancha ao centro é o Reservatório de Capivara, da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (rio Paranapanema, PR/SP).



Com auxílio do programa Idrisi Andes foi possível categorizar as diferentes regiões no mapa, por meio da separação em agrupamentos de textura semelhante na imagem do satélite (Figura 3). O mapa preliminar obtido foi editado manualmente com informações de campo e visualização das áreas na ferramenta “Google Earth”.

Figura 3 – Mapa de classificação primária. Obtido da classificação não-supervisionada realizada no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m.



No mapa resultante foram distinguidos três tipos diferentes de cobertura vegetal: a vegetação remanescente, a matriz (porção urbana e agrícola) e água (Reservatório de Capivara) conforme mostra a Figura 4.

Em seguida foram delimitados “raios de busca” a partir das coordenadas geográficas das parcelas, resultando em zonas envolventes de 500 m (Figura 5) e 1000 m

(Figura 6). Estas zonas envolventes (“*buffers*”) foram utilizadas para a quantificação de vegetação remanescente ao redor dos reflorestamentos.

Figura 4 – Mapa de cobertura de vegetação remanescente no norte do Paraná – Brasil. Obtido por reclassificação manual realizada no programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m. Reclassificação realizada a partir de conhecimento de campo e auxílio do software “Google Earth”, dividido em três categorias: azul – Represa Capivara, branco – matriz (agrícola e urbana) e verde – remanescentes florestais.

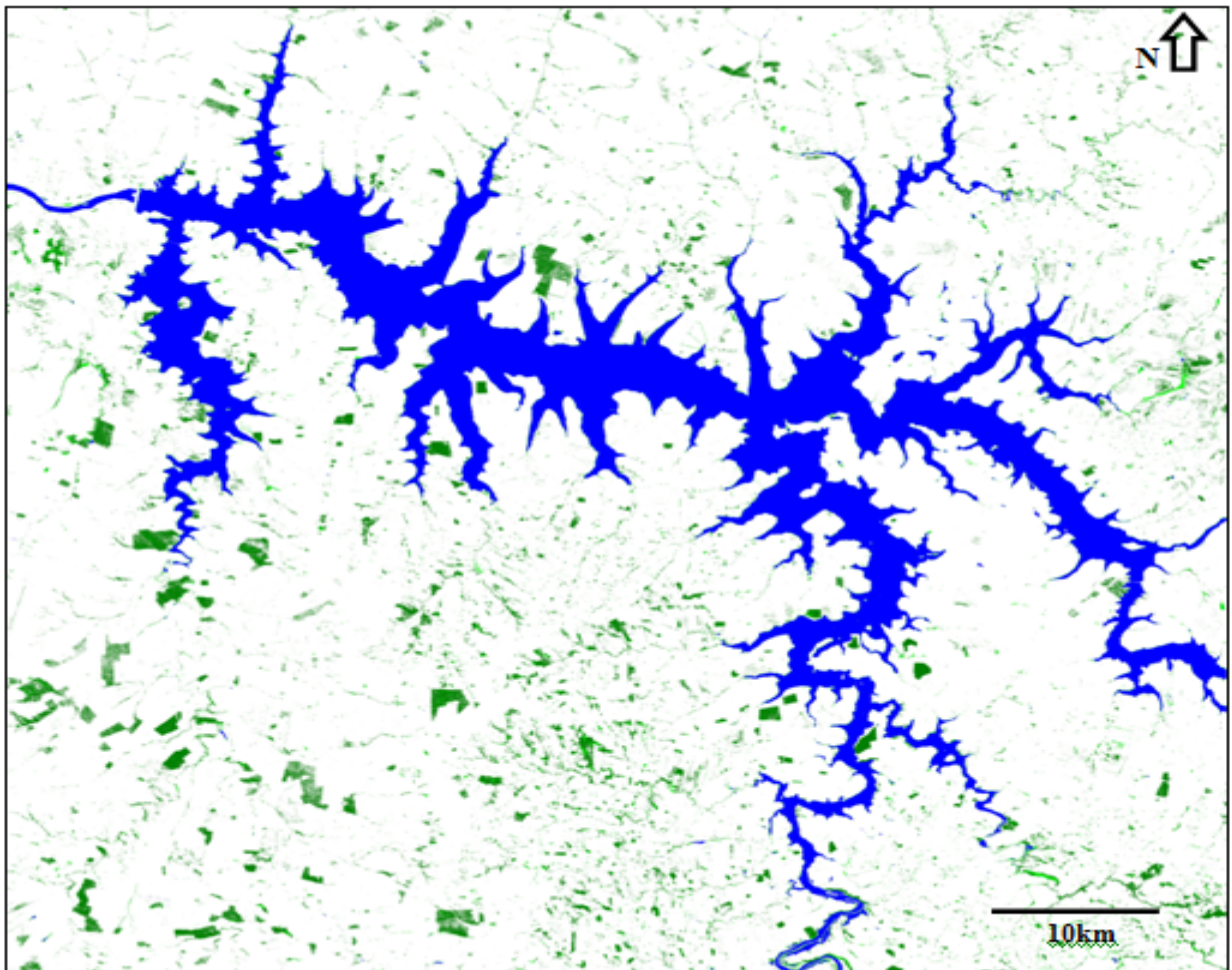
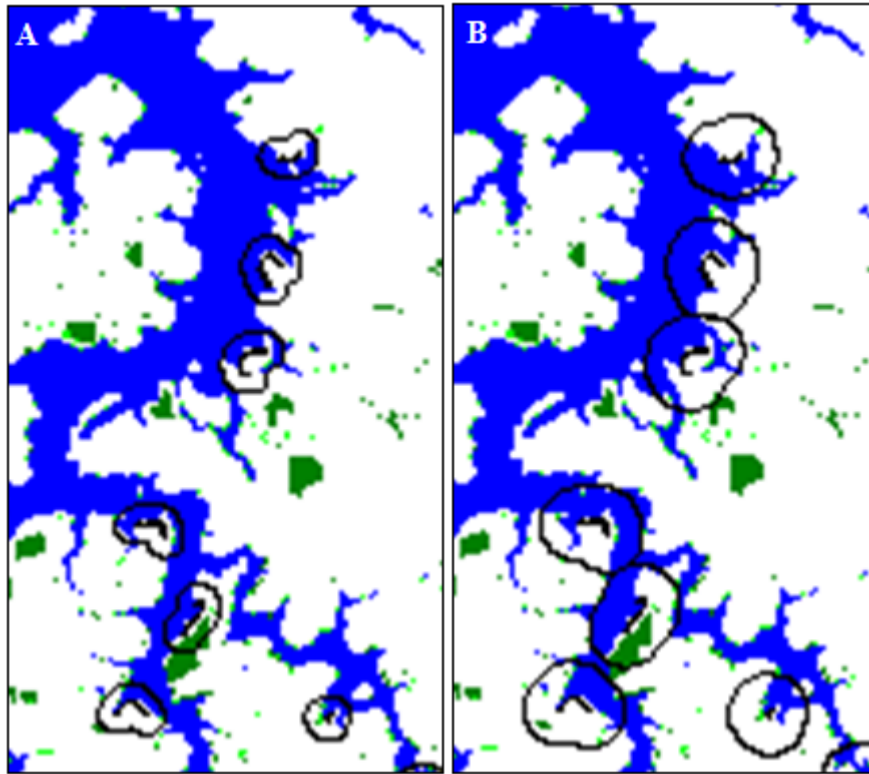


