

MICHEL ANDERSON ALMEIDA COLMANETTI

# **Estrutura da vegetação e características edáficas de um reflorestamento com espécies nativas**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

São Paulo

2013

MICHEL ANDERSON ALMEIDA COLMANETTI

# **Estrutura da vegetação e características edáficas de um reflorestamento com espécies nativas**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADOR: DR. LUIZ MAURO BARBOSA

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Colmanetti, Michel Anderson Almeida

C716e Estrutura da vegetação e características edáficas de um reflorestamento com espécies nativas / Michel Anderson Almeida Colmanetti -- São Paulo, 2013.  
165 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2013.  
Bibliografia.

1. Reflorestamento. 2. Restauração ecológica. 3. Solo. I. Título

CDU: 634.0.23

**Dedico**  
**A minha mãe, pai e irmãos**

## AGRADECIMENTOS

À Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente e ao Instituto de Botânica de São Paulo.

Ao Dr. Luiz Mauro Barbosa, pela amizade e pela orientação.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

À International Paper, pelo apoio logístico e financeiro, e pela concessão da área para estudo, em especial aos funcionários Miguel Magela e João Machado.

Ao professor Hilton Thadeu Zarate do Couto, pela amizade, dedicação e por todo apoio na parte estatística do trabalho,

Ao professor José Carlos Casagrande, pela amizade, dedicação e por todo apoio nas questões edáficas do trabalho.

Aos professores Eduardo Martins Catharino e Eduardo Pereira Gomes, pela amizade e pelas sugestões no exame de qualificação, que contribuíram significativamente para a melhoria do trabalho.

Agradeço por toda ajuda de campo e pela grande amizade formada, à Regina Tomoko Shiarsuna; inclusive pelo apoio na identificação das espécies, e ao Paulo Roberto Ortiz.

Aos funcionários do IBt, pela amizade e pelo apoio de campo: Carlos Agena; Renata Ruiz; Roberta Tubini e Ana Luiza.

Aos demais membros do CERAD e do IBt: Fulvio, Cilmar, Tiago, Cibele, Flávia Falante, Ada, Everaldo, Isadora, Paulini, Nelson, Valéria, Wagner e Simone, pela amizade.

Aos funcionários da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu - Campinhinha, pelo apoio e pela amizade: Samuel Barnuevo, Moacir Pinto de Godoy e Adão Barbosa; Dorvalino Pinto de Godoy.

Aos motoristas do IBt, pelo apoio e pelo companheirismo: Miguel; Renato; Luiz e Mazinho.

Ao Ricardo Francisco Afonso, pela grande amizade, pelo companheirismo e pelo futebol.

Ao José Marcos Barbosa, Oswaldo Figueiredo, Marco Antônio, Paulo Lodgero e Carlos Alberto, pela amizade.

Ao pessoal do alojamento: Guilherme, Levi, Pedro, Luanda, Juliana, Ana Lívia, Majoi, Daiane, Patrícia, Aluísio, Stéfano, Gustavo, a todos os outros moradores e às várias outras pessoas que por lá passaram, pela amizade.

Agradeço, em especial, à Elenice Eliana Teixeira, pela revisão do texto e pela grande amizade, companheirismo, dedicação e competência com a qual realiza seu trabalho.

Agradeço principalmente aos meus pais, por todo apoio e incentivo que me têm dado ao longo dos anos.

Aos meus irmãos, Alex e João Paulo, pela força e pela incomparável amizade e à Joyce, por estar ao meu lado.

Agradeço a Deus, pela possibilidade concedida.

## Sumário

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
Resumo: .....	1
Abstract: .....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
Restauração Ecológica: bases teóricas .....	3
Bases ecológicas aplicadas à restauração .....	4
Contexto brasileiro na área de restauração ecológica .....	7
Caracterização da Floresta Estacional Semidecídua .....	9
Índices de diversidade .....	11
Relação entre solo e vegetação.....	12
O solo em áreas degradadas .....	14
Monitoramento e indicadores de áreas restauradas .....	15
HIPÓTESES.....	18
OBJETIVOS GERAIS .....	19
Objetivos específicos.....	19
MATERIAL E MÉTODOS GERAL.....	20
Caracterização e histórico de uso da área de estudo .....	20
Implantação da RPPN .....	21
Delineamento amostral.....	22
LITERATURA CITADA .....	24
CAPÍTULO I: FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO ARBÓREO.....	36
Resumo:.....	36
Abstract: .....	37
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
Fitossociologia e caracterização florística .....	39
Análise dos dados .....	39
3. RESULTADOS .....	42
Composição florística .....	42
Grupos sucessionais.....	47
Síndromes de dispersão .....	48
Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos .....	48
4. DISCUSSÃO.....	54

Composição florística .....	54
Grupos sucessionais .....	58
Síndromes de dispersão .....	59
Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos .....	61
Altura e área basal .....	61
Índice de valor de cobertura e índice de valor de importância .....	64
Riqueza, diversidade e equitatividade. ....	65
5. CONCLUSÕES.....	68
6. LITERATURA CITADA.....	69
<b>CAPÍTULO II: FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO REGENERANTE.....</b>	<b>75</b>
Resumo:.....	75
Abstract: .....	76
1. INTRODUÇÃO.....	77
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	78
Fitossociologia e caracterização florística .....	78
Análise dos dados .....	78
3. RESULTADOS .....	81
Composição florística .....	81
Grupos sucessionais .....	85
Síndromes de dispersão .....	86
Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos .....	86
4. DISCUSSÃO.....	91
Composição florística .....	91
Grupos sucessionais.....	93
Síndromes de dispersão .....	94
Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos .....	95
Altura .....	95
Índice de valor de cobertura e índice de valor de importância .....	96
Densidade, riqueza, diversidade e equitatividade.....	99
5. CONCLUSÕES.....	103
6. LITERATURA CITADA.....	104
<b>CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS EDÁFICOS NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E REGENERANTE.....</b>	<b>109</b>
Resumo:.....	109
Abstract: .....	110

1. INTRODUÇÃO.....	111
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	113
Método de amostragem e análise do solo .....	113
Fitossociologia dos estratos arbóreo e regenerante .....	114
Análise estatística .....	115
3. RESULTADOS .....	116
Variáveis químicas e físicas e ordenação das parcelas .....	116
Estrato arbóreo.....	117
Estrato regenerante .....	119
4. DISCUSSÃO.....	121
Variáveis químicas e físicas.....	121
Latossolo e Argissolo .....	122
Influência das variáveis químicas e físicas na vegetação arbórea e regenerante.....	123
5. CONCLUSÕES.....	126
6. LITERATURA CITADA.....	127
CONCLUSÕES GERAIS .....	132
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133
ANEXOS .....	134

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Espécies arbóreas com CAP  $\geq 15$  cm, amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. \*Não constam na lista de plantio; \*\*Espécies exóticas; 1- Lista de espécies do Instituto de Botânica de São Paulo; 2 – Catharino (Comunicação pessoal); N.Pioneira – Não Pioneira; Anem.– Anemocórica; Aut.-Autocórica; Zooc.-Zoocórica; N.C-Não classificada; Regen.- Regenerante.....42
- Tabela 2:** Espécies e indivíduos arbóreos com CAP  $\geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com os grupos sucessionais. N. Pioneira – Não Pioneira; N.C-Não classificada. ....47
- Tabela 3:** Espécies e indivíduos arbóreos com CAP  $\geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com a síndrome de dispersão. Anemo.-Anemocóricas; Zoo.-Zoocóricas; Auto.-Autocóricas. N.C-Não classificadas. ....48
- Tabela 4:** Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato arbóreo (CAP  $\geq 15$  cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. F.R - Frequência Relativa; Do.R - Dominância Relativa; A.R - Abundância Relativa; IVC - Índice de Valor de Cobertura; IVI - Índice de Valor de Importância; \*\*Espécies exóticas.....51
- Tabela 5:** Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ), altura média (m) e densidade ( $Ind. ha^{-1}$ ) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Reflorestamento da RPPN – Parque São Marcelo; \*\*Capoeira (Regeneração Natural). ....63
- Tabela 6:** Riqueza (Número de espécies), Diversidade (Shannon) e Equitatividade (Pielou) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Reflorestamento da RPPN – Parque São Marcelo; \*\*Capoeira (Regeneração Natural). ..66
- Tabela 7:** Espécies do estrato regenerante (CAP  $< 15$  cm e Altura  $\geq 30$  cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. \*Não consta na Lista de Plantio; \*\*Espécies exóticas; 1- Lista de espécies do Instituto de Botânica de São Paulo; 2 – Catharino (Comunicação pessoal); N.Pioneira- Não Pioneira; Anem.– Anemocórica; Aut.-Autocórica; Zooc.-Zoocórica; Regen.-Regenerante. ....81
- Tabela 8:** Espécies e indivíduos do estrato regenerante (CAP  $< 15$  cm e Altura  $\geq 30$  cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com os grupos sucessionais. N.C-Não classificadas.....86
- Tabela 9:** Espécies e indivíduos do estrato regenerante (CAP  $< 15$  cm e Altura  $\geq 30$  cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com a síndrome de dispersão. Auto.-Autocóricas, Zoo.-Zoocóricas; Anemo.-Anemocóricas; N.C-Não classificadas.....86

- Tabela 10:** Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato regenerante (CAP < 15 cm e Altura ≥ 30 cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. F.R- Frequência Relativa; Do.R- Dominância Relativa; A.R- Abundância Relativa; IVC-Índice de Valor de Cobertura; IVI- Índice de Valor de Importância; \*\*Espécies exóticas..... 88
- Tabela 11:** Riqueza (Número de espécies), Densidade (Ind. ha<sup>-1</sup>), Diversidade (Shannon) e Número de Espécies Plantadas (N. E. Plantadas) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Dados referentes ao primeiro levantamento; \*\*RPPN – Parque São Marcelo; \*\*\*Capoeira com 23 anos; N.I – Não informado; Melo (2004) - Critério de inclusão de 1,7 m > Altura ≥ 50 cm; Souza (2000) - Critério de inclusão de Altura ≥ 50 cm e CAP < 15 cm; RPPN e Damasceno (2005) - Critério de inclusão de Altura ≥ 30 cm e CAP < 15 cm; Siqueira (2002) – Critério de inclusão de 2,0 m > Altura > 30 cm; Maragon *et al.* (2008) - Critério de inclusão de Altura ≥ 1,0 m e CAP < 15 cm. .... 99
- Tabela 12:** Média para as variáveis químicas do solo, para quatro profundidades, obtidas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre si. \*significância em nível de 0,05; \*\*significância em nível de 0,01; NS – Não significativo..... 116
- Tabela 13:** Média para as variáveis físicas do solo, para três profundidades, obtidas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre si. NS – Não significativo. .... 117
- Tabela 14:** Correlação de Spearman para o estrato arbóreo e as variáveis do solo, em duas profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. N. Indiv. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>. \*significância em nível de 0,05. .... 118
- Tabela 15:** Equações de regressão Stepwise, para o estrato arbóreo e as variáveis do solo, em duas profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Alt. Média (m) - Altura Média (m); N.Ind. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>; M.O. – Matéria Orgânica; m % - Saturação por Alumínio; Dens - Densidade. .... 118
- Tabela 16:** Correlação de Spearman, para o estrato regenerante e as variáveis do solo, em quatro profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. N. espécies - Número de espécies; Macro. - Macroporosidade; CC-PMP - Capacidade de água disponível. \* significância em nível de 0,05, \*\* significância em nível de 0,01..... 119
- Tabela 17:** Análise de regressão Stepwise, para o estrato regenerante e as variáveis do solo, em três profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Alt. Média - Altura Média (m); N.Indiv. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>; N.Espécies - Número de Espécies; . m % - Saturação por alumínio; M.O. – Matéria Orgânica; Macro- Macroporosidade; CC-PMP - Capacidade de água disponível; CTC – Capacidade de Troca Catiônica..... 120

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Temperatura média (°C) e Precipitação Total (mm) de acordo com os meses de setembro de 2009 à setembro de 2011, para a RPPN - Parque São Marcelo, Mogi-Guaçu/SP. Dados fornecidos pela Estação Meteorológica da International Paper, Mogi-Guaçu/SP. ....20
- Figura 2:** Área colorida em cinza representa o Estado de São Paulo, e a colorida em preto representa o município de Mogi-Guaçu. ....23
- Figura 3:** Representação da RPPN “Parque Florestal São Marcelo”, inserida no município de Mogi-Guaçu/ SP. As sub-parcelas amostrais estão destacadas, sendo: 11 parcelas (1, 2, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 37 e 39) em vermelho representando o Argissolo, e nove parcelas (4, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 32 e 35) em amarelo representando o Latossolo. ....23
- Figura 4:** Grupos sucessionais dos dois trabalhos desenvolvidos na RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, com dois anos e meio (Mandetta 2007) e 9 anos após plantio (Presente estudo). N.C- Não Classificadas. ....48
- Figura 5:** Número de indivíduos arbóreos com CAP  $\geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a altura (m), expresso em porcentagem. ....49
- Figura 6:** Número de indivíduos arbóreos com CAP  $\geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a área basal (cm<sup>2</sup>), expresso em porcentagem. ....50
- Figura 7:** Fauna presente dentro e nos arredores da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Cervídeo; b – Lebre; c – Borboletas; d – Capivara; e – Ouriço; f – Cascavel; g – Ave; h – Carcaça de Tatu; i – Cigarra em ecdise. ....60
- Figura 8:** Imagens de diferentes situações da floresta em formação na RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Diâmetro de *Cecropia pachystachya*; b - Diâmetro de *Schizolobium parayba*; c – Copa de *Schizolobium parayba*; d – Altura do dossel do reflorestamento; e – Dossel na estação seca; f – Dossel na estação chuvosa; g – Coleta e identificação de material botânico; h – Fruto de *Eugenia uniflora*; i – *Catasetum* sp. ....62
- Figura 9:** Número de indivíduos do estrato regenerante (CAP  $< 15$  cm e Altura  $\geq 30$  cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a altura (m), expresso em porcentagem. ....87
- Figura 10:** Variação na composição e estrutura do estrato regenerante das 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Alta densidade de indivíduos e alta diversidade de espécies; b – Alta densidade de indivíduos e alta diversidade de espécies; c – Alta diversidade de espécies e baixa densidade de indivíduos ; d – Alta densidade de indivíduos e baixa diversidade de espécies; e – Baixa densidade de indivíduos e diversidade de espécies; f - Baixa

densidade indivíduos e diversidade de espécies com presença de gramíneas; g – Indivíduos abaixo do limite de inclusão; h - Indivíduos de *Tecoma stans* com altura elevada; i – Indivíduos de espécies nativas com altura elevada. .... 98

**Figura 11:** Coleta de amostras para análises química e física dos solos da RPPN, Parque São Marcelo, Mogi-Guaçu/ SP. a – Método de amostragem com trado holandês para análise química do solo; b – Método de amostragem com anel volumétrico para análise física do solo, em três profundidades (0-10, 0-20 e 20-40 cm); c – Anel volumétrico utilizado para coleta de solo..... 114

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está organizada em capítulos, que serão publicados separadamente. Nela consta inicialmente uma “**INTRODUÇÃO GERAL**”, apresentando uma revisão de literatura sobre os temas que foram abordados neste estudo. Em seguida é apresentado o item “**MATERIAL E MÉTODOS GERAL**”, onde são descritos o histórico da área de estudo, seu uso e o delineamento amostral. O primeiro capítulo, **FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO ARBÓREO**, trata do levantamento fitossociológico do estrato arbóreo, em que foram avaliados indivíduos com a Circunferência a Altura do Peito (CAP) maior ou igual a 15 cm, realizado em 20 sub-parcelas, obtidas a partir de 20 parcelas permanentes, na RPPN “Parque São Marcelo” de Mogi-Guaçu/SP. O segundo capítulo, **FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO REGENERANTE**, trata do levantamento fitossociológico realizado do estrato regenerante, em que foram avaliados todos os indivíduos com CAP inferior a 15 cm, e altura igual ou superior a 30 cm, na RPPN. O terceiro capítulo, **INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS EDÁFICOS NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E REGENERANTE**, trata da influência das variáveis químicas e físicas do solo, sobre a estrutura da vegetação dos estratos arbóreo e regenerante da RPPN. A literatura citada, referente a cada capítulo e a introdução geral, consta no final de cada texto. A dissertação ainda contém as “**CONCLUSÕES GERAIS**”, em que se faz referência às hipóteses iniciais, e as “**CONSIDERAÇÕES FINAIS**”, em há as aplicações deste estudo para a restauração ecológica. A dissertação encontra-se no formato da revista Hoehnea.

**Resumo: (Estrutura da vegetação e características edáficas de um reflorestamento com espécies nativas).** A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada no “Parque São Marcelo” em Mogi-Guaçu/SP, corresponde a uma área de 240 ha, formada a partir de um reflorestamento com espécies nativas, em 2002. No momento do plantio, 40 parcelas permanentes foram instaladas, sendo 20 avaliadas por Mandetta (2007), com dois anos e meio após o plantio. Atualmente, a vegetação do reflorestamento está com nove anos, tendo sido avaliados, neste estudo, todos os indivíduos do estrato arbóreo ( $CAP \geq 15$  cm) e do estrato regenerante (altura  $\geq 30$  cm e  $CAP < 15$  cm), obtidos em amostragens realizadas em 20 sub-parcelas (12,5 x 18 m), localizadas nas mesmas 20 parcelas permanentes avaliadas anteriormente. Tendo em vista a importância do solo na vegetação e a diferença de fertilidade do solo entre as parcelas permanentes, avaliou-se a influência das variáveis químicas e físicas do solo, na estrutura e composição dos estratos arbóreos e regenerantes da vegetação da RPPN. Os indicadores utilizados como descritores para a vegetação da RPPN, área basal, altura média, diversidade, equitatividade e densidade, permitiram uma boa avaliação do reflorestamento. Com base nos parâmetros como área basal e altura média do estrato arbóreo, observou-se que a vegetação da RPPN desenvolveu-se conforme o esperado, entre os intervalos de 2 anos e meio e a 9 anos após o plantio. Já para o estrato regenerante, a riqueza e diversidade permitiram verificar que a composição do estrato tem sido influenciada, principalmente, pela composição do estrato arbóreo. Houve pouca variação na composição de espécies dos dois estratos, que somam 86 espécies arbóreas, em relação ao que foi plantado, demonstrando pouca influência de espécies alóctones, sendo a alta diversidade utilizada no plantio, um fator determinante para a diversidade observada na RPPN. A variação de fertilidade, existente na área de estudo, influenciou a composição (riqueza de espécies e densidade de indivíduos) e a estrutura (altura média) dos estratos arbóreo e regenerante da RPPN. Houve mais variáveis do solo que se correlacionaram positivamente, do que as que se correlacionaram negativamente com a vegetação dos estratos arbóreo e regenerante da RPPN, demonstrando que a vegetação varia de acordo com os diferentes parâmetros do solo.

Palavras chave: Reflorestamento, restauração ecológica, solo.

**Abstract: (Vegetation structure and edaphic features of a reforestation with native species).**

The Private Reserve of Natural Heritage (RPPN), located at “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu, São Paulo State, present a total area of 240 ha, formed by an reforestation with native species in 2002. In that year, 40 permanent plots were installed, 20 of these plots were evaluated by Mandetta (2007), two years and a half after planted. Currently, the reforestation is nine years old, the present study evaluated all specimens from tree stratum (woody overstory) (Circumference at Breast Height (CBH)  $\geq 15$  cm) and woody understory regenerating (height  $\geq 30$  cm e CBH  $< 15$  cm). They were obtained from 20 sub-plots (12,5 x 18 m) located within the 20 permanent plots that were previously evaluated by Mandetta (2007). Considering the importance of soil for the vegetation, and the difference of fertility among the permanent plots, this study evaluated the influence of chemical and physical soil variables on the structure and composition of tree stratum and woody understory regenerating from RPPN. The indicators utilized as descriptors to vegetation of RPPN, basal area, average height, diversity, equitability and density allowed a good evaluation of the reforestation. Based on parameters as basal area and average height, it was observed that the vegetation has developed accordingly to expected, within the 2 years and a half and 9 years interval after plantation. Furthermore, the richness and diversity of woody understory regenerating demonstrated that its composition has been influenced mainly by the tree stratum composition. Together the tree stratum and woody understory regenerating totaled 86 woody species, and little variation was observed on the composition between the two strata and those species that were planted, demonstrating little influence of allochthonous species to date. Therefore, the high diversity of species utilized on the reforestation process can be considered as a determinant factor on the final diversity observed in the RPPN. In addition, the fertility variation on the site study influenced the composition (richness and density of specimens) and the structure (average height) of tree stratum and woody understory regenerating of RPPN. There were more positive than negative correlations of soil variables to tree stratum and woody understory regenerating of RPPN, showing that the vegetation varies according to different soil parameters.

Keywords: Reforestation, restoration ecology, soil.

## INTRODUÇÃO GERAL

### **Restauração Ecológica: bases teóricas**

Um dos principais desafios, nos debates sobre a exatidão da restauração ecológica, está basicamente em definir se a restauração compreende uma ciência, considerando que essa definição implica em eliminar as influências cultural e artística, entre outras, ou se deve integrar o conhecimento prático daqueles que realizam ações de restauração, ou desenvolvem projetos na área (Gross 2007). Para Falk *et al.* (2006), a ecologia da restauração compreende uma ciência, que aplica a restauração ecológica como prática, tendo crescido rapidamente, e fundamentando-se em outras ciências de maior tradição, como a ecologia, cujos princípios e ideias têm sido o seu direcionamento.

Um conceito mais abrangente é aquele proposto pela SER (2004), em que define a restauração ecológica como uma atividade deliberada, que visa a iniciar ou acelerar a recuperação da “saúde”, integridade e sustentabilidade de um ecossistema que foi degradado, danificado, transformado ou destruído, em decorrência de ações diretas ou indiretas do homem.

Segundo Brancalion *et al.* (2009a), a restauração ecológica, atualmente, é fundamentada no “paradigma contemporâneo da ecologia” (Pickett & White 1985), que reconhece que os distúrbios naturais são fenômenos que influenciam na dinâmica da vegetação. Esse conceito admite que o processo sucessional, alicerce da restauração, está sujeito a eventos que ocorrem ao acaso e que influenciam toda a dinâmica da comunidade, e conseqüentemente a direção que a comunidade pode assumir, admitindo-se diversas comunidades finais possíveis. Dessa forma, uma área em restauração não está sujeita a um único e pré-estabelecido clímax, mas a uma ampla gama de possibilidades de trajetórias, que conduz a comunidade vegetal a diferentes níveis de organização e estrutura (Gandolfi *et al.* 2005, Gandolfi & Rodrigues 2007, Rodrigues *et al.* 2009 *upud* Isernhagen *et al.* 2009).

Vários outros aspectos são considerados em relação à restauração ecológica, principalmente quando se trata de ecossistemas tropicais. Segundo Brancalion *et al.* (2009b), outro fator importante a ser considerado em projetos de restauração, voltados às florestas tropicais como a mata atlântica, corresponde à diversidade genética das espécies. Fundamentalmente, quando uma espécie possui uma ampla variabilidade genética, há mais chances de sobrevivência a eventos que ocorrem ao acaso e que comprometam a sobrevivência da espécie. Dessa forma, para representar a diversidade de uma espécie é necessário existir um pool genético da mesma, para representação da variabilidade intrínseca da espécie (Brancalion *et al.* 2009b).

Destaca-se ainda as diferenças de ambiente a que as espécies são submetidas, principalmente aquelas com ampla distribuição, resultam em populações com genótipos distintos entre si, os chamadas ecótipos (Mckay *et al.* 2005, Brancalion *et al.* 2009b). Dessa forma, em um projeto de

restauração ecológica, segundo Brancalion *et al.* (2009b), devem-se utilizar espécies pertencentes ao ecótipo da região, sempre considerando a variabilidade genética da população vegetal, caso contrário pode haver implicações no processo de restauração.

Com base no conhecimento sobre as espécies, especificamente na relação entre biodiversidade e funcionamento do ecossistema, Gandolfi *et al.* (2009) discutem a restauração sob uma perspectiva funcional das espécies, ou a restauração baseada em “grupos funcionais”. Essa perspectiva aborda a função das espécies nos ambientes e sua capacidade de modificar os mesmos. Os autores discutem que a diversidade funcional entre as espécies é um elemento fundamental no processo da restauração. Características como deciduidade, tipo de agentes polinizadores e dispersores são fundamentais na escolha de espécies para um projeto de restauração florestal.

Uma visão ecossistêmica da restauração ecológica, considerada um novo desafio ainda em fase de pesquisa, coloca a problemática sob uma ótica mais abrangente. Essa visão assume que outros parâmetros devem estar associados à restauração, além da recomposição da vegetação, como o restabelecimento das características do solo, muitas vezes viabilizado pela própria vegetação (Brancalion *et al.* 2009c).

De forma geral, a restauração de áreas degradadas envolve diversas áreas do conhecimento. Rodrigues *et al.* (2011) discutem que os aspectos envolvidos no processo de restauração ecológica consistem numa complexa interação entre os biomas degradados, o interesse dos proprietários de terra, o uso da terra para agricultura e as técnicas de restauração empregadas. Segundo os autores, estas interações representam um desafio para a conservação da biodiversidade, os seus serviços ecossistêmicos prestados e também para a restauração de áreas degradadas. Nesse sentido, são necessários, portanto, estudos mais complexos e abrangentes, envolvendo várias áreas da ciência, de modo a permitir uma compreensão do ecossistema como um todo, viabilizando, dessa forma, a restauração ecológica.

### **Bases ecológicas aplicadas à restauração**

Clements (1916, 1936), em seus estudos, propôs que a sucessão em uma comunidade vegetal era previsível, unidirecional e progressiva, convergindo para um único clímax, e regulada pelo clima, o que ficou conhecido como teoria clássica da sucessão, responsável por fundamentar a teoria clássica da ecologia (Martins *et al.* 2012). Esse conceito influenciou, até meados da década de 1990, áreas relacionadas com a conservação e restauração ecológica de ecossistemas naturais, havendo um consenso de que apenas o isolamento de ecossistemas dos fatores de perturbação desencadearia sua permanente conservação, tendo em vista que os ecossistemas naturalmente direcionavam-se para um clímax estável (Martins *et al.* 2012).

Avanços na área da ecologia, com base em ecossistemas submetidos a diversas perturbações de origem natural ou antrópica, influenciaram teorias alternativas ao paradigma clássico da sucessão (Martins *et al.* 2012). Segundo os autores, foram propostos modelos alternativos (Connell & Slatyer 1977, Tilman 1985, Pickett *et al.* 1987), que embora possuam particularidades, abordam a sucessão de uma forma diferente do paradigma clássico, principalmente em relação à previsibilidade do ecossistema.

Com base nesses novos conceitos ecológicos, a restauração ecológica, segundo Isernhagen *et al.* (2009), está voltada não mais para a reestruturação de uma comunidade pré-definida, mas sim pela recomposição dos processos ecológicos que contribuem para a formação da comunidade vegetal, que pode ou não estar submetida aos fatores de perturbação. A restauração ecológica possui um novo enfoque, que consiste não apenas na recomposição das características florísticas e fisionômicas da comunidade, mas no restabelecimento dos processos que garantam sua construção e manutenção no tempo.

Estudos voltados para a sucessão de florestas secundárias apresentam resultados muito importantes, que subsidiam a restauração ecológica (Guariguata & Ostertag 2001). Durante o processo de sucessão, a floresta sofre mudança em sua estrutura, na sua composição de espécies e no funcionamento do ecossistema (Guariguata & Ostertag 2001, Chazdon 2008, Letcher & Chazdon 2009).

Na sucessão secundária, parâmetros como riqueza e diversidade de espécie recuperam-se mais rapidamente do que outros parâmetros, podendo assemelhar-se, em poucas décadas, a florestas maduras (Tabareli & Mantovani 1999, Guariguata & Ostertag 2001). No entanto, diversos outros fatores influenciam o processo de sucessão, como proximidade a fragmentos que forneçam propágulos, histórico de uso do solo, entre outros (Guariguata & Ostertag 2001).

Algumas características de florestas secundárias podem ser observadas, como a alta densidade de árvores, baixa área basal e copa reduzida (Guariguata & Ostertag 2001). Em relação à área basal, observa-se que o seu acúmulo, que ocorre ao longo do tempo, está mais associado ao crescimento das árvores, do que ao recrutamento de novos indivíduos (Chazdon *et al.* 2007). De forma geral, durante o processo de sucessão, parâmetros de estrutura, com exceção da densidade de indivíduos, são recuperados mais tardiamente (Tabareli & Mantovani 1999).

Já em reflorestamentos, muitas áreas não apresentam fontes de propágulos que possam facilitar o fluxo de propágulos, auxiliando no enriquecimento e na sucessão secundária da área. Nessas condições, a dinâmica que ocorre na área é diferente da observada em ecossistemas que se recuperam naturalmente.

Melo & Durigan (2007) observaram que, em reflorestamentos, a área basal é o parâmetro que primeiramente se assemelha estruturalmente às florestas maduras. Os autores ainda destacam

que a ação de animais dispersores de sementes, a partir de áreas naturais remanescentes nas proximidades de reflorestamentos, contribui fortemente para o incremento de riqueza e diversidade, contribuindo conseqüentemente para o sucesso da restauração. Já em áreas reflorestadas em que há pouca influência da fauna, a diversidade fica restrita ao que se plantou e, nesse caso, o uso da alta diversidade confere grandes vantagens para o sucesso da restauração ecológica (Rodrigues *et al.* 2011).

Outros estudos, como sobre a dinâmica de clareiras, também têm fundamentado os estudos de restauração, principalmente relacionados à escolha de espécies para plantio. A sucessão de espécies, em clareiras naturais, tem mostrado que o tamanho da clareira influencia na luminosidade e nas condições microclimáticas, fatores determinantes no estabelecimento das espécies nesse ambiente (Martins *et al.* 2012).

As espécies envolvidas na sucessão de uma clareira podem ser classificadas de acordo com a longevidade e tolerância ao sombreamento como: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas (Budowisck 1965). Whitmore (1989) propôs apenas dois grupos, espécies pioneiras e não pioneiras, e para essa classificação considerou que o primeiro grupo possui germinação quando há presença de luz no solo, e as plântulas não se desenvolvem sob baixa condição de luminosidade, enquanto no último, há germinação sob pouca condição de luz, com as plântulas sobrevivendo nessas condições.

No Brasil, o critério de classificação mais usado tem sido o de Gandolfi (1991), que propõe a classificação das espécies quanto a seu desenvolvimento em função da luminosidade. De acordo com o autor, as espécies pioneiras desenvolvem-se na presença de alta luminosidade, as secundárias, em condições intermediárias de sombreamento, e as tardias, em condições de sombreamento.

No entanto, devido à grande plasticidade encontrada nas espécies tropicais, sua classificação é dificultada, sendo comum encontrar diferentes classificações para uma mesma espécie (Manago *et al.* 2012). Segundo Catharino (2006), é necessário cuidado na análise da classificação sucessional das espécies, uma vez que algumas espécies não apresentam consenso, o que pode levar a resultados equivocados. De acordo com o autor, a verificação do estágio sucessional das espécies em agrupamentos simplificados, como iniciais *lato sensu* e tardias *lato sensu*, são mais adequados para se classificar as espécies.

Vários outros fatores estão envolvidos na ecologia de florestas tropicais, e apresentam grande aplicação para a restauração ecológica. Segundo Gandolfi *et al.* (2007), as espécies da copa de florestas tropicais e subtropicais são responsáveis por selecionar as espécies que se desenvolvem sob sua copa. A variação da luminosidade provocada pela deciduidade de determinadas espécies, associada à composição do solo, presença de aleloquímicos, entre outros fatores, criam micrositios

que agem como “filtros ecológicos”. Esses microsítios criados exercem forte influência no recrutamento de determinadas espécies, influenciando a estrutura e a composição da comunidade vegetal local.

