
ECOLOGIA

JOÃO PAULO MARIANO GODINHO

**Ilhas de Facilitação no Parque Estadual de Porto
Ferreira, SP**



Rio Claro
2014

JOÃO PAULO MARIANO GODINHO

Ilhas de Facilitação no Parque Estadual de Porto Ferreira, SP

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Monteiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Ecólogo

Rio Claro
2014

581.5 Godinho, João Paulo Mariano
G585i Ilhas de facilitação no Parque Estadual de Porto Ferreira,
SP / João Paulo Mariano Godinho. - Rio Claro, 2014
40 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ecologia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro
Orientador: Reinaldo Monteiro

1. Ecologia vegetal. 2. Ecologia de comunidades. 3.
Facilitação. I. Título.

RESUMO

Novas pesquisas apontam que as interações positivas e o processo de facilitação sobre a comunidade tem fornecido importantes conhecimentos sobre a ecologia de diversas espécies no mundo. Existe uma carência de informações sobre quais as espécies interferem nos mecanismos facilitadores que conduzem a regeneração natural da vegetação e a atual necessidade de identificar estratégias de conservação, manejo sustentável e recuperação ambiental em ambientes tropicais. Este trabalho tem o objetivo de avaliar quais são as espécies arbóreas que facilitam o aumento da riqueza e abundância de outras espécies arbóreas/arbustivas regenerantes sob suas copas numa antiga área de pastagem no Parque Estadual de Porto Ferreira – SP. Foram selecionadas 42 árvores isoladas que foram chamadas de *matrizes*. Destas matrizes foram feitas 42 parcelas circulares na qual cada matriz teve duas subparcelas: a “Área da Influência” (*Ai*) e a “Área do Entorno” (*Ae*), totalizando 84 unidades amostrais. Para cada matriz, nestas unidades amostrais foram incluídos todos os indivíduos arbustivos e arbóreos com altura superior a 1,3 metros de altura. Foram analisadas a florística, fitossociologia e distribuição da abundância das espécies regenerantes. Já para as espécies das *matrizes* foram analisadas seis diferentes atributos, divididos em dendrométicos e funcionais para entender como elas influenciam a riqueza e abundância das espécies regenerantes. Em *Ai* e *Ae* foram indentificados 883 indivíduos distribuídos em 28 famílias, 49 gêneros, totalizando 64 espécies em uma área total de 3.028 m³. Em *Ai* foram intentificados 775 inividuos em uma área total de 1.346 m³, com a mesma composição florística citada acima. As espécies *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima intermedia* e *Aegiphila lhotzkiana* são indicadas aqui neste trabalho como as melhores facilitadoras, por serem decíduas e, por possuírem copas amplas, promovem o aumento da riqueza e abundância de regenerantes na área de recuperação ambiental do PEPF.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização das 42 <i>Matrizes</i> no PEPF.....	8
Figura 2 - Esquema ilustrativo, (a) vista frontal, do modelo da técnica utilizada para medir as parcelas do estudo, as medidas são (a) $Ai = \pi r_i^2$ e A.2) $Ae = \pi r_e^2 - Ai$ e (b) esquema ilustrativo, vista de topo.....	10
Figura 3 - Área de recuperação ambiental do PEPF onde se formam as ilhas de vegetação arbóreo/arbustivo, fotos (a), (b) e (c). Representação ilustrativa de uma típica ilha de vegetação (d) com a delimitação da Ai e Ae	14
Figura 4 - A linha em azul escuro corresponde à curva de rarefação das 64 espécies arbóreas/arbustivas que regeneram abaixo da projeção da copa das <i>matrizes</i> (Ai). O preenchimento azul claro representa os intervalos de confiança.	15
Figura 5 - Gráfico de abundância Whittaker. Os resultados mostram que as comunidades têm pouca equitabilidade de espécies que, por sua vez, indicam uma baixa uniformidade de espécies. A cor azul corresponde ao modelo de Zipf-Mandelbrot, no qual os dados se ajustam.	19
Figura 6 - Representação dos resultados obtidos através da Regressão Linear. O eixo y (riqueza de espécies) representa a quantidade de espécies regenerantes abaixo da área de projeção das matrizes. O eixo x (área da projeção da copa rente ao solo) representa a área total da Ai das <i>matrizes</i> , medidas em m ²	22
Figura 7 - Gráfico representando os resultados obtidos através da Regressão Linear. No eixo y (abundância de espécies) representa a quantidade total indivíduos por espécies regenerantes abaixo da área de projeção das matrizes. No eixo x (área da projeção da copa rente ao solo) representa a área total da Ai das <i>matrizes</i> , medidas em m ²	22
Figura 8 - Boxplot das cinco espécies facilitadoras que compõem as <i>matrizes</i> . Resultados das melhores espécies facilitadoras, de acordo com seus atributos funcionais. (a) Riqueza total das espécies e (b) abundância total das espécies.	24
Figura 9 - Boxplot das áreas totais de Ai das cinco espécies facilitadoras que compõem as <i>matrizes</i>	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies arbóreas/arbustiva regenerantes que foram amostradas baixo as copas das árvores isoladas na área de recuperação do Parque Estadual de Porto Ferreira, Porto Ferreira - SP, com seus parâmetros fitossociológicos: NI = nº total de indivíduos; NA = nº de matrizes encontradas as espécies; FR = frequência relativa (%); FA = frequência absoluta; DeR = densidade relativa (%); DeA = densidade absoluta; DoR = dominância relativa (%); DoA = dominância absoluta; IV = valor de importância e IC = valor de cobertura.....	16
Tabela 2 - Resultados do melhor modelo de distribuição da abundância das espécies das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$	18
Tabela 3 - Resultado do melhor modelo GNM. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$	20
Tabela 4 - Resultados das variáveis que influenciam o aumento da riqueza das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$	20
Tabela 5 - Resultados das variáveis que influenciam o aumento da abundância das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$	21
Tabela 6 - Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis para a comunidade arbustiva/arbórea regenerante. Em negrito, destacam-se os resultados que não foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$	23
Tabela 7 - Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de dissimilaridade de Raup-Crick para a comunidade arbustiva/arbórea regenerante. Em negrito, destacam-se o resultado que não foi estatisticamente significativo para $p < 0,05^{**}$	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVO	7
3 MATERIAL E TÉCNICAS.....	8
3.2 <i>DESENHO AMOSTRAL.....</i>	<i>9</i>
3.3 <i>ANÁLISE DOS DADOS</i>	<i>10</i>
3.3.1 <i>Florística e fitossociologia.....</i>	<i>10</i>
3.3.2 <i>Modelo de distribuição da abundância das espécies.....</i>	<i>11</i>
3.3.3 <i>Grupos funcionais</i>	<i>11</i>
3.3.4 <i>Espécies Indicadoras.....</i>	<i>12</i>
3.3.5 <i>Software utilizados</i>	<i>13</i>
4 RESULTADOS	14
4.1 <i>FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA.....</i>	<i>15</i>
4.2 <i>DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES.....</i>	<i>18</i>
4.3 <i>GRUPOS FUNCIONAIS</i>	<i>19</i>
4.4 <i>ESPÉCIES INDICADORAS.....</i>	<i>21</i>
4.4.1 <i>Atributos dendrométricos</i>	<i>21</i>
4.4.2 <i>Atributos funcionais.....</i>	<i>23</i>
4.4.3 <i>Espécies indicadas.....</i>	<i>24</i>
5 DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICE A	35
APÊNDICE B.....	37
APÊNDICE C	39

1 INTRODUÇÃO

A facilitação é uma interação positiva definida como o processo pelo qual espécies iniciais aumentam a sobrevivência de espécies tardias (PUGNAIRE, 2010). Gradativamente, ela vem ganhando espaço na Teoria Ecológica, na qual estudo sobre facilitação tem desafiado muitos paradigmas ecológicos básicos e previsões baseadas unicamente em interações negativas entre espécies (MULDER et al., 2001; BRUNO et al., 2003; HE et al., 2013).

Pesquisas apontam que as interações positivas e o processo de facilitação sobre a comunidade são tão importantes quanto outras interações. Seus efeitos afetam diretamente a produtividade (MULDER et al., 2001), estabilidade (BUTTERFIELD, 2009), distribuição (CHOLER et al., 2001), riqueza (CAVIERES; BADANO 2009) e abundância (HOWARD; GOLDBERG, 2001) das espécies, o funcionamento do ecossistema (ERNST; BANKS, 2002) e a montagem e dinâmica da comunidade (ARMAS; PUGNAIRE, 2005). Além disso, a facilitação pode aumentar as diversidades: taxonômica (CAVIERES; BADANO, 2009), filogenética (VALIENTE-BANUET; VERDU, 2007) e funcional (BUTTERFIELD; BRIGGS, 2011; BUTTERFIELD; CALLAWAY, 2013). Logo, apesar do conceito recente, também a facilitação pode ser considerada um fator chave afetando os padrões da biodiversidade (WILSON; AGNEW, 1992; BERTNESS; SHUMWAY, 1993; BERTNESS; YEH, 1994; CALLAWAY, 1995; PUGNAIRE et al., 1996; CALLAWAY; WALKER, 1997; MICHALET, 2006; HE et al., 2013).

Embora haja um hiato na criação e na aplicação dos dois conceitos ecológicos, os processos de competição e facilitação não são dicotômicos. Assim, os mecanismos e efeitos determinados por eles não atuam isoladamente um do outro, mas ocorrem numa ação em conjunto da comunidade, produzindo efeitos complexos (CALLAWAY; WALKER, 1997; HOLMGREN; SCHEFFER, 2010).

A facilitação tende a aparecer quando a competição é enfraquecida por eventos estocásticos do ambiente; em casos particulares, ela pode evoluir para competição com o desenvolvimento das espécies que estão interagindo no ambiente (VALIENTE-BANUET; VERDU, 2008). Um estudo recente mostrou evidências que em momentos de estresse certas comunidades vegetais apresentam menos interações competitivas e mais interações facilitadoras (HE et al., 2013).

Entretanto, a facilitação tem recebido pouca atenção dos ecólogos (CALLAWAY, 1995; PUGNAIRE, 2010). Os estudos estão concentrados em ecossistemas temperados ou

semiáridos, mas estudos em ecossistemas tropicais são escassos. Assim, entender o funcionamento dos seus processos pode contribuir com dados relevantes ou para o desenvolvimento de projetos na restauração de áreas alteradas, bem como, acrescentar conhecimento teórico aos processos de sucessão e na dinâmica dessas comunidades naturais (GÓMEZ-APARICIO, 2009).