Figura 5 – Recorte do mapa da cobertura de vegetação e delimitação de raios de busca de áreas amostradas. Mapa classificado (azul – Represa Capivara, branco – matriz e verde – remanescentes florestais) com a delimitação, em preto, dos raios de busca de 500 (A) e 1000 m (B). Obtido pelo programa Idrisi Andes, a partir do recorte da imagem do Landsat 7 cena 222/76, composto pelas bandas 3 (azul), 4 (verde), 5 (vermelho) e 8 (pan), com resolução de 15 m.



2.3 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

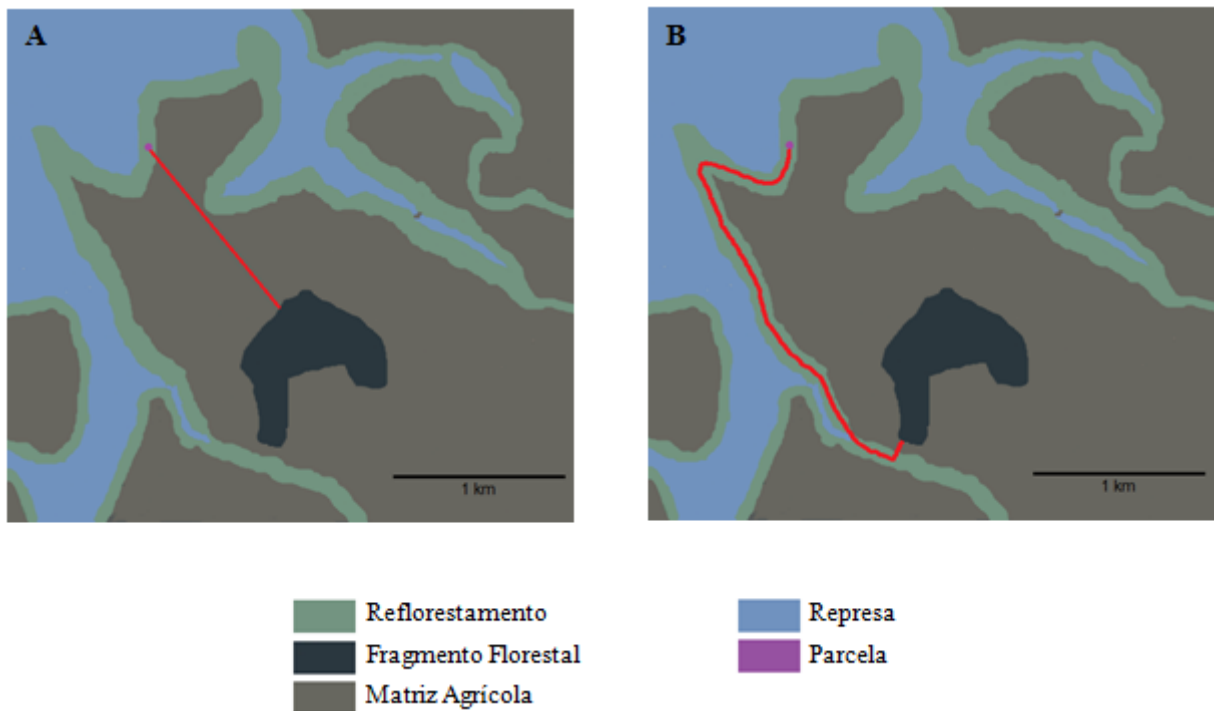
A partir do mapa separado em matriz, vegetação natural e represa, e com a marcação das coordenadas geográficas de cada parcela, foram determinadas a distância em linha reta entre os reflorestamentos estudados e os fragmentos florestais mais próximos (DR – Figura 6A) e a distância por meio da vegetação (visando simular a trajetória de um animal dispersor que evitasse a matriz) até o fragmento mais próximo (DV – Figura 6B).

A quantificação da vegetação remanescente também foi realizada com o auxílio do mapa. Foram somadas as quantidade de pixels de vegetação dentro dos raios de 500 e 1000 m, e então calculada a área de vegetação em hectares (Figuras 5A e 5B, respectivamente).

Por meio de banco de dados do LABRE (Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas), foi possível identificar a riqueza de espécies plantadas (P) e a data de plantio de cada reflorestamento estudado, para que fosse estimada a idade (I) no dia de

coleta. A variável abundância de espécies ruderais (R) foi amostrada juntamente com a abundância e a riqueza de espécies regenerantes durante a coleta de dados em campo.

Figura 6 – Esquema da determinação das variáveis de distância. Distância em linha reta (**A** – linha vermelha) e distância por meio de vegetação (**B** – linha vermelha) entre os reflorestamentos estudados e os fragmentos florestais mais próximos.



3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de riqueza e abundância de espécies lenhosas foram analisados como variáveis dependentes. Os dados de distância em linha reta, distância por meio da vegetação, área de vegetação no entorno dos reflorestamentos e a riqueza de espécies plantadas nos reflorestamentos, foram analisadas como variáveis independentes.

A análise utilizada foi GLM (modelo linear generalizado), onde para cada uma das variáveis dependentes, foram testadas todas as combinações entre as variáveis independentes, procurando quais destas variáveis ou qual o conjunto de variáveis explicariam melhor a variação das dependentes. Na análise foi utilizada como parâmetro a distribuição de Poisson, uma vez que os dados de riqueza e abundância são eventos de contagem, admitindo $\alpha = 0,05$ e função de ligação log (Dobson 2001; Demétrio 2002).

Antes de ser feita a GLM as variáveis independentes foram testadas, pelo fator de inflação de variância (VIF), para verificar se não eram colineares (Seaby; Henderson

2007). Verificou-se então que as variáveis de área de vegetação num raio de 500 m (V_{500}) e 1000 m (V_{1000}) eram colineares, assim como as distâncias em linha reta (DR) e por meio da vegetação (DV) também se apresentaram colineares. Portanto não foram utilizadas na mesma combinação na análise da GLM.

Para avaliar quais variáveis ou qual conjunto de variáveis independentes explicaria melhor cada uma das variáveis dependentes, foi utilizado como critério o valor de AIC (critério de informação de Akaike). Quanto menor o número AIC, melhor é o modelo para explicar a variável dependente, considerando a variável ou conjunto de variáveis independentes utilizadas (Burnham; Anderson 2002).

RESULTADOS

1 CONPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Foram amostrados 14.406 indivíduos de 88 espécies distribuída em 35 famílias (Apêndice A), registrados nas 18 áreas analisadas. Dentre essas, 14.134 indivíduos (98%) de 76 espécies (86%) foram classificadas como nativas e 272 indivíduos (2%) de 12 espécies (14%) como exóticas. Do total amostrado foram classificados como ruderais 4.483 indivíduos (31%) de 12 espécies (14%).