Em uma condição de reflorestamento, o uso de alta diversidade proporciona uma maior variabilidade de microsítios, gerados pela copa das árvores. Dessa forma, há uma maior possibilidade de haver o recrutamento das espécies no sub-bosque, devido à maior possibilidade de haver especificidade entre os microsítios gerados e as espécies regenerantes, contribuindo para a futura biodiversidade da floresta (Rodrigues *et al.* 2007a, Gandolfi *et al.* 2007).

No entanto, algumas espécies oportunistas, como algumas exóticas, podem dominar algumas fases do processo de sucessão e, eventualmente, formar grande parte do dossel da floresta, especialmente em paisagens muito perturbadas (Letcher & Chazdon 2009). Quando o grau de degradação é muito intenso, a ocorrência de gramíneas exóticas pode inibir o desenvolvimento de espécies arbóreas (Martins *et al.* 2012).

Algumas espécies exóticas, quando introduzidas em um novo ambiente, são eliminadas por pressões abióticas ou bióticas. No entanto, algumas se estabelecem no local, mas encontram fatores limitantes o suficiente, para manter as populações em equilíbrio na área de sua introdução, enquanto outras não encontram limitações suficientes e expandem suas populações, assumindo um caráter invasor (Pitelli & Pitelli, 2009).

As espécies estão contidas dentro de seus padrões demográficos, mantendo a maior diversidade possível dentro dos ambientes naturais. Dessa forma, a importância ecológica de cada espécie, dentro de suas comunidades, está associada à capacidade de promover “interações interespecíficas” (Bourscheid & Reis 2010). Quando há a presença de espécies invasoras, essa interação é alterada, podendo também alterar as funções ecológicas do ecossistema.

O plantio de poucas espécies, ou mesmo a monocultura, pode favorecer o estabelecimento de espécies exóticas que são tolerantes a áreas perturbadas, além de aumentar a susceptibilidade das espécies nativas a patógenos específicos (Kageyama 2007, Chazdon 2008, Barbosa *et al.* 2011). O uso de uma grande variedade de espécies num reflorestamento, em contrapartida, pode favorecer a resiliência do ecossistema em restauração, reduzindo a sensibilidade às pestes e doenças, além de aumentar a funcionalidade da diversidade (Rodrigues *et al.* 2009, Barbosa *et al.* 2011, Breugel *et al.* 2011).

### **Contexto brasileiro na área de restauração ecológica**

No Brasil, os avanços na área de restauração ecológica estão associados a quatro principais linhas de pesquisa: plantio total, plantio de enriquecimento, nucleação e condução da regeneração

natural (Moraes & Oliveira 2011). O plantio total de mudas tem sido a prática mais usada, embora as outras técnicas tenham sido testadas e avaliadas, para contribuir no sucesso da restauração.

A restauração ecológica tem sido direcionada principalmente à recomposição de reservas legais e áreas de preservação permanente, e a ações voltadas para a compensação ambiental, decorrentes de processos de licenciamento, contribuindo principalmente para a conservação do solo e da água (Moraes & Oliveira 2011, Oliveira 2011)

Iniciativas visando à conservação e restauração têm sido favorecidas por incentivos, como certificações e financiamento de crédito, e são usadas como ferramentas legais importantes na área ambiental (Calmon *et al.* 2011). Sob uma ótica conservacionista, uma exigência legal específica para o bioma Mata Atlântica, que é considerado um dos mais importantes *hot spots* (Myers 1988), tem imposto restrições à remoção ou qualquer tipo de degradação, em remanescentes naturais do bioma.

A Mata Atlântica é reconhecidamente um bioma altamente antropizado e fragmentado (Calmon *et al.* 2011), o que contribui para a redução da biodiversidade, caso os fragmentos fiquem isolados e não possuam conectividade ao longo do tempo (Rodrigues *et al.* 2009). A fragmentação e degradação também comprometem a estrutura e o funcionamento de seus ecossistemas, alterando a resiliência natural dos mesmos (Brancalion *et al.* 2009c).

Dessa forma, ações de proteção e restauração desses fragmentos são fundamentais para a manutenção da floresta (Calmon *et al.* 2011), bem como para a conservação de sua biodiversidade (Chazdon *et al.* 2007). Nesse sentido, a conservação de fragmentos florestais e restauração de ecossistemas degradados são atitudes fundamentais para a conservação do bioma.

Especificamente no estado de São Paulo, há ferramentas legais, atual Resolução SMA 8/08, que norteiam a restauração no Estado. Esta resolução é baseada em reuniões e simpósios desenvolvidos na última década, e alicerçada no conhecimento empírico e científico sobre restauração, tanto no Brasil quanto no exterior (Barbosa *et al.* 2011). A resolução paulista estabelece o uso de espécies com diferentes síndromes de dispersão e diferentes classes sucessionais, com uma diversidade de acordo com o tipo de formação florestal.

Impactos positivos podem ser percebidos desde a primeira edição da resolução SMA 47/01, em 2001 (Barbosa *et al.* 2011). Segundo os autores, houve um aumento significativo no número de viveiros cadastrados, entre 2000 e 2010, no estado de São Paulo, sendo que a oferta de mudas triplicou. A diversidade média produzida pelos viveiros, para o mesmo período, passou de 30 para 86 espécies, ultrapassando as 80 espécies exigidas pela resolução (Barbosa *et al.* 2003, Barbosa 2011a, Barbosa *et al.* 2011).

A alta diversidade, segundo Barbosa *et al.* (2011), deve ser sempre compatível com o tipo de vegetação nativa ocorrente no local, e o plantio de espécies arbóreas nativas e regionais, conforme o

estabelecido pela SMA 8/08, contribui para o restabelecimento da floresta e queima etapas, devendo ser uma exigência legal nos casos em que ela se aplica. Os conceitos fundamentais de diversidade e sucessão ecológica, em plantios onde se plantam 100 ou mais espécies nativas/ha, foram desenvolvidos por universidades e instituições de pesquisas e têm como base a alta diversidade de florestas tropicais naturais (Kageyama 2007).

Para atender a demanda na produção de mudas, visando a apoiar ações de restauração, foram necessárias iniciativas em nível federal e estadual, para a coleta de sementes florestais nativas (Santos *et al.* 2009). Dessa forma, foram editadas a Lei Federal 10.711/03 que criou o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, e a resolução a SMA 68/08 do estado de São Paulo. A resolução paulista prevê a regulamentação da atividade de coleta de sementes em unidades de conservação, para atender a demanda de projetos públicos que envolvam restauração de áreas degradadas no estado de São Paulo.

Embora esforços políticos visando à regularização tenham alcançado expressivos avanços na última década, Durigan *et al.* (2010) assumem que tais medidas engessam o avanço científico da restauração no país. No entanto, tendo em vista os diversos ganhos e resultados positivos com as exigências legais, Brancalion *et al.* (2010) assumem que a resolução paulista é um instrumento a ser copiado por outros estados brasileiros.

Embora Durigan *et al.* (2010) discutam o fato que não exista apenas um método para restaurar, “there is no one size fits all”, Brancalion *et al.* (2010) assumem que é necessário que o Estado oriente como deva ser realizada essa prática. Todavia, Aronson (2010) ressalta que as orientações para a restauração, presentes na legislação do estado de São Paulo, coloca o Brasil entre os poucos países que possuem uma legislação voltada à restauração. Aronson *et al.* (2011) destacam ainda que o Brasil, especificamente o estado de São Paulo, é o único país que orienta, por meio da sua legislação, as técnicas utilizadas, as diretrizes e normas mínimas exigidas para a restauração.

De forma geral, o processo de desmatamento, e conseqüente fragmentação florestal, têm proporcionado a extinção de muitas espécies vegetais e animais, mesmo com avanços da legislação brasileira, com relação à ação antrópica nas florestas protegidas (Barbosa 2000, Vieira & Gandolfi 2006). Por esse motivo, é necessária e urgente a conservação do pouco que sobrou e a restauração daquilo que inadequadamente foi devastado (Pinto *et al.* 2009). No entanto, destaca-se que o sucesso da restauração depende de ações e esforços integrados e coletivos, exigindo a mobilização geral da sociedade em sua defesa.

### **Caracterização da Floresta Estacional Semidecídua**

Devido à aptidão do solo para a agricultura, nos ambientes antes dominados pela Floresta Estacional Semidecídua (FES), esta vegetação foi reduzida a fragmentos isolados, numa paisagem

agrícola (Bellotto *et al.* 2009). Dessa forma, demandam-se ações de restauração em áreas que foram incorretamente devastadas, e para que ações possam ser desenvolvidas com sucesso, é necessário conhecer, antes mais nada, a riqueza, estrutura e dinâmica dessa formação florestal.

Sua riqueza varia de acordo com o *status* de conservação da floresta, fragmentação dos habitats e o seu grau de isolamento, conforme se observa em alguns trabalhos na literatura, em que há variação na riqueza de espécies: 68 espécies (Durigan & Leitão-Filho 1995); 99 espécies (Aquino & Barbosa 2009); 103 espécies (Costa & Mantovani 1995), 117 (Leite & Rodrigues 2008); e 194 espécies (Rozza 1997).

A FES é caracterizada por duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa, no verão, e outra seca, marcando o inverno (Veloso *et al.* 1991). De acordo com os autores, a FES é sub-classificada de acordo com a umidade, latitude e altitude como: aluvial, de terras baixas, submontana e montana, ocorrendo essas diferentes formações desde o Paraná, até o sul da Bahia.

A FES também tem como característica a perda das folhas por várias espécies, sendo que 20 a 50% dos indivíduos perdem as folhas na estação seca (Veloso *et al.* 1991). Essa deciduidade é responsável pela alteração na dinâmica do sub-bosque, devido ao aumento da luminosidade, ocasionado pela queda das folhas (Gandolfi 2000). Como resultado desse processo, observam-se alterações cíclicas na luminosidade do sub-bosque da FES, favorecendo o desenvolvimento de espécies secundárias iniciais. Segundo Gandolfi (2000), esse fato, talvez, possa justificar a maior abundância de espécies dessa classe sucessional nas FES.

A queda das folhas, como resultado da deciduidade das espécies, também proporciona um aumento na produção de serapilheira, o que ocorre no final da estação seca. As folhas são os principais componentes da serapilheira, e os fatores que mais contribuem na sua queda são o estresse hídrico e a exaustão dos nutrientes, que ocorre ao longo da estação seca (Morelato 1992). No final dessa estação, com o aumento da produção de serapilheira, proporcionado pelo acúmulo de folhas, observa-se um aumento na disponibilidade de nutrientes (Morelato 1992).

Em relação à composição, as florestas tropicais, de modo geral, possuem maior proporção de espécies zoocóricas, variando entre 60 e 90%. As espécies anemocóricas e autocóricas possuem uma menor representatividade nessas florestas, sendo que a proporção da primeira está relacionada com as variações na precipitação e intensidade de seca (Morelato & Leitão-Filho 1992).

A frutificação das espécies anemocóricas ocorre na época seca, o que, associada a características como a deciduidade, ou semideciduidade dessas espécies, e à concentração nos estratos emergentes, facilita a dispersão pelos ventos, normalmente fortes nesse período (Morelato & Leitão-Filho 1992). Segundo os autores, a frutificação está associada à baixa umidade relativa durante a seca, que acompanha a maturação dos diásporos de algumas espécies das famílias Fabaceae, Malvaceae, Asclepiadoideae (Apocynaceae) e Bignoniaceae.

As espécies zoocóricas concentram-se no dossel e nos estratos inferiores, onde se encontram os animais dispersores (Morellato & Leitão-Filho 1992). Segundo os autores, a produção dos frutos, nas florestas mesófilas, ocorre durante o ano todo, sendo ligeiramente menor na estação seca. Já na estação chuvosa, há uma grande oferta de frutos, sendo algumas espécies menos consumidas e dispersas pelos animais nessa estação, “forçadas” a florescer e frutificar em outro período do ano.

Já as espécies autocóricas ocorrem em menor proporção, nas florestas mesófilas. Essas espécies dependem, principalmente, da gravidade para a sua dispersão, no entanto, ao cair da planta mãe podem ser, secundariamente, dispersas pela fauna, considerando-se como uma dispersão zoocórica-secundária (Morellato & Leitão-Filho 1992).

### **Índices de diversidade**

Considerando a importância da análise da diversidade das florestas, e sua grande implicação para florestas plantadas, realizou-se uma breve conceituação sobre os principais índices que mensuram esse parâmetro, tão importante para as comunidades vegetais.

Entre os índices usados para avaliar a diversidade, o índice de Shannon ( $H'$ ) é considerado o mais utilizado (Magurran 2004). Segundo a autora, o índice supõe que a diversidade em um sistema natural é semelhante a um código ou mensagem, como na teoria da informação. O índice é conhecido como Shannon-Wiener, sendo também conhecido, erroneamente, como Shannon-Weaver (Kent 2012).

O índice de Shannon parte do princípio que os indivíduos são randomicamente amostrados, em uma população considerada infinitamente grande, e que todas as espécies da população estão incluídas nas amostras (Pielou 1975, Magurran 2004, Kent 2012). Para o cálculo do índice, considera a riqueza e abundância de cada espécie, sendo que a máxima diversidade é encontrada quando as espécies estão igualmente distribuídas na amostragem (Magurran 2004). Os logaritmos mais usados, segundo Kent (2012), são  $\log_2$  e  $\log_{10}$ , embora, no Brasil, a maioria dos trabalhos utilizem  $\ln$  ( $\log_e$ ).

Com base no índice de Shannon, pode-se calcular o grau distribuição dos indivíduos pelas espécies, por meio da equitatividade de Pielou (1969, 1975). A equitatividade é um ajuste em que se considera a máxima distribuição dos indivíduos pelas espécies amostradas, conhecida como equitatividade de Pielou ( $J'$ ), que varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, mais distribuídos estão os indivíduos na amostra.

Um dos problemas do índice de Shannon corresponde ao fato de que dois aspectos são confundidos, a riqueza e a uniformidade na distribuição dos indivíduos, de acordo com as espécies (Magurran 2004). Um aumento do índice de Shannon pode ser reflexo do aumento da riqueza, ou da

maior distribuição dos indivíduos pelas espécies, ou mesmo de ambos, tornando-se difícil sua interpretação.

Outro problema corresponde ao fato de que nem todas as espécies podem estar presentes, no entanto, esse problema pode ser resolvido à medida que há um aumento na amostragem (Peett 1974). No entanto, o índice é amplamente utilizado, podendo, dessa forma, ser comparado com vários trabalhos de diversas comunidades vegetais (Couto & Barbosa 2011).

Já o índice de Simpson calcula a diversidade partindo do princípio da probabilidade de dois indivíduos, selecionados randomicamente de uma amostra, pertencerem a uma mesma espécie (Simpson 1949, Peet 1974).

O índice de Simpson é fortemente influenciado pelas espécies mais abundantes, sendo considerado um dos índices mais robustos para a medida da diversidade (Magurran 2004). Segundo a autora, originalmente o índice de Simpson varia inversamente com a diversidade, e para evitar essa dificuldade, propõe-se a subtração do seu valor máximo possível de 1. Ao contrário do índice de Shannon, é possível, pelo índice de Simpson, calcular a diversidade de uma comunidade considerada finita.

### **Relação entre solo e vegetação**

A influência de características ambientais na variação da composição e estrutura da vegetação tem sido foco de vários estudos (Rodrigues 1986, Rodrigues & Shepherd 1992, Clark *et al.* 1999; Ruggeiro *et al.* 2002, Ferreira-Junior *et al.* 2007). Numa escala regional, a vegetação é caracterizada principalmente pelo clima e biogeografia, e, em uma escala local, a topografia e o solo exercem forte influência na vegetação (Rodrigues & Shepherd 1992, Oliveira-Filho *et al.* 2001).

O tipo de solo pode ser um fator condicionante de formações florestais (Ruggeiro *et al.* 2002, Schaefer *et al.* 2012). Uma estreita relação entre vegetação e solo é observada, sendo que as formações vegetais estão fortemente associadas à disponibilidade de nutrientes e água (Schaefer *et al.* 2012). Cerrado *lato sensu* e Florestas Estacionais Semidecíduas (FES), por exemplo, são formações florestais que ocorrem em um mesmo domínio climático, sendo as características do solo, os fatores determinantes na ocorrência de uma ou outra formação florestal (Ruggeiro *et al.* 2002).

As características edáficas podem influenciar não apenas no tipo de formação florestal, mas também determinar variação da sua composição (Botrel *et al.* 2002, Ruggeiro *et al.* 2002, Rodrigues *et al.* 2007b). Em estudos desenvolvidos em FES, observou-se que as características edáficas influenciam na abundância e distribuição das espécies (Botrel *et al.* 2002, Ruggeiro *et al.* 2002, Rodrigues *et al.* 2007b, Pinto *et al.* 2008). Características como concentração de alumínio, soma de

bases, saturação por bases, acidez, textura dos solos, distribuição de água e nutrientes são alguns dos fatores que determinam a distribuição e abundância de algumas espécies.

Clark *et al.* (1999) observaram que, em florestas tropicais, o tipo de solo associado à topografia são dois fatores que influenciam fortemente a composição das espécies, e cerca de 30 por cento de espécies estudadas ocorreram apenas em um tipo de solo. Outros fatores também afetam a composição de uma floresta, conforme verificado por Rodrigues & Shepherd (1992). Os autores observaram que o recrutamento de indivíduos pode ser afetado pelo alto teor de alumínio, que contribui para a mortalidade de indivíduos ainda na fase jovem.

As características edáficas, além de influenciar o tipo de formações florestais e a abundância de espécies em cada formação florestal (Rodrigues 1986, Rodrigues & Shepherd 1992, Clark *et al.* 1999; Ruggeiro *et al.* 2002, Ferreira-Junior *et al.* 2007), também exercem efeito no desenvolvimento e crescimento das plantas, influenciando parâmetros como altura e diâmetro (Rigatto *et al.* 2005). Suas propriedades, física, química e biológica, exercem importante influência nesses parâmetros da vegetação, que podem ser tanto efeitos positivos quanto negativos (Meurer 2007).

Dois aspectos de natureza física estão associados com o crescimento das plantas, que são a estrutura e a textura do solo. A estrutura refere-se ao agrupamento das partículas no solo. Já a textura relaciona-se com a distribuição das partículas de acordo com o seu tamanho, sendo determinada pela proporção de areia, silte e argila (Meurer 2007). Segundo o autor, de forma geral, tanto a estrutura quanto a textura do solo atuam nas propriedades dos solos, exercendo influência na densidade, espaço poroso, umidade, taxa de infiltração de água, erodibilidade, podendo estimular ou inibir o crescimento das plantas.

Em relação aos fatores de natureza química, observa-se que estão relacionados entre si, influenciando tanto positiva quanto negativamente o desenvolvimento das plantas (Meurer 2007). O sistema radicular, por exemplo, é a parte da planta em contato direto com o solo, sendo diretamente afetado pela falta de cálcio ou excesso de alumínio (Casagrande & Soares 2007, Casagrande *et al.* 2011). Em condições em que a acidez é muito acentuada, as raízes ficam mais grossas e param de emitir raízes secundárias, que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (Meurer 2007). No entanto, sabe-se que algumas espécies possuem tolerância a alta concentração de alumínio (Casagrande & Soares 2007). Já a limitação de cálcio é o fator que reduz o crescimento radicular, pois esse nutriente é essencial para a divisão celular da raiz (Casagrande *et al.* 2011). Portanto, a deficiência de cálcio e o alto teor de alumínio podem ser considerados parâmetros chaves, quando se trata do crescimento radicular.

A matéria orgânica (M.O.) é um elemento fundamental, exercendo um efeito direto e indireto na fertilidade do solo. Ela atua como fonte de nutrientes como N, S e P e de vários

micronutrientes, atua complexando elementos tóxicos, contribui para o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, estabiliza o pH e retém cátions e ânions (Casagrande & Soares 2007, Siqueira *et al.* 2008). Observa-se sua influência na ligação entre as partículas individuais do solo, atuando como agente cimentante, contribuindo na formação e estabilização dos agregados (Meurer 2007). Como resultado, observa-se uma maior porosidade, permeabilidade e retenção de água no solo, além de melhorar a capacidade de aeração e infiltração de água. A matéria orgânica também atua nas características biológicas do solo, atuando como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (Casagrande & Soares 2007).

A CTC relaciona-se com a reserva de nutrientes, sendo que quanto maior a CTC, maior a capacidade do solo em reter os cátions na forma disponível para as plantas. Nesse contexto, a M.O. e a argila atuam prontamente na adsorção dos cátions, contribuindo com a CTC (Meurer 2007).

Estudos sobre efeito da fertilidade do solo sobre as plantas estão voltados, principalmente, à produtividade de culturas, como o pinus e o eucalipto, por exemplo. Nutrientes como potássio (Almeida 2009, Sette-Junior 2010), boro e o nitrogênio (Sgarbi 2002) são limitantes, e influenciam o crescimento do eucalipto. Quando em alta concentração no solo, o cálcio e o manganês também limitam o crescimento (Sgarbi 2002). Foram observadas correlações positivas entre pH, Ca; Mg; K, água disponível e porosidade total com os parâmetros altura e diâmetro de pinus, e correlações negativas para densidade global, com a altura de *Pinus taeda* (Rigatto *et al.* 2005).

No entanto, quando se trata de florestas naturais, os nutrientes não devem ser considerados os melhores indicadores de qualidade do solo, pois no ambiente florestal, a ciclagem de nutrientes é responsável pela manutenção do desenvolvimento e crescimento da vegetação, sendo a biomassa da vegetação a principal reserva dos nutrientes (Casagrande *et al.* 2011).

### **O solo em áreas degradadas**

Estima-se que 15 % dos solos do mundo encontram-se degradados ou em processo de degradação, sendo a agropecuária a maior causa desse processo (Dias *et al.* 2007). Assim, é preciso que os sistemas de produção agrícola tenham capacidade de manter, pelo menos, o nível de matéria orgânica do solo, de modo a evitar sua degradação (Siqueira *et al.* 2008).

Os principais fatores de degradação e que desencadeiam mudanças nas características do solo são: deficiência de nutrientes; lixiviação excessiva; redução no pH; toxidez por alumínio; salinização e redução da CTC, que ocorre devido à redução da M.O; mudanças na estruturação; porosidade; permeabilidade e densidade; redução da macro, meso e microfauna; e aumento de patógenos. (Casagrande & Soares 2007, Siqueira *et al.* 2008). Esses atributos estão associados à perda das características físicas, químicas e biológicas do solo.

A matéria orgânica, nesse contexto, é fundamental, pois exerce influência na dinâmica entre o solo e a planta. Em condições em que há vegetação natural, o conteúdo da matéria orgânica é estável. A M.O. também desempenha forte influência na CTC do solo, sendo que em regiões tropicais e subtropicais, cerca de 70% da CTC total do solo tem origem na M.O., assim como em diversos tipos de solos do estado de São Paulo, inclusive em solos de restingas (Casagrande & Soares 2007).

A redução do teor da M.O. é um dos principais indicativos de degradação, e seu esgotamento significa elevado grau de degradação. Quando há redução no estoque e na qualidade da matéria orgânica, a qualidade do solo é afetada, havendo aumento na erosão e compactação, alterações nos regimes de água e nutrientes, lixiviação e acidificação do solo, e redução da atividade biológica do solo (Lal 2001, Siqueira *et al.* 2008). Em contrapartida, quando há revegetação de áreas degradadas, ocorre a estabilização da área, proteção do solo com garantia no aporte de material orgânico, amenizando os fatores que interferem na sucessão da vegetação, sendo, portanto, um importante fator no processo de recuperação (Siqueira *et al.* 2008).

No estado de São Paulo, a principal causa de degradação do solo tem sido a compactação causada pela pecuária, que está relacionada à redução de sua densidade (Melo *et al.* 2002, Casagrande & Soares 2007). Os autores ainda comentam que a compactação está associada a alterações do volume e distribuição dos macro e microporos do solo, influenciando no armazenamento e na movimentação de água, ar e calor. Dessa forma, além de haver resistência ao crescimento radicular, há também uma redução da infiltração de água no solo, causando erosão, com conseqüente perda do solo e assoreamento dos cursos d'água. Os autores sugerem, como modelo para restauração de áreas degradadas, a recomposição da matéria orgânica, correção dos nutrientes necessários para o crescimento radicular e correção dos teores de alumínio. A reposição da matéria orgânica do solo é fundamental, pois contribui na recuperação da capacidade de retenção de água e na microbiologia do solo.

### **Monitoramento e indicadores de áreas restauradas**

O monitoramento é um procedimento essencial na certificação da eficiência das ações restauradoras. Essas ações também fornecem subsídios para verificar se as propostas dos projetos de reflorestamentos alcançaram seus objetivos. Nesse contexto, a escolha de indicadores que forneçam boas informações é fundamental para o monitoramento.

De acordo com Siqueira (2002), as funções ecológicas são examinadas na escala temporal, diferentemente dos aspectos estruturais, que requerem apenas a descrição em um determinado momento. Para verificar se o ecossistema recuperou a sua funcionalidade, são necessárias

avaliações após algum tempo de implantação, o que permite verificar o estágio de desenvolvimento do processo de restauração.

Nas últimas décadas, os reflorestamentos passaram a ser implantados em larga escala e, devido à pouca idade dessas áreas, ainda se encontram em fase de avaliação, fator fundamental para se averiguar a eficácia das ações restauradoras, bem como para redefinir as metodologias empregadas até o momento (Bellotto *et al.* 2009). Nesse sentido, o foco do monitoramento passa a ser a verificação do sucesso, na recuperação, dos processos ecológicos e mantenedores da dinâmica florestal (Rodrigues & Gandolfi 2004).

Em relação à comunidade vegetal, vários parâmetros têm sido utilizados como indicadores que permitem avaliar a dinâmica de áreas restauradas, sendo alguns deles: diversidade e riqueza de espécies, área basal, altura média, chuva e banco de sementes, estrato regenerante, cobertura de copa, presença de espécies invasoras, presença de fauna como invertebrados terrestres e mamíferos, entre vários outros parâmetros (Siqueira 2002, Sorreano 2002, Souza & Batista 2004, Barbosa & Piso 2006, Damasceno 2005, Melo & Durigan 2007, Suganuma *et al.* 2008, Trevelin *et al.*, 2013).

Estudos baseados no monitoramento buscam destacar indicadores que demonstrem se os reflorestamentos atingiram a sustentabilidade e recuperaram as suas funções ecológicas. Ruiz-Jaen & Aide (2005) destacam, que entre os estudos que visam a verificar o sucesso da restauração, a importância de atributos como diversidade, processos ecológicos e estrutura da vegetação.

Quando se trata de caracterização e comparação entre comunidades, considera-se que área basal ainda é o melhor descritor. Esse atributo relaciona-se diretamente com a biomassa da vegetação e influencia o microclima, que corresponde à luminosidade e temperatura do ambiente (Mueller-Dombois & Elleberg 1974, Durigan 2012). Áreas que são reflorestadas, quando comparadas a outras que passaram por processo de regeneração natural, apresentam maior rapidez na recuperação da biomassa, do que o simples abandono das áreas para a regeneração natural (Melo & Durigan 2007).

A altura, por sua vez, pode ser um bom descritor para a vegetação, desde que ainda esteja em desenvolvimento inicial. Souza & Batista (2004) observaram que em reflorestamentos que possuem cerca de cinco anos, há um favorecimento da altura, em detrimento da área basal. Esse fato ocorre devido ao crescimento de espécies pioneiras, que proporcionam cobertura do solo e fechamento da copa. No entanto, os autores observaram que reflorestamentos, a partir de 10 anos, apresentam diferença de área basal em relação a reflorestamentos mais recentes, mostrando a importância desse parâmetro para florestas dessa idade.

Em relação à riqueza de espécies em reflorestamentos, esta é definida no momento do plantio. Dessa forma, tanto riqueza como diversidade dos reflorestamentos são influenciadas por

fatores externos, como a proximidade de remanescentes naturais e ação de animais dispersores pelo reflorestamento (Melo & Durigan 2007).

Barbosa (2011b) estabelece propostas de pesquisas prioritárias voltadas para a restauração ecológica. O autor aponta quais são as principais demandas de pesquisa em restauração ecológica, que estão vinculadas a três principais linhas de pesquisa: desenvolvimento sustentável, produção de sementes e mudas, e aplicações voltadas ao modelo de restauração. Entre os vários indicadores propostos, destacam-se os direcionados para o desenvolvimento sustentável, pois englobam elementos que atuam na esfera política e social, e estão diretamente envolvidos no sucesso da restauração ecológica.

O principal objetivo do uso de indicadores é avaliar se os projetos de restauração atingiram seus objetivos, em relação à restauração de áreas degradadas, ou se há necessidade de novas interferências, ou redirecionamentos, que possam acelerar os processos de sucessão, restauração e diversidade da vegetação implantada (Martins & Kunz 2007). Nesse sentido, monitorar áreas em processo de restauração, verificando os melhores indicadores para cada etapa das áreas em estudo, é fundamental para se obter um diagnóstico correto sobre a situação. Os indicadores fornecem subsídios para medidas necessárias à próxima etapa da restauração. Com base na estrutura da vegetação arbórea e na composição do estrato regenerante, é possível obter uma compreensão da floresta em formação.

O solo é fundamental, pois exerce forte influência na estrutura e composição da vegetação, conforme observado por diversos autores (Rodrigues 1986, Rodrigues & Shepherd 1992, Clark *et al.* 1999; Ruggeiro *et al.* 2002, Ferreira-Junior *et al.* 2007, Oliveira-Filho *et al.* 2001). Em áreas reflorestadas, como já observado por Bregel *et al.* (2010), constatou-se que variáveis ambientais como a fertilidade do solo, por exemplo, pode influenciar parâmetros como a sobrevivência e crescimento inicial de algumas espécies utilizadas em reflorestamentos. Nesse contexto, compreender como os seus diferentes gradientes e quais as variáveis do solo atuam na vegetação reflorestada é essencial, para o entendimento do processo de repovoamento e desenvolvimento da floresta em restauração.

## **HIPÓTESES**

A fitossociologia e a análise estrutural da vegetação fornecem parâmetros adequados para avaliar o desenvolvimento de um reflorestamento, implantado com espécies nativas, após nove anos de plantio.

Existe diferença na composição e estrutura dos estratos arbóreo e regenerante, em áreas com variação na fertilidade dos solos.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Caracterizar a vegetação e analisar a estrutura dos estratos arbóreo e regenerante de um reflorestamento com espécies nativas, nove anos após o plantio; e analisar a relação das características físicas e químicas do solo com a vegetação arbórea e regenerante do reflorestamento.

### **Objetivos específicos**

Realizar um levantamento fitossociológico e avaliar a composição florística da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada no parque São Marcelo, Mogi-Guaçu/SP.

Verificar como os parâmetros estruturais do estrato arbóreo variam de acordo com a fertilidade do solo.

Verificar a relação que se estabelece entre a regeneração natural do sub-bosque, com a fertilidade dos solos e com o estrato arbóreo.