São poucos os estudos científicos sobre a influência facilitadora de determinadas espécies na comunidade de plantas regenerantes que crescem sob suas copas. Espécies de árvores tropicais, tais como *Clusia hilariana* Schltdl. (DIAS et al., 2005; DIAS; SCARANO, 2007) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (DUARTE et al., 2006) tem sido consideradas como espécies facilitadoras por promoverem a colonização de outras espécies baixo de suas copas, favorecendo a regeneração natural da vegetação.

Este trabalho pretende analisar a interação planta-planta em uma área de regeneração natural de encrave de cerrado e mata atlântica (KRONKA et al., 1998), testando a hipótese de que as copas de espécies arbóreas iniciais promovem o aumento da riqueza e abundância de outras espécies arbóreas/arbustivas tardias abaixo dela, através do modelo de facilitação. Esta interação positiva de determinadas espécies pode ajudar o processo de regeneração natural da área, além de apresentar utilidade na recuperação ecológica de áreas degradadas.

Existe uma carência de informações sobre quais as espécies interferem nos mecanismos facilitadores que conduzem a regeneração natural da vegetação e a atual necessidade de identificar estratégias de conservação, manejo sustentável e recuperação ambiental. Logo, este trabalho também tem o intuito de entender, identificar e contribuir com informações precisas sobre as interações de determinadas comunidades vegetais que se desenvolvem abaixo da copa de árvores isoladas.

2 OBJETIVO

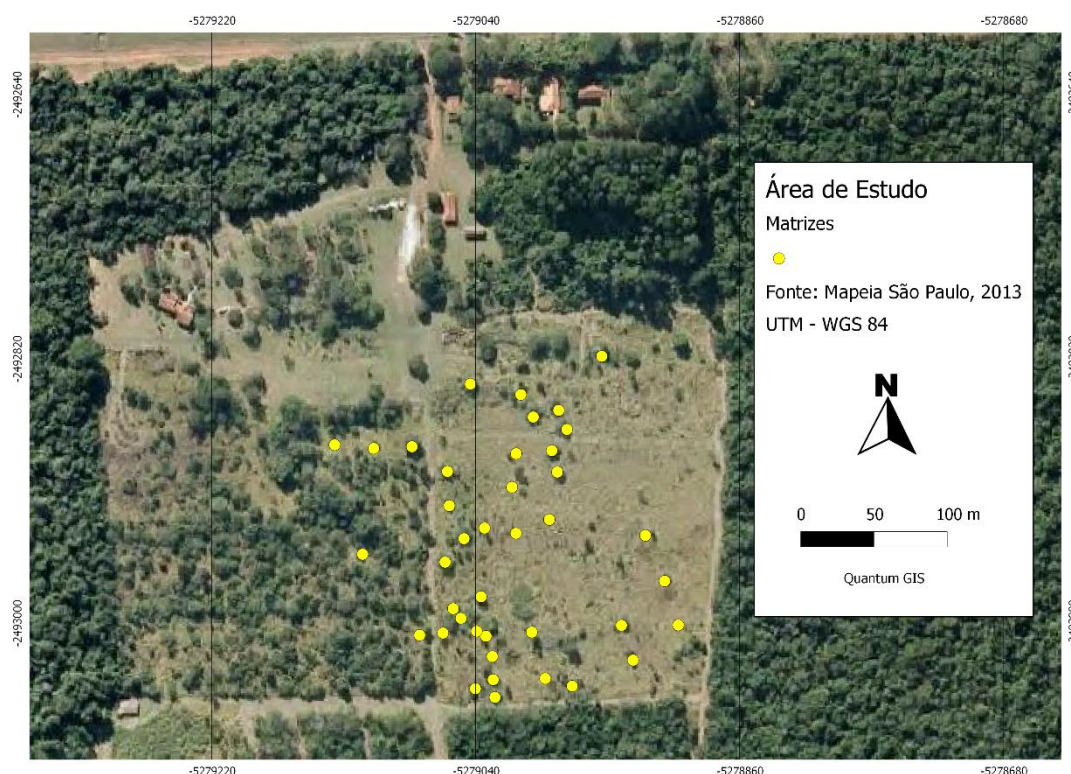
Avaliar quais são as espécies arbóreas que facilitam o aumento da riqueza e abundância de outras espécies arbóreas/arbustivas regenerantes sob suas copas numa antiga de pastagem no Parque Estadual de Porto Ferreira – SP.

3 MATERIAL E TÉCNICAS

3.1 Área de Estudo

O Parque Estadual de Porto Ferreira (PEPF) localiza-se no município de Porto Ferreira - SP, junto à rodovia SP-215, entre as coordenadas 7.579.500 a 7.583.500 e 245.000 a 251.000 (UTM – WGS 84), com área total de 611,55 hectares (TABANEZ, 2003).

Figura 1 - Mapa de localização das 42 Matrizes no PEPF.



Fonte: Elaborada pelo autor

A área de estudo compreende uma antiga área desmatada que foi utilizada para a criação de gado. O tempo decorrido desde o desmatamento e o abandono não é conhecido com precisão, mas estima-se que as áreas estão sem a presença do gado há cerca de 30 anos. Atualmente este local, pelo Plano de Manejo do PEPF (TABANEZ, 2003) é destinado como área de recuperação ambiental do PEPF.

3.2 Desenho amostral

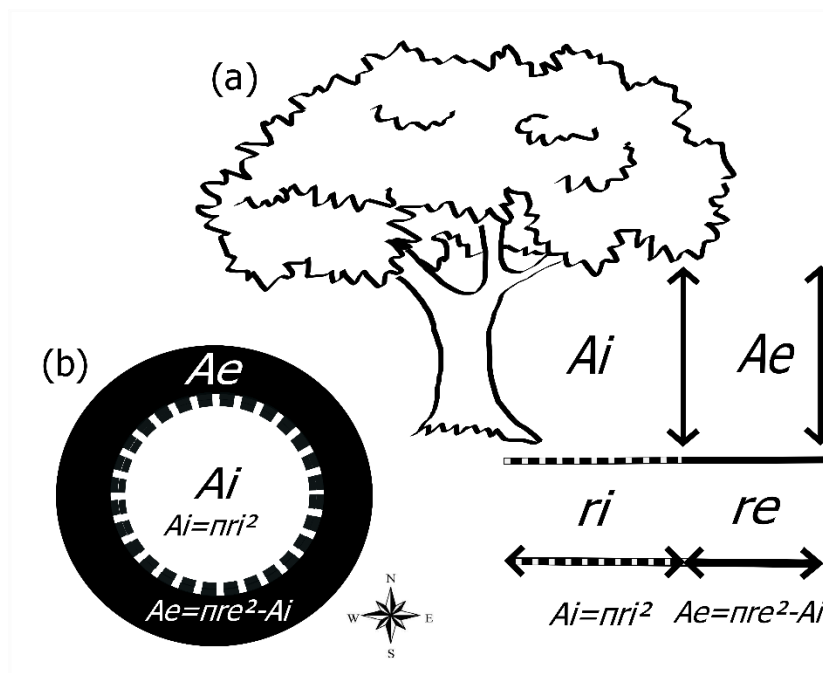
Foram selecionadas 42 parcelas, onde cada parcela é um indivíduo arbóreo isolado, chamado de “*matriz*”, já as áreas amostrais são a projeção, no solo, da cobertura da copa do mesmo indivíduo, e também o entorno dela. Para a escolha de cada *matriz*, foram adotados dois critérios: indivíduo adulto arbóreo com o maior diâmetro à altura do peito (DAP), e que ela esteja isolada na área, ou seja, que a *matriz* não esteja presente em um dossel contínuo.

Para medir as áreas de influência da *matriz* foram adotadas parcelas circulares (com área $A=\pi r^2$), na qual cada *matriz* teve duas subparcelas (**Figura 2**), a “Área da Influência” (A_i) e a “Área do Entorno” (A_e), totalizando 84 unidades amostrais. Para cada *matriz*, nestas unidades amostrais foram incluídos todos os indivíduos arbustivos e arbóreos com altura superior a 1,3 metros de altura.

Devido a grande variabilidade da arquitetura das copas das árvores, as subparcelas das *matrizes* tiveram áreas (A_i e A_e) distintas; logo, as parcelas tiveram áreas diferentes. Para uma aproximação do tamanho da projeção das copas das *matrizes*, as medidas definidas foram feitas pela média de quatro medidas do raio, padronizadas pelas direções Norte ($r1$), Sul ($r2$), Leste ($r3$), e Oeste ($r4$). Portanto, o “raio da *matriz*” (rm) de Am foi a média das medidas orientadas ($r1+r2+r3+r4/4=rm$).

Para calcular Am foi usada a equação $Am=\pi rm^2$, lembrando que o resultado rm influenciou diretamente a área da parcela A_e de cada *matriz*, pois o valor do raio rm é multiplicado por dois ($2rm$), para assim chegar ao resultado do “raio do entorno” (re) que fez a inclusão de todos os indivíduos arbóreos fora da copa. Dessa forma, seu cálculo é fundamental para determinar o resultado de A_e , já que a equação definida é $A_e=\pi re^2-Am$. Para melhor compreensão, segue a figura abaixo:

Figura 2 - Esquema ilustrativo, (a) vista frontal, do modelo da técnica utilizada para medir as parcelas do estudo, as medidas são (a) $Ai = \pi ri^2$ e $Ae = \pi re^2 - Ai$ e (b) esquema ilustrativo, vista de topo.



Fonte: Elaborada pelo autor

3.3 Análise dos dados

Para as análises estatísticas aplicou-se o “teste de Wilcoxon pareado” para analisar as variações de Ai e Ae , mostrando que uma *matriz* se trata de uma ilha, logo este teste mostrará se existe uma significância ($p = 0,01$) da riqueza e abundância das espécies que estão abaixo da copa (Ai) contra aquelas que estão no entorno (Ae), os dados brutos se encontram no **Apêndice A**. A partir desta análise todas as outras análises foram feitas com os dados coletados em Ai .

3.3.1 Florística e fitossociologia

A partir das técnicas de levantamento empregadas neste estudo, a identificação consistiu em consulta os principais livros e guias de identificação (LORENZI 1992, 1998; 2003, RAMALHO, 2003; ALMEIDA-NETO et al., 2008; DURIGAN et al., 2012; RAMOS et al., 2008; DURIGAN et al., 2004; SILVA JÚNIOR, 2012; BREDT et al., 2012; PERES, 2012; SILVA JÚNIOR; PEREIRA, 2009). Quando necessário, o material foi coletado, herborizado e depositado no Herbário Rioclarense (HBRC) para futura consulta a especialistas. Os nomes

científicos usados aqui seguem o sistema de classificação APGIII (2009), e a grafia dos nomes foi confirmada pela “Lista de Espécies da Flora do Brasil” (2014).