As espécies pioneiras/iniciais somaram 13.288 indivíduos (92%) de 64 espécies (73%) do total amostrado e tardias/clímax reuniram 1.118 indivíduos (8%) de 24 espécies (27%). Quanto à síndrome de dispersão, a maioria das espécies amostradas foi zoocórica, sendo 6.712 indivíduos (47%) de 53 espécies (60%), com síndrome de dispersão anemocórica foram 6.921 indivíduos (48%) de 26 espécies (30%) amostrados, e a autocoria reuniu 773 indivíduos (5%) de 9 espécies (10%).

Para as análises foram utilizados os dados de 1.152 indivíduos de 29 espécies distribuídas em 20 famílias, sendo a maioria espécies tardias/clímax (1.110 indivíduos de 21 espécies) e zoocóricas (1.116 indivíduos de 26 espécies).

2 REGENERANTES E ESTRUTURA DA PAISAGEM

2.1 ABUNDÂNCIA

Todas as variáveis de abundância (A: abundância de espécies nativas não plantadas sem ruderais; A_{tc}: abundância de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; A_z: abundância de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais) testadas apresentaram valores significativos para todas as variáveis independentes. No entanto, o menor AIC foi encontrado na combinação das variáveis de distância em linha reta (DR), área de vegetação dentro do raio de 1000 m (V₁₀₀₀), idade dos reflorestamentos (I), riqueza de espécies plantadas nos reflorestamentos (P) e abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos (R) como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Combinações resultantes da análise de GLM para abundância. A – abundância de espécies nativas não plantadas sem ruderais; A_{tc} – abundância de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; A_z – abundância de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais; DR – distância em linha reta; V₁₀₀₀ – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos.

Variável dependente	AIC	Combinação	P
A	1174	DR	2,0 x 10 ⁻¹⁶
		V ₁₀₀₀	1,9 x 10 ⁻²
		I	2,2 x 10 ⁻⁴
		P	1,9 x 10 ⁻⁸
		R	2,0 x 10 ⁻¹⁶
A _{tc}	1177	DR	2,0 x 10 ⁻¹⁶
		V ₁₀₀₀	4,6 x 10 ⁻³
		I	6,4 x 10 ⁻³
		P	8,0 x 10 ⁻⁹
		R	3,0 x 10 ⁻¹⁶
A _z	1134	DR	2,0 x 10 ⁻¹⁶
		V ₁₀₀₀	5,1 x 10 ⁻⁷
		I	2,5 x 10 ⁻⁴
		P	1,7 x 10 ⁻⁹
		R	2,0 x 10 ⁻¹⁶

Analisando os coeficientes de correlação de Spearman (Spearman Rank Correlation), observou-se que a abundância dentro dos reflorestamentos aumenta conforme maior a idade e a riqueza do plantio dos reflorestamentos, a abundância de ruderais presentes nos reflorestamentos e a maior área de vegetação no entorno destes (Tabela 3). Além disso, a abundância dos regenerantes diminui conforme maior a distância em linha reta e a distância

por meio da vegetação entre os reflorestamentos e os fragmentos florestais mais próximos (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis de abundância (A – abundância de espécies nativas não plantadas sem ruderais; A_{tc} – abundância de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; A_z – abundância de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais) e variáveis independentes (DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V_{500} – área de vegetação em raio de 500 m; V_{1000} – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos).

	DR	DV	V_{500}	V_{1000}	I	P	R
A	-0,60*	-0,66*	0,38	0,40	0,24	0,23	0,18
A_{tc}	-0,58*	-0,64*	0,40	0,42	0,26	0,25	0,17
A_z	-0,57*	-0,63*	0,38	0,41	0,25	0,25	0,20

(*Valores significativos de $p - \alpha = 0,05$)

2.2 RIQUEZA

A riqueza apresentou o mesmo padrão de combinação para todas as variáveis analisadas (S: riqueza de espécies nativas não plantadas sem ruderais; S_{tc} : riqueza de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; S_z : riqueza de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais). Porém, não foram todas as variáveis independentes testadas que apresentaram valores significativos.

As melhores combinações para explicar a variação da riqueza de regenerantes nos reflorestamentos foram as variáveis de distância em linha reta (DR) com área de vegetação dentro de um raio de 500 m (V_{500}), assim como a combinação da distância por meio da vegetação (DV) com V_{500} (Tabela 4). Mesmo as combinações DR com V_{500} e DV com V_{500} apresentando o mesmo valor de AIC, temos que as melhores combinações para a explicação das variáveis de riqueza são as de DR. Isso é confirmado pelos menores valores de AIC que DR apresentou com relação a DV (Tabela 4).

Tabela 4 – Combinações resultantes da análise de GLM para riqueza. S – riqueza de espécies nativas não plantadas sem ruderais; S_{tc} – riqueza de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; S_z – riqueza de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais; DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V₅₀₀ – área de vegetação em raio de 500 m.