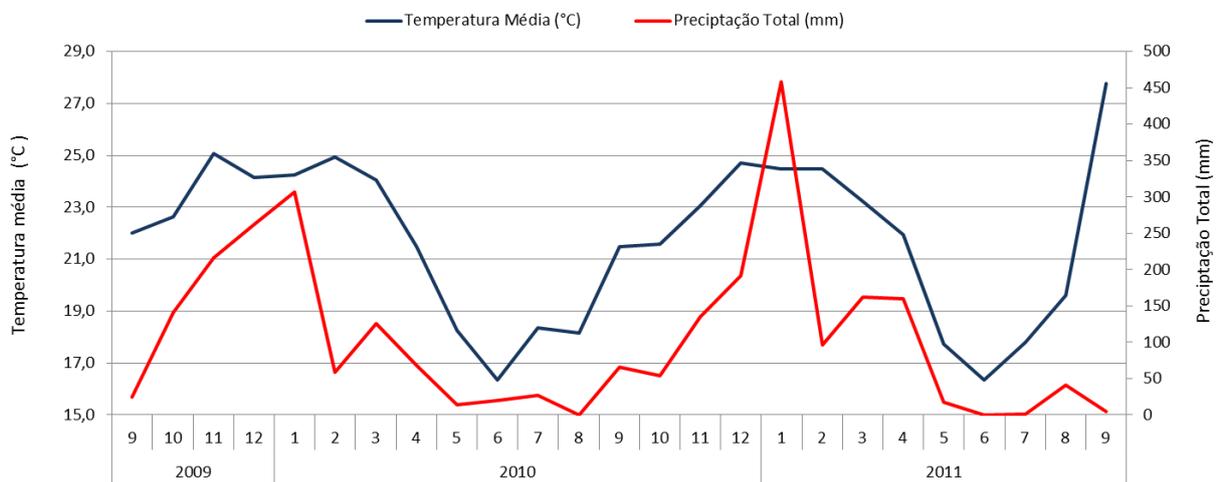
Verificar o desenvolvimento da RPPN, por meio de comparações da estrutura e composição florística, com outro estudo desenvolvido na mesma área.

## MATERIAL E MÉTODOS GERAL

### Caracterização e histórico de uso da área de estudo

Os estudos experimentais foram desenvolvidos na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) “Parque Florestal São Marcelo”, pertencente à empresa International Paper do Brasil LTDA. A RPPN está localizada no município de Mogi-Guaçu (SP), próximo ao km 169 da Rodovia SP-340. A área de estudo encontra-se a 460 metros de altitude, e as coordenadas das sub-parcelas utilizadas neste estudo encontram-se em anexo (Anexo I).

As temperaturas médias, no ano de 2010, variaram entre 24,9 °C e 16,3 °C, e a pluviosidade, neste mesmo ano, foi de 1.066 mm (Figura 1). Segundo Kronka (2005), a vegetação original da região em estudo é composta de Floresta Mesófila Semidecídua. No entanto, há presença de área de Cerrado *lato sensu* na região. O clima da região, segundo o sistema de Köppen (1948), é classificado como Cwa (temperado quente com estiagem no inverno).



**Figura 1:** Temperatura média (°C) e Precipitação Total (mm) de acordo com os meses de setembro de 2009 à setembro de 2011, para a RPPN - Parque São Marcelo, Mogi-Guaçu/SP. Dados fornecidos pela Estação Meteorológica da International Paper, Mogi-Guaçu/SP.

De acordo com as informações fornecidas pelo Departamento de Pesquisas Ambientais da International Paper, uma área de 822 ha foi adquirida pela empresa, em 1995, para o plantio comercial de *Eucalyptus* sp. Anteriormente à aquisição, a propriedade era destinada ao plantio de culturas de ciclo anual, semi-perenes, como cana-de-açúcar, e perenes, como café, citrus, além de pastagem. Após a aquisição, a área foi destinada unicamente ao plantio de *Eucalyptus* sp, até o período de 2002. Nesse ano, 240 ha foram destinados à implantação da RPPN.

As áreas circunvizinhas à RPPN são compostas por propriedades rurais, incluindo o Horto Mogi-Guaçu pertencente à empresa, destinado ao plantio comercial de *Eucalyptus* sp., existindo pequenos fragmentos florestais representados por faixas ciliares de vegetação nativa remanescente.

As matas ciliares dos rios Mogi-Guaçu e Mogi-Mirim, que se encontram dentro da propriedade, foram implantadas entre 1996 e 1998, com baixa diversidade específica (cerca de 30 espécies arbóreas) e o fragmento florestal com maior expressão está localizado numa propriedade vizinha, pertencente a terceiros, a uma distância aproximada de 10 km da RPPN.

Encontra-se no Horto da International Paper de Mogi-Guaçu, uma reserva em processo de regeneração natural desde 1960, completamente cercada por plantio de *Eucalyptus* sp, sendo a vegetação classificada como Floresta Estacional Semidecídua. Foi realizado, em 1995, um levantamento florístico e fitossociológico nesta reserva, onde foram amostrados 672 indivíduos distribuídos entre 105 espécies e 42 famílias. As espécies mais abundantes foram: *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Cecropia pachystachia*, *Tapirira guianensis*, *Casearia silvestris*, *Luehea paniculata* e *Chrysophyllum marginatum*.

### **Implantação da RPPN**

O plantio na RPPN ocorreu em julho de 2002 e seguiu orientações que, posteriormente, serviram de base para a elaboração e consolidação das resoluções orientativas da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Resolução 47/03, atual SMA 08/08). A metodologia adotada neste reflorestamento constituiu-se no plantio de espécies nativas arbóreas com alta diversidade (Anexo II). De acordo com a classificação adotada para o presente estudo, a proporção das espécies plantadas foi de 56 % de não pioneiras, 37 % de pioneiras, e 7 % de espécies não classificadas ou exóticas. Observa-se que as espécies exóticas plantadas, no momento do plantio, estavam identificadas apenas em nível de gênero, sendo as mesmas identificadas quando adultas, por meio do presente estudo.

Para o plantio, não se ultrapassou 20 % de indivíduos de uma mesma espécie. Utilizou-se um espaçamento de 3,0 x 2,5 m, e uma densidade de 1333 mudas ha<sup>-1</sup>.

Os tratos culturais foram realizados seguindo as orientações agrônômicas, adotados no pré e pós-plantio, da seguinte forma:

Preparo do solo: foi realizado de forma mecanizada, utilizando-se um subssolador com três hastes de 40 a 60 cm de profundidade.

Adubação: foi realizada no ato do plantio, aplicando-se 150g por planta de NPK 10:30:10 (1 % B; 0,5 % Zn), incorporado no sulco.

Replanteio: foi realizado em área total (240 ha), aproximadamente 60 dias após o plantio.

Combate às espécies invasoras: foram realizadas cinco capinas químicas (linhas e entre linhas) na área reflorestada. Utilizou-se o herbicida pós-emergente, Scout, em que o princípio ativo é o glifosato.

Combate à formiga: foi realizado uma vez no pré-plantio e três no pós-plantio, utilizando-se isca formicida a base de sulfluramida, na dosagem de 10 g m<sup>-2</sup>.

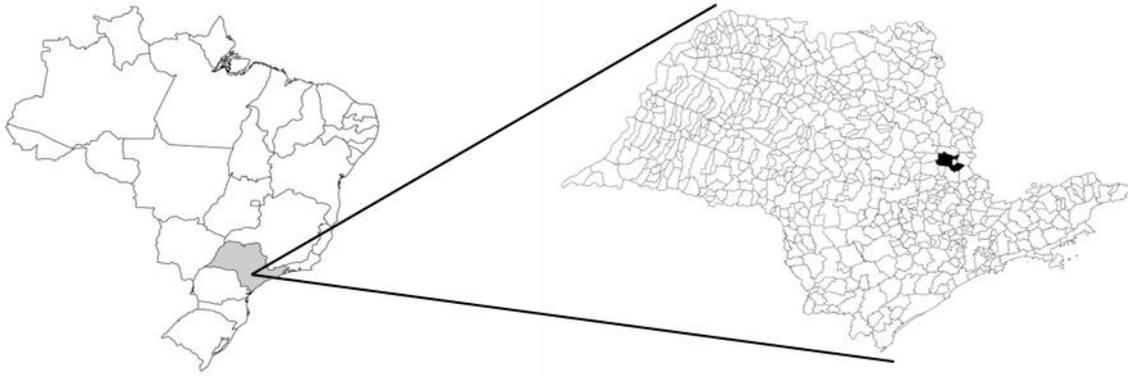
Destaca-se que não foi realizada calagem para o plantio das mudas nativas.

### **Delineamento amostral**

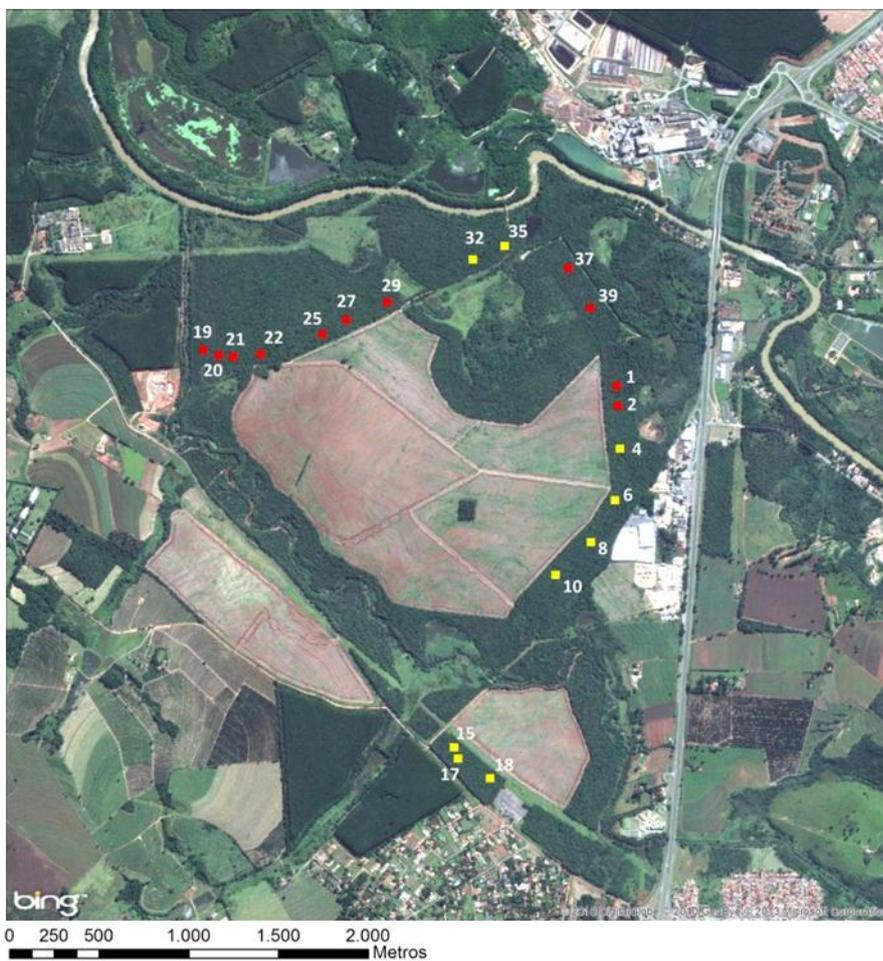
Dentro da área reflorestada de 240 hectares, foram implantadas 40 parcelas experimentais permanentes, com dimensões de 36 x 62,5 m, das quais 20 foram utilizadas para esse estudo (Figura 3). Em cada parcela foram realizadas as investigações, de modo a avaliar as espécies plantadas, bem como as regenerantes. Os dados obtidos foram usados para a caracterização florística e estrutural da área em processo de restauração ecológica, obtida a partir de um reflorestamento heterogêneo com espécies arbóreas nativas com alta diversidade.

As avaliações dos indivíduos arbóreos e regenerantes foram realizadas em parcelas onde já ocorreram estudos anteriores de monitoramento, realizado por Mandetta (2007). Foram escolhidas 20 parcelas, de modo a contemplar as duas formações de solos existentes na área (Latosolo e Argissolo).

Para as avaliações dos indivíduos arbóreos e regenerantes, cada parcela foi dividida em 10 sub-parcelas de 18 x 12,5m, sendo que cada parcela experimental constituiu 225 m<sup>2</sup>. Dessas 10 sub-parcelas, uma foi escolhida de modo sistematizado, somando 20 sub-parcelas e totalizando uma área amostral total de 0,45 ha.



**Figura 2:** Área colorida em cinza representa o Estado de São Paulo, e a colorida em preto representa o município de Mogi-Guaçu.



**Figura 3:** Representação da RPPN “Parque Florestal São Marcelo”, inserida no município de Mogi-Guaçu/ SP. As sub-parcelas amostrais estão destacadas, sendo: 11 parcelas (1, 2, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 37 e 39) em vermelho representando o Argissolo, e nove parcelas (4, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 32 e 35) em amarelo representando o Latossolo.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, J.C.R.** 2009. Nutrição, crescimento, eficiência de uso de água e de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Aquino, C. & Barbosa, L.M.** 2009. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. *Revista Árvore* 33: 349-358.
- Aronson, J.** 2010. What can and should be legalized in ecological restoration? *Revista Árvore* 34: 451-454.
- Aronson, J., Brancalion, P.H.S., Durigan, G., Rodrigues, R.R., Engel, V.L., Tabarelli, M., Torezan, J.M.D., Gandolfi, S., Melo, A.C.G., Kageyama, P.Y., Marques, M.C.M., Nave, A.G., Martins, S.V., Gandara, F.B., Reis, A., Barbosa, L.M. & Scarano, F.R.** 2011. What role should government regulation play in ecological restoration? Ongoing debate in São Paulo State, Brazil. *Restoration Ecology* 19: 690-695.
- Barbosa, K.C. & Pizo, M.A.** 2006. Seed Rain and Seed Limitation in a Planted Gallery Forest in Brazil. *Restoration Ecology* 14: pp. 504–515.
- Barbosa, L.M.** 2000. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho (orgs.). *In: Mata Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo, pp. 289-311.
- Barbosa, L.M.** 2011a. Histórico de políticas públicas para a restauração de áreas degradadas do estado no São Paulo. *In: T.H.K. Uehara & F.B. Gandara (orgs.). Cadernos da Mata Ciliar, IV*, São Paulo, pp. 6-10.
- Barbosa, L.M.** 2011b. Consolidação das propostas para pesquisas prioritárias envolvendo a restauração ecológica, apresentadas no Instituto de Botânica de São Paulo. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica*, São Paulo, pp. 215-220.

**Barbosa L. M., Barbosa, J.M., Barbosa, K.C., Potomati, A., Martins, S.E., Asperti, L.M., Melo, A.C.G., Carrasco, P.G., Castanheira, S.A., Pilackas, J.M., Contieri, W.A., Mattioli, D.S., Guedes, D.C., Santos Junior, N, Silva, P.S.S. & Plaza, A.P.** 2003. Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. *Florestar Estatístico* 6: 28-34.

**Barbosa, L.M., Barbosa, T.C. & Barbosa, K.C.** 2011. Ferramentas disponíveis visando à restauração ecológica de áreas degradadas: contribuição do Instituto de botânica de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, pp. 111-118.*

**Bellotto, A., Viani, R.A.G., Nave, A.G., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. *In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 128-146.*

**Botrel, R.T., Oliveira-Filho, A.T., Rodrigues, L.A. & Curi, N.** 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 195-213.

**Bourscheid, K. & Reis, A.** 2010. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. *Biotemas* 23: 23-30

**Brancalion, P. H. S., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009a. Fase 3: Restauração baseada na sucessão determinística, buscando reproduzir uma floresta definida como modelo. *In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 24-30.*

**Brancalion, P. H. S., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009b. Fase 5: incorporação do conceito da diversidade genética na restauração ecológica. *In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp.37-54.*

**Brancalion, P. H. S., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009c. Fase 8: uma visão ecossistêmica do processo de restauração ecológica. *In*: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 78-85.

**Brancalion, P.H.S., Rodrigues, R.R., Gandolfi, S., Kageyama, P.Y., Nave, A.G., Gandara, F.B., Barbosa, L.M. & Tabarelli, M.** 2010. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore* 34: 455-470.

**Breugel, M, Hall, J., Craven, D.J., Gregoire, T.G., Park, A., Dent, D.H., Wishnie, M.H., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeño, N. & Ashton, M.S.** 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management* 261: 1580–1589.

**Budowski, G.** 1965. Distribution of tropical American rain Forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 15: 40-42.

**Calmon, M. Brancalion, P.H.S., Paese, A., Aronson, J., Castro, P., Silva, S.C. & Rodrigues, R.R.** 2011. Emerging Threats and Opportunities for Large-Scale Ecological Restoration in the Atlantic Forest of Brazil. *Restoration Ecology* 19: 154-158.

**Casagrande, J.C. & Soares, M.R.** 2007. Recuperação de solos degradados: interação solo-planta. *In*: L.M. Barbosa & N.A. Santos Junior (orgs.). *A botânica no Brasil: pesquisasa, ensino e políticas públicas ambientais*, São Paulo, pp. 53-57.

**Casagrande, J.C., Soares, M.R., Bonilha, R.M., Reis-Duarte, R.M. & Cunha, J.A.C.** 2011. Interação solo-planta-clima para a restauração de ecossistemas naturais-“a restinga é edáfica”: consequências para sua recuperação. *In*: L.M. Barbosa (coord.). *Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica*, São Paulo, pp. 133-146.

**Catharino, E. L M.** 2006. As florestas montana da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (São Paulo, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Chazdon, R. L.** 2008. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *Science* 320: 1458-1460.

- Chazdon, R.L., Letcher, S.G, Breugel M., Martínez-Ramos M., Bongers, F. & Finegan, B.** 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of The Royal Society* 362: 273–289.
- Clark D.B., Palmer, M.W. & Clark, D.A.** 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80: 2662–2675.
- Clements, F.E.** 1916. *Plant Succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute, Washington D.C.
- Clements, F.E.** 1936. Nature and the structure of the climax. *Journal of ecology* 24: 252-284.
- Connell, J.H. & Slatyer, R.O.** 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in the community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Costa, L.G.S. & Mantovani, W.** 1995. Flora arbustivo-arbóreo de trecho de mata mesófila semidecídua, na estação ecológica de Ibicatu, Piracicaba (SP). *Hoehnea* 22: 47-58.
- Couto, H.T.Z. & Barbosa, T.C.** 2011. Medição e Monitoramento da Biodiversidade em áreas restauradas com espécies nativas. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, pp. 67-78.*
- Damasceno, A.C.F.** 2005. Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Dias, L.E., Franco, A.A. & Campello, E.F.C.** 2007. Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas. *In: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). Fertilidade do solo. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 955-990.*
- Durigan, G. & Leitão-Filho, H.F.** 1995. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. *Revista do Instituto Florestal* 7: 197-239.

- Durigan, G.** 2012. Estrutura e diversidade de comunidades florestais. *In*: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Editora UFV, Viçosa, pp.294-325.
- Durigan, G., Engel, V.L. Torezan, J.M., Melo, A.C.G., Marques, M.C.M., Martins, S.V., Reis, A. & Scarano, F.R.** 2010. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? *Revista Árvore* 34: 471-485.
- Falk, D.A., Palmer, M.A & Zedler, J.B.** 2006. Foundations of restoration ecology. Island Press, Washington D.C.
- Ferreira-Junior, W.G., Silva, A.F., Schaefer, C.E.G.R., Meira Neto, J.A.A., Dias, A.S., Ignácio, M. & Medeiros, M.C.M.P.** 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a brazilian atlantic tropical semideciduous forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64: 137-157.
- Gandolfi, S.** 1991. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo. Município de Guarulhos, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.
- Gandolfi, S.** 2000. História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- Gandolfi, S., Bellotto, A. & Rodrigues, R. R.** 2009. FASE 7: Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. *In*: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 62- 77.
- Gandolfi, S., Joly, C.A. & Rodrigues, R.R.** 2007. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola* 64: 433-438.
- Gross, M.** 2007. Restoration and the origins of ecology. *Restoration Ecology* 15: 375–376.
- Guariguata, M.R. & Ostertag, R.** 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148: 185- 206.

- Isernhagen, I, Brancalion, P. H. S., Rodrigues, R. R. & Gandolfi, S.** 2009. FASE 4: Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re-construção de uma floresta. *In*: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 31–37.
- Kageyama, P.Y.** 2007. A biodiversidade como ferramenta em agroecossistemas. *In*: L.M. Barbosa & N.A. Santos Jr. (orgs.). A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais, São Paulo, pp. 83-87.
- Kent, M.** 2012. Vegetation description and data analysis. A practical approach. John Wiley & Sons, Oxford.
- Köopen, W.** 1948. Climatologia. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kronka,** 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Imprensa Oficial, São Paulo.
- Lal, R.** 2001. Word cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Advances in Agronomy* 71: 145-191.
- Leite, E.C. & Rodrigues, R.R.** 2008. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. *Revista Árvore* 32: 583-595.
- Letcher, S.G. & Chazdon, R.L.** 2009. Rapid Recovery of Biomass, Species Richness, and Species Composition in a Forest Chronosequence in Northeastern Costa Rica. *Biotropica* 41: 608–617.
- Magurran, A.E.** 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- Manago, L.F.S., Martins, S.V., Venzke, T.S. & Ivanauskas N.M.** 2012. Os processos e estágios sucessionais da mata atlântica como referência para a restauração florestal. *In*: S.V. Martins (ed.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Editora UFV, Viçosa, pp. 69-100.

- Mandetta, E.C.N.** 2007. Avaliação florística e de aspectos da estrutura da comunidade de um reflorestamento com dois anos e meio de implantação no município de Mogi-Guaçu-sp. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Martins, S. V. & Kunz, S.H.** 2007. Use of Evaluation and Monitoring Indicators in a Riparian Forest Restoration Project in Viçosa, Southeastern Brazil. *In: R.R. Rodrigues, S.V. Martins, S. Gandolfi.* (orgs.). High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil. 1 ed. Nova Science Publishers, New York, pp. 261-273.
- Martins, S.V., Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. & Calegari, L.** 2012. Sucessão Ecológica: Fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. *In: S.V. Martins* (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Editora UFV, Viçosa, pp.21-52.
- Mckay, J.K., Christian, C.E., Harrison, S. & Rice, K.J.** 2005. “How local is local”? A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology* 13: 432-440.
- Melo, A.C.G, Contieri, W., Martins, S.E., Zaconi, L.T., Barbosa, L.M.Potomatti, A., Silva, P.M.S.** 2002. Diagnóstico da recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo: diretrizes e recomendações. *In: V simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas degradadas – água e Biodiversidade*, Belo Horizonte, pp. 469-471.
- Melo, A.C.G. de & Durigan, G.** 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema 73: 101-111.
- Meurer, E.J.** 2007. Fatores que influenciam o crescimento das plantas. *In: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves* (eds.). Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 65-90.
- Moraes, L.F.D & Oliveira, R.E.** 2011. Reflexão sobre a restauração ecológica no Brasil: a atuação da Rede Brasileira de Restauração Ecológica (REBRE). *In: L.M. Barbosa* (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, pp. 125-131.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F.** 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In: L.P.C. Morellato* (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora Unicamp, Campinas/SP, pp. 112-140.

- Morellato, L.P.C.** 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. *In*: L.P.C. Morellato (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora Unicamp, Campinas, pp. 98-110.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York.
- Myers, N.** 1988. Threatened Biotas: “Hot Spots” in Tropical Forests. *The Environmentalist* 8: 187-208.
- Oliveira, R.E.** 2011. O estado da arte da ecologia da restauração e sua relação com a restauração de ecossistemas Florestais no bioma Mata Atlântica. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela E.A. & Carvalho, D.A.** 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 58: 139–158.
- Peet, R. K.** 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- Pickett, S.T.A, Collins, S.L & Armeto, J.J.** 1987. A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. *Vegetatio* 69: 109-114.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S.** 1985. The ecology of natural disturbance and patch Dynamics. Academic Press, New York.
- Pielou, E.C.** 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley InterScience, New York.
- Pielou, E.C.** 1975. Ecological diversity. Wiley InterScience, New York.
- Pinto, L.P, Hirota, M., Calmon, M., Rodrigues, R.R. & Rocha, R.** 2009. A Mata Atlântica. *In*: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata

Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 6-10.

**Pinto, S.I.C., Martins, S.V., Barros, N.F, Dias, H.C.T. & Kunz, S.H.** 2008. Influence of environmental variables on the shrub and tree species distribution in two Semideciduous Forest sites in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 56: 1557-1569.

**Pitelli, R.A. & Pitelli, R.L.C.M.** 2009. Ecologia e manejo de invasões biológicas vegetais em ambientes naturais. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do III Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas, São Paulo pp, 199-204.*

**Rigatto, P.A., Dedecek, R.A. & Mattos, J.L.M.** 2005. Influência dos atributos do solo sobre a produtividade de *Pinus taeda*. *Revista Árvore* 29: 701-709.

**Rodrigues, R.R.** 1986. Levantamento florístico e fitossociológico da Serra do Japi, Jundiaí, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S.** 2004. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. *In: R.R. Rodrigues & H.F Leitão-Filho (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação.* EDUSP, São Paulo, pp. 235-247.

**Rodrigues R.R. & Shepherd, G.J.** 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. *In: L.P.C. Morellato (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.* Editora Unicamp, Campinas, pp. 64-96.

**Rodrigues, L.A., Carvalho, D.A., Oliveira-Filho, A.T. & Curi, N.** 2007b. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore* 31: 25-35.

**Rodrigues, R.R., Gandolfi, S., Nave, A.G.; Aronson, J., Barreto, T.E., Vidal C.Y. & Brancalion, P.H.S.** 2011. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261: 1605–1613.

**Rodrigues, R.R., Lima, R.A.F., Gandolfi, S. & Nave, A.G.** 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142: 1242–1251.

**Rodrigues, R.R., Martins, S.V. & Gandolfi, S.** 2007a. High diversity forest restoration in degraded areas: Methods and projects in Brazil. Nova Science Publishers, New York.

**Roza, A.F.** 1997. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma floresta estacional semidecidual: Mata da Virgínia, Matão, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Ruggiero, P.G.C., Batalha, M.A., Pivello, V.R. & Meirelles, S.T.** 2002. Soil-vegetation relationships in Cerrado (Brazilian savanna) and Semideciduous Forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 160: 1–16.

**Ruiz-Jaen, M.C. & Aide, T.M.** 2005. Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology* 13: 569–577.

**Santos, M.R.O., Guardia M.C., Scaf, M.F., Asperti L.M., Figliolia M.B., Lorza R.F. & Oliva A.** 2009. *In*: W. Delitti (org.). Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço/MG, pp. 1-3.

**São Paulo, 2003.** Resolução SMA nº 47, de 27 - 11 - 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21-11-2001; Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo - Meio Ambiente.

**São Paulo, 2008.** Resolução SMA nº 8, de 31-1-2008 Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo - Meio Ambiente.

**São Paulo, 2008.** Resolução SMA nº 68, de 19-9- 2008. Estabelece regras para a coleta e utilização de sementes oriundas de Unidades de Conservação no Estado de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de São Paulo - Meio Ambiente.

- Schaefer, C.E.G.R., Mendonça, B.A.F., Ferreira-Junior, W.G., Valente, E.L. & Corrêa, G.R.** 2012. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. *In*: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Editora UFV, Viçosa, pp.252-293.
- SER.** 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society For Ecological Restoration International Science & Policy Working Group.
- Sette-Junior, C.R., Tomazello-Filho, M., Dias, C.T.S. & Laclau, J.P.** 2010. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex. Maiden relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. *Revista Árvore* 34: 979-990.
- Sgarbi, F.** 2002. Produtividade do *Eucalyptus* sp. em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em regiões do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Simpson, E.H.** 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Siqueira, L.P.** 2002. Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Siqueira, J.O., Soares, C.R.F.S. & Silva, C.A.** 2008. Matéria orgânica em solos degradados. 2008. *In*: G.A. Santos, L.S. Silva & L.P. Canellas, F.O. Camargo. (eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. 2 ed. Metrópole, Porto Alegre, pp.495-524.
- Sorreano, M.C.M.** 2002. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Souza, F.M. & Batista, J.L.F.** 2004. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management* 191: 185–200.
- Suganuma, M.C., Torezan, J.M.D., Cavalheiro, A.L. & Laforga, A.L.** 2008. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. *Revista Árvore* 32: 377-385.

- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo - Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 59: 239-250
- Tilman, D.** 1985. The resource-ratio hypothesis of plant succession. *American Naturalist* 125: 827-852.
- Trevelin, L.C., Silveira, M., Port-Carvalho, C., Homem, D.H. & Cruz-Neto, A.P.** 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management* 291: 136–143.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A.** 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- Vieira, D.C.M., & Gandolfi, S.** 2006. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 541-554.
- Whitmore, T. C.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.

## CAPÍTULO I: FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO ARBÓREO

**Resumo: (Fitossociologia e estrutura do estrato arbóreo).** Foi realizado um estudo fitossociológico do estrato arbóreo, de um reflorestamento com nove anos após o plantio, em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), em Mogi-Guaçu/SP. Avaliaram-se todos os indivíduos do estrato arbóreo ( $CAP \geq 15$  cm), obtidos em amostragens realizadas em 20 sub-parcelas (12,5 x 18 m), locadas em 20 parcelas permanentes, estabelecidas no início do reflorestamento. Obtiveram-se, no levantamento, 364 indivíduos e uma riqueza de 76 espécies, 63 gêneros e 24 famílias, para uma área de 0,45 ha. A composição de espécies foi semelhante para as idades de dois anos e meio e nove anos após o plantio, o que demonstrou pouca influência de espécies alóctones, nesse estrato. O dossel variou, predominantemente, entre 5 e 11 m de altura, e os indivíduos emergentes, *Schizolobium parahyba* e *Croton floribundus*, ultrapassaram os 14 metros. A área basal foi estimada em  $18,29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , sendo que as espécies pioneiras contribuíram com 69,2 %. Observou-se que a densidade estimada foi baixa,  $809 \text{ indivíduos ha}^{-1}$ . Houve aumento de parâmetros como a área basal e altura média, enquanto a diversidade não variou ao longo do tempo. A diversidade encontrada, índice de Simpson (1-D), 0,97, e de Shannon (H'), 3,87, e o índice de equitatividade de Pielou (J'), 0,89, foram considerados altos para o reflorestamento da RPPN, quando comparados com outros estudos. Estes parâmetros, área basal, altura média e diversidade, são descritores adequados, podendo ser utilizados como indicadores de desenvolvimento para a RPPN. As espécies exóticas, que foram plantadas erroneamente ou que se espalharam espontaneamente pela RPPN, bem como aquelas que se encontram nos seus arredores, podem comprometer a diversidade da RPPN, devendo, portanto, ser erradicadas. A semelhança da composição de espécies da RPPN com remanescentes naturais que ocorrem na região, associada ao uso de espécies enquadradas em algum grau de ameaça no plantio, conferem grande importância da reserva na conservação da biodiversidade.

Palavras chave: restauração ecológica, reflorestamento, alta diversidade.

**Abstract: (Phytosociology and structure of woody overstory).** A phytosociological survey on tree stratum (woody overstory) was undertaken in a nine year old reforestation at a Private Reserve of Natural Heritage (RPPN), Mogi Guaçu, São Paulo State. This study evaluated all the specimens from the tree stratum (Circumference at Breast Height (CBH)  $\geq$  15 cm). The specimens were obtained from 20 subplots (12,5 x 18 m), located in 20 permanent plots, established at the beginning of the reforestation. It was observed 364 specimens from the tree stratum; richness of 76 species, 63 genera and 24 families, in a 0,45 ha area. The species composition for the two and a half and nine year old were similar, indicating little influence of allochthonous species on this stratum. The canopy height ranged from 5 to 11 m, and the emergent specimens, *Schizolobium parahyba* and *Croton floribundus*, were taller than 14 m. The estimated basal area was 18,29 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, and the pioneer species contributed with a 69,2 percentage. It was found a low estimated density of 809 specimens ha<sup>-1</sup>. Both basal area and average height parameters have increased throughout time, whereas the diversity did not. The Simpson (1-D) diversity index was of 0,97; the Shannon index (H'), 3,87; and the Pielou index (J') of 0,89, were considered high to RPPN reforestation in comparison to other studies. These parameters, basal area, average height and diversity are considered good descriptors and can be used as descriptors of RPPN development. The exotic species which were wrongly planted or disseminated spontaneously, as well as those exotic species found in the surroundings of the RPPN must be eradicated as they could compromise the RPPN diversity. The similarity of the composition of RPPN species to local natural fragments, associated with the use of endangered species in the reforestations, confer the great importance of the reserve to the conservation of biodiversity.

Keywords: ecological restoration, reforestation, high diversity.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, quando se trata de restauração florestal, a principal metodologia utilizada tem sido o plantio direto de mudas, que tem atendido, principalmente, demandas referentes à recomposição de reservas legais, de áreas de preservação permanente e ações voltadas para a compensação ambiental (Moraes & Oliveira 2011).