Para descritores florísticos e fitossociológicos, foram calculadas: Densidades Absoluta (DA) e Relativa (DR), Dominâncias Absoluta (DoA) e Relativa (DoR), Freqüências Absoluta (FA) e Relativa (FR), os Índices de Valor de Importância (IVI) e Cobertura (IVC), todos segundo Müeller-Dombois & Ellenberg (1974).

3.3.2 Modelo de distribuição da abundância das espécies

Para representar e interpretar visualmente o modelo de distribuição de abundância das espécies regenerantes foi feito um gráfico de abundância Whittaker (WHITTAKER, 1960). Os dados de abundância e equitabilidade foram obtidos ordenando-se as espécies a partir das mais comuns para as mais raras no eixo das abscissas e, colocando o valor de importância (abundância relativa) no eixo das ordenadas. O comprimento de cada curva indica a riqueza de espécies. A equabilidade é interpretada pela inclinação das curvas, logo curvas mais inclinadas possuem menor equabilidade.

3.3.3 Grupos funcionais

Todas as *matrizes* foram classificadas em seis diferentes atributos, divididos em dendrométicos e funcionais. Foram consideradas as variáveis respostas (Y): a riqueza (Y_1) e a abundância (Y_2). Para explicar como as *matrizes* interferem em Y_1 e Y_2 , considerou-se como variáveis explanatórias:

Dendrométricas:

X_1 : Área da projeção da copa rente ao solo. É representada como a área total de A_i (m^2) em todas as *matrizes* (**Apêndice B**). Esta variável explica a influência das áreas de A_i na riqueza e abundância das espécies.

X_2 : Volume total (m^3) da copa da *matriz*. É baseada na arquitetura da copa de cada espécie da matriz espécies (**Apêndice B**). Esta variável explica a influência do dos diferentes formatos de copas de A_i na riqueza e abundância das espécies

X_3 : Número total de galhos ramificados à altura de 1,3 m de altura de cada *matriz* (**Apêndice B**). Esta variável explica a influência de árvores ramificadas na riqueza e abundância das espécies.

Funcionais:

X_4 : Tipo de dispersão de sementes, dividida em zoocóricas e não zoocóricas (**Apêndice C**). Esta variável explica a influência de tipo de dispersão das *matrizes* na riqueza e abundância das espécies.

X_5 : Tipo de queda das folhas, dividida em perenifólia ou não perenifólia (**Apêndice C**). Esta variável explica a influência de tipo de queda das folhas das *matrizes* na riqueza e abundância das espécies.

X_6 : Espécie indicadora de fitofisionomia, dividida em cerrado, floresta ou generalista, adaptado na literatura de DURIGAN *et al.*, 2012 (**Apêndice C**). Esta variável explica a influência de ocorrência natural das espécies compostas nas *matrizes* na riqueza e abundância das espécies.

Para verificar quais atributos dendrométricos X_1 , X_2 e X_3 e funcionais X_4 , X_5 e X_6 influenciam as espécies regenerantes foram aplicadas duas análises “Generalized nonlinear models (GNM)”, uma para a Y_1 e outra para Y_2 , especificamente os Modelos de “Power Series Generalized Nonlinear Models (PSGNLM)”.

3.3.4 Espécies Indicadoras

3.3.4.1 Atributos dendrométricos

A partir dos resultados GNM encontrados, nos atributos dendrométricos foram aplicadas regressões lineares considerando como variáveis respostas a riqueza e a abundância, já para as variáveis explanatórias serão consideradas aquelas indicadas pelo GNM (X_1 , X_2 , X_3)

3.3.4.2 Atributos funcionais

A partir dos resultados encontrados GNM, para os atributos funcionais (por se tratarem de variáveis biológicas testáveis) foi aplicada a Análise de Variância Permutacional, conhecida como PERMANOVA (ANDERSON 2001, 2005). Esta análise multivariada avaliará as diferenças na estrutura das comunidades em diferentes escalas espaciais. Esta análise foi aplicada a dois métodos distintos, na qual foram criadas duas matrizes de dissimilaridade de Bray-Curtis e Raup-Crick utilizando 999 permutações aleatórias (ANDERSON 2001, 2005)

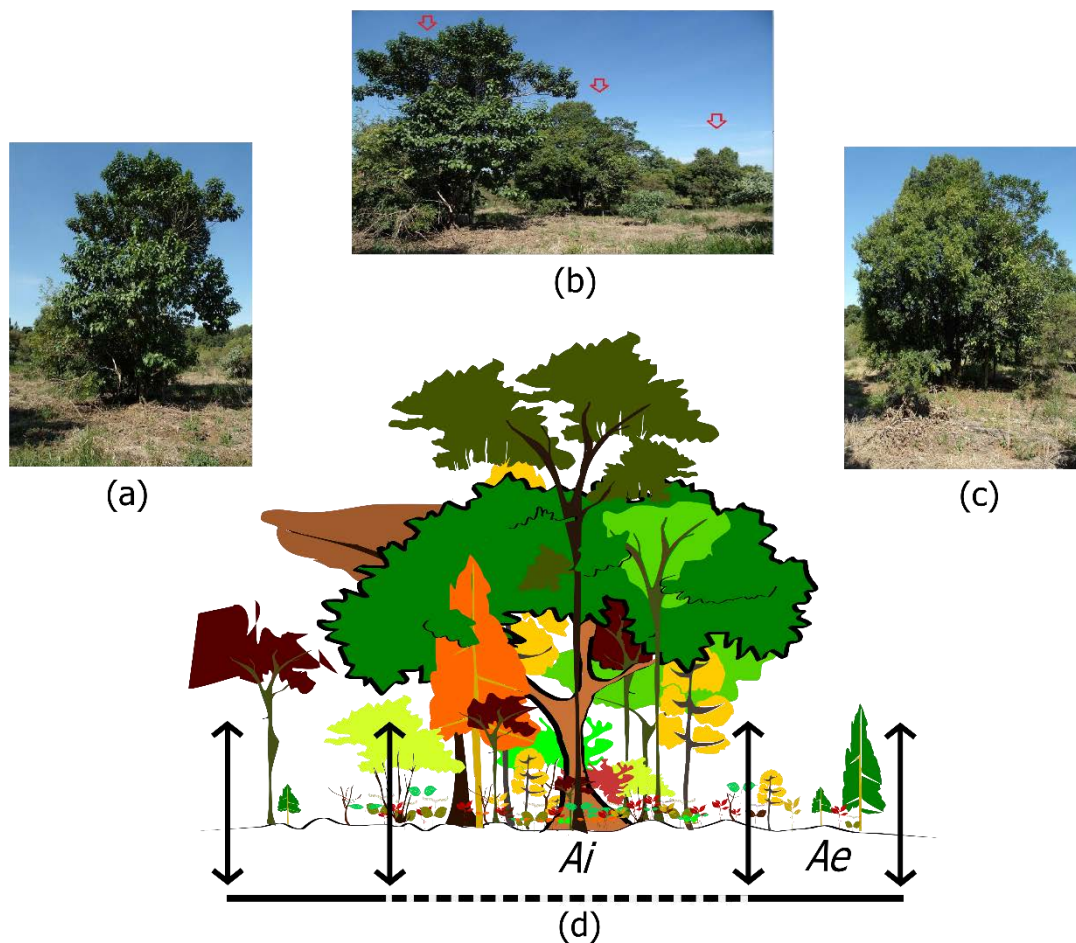
3.3.5 Software utilizados

A análise de suficiência e esforço amostral, estrutura, distribuição da abundância das espécies, diversidade da vegetação regenerante e o cálculo das espécies indicadoras foram feitos no software livre e de código aberto “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), através do pacote “vegan”. Para analisar os GNM, também foi empregado o software “R”, mas através do pacote “gamlss” (STASINOPOULOS; RIGBY, 2007; CORDEIRO et al., 2009). Para analisar os dados dos descritores florísticos e fitossociológicos utilizou-se o software livre FITOPAC 2.0 (SHEPHERD, 2010).

4 RESULTADOS

Considerando que a premissa de normalidade não foi satisfeita para a realização de teste paramétrico, foi aplicado o “teste de Wilcoxon pareado” com $p=0,01$. Este teste mostrou que há diferenças significativas entre a riqueza ($V=722,5$ $p=0,001593$) e abundância ($V=903$ e $p=0,0008334$) das espécies que estão em *Ai* e *Ae*. Portanto, através desta análise mostra-se que a *matriz* se trata de uma ilha, como visualmente mostrado no esquema abaixo:

Figura 3 - Área de recuperação ambiental do PEPF onde se formam as ilhas de vegetação arbóreo/arbustivo, fotos (a), (b) e (c). Representação ilustrativa de uma típica ilha de vegetação (d) com a delimitação da *Ai* e *Ae*.



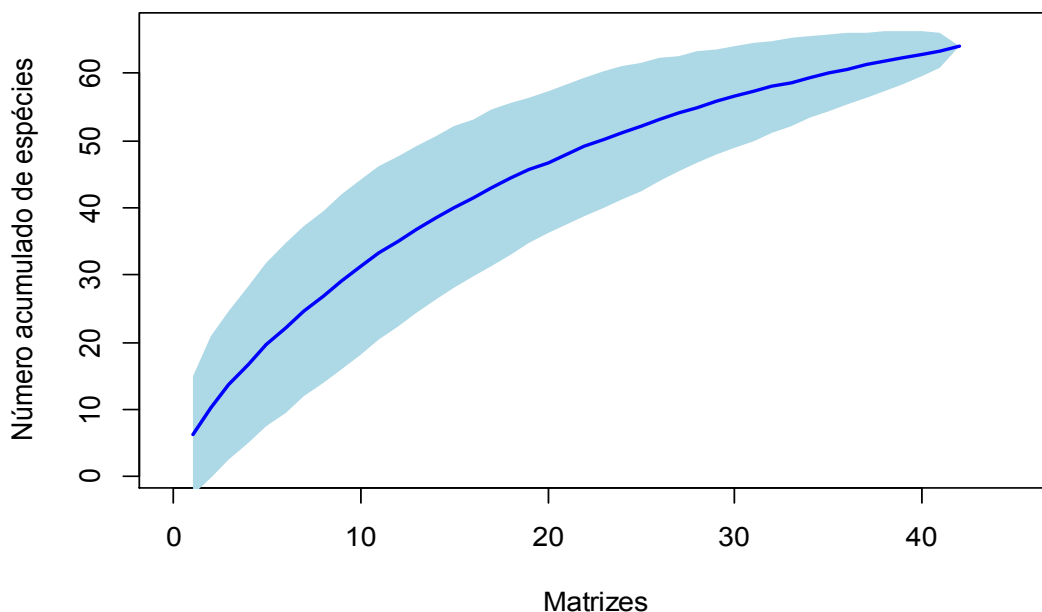
Fonte: Elaborada pelo autor

4.1 Florística e fitossociologia

Através da curva de rarefação foi possível observar que o número de locais amostrados foi suficiente para amostrar a maioria das *matrizes* da área de estudo (**Figura 4**). Destas 42 *matrizes* foram totalizados 3.028 m³ de área amostrada, sendo 1.346 m³ e 1.682 m³ correspondentes da *Ai* e *Ae*, respectivamente. Nelas foram encontradas 13 espécies distribuídas em 11 famílias.