Variável dependente	AIC	Combinação	p
S	71	DR	3,9 x 10 ⁻²
		V ₅₀₀	1,0 x 10 ⁻⁴
	71	DV	3,9 x 10 ⁻²
		V ₅₀₀	2,0 x 10 ⁻⁵
		DR	5,1 x 10 ⁻¹⁵
S _{tc}	82	DV	2,0 x 10 ⁻⁴
		V ₅₀₀	2,2 x 10 ⁻⁴
	62	DR	6,6 x 10 ⁻²
		V ₅₀₀	8,7 x 10 ⁻¹
		DV	3,6 x 10 ⁻⁵
S _z	72	DR	2,0 x 10 ⁻⁴
		DV	9,3 x 10 ⁻⁴
	66	DR	3,5 x 10 ⁻³
		V ₅₀₀	3,8 x 10 ⁻⁴
		DV	3,8 x 10 ⁻²
66	V ₅₀₀	8,0 x 10 ⁻⁵	
	DR	8,0 x 10 ⁻⁵	
	DV	3,2 x 10 ⁻⁴	

Por meio dos coeficientes de correlação de Spearman (Spearman Rank Correlation), pode-se observar que a idade, a riqueza do plantio, a abundância de ruderais e o aumento de área de vegetação florestal remanescente no entorno dos reflorestamentos aumentam a riqueza de regenerantes nestes. No entanto, a riqueza diminui conforme a distância entre os reflorestamentos e os fragmentos florestais aumenta (Tabela 5).

Tabela 5 – Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis de riqueza (S – riqueza de espécies nativas não plantadas sem ruderais; S_{tc} – riqueza de espécies nativas não plantadas tardia/clímax; S_z – riqueza de espécies zoocóricas nativas não plantadas sem ruderais) e variáveis independentes (DR – distância em linha reta; DV – distância por meio da vegetação; V₅₀₀ – área de vegetação em raio de 500 m; V₁₀₀₀ – área de vegetação em raio de 1000 m; I – idade do reflorestamento; P – riqueza do plantio do reflorestamento e R – abundância de ruderais amostradas nos reflorestamentos).

	DR	DV	V ₅₀₀	V ₁₀₀₀	I	P	R
S	-0,58*	-0,65*	0,47*	0,36	0,30	0,01	0,08
S _{tc}	-0,63*	-0,68*	0,56*	0,52*	0,29	0,07	-0,04
S _z	-0,63*	-0,69*	0,47	0,40	0,25	0,11	0,17

(*Valores significativos de $p - \alpha = 0,05$)

DISCUSSÃO

Como esperado, a abundância e riqueza de espécies regenerantes nos reflorestamentos apresentaram dependência das variáveis independentes, no entanto, essa dependência mostrou-se de forma e combinações diferentes para cada uma das variáveis dependentes analisadas. A distância em linha reta (DR) apresentou importância para as variáveis de abundância quando combinada com a área de vegetação no raio de 1000 m (V_{1000}), a abundância de ruderais (R), a riqueza do plantio (P) e idade dos reflorestamentos (I). Porém para a riqueza de regenerantes somente a DR e a área de vegetação no raio de 500 m (V_{500}) foram explicativas.

DR por apresentar menores valores de AIC foi mais eficiente na explicação da abundância e da riqueza de regenerantes, mostrando que a menor distância entre a fonte de propágulo e o reflorestamento proporciona maior regeneração nas áreas (Tabela 3). Para as espécies anemocóricas e autocóricas a probabilidade de chegada até os reflorestamentos depende do tamanho das sementes e da distância que essas podem percorrer a partir da planta de origem (Parrotta 1993), sendo a proximidade com os fragmentos remanescentes é determinante para a dispersão dessas espécies.

Para as espécies zoocóricas, a hipótese inicial era de que elas teriam maior relação com a distância por meio da vegetação (DV), pelo fato de animais se deslocarem preferencialmente por meio de corredores que ligariam os fragmentos florestais aos reflorestamentos (Rosenberg et al. 1997; Beier; Noss 1998). No entanto, foi DR que explicou melhor também a presença de regenerantes dispersos zoocóricamente, deste modo, os dispersores estão percorrendo as menores distâncias entre a fonte de propágulo e os reflorestamentos, atravessando a matriz. Isso pode ocorrer pelo fato de que a maioria destas espécies de regenerantes amostradas serem dispersas por aves, que a exemplo de outros animais, podem utilizar eventualmente a matriz para seus deslocamentos (Silva et al. 1996; Bierregaard; Stouffer 1997; Tucker; Murphy 1997; Beier; Noss 1998; Toniato; Oliveira-Filho 2004).

Em todas as análises as duas variáveis de distância interferiram de forma diferente. Contudo essas variáveis foram significativas apenas quando combinadas com as demais variáveis, mostrando que somente a proximidade com fragmentos florestais não é suficiente para garantir a regeneração em reflorestamentos.