Visando à manutenção desses reflorestamentos ao longo do tempo, têm-se sugerido o plantio com alta diversidade de espécies nativas regionais (Barbosa & Barbosa 2007, Rodrigues *et al.* 2009, Rodrigues *et al.* 2011, Barbosa *et al.* 2012). Essa iniciativa é bastante plausível, considerando que a maioria dos ecossistemas brasileiros é formada por um grande número de espécies (Martins *et al.* 2012).

A real situação do estado desses reflorestamentos, se caminham para o sucesso, ou se merecem novas intervenções, só pode ser conhecida a partir do momento em que se avalia o seu estado de desenvolvimento, durante o processo de restauração.

Nesse contexto, avaliar e monitorar essas áreas permite verificar se o objetivo foi alcançado, possibilitando, inclusive, redefinir a trajetória ambiental das áreas em processo de restauração, caso se apresentem em declínio, ou com poucos sinais de sustentabilidade, ao longo do tempo (Brancalion *et al.* 2012).

Dessa forma, analisar a estrutura da floresta, utilizando indicadores adequados que expressem, da melhor forma, a real situação de uma área, é fundamental para verificar se as áreas restauradas atingiram os seus objetivos (Bracalion *et al.* 2012).

Um dos aspectos relevantes do presente trabalho é subsidiar o conhecimento sobre áreas reflorestadas com alta diversidade, e avaliar, por meio dos indicadores usados, a sustentabilidade de áreas em processo de restauração iniciada a partir de floresta implantada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### **Fitossociologia e caracterização florística**

O levantamento fitossociológico das espécies arbóreas foi realizado nas 20 sub-parcelas amostrais, 12,5 x 18 m (225 m<sup>2</sup>) pertencentes a 20 parcelas experimentais. Foram obtidas as medidas dendométricas, altura e diâmetro, para os indivíduos arbóreos encontrados nas linhas do plantio, com Circunferência à Altura do Peito (CAP) igual ou maior que 15 cm. Todos os indivíduos foram marcados com placas de identificação.

No caso dos indivíduos com mais de um tronco, foram mensurados os perímetros de todos os troncos com CAP igual ou maior que 15 cm. As estimativas de altura foram obtidas com a utilização de uma trena eletrônica (LEICA DISTO<sup>TM</sup> D8), e as medidas de perímetro, com a utilização de uma fita métrica.

A identificação das espécies ocorreu na área e aquelas que não puderem ser identificadas desta forma, foram herborizadas e encaminhadas ao Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo, para identificação por meio de consulta a especialistas. As espécies foram organizadas em listagem por famílias, de acordo com o Angiosperm Phylogeny Group (APG III 2009). A nomenclatura foi atualizada pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (2012) e listagem do Missouri Botanical Garden (2012). Foram coletados espécimes mais relevantes e de interesse, incorporados no Herbário SP (Instituto de Botânica de São Paulo), seguindo técnicas tradicionais (Mori *et al.* 1985) e identificados por especialistas.

A classe sucessional das espécies foi classificada em pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climácicas), segundo a lista estabelecida pela Resolução SMA 08/08, disponível no site do Instituto de Botânica de São Paulo ([http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa\\_cientifica/restauracao\\_ecologica/RELA%C3%87%C3%83O%20DE%20MUDAS.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa_cientifica/restauracao_ecologica/RELA%C3%87%C3%83O%20DE%20MUDAS.pdf)). As espécies que não constaram na lista foram consultadas com especialista (Eduardo Luís Martins Catharino). As espécies exóticas e as espécies identificadas em nível de gênero não foram classificadas.

Para a classificação da síndrome de dispersão das espécies, em anemocóricas, zoocóricas e autocóricas, também se utilizou a lista estabelecida pela Resolução SMA 08/08. As espécies que não constaram na lista foram consultadas com especialista (Eduardo Luís Martins Catharino). As espécies identificadas em nível de gênero não foram classificadas.

### **Análise dos dados**

A estrutura da comunidade foi descrita a partir dos parâmetros fitossociológicos, como Frequência Relativa (Fr.R), Abundância Relativa (A.R) e Dominância Relativa (Do.R), Índice de Valor de Cobertura e Importância (IVC e IVI), segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

$$IVCi = ARi + FrRi$$

$$IVIi = ARi + FrRi + DoRi$$

Sendo:

$$ARi \text{ (Abundância Relativa da espécie } i) = 100 \times ni / \sum_{i=1}^S ni$$

$ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$$FRi \text{ (Frequência Relativa da espécie } i) = 100 \times F.Ai / \sum_{i=1}^S F.Ai$$

$F.Ai$  (Frequência Absoluta da espécie  $i$ ) =  $Pi/P$

$Pi$  = número de parcelas que ocorre a espécie  $i$ ,

$P$  = número total de parcelas

$$DoRi \text{ (Dominância Relativa da espécie } i) = 100 \times ABi / \sum_{i=1}^S ABi$$

$ABi$  = área basal da espécie  $i$

$$ABi = CAP^2/4 \pi$$

A diversidade foi calculada pelo índice de Shannon ( $H'$ ), com base logarítmica natural, e a equitatividade determinada pelo índice de Pielou ( $J'$ ) (Pielou 1969, 1975), descrita segundo Magurran (2004):

Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ )

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left( \frac{ni}{N} \cdot \ln \frac{ni}{N} \right)$$

Sendo:

$ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = número total de indivíduos amostrados

$\ln$  = logaritmo natural

$S$  = número total de indivíduos

Índice de equitatividade de Pielou ( $J'$ )

$$J' = H' / (HMax)$$

Sendo:

$H'$  = índice de diversidade de Shannon;

$HMax$  (diversidade máxima) =  $\ln(s)$ , sendo “ $s$ ” o número total de espécies amostradas.

A diversidade também foi calculada pelo índice de Simpson (1949). Para obter uma relação direta entre diversidade e o índice de Simpson, o mesmo foi subtraído do seu valor máximo, 1, conforme descrito por Magurran (2004).

$$1-D=1-\sum(n_i[n_i - 1]/N[N - 1])$$

Sendo:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = número total de indivíduos.

### 3. RESULTADOS

#### Composição florística

No levantamento florístico da área amostral (0,45 ha), foram encontrados 364 indivíduos com CAP  $\geq$  15 cm, sendo listadas 76 espécies, 63 gêneros e 24 famílias (Tabela 1). Entre essas espécies, 70 são nativas e seis são exóticas: *Jacaranda mimosifolia*, *Tecoma stans*, *Cordia abyssinica*, *Melia azedarach*, *Eucaliptus* sp e *Psidium guajava*.

As famílias que apresentaram maior riqueza foram respectivamente: Fabaceae (20 espécies), Bignoniaceae (10 espécies) e Anacardiaceae (7 espécies). As três famílias contribuíram com 48,7 % das espécies. Em relação às demais famílias, dez apresentaram apenas uma espécie, seis famílias apresentaram duas espécies, e cinco famílias, de três a quatro espécies.

Foram encontradas duas espécies enquadradas, segundo Mamede *et al.* (2007), como “vulneráveis”: *Myracrodruon urundeuva* e *Myroxylon peruiferum*, e três espécies enquadradas como “quase ameaçadas”: *Aspidosperma polyneuron*, *Copaifera langsdorffii* e *Balfourodendron riedelianum*.

**Tabela 1:** Espécies arbóreas com CAP  $\geq$  15 cm, amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. \*Não constam na lista de plantio; \*\*Espécies exóticas; 1- Lista de espécies do Instituto de Botânica de São Paulo; 2 – Catharino (Comunicação pessoal); N.Pioneira – Não Pioneira; Anem.– Anemocórica; Aut.-Autocórica; Zooc.-Zoocórica; N.C-Não classificada; Regen.- Regenerante.

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>ANACARDIACEAE</b>				
Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio*
Guaritá	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Aroeira-branca	<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Aroeira-preta	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Aroeira-folha-de-salso	<i>Schinus molle</i> L.	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>	Plantio
Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Peito-de-pomba	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 1. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>APOCYNACEAE</b>				
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Peroba-poca	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio. <sup>1</sup>
Leiteiro	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ASTERACEAE</b>				
Candeia	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>BIGNONIACEAE</b>				
Ipê-roxo de sete folhas	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-roxo-bola	<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-roxo	<i>Handroanthus</i> cf. <i>serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio*
Ipê sp.	<i>Handroanthus</i> sp.	N.C	N.C	N.C
Jacarandá-caroba	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don**	Exótica	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio*
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-de-jardim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth**	Exótica	Anemo. <sup>2</sup>	Regen.
Ipê-felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>BORAGINACEAE</b>				
Laranjinha-pegajosa	<i>Cordia abyssinica</i> R. Br. ex A. Rich.**	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Plantio
Louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 1. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
Tanheiro	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
Capixingui	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Mamoninha-do-mato	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
<b>FABACEAE</b>				
Farinha-seca	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Angico-vermelho	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia</i> sp.	N.C	N.C	Plantio*
Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio*
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Ingá-do-brejo	<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Penn.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Pau-de-angu	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Espinho-de-maricá	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Cabreúva	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Angico-da-mata	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 1. (cont.)

<b>Nome popular</b>	<b>Família/Espécie</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>	<b>Origem</b>
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Coração-de-negro	<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Aldrago	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pioneira <sup>1</sup>	Anem. <sup>2</sup>	Plantio
Monjoleiro	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>2</sup>	Plantio
<b>LAMIACEAE</b>				
Tamanqueiro	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>LAURACEAE</b>				
Canelinha	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>LYTHRACEAE</b>				
Mirindiba-rosa	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MALVACEAE</b>				
Algodoeiro	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio*
Painera	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MELIACEAE</b>				
Cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Cedro-do-brejo	<i>Cedrela odorata</i> L.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.**	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Regen.

Tabela 1. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>MORACEAE</b>				
Figueira-do-mato	<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio*
Taiúva	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MYRSINACEAE</b>				
Capororoca-branca	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	N.Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MYRTACEAE</b>				
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Exótica	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.**	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>	Plantio
Eucalípto	<i>Eucalyptus</i> sp. **	Exótica	N.C	Regen.
<b>PHYTOLACCACEAE</b>				
Pau d'alho	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>POLYGONACEAE</b>				
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio
<b>RHAMNACEAE</b>				
Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Saguaragi-amarelo	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ROSACEAE</b>				
Pessegueiro-bravo	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>RUBIACEAE</b>				
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>RUTACEAE</b>				
Pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Tingui-preto	<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>SALICACEAE</b>				
Guaçatonga	<i>Casearia cf. decandra</i> Jacq.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio*

Tabela 1. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>URTICACEAE</b>				
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>VERBENACEAE</b>				
Lixa	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Pau-viola	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

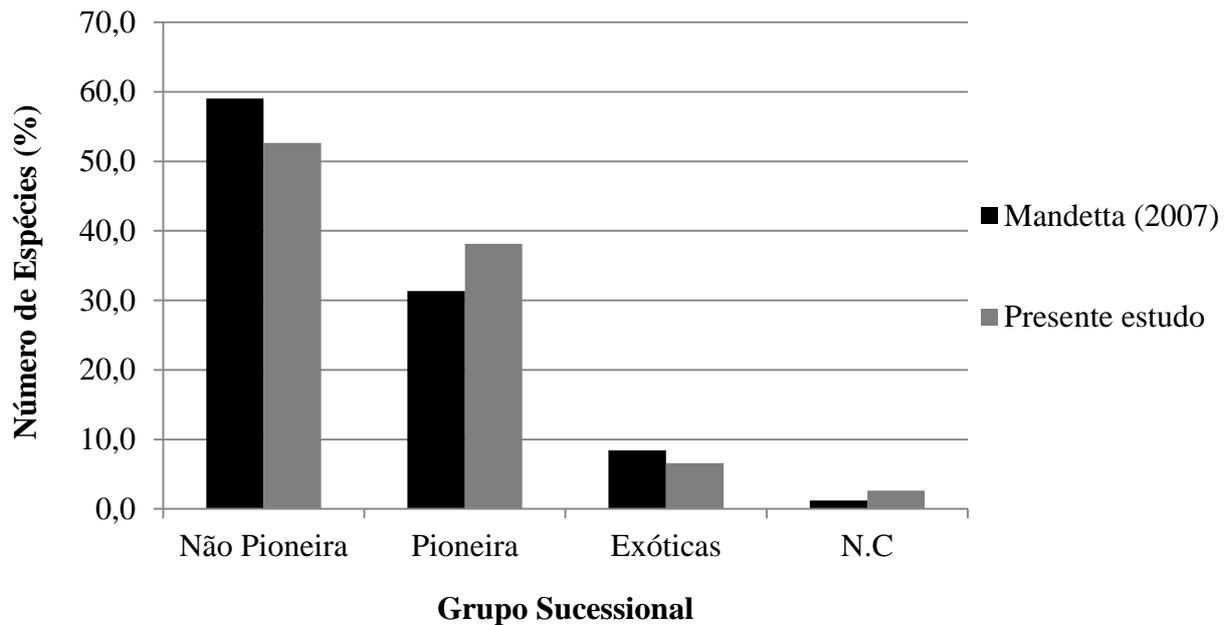
### Grupos sucessionais

Na classificação das espécies, de acordo com o grupo sucessional: 52,6 % são espécies não pioneiras, 36,8 % são espécies pioneiras, 8,0 % são classificadas como espécies exóticas, e 2,6 % não foram classificadas (N.C) (Tabela 2). Em relação à classificação dos indivíduos quanto ao grupo sucessional, foram obtidos os seguintes valores: 49,2 % pioneiros, 41,0 % não pioneiros, 9,3 % exóticos e 0,5 % não foram classificados.

**Tabela 2:** Espécies e indivíduos arbóreos com CAP  $\geq$  15 cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com os grupos sucessionais. N. Pioneira – Não Pioneira; N.C-Não classificada.

	Não Pioneira	Pioneira	Exótica	N.C	Total
Nº Espécies	40	28	6	2	76
%	52,6	36,8	8,0	2,6	100
Nº Indivíduos	149	179	34	2	364
%	41,0	49,2	9,3	0,5	100

As espécies levantadas no presente estudo foram comparadas, quanto ao grupo sucessional, com outro estudo desenvolvido na mesma área, por Mandetta (2007), 2 anos e meio após o plantio (Figura 4). Para que fosse possível realizar a comparação entre os estudos, a lista de espécies levantadas por Mandetta (2007) foi atualizada quanto à nomenclatura e as espécies foram classificadas, quanto ao grupo sucessional, de acordo com o critério adotado para o presente estudo. A proporção de espécies, classificadas de acordo com o grupo sucessional, foi semelhante para os dois estudos.



**Figura 4:** Grupos sucessionais dos dois trabalhos desenvolvidos na RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, com dois anos e meio (Mandetta 2007) e 9 anos após plantio (Presente estudo). N.C- Não Classificadas.

### Síndromes de dispersão

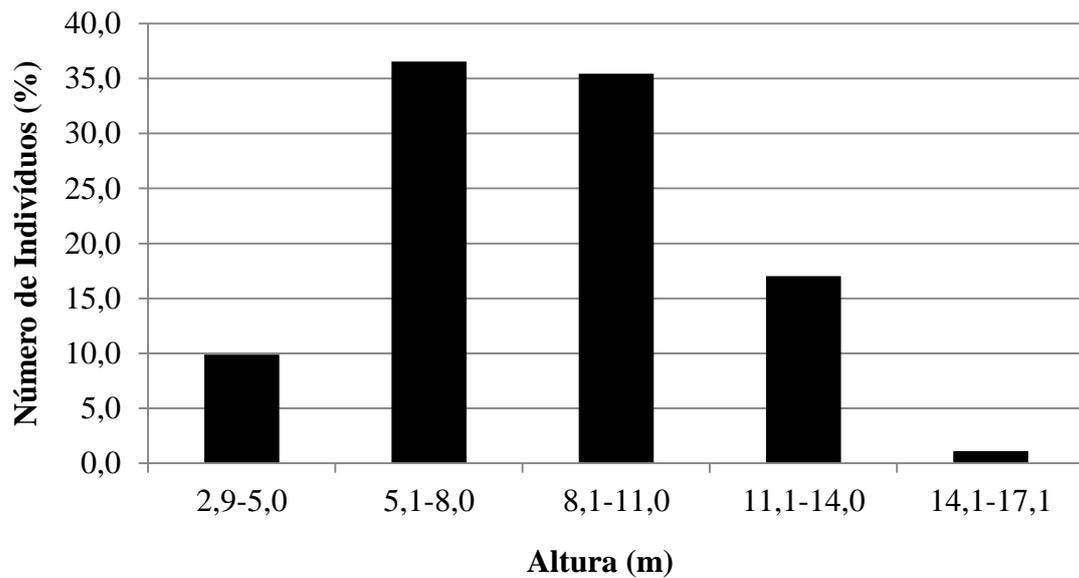
Na classificação da síndrome de dispersão das espécies: 39,5 % são anemocóricas, 35,5 % são zoocóricas e 21,1 % são autocóricas (Tabela 3). Em relação à classificação dos indivíduos: 47 % são zoocóricos, 31,9 % são anemocóricos e 20,3 % são autocóricos.

**Tabela 3:** Espécies e indivíduos arbóreos com CAP  $\geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com a síndrome de dispersão. Anemo.-Anemocóricas; Zoo.-Zoocóricas; Auto.-Autocóricas. N.C-Não classificadas.

	Anemo.	Zoo.	Auto.	N.C	Total
<b>N. Espécies</b>	30	27	16	3	76
<b>%</b>	39,5	35,5	21,1	3,9	100
<b>N. Indivíduos</b>	116	171	74	3	364
<b>%</b>	31,9	47,0	20,3	0,8	100

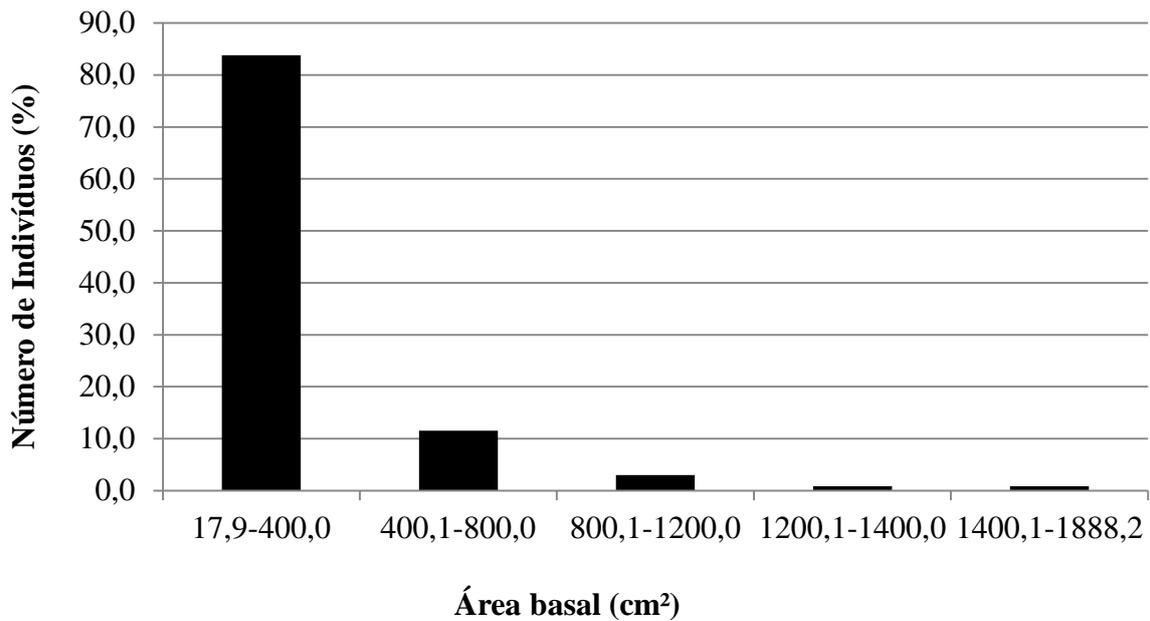
### Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos

A floresta variou, em altura, de 2,9 a 17,1 m, para o estrato arbóreo, no entanto, a maior dos indivíduos predominou entre 5,1 e 11 m (Figura 5). A altura média foi de 8,43 m e a mediana, 8,3 m. Os indivíduos emergentes, considerados aqueles com altura maior que 14 metros, pertenciam às espécies *Schizolobium parahyba* e *Croton floribundus*.



**Figura 5:** Número de indivíduos arbóreos com  $CAP \geq 15$  cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a altura (m), expresso em porcentagem.

A área basal dos indivíduos amostrados variou entre  $17,91 \text{ cm}^2$  ( $0,0018 \text{ m}^2$ ) a  $1188,22 \text{ cm}^2$  ( $0,1188 \text{ m}^2$ ) (Figura 6). A média foi  $226,47 \text{ cm}^2$  e a mediana  $122,41 \text{ cm}^2$ . A área basal foi estimada em  $18,29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , para uma densidade estimada de  $809 \text{ indivíduos ha}^{-1}$ . As espécies pioneiras contribuíram com  $69,2 \%$  da área basal, enquanto as não pioneiras contribuíram com  $27,7 \%$  do total.



**Figura 6:** Número de indivíduos arbóreos com CAP  $\geq$  15 cm, amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a área basal (cm<sup>2</sup>), expresso em porcentagem.

A espécie *Inga vera* subsp. *affinis* apresentou, destacadamente, o maior índice de importância (IVI) em relação às outras espécies, com base na análise dos parâmetros fitossociológicos (Tabela 4). As espécies *Croton floribundus* e *Citharexylum myrianthum* apresentaram segundo e terceiro maiores índices de importância, sendo os valores próximos para as duas espécies. As espécies que apresentaram um valor de IVI entre 8 e 11 foram: *Guazuma ulmifolia*, *Myrsine umbellata*, *Schizolobium parayba*, e *Astronium fraxinifolium*.

A diversidade encontrada na RPPN foi alta, sendo o índice de diversidade de Simpson de 0,97 e de Shannon (H') de 3,87. O índice de equitatividade de Pielou (J') foi 0,89.

**Tabela 4:** Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato arbóreo (CAP  $\geq$  15 cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. F.R - Frequência Relativa; Do.R - Dominância Relativa; A.R - Abundância Relativa; IVC - Índice de Valor de Cobertura; IVI - Índice de Valor de Importância; \*\*Espécies exóticas.

<b>Espécies</b>	<b>F.R</b>	<b>Do.R</b>	<b>A.R</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Penn.	6,64	21,66	10,56	32,22	38,86
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	3,91	9,62	4,72	14,34	18,24
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	5,08	8,24	4,72	12,96	18,04
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2,34	4,35	3,61	7,96	10,31
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	4,30	1,52	4,17	5,69	9,99
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	1,56	6,30	1,11	7,41	8,97
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	2,73	2,37	3,33	5,70	8,44
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> Mattos	2,34	0,87	4,17	5,03	7,38
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2,34	2,12	2,78	4,90	7,24
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2,73	1,30	2,50	3,80	6,53
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	2,73	1,57	2,22	3,79	6,52
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2,34	1,96	1,94	3,91	6,25
<i>Psidium guajava</i> L.**	3,13	0,61	2,50	3,11	6,23
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1,95	2,10	1,67	3,76	5,72
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	2,73	0,55	2,22	2,78	5,51
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.)Kuntze	1,56	2,80	1,11	3,91	5,47
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth**	0,78	0,64	3,61	4,25	5,03
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1,95	1,55	1,39	2,94	4,90
<i>Triplaris americana</i> L.	2,34	0,83	1,67	2,49	4,84
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1,56	1,56	1,67	3,23	4,79
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	1,17	2,45	1,11	3,56	4,73
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	1,95	0,79	1,94	2,74	4,69
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	1,56	1,67	1,39	3,05	4,62
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	1,95	0,97	1,67	2,63	4,59
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	1,17	1,09	1,94	3,03	4,20
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	1,56	1,18	1,11	2,29	3,86

Tabela 4. (cont.)

<b>Espécies</b>	<b>F.R</b>	<b>Do.R</b>	<b>A.R</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	0,78	2,35	0,56	2,91	3,69
<i>Cordia abyssinica</i> R. Br. ex A. Rich.**	0,78	0,93	1,94	2,87	3,65
<i>Cedrela odorata</i> L	0,78	1,78	0,83	2,61	3,40
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	1,17	1,31	0,83	2,14	3,32
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1,56	0,63	1,11	1,74	3,31
<i>Schinus molle</i> L.	0,78	1,08	1,39	2,47	3,25
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1,56	0,42	1,11	1,53	3,09
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1,17	0,95	0,83	1,78	2,95
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	1,56	0,17	1,11	1,28	2,84
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1,17	0,80	0,83	1,63	2,80
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,78	1,05	0,56	1,61	2,39
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	1,17	0,37	0,83	1,20	2,37
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	1,17	0,23	0,83	1,07	2,24
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1,17	0,21	0,83	1,04	2,21
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	0,78	0,60	0,83	1,43	2,21
<i>Melia azedarach</i> L.**	0,78	0,58	0,83	1,41	2,19
<i>Handroanthus</i> cf. <i>serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	1,17	0,08	0,83	0,91	2,08
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0,78	0,62	0,56	1,18	1,96
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	0,78	0,28	0,83	1,12	1,90
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	0,78	0,53	0,56	1,09	1,87
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,78	0,38	0,56	0,94	1,72
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	0,78	0,32	0,56	0,88	1,66
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	0,78	0,32	0,56	0,87	1,65
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	0,39	0,65	0,56	1,20	1,59
<i>Hymenaea courbaril</i> L.var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.	0,78	0,23	0,56	0,79	1,57
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	0,78	0,20	0,56	0,75	1,54
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	0,78	0,17	0,56	0,73	1,51

Tabela 4. (cont.)

<b>Espécies</b>	<b>F.R</b>	<b>Do.R</b>	<b>A.R</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	0,78	0,16	0,56	0,72	1,50
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	0,78	0,13	0,56	0,69	1,47
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	0,39	0,10	0,56	0,65	1,04
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	0,39	0,30	0,28	0,58	0,97
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,39	0,19	0,28	0,47	0,86
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	0,39	0,18	0,28	0,46	0,85
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.)	0,39	0,17	0,28	0,44	0,83
Morong					
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	0,39	0,13	0,28	0,41	0,80
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	0,39	0,11	0,28	0,39	0,78
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don**	0,39	0,09	0,28	0,37	0,76
<i>Handroanthus</i> sp.	0,39	0,08	0,28	0,36	0,75
<i>Bauhinia</i> sp.	0,39	0,07	0,28	0,35	0,74
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	0,39	0,07	0,28	0,34	0,74
<i>Eucaliptus</i> sp.**	0,39	0,06	0,28	0,34	0,73
<i>Genipa americana</i> L.	0,39	0,05	0,28	0,33	0,72
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	0,39	0,04	0,28	0,32	0,71
<i>Croton urucurana</i> Baill.	0,39	0,03	0,28	0,31	0,70
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69
Verl.					
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.)	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69
Engl.					
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,39	0,03	0,28	0,30	0,69

## 4. DISCUSSÃO

### Composição florística

Entre as espécies encontradas na RPPN, 89,5 % das espécies são nativas, demonstrando o predomínio em relação às exóticas. Entre as exóticas encontradas na RPPN, acredita-se que algumas foram plantadas devido a um erro de identificação taxonômica das matrizes de sementes, sendo elas *Cordia abyssinica* e *Jacaranda mimosifolia*.

Na lista do plantio (Anexo II), fornecida pelo Viveiro Camará, observa-se que foi plantada uma espécie de *Cordia* sp., identificada apenas em nível de gênero. Acredita-se que a espécie não identificada, no momento do plantio, corresponde à *Cordia abyssinica*, encontrada no levantamento do presente estudo. Esse fato já foi observado por Mandetta (2007), em um estudo realizado anteriormente na mesma área.

A espécie *C. absynica* é dispersa pela fauna, germina facilmente e se estabelece além das áreas de plantio, com forte potencial invasivo (Durigan *et al.* 2010). A *C. abyssinica* é originária da África, Ásia e Austrália. É uma árvore semidecídua, possui inflorescências axilares e terminais e produção numerosa de frutos (Lorenzi *et al.* 2003). Segundo Durigan *et al.* (2010), a *C. abyssinica* foi amplamente utilizada em reflorestamentos no estado de São Paulo, sendo confundida com outra espécie do mesmo gênero, a *C. superba*, nativa do Brasil.

A outra espécie que provavelmente foi plantada erroneamente, *Jacaranda mimosifolia*, é uma espécie nativa do norte da Argentina, muito semelhante ao *Jacaranda cuspidifolia*, espécie nativa que ocorre no Centro-Oeste, de São Paulo até o Paraná (Lorenzi 2008). O *J. mimosifolia*, conhecido no Brasil como jacarandá mimoso, é utilizado em arborização urbana, principalmente na região sul, e chega a atingir 15 metros de altura (Costa *et al.* 2011).

As diferenças entre *J. cuspidifolia* e *J. mimosifolia*, podem ser observadas para caracteres vegetativos em relação à quantidade, tamanho e forma dos foliólulos (Costa *et al.* 2011). Segundo os autores, a espécie nativa possui menor quantidade de folíolos, sendo maiores e cuspidados, principalmente o folíolo terminal. Já a espécie exótica possui maior quantidade de folíolos, sendo mais curtos e mais ovados nas extremidades. Em relação às flores, o *J. cuspidifolia* apresenta cálice cuspidado e, geralmente, flores mais arroxeadas, em relação a *J. mimosifolia*.

Já a espécie *Psidium guajava* (goiabeira) merece especial atenção, pois tem sido amplamente utilizada em reflorestamentos, constando na lista de plantio, e sendo plantada na RPPN. Essa espécie é considerada subespontânea no Brasil (Sobral *et al.* 2012), sendo que as espécies encontradas no país são cultivares e não a espécie silvestre (Pereira 1984). A espécie é natural da América Tropical, ocorrendo do sul do México ao norte da América do Sul (Soubihe Sobrinho & Gurgel 1962).

A goiabeira é muito atrativa para a fauna, devido à grande quantidade de frutos, podendo ser facilmente dispersa por possuir suas numerosas sementes. No entanto, o potencial invasor da espécie já foi observado em unidades de conservação (Zviejkovski *et al.* 2009).

As outras espécies exóticas encontradas, como *Melia azedarach*, supõe-se que vêm se propagando pela RPPN pela sua alta capacidade de disseminação. A *M. azedarach* é uma espécie arbórea nativa da Índia, caducifólia, apresenta vida curta, atinge entre 10 e 15 m de altura, floresce desde jovem; e apresenta frutos carnosos em abundância e amarronzados, quando maduros, contendo até cinco sementes (Vieira & Gandolfi 2006).

Foram encontrados vários indivíduos de *M. azedarach* em torno do reflorestamento e acredita-se que sua síndrome de dispersão, zoocórica, pode ter contribuído para a sua dispersão pela fauna, ao longo do reflorestamento. Poucos indivíduos arbóreos foram encontrados nas parcelas, no entanto, foram encontrados indivíduos regenerantes distribuídos na reserva.

Outra espécie exótica encontrada na RPPN, considerada altamente invasora é o *Tecoma stans*. Essa espécie, utilizada no paisagismo urbano (Siqueira 2002, Barbosa & Piso 2006), é uma espécie originária do México e América do Norte, sendo amplamente encontrada nos estados brasileiros (Renó *et al.* 2007). Possui grande produção de sementes, crescimento vigoroso e alta brotação caulinar e radicular, além de possuir uma excepcional reprodução assexuada e sexuada (Renó *et al.* 2007).