Em *Ai* e *Ae* foram indentificados 883 indivíduos distribuídos em 28 famílias, 49 gêneros, totalizando 64 espécies. Em *Ai* foram indentificados 775 indivíduos, com a mesma composição florística citada acima, significando que as mesmas espécies que compõem *Ae* também são encontradas em *Ai*, porém em menor abundância.

Figura 4 - A linha em azul escuro corresponde à curva de rarefação das 64 espécies arbóreas/arbustivas que regeneram abaixo da projeção da copa das matrizes (*Ai*). O preenchimento azul claro representa os intervalos de confiança.



As famílias mais representativas foram Myrtaceae com 13 espécies (20,31% do total), Fabaceae com 7 espécies (10,94%) e Lauraceae com 4 espécies (6,25%). Das 26 famílias restantes, 4 famílias foram representadas por 3 espécies cada, seguida de 7 famílias com 2 espécies e 14 famílias com apenas uma espécie. A família com maior número de indivíduos foi Primulaceae com 283 indivíduos (37,53%) seguida de Rutaceae com 87 indivíduos

(11,54%) e Myrtaceae com 59 indivíduos (7,82%). Cerca de 50% das famílias (14) estiveram representadas por apenas uma espécie.

A ornitocoria foi a síndrome de dispersão presente em 54 espécies (84,38%), seguida de anemocoria com 7 espécies (10,93%) e autocoria com 3 espécies (4,69%). Estas informações podem ser consultas no **Apêndice C**.

A densidade total estimada foi de 498,68 indivíduos por hectare. Os parâmetros estruturais das 10 espécies mais abundantes estão listados na **Tabela 1**. A espécie mais abundante é *Myrsine coriacea* (322), seguida de *Zanthoxylum rhoifolium* (115), *Byrsonima intermedia* (69), *Siparuna guianensis* (59) e *Xylopia aromatica* (49). Devido aos elevados valores relativos e absolutos de Frequência (FR = 15,23% e FA = 92,86%), Densidade (DeR = 37,00 e DeA = 184,5) e Dominância (DoR = 46,33 e DoA = 0,56), *Myrsine coriacea* é a espécie com os maiores Valor de Importância (VI = 98,57) e Valor de Cobertura (VI = 83,33), seguida de *Zanthoxylum rhoifolium* (VI = 36,58 e IC = 25,64) e *Xylopia aromatica* (VI = 17,74 e IC = 11,88).

Tabela 1 - Espécies arbóreo/abustiva regenerantes amostradas baixo as copas das árvores isoladas na área de recuperação do Parque Estadual de Porto Ferreira, Porto Ferreira - SP, com seus parâmetros fitossociológicos: **NI** = nº total de indivíduos; **NA** = nº de matrizes encontradas as espécies; **FR** = frequência relativa (%); **FA** = frequência absoluta; **DeR** = densidade relativa (%); **DeA** = densidade absoluta; **DoR** = dominância relativa (%); **DoA** = dominância absoluta; **IV** = valor de importância e **IC** = valor de cobertura.

				Frequência		Densidade		Dominância			
Família	Espécies	NI	NA	FR	FA	DeR	DeA	DoR	DoA	IV	IC
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	279	39	15,23	92,86	37	184,5	46,33	0,56	98,57	83,33
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	87	28	10,94	66,67	11,54	57,5	14,1	0,17	36,58	25,64
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	47	15	5,86	35,71	6,23	31,1	5,65	0,07	17,74	11,88
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	24	12	4,69	28,57	3,18	15,9	2,3	0,03	10,17	5,48
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	22	13	5,08	30,95	2,92	14,6	0,38	0	8,38	3,3
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. Aubl.	13	4	1,56	9,52	1,72	8,6	3,9	0,05	7,19	5,63
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	12	9	3,52	21,43	1,59	7,9	1,6	0,02	6,71	3,2
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	19	4	1,56	9,52	2,52	12,6	1,86	0,02	5,95	4,38
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	18	5	1,95	11,9	2,39	11,9	1,45	0,02	5,79	3,84
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	12	5	1,95	11,9	1,59	7,9	2	0,02	5,55	3,59
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	16	8	3,12	19,05	2,12	10,6	0,22	0	5,47	2,35
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	9	3	1,17	7,14	1,19	6	3,03	0,04	5,4	4,22
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	7	5	1,95	11,9	0,93	4,6	2,17	0,03	5,05	3,1
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	14	5	1,95	11,9	1,86	9,3	1,07	0,01	4,88	2,93
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	9	4	1,56	9,52	1,19	6	1,66	0,02	4,41	2,85
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	3	2	0,78	4,76	0,4	2	3,18	0,04	4,36	3,58
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	8	7	2,73	16,67	1,06	5,3	0,13	0	3,93	1,19

Tabela 2 - Continuação

	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.)										
Anacardiaceae	J.D.Mitch.	12	5	1,95	11,9	1,59	7,9	0,16	0	3,7	1,75
Polygalaceae	<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.	8	4	1,56	9,52	1,06	5,3	0,7	0,01	3,32	1,76
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	14	3	1,17	7,14	1,86	9,3	0,29	0	3,32	2,15
Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	3	3	1,17	7,14	0,4	2	1,59	0,02	3,16	1,98
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	12	3	1,17	7,14	1,59	7,9	0,26	0	3,03	1,86
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	13	2	0,78	4,76	1,72	8,6	0,25	0	2,75	1,97
Lauraceae	<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	6	4	1,56	9,52	0,8	4	0,07	0	2,43	0,87
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	4	4	1,56	9,52	0,53	2,6	0,14	0	2,23	0,67
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	5	3	1,17	7,14	0,66	3,3	0,26	0	2,1	0,93
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	4	3	1,17	7,14	0,53	2,6	0,15	0	1,85	0,68
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	7	2	0,78	4,76	0,93	4,6	0,13	0	1,84	1,06
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	3	3	1,17	7,14	0,4	2	0,27	0	1,84	0,67
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4	3	1,17	7,14	0,53	2,6	0,11	0	1,81	0,64
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	3	3	1,17	7,14	0,4	2	0,17	0	1,74	0,57
Lamiaceae	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	3	3	1,17	7,14	0,4	2	0,1	0	1,67	0,5
Myrtaceae	<i>Psidium tomentosum</i> Barb. Rodr.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,45	0,01	1,5	0,71
Fabaceae	<i>Machaerium isadelphum</i> (E.Mey.) Standl.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,43	0,01	1,48	0,69
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	3	2	0,78	4,76	0,4	2	0,24	0	1,42	0,64
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	5	1	0,39	2,38	0,66	3,3	0,33	0	1,38	0,99
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,21	0	1,25	0,47
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	1	0,39	2,38	0,27	1,3	0,57	0,01	1,22	0,83
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,63	0,01	1,15	0,76
Lauraceae	Lauraceae sp1	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,05	0	1,1	0,32
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,02	0	1,07	0,28
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,02	0	1,06	0,28
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	2	2	0,78	4,76	0,27	1,3	0,01	0	1,06	0,28
Melastomataceae	<i>Miconia affinis</i> DC.	3	1	0,39	2,38	0,4	2	0,17	0	0,96	0,57
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	3	1	0,39	2,38	0,4	2	0,09	0	0,88	0,48
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,28	0	0,8	0,41
Fabaceae	<i>Acacia plumosa</i> Lowe	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,24	0	0,76	0,37
Fabaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2	1	0,39	2,38	0,27	1,3	0,09	0	0,74	0,35
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	2	1	0,39	2,38	0,27	1,3	0,08	0	0,74	0,35
Rubiaceae	<i>Ixora gardneriana</i> Benth.	2	1	0,39	2,38	0,27	1,3	0,03	0	0,68	0,29
Myrtaceae	Myrtaceae	2	1	0,39	2,38	0,27	1,3	0,01	0	0,66	0,27
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,11	0	0,63	0,24
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,07	0	0,6	0,21
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i> DC.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,07	0	0,6	0,21
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,04	0	0,56	0,17
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14

Tabela 3 - Continuação

Lauraceae	<i>Persea</i> sp.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
	<i>Solanum granulosoleprosum</i>										
Solanaceae	Dunal.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0,01	0	0,53	0,14
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.)										
Euphorbiaceae	Müll.Arg.	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0	0	0,53	0,14
	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi)										
Lecythidaceae	Kuntze	1	1	0,39	2,38	0,13	0,7	0	0	0,52	0,13

4.2 Distribuição da abundância das espécies

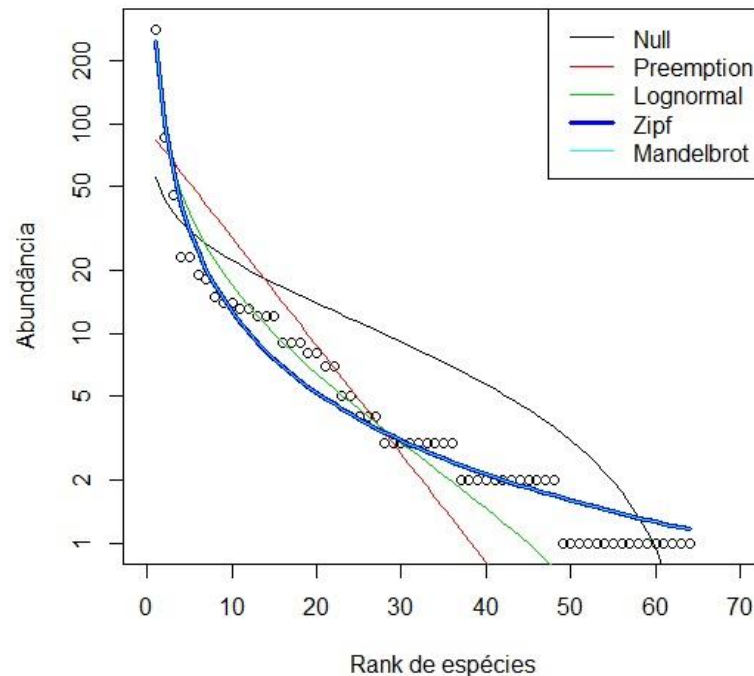
Foram utilizados três critérios (“Deviance”, “Akaike Information Criterion - AIC” e “Bayesian Information Criterion - BIC”) para escolher entre os cinco modelos testados (“Null”; “Zipf”, “Mandelbrot”, “Lognormal” e “Preemption”). Os resultados completos são apresentados abaixo:

Tabela 4 - Resultados do melhor modelo de distribuição da abundância das espécies das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$.