A área de vegetação nos raios de busca de 500 (V_{500}) e 1000 m (V_{1000}) apresentou alta relação com a abundância e riqueza de regenerantes. Como visto neste

trabalho, a presença maiores áreas de fragmentos florestais próximos aos reflorestamentos possibilita maior regeneração nestes. Maiores áreas de florestas remanescentes apresentam maior diversidade, menor efeito de borda e menor risco de extinção (Turner; Corllet 1996; Tabarelli et al. 1999; Chiarello 2000; Fahrig 2003; Rabello et al. 2010). Essas características são necessárias para a manutenção das populações, tanto de animais dispersores como das populações vegetais (fonte de propágulos), dentro dos fragmentos possibilitando assim, a dispersão de propágulos para áreas a serem restauradas (Parrotta et al. 1997).

Grupos de pequenos fragmentos conservados, que somados apresentem maior área de porções vegetais, ou seja, uma matriz mais estruturada, pode garantir também a permanência de populações de dispersores e de plantas garantindo assim, a dispersão para as áreas a serem recuperadas (Ranta et al. 1998; Pivello et al. 2006).

A associação da distância com a área de vegetação remete à grande importância da conectividade estrutural das manchas com os reflorestamentos (Taylor et al. 1993; Metzger; Décamps 1997, Turner et al. 2001), pois tem influência direta na dispersão de propágulos. Entretanto, é evidente que somente o aumento da distância da fonte de propágulo já é o suficiente para a diminuição da abundância e da riqueza de regenerantes nos reflorestamentos estudados, e áreas abandonadas (Parrotta 1995; Lamb et al. 1997; Wunderle Jr. 1997; Holl et al. 2000; Oosterhoorn; Kappelle 2000; Zimmerman et al. 2000; Mesquita et al. 2001; Zanne; Chapman 2001; Günter et al. 2007).

Os resultados mostraram que a riqueza do plantio teve influência apenas sobre a abundância de regenerantes. Assim, para um processo de regeneração mais efetivo é importante a escolha das espécies a serem plantadas, como a inclusão de espécies zoocóricas com a finalidade de atrair dispersores (Parrotta 1995; Parrotta et al. 1997; Wunderle Jr. 1997; Reis et al. 1999), e espécies de crescimento rápido, que podem modificar em pouco tempo o microclima da área favorecendo o estabelecimento de novos indivíduos (Parrotta 1995; Lamb et al. 1997; Zanne; Chapman 2001).

Entretanto, os resultados devem ser analisados com cautela, pois neste trabalho foram amostradas áreas com riqueza do plantio entre 25 e 50 espécies e não foram testadas altas riquezas de plantio (cerca de 80 espécies). Além de, os coeficientes de correlação terem sido baixos e não significativos (Tabelas 3 e 5), e a análise GLM com essa variável não ter sido significativa para a riqueza de regenerantes (Tabela 4).

A idade dos reflorestamentos foi determinante somente para a abundância dos regenerantes, assim dentro de uma variação de 26 meses há a diferença no número de indivíduos que se estabelecerão nos reflorestamentos. Estudos mostram que conforme maior a

idade dos ambientes restaurados, maior é a densidade de regenerantes (Melo; Durigan 2007). Porém, essa mesma variação na idade não foi suficiente para mudança na riqueza, ou seja, a riqueza nos reflorestamentos foi influenciada somente pela paisagem do seu entorno.

Quanto a variação de regenerantes conforme a abundância de espécies ruderais altera somente a abundância de regenerantes (Tabela 2). Desta forma, as espécies ruderais, por serem espécies de estádios iniciais de sucessão (Lorenzi 1994), podem estar facilitando algumas espécies que apresentam alta abundância na regeneração (Callaway 1995; Callaway et al. 2002). Entretanto a abundância de ruderais, não está influenciando a riqueza de regenerantes, estando essa variável somente relacionada com a paisagem do seu entorno. A abundância de ruderais também tem que ser analisada com cuidados, pois os valores do coeficiente de correlação não foram significativos (Tabelas 3 e 5), e não foram feitos testes para garantir essas afirmações.

CONCLUSÃO

Os reflorestamentos apresentam maior regeneração natural, principalmente de espécies zoocóricas e estádios sucessionais mais avançados, quanto mais próximos dos remanescentes florestais. No entanto não está relacionada com a distância por meio de estruturas de vegetação, que os animais poderiam percorrer.

A área de habitat florestal remanescente no entorno do reflorestamento é a variável mais importante dentre as analisadas neste trabalho, principalmente para explicar a riqueza de regenerantes de espécies nativas de estádios sucessionais mais avançados e espécies zoocóricas.

A idade e a riqueza do plantio dos reflorestamentos, e a abundância de espécies ruderais alteraram somente a abundância de regenerantes nos reflorestamentos, possivelmente pelo estabelecimento dos indivíduos nos reflorestamentos ser mais sensível a alterações no ambiente.