O *T. stans* possui síndrome de dispersão anemocórica que, associada à grande produção de sementes, facilita a dispersão e disseminação no ambiente. Em estudos que envolvem chuva de sementes (Siqueira 2002, Barbosa & Pizo 2006), *T. stans* está entre as espécies que apresentam maior densidade de sementes. Embora poucos indivíduos arbóreos tenham sido identificados nas parcelas, foram encontrados vários indivíduos regenerantes. *M. azedarach* e *T. stans* são duas espécies que apresentam uma densa chuva de sementes, no entanto, nem sempre são encontrados muitos indivíduos regenerantes, uma vez que as espécies parecem não suportar o sombreamento em uma floresta fechada (Silva *et al.* 2004, Vieira & Gandolfi 2006).

Foi encontrado apenas um indivíduo de eucalipto, com CAP  $\geq 15$  cm, sendo esse não identificado em nível de espécie, devido à falta de material fértil. Técnicas como o anelamento, conforme descrita por Isernhagen *et al.* (2009), podem ser recomendadas para a erradicação dessas espécies exóticas na área.

Embora a maioria das espécies e dos indivíduos seja nativa, as espécies exóticas merecem especial atenção, pois algumas podem tornar-se invasoras. O efeito das espécies invasoras, em ambientes naturais, é hoje a segunda maior causa de extinções no mundo, perdendo apenas para a perda e fragmentação de habitats (Liesenfeld & Pellegrim 2004 *upud* Bourscheid & Reis 2010). Segundo Isernhagen *et al.* (2009), espécies exóticas que se tornam invasoras, dentre elas *M.*

*azedarach* e *T. stans*, são responsáveis por formarem densos agrupamentos, sendo necessário seu manejo.

Em relação às espécies nativas, foram levantadas 70 espécies, sendo que sete não constaram na lista do plantio, sendo elas: *Astronium fraxinifolium*, *Handroanthus* cf. *serratifolius*, *Ficus enormis*, *Cassia leptophylla*, *Bastardiopsis densiflora*, *Casearia* cf. *decandra* e *Alchornea glandulosa*.

*Astronium fraxinifolium*, *Handroanthus* cf. *serratifolius* e *Ficus enormis* já foram encontrados em estudo desenvolvido por Mandetta (2007). De acordo com a autora, pode ter havido erro de identificação taxonômica, como é o caso de *Ficus enormis* com *Ficus guaranica*. O mesmo acredita-se que tenha acontecido para as outras duas espécies, *A. fraxinifolium* com *A. graveolens* e *H. cf. serratifolius* com *Handroanthus* spp.

Em relação às espécies do gênero *Handroanthus*, não foram coletados indivíduos com material fértil, o que dificultou a identificação em nível de espécie para alguns indivíduos.

*Cassia leptophylla*, *Casearia* cf. *decandra* e *Bastardiopsis densiflora*, embora não constem na lista do plantio, acredita-se que tenham origem no plantio. *Cassia leptophylla* já foi encontrada no levantamento realizado por Mandetta (2007). Acredita-se que *Casearia* cf. *decandra*, com base nas características observadas como altura e diâmetro, tenha aproximadamente a idade do plantio. Outro fato que reforça essa inferência é a falta de indivíduos regenerantes, uma vez que não foram observados ao longo da reserva, descartando, dessa forma, a possibilidade da espécie ter surgido na RPPN por chuva de semente. O mesmo acredita-se para *Bastardiopsis densiflora*. Os indivíduos de *B. densiflora* com CAP  $\geq 15$  cm apareceram claramente na linha do plantio.

A *Alchornea glandulosa* foi considerada regenerante, devido à grande quantidade de indivíduos com porte arbóreo e indivíduos regenerantes de diferentes idades, distribuídos em toda RPPN. Essa espécie produz frutos pequenos, do tipo cápsulas, amplamente distribuídos por toda a copa, sendo muito atrativa à avifauna (Valente 2001, Pascotto 2006). Em seu estudo, Pascotto (2006) observou 17 espécies de aves frugívoras, entre oportunistas e especialistas, consideradas potenciais dispersores de *A. glandulosa*.

A dispersão de *A. glandulosa*, no município de Mogi-Guaçu, já foi relatada por Mantovani *et al.* (1989), que observaram o surgimento de plântulas da espécie, a partir da dispersão de sementes. Dessa forma, acredita-se que essa espécie tenha sido propagada pela avifauna local, desde os primeiros anos de implantação da RPPN, o que tem contribuído na inclusão de indivíduos desta espécie, para os estratos arbóreo e regenerante.

Em relação às espécies levantadas no presente estudo, quando comparadas com o estudo realizado anteriormente, na mesma área, por Mandetta (2007), observa-se que 63 espécies (82,9 %) coincidem com as espécies já encontradas. Em relação às demais, somam 13 novas espécies (17,1

%), sendo elas: *Gochnatia polymorpha*; *Alchornea glandulosa*; *Handroanthus* sp.; *Bauhinia* sp.; *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*; *Schizolobium parahyba*; *Aegiphila integrifolia*; *Lafoensia glyptocarpa*; *Bastardiopsis densiflora*; *Eucaliptus* sp.; *Triplaris americana*; *Balfourodendron riedelianum*; *Dictyoloma vandellianum*; *Casearia* cf. *decandra*. Entre as novas espécies amostradas, apenas *A. glandulosa* e *Eucaliptus* sp. não possuem origem do plantio.

A *Triplaris americana* é uma espécie que consta na lista de plantio e foi encontrada no levantamento. Mandetta (2007) encontrou *Triplaris gardneriana*, e a autora faz menção que talvez fosse possível um erro de identificação taxonômica, no viveiro fornecedor de mudas. No entanto, com base na identificação de indivíduos férteis, comprova-se que há presença de *T. americana*, no plantio. Em relação às exóticas, é importante destacar que entre as seis espécies exóticas encontradas na RPPN, cinco já são encontradas desde 2004, no levantamento realizado por Mandetta (2007).

Em relação às espécies que constam no levantamento realizado por Mandetta (2007) e não constam no presente estudo, foram 20 espécies, sendo 10 não pioneiras (*Handroanthus* cf. *chrysotrichus*; *Cordia* *superba*; *Bauhinia* *forficata*; *Erythrina* *falcata*; *Lonchocarpus muehlbergianus*; *Leucochloron incuriale*; *Cariniana estrellensis*; *Cariniana legallis*; *Eugenia brasiliensis*; e *Zanthoxylum rhoifolium*); 6 pioneiras (*Trema micrantha*; *Tibouchina granulosa*; *Heliocarpus popayanensis*; *Eugenia brasiliensis*; *Triplaris gardneriana* e *Solanum granulosoleprosum*); 3 exóticas (*Tabebuia pentaphylla*; *Bauhinia variegata* e *Leucaena leucocephala*) e 1 não classificada (*Tabebuia* sp.). Essas espécies não foram contempladas no presente estudo, por não constarem dentro das parcelas amostrais, ou ainda não atingirem o CAP suficiente para entrar no levantamento.

Em relação às famílias, nota-se que as mais diversas foram Fabaceae, Bignoniaceae e Anacardiaceae, correspondendo às mesmas famílias encontradas por Mandetta (2007). Em relação às áreas conservadas, próximas à área de estudo (Gibbs & Leitão-Filho 1978), a família mais diversa foi Fabaceae. Mantovani *et al.* (1989) observaram que as famílias mais diversas foram, respectivamente, Fabaceae, Myrtaceae e Lauraceae.

Segundo Mantovani *et al.* (1989), em seus estudos no município de Mogi-Guaçu, foram observadas espécies importantes como *Alchornea grandulosa*, *Inga vera*, *Croton urucuana*, *Croton floribundus*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine umbellata*, *Guazuma integrifolia*, *Cecropia pachystachia* e *Copaifera langsdorfii*, que ocorrem naturalmente na mata ciliar do rio Mogi-Guaçu. Em área com menor influência da vegetação ciliar, observa-se presença de *Lithrea molleoides*, *Myrsine coreacea*, *Casearia decandra*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea*, *Matayba elaeagnoides*, *Tapirira guianensis* e *Copaifera langsdorfii*. É importante destacar a semelhança da

composição florística do presente estudo, com estudos de florística que ocorrem em áreas próximas, visando à conservação das espécies que ocorrem no local.

Mantonvani *et al.* (1989) destacam a influência do Cerrado nas formações vegetais, em áreas naturais, localizadas no município de Mogi-Guaçu. Foram encontradas várias espécies na RPPN, que são comuns em área de Cerrado (*lato sensu*), mas ressalta-se que essas espécies são de ampla distribuição, não sendo endêmicas deste bioma. Entre elas se encontram: *Croton floribundus*, *Guazuma ulmifolia*, *Myrsine umbellata*, *Astronium fraxinifolium*, *Handroanthus heptaphylla*, *Schinus terebintifolius*, *Tapirira guianensis* e *Jacaranda cuspidifolia*. Dessa forma, observa-se que, no plantio da RPPN, considerou-se a transição entre Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado (*lato sensu*), havendo, na composição florística da RPPN, espécies que ocorrem em ambas as formações florestais.

Foram encontradas espécies consideradas, de acordo com a lista de espécies ameaçadas de extinção do estado de São Paulo (Mamede *et al.* 2007), como “vulneráveis”, *Myracrodruon urundeuva* e *Myroxylon peruiferum*, e como “quase ameaçadas”, *Aspidosperma polyneuron*, *Copaifera langsdorffii* e *Balfourodendron riedelianum*.

Segundo Melo & Durigan (2007), os reflorestamentos têm mantido uma tendência na restauração dos aspectos funcionais, principalmente de matas ciliares, deixando a desejar na função da restauração e conservação da diversidade. Nesse aspecto, ressalta-se que há cinco espécies enquadradas em duas categorias de ameaça, como citado anteriormente, destacando a importância do reflorestamento da RPPN para a conservação dessas espécies e também da biodiversidade.

### **Grupos sucessionais**

O predomínio de espécies não pioneiras, no estrato arbóreo (53,9 %), já foi observado por Mandetta (2007). Justifica-se esse fato, pois as espécies não pioneiras foram plantadas em maior proporção, 56 %, em relação às pioneiras, 37 % (Lista em anexo II). Observa-se que as espécies da lista de plantio também foram classificadas de acordo com o critério adotado para este trabalho.

Quando se avalia a quantidade de indivíduos, há uma maior proporção de indivíduos pioneiros. No entanto, segundo Catharino (2006), algumas espécies não possuem consenso na literatura, quanto à classificação sucessional. O autor sugere que os erros devido à classificação são menores quando se considera apenas a classificação das espécies, e não a classificação dos indivíduos.

Segundo Whitmore (1989), as espécies classificadas em pioneiras são aquelas que se desenvolvem na presença de luz, e em não pioneiras, aquelas que se desenvolvem em um ambiente com pouca luminosidade. Segundo o autor, o estabelecimento de espécies, de diferentes classes, ocorre de acordo com o tamanho da clareira que é aberta em uma floresta. Em uma condição em

que a clareira é pequena, formada pela senescência das espécies pioneiras, as espécies não pioneiras estabelecem-se e ocupam a clareira. Em condições em que há formação de grandes clareiras, observa-se o desenvolvimento de espécies pioneiras.

A importância de espécies pioneiras, na floresta, está ligada ao estabelecimento de hábitat propício para o desenvolvimento de espécies não pioneiras, que se desenvolvem em ambiente com menor luminosidade. No entanto, o presente estudo é realizado em uma floresta formada a partir de um reflorestamento, em que indivíduos pioneiros e não pioneiros foram plantados simultaneamente, havendo crescimento simultâneo de espécies desses dois grupos sucessionais. Nesta situação, segundo Whitmore (1989), as espécies pioneiras possuem crescimento mais rápido do que as espécies não pioneiras, ocupando o dossel da floresta e sendo posteriormente substituídas por não pioneiras.

Outro fator importante, em uma área em processo de restauração, é a incorporação de biomassa, que pode ser avaliada indiretamente em função da área basal, expressa pela Dominância Relativa (Do.R), obtida a partir da análise fitossociológica (Tabela 3). Entre as espécies que apresentaram maior Do.R, estão cinco espécies pioneiras: *Inga vera* subsp. *affinis*, *Croton floribundus*, *Citharexylum myrianthum*, *Guazuma ulmifolia*, e *Schizolobium parahyba*. Essas espécies pioneiras são responsáveis, juntas, por 50,2 % da dominância relativa. É fundamental a importância de indivíduos desse grupo sucessional, pois contribuem significativamente para o acúmulo de biomassa, além de contribuir também para o acúmulo de matéria orgânica no ecossistema.

É importante destacar que vários indivíduos não pioneiros ainda não apresentaram  $CAP \geq 15$  cm, portanto não foram incluídos no levantamento. São espécies de ciclo de vida longo e que ainda não atingiram porte arbóreo que permitisse sua inclusão neste trabalho.

### **Síndromes de dispersão**

Na RPPN, nota-se que as espécies zoocóricas não foram predominantes quanto à proporção de espécies, conforme se observa para florestas semidecíduas naturais (Morelatto & Leitão-Filho 1992). No entanto, observa-se que houve predominância em relação ao número de indivíduos, para essa síndrome, que ocorreu devido a grande abundância de algumas espécies como *Inga vera* subsp. *affinis*, *Citharexylum myrianthum* e *Myrsine umbellata*.

As espécies zoocóricas têm contribuído para a atração da fauna na RPPN, com a presença de animais potencialmente dispersores, como morcegos onívoros e frugívoros, conforme constatados por Silveira *et al.* (2011) e Trevelin *et al.* (2013). Também foram observados, ao longo do levantamento fitossociológico, diversos animais como: lebre, cervídeo, inúmeras aves, ouriço e até

um carnívoro (raposa), entre vários outros animais vertebrados e invertebrados, relacionados ou não à dispersão de sementes pela RPPN (Figura 7).



**Figura 7:** Fauna presente dentro e nos arredores da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Cervídeo; b – Lebre; c – Borboletas; d – Capivara; e – Ouriço; f – Cascavel; g – Ave; h – Carcaça de Tatu; i – Cigarra em ecdise.

É importante destacar a importância das espécies zoocóricas, presentes na RPPN, que atraem a fauna, favorecendo a chuva de sementes, e conseqüentemente contribuindo com o enriquecimento da área com novas formas de vida, o que facilita a restauração (Melo & Durigan 2007).

Destaca-se também, a importância das espécies anemocóricas como fonte de propágulos autóctones, para a própria RPPN, e como fornecedoras de sementes para fragmentos próximos. As espécies anemocóricas foram influenciadas principalmente pela densidade de indivíduos pertencentes às espécies da família Bignoniaceae, como os ipês, jacarandás e ipês-de-jardim.

O clima e a sazonalidade encontrada em Mogi-Guaçu favorecem o desenvolvimento de espécies anemocóricas. Estas frutificam nos meses mais secos do ano, período em que ocorrem

ventos fortes, o que favorece a dispersão de sementes (Morellato & Leitão-Filho 1992, Reys *et al.* 2005).

Em contrapartida, vale destacar que o ambiente da RPPN também favorece a propagação de *Tecoma stans* e *Jacaranda mimosifolia*, espécies encontradas na área. Estas espécies produzem grande quantidade de sementes, disseminando-se facilmente pela área em restauração, devendo, dessa forma, ser erradicadas.

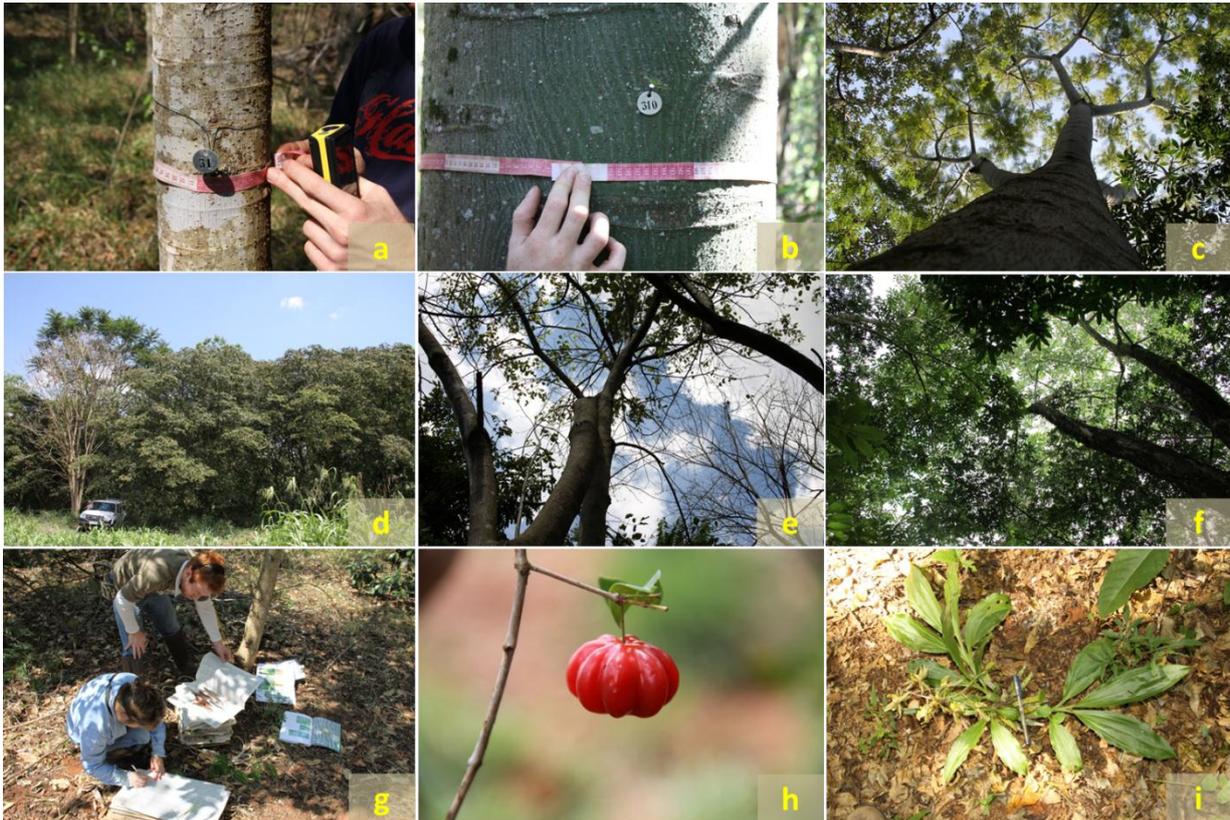
Em relação à presença das autocóricas, foi expressiva no estrato arbóreo, representando mais que 20% das espécies, sendo influenciadas principalmente por espécies pertencentes à família Fabaceae. Segundo Morellato & Leitão-Filho (1992), as espécies autocóricas são pouco representadas em florestas mesófilas. O fato da presença de espécies dessa síndrome de dispersão ser significativa, corresponde ao fato da RPPN ter origem a partir de um reflorestamento, sendo sua composição determinada no momento do plantio.

### **Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos**

#### **Altura e área basal**

A floresta apresentou uma mediana e uma média bem próximas, 8,3 e 8,4, respectivamente. A mediana, embora vários autores apresentem apenas à média, corresponde ao valor que se encontra na metade dos valores da altura. Enquanto a média é influenciada por valores extremos, em uma distribuição assimétrica, a mediana corresponde ao valor central da distribuição. Contudo, observa-se que a mediana e a média apresentam valores aproximados, concluindo-se que há poucos indivíduos com alturas extremas exercendo influência sobre a média.

Em relação ao desenvolvimento da RPPN, a altura dobrou em um período de seis anos. As árvores emergentes que chegavam a seis metros, presentes na RPPN aos dois anos e meio de idade, eram, predominantemente, *Trema micrantha* (Mandetta 2007). Atualmente, aos nove anos após o plantio, observa-se que a RPPN possui altura predominantemente entre 5 e 11 metros de altura, demonstrando um dossel bem estabelecido (Figura 8). Árvores emergentes, como *Croton floribundus* (capixingui) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), superaram os 14 metros de altura, tendo o último ultrapassado 17 metros. Esse fato ocorreu devido ao rápido crescimento das espécies pioneiras, em relação às demais, formando o dossel da floresta.



**Figura 8:** Imagens de diferentes situações da floresta em formação na RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Diâmetro de *Cecropia pachystachya*; b - Diâmetro de *Schizolobium parayba*; c – Copa de *Schizolobium parayba*; d – Altura do dossel do reflorestamento; e – Dossel na estação seca; f – Dossel na estação chuvosa; g – Coleta e identificação de material botânico; h – Fruto de *Eugenia uniflora*; i – *Catasetum* sp.

Destaca-se que não foram encontrados indivíduos de porte arbóreo de *Trema micrantha*, sugerindo que algumas espécies, principalmente as pioneiras, entraram ou estão entrando em um período de senescência.

Quando se compara a área basal e altura do reflorestamento da RPPN com outros reflorestamentos, observa-se que a RPPN, aos nove anos, possui uma área basal e a altura adequada a sua idade. No entanto, deve-se considerar que a densidade do plantio, usada em cada reflorestamento, interfere no cálculo da área basal. Esse fato verifica-se, por exemplo, na área basal do reflorestamento de 16 anos, que é maior do que a área basal do reflorestamento com 18 anos (Tabela 5).

Contudo, de acordo com Melo & Durigan (2007), a área basal ainda é o melhor indicador para se avaliar uma comunidade e para comparar diferentes comunidades.

**Tabela 5:** Área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ), altura média (m) e densidade ( $\text{Ind. ha}^{-1}$ ) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Reflorestamento da RPPN – Parque São Marcelo; \*\*Capoeira (Regeneração Natural).

Área	Área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	Altura média (m)	Densidade ( $\text{Ind. ha}^{-1}$ )
Mandetta (2007) – 2,5 anos*	9,47	4,00	1182
Damasceno (2005) - 6 anos	15,10	7,22	1151
Melo & Durigan (2007) - 7 anos	17,26	7,68	1300
Melo & Durigan (2007) - 9 anos	17,32	6,31	1700
RPPN 9 - anos*	18,29	8,43	809
Damasceno (2005) - 11 anos	20,48	7,83	1655
Melo & Durigan (2007) – 13 anos	23,32	7,18	1688
Damasceno (2005) - 16 anos	28,98	10,38	1822
Castanho (2009) - 18 anos	21,82	9,23	1214
Castanho (2009) - 20 anos	29,81	11,08	1318
Melo & Durigan (2007) – 23 anos**	15,14	7,11	1640
Durigan & Leitão-Filho (1995) - Mata Nativa	27,00	9,60	1087

Os reflorestamentos com idade superior a seis anos (Tabela 5), entre eles o da RPPN, apresentam valores dendométricos acima do esperado para áreas em regeneração natural, como a capoeira com 23 anos. Áreas destinadas à regeneração natural, normalmente, estão sujeitas à ausência de atividades que facilitem a colonização da área por espécies nativas, como o controle de gramíneas nativas, por exemplo, o que interfere no ganho em área basal (Melo & Durigan 2007).

Damasceno (2005) observou um ganho considerável de área basal em áreas reflorestadas em período de seis anos. Esse fato também pode ser observado quando se compara os dados da RPPN aos 2,5 e 9 anos após o plantio, em que a área basal quase duplicou (tabela 5). As espécies pioneiras, nesse contexto, são importantes, pois contribuem no acúmulo de área basal, em um curto espaço de tempo. Observa-se que as pioneiras, de forma geral, contribuíram em 68,6 % na área basal, enquanto as não pioneiras contribuíram em 27,7 % do total. Destacam-se, entre as pioneiras, *Inga vera* subsp. *affinis*, *Croton floribundus*, *Citharexylum myrianthum*, *Guazuma ulmifolia*, e *Schizolobium parahyba*, que contribuíram significativamente, 50,2 %, para a área basal.

Em relação à densidade de indivíduos, observa-se que houve uma redução no presente estudo, comparativamente com o de Mandetta (2007). Esse fato não corrobora com dados obtidos por Damasceno (2005), que observou o aumento da densidade de indivíduos, ao longo de seis anos. Esse fato pode estar associado à diferença na metodologia de amostragem entre Mandetta (2007), realizado com dois anos e meio, e o presente estudo, realizado aos nove anos após o plantio. O critério de inclusão adotado por Mandetta (2007) foi a altura igual ou superior a 1 metro, incluindo, portanto, mais indivíduos do que o presente estudo, em que se considerou indivíduos arbóreos apenas aqueles com  $CAP \geq 15$  cm.

Vários aspectos interferem no processo de colonização de uma área em processo de sucessão, como presença de fragmentos próximos, banco de sementes, histórico do uso da área, entre outros (Melo & Durigan 2007). Considera-se o reflorestamento como meio mais adequado, principalmente em situações em que a regeneração não é o método mais recomendado, como é o caso da RPPN.

No entanto, ainda não é possível estimar o tempo necessário para que florestas secundárias atinjam a biomassa de florestas maduras (Melo & Durigan 2007). Mas após o fechamento das copas nas florestas secundárias, as taxas de ciclagem de nutrientes e a produtividade tendem a ser altas (Guariguata & Ostertag 2001).

### **Índice de valor de cobertura e índice de valor de importância**

Entre as espécies com maior IVI, observa-se o *Inga vera* subsp. *affinis*, sendo amplamente distribuído no reflorestamento, e encontrados 39 indivíduos em 17 sub parcelas. A espécie possui uma das maiores áreas basais, que associada à sua alta densidade, têm contribuído significativamente para o IVC. *Croton floribundus*, *Citharexylum myrianthum*, *Guazuma ulmifolia* e *Myrsine umbellata* também foram encontrados com abundância no reflorestamento. Essas espécies são pioneiras, apresentando rápido crescimento, tanto em área basal como em altura, contribuindo significativamente para o IVC e IVI. O *Schizolobium parahyba* é uma espécie com a maior área basal e altura entre as espécies amostradas. Embora poucos indivíduos tenham sido amostrados, apenas quatro, sua expressiva área basal contribuiu significativamente para a importância da espécie (IVI), na RPPN.

Entre as espécies exóticas, observa-se que apenas *Tecoma stans* apresentou um alto IVI. Embora essa espécie apresente uma abundância maior que as outras espécies exóticas, o *T. stans* apresentou baixa frequência relativa, sendo encontrado em apenas duas parcelas. Nesse contexto, o manejo dessa espécie torna-se menos difícil, considerando que a espécie é heliófila e aparece apenas onde há incidência de luz, nesse caso, nas clareiras que surgem na floresta.

Em relação às espécies raras, considerando aquelas com apenas um indivíduo, que somam 26,32 % das espécies (20 espécies), ou dois indivíduos, que somam 18,42 % (14 espécies), contribuem juntas com 44,74 %, representando uma parcela significativa do total de espécies. Considerando que espécies raras são àquelas que são encontradas apenas um indivíduo por amostra, e que sua proporção varia entre 25,5 e 29,9 %, para florestas estacionais semidecíduas (Martins 1991, Caifa *et al.* 2012), observa-se que a RPPN apresenta uma porcentagem dessas espécies entre os valores esperados para florestas naturais.

As espécies encontradas nas parcelas e que se enquadram em alguma categoria de ameaça, seja como “vulnerável” (*Myracrodruon urundeuva* e *Myroxylon peruiferum*), ou como “quase ameaçada” (*Aspidosperma polyneuron*, *Copaifera langsdorffii* e *Balfourodendron riedelianum*), são classificadas como não pioneiras.

Partindo do princípio que iniciativas de enriquecimento devem ser realizadas com espécies não pioneiras, em florestas que o dossel já esteja estabelecido, como no caso da RPPN, sugere-se o uso de espécies que se enquadrem em alguma categoria de ameaça. Dessa forma, atende-se a prioridade de enriquecimento da comunidade, com espécies não pioneiras, e a conservação das espécies com algum grau de ameaça.

No entanto, deve-se considerar a proporção em que essas espécies aparecem na natureza, evitando-se problema como pragas e doenças, que surgem quando indivíduos de uma espécie são plantados com alta densidade (Barbosa *et al.* 2011), ou quando plantados como monoculturas (Kageyama 2007). Nesse sentido, é importante conhecer a ecologia e como as espécies se distribuem em ambientes naturais, para que qualquer intervenção na RPPN, como o enriquecimento, por exemplo, possa ser realizado com sucesso.

### **Riqueza, diversidade e equitatividade.**

Com base nos resultados obtidos a partir do índice de Simpson e de Shannon, observa-se uma alta diversidade da RPPN. Ao se observar os diferentes reflorestamentos (Tabela 6), nota-se que não é suficiente apenas reflorestar uma área com alta riqueza de espécies, mas também é necessário haver equitatividade na distribuição dos indivíduos, semelhante a áreas naturais, do estado de São Paulo.

Nesse contexto, a RPPN é um reflorestamento com uma riqueza relativamente alta, e com diversidade de Shannon e equitatividade de Pielou próximas de áreas naturais do estado de São Paulo, superior a outros reflorestamentos realizados no estado. No entanto, quando se comparam áreas de diferentes locais, mesmo que sejam de mesma formação florestal, deve-se sempre considerar o *status* de conservação de cada área, como presença de espécies exóticas, por exemplo, o que pode comprometer as comparações e levar a inferências incorretas.

**Tabela 6:** Riqueza (Número de espécies), Diversidade (Shannon) e Equitatividade (Pielou) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Reflorestamento da RPPN – Parque São Marcelo; \*\*Capoeira (Regeneração Natural).

Área	Riqueza (N. espécies)	Diversidade (Shannon)	Equitatividade (Pielou)
Mandetta (2007) – 2,5 anos*	83	3,85	0,87
Melo & Durigan (2007) - 7 anos	26	2,28	0,70
Melo & Durigan (2007) - 9 anos	22	2,29	0,74
RPPN 9 - anos*	76	3,87	0,89
Melo & Durigan (2007) - 13 anos	29	2,55	0,76
Castanho (2009) - área 18	106	3,47	0,75
Castanho (2009) - área 20	87	3,12	0,70
Melo & Durigan (2007) – 23 anos**	16	2,43	0,88
Durigan & Leitão-Filho (1995) - Mata Nativa 1	68	3,77	0,89
Rozza (1997) - Mata Nativa 2	65	3,07	0,74
Rozza (1997) - Mata Nativa 3	74	3,00	0,70

Quando se observam as diferentes épocas após plantio da RPPN, nota-se que a diversidade de Shannon e equitatividade de Pielou são semelhantes, diferindo apenas na riqueza de espécies. Esse resultado provavelmente está associado à diferença de amostragem adotado pelos diferentes trabalhos. Dessa forma, algumas espécies levantadas no primeiro estudo ainda não atingiram porte arbóreo, para serem incluídas no presente trabalho. Esse fato é observado principalmente em relação às espécies não pioneiras, sendo que foram levantadas 49 espécies desse grupo por Mandetta (2007) e 40 no presente estudo.

Tabarelli & Manotovani (1999) observaram que, nas áreas em processo de sucessão, a riqueza e a diversidade são características que se recuperam antes de outros fatores, como a composição de guildas, composição florística e estrutura física, com exceção da densidade.

Esse modelo também é aplicável para áreas que estão em processo de restauração. No entanto, observa-se que a riqueza e diversidade são definidas no momento do plantio, podendo sofrer influências externas ao longo do tempo. Os fatores que exercem essas influências podem ser a proximidade de remanescentes naturais e ação de animais dispersores no reflorestamento (Melo & Durigan 2007). No entanto, quando não há influência desses fatores, a diversidade do

reflorestamento fica restrita ao que se plantou e, nesse contexto, é muito importante utilizar a alta diversidade nos plantios, de forma a proporcionar sustentabilidade ao reflorestamento ao longo do tempo (Rodrigues *et al.* 2011).

Parâmetros como a área basal, altura média e diversidade são descritores adequados, e podem ser utilizados como indicadores para a RPPN. Com base nesses parâmetros, observa-se que o reflorestamento apresenta um estrato arbóreo bem desenvolvido. Todavia, observa-se que a RPPN ainda é uma floresta recente, apenas nove anos, e seu estrato arbóreo está majoritariamente caracterizado pela composição de espécies utilizadas no plantio. Em longo prazo, espera-se que parâmetros como riqueza e diversidade possam variar, em função dos fatores externos e da própria dinâmica da floresta.