Modelo	Deviance	AIC	BIC
Null	668,703	877,708	877,708
Zipf	39,750	252,755	257,073*
Mandelbrot	39,750	254,755	261,232*
Lognormal	94,617	307,622	311,940
Preemption	512,337	723,343	725,502

O modelo Zipf-Mandelbrot (GRAY, 1987) foi o que se ajustou significativamente aos dados coletados (ver **tabela 2** e **figura 5**).

Figura 5 - Gráfico de abundância Whittaker. Os resultados mostram que as comunidades têm pouca equitabilidade de espécies que, por sua vez, indicam uma baixa uniformidade de espécies. A cor azul corresponde ao modelo de Zipf-Mandelbrot, no qual os dados se ajustam.



Atualmente, este modelo tem sido interpretado como refletindo o processo sucessional, na qual colonizadores tardios têm mais requerimentos específicos e, por isso, são mais raros que as primeiras espécies a chegarem (FRONTIER, 1985). Além disso, este modelo postula uma rígida sequência de colonizadores, com as mesmas espécies sempre presentes nos mesmos pontos na sucessão de habitats similares.

4.3 Grupos funcionais

Também foram utilizados três critérios (“Deviance”, “Akaike Information Criterion - AIC” e “Bayesian Information Criterion - BIC”) para escolher entre os quatro modelos testados (“Generalized Poisson Distribution - GPD”, “Negative Binomial Distribution - NBD”, “Generalized Negative Binomial Distribution - GNBD” e “Poisson Distribution - PD”) e os resultados completos são apresentados abaixo:

Tabela 5 - Resultado do melhor modelo GNM. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$.

Modelo	Riqueza			Abundância		
	Deviance	AIC	BIC	Deviance	AIC	BIC
GPD	209,6	225,6	239,5	212,9	228,9	242,8
NBD	210	226	239,9	213,7	229,7	243,6
GNBD	209,7	227,7	243,3	213	231	246,7
PD	223	237	249,2	223,9	239,9	253,8

O melhor GNM (Generalized nonlinear models) dentro do PSGNLM (Power Series Generalized Nonlinear Models) para explicar a relação entre a riqueza e abundância para ambos foi GPD (Generalized Poisson Distribution). O GPD é aplicado aos modelos resultantes em processos de contagem onde ocorre excesso de dispersão dos dados. Assim, este modelo utiliza um parâmetro que induz uma perda de homogeneidade nos processos estocásticos modelado pela distribuição. Logo, a distribuição generalizada torna um modelo útil para processos de contagem onde a ocorrência de eventos não é homogênea (CONSUL; FAMOYE, 1992; CORDEIRO *et al.*, 2009).

Nas **Tabelas 4 e 5** são apresentadas, para Riqueza (Y_1) e para Abundância (Y_2), as variáveis significantes, respectivamente.

Tabela 6 - Resultados das variáveis que influenciam o aumento da riqueza das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$.

	β	$dp(\beta)$	p - value
Intercepto	1,0665	0,569075	0,06954
X_1	0,00927	0,004122	0,03111*
X_2	-0,00288	0,005823	0,62404
X_3	0,04761	0,046256	0,31065
X_4	-0,21776	0,273179	0,43091
X_5	0,67368	0,272024	0,01840*
X_6	-0,11295	0,167670	0,50507

Tabela 7 - Resultados das variáveis que influenciam o aumento da abundância das espécies regenerantes. Em negrito, destacam-se os resultados que foram estatisticamente significativos para $p < 0,05^*$.

	β	$dp(\beta)$	p - value
Intercepto	12,353.387	0,505888	0,019964
X_1	0,0119782	291,731	0,006216*
X_2	-0,0003294	-0,05831	0,953840
X_3	0,0222588	0,53469	0,596347
X_4	-0,0196921	-0,07838	0,937984
X_5	0,6145255	313,809	0,003504*
X_6	-0,4978081	-218,632	0,065772

Para as riqueza e abundância (Y_1 e Y_2) das espécies regenerantes houve diferença nos grupos dendrométricos e funcionais. As variáveis X_1 (área da projeção da copa rente ao solo) e X_5 (perenifolia ou não perenifolia) foram as que influenciaram significadamente. Logo, dependendo com tamanho da área e o tipo caducifolio da *matriz* há maiores riqueza e abundância das espécies regenerantes.

4.4 Espécies Indicadoras

4.4.1 Atributos dendrométricos

Como a variável X_1 foi o atributo dendrométrico da *matriz* que influenciou significadamente a riqueza (**Tabela 4**) e a abundância (**Tabela 5**) das espécies regenerantes, foram realizadas duas correlações lineares, uma para Y_1 e outra Y_2 . Ambas foram significativas; consequentemente, o tamanho da área influencia a riqueza ($R^2=0,1679$ e $p=0,007$) e a abundância ($R^2=0,1779$ e $p=0,005$) das espécies regenerantes (**Figura 6 e 7**).

Figura 6 - Representação dos resultados obtidos através da Regressão Linear. O eixo y (riqueza de espécies) representa a quantidade de espécies regenerantes abaixo da área de projeção das matrizes. O eixo x (área da projeção da copa rente ao solo) representa a área total da Ai das matrizes, medidas em m^2 .

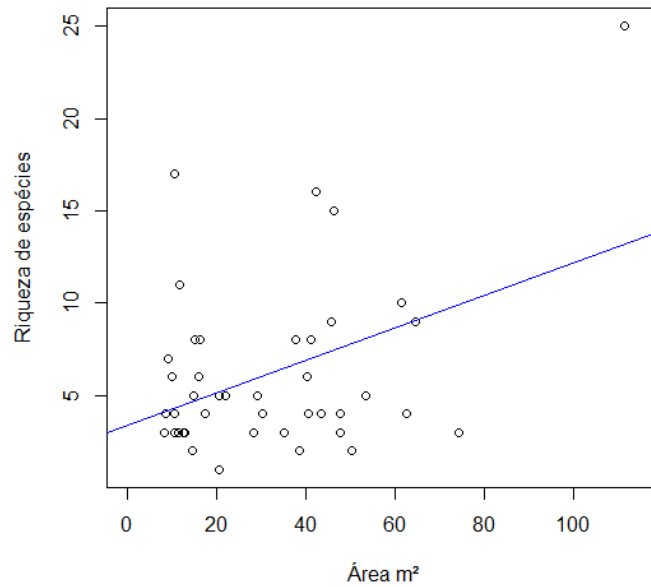
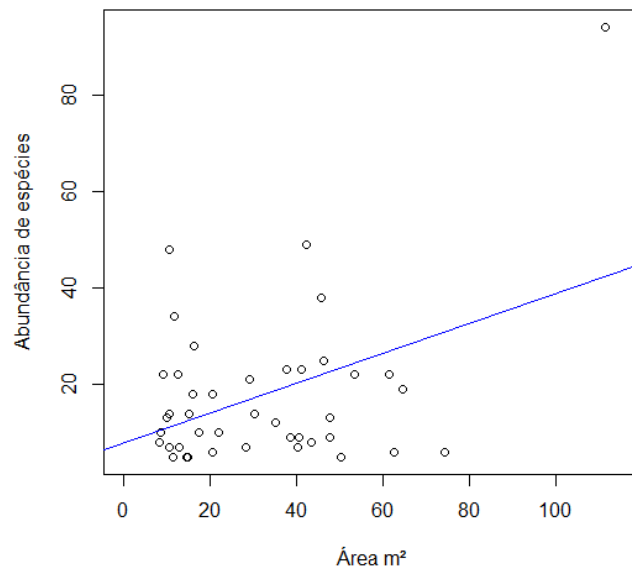


Figura 7 - Gráfico representando os resultados obtidos através da Regressão Linear. No eixo y (abundância de espécies) representa a quantidade total indivíduos por espécies regenerantes abaixo da área de projeção das matrizes. No eixo x (área da projeção da copa rente ao solo) representa a área total da Ai das matrizes, medidas em m^2 .



Os resultados e suas respectivas análises apresentados permitem afirmar que existe uma relação entre espécie-ilha e o tamanho da área. Portanto, quanto maior o tamanho da copa, maiores são riqueza e a abundância das espécies regenerantes sob a projeção da sombra da copa.

4.4.2 Atributos funcionais

Como a variável X_5 foi o atributo funcional da *matriz* que influenciou significadamente a riqueza (**Tabela 4**) e a abundância (**Tabela 5**) das espécies regenerantes, foram realizadas duas PERMANOVA utilizando permutações aleatórias (999) para verificar qual o tipo de caducifolia influencia diretamente na estrutura da comunidade regenerante.

Assim, árvores caducifólias interferem significadamente na estrutura da comunidade ($F=1,82$ e $p=0,038$, método Bray-Curtis).

Tabela 8 - Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de dissimilaridade de Bray- Curtis para a comunidade arbustiva/arbórea regenerante. Em negrito, destacam-se os resultados que não foram estatisticamente significativos para $p<0,05^*$.

	df	MS	F	R ²	p – value
groups	1	0,40972	1,8235	0,0436	0,038*
Residuals	40	0,22468	-----	0,9564	-----
Total	41	-----	-----	1,0000	-----

Entretanto, não existe variação significativa ($F= 0,23$ e $p= 0,639$, método Raup-Crik) entre a comunidade, já que o método leva em consideração a ausência e presença de espécies. Logo, a composição não sofreu alterações, mas sim, a abundância.

Tabela 9 - Resultados da PERMANOVA baseada na matriz de dissimilaridade de Raup-Crick para a comunidade arbustiva/arbórea regenerante. Em negrito, destacam-se o resultado que não foi estatisticamente significativo para $p<0,05^{**}$.

	df	MS	F	R ²	p – value
groups	1	0,013608	0,22851	0,00568	0,693**
Residuals	40	0,059554	-----	0,99432	-----
Total	41	-----	-----	10000	-----

4.4.3 Espécies indicadas

Os resultados aqui apresentados demonstram que as características dentrométricas e funcionais das matrizes facilitadoras são aquelas que possuem copas amplas e decíduas.

Figura 8 - Boxplot das cinco espécies facilitadoras que compõem as *matrizes*. Resultados das melhores espécies facilitadoras, de acordo com seus atributos funcionais. (a) Riqueza total das espécies e (b) abundância total das espécies.