Considerando que a área de estudo foi altamente fragmentada e que restam somente poucos e pequenos remanescentes florestais, fica mais evidente a importância dos mesmos e a necessidade de uma política de manejo e conservação mais eficiente para áreas privadas.

REFERÊNCIAS

- Beier P, Noss RF (1998) Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12:1241-1251
- Bierregaard Jr RO, Stouffer PC (1997) Understory birds and dynamics habitat mosaics in Amazonian rainforests. In: Laurance JWF, Bierregaard Jr. RO *Tropical forest remnants: ecology management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago e Londres, p138
- Budowski A (1965) Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 15: 40-2
- Budowski A (1970) The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American: lowland rainforest. *Tropical Ecology* 11:44-8
- Burnham KP, Anderson DR (2002) *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. 2ª Ed. Springer, Nova York
- Callaway RM (1995) Positive interactions among plants. *Botany Review* 61:306-349
- Callaway RM, Brooker RW, Choler P, Kikvidze Z, Lortie CJ, Michalet R, Paolini L, Pugnaire FI, Newingham B, Aschehoug ET, Armas C, Kikodze D, Cook BJ (2002) Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature* 417:844-848
- Cavalheiro AL, Torezan JMD, Fadelli L (2002) Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: Medri ME, Bianchini E, Shibatta OA, Pimenta JA *A bacia do rio Tibagi*. Eduel, Londrina, p213
- Chiarello AG (1999) Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation* 89:71-82
- Clark JS, Beckage B, Camill P, Cleveland B, Hillerislambers J, Lichter J, Mclachlan J, Mohan J, Wyckoff P (1999) Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany* 86:1-16
- Coley PD, Barone JA (1996) Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:305-335
- Dean W (1996) *A ferro e fogo: a história da devastação da mata atlântica brasileira*. Companhia das Letras, São Paulo
- Demétrio CGB (2002) *Modelos lineares generalizados em experimentação agronômica*. Piracicaba
- Dobson AJ (2001) *An introduction to generalized linear models*. 2ª Ed. Chapman & Hall CRC, Nova York
- Ehrlén J (1995) Demography of the perennial herb *Lathyrus vernus*. I. Herbivory and individual performance. *Journal of Ecology* 83:287-295

- Engel VL, Parrotta JA (2003) Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: Kageyama PY, Oliveira RE, Morais LFD, Engel VL, Gandara FB Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - FEPAF, Botucatu, p3
- Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34:487-515
- Günter S, Weber M, Erreis R , Aguirre N (2007) Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. *European Journal of Forest Research* 126:67-75
- Holl KD (1999) Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica* 31:229-242
- Holl KD, Lulow ME (1997) Effect of species, habitat, and distance from edge on post-dispersal seed predation in a tropical rainforest. *Biotropica* 29:459-468
- Holl KD, Lulow ME, Lin EH, Samuels IA (2000) Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8:339-349
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2011) Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo
- Lamb D, Parrotta J, Keenan R, Tucker N (1997) Rejoining Habitat Remnants: Restoring Degraded Rainforest Lands. In: Laurance JWF, Bierregaard Jr. RO Tropical forest remnants: ecology management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, Chicago e Londres, p366
- Lorenzi H (1994) Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. Instituto Plantarum, Nova Odessa
- Lorenzi H (2002a) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v1 Instituto Plantarum, Nova Odessa
- Lorenzi H (2002b) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v2 Instituto Plantarum, Nova Odessa
- Melo ACG, Durigan G (2007) Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de mata ciliares do Médio Vale do Paranapanema. *Scientia Forestalis* 73:101-111
- Mesquita RCG, Ickes K, Ganade G, Williamson GB (2001) Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 89:528-537
- Metzger JP, Décamps H (1997) The structural connectivity threshold: An hypothesis in conservation biology at the landscape scale. *Acta Oecologica* 18:1-12

- Oosterhoorn M, Kappelle M (2000) Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126:291-307
- Parrotta JA (1993) Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems”. In: Lieth H, Lohmann M Restoration of tropical forest ecosystems Kluwer Academic, Dordrecht, p63
- Parrotta JA (1995) Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *Journal of Vegetation Science* 6:627-636
- Parrotta JA, Turnbull JW, Jones N (1997) Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:1-7
- Pivello VR, Petenon D, Jesus FM, Meirelles ST, Vidal MM, Alonso RAS, Franco GADC, Metzner JP (2006) Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botanica Brasilica* 20:845-859
- Rabello A, Ramos FN, Hasui E (2010) Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). *Biota Neotropica* 10:47-54
- Ranta P, Blom T, Niemelä J, Joensuu E, Siitonen M (1998) The fragmented Atlantic rain forest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7:385-403
- Reis A, Zambonin RM, Nakazono EM (1999) Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo
- Rosenberg DK, Noon BR, Meslow C (1997) Biological corridors: form, function, and efficacy. *Bioscience* 47:677-687
- Seaby RM, Henderson PA (2007) QED Statistics. Pisces Conservation Ltd., Lymington
- Silva JMC, Uhl C, Murray G (1996) Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* 10:491-503
- Stipp NA (2002) Principais tipos de solo da bacia do rio Tibagi. In: Medri ME, Bianchini E, Shibatta OA, Pimenta JA A bacia do rio Tibagi, Eduel, Londrina, p39
- Tabarelli M, Mantovani W, Peres CA (1999) Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeast Brazil. *Biological Conservation* 91:119-127
- Tabarelli M, Peres CA (2002) Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation* 106:165-176
- Taylor PD, Fahring L, Henein K, Merriam GC (1993) Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68:571-573