## 5. CONCLUSÕES

A composição de espécies encontrada na RPPN com nove anos assemelhou-se à composição encontrada com dois anos e meio após o plantio, o que demonstrou pouca influência de espécies alóctones, no estrato arbóreo.

A semelhança da composição de espécies da RPPN com remanescentes naturais que ocorrem na região, associada ao uso de espécies enquadradas em algum grau de ameaça no plantio, conferiram grande importância da reserva na conservação da biodiversidade.

As espécies exóticas possuíram origem no plantio ou ocorreram naturalmente na RPPN, devendo ser erradicadas.

As espécies exóticas, próximas à RPPN, também devem ser erradicadas, pois atuam como fonte de propágulos, podendo espalhar-se pela floresta.

As espécies pioneiras contribuíram com maior biomassa, altura e área basal, do que as espécies não pioneiras.

Houve aumento de parâmetros como a área basal e altura média, enquanto a diversidade não variou ao longo do tempo.

Os parâmetros como a área basal, altura média e diversidade são descritores adequados, podendo ser utilizados como indicadores de desenvolvimento para a RPPN.

## 6. LITERATURA CITADA

**APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

**Barbosa, L.M. & Barbosa, K.C.** 2007. Restauração de matas ciliares – “Bases técnico – científicas como subsídios para Políticas Públicas sobre restauração de Matas Ciliares”. *In: L.M. Barbosa & N.A. Santos Junior (orgs.). A botânica no Brasil: pesquisas, ensino e políticas públicas ambientais, São Paulo, pp.619-630.*

**Barbosa, L.M., Barbosa, T.C. & Barbosa, K.C.** 2011. Ferramentas disponíveis visando à restauração ecológica de áreas degradadas: contribuição do Instituto de botânica de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, pp. 111-118.*

**Barbosa, L.M, Barbosa, T.C., Barbosa, K.C. & Parajara, F.C.** 2012. Práticas e políticas públicas para a restauração ecológica a partir de reflorestamentos com alta diversidade de espécies regionais. *In: S.V. Martins (ed.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Editora UFV, Viçosa, pp.240-261.*

**Barbosa, K.C. & Pizo, M.A.** 2006. Seed Rain and Seed Limitation in a Planted Gallery Forest in Brazil. *Restoration Ecology* 14: pp. 504–515.

**Bourscheid, K. & Reis, A.** 2010. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. *Biotemas* 23: 23-30.

**Brançalion, P.H.S., Viani, R.A.G., Rodrigues, R.R.R & Gandolfi, S.** 2012. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. *In: S.V. Martins (ed.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Editora UFV, Viçosa, pp.262-293.*

**Caifa, A.N., Martins, S.V., Nunes, J.A. & Eisenlohr, P.V.** 2012. Espécies arbóreas raras. *In: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. Editora UFV, Viçosa, pp.353-371.*

**Castanho, G.G.** 2009. Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**Catharino, E. L. M.** 2006. As florestas montana da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (São Paulo, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Costa, R.S., Ortolani, F.A., Môro, F.V. & Paulo, R.C.** 2011. Caracterização morfológica de folhas e flores de espécies de Jacaranda (Bignoniaceae), cultivadas em Jaboticabal – SP. Revista de biologia e ciências da terra 11: 169-181.

**Damasceno, A.C.F.** 2005. Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no pontal do Paranapanema. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**Durigan, G., Engel, V.L. Torezan, J.M., Melo, A.C.G., Marques, M.C.M., Martins, S.V., Reis, A. & Scarano, F.R.** 2010. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? Revista Árvore 34: 471-485.

**Durigan, G. & Leitão-Filho, H.F.** 1995. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. Revista do Instituto Florestal 7: 197-239.

**Flora do Brasil.** 2012. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/> (acesso em 03.2012).

**Gibbs, P.E. & Leitão-Filho, H.F.** 1978, Floristic composition of a area of gallery near Mogi-Guaçu., state of São Paulo, S.E. Brasil. Revista Brasileira de Botânica 1: 151-156.

**Guariguata, M.R. & Ostertag, R.** 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. Forest Ecology and Management 148: 185- 206.

**Isernhagen, I, Brancalion, P. H. S., Rodrigues, R. R., Nave, A.G. & Gandolfi, S.** 2009. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. *In*: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela

restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 87-127.

**Kageyama, P.Y.** 2007. A biodiversidade como ferramenta em agroecossistemas. *In*: L.M. Barbosa & N.A. Santos Jr. (orgs.). A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais, São Paulo, pp. 83-87.

**Lorenzi, H.** 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5 ed. Editora Plantarum, Nova Odessa.

**Lorenzi, H. Souza, H.M., Torres, M.A.V. & Bacher, L.B.** 2003. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Editora Plantarum, Nova Odessa.

**Magurran, A.E.** 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford.

**Mamede, M.C.H., Souza, V.C., Prado, J., Barros, F., Wanderley, M.G.L. & Rando, J.G.** 2007. Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. Imprensa Oficial, São Paulo.

**Mandetta, E.C.N.** 2007. Avaliação florística e de aspectos da estrutura da comunidade de um reflorestamento com dois anos e meio de implantação no município de Mogi-Guaçu-sp. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

**Mantovani, W., Rossi, L., Romaniuc Neto, S., Assad-Ludewings, I.Y., Wanderley, M.G., Melo, M.M.R.F. & Toledo, C.B.** 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. *In*: L.M. Barbosa (coord.). Simpósio sobre mata ciliar, São Paulo, pp.235-267.

**Martins, F.R** 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Editora da Unicamp, Campinas.

**Martins, S.V., Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. & Calegari, L.** 2012. Sucessão Ecológica: Fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. *In*: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Editora UFV, Viçosa, pp.21-52.

**Melo, A.C.G. & Durigan, G.** 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema 73: 101-111.

**Missouri.** 2012. Botanical Garden's VAST (Vascular Tropicos) nomenclatural data base - W3 Tropicos. <http://www.tropicos.org> (acesso em 03.2012).

**Moraes, L.F.D & Oliveira, R.E.** 2011. Reflexão sobre a restauração ecológica no Brasil: a atuação da Rede Brasileira de Restauração Ecológica (REBRE). *In*: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, pp. 125-131.

**Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F.** 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In*: L.P.C. Morellato (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora Unicamp, Campinas/SP, pp.112-140.

**Mori, S.A., Silva, L.A.M., Lisboa, G. & Coradin, L.** 1985. Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico. CEPEC, Ilhéus.

**Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York.

**Pascoto, M.C.** 2006. Avifauna dispersora de sementes de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em uma área de mata ciliar no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14: 291-296.

**Pereira, F.M.** 1984. Rica e Paluma: novas cultivares de goiabeira. *In*: Anais do Congresso brasileiro de Fruticultura, Florianópolis, pp.524-528.

**Pielou, E.C.** 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.

**Pielou, E.C.** 1975. Ecological diversity. Wiley InterScience, New York.

**Renó, L.R., Moscheta, I.S. & Braccini, A.L.** 2007. Morfo-anatomia do fruto e semente de amarelinho (*Tecoma stans* (L.) Kunth - Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 29: 18-30.

**Reys, P., Galetti, M., Morellato, L.P.C. & Sabino, J.** 2005. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 5: 1-10.

- Rodrigues, R.R., Gandolfi, S., Nave, A.G.; Aronson, J., Barreto, T.E., Vidal C.Y. & Brancalion, P.H.S.** 2011. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261: 1605–1613.
- Rodrigues, R.R., Lima, R.A.F., Gandolfi, S. & Nave, A.G.** 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142: 1242–1251.
- Roza, A.F.** 1997. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma floresta semidecidual: mata da virgínia, Matão, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.
- Silva, N.R.S., Martins, S.V., Meira Neto, J.A.A. & Souza, A.L.** 2004. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual montana em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa 28: 397-405.
- Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E.N. & Cruz-Neto, A.P.** 2011. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica* 37: 31-36.
- Simpson, E.H.** 1949. Measurement of diveristy. *Nature* 163: 688.
- Siqueira, L.P.** 2002. Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Sobral, M., Proença, C., Souza, M., Mazine, F. & Lucas, E.** 2012. Myrtaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB024034>.
- Soubihe Sobrinho, J. & Gurgel, J.T.A.** 1962. Taxa de panmixia na goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Bragantia* 21: 15 - 20.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São PAULO - BRASIL). *Revista Brasileira de Biologia* 59: 239-250.

**Trevelin, L.C., Silveira, M., Port-Carvalho, C., Homem, D.H. & Cruz-Neto, A.P.** 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management* 291: 136–143.

**Valente, R.M.** 2001. Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. *Iheringia Série Zoologia* 91: 61-66.

**Vieira, D.C.M. & Gandolfi, S.** 2006. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração *Revista Brasileira de Botânica* 29: 541-554.

**Whitmore, T. C.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.

**Zviejkovski, I.P., Campos, J.B.; Campos, R.M. & Landgraf, G.O.** 2009. Potencial invasor de psidium guajava l. Em um intervalo de cinco anos (2002 - 2007) dentro de uma unidade de conservação. *In: W. Delitti (org.). Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, pp. 1-3.*

## CAPÍTULO II: FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTRATO REGENERANTE

**Resumo: (Fitossociologia e estrutura do estrato regenerante).** Foi realizado um estudo fitossociológico do estrato regenerante, de um reflorestamento com nove anos após o plantio, em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), em Mogi-Guaçu/SP. Avaliaram-se todos os indivíduos do estrato regenerante (altura  $\geq 30$  cm, CAP  $< 15$  cm), obtidos em amostragens realizadas em 20 sub-parcelas (12,5 x 18 m), locadas em 20 parcelas permanentes, estabelecidas no início do reflorestamento. Obtiveram-se, no levantamento, 3591 indivíduos e uma riqueza de 62 espécies, sendo 43 espécies autóctones, 55 gêneros e 29 famílias. A composição florística do estrato regenerante foi semelhante à do estrato arbóreo, apresentando 43 espécies em comum e um índice de similaridade de Jaccard de 0,46. A diversidade do estrato regenerante foi obtida pelo índice de Simpson (1-D), 0,85, pelo índice de Shannon ( $H'$ ), 2,46, e a equitatividade calculada pelo índice de Pielou ( $J'$ ), 0,60, sendo estes resultados menores, quando comparados com o estrato arbóreo, porém muito superiores quando comparados com estratos regenerantes de outros reflorestamentos. A maioria dos indivíduos, 95,2 %, concentrou-se nos dois primeiros metros, sendo que os pioneiros foram predominantes em todas as classes de altura, principalmente nas alturas superiores. Entre as espécies que atingiram as maiores alturas, cinco metros, destacam-se as pioneiras e uma espécie exótica, *Tecoma stans*, que não foi plantada. Conclui-se, com base nos resultados obtidos, que a alta diversidade do estrato regenerante está associada à diversidade encontrada no estrato arbóreo, mostrando claramente sua influência no estrato regenerante. As espécies zoocóricas são a maioria entre as espécies alóctones, conferindo grande importância a essa síndrome de dispersão. Os remanescentes próximos a RPPN, até o nono ano após o plantio, exerceram pouca influência na sua composição, o que pode ser evidenciado pelo baixo número de espécies alóctones, apenas 13. Entre as alóctones, algumas espécies de Cerrado como: *Xylopia aromatica*, *Erythroxylum campestre*, *Pera glabrata*, *Myrsine coriacea* e *Zanthoxylum riedelianum* foram encontradas no estrato regenerante destacando a importância desta fitofisionomia para a região. É necessária a erradicação das espécies exóticas, presentes no reflorestamento e também nas proximidades da RPPN, para que seja evitada a contaminação biológica na área. A riqueza, diversidade, equitatividade e a densidade, desde que se considerem os mesmos critérios de inclusão, são descritores adequados para avaliar o estrato regenerante do reflorestamento da RPPN.

Palavras chave: restauração ecológica, reflorestamento, alta diversidade.

**Abstract: (Phytosociology and structure of woody understory regenerating).** A phytosociology study of woody understory regenerating from a nine year old reforestation at a Private Reserve of Natural Heritage (RPPN), Mogi-Guaçu, São Paulo State. It was evaluated all the specimens from understory regenerating (Height  $\geq$  30 cm; Circumference at Breast Height (CBH)  $<$  15 cm). They were obtained from 20 subplots (12,5 x 18 m), located at 20 permanent plots, established at the beginning of the reforestation. 3591 woody understory regenerating specimens were evaluated and the richness found was 62 species, 55 genera and 29 families. The understory regenerating floristic composition was similar to overstory, as both had 43 species in common, and the Jaccard index was 0.46. The woody understory regenerating diversity was obtained by Simpson index (1-D), 0.85, Shannon index ( $H'$ ), 2.46, and equability Pielou index ( $J'$ ) 0,6 which were smaller than overstore diversity, but much higher when compared to other woody understory regenerating of reforestations. The majority, 95.2 percent of total specimens, was found at the two first meters, and the pioneers specimens were predominant on all classes of height, and mainly at the higher heights. Among the species which reached 5 m, it was found the pioneer species and just one exotic species *Tecoma stans*, but the latter was not panted. Based on these results, it may conclude that the high diversity of woody understory regenerating was related to overstory diversity and clearly showing its influence on woody understory regenerating. The zoochorous species were majority among the allochthonous species, conferring great importance of this syndrome of dispersion. It was observed that the remainings nearby RPPN had low influence in its composition by evidencing a small quantity of allochthonous species, actually only 13. It was found species from Cerrado on woody understory regenerating such as *Xylopia aromatica*, *Erythroxylum campestre*, *Pera glabrata*, *Myrsine coriacea* and *Zanthoxylum riedelianum*, showing the importance of this phytophysiognomy to region. Based on results is necessary full eradication of exotic species which are present in the RPPN reforestation area or within its surroundings as they are a major threat, avoiding the biological contamination. The richness, diversity, equitability and the density, since considered the same inclusions criterions, are good descriptors to evaluate the woody understory regenerating of RPPN.

Keywords: ecological restoration, reforestation, high diversity.

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos reflorestamentos passou a ser implantada em larga escala, nas últimas décadas, e devido à pouca idade, essas áreas ainda se encontram em processo de avaliação. Verificar a eficiência das ações de restauração empregadas, até o presente momento, é fundamental, pois possibilita redefinir as metodologias utilizadas (Bellotto *et al.* 2009).

Uma série de indicadores, voltada para a vegetação, é usada para monitorar as áreas de restauração. Esses indicadores devem ser aplicados de acordo com a idade do reflorestamento, possibilitando a verificação de indícios de sustentabilidade, ou a demanda de novas intervenções (Bellotto *et al.* 2009).

O estrato regenerante, nesse contexto, permite verificar a eficácia da cobertura formada pelas árvores plantadas no reflorestamento, que criam um habitat favorável à colonização por novas espécies (Guilherme 2000, Melo & Durigan 2007). Sua avaliação também permite analisar se as plantas nativas do plantio e do entorno estão colonizando as áreas de restauração, indicando se os processos que envolvem a biologia floral e reprodutiva da comunidade estão sendo restabelecidos (Barbosa & Pizo 2006).

O estrato regenerante é um parâmetro fundamental e sua avaliação, juntamente com a avaliação do estrato arbóreo, permite uma melhor compreensão do desenvolvimento do reflorestamento da RPPN.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Fitossociologia e caracterização florística

O levantamento fitossociológico da regeneração natural ocorreu nas mesmas 20 sub-parcelas amostrais, 12,5 x 18 m (225 m<sup>2</sup>), em que foi realizado o levantamento das espécies arbóreas. Foram considerados como regenerantes todos os indivíduos arbóreos que estavam fora da linha de plantio, com altura maior ou igual a 30 cm e Circunferência à Altura do Peito (CAP) menor que 15 cm.

A identificação das espécies ocorreu no local e aquelas que não puderem ser identificadas desta forma, foram herborizadas e encaminhadas ao Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo, para identificação por meio de consulta a especialistas. As espécies foram organizadas em listagem por famílias, de acordo com o Angiosperm Phylogeny Group (APG III 2009). A nomenclatura foi atualizada pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (2012) e listagem do Missouri Botanical Garden (2012). Foram coletados espécimes mais relevantes e de interesse, incorporados no Herbário SP (Instituto de Botânica de São Paulo), seguindo técnicas tradicionais (Mori *et al.* 1985) e identificados por especialistas.

A classe sucessional das espécies foi classificada em pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climácicas), segundo a lista estabelecida pela Resolução SMA 08/08, disponível no site do Instituto de Botânica de São Paulo ([http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa\\_cientifica/restauracao\\_ecologica/RELA%C3%87%C3%83O%20DE%20MUDAS.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa_cientifica/restauracao_ecologica/RELA%C3%87%C3%83O%20DE%20MUDAS.pdf)). As espécies que não constaram na lista foram consultadas com especialista (Eduardo Luís Martins Catharino). As espécies exóticas e as espécies identificadas em nível de gênero não foram classificadas.

Para a classificação da síndrome de dispersão das espécies, em anemocóricas, zoocóricas e autocóricas também se utilizou a lista estabelecida pela Resolução SMA 08/08. As espécies que não constaram na lista foram consultadas com especialista (Eduardo Luís Martins Catharino). As espécies identificadas em nível de gênero não foram classificadas.

### Análise dos dados

A estrutura da comunidade foi descrita a partir dos parâmetros fitossociológicos, como Frequência Relativa (Fr.R), Abundância Relativa (A.R) e Dominância Relativa (Do.R), Índice de Valor de Cobertura e Importância (IVC e IVI), segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

$$IVCi = ARi + FrRi$$

$$IVIi = ARi + FrRi + DoRi$$

Sendo:

$$ARi \text{ (Abundância Relativa da espécie } i) = 100 \times ni / \sum_{i=1}^S ni$$

$ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$

FRi (Frequência Relativa da espécie i) =  $100 \times F.Ai / \sum_{i=1}^S F.Ai$

FAi (Frequência Absoluta da espécie i) =  $Pi/P$

Pi = número de parcelas que ocorre a espécie i,

P = número total de parcelas

DoRi = Dominância Relativa da espécie i =  $100 \times HMi / \sum_{i=1}^S HMi$

HMi = altura média da espécie i

A diversidade foi calculada pelo índice de Shannon ( $H'$ ), com base logarítmica natural, e a equitatividade determinada pelo índice de Pielou ( $J'$ ) (Pielou 1969, 1975), descrita segundo Magurran (2004):

Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ )

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Sendo:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

ln = logaritmo natural

S = número total de indivíduos

Índice de equitatividade de Pielou ( $J'$ )

$$J' = H' / (H_{Max})$$

Sendo:

$H'$  = índice de diversidade de Shannon;

$H_{Max}$  (diversidade máxima) =  $\ln(s)$ , sendo “s” o número total de espécies amostradas.

A diversidade também foi calculada pelo índice de Simpson (1949). Para obter uma relação direta entre diversidade e o índice de Simpson, o mesmo foi subtraído do seu valor máximo, 1, conforme descrito por Magurran (2004).

$$1-D = 1 - \sum (n_i[n_i - 1] / N[N - 1])$$

Sendo:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

A similaridade entre o estrato arbóreo e o estrato regenerante foi calculada pelo índice de Jaccard (1908). Para o cálculo desse índice, não foram contabilizadas as espécies identificadas apenas em nível de gênero com ocorrência nos dois estratos, uma vez que não foi possível constatar se os *taxa* em questão pertenciam à mesma espécie, ou eram de espécie diferente.

$$J=a/a+b$$

Sendo:

a = espécies da comunidade a

b = espécies da comunidade b

O índice de similaridade de Jaccard foi calculado pelo programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

### 3. RESULTADOS

#### Composição florística

No levantamento florístico da área amostral, 0,45 ha, foram encontrados 3591 indivíduos arbóreos pertencentes ao estrato regenerante, CAP < 15 cm e altura ≥ 30 cm. A riqueza encontrada foi: 62 espécies, 55 gêneros e 29 famílias (tabela 7). Seis espécies são exóticas: *Tecoma stans*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Melia azedarach*, *Psidium guajava*, *Eriobotrya japonica* e *Coffea arabica*.

As famílias que apresentaram maior riqueza foram, respectivamente, Fabaceae (12 espécies), Bignoniaceae (7 espécies) e Euphorbiaceae (5 espécies), que somadas contribuíram com 39 % da riqueza total das espécies. Entre as demais, três famílias possuem três espécies, sete apresentaram duas espécies, e 16 possuem apenas uma espécie.

Foi encontrada uma espécie enquadrada, segundo Mamede *et al.* (2007), como “vulnerável”, *Myracrodruon urundeuva*, e duas como “quase ameaçadas”, *Aspidosperma polyneuron* e *Copaifera langsdorffii*.

**Tabela 7:** Espécies do estrato regenerante (CAP < 15 cm e Altura ≥ 30 cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. \*Não consta na Lista de Plantio; \*\*Espécies exóticas; 1- Lista de espécies do Instituto de Botânica de São Paulo; 2 – Catharino (Comunicação pessoal); N.Pioneira- Não Pioneira; Anem.- Anemocórica; Aut.- Autocórica; Zooc.-Zoocórica; Regen.-Regenerante.

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>ANACARDIACEAE</b>				
Aroeira-preta	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ANNONACEAE</b>				
Pimenta-de-macaco	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
<b>APOCYNACEAE</b>				
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Peroba-poca	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Leiteiro	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 7. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>ARALIACEAE</b>				
Maria-mole	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ARECACEAE</b>				
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ASTERACEAE</b>				
Candeia	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>BIGNONIACEAE</b>				
Ipê-roxo de sete folhas	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê sp	<i>Handroanthus</i> sp.	N.C	N.C	N.C
Ipê-roxo	<i>Handroanthus</i> cf. <i>serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Ipê-de-jardim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth**	Exótica	Anemo. <sup>2</sup>	Regen.
Ipê-felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>BORAGINACEAE</b>				
-	<i>Cordia</i> sp.	N.C	N.C	N.C
<b>CANNABACEAE</b>				
Pau-pólvora	<i>Trema micantha</i> (L.) Blume	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>				
Eritroxilum	<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
Tanheiro	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
Capixingui	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 7. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
Mamoninha-do-mato	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Tabocuva	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
<b>FABACEAE</b>				
Anadenantera	<i>Anadenanthera</i> sp.	N.C	N.C	N.C
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Ingá-do-brejo	<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Machaerium	<i>Machaerium</i> sp.	N.C	N.C	N.C
Espinho-de-maricá	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Sansão-do-campo	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.**	Exótica	Auto. <sup>2</sup>	Regen.
Angico-da-mata	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Aldrago	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio
Monjoleiro	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>2</sup>	Plantio
<b>LAMIACEAE</b>				
-	<i>Vitex</i> sp.	N.C	N.C	Regen.
<b>LAURACEAE</b>				
Canelinha	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>LYTHRACEAE</b>				
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 7. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>MALVACEAE</b>				
Algodoeiro	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>	Plantio*
Jangada-brava	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MELIACEAE</b>				
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.**	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Regen.
<b>MORACEAE</b>				
Figueira	<i>Ficus</i> sp.	N.C	N.C	N.C
Taiúva	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>MYRSINACEAE</b>				
Capororoca	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.& Schult.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
Capororoca-branca	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>	Plantio
<b>MYRTACEAE</b>				
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.**	Exótica <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Plantio
<b>PHYTOLACCACEAE</b>				
Pau d'alho	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>POLYGONACEAE</b>				
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>	Plantio
<b>RHAMNACEAE</b>				
Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Pekins	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
Saguaragi-amarelo	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

Tabela 7. (cont.)

Nome popular	Família/Espécie	Grupo Ecológico	Síndrome de Dispersão	Origem
<b>ROSACEAE</b>				
Nespera	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.**	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Regen.
Pessegueiro-da-mata	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>RUBIACEAE</b>				
Cafezeiro	<i>Coffea arabica</i> L.**	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>	Regen.
<b>RUTACEAE</b>				
Tingui-preto	<i>Dictyoloma vandellianum</i> A. Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Mamica-de-porca	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Regen.
<b>SAPINDACEAE</b>				
-	<i>Allophylus</i> L.	N.C	N.C	Regen.
<b>URTICACEAE</b>				
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio
<b>VERBENACEAE</b>				
Lixa	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>	Plantio
Pau-viola	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>	Plantio

### Grupos sucessionais

Na classificação das espécies, de acordo com a classe sucessional, 41,9 % são espécies pioneiras, 37,1 % não pioneiras, 11,3 % não classificadas e 9,7 % das espécies são exóticas (Tabela 8). Em relação à classificação dos indivíduos, houve predomínio de indivíduos pioneiros (84,3 %). Os indivíduos não pioneiros representaram 11,4 %, os indivíduos exóticos representaram 3,1 % e 1,2 % não foram classificados.

**Tabela 8:** Espécies e indivíduos do estrato regenerante (CAP < 15 cm e Altura ≥ 30 cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com os grupos sucessionais. N.C-Não classificadas.

	<b>Pioneira</b>	<b>Não Pioneira</b>	<b>Exótica</b>	<b>N.C</b>	<b>Total</b>
<b>Nº Espécies</b>	26	23	6	7	62
<b>%</b>	41,9	37,1	9,7	11,3	100
<b>Nº Indivíduos</b>	3027	408	113	43	3591
<b>%</b>	84,3	11,4	3,1	1,2	100

### Síndromes de dispersão

Na classificação da síndrome de dispersão das espécies: 42,0 % são zoocóricas, 29,0 % anemocóricas, 17,1 % autocóricas e 11,3 % não foram classificadas (Tabela 9). Em relação à classificação dos indivíduos, quanto à síndrome de dispersão, 47,0 % são autocóricos, 41,1 % são zoocóricos, 10,7 % são anemocóricos e 1,2 % não foram classificados.

**Tabela 9:** Espécies e indivíduos do estrato regenerante (CAP < 15 cm e Altura ≥ 30 cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, classificados de acordo com a síndrome de dispersão. Auto.-Autocóricas, Zoo.-Zoocóricas; Anemo.-Anemocóricas; N.C-Não classificadas.

	<b>Zoo.</b>	<b>Anemo.</b>	<b>Auto.</b>	<b>N.C</b>	<b>Total</b>
<b>Nº Espécies</b>	26	18	11	7	62
<b>%</b>	42,0	29,0	17,7	11,3	100
<b>Nº Indivíduos</b>	1475	386	1687	43	3591
<b>%</b>	41,1	10,7	47,0	1,2	100

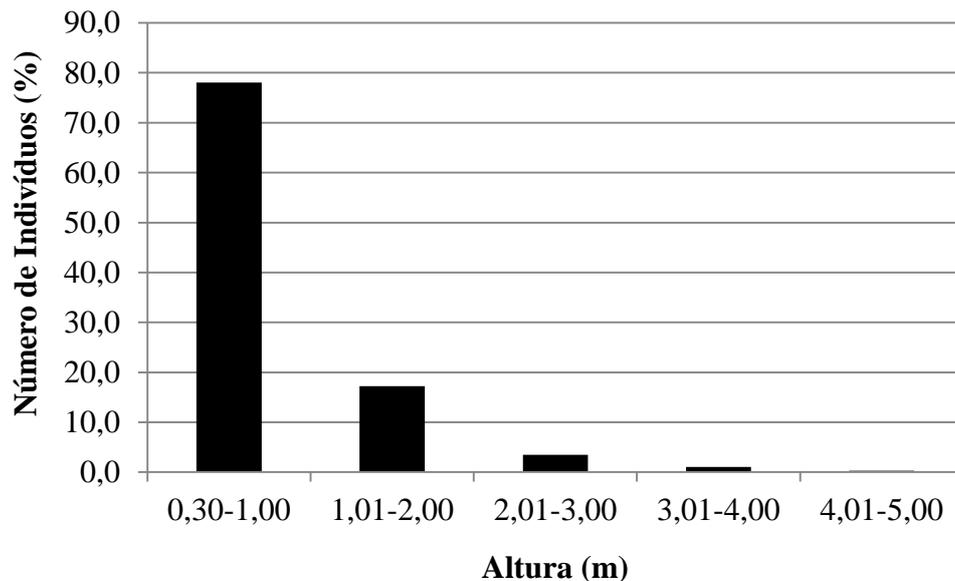
Em relação às famílias que melhor representam cada síndrome de dispersão, Bignoniaceae apresentou seis espécies anemocóricas e Fabaceae, seis autocóricas. As espécies zoocóricas encontram-se distribuídas entre as demais famílias.

### Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos

A altura do estrato regenerante variou, em altura, entre 0,3 e 5,0 m. A altura média, em metros, foi de 0,81 e mediana de 0,61 m. A maioria dos indivíduos do estrato regenerante concentrou-se nas alturas inferiores, sendo que 78,0 % dos indivíduos apresentaram até um metro

de altura (Figura 9), e 95,2 %, até dois metros. No intervalo de 0,3 a 2,0 m de altura, houve a presença de indivíduos pertencentes às 62 espécies amostradas.

As espécies com altura maior que 3,0 m foram: *Alchornea glandulosa*, *Aloysia virgata*, *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine umbellata*, *Senegalia polyphylla*, *Tecoma stans* e *Mimosa caesalpinifolia*. As espécies predominantes nesse intervalo de altura foram *C. floribundus* e *T. stans*.



**Figura 9:** Número de indivíduos do estrato regenerante ( $CAP < 15$  cm e  $Altura \geq 30$  cm) amostrados nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, distribuído de acordo com a altura (m), expresso em porcentagem.

A composição florística do estrato regenerante apresentou 43 espécies em comum com o estrato arbóreo, da mesma área. O índice de similaridade de Jaccard, entre o estrato arbóreo e regenerante, foi de 0,46. O índice de diversidade de Simpson (1-D) foi de 0,85, o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi de 2,46 e o índice de Pielou ( $J'$ ) de 0,60.

As espécies mais abundantes foram *Myrsine umbellata*, *Senegalia polyphylla*, *Mimosa bimucronata*, *Schinus terebinthifolius*, *Triplaris americana* e *Parapiptadenia rigida* (Tabela 10). A maioria dessas espécies também apresentou alta frequência, com exceção de *T. americana* e *P. rigida*, sendo a última espécie restrita a apenas uma parcela. Entre as demais espécies, destaca-se a espécie exótica *Tecoma stans*, que apresentou uma alta dominância relativa (Do.R).

**Tabela 10:** Parâmetros fitossociológicos para as espécies do estrato regenerante (CAP < 15 cm e Altura ≥ 30 cm), amostradas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. F.R- Frequência Relativa; Do.R- Dominância Relativa; A.R- Abundância Relativa; IVC-Índice de Valor de Cobertura; IVI- Índice de Valor de Importância; \*\*Espécies exóticas.

<b>Espécie</b>	<b>F.R.</b>	<b>Do.R.</b>	<b>A.R.</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	7,48	1,19	25,56	26,75	34,23
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	6,30	1,42	24,17	25,59	31,89
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	2,36	1,51	9,08	10,59	12,95
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	4,33	1,12	7,44	8,55	12,88
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth**	3,15	3,92	1,89	5,82	8,97
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	3,94	2,33	2,65	4,97	8,91
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0,39	1,12	7,13	8,24	8,64
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	5,51	1,34	1,7	3,03	8,55
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	5,12	1,72	1,62	3,33	8,45
<i>Triplaris americana</i> L.	1,97	0,92	5,35	6,26	8,23
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	3,94	2,67	0,95	3,62	7,56
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	3,54	2,27	0,86	3,14	6,68
<i>Bauhinia forficata</i> Link	3,94	1,48	1,17	2,65	6,59
<i>Eugenia uniflora</i> L.	3,15	2,16	0,31	2,46	5,61
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	2,36	1,34	1,53	2,88	5,24
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.**	0,79	3,75	0,53	4,28	5,06
<i>Psidium guajava</i> L.	3,15	1,21	0,33	1,55	4,7
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1,97	1,4	1,23	2,62	4,59
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.& Schult.	1,97	2,12	0,45	2,57	4,53
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1,97	1,92	0,5	2,42	4,39
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	1,57	1,89	0,67	2,56	4,13
<i>Trema micantha</i> (L.) Blume	0,39	3,49	0,03	3,52	3,91
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	0,39	3,49	0,03	3,52	3,91
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1,97	1,66	0,22	1,88	3,85
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0,79	2,97	0,06	3,02	3,81

Tabela 10. (cont.)