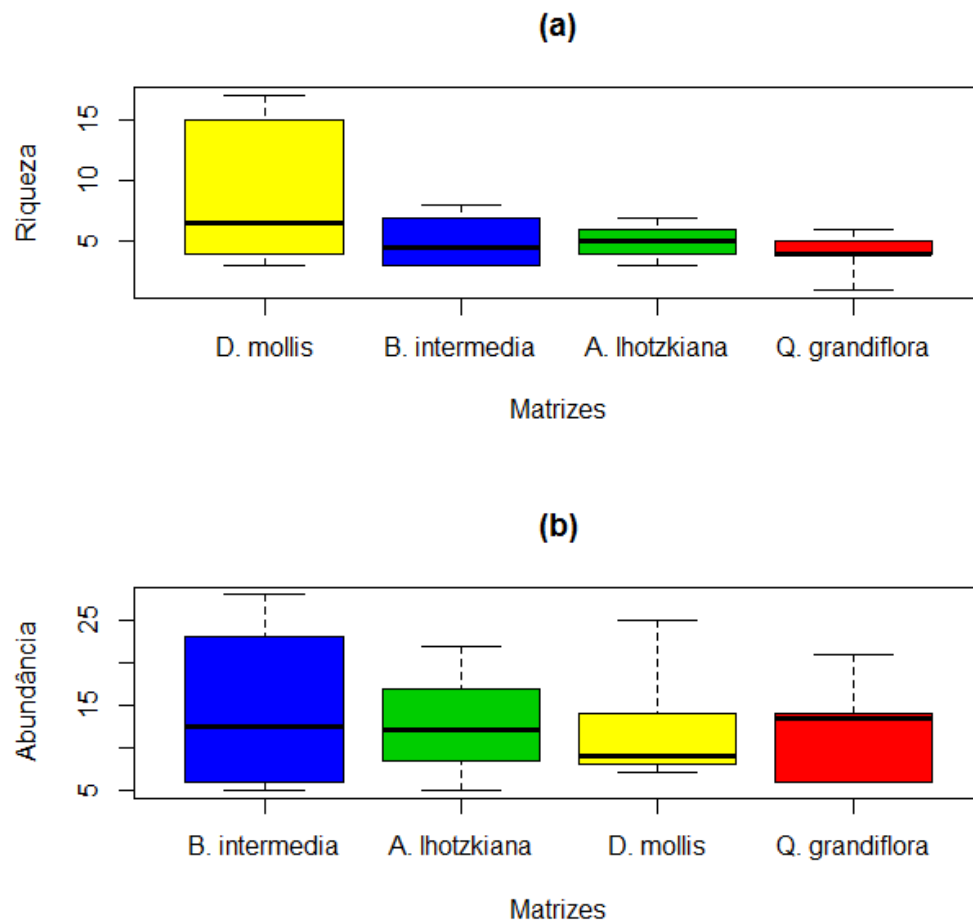
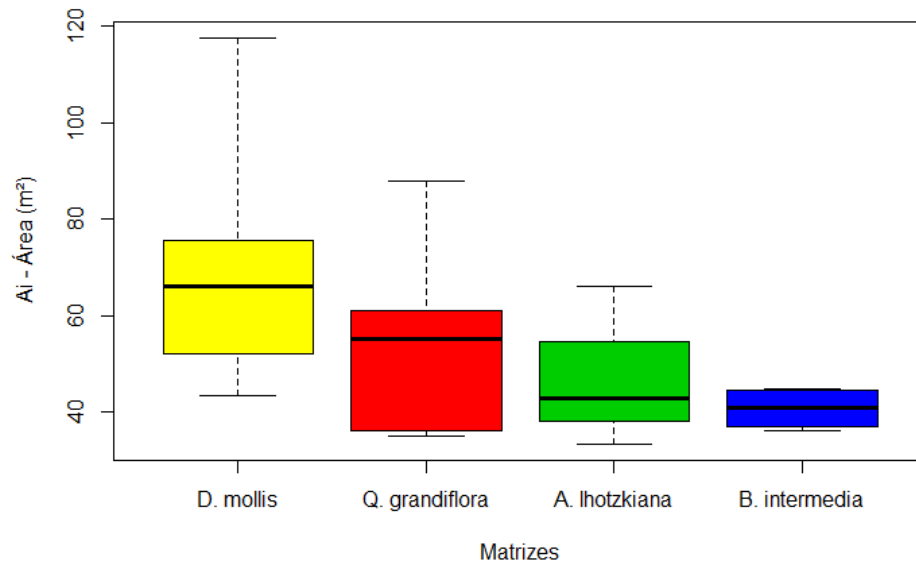


Figura 9 - Boxplot das áreas totais de Ai das cinco espécies facilitadoras que compõem as *matrizes*.



As espécies *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima intermedia* e *Aegiphila lhotzkiana* são indicadas aqui neste trabalho como as melhores facilitadoras, por serem decíduas e, por possuírem copas amplas, promovem o aumento da riqueza e abundância de regenerantes na área de recuperação ambiental do PEPF.

5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente trabalho apresentam similaridade com outros estudos realizados em Floresta Estacional Semidecidual. Leitão-Filho et al. (1998) citam as famílias Myrtaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae e Lauraceae como caracteristicamente abundantes nas florestas do interior do estado de São Paulo, conforme 19 trabalhos analisados.

As variações florísticas e estruturais observadas refletem a heterogeneidade ambiental da área analisada. Todas as espécies chamadas de matrizes ocorrem nos cerrados florestados do estado de São Paulo (DURIGAN et al., 2004; DURIGAN et al., 2012). As espécies tipicamente de ampla distribuição do Cerrado Brasileiro, na área de recuperação do PEPF, são aquelas que aparentemente conseguiram vencer com maior facilidade a competição da braquiária da antiga pastagem abandonada e facilitarem a regeneração de espécies; por sua vez, estas são generalistas ou típicas da Floresta Estacional Semidecidual do estado de São Paulo (DURIGAN et al., 2012).

Provavelmente, as *matrizes* tiveram sucesso e se estabeleceram na antiga pastagem abandonada. Elas amenizaram as condições abióticas extremas, criando um ambiente favorável abaixo de suas copas, o que facilitou a chegada de sementes e o recrutamento dos propágulos. Processos semelhantes de facilitação foram estudados em diversas vegetações do mundo (BERTNESS; CALLAWAY, 1994; TEWKSBURY; LLOYD, 2001; FLORES; JURADO 2003, GÓMEZ-APARICIO et al., 2004; DUARTE et al., 2006; AERTS et al., 2007; PETERSON et al., 2007; REISMAN-BERMAN, 2007; DIAS; SCARANO, 2007; PETERS et al., 2008; RIPER; LARSON, 2009).

Este padrão de facilitação ficou nomeado como “nurse plants”, assim conhecido como plantas responsáveis por alterar as condições ambientais severas sob suas copas, tornando essas condições propícias para o estabelecimento de outras espécies (NIERING et al., 1963). Dessa forma, as *matrizes* também podem ser entendidas como “nurse plants”, pois estas 13 espécies que compõem as *matrizes* facilitam a sobrevivência e coexistência de 65 espécies de arbóreas regenerantes sob a projeção de suas copas.

Aves e morcegos frugívoros são responsáveis pela dispersão de sementes, pois estas consomem os frutos que são dispersos, garantindo a propagação destas espécies, especialmente dos arbustos e árvores frutíferas. Estes animais podem carregar as sementes e depois eliminá-las através das fezes ou da regurgitação. As *matrizes* serviram de poleiros naturais formando verdadeiros núcleos de vegetação natural, já que a síndrome de dispersão

zoocórica de todas as espécies regenerantes chega a 84,37%. É notável o papel das aves e morcegos na regeneração natural no PEPF, sendo elas responsáveis pelo sucesso da chegada e enriquecimento do banco de sementes. Além disso, a espécie mais abundante na área é muito apreciada por diversas espécies de aves (JESUS; MONTEIRO-FILHO, 2007) e quando passado no trato digestório tem um significativo aumento na taxa de germinação (PINESCHI, 1990). Prontamente as aves e morcegos contribuem para a diversidade vegetal, principalmente nas florestas tropicais.

A princípio, *matrizes* de dispersão zoocórica poderiam apresentar maiores riqueza e abundância abaixo de suas copas, devido a procura de um local para descanso e forrageamento para as aves e morcegos, consequentemente a maior seria chegada de outros propágulos para o enriquecimento do banco de sementes. Entretanto, os resultados para a riqueza (**Tabela 4**) e abundância (**Tabela 5**) não foram significativos.

As *matrizes* que possuem caducifolia são aquelas que facilitam a coexistência de outras espécies, contribuindo para o aumento da riqueza e abundância da área (**Tabelas 4 e 5**). Não basta a semente chegar ao local, o ambiente tem que estar favorável para o recrutamento. Provavelmente, a caducifolia presente em um período do ano contribui para a heterogeneidade espacial do hábitat reduzindo a ação de competidores, predadores e estresse ambiental. Logo, a distribuição e a estrutura da comunidade regenerante são moldadas por estes mecanismos facilitadores que variam no tempo.

Estudos em formações florestais mostraram que árvores emergentes modificam o ambiente causando diferentes respostas biológicas dos vegetais abaixo de suas copas, selecionando as espécies que desenvolverão sob sua projeção (GANDOLFI, 2003; GANDOLFI et al., 2007). Possivelmente, os filtros ecológicos que formam abaixo das copas das *matrizes* decíduas influenciam a estruturação e composição da comunidade regenerante que está em sucessão, devido às interações positivas mais atuantes. Teoricamente, a caducifolia produz mais serrapilheira, causando maior acúmulo de matéria orgânica e maior umidade no solo. Aliado a isso, a diferente luminosidade ao longo do ano ora favorece a germinação de sementes fotoblásticas positivas em um período enquanto as negativas, em outro. Assim, esta condição ambiental facilitaria o estabelecimento e desenvolvimento de diferentes espécies de plântulas, na qual possibilitaria o recrutamento para estágios de desenvolvimento mais avançados.

A ocorrência de espécies restritas a estes ambientes pode contribuir para o aumento da diversidade de espécies no local já que as mesmas necessitam de requerimentos específicos e, por isso, são mais raras que as primeiras espécies a chegarem. Possivelmente, isso pode ser

explicado pelo modelo de distribuição de abundância Zipf-Mantel na qual os dados coletados se ajustaram (**Figura 5**).