- Toniato MTZ, Oliveira-Filho AT (2004) Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. *Forest Ecology and Management* 198: 319-339
- Tucker NIJ, Murphy TM (1997) The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the wet tropics of North Queensland. *Forest Ecology and Management* 99:133-152
- Turner IM, Corlett RT (1996) The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rainforest. *Tree* 11:330-333
- Wunderle Jr. JM (1997) The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:223-235
- Zanne AE, Chapman CA (2001) Expediting reforestation in tropical grasslands: distance and isolation from seed sources in plantations. *Ecological Applications* 11:1610-1621
- Zimmerman JK, Pascarella JB, Aide TM (2000) Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8:350-360

APÊNDICE

APÊNDICE A – Lista de espécies regenerantes amostradas em reflorestamentos do norte do Paraná – Brasil, no entorno da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (rio Paranapanema, PR/SP). PI – pioneira ou inicial; TC – tardia ou clímax; ANE – anemocórica; AUT – autocórica; ZOO – zoocórica; E – exótica; N – nativa; NR – espécies não ruderais; R – espécies ruderais; NP – espécies não plantadas no reflorestamento; P – espécies plantadas nos reflorestamentos.

Família	Nome científico	Categoria ecológica	Hábito	Síndrome de dispersão	Origem	Ruderal	Plantada
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	TC	Arbóreo	ANE	N	NR	NP
	<i>Lithraea molleoides</i> Engl.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Mangifera indica</i> L.	PI	Arbóreo	AUT	E	NR	NP
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg	TC	Arbóreo	ANE	N	NR	NP
	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glaussman	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R. M. King & H. Rob.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrader ex DC.) R. M. King & H. Rob.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Pterocaulon lanatum</i> Kuntze	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
	<i>Vernonia polyanthes</i> (Spreng.) Less.	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
Bignoniaceae	<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb	TC	Arbóreo	ANE	N	NR	NP
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	PI	Arbóreo	ANE	E	R	NP
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P

Família	Nome científico	Categoria ecológica	Hábito	Síndrome de dispersão	Origem	Ruderal	Plantada	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP	
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P	
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP	
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P	
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Sapium haemospermum</i> Müll. Arg.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP	
Fabaceae	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
	<i>Albizia falcataria</i> L.	PI	Arbóreo	ANE	E	NR	NP	
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Inga</i> sp.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP	
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC) O. Ktze	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
Lamiaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	TC	Arbóreo	ANE	N	NR	P	
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P	
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P	
	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. McBride	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP	
	Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness & Mart.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Ocotea puberula</i> (Reich.) Nees	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP	

Família	Nome científico	Categoria ecológica	Hábito	Síndrome de dispersão	Origem	Ruderal	Plantada
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P
	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	PI	Arbustivo	ZOO	N	R	NP
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Melia azedarach</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
	<i>Morus nigra</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> O. Berg	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Psidium guajava</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	TC	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P
	<i>Pisonia aculeata</i> L.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	PI	Arbóreo	ANE	N	NR	P
Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	TC	Arbustivo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Piper glabratum</i> Kunth	TC	Arbustivo	ZOO	N	NR	NP
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. Ex R. Br.	PI	Arbóreo	ANE	E	NR	NP
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	PI	Arbóreo	AUT	N	NR	P

Família	Nome científico	Categoria ecológica	Hábito	Síndrome de dispersão	Origem	Ruderal	Plantada
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	PI	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	PI	Arbustivo	ZOO	N	NR	NP
Rutaceae	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	TC	Arbóreo	ZOO	E	NR	NP
	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Zanthoxylum monogynum</i> A. St.-Hil.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Salicaceae	<i>Casearia silvestris</i> SW.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
Scrophulariaceae	<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schlttdl	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	TC	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
	<i>Solanum paniculatum</i> L	PI	Arbustivo	ZOO	N	NR	NP
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethlage	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	NP
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	PI	Arbóreo	ZOO	N	NR	P
	<i>Lantana camara</i> L.	PI	Arbustivo	ZOO	N	R	NP
	<i>Lantana canecens</i> Kunth	PI	Arbustivo	ANE	N	R	NP