<b>Espécie</b>	<b>F.R.</b>	<b>Do.R.</b>	<b>A.R.</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Croton urucurana</i> Baill.	0,79	2,77	0,19	2,97	3,75
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	1,97	1,21	0,5	1,71	3,68
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	2,36	0,8	0,31	1,11	3,47
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1,57	1,75	0,14	1,89	3,47
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1,57	1,73	0,11	1,84	3,42
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	0,79	2,36	0,17	2,53	3,32
<i>Cordia</i> sp.	0,79	1,31	0,97	2,28	3,07
<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	0,39	2,62	0,03	2,65	3,04
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	0,39	2,62	0,03	2,65	3,04
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1,57	1,33	0,11	1,44	3,01
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.)	0,39	2,44	0,03	2,47	2,87
Mattos					
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	0,79	1,68	0,08	1,77	2,55
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	1,18	1,17	0,14	1,31	2,49
<i>Colubrina glandulosa</i> Pekins	1,18	1,08	0,14	1,22	2,4
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	1,18	1,09	0,08	1,18	2,36
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.**	0,79	1,3	0,22	1,53	2,32
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.)	0,79	1,33	0,11	1,44	2,23
Mattos					
<i>Coffea arabica</i> L.**	0,39	1,69	0,11	1,8	2,2
<i>Machaerium</i> sp.	0,39	1,7	0,06	1,76	2,15
<i>Melia azedarach</i> L.**	0,79	1,3	0,06	1,36	2,14
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A. Juss.	0,39	1,61	0,11	1,72	2,12
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	0,79	1,12	0,19	1,32	2,1
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	0,79	1,14	0,14	1,28	2,06
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0,39	1,21	0,14	1,35	1,74
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex	0,39	1,26	0,03	1,28	1,68
Verl.					
<i>Vitex</i> sp.	0,39	1,24	0,03	1,27	1,66
<i>Anadenanthera</i> sp.	0,39	1,05	0,03	1,08	1,47

Tabela 10. (cont.)

<b>Espécie</b>	<b>F.R.</b>	<b>Do.R.</b>	<b>A.R.</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Handroanthus</i> cf. <i>serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	0,39	0,96	0,03	0,99	1,38
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	0,39	0,89	0,03	0,92	1,31
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0,39	0,87	0,03	0,9	1,29
<i>Ficus</i> sp.	0,39	0,84	0,03	0,87	1,26
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	0,39	0,8	0,03	0,83	1,22
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	0,39	0,73	0,03	0,76	1,15
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	0,39	0,72	0,03	0,74	1,14
<i>Handroanthus</i> sp.	0,39	0,7	0,03	0,73	1,12
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	0,39	0,61	0,03	0,64	1,03
<i>Allophylus</i> L.	0,39	0,54	0,06	0,6	0,99

## 4. DISCUSSÃO

### Composição florística

Em relação ao estrato regenerante, observa-se um predomínio de espécies nativas, 49 espécies (79,0 %), em relação às exóticas, que somaram seis espécies (9,6 %). Entre as exóticas, *Mimosa caesalpinifolia*, *Eriobotrya japonica*, *Coffea arabica*, *Psidium guajava*, *Tecoma stans* e *Melia azedarach*, as três últimas foram encontradas no estrato arbóreo, enquanto as outras três espécies foram observadas somente no estrato regenerante.

*Tecoma stans* e *Melia azedarach* são espécies heliófilas e também por sua dispersão ocorrer pelo vento e pela fauna, respectivamente, acredita-se que vêm se propagando pela RPPN, principalmente onde há presença de clareiras.

*Eriobotrya japonica* e *Coffea arabica* são duas espécies amplamente dispersas pela fauna, sendo a primeira também considerada heliófila e a segunda de sub-bosque. Acredita-se que *E. japonica* tenha se propagado a partir de áreas urbanas, uma vez que essa espécie, segundo Jordaan *et al.* (2012), apresenta grande potencial de dispersão por aves e morcegos, fauna abundante na RPPN. No caso da *C. arabica*, foram encontrados poucos indivíduos, concentrados em uma única parcela próxima à antiga sede da propriedade, acreditando-se que essa proximidade tem sido um fator favorável à propagação da espécie na área.

Já *Psidium guajava* foi plantada como espécie nativa, no entanto, é considerada uma espécie exótica no Brasil, ocorrendo subspontaneamente no país (Sobral *et al.* 2012). Observa-se que essa espécie, devido à sua alta capacidade de disseminação, está se alastrando pela RPPN.

Nesse sentido, destaca-se a importância da erradicação dessas espécies, dentro e no entorno imediato da RPPN, tendo em vista sua capacidade de dispersão. Em relação às espécies heliófilas, sugere-se um enriquecimento nas clareiras, onde espontaneamente aparecem essas espécies, como ação complementar ao manejo. Já a espécie de sub-bosque, *Coffea arabica*, como possui capacidade de se propagar pelo sub-bosque da RPPN, deve ser erradicada antes que os indivíduos atinjam a idade reprodutiva. Os indivíduos no entorno da propriedade também devem ser erradicados.

Entre as espécies nativas, 9 espécies (14,5 %) não constam na lista do plantio, sendo consideradas, com exceção de *Bastardiopsis densiflora*, como espécies alóctones (Tabela 8). Acredita-se que *B. densiflora* tenha sido plantada na RPPN, por esse motivo não foi considerada como espécie alóctone. Seis espécies alóctones são classificadas como zoocóricas, destacando a importância da fauna na dispersão de sementes na RPPN.

A fauna é de grande importância no processo de restauração florestal, pois dispersa propágulos de remanescentes naturais, contribuindo para a regeneração natural (Melo & Durigan 2007, Aquino & Barbosa 2009, Silveira *et al.* 2011; Trevelin *et al.* 2013). Melo & Durigan (2007)

observaram que em um reflorestamento, 15 anos após o plantio, cerca de 70 % do estrato regenerante é formado por espécies oriundas a partir de dispersão.

Embora a RPPN possua apenas nove anos, é possível que novas espécies possam ser dispersas pela área, fato já observado pelas espécies alóctones encontradas. No entanto, a ausência de fragmentos próximos, que atuem como fonte de propágulos, dificulta o seu enriquecimento a partir da dispersão de sementes. Esse fato pode ser observado, pela quantidade de espécies autóctones, que somam 43 (69,3 %).

Entre as alóctones, nota-se a presença de espécies com ocorrência no Cerrado: *Xylopia aromatica*, *Erythroxylum campestre*, *Pera glabrata*, *Myrsine coriacea* e *Zanthoxylum riedelianum*. A influência da vegetação de Cerrado, *lato sensu*, em remanescentes naturais próximos ao município de Mogi-Guaçu, já foi relatada por Mantovani *et al.* (1989). Assim, destaca-se a importância dessa formação florestal, na conservação das espécies, e também como fonte de propágulos, para áreas em processo de restauração.

Observa-se que sete espécies foram identificadas apenas em nível de gênero, *Vitex* sp., *Allophylus* sp., *Handroanthus* sp., *Cordia* sp., *Anadenanthera* sp., *Machaerium* sp. e *Ficus* sp., sendo que as cinco últimas possuem representantes do mesmo gênero no estrato arbóreo, e dessa forma, talvez tenham origem autóctone. No entanto, devido à quantidade de indivíduos encontrada nesses gêneros, optou-se identificá-los apenas em nível de gênero, evitando com isso influenciar nos resultados obtidos para os parâmetros fitossociológicos.

Em relação às espécies classificadas, de acordo com Mamede *et al.* (2007), como “vulnerável”: *Myracrodruon urundeuva*; e como “quase ameaçada”: *Aspidosperma polyneuron* e *Copaifera langsdorffii*, observa-se que já constavam na lista de espécies utilizadas no plantio. Destaca-se que essas espécies têm tido sucesso na propagação pela RPPN, o que é importante para a conservação dessas espécies.

Em relação à família mais diversa, observa-se um predomínio da família Fabaceae, seguida por Bignoniaceae. Fabaceae é uma família muito importante na formação FES, predominando, em riqueza, em áreas naturais (Gibbs & Leitão-Filho 1978, Mantovani *et al.* 1989, Rozza 1997, Cerqueira 2005), como em reflorestamentos de diferentes idades (Melo & Durigan 2004, Damasceno 2005, Castanho 2009). Considerando também o predomínio dessas famílias no estrato arbóreo, aliado à baixa influência de espécies alóctones na RPPN, é plausível que essas famílias predominem em riqueza, no estrato regenerante estudado.

Melo & Durigan (2007) observaram, em reflorestamentos com diferentes idades, que o estrato regenerante começa a se estabelecer após três anos. A partir desse período, o estrato arbóreo já se desenvolveu suficientemente, para criar condições adequadas ao desenvolvimento das espécies. A RPPN, embora apresente nove anos de implantação, ainda é uma área com plantio

recente, com estrato regenerante ainda em formação, e, desta forma, estando sujeita às diversas alterações, tanto em densidade como em diversidade.

A riqueza tem sido influenciada principalmente por espécies autóctones, devido à baixa influência de remanescentes próximos. As espécies alóctones são predominantemente zoocóricas e de ocorrência em Cerrado, *lato sensu*, demonstrando a influência e importância desta fitofiosionomia para a região.

### **Grupos sucessionais**

Em relação às espécies de diferentes classes sucessionais, observou-se um equilíbrio de espécies pioneiras (41,9 %) e não pioneiras (37,1 %). Em relação aos indivíduos, houve, destacadamente, um predomínio de espécies pioneiras (84,3 %). Isso se deve à abundância de algumas espécies como: *Myrsine umbellata*, *Senegalia polyphylla*, *Schinus terebinthifolius*, *Mimosa bimucronata*, *Parapiptadenia rigida* e *Triplaris americana*.

O predomínio das espécies pioneiras no sub-bosque pode ser explicado principalmente: pela maior rapidez com que as espécies pioneiras atingem a idade fértil; pela capacidade de reprodução de algumas espécies; e pela heterogeneidade no regime de luz incidente no sub-bosque, variável pela composição do dossel.

As espécies pioneiras apresentam um crescimento mais rápido que espécies não pioneiras. Nesse processo, as espécies pioneiras criam um ambiente propício para o desenvolvimento das espécies não pioneiras (Whitmore 1989, Tabarelli & Mantovani 1999, Guariguata & Ostertag 2001). As pioneiras, por apresentar um crescimento mais acelerado, atingem a idade fértil mais rapidamente, sendo as primeiras a se reproduzirem, contribuindo para a maior quantidade de espécies e indivíduos desse grupo, no estrato regenerante.

Acredita-se que o dossel do estrato arbóreo influencia na composição do estrato regenerante, uma vez que se trata de uma composição arbórea formada por espécies típicas de Floresta Estacional Semidecídua (FES). Na FES, o regime de luz, no sub-bosque, é muito variável ao longo do ano (Gandolfi 2000, Gandolfi *et al.* 2007). Segundo os autores, essa variação está associada à deciduidade das espécies, que perdem as folhas no período mais seco, permitindo uma maior entrada de luz no sub-bosque, durante esse período.

Embora as espécies não pioneiras sejam as responsáveis por ocupar o sub-bosque de uma floresta com a copa fechada (Whitmore 1989), considera-se que a variação da luminosidade, causada pela deciduidade das espécies do dossel, influencia a abundância de espécies secundárias iniciais de sucessão, explicando a maior proporção de indivíduos desse grupo em FES (Gandolfi 2000). Esse fato, associado à pouca idade do reflorestamento da RPPN e à ocorrência de

frutificação das espécies pioneiras antes das não pioneiras, explica a maior proporção de espécies e indivíduos pioneiros.

As exóticas não foram classificadas quanto ao grupo sucessional, estando sua ocorrência associada a diferentes condições de luminosidade. *Tecoma stans* e *Melia azedarach*, por exemplo, são espécies que possuem distribuição relacionada à presença de luz, já *Coffea arabica* ocorre em áreas mais sombreadas.

### **Síndromes de dispersão**

Nesse trabalho foi observado um predomínio de espécies zoocóricas, fato também constatado por Aquino & Barbosa (2009) que, em um levantamento realizado próximo à região da RPPN, verificaram que as espécies zoocóricas representaram 64,6 % do total. Em florestas estacionais semidecíduas (FES) conservadas, a proporção pode variar entre 60 e 90 % do total de espécies (Morellato & Leitão-Filho 1992).

Quando comparada a síndrome de espécies do estrato regenerante com o estrato arbóreo, observa-se que entre as 26 espécies zoocóricas do estrato regenerante, 16 constavam no estrato arbóreo (61,5 %). Já as anemocóricas, 17 espécies de um total de 18 (94,4 %), encontradas no estrato regenerante, também foram encontradas no estrato arbóreo. As autocóricas, nove de 11 (81,8 %) espécies do estrato regenerante constam no estrato arbóreo. Esses resultados permitem observar que a composição de espécies anemocóricas e autocóricas do estrato regenerante foi mais influenciada pelo estrato arbóreo, quando comparadas com as espécies zoocóricas. As zoocóricas foram tanto influenciadas por espécies que constavam dentro e fora das parcelas amostrais, como também por espécies alóctones.

Entre as espécies alóctones, 13 foram amostradas nas parcelas, sendo nove zoocóricas: *Xylopia aromatica*, *Erythroxylum campestre*, *Alchornea glandulosa*, *Pera glabrata*, *Melia azedarach*, *Myrsine coriacea*, *Eriobotrya japonica*, *Coffea arabica* e *Zanthoxylum riedelianum*.

As espécies zoocóricas presentes na RPPN têm sido muito importantes para a restauração florestal da área, uma vez que atraem a fauna para forrageio e para abrigo. Na mesma área de estudo, RPPN, Trevelin *et al.* (2013) analisaram a capacidade de dispersão de morcegos frugívoros, demonstrando que florestas recém restauradas podem ser incorporadas como habitats de alimentação e repouso para essa fauna.

Entre 12 espécies consumidas por oito espécies de morcegos, com base no estudo realizado por Silveira *et al.* (2011) na RPPN, sete foram encontradas no estrato regenerante estudado no presente trabalho, sendo elas: *Dendropanax cuneatum*, *Cecropia pachystachya*, *Inga vera* subsp. *affinis*, *Copaifera langsdorffii*, *Maclura tinctoria*, *Eugenia uniflora* e *Psidium guajava*

Silveira *et al.* (2011) destacam que, embora as espécies de morcegos consumam espécies alóctones à RPPN, as espécies autóctones foram a base da dieta dos morcegos. Os autores ainda ressaltam que a pouca idade da área, na época dos estudos, poderia ser um fator que limitasse a dieta da fauna, já que algumas espécies consumidas pelos morcegos ainda não estavam produzindo frutos. Nesse sentido, destaca-se a importância das espécies da RPPN, como fonte de alimento para essa fauna que, conseqüentemente, contribui na dispersão das espécies da própria área e na dispersão de novas espécies oriundas de outras localidades, contribuindo no aumento da riqueza do estrato regenerante.

A presença de espécies alóctones, na regeneração natural, é um indicador de que os processos ecológicos estão atuando, para proporcionar a chegada de novas espécies na área restaurada, promovendo o resgate da biodiversidade, que é fundamental para a sustentabilidade de áreas restauradas (Bellotto *et al.* 2009).

Vários fatores influenciam o sucesso da restauração, entre eles a fragmentação da paisagem associada e a baixa influência da fauna (Rodrigues *et al.* 2011). Aquino & Barbosa (2009) já apontam que a proximidade de fragmentos conservados às áreas reflorestadas é um importante fator na dinâmica da regeneração. Destaca-se que, embora não haja fragmentos próximos à RPPN, a fauna tem favorecido o estabelecimento de novas espécies na área.

Quando se observa o número de indivíduos, nota-se que os autocóricos (47,0 %) foram superiores aos zoocóricos (41,1 %). Esses valores contrastam com os valores do estrato arbóreo, em que os indivíduos zoocóricos ocuparam um valor de 47,0 % e autocóricos, de 20,3 %.

A maior abundância de indivíduos autocóricos, no estrato regenerante, ocorre devido à grande quantidade de indivíduos, principalmente pertencentes à família Fabaceae, como *Senegalia polyphylla*, *Mimosa bimucronata* e *Parapiptadenia rigida*. Já a maior abundância de indivíduos zoocóricos pode ser explicada devido à grande quantidade de indivíduos de *Schinus terebinthifolius* e, principalmente, de *Myrsine umbellata*.

## **Estrutura da vegetação e parâmetros fitossociológicos**

### **Altura**

Verifica-se que a maioria das espécies e indivíduos esteve presente nos dois primeiros metros de altura, atribuindo-se esse fato à pouca idade do estrato regenerante. Destaca-se que, embora haja predomínio tanto de indivíduos quanto de espécies pioneiras, em todas as classes de altura, observa-se que a partir dos dois metros de altura, este predomínio é mais acentuado.

Entre as espécies com altura superior a três metros, *Alchornea glandulosa*, *Aloysia virgata*, *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine umbellata*, *Senegalia polyphylla*, *Tecoma stans* e *Mimosa caesalpinifolia*,

apenas *N. megapotamica* é não pioneira, salientando-se o predomínio das espécies pioneiras nas maiores alturas. Essas espécies também apareceram em pelo menos quatro das cinco classes de altura, o que leva a supor que serão as primeiras a ocuparem o dossel na floresta futura. Destaca-se ainda que uma espécie apresenta maior possibilidade de se estabelecer na composição futura de uma floresta, quando ocorre em todas as classes de alturas (Citadini-Zanette 1995, Maragon *et al.* 2008).

Para as espécies com mais de três metros de altura, foram levantados 46 indivíduos, sendo 18 de *T. stans* e três de *M. caesalpiniifolia*, totalizando 21 espécies exóticas. A grande quantidade de exóticas, nas alturas superiores, principalmente de *T. stans*, demonstra que essa espécie pode ser mais apta a ocupar o dossel da floresta. A espécie também apresenta indivíduos de diversas classes de altura, desde 30 cm, até cinco metros de altura, sendo possível observar o seu sucesso na RPPN. Também já foram encontrados indivíduos no estrato arbóreo, fato que permite concluir que a espécie vem se propagando desde o início do plantio, necessitando, portanto, de manejo.

O lento desenvolvimento das espécies não pioneiras e o rápido crescimento das espécies pioneiras são bastante evidentes nesta etapa de avaliação da RPPN. Tal fato permite concluir que ainda é uma floresta em formação, e as espécies pioneiras do estrato regenerante ocuparão precocemente as alturas superiores do estrato regenerante, conforme o esperado.

### **Índice de valor de cobertura e índice de valor de importância**

Para o cálculo da dominância relativa (Do.R) do estrato regenerante, foi utilizada a altura média das espécies. Observa-se que em trabalhos de fitossociologia, principalmente quando se avalia o estrato arbóreo, usa-se a área basal para o cálculo da Do.R.

O presente trabalho propõe o uso da altura média de cada espécie, como parâmetro utilizado no cálculo da Do.R. O uso da altura, para o cálculo, tem fundamento na importância desse parâmetro na estrutura da comunidade, principalmente do estrato regenerante.

Volpato (1994) desenvolveu o índice de regeneração natural, que inclui a frequência e densidade das espécies de acordo com cada classe de altura. O índice de regeneração natural é estimado para cada espécie, a partir da média dos valores de frequência e densidade relativas, para cada classe de altura. A soma do valor estimado para cada classe corresponde à estimativa da regeneração natural total (RNT) por espécie. Esse estimador é o que mais se assemelha ao índice de valor de importância, utilizado no presente trabalho, pois também considera a frequência relativa e abundância relativa para o estrato regenerante.

Em relação às espécies, observa-se que *Myrsine umbellata* e *Senegalia polyphylla* apresentaram maior IVC. Esse fato deve-se à expressiva abundância das duas espécies, 918 e 868 indivíduos, respectivamente, e à ampla distribuição, 19 e 16 sub-parcelas, respectivamente.

*S. polyphylla*, embora tenha apresentado alto IVI no estrato regenerante, foi uma espécie que merece destaque, pois foi pouco expressiva no estrato arbóreo, destacando seu sucesso reprodutivo. Outras espécies com alto IVI, porém menos expressivos, são *Mimosa bimucronata* e *Schinus terebinthifolius*.

Todavia, destaca-se que a predominância de poucas espécies, no estrato regenerante, não indica que os reflorestamentos tendam a se transformar em comunidades muito simplificadas. Ao longo do tempo, com o crescimento das árvores e a mortalidade das espécies que apresentam menor longevidade, espera-se o surgimento de uma formação de diferentes micro-habitats e, conseqüentemente, uma diversificação da comunidade vegetal (Melo & Durigan 2007).

*Inga vera* subsp. *affinis*, *Croton floribundus* e *Citharexylum myrianthum* são três espécies que, no estrato arbóreo, apresentaram maior IVI, não sendo semelhante no estrato regenerante. No estrato regenerante, essas espécies foram menos importantes, pois foram menos frequentes e menos abundantes, principalmente *C. myrianthum*.

*Parapiptadenia rigida* e *Triplaris americana* apresentaram alta abundância relativa. No entanto, essas espécies foram pouco frequentes, principalmente *P. rigida*, que esteve restrita a apenas uma parcela, onde apresentou um indivíduo adulto, com  $15 \text{ cm} \geq \text{CAP}$ .

Uma espécie que merece destaque é *Tecoma stans*, por apresentar a maior Do.R, demonstrando ser uma espécie com altura média superior às demais. Também foi uma espécie abundante, porém pouco frequente, estando presente em oito parcelas.

De forma geral, a composição da RPPN apresentou-se relativamente heterogênea, quanto à abundância, frequência e altura dos indivíduos (Figura 10). Entre as diferentes variáveis ambientais que possam influenciar esses parâmetros, avaliou-se a influência das características edáficas sobre a estrutura da vegetação da RPPN, tendo em vista a heterogeneidade na fertilidade do seu solo (Ver Capítulo III).



**Figura 10:** Variação na composição e estrutura do estrato regenerante das 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. a – Alta densidade de indivíduos e alta diversidade de espécies; b – Alta densidade de indivíduos e alta diversidade de espécies; c – Alta diversidade de espécies e baixa densidade de indivíduos ; d – Alta densidade de indivíduos e baixa diversidade de espécies; e – Baixa densidade de indivíduos e diversidade de espécies; f - Baixa densidade indivíduos e diversidade de espécies com presença de gramíneas; g – Indivíduos abaixo do limite de inclusão; h - Indivíduos de *Tecoma stans* com altura elevada; i – Indivíduos de espécies nativas com altura elevada.

Em relação às espécies raras, 17 espécies (27,4 %) foram representadas por um único indivíduo, e quatro espécies (6,5 %), por dois indivíduos, o que somadas, contabilizam 21 espécies (33,9 %). Segundo Caifa *et al.* (2012), o conceito mais difundido de espécie rara é aquele proposto por Martins (1991), em que se considera rara aquela espécie representada por um único indivíduo na amostra. E, segundo Martins (1991), a proporção de espécies raras, para a Floresta Estacional Semidecídua, varia de 25,5 a 29,9 %, apresentando o estrato regenerante da RPPN uma porcentagem de espécies raras entre os valores encontrados pelo autor.

### Densidade, riqueza, diversidade e equitatividade

Quando comparada a outros reflorestamentos, observa-se que a riqueza do estrato regenerante da RPPN é superior aos demais reflorestamentos com idade semelhante ou superior, sendo inferior apenas aos remanescentes naturais (Tabela 11). Uma possível explicação para essa discrepância é a riqueza de espécies utilizada no plantio dos reflorestamentos, sendo que a composição do estrato regenerante é fortemente influenciada pelo estrato arbóreo. A RPPN, quando comparada com os demais reflorestamentos (Tabela 11), foi plantada com alta riqueza de espécies, e acredita-se que esse fator tenha sido determinante na composição do estrato regenerante.

**Tabela 11:** Riqueza (Número de espécies), Densidade (Ind. ha<sup>-1</sup>), Diversidade (Shannon) e Número de Espécies Plantadas (N. E. Plantadas) de estudos fitossociológicos desenvolvidos em diferentes reflorestamentos e em remanescentes naturais. \*Dados referentes ao primeiro levantamento; \*\*RPPN – Parque São Marcelo; \*\*\*Capoeira com 23 anos; N.I – Não informado; Melo (2004) - Critério de inclusão de 1,7 m > Altura ≥ 50 cm; Souza (2000) - Critério de inclusão de Altura ≥ 50 cm e CAP < 15 cm; RPPN e Damasceno (2005) - Critério de inclusão de Altura ≥ 30 cm e CAP < 15 cm; Siqueira (2002) – Critério de inclusão de 2,0 m > Altura > 30 cm; Maragon *et al.* (2008) - Critério de inclusão de Altura ≥ 1,0 m e CAP < 15 cm.

Área	Riqueza (N. Espécies)	Densidade (Ind.ha <sup>-1</sup> )	Diversidade (Shannon)	N. E. Plantadas
Melo (2004) -7 anos	21	20.400	1,69	N.I
Souza (2000) - 9 anos*	10	3.448	N.I	39
Melo (2004) - 9 anos	17	7.500	1,84	N.I
RPPN** - 9 anos	62	7.980	2,46	100
Souza (2000) - 10 anos*	16	6.499	N.I	42
Damasceno (2005) – 11 anos	9	6.759	1,07	38
Melo (2004) - 13 anos	26	4.015	1,79	N.I
Siqueira (2002) - 14 anos	15	17.600	N.I	140
Damasceno (2005) – 16 anos	16	10.531	2,06	42
Melo (2004) - 23 anos***	23	18.100	2,45	-
Maragon <i>et al.</i> (2008) - Mata Nativa 1	91	9.570	N.I	-

No entanto, observa-se que no reflorestamento com 14 anos (Siqueira 2002), foram plantadas 140 espécies, e a riqueza encontrada no estrato regenerante foi de apenas 15 espécies. Os resultados obtidos por Siqueira (2002) não corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho, pois ambos avaliaram reflorestamentos plantados com alta riqueza de espécies. Tendo em vista a influência que o estrato arbóreo exerce sobre o estrato regenerante, esperava-se que a riqueza encontrada por Siqueira (2002) fosse semelhante ao observado no presente trabalho.

Para Souza (2000), a idade dos reflorestamentos, o histórico do uso da terra, o banco de sementes, a distância de fontes colonizadoras e a dispersão de propágulos são os principais fatores que interferiram no processo de regeneração natural. No entanto, supõe-se que a reduzida riqueza encontrada no estrato regenerante, por Siqueira (2002), esteja associada ao esforço amostral, que foi de apenas 30 m<sup>2</sup>, enquanto que no presente trabalho foram amostrados 4.500 m<sup>2</sup>.

A riqueza do estrato regenerante, quando comparada com o estrato arbóreo, possui 43 espécies (69,3 %) em comum, mostrando uma alta dependência desse estrato para a sua composição. Esse fato pode ser constatado pelo alto índice de similaridade de Jaccard, 0,46. Comparativamente com Melo (2004), o índice obtido foi superior ao encontrado entre os estratos arbóreo e regenerante, que variou entre 17,1 % a 22,2 %, para reflorestamentos de 7, 9 e 13 anos. De acordo com Mueller-Dombois & Elleberg (1974), comunidades que apresentam valores de similaridade para o índice de Jaccard acima de 25 % podem ser consideradas semelhantes.

A alta riqueza de espécies, encontrada no estrato regenerante da RPPN, foi influenciada pela alta riqueza utilizada no plantio, fator determinante na composição do estrato regenerante. No entanto, o parâmetro encontrado ainda está um pouco mais distante de remanescentes mais conservados, como a Mata Nativa 1 (Maragon *et al.* 2008).

A densidade, quando comparada entre os reflorestamentos (Tabela 6), é muito heterogênea. De acordo com Souza (2000), a densidade dos reflorestamentos está relacionada às suas diferentes idades, sendo que em áreas com baixa idade, algumas plantas ainda não atingiram a idade reprodutiva, sendo encontrada, portanto, menor densidade.

No entanto, observa-se que alguns reflorestamentos jovens, com 7 e 9 anos (Melo 2004) e RPPN com 9 anos, apresentam densidades superiores àqueles com idade acima de 10 anos (Souza 2000), 11 anos (Damasceno 2005) e 13 anos (Melo 2004).

A comparação entre reflorestamentos é importante, pois possibilita uma compreensão do desenvolvimento do reflorestamento avaliado, tendo como base outros reflorestamentos. No entanto, alguns parâmetros, como a densidade, podem ser influenciados pela diferença na metodologia aplicada na amostragem dos indivíduos, como o critério de inclusão utilizado entre os reflorestamentos comparados.

Como observado nos trabalhos citados (Tabela 6), há diferentes critérios de inclusão adotados nos trabalhos, o que influencia fortemente a densidade, principalmente nos reflorestamentos mais recentes. De modo a sustentar essa ideia, calculou-se a densidade da RPPN, com base nos diferentes critérios adotados pelos trabalhos.

Quando se consideraram apenas os indivíduos com altura igual ou superior a 50 cm, conforme Souza (2000), a densidade da RPPN foi 5.204 indiv. ha<sup>-1</sup>; no critério proposto por Melo (2004), que considerou indivíduos 1,7 m > Altura ≥ 50 cm, a densidade da RPPN foi 4.582 ind. ha<sup>-1</sup>; caso fosse adotado o mesmo critério de Siqueira (2002), que considerou indivíduos 2,0 m > Altura > 30 cm, a densidade da RPPN seria 7.518 ind. ha<sup>-1</sup>.

Os resultados apresentados, com exceção de Siqueira (2002), são muito distantes da densidade apresentada no presente trabalho, que foi de 7.980, para o critério adotado: altura maior ou igual a 30 cm e CAP menor que 15 cm. A simulação apresentada constata que a diferença no critério de inclusão pode ser um fator determinante, e que comparações entre trabalhos com diferença nesse critério podem favorecer inferências errôneas.

Como a RPPN ainda é recente, apenas nove anos, várias espécies ainda apresentam altura reduzida, principalmente as não pioneiras. Devido à baixa idade do reflorestamento, acredita-se que muitas espécies ainda estão em um período pré-reprodutivo, o que limita a disponibilidade de sementes do estrato arbóreo para o estrato regenerante. Fato parecido já foi relatado por Siqueira (2002), em um estudo realizado em reflorestamentos com idades entre 10 e 14 anos.

Embora Felfili (1997), Felfili & Abreu (1999), Salles & Schiaviani (2007) afirmem que as plântulas sofrem intensiva pressão seletiva do ambiente e, dessa forma, nem todas as plântulas podem ser consideradas estabelecidas, é importante incluir indivíduos com diferentes classes de altura, com a finalidade de amostrar a máxima riqueza, principalmente em reflorestamentos mais jovens. Dessa forma, a inclusão de indivíduos com altura reduzida no levantamento é interessante, pois a área da RPPN ainda é recente e algumas espécies iniciaram a frutificação recentemente.

Em relação à diversidade e equitatividade, índice de Shannon e Pielou, respectivamente, foram menores quando comparadas ao estrato arbóreo. Os menores valores estão relacionados, principalmente, à menor distribuição dos indivíduos entre as espécies do estrato regenerante, quando comparadas com o estrato arbóreo. Essa tendência também é observada, quando se compara o índice de Simpson do estrato arbóreo e do regenerante, 0,97 e 0,85, respectivamente. Esse fato deve-se à grande abundância de poucas espécies como, *Myrsine umbellata*, *Senegalia polyphylla*, *Mimosa bimucronata*, *Schinus terebinthifolius*, *Parapiptadenia rigida* e *Triplaris americana*. Destaca-se ainda que a menor riqueza de espécies encontrada no estrato regenerante, também é um fator que contribuiu para a menor diversidade desse estrato.

Os menores índices de diversidade do estrato regenerante, quando comparados com o estrato arbóreo, podem ser influenciados com o avanço idade da RPPN, uma vez que algumas espécies ainda não atingiram a idade fértil. No entanto, é necessária uma avaliação contínua da área, de forma a constatar essa possível mudança.