As matrizes de *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima intermedia* e *Aegiphila lhotzkiana* são as que mais contribuíram para o aumento da diversidade no local (**Figuras 8 e 9**). Estas espécies podem ser chamadas de “framework species” dentro do processo de facilitação. Este conceito é baseado nos atributos potenciais que promovem rapidamente a estruturação do ecossistema e desencadeiam processos ecológicos que ajudaram alavancar a restauração de áreas degradadas (GOOSEM; TUCKER, 1995; ELLIOTT et al., 2003; PAKKAD *et al.*, 2003). Desta forma, estas espécies com copas amplas e decíduas geram mecanismos facilitadores que conduzem a regeneração natural da vegetação, aumentando naturalmente a riqueza e a abundância das espécies regenerantes.

6 CONCLUSÃO

Árvores isoladas são focos de regeneração da flora arbustivo-arbórea em áreas abertas no PEPF, formando verdadeiros núcleos de vegetação, neste trabalho chamados de “Ilhas de Facilitação”. Embora as espécies de árvores difiram na capacidade de modificar o ambiente, todas as *matrizes* aqui analisadas contribuem para o aumento diversidade da flora em uma área degradada.

Espécies decíduas com maior tamanho de copa contribuem para a maior diversidade das plantas que crescem sob sua projeção. As espécies *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima intermedia* e *Aegiphila lhotzkiana* tem o comportamento de “nurse plants”, pois elas são plantas responsáveis por alterar as condições ambientais severas sob suas copas, tornando essas condições propícias para o estabelecimento de outras espécies.

Os resultados encontrados aqui neste trabalho mostram que estas espécies indicadas como facilitadoras aumentam a riqueza e abundância da vegetação regenerante que cresce sob suas copas quando comparada às outras espécies que também estão isoladas na area de recuperação do PEPF.

Portanto, as espécies *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima intermedia* e *Aegiphila lhotzkiana* aumentam o sucesso da regeneração natural. Dessa forma, elas podem ser entendidas como “framework species”, sendo usadas para as estratégias de conservação, manejo sustentável e recuperação ambiental das áreas degradadas do PEPF.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R. et al. Restoration of Dry Afromontane Forest Using Pioneer Shrubs as Nurse-Plants for *Olea europaea* ssp. Cuspidate. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 1, p. 129-138, 2007.
- ALMEIDA-NETO, M. et al. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broadscale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, p. 503-513, 2008.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46, 2001.
- ANDERSON, M. J. **PERMANOVA: a Fortran Computer Program for Permutational Multivariate Analysis of Variance**. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand, 2005. 24 p.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- ARMAS, C.; PUGNAIRE, F. I. Plant interactions govern population dynamics in a semiarid plant community. **J. Ecol.**, v. 93, p. 978-989, 2005.
- BERTNESS M. D.; SHUMWAY, S.W. Competition and facilitation in marsh plants. **American Naturalist**, v. 142, p. 718-724, 1993.
- BERTNESS M. D; YEH, S. M. Cooperative and competitive interactions in the recruitment of marsh elders. **Ecology**, v. 75, p. 2416-2429, 1994.
- BERTNESS, M.; CALLAWAY, R. M. Positive interactions in communities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 9, p. 191-193, 1994.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W. A. **Plantas e Morcegos na recuperação de Áreas Degradadas e na Paisagem Urbana**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 360 p.
- BRUNO, J. F.; STACHOWICZ, J. J.; BERTNESS M. D. Inclusion of facilitation into ecological theory. **Trends Ecol. Evol.**, v. 18, p. 119-125, 2003.
- BUTTERFIELD, B. J. Effects of facilitation on community stability and dynamics: synthesis and future directions. **J. Ecol.**, v. 97, p. 1192-1201, 2009.
- BUTTERFIELD, B. J.; BRIGGS, J. M. Regeneration niche differentiates functional strategies of desert woody plant species. **Oecologia**, v. 165, p. 477-487, 2011.
- BUTTERFIELD, B. J.; CALLAWAY, R. M. A functional comparative approach to facilitation and its context dependence. **Functional Ecology**, v. 27, p. 907-917, 2013.
- CALLAWAY, R. M. Facilitative and interfering effects of *Arthrocnemum subterminale* on winter annuals. **Ecology**, v. 75, p. 681-686, 1994.
- CALLAWAY, R. M. Positive interactions among plants. **Bot. Rev.**, v. 61, p. 306-349, 1995.
- CALLAWAY, R. M.; WALKER, L. R. Competition and Facilitation: A synthetic approach to Interactions in Plant Communities. **Ecology**. **Ecological Society of America**, v. 78, n. 7, 1958-1965, 1997.

- CAVIERES, L. A.; BADANO, E. I. Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? *J. Ecol.*, v. 97, p. 1181–1191, 2009.
- CHOLER, P.; MICHALET, R.; CALLAWAY, R. M. Competition and facilitation on gradients in alpine communities. *Ecology*, v. 82, p. 3295–3308, 2001.
- CONSUL, P. C.; FAMOYE, F. Generalized Poisson regression model. *Communications in Statistics. Theory and Methods*, v. 21, p. 89-109, 1992.
- CORDEIRO, G. M.; ANDRADE, M. G.; CASTRO, M. Power series generalized nonlinear models. *Computational Statistics and Data Analysis*, v. 53, p. 1155-1166, 2009.
- DIAS, A. T. C., *et al.* Canopy composition influencing plant patch dynamics in a Brazilian sandy coastal plain. *Journal of Tropical Ecology*, v. 21, p. 343-347, 2005
- DIAS, A. T. C.; SCARANO, F. R. *Clusia* as nurse plant. In: ***Clusia: a woody Neotropical genus of remarkable plasticity and diversity***. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2007.
- DUARTE, *et al.* Role of nurse plants on Araucaria forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology*, v. 31, p. 520-528, 2006.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. ***Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada***. São Paulo: Páginas & Letras, 2004, 475 p.
- DURIGAN, G.; RAMOS, V. S.; IVANAUSKAS, N. M.; FRANCO, G. A. D. C. ***Espécies indicadoras de fitofisionomias na transição Cerrado-Mata Atlântica no Estado de São Paulo***. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente - SMA, 2012. 145 p.
- ELLIOTT, S. *et al.* Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. *Forest Ecology and Management*, v. 184, p. 177-191, 2003.
- ERNST, M. O.; BANKS, M. S. Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. *Nature*, v. 415, p. 426-429, 2002.
- FLORES, J.; JURADO, E. Are nurse–protege interactions more common among plants from arid environments? *Journal of Vegetation Science*, v. 14, p. 911-916, 2003.
- FRONTIER, S. Diversity and structure in aquatic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*, v. 23, p. 253-312, 1985.
- GANDOLFI, S. Regimes de luz em Florestas Estacionais Semidecíduais e suas possíveis consequências. In: ***Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação***. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003. p. 305-311.
- GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola*, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.
- GÓMEZ-APARICIO, L. The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *J. Ecol.*, v. 97, p. 1202-1214, 2009.
- GOOSEM, S. P.; TUCKER, N. I. J. ***Repairing the rainforest-theory and practice of rainforest re-establishment in North Queensland's wet tropics***. Cairns: Wet Tropic Management Authority, 1995. 71 p.

- GRAY, J. S. *Species-abundance patterns. In: Organization of communities: past and present*. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1987. p. 53-67.
- HE et al. Global shifts towards positive species interactions with increasing environmental stress. *Ecology Letters*, v. 16, p. 695-706, 2013.
- HOLMGREN, M.; SCHEFFER, M. Strong facilitation in mild environments: the stress gradient hypothesis revisited. *J. Ecol.*, v. 98, p. 1269-1275, 2010.
- HOWARD, T. G.; GOLDBERG, D. E. Competitive response hierarchies for germination, growth, and survival and their influence on abundance. *Ecology*, v. 82, p. 979-990, 2001.
- JESUS, S; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Frugivoria por aves em *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae). *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 15, n. 4, p. 585-591, dez. 2007.
- KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K. *Áreas do domínio de cerrado no estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998. 84 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F *et al.* Vegetação Florestal Remanescente: Inventários, caracterização, manejo e recuperação nas bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. In: *Qualidade ambiental e desenvolvimento regional nas bacias do Rio Piracicaba e Capivari*. Campinas: NEPAM, 1998.
- LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 1 de dezembro de 2014.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 1. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368 p.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 368 p.
- LORENZI, H. *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 391 p.
- MAPEIA SÃO PAULO. *Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - EMPLASA*. Disponível em: <www.mapeiasp.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 de dezembro de 2014.
- MICHALET, R. Is facilitation in arid environments the result of direct or complex interactions? *New Phytol.*, v. 169, p. 1-2, 2006.
- MUELLER-DAMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: J. Wiley, 1974. ed 1.
- MULDER, C.; ULIASSI, D.; OAK, D. Physical stress and diversity-productivity relationships: the role of positive interactions. *Proc. Natl Acad. Sci.*, v. 98, p. 6704-6708. 2001.
- NIERING, W. A.; WHITTAKER, R. H.; LOWE, C. H. The saguaro: a population in relation to environment. *Science*, v. 142, p. 15-23, 1963.
- PAKKAD, G.; TORRE, F.; ELLIOTT, S.; BLAKESLEY, D. Selecting seed trees for a forest restoration program: A case study using *Spondias axillaries* Roxb. (Anacardiaceae). *Forest Ecology Management*, v. 99, p. 363-70, 2003.
- PERES, M. K. *Frutos e sementes do Cerrado atrativos para a Fauna*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 360 p.

- PETERS, E. M.; MARTORELL, C.; EZCURRA, E. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments*, v. 72, p. 593-601, 2008.
- PETERSON, D. W.; REICH, P. B.; WRAGE, K. J. Plant functional group responses to fire frequency and tree canopy cover gradients in oak savanas and woodlands. *J. Veg. Sci.*, v. 18, p. 3-12, 2007.
- PINESCHI, R. B. Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço do Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Ararajuba*, v. 1, p. 73-78, 1990.
- PUGNAIRE, F. I. *Positive plant interactions and community dynamics*. CRC Press/Taylor & Francis. 2010. 176 p.
- PUGNAIRE, F. I.; HAASE, P.; PUIGDEFÁBREGAS, J. Facilitation between higher plant species in a semiarid environment. *Ecology*, v. 77, n. 5, p. 1420-1426, 1996.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Versão 3.1.2. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 1 de dezembro de 2014.
- RAMALHO, P. E. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.
- RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. *Árvores da Floresta Estacional Semidecidual*. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2008. 320 p.
- REISMAN-BERMAN, O. Age-related change in canopy traits shift conspecific facilitation to interference in a semi-arid shrubland. *Ecography*, v. 30, p. 459-470, 2007.
- RIPER, L. C. V.; LARSON, D. L. Role of invasive *Melilotus officinalis* in two native plant communities. *Plant Ecol*, v. 200, p. 129-139, 2009.
- SHEPHERD, G. J. **FITOPAC 2.1**. Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2010.
- SILVA JÚNIOR, M. C. **100 Árvores do Cerrado Sentido Restrito - Guia De Campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 360 p.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; Pereira, B.A. S. + **100 árvores do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2009. 288 p.
- STASINOPOULOS, D. M.; RIGBY, R. A. Generalized Additive models for location, scale and shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software*, v. 23, p. 1-46, 2007.
- TABANEZ, M. F. Plano de manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira. **Instituto Florestal de São Paulo - IF**. São Paulo, SP, 2003. CD-ROM.
- TEWKSbury, J. J.; LLOYD, J. D. Positive interactions under nurse-plants: spatial scale, stress gradients and benefactor size. *Oecologia*, v. 127, p. 425-434, 2001.
- VALIENTE-BANUET, A.; VERDU, M. Facilitation can increase the phylogenetic diversity of plant communities. *Ecology Letters*, v. 10, p. 1029-1036, 2007.
- VALIENTE-BANUET, A.; VERDU, M. Temporal shifts from facilitation to competition occur between closely related taxa. *Journal of Ecology*, v. 96, p. 489-494, 2008.

WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*. v. 30, p. 279-338, 1960.

WILSON, J. B.; AGNEW, A. D. Q. Positive-feedback switches in plant communities *Advances In Ecological Research*, v. 23, n. 3, p. 263-336, 1992.

APÊNDICE A - Dados coletados para caracterização das ilhas de vegetação, demonstrada no “teste de Wilcoxon pareado”, com seus descritores: **NM** = nº da matriz; **M** = espécie da matriz; **R** = riqueza de espécies; **A** = abundância de indivíduos; **ri** = raio de influência; **Ai** = área de influência; **re** = raio do entorno e **Ae** = área do entorno.

NM	M	R	A	ri	Ai	re	Ae
1	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	4	14	3,1	30,1754	4,65	37,71925
2	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	4	6	4,46	62,459624	6,69	78,07453
3	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton &	3	8	3	28,26	4,5	35,325
4	Rose	4	13	3,9	47,7594	5,85	59,69925
5	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	5	21	3,05	29,20985	4,575	36,51231
6	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	1	6	2,56	20,578304	3,84	25,72288
7	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	5	10	2,64	21,884544	3,96	27,35568
8	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	3	9	3,9	47,7594	5,85	59,69925
9	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	8	23	3,46	37,590824	5,19	46,98853
10	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	4	14	1,84	10,630784	2,76	13,28848
11	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	8	8	2,2	15,1976	3,3	18,997
12	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	15	25	3,84	46,301184	5,76	57,87648
13	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	4	8	3,72	43,452576	5,58	54,31572
14	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	6	13	1,78	9,948776	2,67	12,43597
15	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.	3	8	1,63	8,342666	2,445	10,42833
16	& Schult. <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.	3	7	2,02	12,812456	3,03	16,01557
17	& Schult. <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.	3	7	1,84	10,630784	2,76	13,28848
18	& Schult. <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.	3	22	2	12,56	3	15,7
19	& Schult. <i>Machaerium isadelphum</i> (E.Mey.)	7	22	1,7	9,0746	2,55	11,34325
20	Standl.	3	5	1,91	11,455034	2,865	14,31879
21	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	3	12	3,35	35,23865	5,025	44,04831
22	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	5	22	4,13	53,558666	6,195	66,94833
23	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	10	22	4,42	61,344296	6,63	76,68037
24	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	4	10	1,64	8,445344	2,46	10,55668
25	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	5	18	2,55	20,41785	3,825	25,52231
26	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	9	3,5	38,465	5,25	48,08125
27	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	8	28	2,28	16,322976	3,42	20,40372
28	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	16	49	3,67	42,292346	5,505	52,86543
29	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	11	34	1,92	11,575296	2,88	14,46912
30	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	9	19	4,54	64,720424	6,81	80,90053

Apêndice A - Continuação

31	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	6	7	3,58	40,243496	5,37	50,30437
32	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	9	3,6	40,6944	5,4	50,868
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.						
33	& Schult.	4	10	2,35	17,34065	3,525	21,67581
34	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	3	6	4,87	74,471066	7,305	93,08883
35	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	8	23	3,62	41,147816	5,43	51,43477
36	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	9	38	3,82	45,820136	5,73	57,27517
37	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. Aubl.	17	48	1,82	10,400936	2,73	13,00117
38	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2	5	4	50,24	6	62,8
39	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	25	94	5,96	111,537824	8,94	139,4223
40	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	6	18	2,25	15,89625	3,375	19,87031
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.						
41	& Schult.	2	5	2,15	14,51465	3,225	18,14331
42	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	5	5	2,18	14,922536	3,27	18,65317

APÊNDICE B - Dados dentrométricos de cada *matriz* que foi utilizada no GNM. As siglas são: **NM** = n° da *matriz*; **C** = tipo da arquitetura da copa (Esfera, Semiesfera e Cônica); **FC** = fórmula matemática do cálculo da área; **A** = altura total de cada *matriz*; **AF** = altura do fuste de cada *matriz*; **AC** altura da copa de cada *matriz*; **Ai** = área de influência; **G** = número de galhos à altura de 1,3 metros e **VC** = volume total da copa de cada *matriz*.

NM	C	FC	A	AF	AC	Ai	G	VC
1	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	5,5	0,5	5	30,1754	7	38,9546
2	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	7,5	1,3	6,2	62,45962	6	56,04436
3	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	3	1,65	1,35	28,26	2	49,0074
4	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	6,5	1,07	5,43	47,7594	4	38,3263
5	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	2,17	1,9	0,27	29,20985	2	33,17424
6	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	5,4	0,4	5	20,5783	6	49,0074
7	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	5,8	1,57	4,23	21,88454	1	46,74552
8	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	4,8	1,13	3,67	47,7594	4	24,00106
9	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	7,4	1,61	5,79	37,59082	2	51,89758
10	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/3$	5,8	1,58	4,22	10,63078	1	20,60824
11	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/4$	4,2	0,88	3,32	15,1976	6	22,87012
12	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/5$	7,9	1,2	6,7	46,30118	2	50,264
13	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	5,5	2,1	3,4	43,45258	1	37,698
14	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	4,8	1,92	2,88	9,948776	1	32,16896
15	Cônica	$v=1/3r^2h$	6,9	1,75	5,15	8,342666	1	43,47836
16	Cônica	$v=1/3r^2h$	11,7	3,65	8,05	12,81246	1	23,12144
17	Cônica	$v=1/3r^2h$	9,5	5,5	4	10,63078	1	27,6452
18	Cônica	$v=1/3r^2h$	6,8	2,51	4,29	12,56	1	48,25344
19	Cônica	$v=1/3r^2h$	12,4	4	8,4	9,0746	1	22,36748
20	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	7,2	1,27	5,93	11,45503	1	42,0961
21	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	4,7	0,17	4,53	35,23865	13	55,54172
22	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	8,8	1,42	7,38	53,55867	1	28,65048
23	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	10,3	1,25	9,05	61,3443	6	46,11722
24	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	5,1	1,73	3,37	8,445344	3	24,12672
25	Cônica	$v=1/3r^2h$	4,2	1,07	3,13	20,41785	3	57,04964
26	Cônica	$v=1/3r^2h$	5	1,5	3,5	38,465	2	44,98628
27	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	6,8	1,41	5,39	16,32298	2	45,48892
28	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/3$	7,4	1,57	5,83	42,29235	4	48,00212
29	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/4$	6,8	1,1	5,7	11,5753	1	74,89336
30	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/5$	7,7	1,61	6,09	64,72042	1	28,2735
31	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/6$	8,8	1,23	7,57	40,2435	4	27,39388
32	Cônica	$v=1/3r^2h$	6,5	1,6	4,9	40,6944	1	5,596333
33	Cônica	$v=1/3r^2h$	8,9	1,27	7,63	17,34065	1	10,84067
34	Cônica	$v=1/3r^2h$	7,5	1,97	5,53	74,47107	1	4,906667
35	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	11,2	2,07	9,13	41,14782	1	5,72
36	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	6,3	1,53	4,77	45,82014	1	9,52
37	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	9,8	5	4,8	10,40094	1	5,321
38	Esfera	$v=4/3\pi r^3$	6,9	0,27	6,63	50,24	2	8,166667

Apêndice B - Continuação

39	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	7	0,42	6,58	111,5378	5	11,76
40	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	6,8	0,12	6,68	15,89625	8	11,95367
41	Cônica	$v=1/3r^2h$	4,3	0,74	3,56	14,51465	1	17,95407
42	Semiesfera	$v=(4/3\pi r^3)/2$	3,8	1,77	2,03	14,92254	4	5,102667

APÊNDICE C - Dados dentrométricos de cada *matriz* que foi utilizada no GNM. As siglas são: **NM** = nº da *matriz*; **M** = espécie da *matriz*; **DIS** = tipo de dispersão de sementes (nzoo – não zoocórica e zoo - zoocórica); **CDF** = tipo de queda das folhas (nprn – não perenefolia e prn - perenefolia) e **IND** = espécies indicadoras de fitossionomia, adaptado pela literatura de DURIGAN *et al.*, 2012 (cerr – cerrado, flr – floresta e ger - generalista).

NM	M	DIS	CDF	IND
1	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	nprn	cer
2	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	nprn	cer
3	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
4	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	nzoo	nprn	cer
5	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	zoo	prn	flr
6	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	zoo	nprn	cer
7	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	nprn	cer
8	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	prn	ger
9	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
10	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	zoo	prn	ger
11	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	zoo	nprn	cer
12	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
13	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	zoo	prn	flr
14	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	zoo	nprn	cer
15	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	zoo	prn	ger
16	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	prn	ger
17	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	nprn	cer
18	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	prn	ger
19	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	prn	ger
20	<i>Machaerium isadelphum</i> (E.Mey.) Standl.	nzoo	prn	flr
21	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	zoo	nprn	cer
22	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	zoo	prn	flr
23	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
24	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	nprn	cer
25	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	zoo	prn	ger
26	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	zoo	prn	ger
27	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
28	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
29	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
30	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
31	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
32	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	zoo	prn	ger
33	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	prn	ger

Apêndice C - Continuação

34	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	zoo	prn	ger
35	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
36	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	zoo	nprn	flr
37	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. Aubl.	zoo	prn	flr
38	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	nzoo	nprn	cer
39	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	nzoo	nprn	cer
40	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	zoo	nprn	cer
41	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	zoo	nprn	ger
42	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	zoo	nprn	cer

João Paulo Mariano Godinho

Aluno

Prof. Dr. Reinaldo Monteiro

Orientador

Rio Claro, 24 de Março de 2015.