Destaca-se que o estrato regenerante de um reflorestamento apresenta uma dinâmica muito relativa, sendo sua diversidade e composição influenciada por remanescentes próximos. No entanto, nas condições em que a paisagem encontra-se muito fragmentada, com reduzida influência da fauna, a composição e o funcionamento da floresta no futuro depende, fundamentalmente, do que se plantou (Rodrigues *et al.* 2011).

No caso da RPPN, a presença da fauna na área já foi destacada, e sua eficiência na dispersão de sementes pôde ser constatada por meio da composição do estrato regenerante. No entanto, destaca-se que a diversidade do estrato regenerante ainda é majoritariamente influenciada pelas espécies utilizadas no plantio, e o uso da alta diversidade, nesse contexto, certamente contribuiu na composição do estrato regenerante.

Avaliar os diferentes parâmetros, como a riqueza, abundância e diversidade do estrato regenerante, certamente fornece bons indicativos sobre o desenvolvimento do estrato em formação. Com base nesses indicativos, obtêm-se informações importantes sobre as ações de manejo necessárias, de modo a garantir a sustentabilidade da área restaurada.

## 5. CONCLUSÕES

A alta diversidade de espécies utilizadas no plantio favoreceu a alta diversidade de espécies que compõem o estrato regenerante, tendo em vista a influência que o estrato arbóreo nele exerce.

Os remanescentes próximos à RPPN, até o nono ano após o plantio, exerceram pouca influência na composição do estrato regenerante, o que pode ser evidenciado pelo baixo número de espécies alóctones, apenas 13.

Entre as espécies alóctones, foram encontradas cinco espécies de Cerrado, destacando a importância desta fitofisionomia para a região.

As espécies zoocóricas foram a maioria entre as espécies alóctones, conferindo grande importância a essa síndrome de dispersão.

Os indivíduos pioneiros foram predominantes em todas as classes de altura, principalmente nas alturas superiores.

A riqueza, diversidade, equitatividade e a densidade, desde que se considerem os mesmos critérios de inclusão, são descritores adequados para avaliar o estrato regenerante de um reflorestamento.

É necessária a erradicação das espécies exóticas, presentes no reflorestamento e também nas proximidades da RPPN, para que seja evitada a contaminação biológica na área.

## 6. LITERATURA CITADA

**APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

**Aquino, C. & Barbosa, L.M.** 2009. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. *Revista Árvore* 33: 349-358.

**Barbosa, K.C. & Pizo, M.A.** 2006. Seed Rain and Seed Limitation in a Planted Gallery Forest in Brazil. *Restoration Ecology* 14: pp. 504–515.

**Bellotto, A., Viani, R.A.G., Nave, A.G., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. *In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.* Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 128 -146.

**Caifa, A.n., Martins, S.V., Nunes, J.A. & Eisenlohr, P.V.** 2012. Espécies arbóreas raras. *In: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil.* Editora UFV, Viçosa, pp.353-371.

**Castanho, G.G.** 2009. Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**Cerqueira, R.M.** 2005. Florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecídua montana no município de Itatiba, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Citadini-Zanette, V.** 1995. Fitossociologia e aspectos dinâmicos de um remanescente da Mata Atlântica na microbacia do Rio Novo, Orleans, SC. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

- Damasceno, A.C.F.** 2005. Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idade no pontal do Paranapanema. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Felfili, J.M.** 1997. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in Central Brazil. *Forest Ecology and Management* 91: 235-245.
- Felfili, J.M. & Abreu, H.M.** 1999. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocarpha macropoda* Back. e *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais na mata de galeria do Gama - DF. *Cerne* 5: 125-132.
- Flora do Brasil.** 2012. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/> (acesso em 03.2012).
- Gandolfi, S.** 2000. História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- Gandolfi, S., Joly, C.A. & Rodrigues, R.R.** 2007. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola* 64: 433-438.
- Gibbs, P.E. & Leitão-Filho, H.F.** 1978, Floristic composition of a area of gallery near Mogi-Guaçu., state of São Paulo, S.E. Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 1: 151-156.
- Guariguata, M.R. & Ostertag, R.** 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148: 185- 206.
- Guilherme, F.A.G.** 2000. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, *Cerne* 6: 60-66.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan & P.D.** 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Jaccard, P.** 1908. Nouveiles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturalles* 44: 223-270.

**Jordaan, L.A., Johnson, S.D. & T. Downs, C.T.** 2012. Wahlberg's epauletted fruit bat (*Epomophorus wahlbergi*) as a potential dispersal agent for fleshy-fruited invasive alien plants: effects of handling behaviour on seed germination. *Biological Invasions* 14: 959–968.

**Magurran, A.E.** 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.

**Mamede, M.C.H., Souza, V.C., Prado, J., Barros, F., Wanderley, M.G.L. & Rando, J.G.** 2007. Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. Imprensa Oficial, São Paulo.

**Mantovani, W., Rossi, L., Romaniuc Neto, S., Assad-Ludewings, I.Y., Wanderley, M.G., Melo, M.M.R.F. & Toledo, C.B.** 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. *In*: L.M. Barbosa (coord.). Simpósio sobre mata ciliar, São Paulo, pp.235-267.

**Maragon, L.C., Soares, J.J., Feliciano, A.L.P., Lins, C.F. & Brandão, S.** 2008. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 32: 183-191.

**Martins, F.R** 1991. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Editora da Unicamp, Campinas.

**Melo, A.C.G.** 2004. Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no médio vale do Paranapanema (SP). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

**Melo, A.C.G. de. & Durigan, G.** 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. *Scientia florestalis* 73: 101-111.

**Missouri.** 2012. Botanical Garden's VAST (Vascular Tropicos) nomenclatural data base - W3 Tropicos. <http://www.tropicos.org> (acesso em 03.2012).

**Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F.** 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In*: L.P.C. Morellato (org.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora Unicamp, Campinas/SP, pp.112-140.

**Mori, S.A., Silva, L.A.M., Lisboa, G. & Coradin, L.** 1985. Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico. CEPEC, Ilhéus.

**Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York.

**Pielou, E.C.** 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley InterScience, New York.

**Pielou, E.C.** 1975. Ecological diversity. Wiley InterScience, New York.

**Rodrigues, R.R., Gandolfi, S., Nave, A.G.; Aronson, J., Barreto, T.E., Vidal C.Y. & Brancalion, P.H.S.** 2011. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261: 1605–1613.

**Roza, A.F.** 1997. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma floresta semidecidual: mata da virgínia, Matão, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.

**Salles, J.C. & Schiavini, I.** 2007. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. *Acta botanica brasílica* 21: 223-233.

**Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E.N. & Cruz-Neto, A.P.** 2011. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica* 37: 31-36

**Simpson, E.H.** 1949. Measurement of diveristy. *Nature* 163: 688.

**Siqueira, L.P.** 2002. Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**Sobral, M., Proença, C., Souza, M., Mazine, F. & Lucas, E.** 2012. Myrtaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB024034>.

- Souza, F.M.** 2000. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São PAULO - BRASIL). *Revista Brasileira de Biologia* 59: 239-250.
- Trevelin, L.C., Silveira, M., Port-Carvalho, C., Homem, D.H. & Cruz-Neto, A.P.** 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management* 291: 136–143.
- Volpato, M.M.L.** 1994. Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Whitmore, T. C.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.

### **CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS EDÁFICOS NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E REGENERANTE**

**Resumo: (Influência de parâmetros edáficos na estrutura da vegetação arbórea e regenerante).** No presente estudo, foram analisadas as relações entre as características químicas e físicas do solo, com a vegetação do estrato arbóreo e do estrato regenerante, de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural, em Mogi-Guaçu/SP. Os solos presentes na área foram classificados como Latossolo e Argissolo. As amostragens foram realizadas em 20 sub-parcelas (12,5 x 18 m), locadas em 20 parcelas permanentes, estabelecidas no início do reflorestamento. Não se obtiveram agrupamentos das parcelas para as propriedades químicas e físicas do solo, a partir das análises de componentes principais (PCA), no entanto, observou-se uma variação na fertilidade entre as parcelas, independente da classe de solo. A estrutura dos estratos arbóreo e regenerante também não foi influenciada pela diferentes classes de solo, presentes na RPPN. Entre as variáveis químicas e físicas, apenas densidade do solo apresentou limites críticos para o desenvolvimento das plantas, porém não se detectou, com base nas análises estatísticas, correlação com a vegetação. Houve maior número de correlações dos parâmetros do solo com a altura média do estrato arbóreo e a densidade (número de indivíduos ha<sup>-1</sup>) do estrato regenerante. A saturação por alumínio (m %) apresentou correlação negativa com a altura média do estrato arbóreo, nas camadas mais profundas, 20-40 cm, e com a densidade (número de indivíduos ha<sup>-1</sup>) do estrato regenerante, nas camadas mais superficiais, 0-10 e 0-20 cm. Houve um maior número de variáveis do solo que correlacionaram positivamente, do que as que correlacionaram negativamente com parâmetros de estrutura da vegetação, destacando-se que estas variáveis não impuseram limites ao desenvolvimento da vegetação.

Palavras chave: fertilidade de solos, estrato arbóreo, estrato regenerante, restauração ecológica.

**Abstract: (Influence of edaphic parameters on overstory and woody understory regenerating).**

The present study aimed at analyzing the correlation between chemical and physical soil properties based upon overstory and woody understory regenerating characteristics from Private Reserve of Natural Heritage (RPPN), Mogi Guaçu, São Paulo State. The soils on the site studied are classified as Latosol and Argissol. Samplings were obtained from 20 subplots (12,5x18m), located in 20 permanent plots, established at the beginning of the reforestation. It was not obtained plot grouping based on chemical and physical soil properties by principal component analysis (PCA). However, it was observed a fertility variation among the plots, disregarding the soil class. The overstory and woody understory regenerating were not influenced by different soil classes at RPPN. Among the chemical and physical variables just soil density showed critical limits to growing plants, but it was not correlated to vegetation. There were more number of correlation of soil parameters with average height of overstory and the density (number of specimens  $\text{ha}^{-1}$ ) of the woody understory regenerating. The aluminum saturation (m %) was negatively correlated to average height of overstory, at deep layers, 20-40 cm, and the density (specimens  $\text{ha}^{-1}$ ) of the woody understory regenerating, at superficial layers, 0-10 and 0-20 cm. There were more number of positive than negative correlations to parameters of the vegetation structure, but all these variables did not impose limit to the vegetation development.

Keywords: soil fertility, overstory, woody understory regenerating plants, ecological restoration.

## 1. INTRODUÇÃO

Vários fatores limitam ou impõe restrições aos reflorestamentos, influenciando o crescimento e a sobrevivência das plantas (Breugel *et al.* 2011). Nos trópicos, o solo, em diversas situações em áreas destinadas à restauração florestal, encontra-se muito degradado, sendo aplicadas diversas metodologias, visando a viabilizar o desenvolvimento das mudas utilizadas em plantios, até que as mesmas tornem-se adultas (Brancalion *et al.* 2009). No entanto, ainda é uma dúvida se apenas a fertilização das áreas destinadas ao plantio são suficientes, para garantir a sobrevivência dos outros indivíduos que virão após o plantio e garantir a sustentabilidade da floresta implantada.

O solo é um componente fundamental no ecossistema, pois atua no crescimento das plantas e na ciclagem dos nutrientes, mantendo o funcionamento do ecossistema (Lopes & Guilherme 2007). Diversos fatores, relacionados às características e às propriedades do solo, afetam direta e indiretamente uma comunidade vegetal. Sua composição e estrutura, por exemplo, está relacionada e varia de acordo com os fatores edáficos (Clark *et al.* 1999, Oliveira-Filho *et al.* 2001, Ruggeiro *et al.* 2002, Ferreira-Junior *et al.* 2007, Pinto *et al.* 2008).

O gradiente de fertilidade do solo exerce forte influência na estrutura da vegetação como altura e área basal (Breugel *et al.* 2011). Diferentes tipos de solo, que diferem quanto às suas propriedades, também exercem influência na estrutura da vegetação (Ferreira-Junior *et al.* 2007).

Quando se trata de florestas secundárias, observa-se que a recuperação da área basal é maior em solos com maior fertilidade de nutrientes, quando comparadas com áreas com idades semelhantes, porém com menor fertilidade (Guariguata & Ostertag 2001). Também em reflorestamentos onde o solo apresenta maior fertilidade, constatou-se um melhor crescimento em algumas das espécies utilizadas no plantio (Breugel *et al.* 2011).

Na RPPN, foi encontrada uma variação na estrutura e composição da vegetação arbórea e regenerante, nas diferentes sub-parcelas amostrais. Tendo como base a importância do solo sobre a vegetação que, numa escala regional, influencia suas características, é fundamental verificar se a variação dos parâmetros da vegetação está associada às características edáficas.

A variação de fertilidade do solo e sua influência em reflorestamentos ainda são pouco estudadas, sendo estas informações de grande importância científica e certamente irão agregar conhecimentos, para o estabelecimento de políticas públicas envolvendo a restauração ecológica ou mesmo reflorestamentos compensatórios, exigidos em processos de licenciamento ambiental.

Embora haja inúmeras pesquisas que envolvem florística, fitossociologia e dinâmica de população, é preciso investir mais em pesquisas que relacionam a variação da vegetação e as características edáficas. É preciso estudar as questões envolvendo toda a dinâmica do solo, visando à restauração ecológica.

Nesse sentido, os resultados apresentados nesse trabalho são muito importantes, pois esclarecem alguns aspectos envolvidos na implantação de reflorestamentos com alta diversidade de espécies nativas, em especial aqueles desenvolvidos sobre solos antes utilizados para a agricultura e silvicultura, como no caso da RPPN.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Método de amostragem e análise do solo

Para a análise química do solo, foram coletadas amostras com trado holandês, nas profundidades: 0-5 cm; 0-10 cm; 0-20 cm e 20-40 cm. Para cada profundidade, efetuou-se coleta de 10 sub-amostras, simetricamente distribuídas dentro de cada uma das 20 sub-parcela de 12,5 x 18 m, para formar uma amostra composta. As amostras foram submetidas às análises conforme Camargo *et al.* (1986), sendo: pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M  $\text{L}^{-1}$ , matéria orgânica (M.O.) (dicromato de potássio), P (resina), H+Al (solução SMP), K, Ca e Mg (resina). Foram calculados, a partir dos resultados obtidos: Soma de Bases (SB), calculada pela soma de K, Ca e Mg; Capacidade de Troca Catiônica (CTC), obtida pela soma de H+Al e SB; saturação por bases (V %), obtida pela razão  $(\text{SB} \cdot \text{CTC}^{-1}) \cdot 100$ ; e a saturação por alumínio (m%), obtida pela razão  $\text{Al} / (\text{Al} + \text{SB}) \cdot 100$ .

Para análise física, foram coletadas amostras indeformadas, realizadas com anel volumétrico ( $100 \text{ cm}^3$ ), nas profundidades: 0-10 cm; 0-20 cm e 20-40 cm. Para cada profundidade, foram coletadas duas amostras por sub-parcela, simetricamente distribuídas, nas 20 sub-parcelas.

As amostras foram submetidas a análises conforme o método proposto pela EMBRAPA (1997), sendo avaliados: textura (areia, silte e argila, determinadas pelo método da pipeta); densidade do solo (determinada pelo método gravimétrico); porosidade total (calculada a partir das massas específicas do solo e das suas partículas); macroporosidade (determinada analiticamente, pela diferença entre porosidade total e microporosidade) e microporosidade (determinada por meio de extratores de umidade de Richards, após a saturação das amostras de solo com água, e submissão a uma pressão de 0,6 mca); e capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP). Para a obtenção da CC e PMP, as amostras de solo foram saturadas com água e submetidas a uma pressão de 0,33 atm, no caso da CC, e de 15 atm, para PMP. Foi calculada, a partir dos resultados obtidos, a capacidade de água disponível, a partir da diferença entre CC – PMP.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo e Planta, do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, da Universidade Federal de São Carlos – Campus Araras/SP.



**Figura 11:** Coleta de amostras para análises química e física dos solos da RPPN, Parque São Marcelo, Mogi-Guaçu/ SP. a – Método de amostragem com trado holandês para análise química do solo; b – Método de amostragem com anel volumétrico para análise física do solo, em três profundidades (0-10, 0-20 e 20-40 cm); c – Anel volumétrico utilizado para coleta de solo.

### **Fitossociologia dos estratos arbóreo e regenerante**

O levantamento fitossociológico das espécies arbóreas foi realizado nas 20 sub-parcelas amostrais, 12,5 x 18 m (225 m<sup>2</sup>), pertencentes a 20 parcelas experimentais. Foram obtidas as medidas dendométricas, altura e diâmetro, para os indivíduos arbóreos encontrados nas linhas do plantio, com Circunferência à Altura do Peito (CAP) igual ou maior que 15 cm. Todos os indivíduos amostrados foram marcados com placas de identificação. No caso dos indivíduos com mais de um tronco, foram mensurados os perímetros de todos os troncos com CAP igual ou maior que 15 cm. As estimativas de altura foram obtidas com a utilização de uma trena eletrônica (LEICA DISTO™ D8), e as medidas de perímetro com a utilização de uma fita métrica.

O levantamento fitossociológico da regeneração natural ocorreu nas mesmas 20 sub-parcelas amostrais, 12,5 x 18 m (225 m<sup>2</sup>), em que foi realizado o levantamento das espécies arbóreas. Foram considerados como regenerantes todos os indivíduos arbóreos que estavam fora da linha de plantio, com altura maior ou igual a 30 cm e CAP menor que 15 cm.

### **Análise estatística**

A partir da diferença observada entre as parcelas, para os dados da vegetação arbórea e regenerante (Anexo III), procurou-se avaliar sua correlação com as características do solo. Para verificar possíveis agrupamentos, em função das classes dos solos, realizaram-se análises de componentes principais (PCA). Foram utilizadas as variáveis explicativas, as 20 sub-parcelas, e as variáveis respostas, as características físicas e químicas do solo. As análises foram realizadas para os estratos arbóreo e regenerante. Também se realizaram análises de PCA para verificar possíveis agrupamentos, em função da influência das classes dos solos na vegetação, em que as variáveis explicativas foram as 20 sub-parcelas e as variáveis respostas foram os parâmetros da vegetação arbórea (Altura Média, Número de Indivíduos  $ha^{-1}$  e Área basal) e regenerante (Altura Média, Número de Indivíduos  $ha^{-1}$  e Número de Espécies).

Para analisar a influência das características do solo, independente da classe de solo entre as parcelas, realizaram-se análises de correlação e análises de regressão múltipla.

Na análise de correlação, utilizou-se o coeficiente de Spearman para as variáveis químicas e físicas com as variáveis da vegetação arbórea e regenerante. Consideraram-se como variáveis químicas: P, M.O., pH, SB, CTC, V %, m %, Ca, K, Mg, H+Al. Consideraram-se como variáveis físicas: Densidade do solo, Microporosidade, Macroporosidade, CC - PMP e Argila. Consideraram-se como variáveis da vegetação do estrato arbóreo: Número de Indivíduos; Área Basal ( $m^2$ ) e Altura Média (m). Consideraram-se como variáveis do estrato regenerante: Número de Indivíduos, Número de Espécies e Altura Média (m). As análises de correlação foram utilizadas para as profundidades de 0-5 cm, 0-10 cm, 0-20 cm e 20-40 cm, para os parâmetros químicos, e 0-10 cm, 0-20 cm e 20-40 cm, para os parâmetros físicos.

Na regressão múltipla, são analisadas duas ou mais variáveis independentes, sendo definidas em superfícies dimensionais (hiperplano). O critério para se escolher a melhor equação de regressão foi definido pela seleção de variáveis independentes, realizada pelo método de Stepwise. Nesse método, são adicionadas e retiradas diferentes variáveis que melhor explicam o modelo de regressão múltipla. Para essa análise, utilizaram-se todas as variáveis independentes, analisando conjuntamente as variáveis químicas e físicas (P(resina), M.O., pH, SB, CTC, V%, m %, Ca, K, Mg, H+Al, Densidade, Microporosidade, Macroporosidade, CC-PMP e Argila). As variáveis dependentes foram: Número de Indivíduos; Área Basal ( $m^2$ ) e Altura Média (m), para o estrato arbóreo e, para o estrato regenerante foram: Número de Indivíduos, Número de Espécies e Altura Média (m). Foram realizadas análises para as profundidades de 0-10 cm, 0-20 cm e 20-40 cm.

As análises estatísticas foram processadas pelo software SAS 9.2 System for Windows (SAS INSTITUTE, 2007).

### 3. RESULTADOS

#### Variáveis químicas e físicas e ordenação das parcelas

A partir das médias das variáveis químicas, observa-se que apenas a saturação por alumínio (m %) e H+Al aumentaram com a profundidade. Para as variáveis P, M.O., pH, soma de bases (SB), saturação por bases (V %), Ca e Mg, houve redução com o aumento da profundidade (Tabela 12). Entre os valores apresentados, destaca-se o m %, que apresentou ampla variação, 0,1 a 74,9 (Anexo V). No entanto, houve poucas parcelas com elevado m % nas camadas mais superficiais, 0-10 cm, apenas quatro parcelas: 4, 6, 8 e 10; porém, nas camadas mais profundas, 20-40 cm, houve maior número de parcelas com elevado m %, totalizando doze: 1, 4, 6, 8, 10, 19, 20, 21, 22, 27, 29 e 32. De forma geral, os resultados encontrados para esse parâmetro foram muito heterogêneos, variando independente do tipo de solo.

**Tabela 12:** Média para as variáveis químicas do solo, para quatro profundidades, obtidas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre sí. \*significância em nível de 0,05; \*\*significância em nível de 0,01; NS – Não significativo.

Variável	Profundidade (cm)				F
	0-5	0-10	0-20	20-40	
pH	5,8 ±1,1 a	5,6 ±1,2 ab	5,4 ±1,2 ab	4,8 ±1,0 b	2,937*
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	43,9 ±7,8 a	32,1 ±4,6 b	27,1 ±4,3 c	20,8 ±4,5 d	63,01**
P (mg dm <sup>-3</sup> )	7,65 ±6,4 a	5,6 ±4,0 ab	4,4 ±2,8 ab	2,6 ±1,9 b	5,239 **
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	38,2 ±16,2 a	34,5 ±17,1 a	29,2 ±17,9 ab	17,1 ±10,5 b	6,719**
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,9 ±2,4 a	6,1 ±2,6 ab	5,0 ±2,4 bc	3,5 ±1,9 c	12,5**
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,8 ±0,7	1,5 ±0,4	1,5 ±0,8	1,3 ±0,7	2,134 <sup>NS</sup>
SB (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	47,9 ±17,1 a	42,1 ±18,5 a	35,7 ±18,6 a	21,8 ±11,6 b	8,963**
CTC (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	75,5 ±8,3	73,6 ±9,1	71,6 ±11,2	67,2 ±20,9	1,419 <sup>NS</sup>
V (%)	62,9 ±20,0 a	56,9 ±23,7 a	49,9 ±24,1 ab	35,6 ±22,0 b	5,451**
H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	27,6 ± 14,7 a	31,5 ±17,2 ab	35,9 ±18,4 ab	45,4 ±25,2 b	3,142*
m %	4,2 ±8,1 a	9,1 ±14,0 a	13,5 ±17,4 ab	27,9 ±25,7 b	6,872**

Em relação às variáveis físicas, não houve diferenças entre as médias de acordo com a profundidade (Tabela 13).

**Tabela 13:** Média para as variáveis físicas do solo, para três profundidades, obtidas nas 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre si. NS – Não significativo.

Variável	Profundidade (cm)			Teste F
	0-10	0-20	20-40	
<b>Densidade (g cm<sup>-3</sup>)</b>	1,4 ±0,1a	1,4 ±0,1a	1,4 ±0,1a	0,8298 <sup>NS</sup>
<b>Microporosidade (%)</b>	22,6 ±3,4a	22,3 ±3,6a	22,6 ±4,2a	0,1395 <sup>NS</sup>
<b>Macroporosidade (%)</b>	27,9 ±3,7a	26,8 ±3,8a	28,1 ±4,8a	1,146 <sup>NS</sup>
<b>CC - PMP</b>	6,2 ±2,2a	6,4 ±2,5a	6,9 ±2,3a	1,035 <sup>NS</sup>
<b>Argila (%)</b>	43,5 ±9,4a	43,2 ±9,8a	47,9 ±11,1a	2,724 <sup>NS</sup>

Com base nas análises de ordenação, obtidas a partir das análises de componentes principais (PCA), não se observaram agrupamentos para as parcelas de acordo com as classes dos solos, Argissolo e Latossolo (Anexo VI). Visando a avaliar a influência da fertilidade do solo, independente da sua classe, realizaram-se análises de correlação e regressão para toda a vegetação dos estratos arbóreo e regenerante.

### **Estrato arbóreo**

Em relação ao estrato arbóreo, com base nos resultados das análises de correlação (Tabela 14) e regressão (Tabela 15), observa-se que a altura média foi a variável mais influenciada, destacando: P, M.O., pH, saturação por alumínio (m %) e K; para o número de indivíduos ha<sup>-1</sup>, destacou-se o K.

**Tabela 14:** Correlação de Spearman para o estrato arbóreo e as variáveis do solo, em duas profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. N. Indiv. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>. \*significância em nível de 0,05.

Profundidade (cm)	Variável	Altura Média (m)	N. Indiv. ha <sup>-1</sup>	Área Basal (m <sup>2</sup> )
0-10	K	-	+ 0,513*	-
20-40	K	-	+ 0,509*	-

**Tabela 15:** Equações de regressão Stepwise, para o estrato arbóreo e as variáveis do solo, em duas profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Alt. Média (m) - Altura Média (m); N.Ind. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>; M.O. – Matéria Orgânica; m % - Saturação por Alumínio; Dens - Densidade.

Profundidade (cm)	Variável dependente	Equação de regressão	Significância Pr>F
0-10	Alt. Média (m)	$y = 7,887 + 0,123 * P$	0,0386
	N. Ind. ha <sup>-1</sup>	$y = - 116,346 + 280,957 * K + 11,362 * \text{Argila}$	0,0026
0-20	Alt. Média (m)	$y = - 6,135 + 0,247 * P + 0,308 * \text{MO} + 0,429 * \text{pH} - 0,036 * \text{m \%} + 0,743 * K - 0,401 * \text{Mg} + 3,131 * \text{Dens.}$	0,0003

### Estrato regenerante

Em relação ao estrato regenerante, observa-se que a variável mais influenciada foi o número de indivíduos  $ha^{-1}$ , com base nos valores obtidos pela análise de correlação (Tabela 16) e regressão (Tabela 17). Em relação a essa variável, destacam-se, para as diferentes profundidades: K, macroporosidade, capacidade de água disponível, m % e CTC. A riqueza (número de espécies) também foi influenciada pelas variáveis do solo, destacando-se a macroporosidade, P e m%.

**Tabela 16:** Correlação de Spearman, para o estrato regenerante e as variáveis do solo, em quatro profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. N. espécies - Número de espécies; Macro. - Macroporosidade; CC-PMP - Capacidade de água disponível. \* significância em nível de 0,05, \*\* significância em nível de 0,01.

Profundidade (cm)	Variável	Altura Média (m)	N. Indiv. $ha^{-1}$	N. Espécie
0-5	K	-	+ 0,659**	-
0-10	Macro.	-	- 0,526*	-
	(CC – PMP)	-	0.463*	-
0-20	Densidade	-	-	0,484*
	Macro.	-	- 0,737**	- 0,560*
	(CC – PMP)	-	+ 0,571**	-
20-40	Macro.	-	- 0,568**	-

**Tabela 17:** Análise de regressão Stepwise, para o estrato regenerante e as variáveis do solo, em três profundidades, para as 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. Alt. Média - Altura Média (m); N.Indiv. ha<sup>-1</sup> - Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>; N.Espécies - Número de Espécies; . m % - Saturação por alumínio; M.O. – Matéria Orgânica; Macro- Macroporosidade; CC-PMP - Capacidade de água disponível; CTC – Capacidade de Troca Catiônica.

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Variável dependente</b>	<b>Equação de regressão</b>	<b>Significância Pr&gt;F</b>
<b>0-10</b>	Alt. Média (m)	$y = 163,631 - 0,586*Ca - 1,373*Argila$	0,0054
	N. Indiv. ha <sup>-1</sup>	$y = - 6.941,516 - 394,313*m \% + 236,607*(H+Al) + 1.780,173*(CC - PMP)$	0,0003
<b>0-20</b>	Alt. Média (m)	$y = 131,162 - 1,097*Argila$	0,0160
	N. Indiv. ha <sup>-1</sup>	$y = 3.3551 - 637,698*M.O. - 229,287*m \% + 293,078*(H+Al) - 808,662*Macro. + 933,736*(CC - PMP)$	<0,0001
	N. Espécies	$y = 1.991,261 + 29,043*P - 121,717*pH - 5,202*m \% - 31,156*Macro$	0,0006
<b>20-40</b>	Alt. Média (m)	$y = 146,335 - 2,766*Micro.$	0,0092
	N. Indiv. ha <sup>-1</sup>	$y = 4.615,021 - 741,995*M.O. + 279,800*CTC$	<0,0001

## 4. DISCUSSÃO

### Variáveis químicas e físicas

Entre as variáveis químicas e físicas, apenas a densidade atingiu valores críticos para o desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, não houve correlação entre densidade e as variáveis da vegetação, mas observa-se que a densidade é um fator que limita o desenvolvimento das plantas. Com o aumento da densidade do solo, há redução da macroporosidade, causando uma redução da infiltração de água. Segundo Collares (2005), com a redução da macroporosidade associada à menor umidade do solo, há um aumento da resistência à penetração das raízes do solo, comprometendo seu crescimento.

Rigatto *et al.* (2005) observaram, para latossolos e cambissolos, que a densidade variou de 1,177 a 1,364 Mg m<sup>-3</sup>, para a profundidade de 10 a 20 cm, correlacionando-se negativamente com a altura de *Pinus taeda*. Os autores destacam ainda que menores valores de densidade, nas camadas mais superficiais, estão associados à maior concentração de matéria orgânica, que atua reduzindo a densidade do solo. Quando comparados com valores obtidos para a RPPN, nas diferentes profundidades, não se observa variação de acordo com a profundidade, mesmo havendo uma maior concentração de matéria orgânica na superfície do solo.

Em relação às variáveis químicas, quando comparadas com os resultados obtidos 2 anos e meio após o plantio (Mandetta 2007), observa-se que os baixos valores observados para o K ainda são encontrados nos solos da RPPN. No entanto, os valores encontrados não impõem restrição ao desenvolvimento vegetal. Todavia os conceitos de nível crítico, de deficiência e de toxidez estão bem estabelecidos para plantas cultivadas, no entanto, quando se trata de espécies nativas não cultivadas, deve-se ter cautela (Soares *et al.* 2011).

Em relação às demais variáveis, destaca-se a faixa de pH que, aos 2 anos e meio após o plantio (Mandetta 2007), apresentou médias que variaram de 5,6 a 5,0 para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, sendo que grande parte das parcelas variou entre 5 e 7. Atualmente, a RPPN apresenta uma média ligeiramente inferior, que varia entre 5,4 e 4,8, para as mesmas profundidades. Como esperado, o solo da RPPN apresentou, após nove anos, uma acidez mais elevada.

Observa-se que não se realizou calagem no momento da implantação do reflorestamento da RPPN, e a área apresenta um gradiente de acidez no perfil do solo. O aumento da saturação por alumínio (m %), de acordo com a profundidade, também foi observado por Ruggeiro *et al.* (2002), em neossolos e argissolos, em florestas estacionais semidecíduas.

Em relação às outras variáveis do solo, observa-se uma ampla variação, quando comparadas com outros trabalhos desenvolvidos em florestas estacionais semidecíduas (Oliveira-Filho *et al.* 2001, Ruggeiro *et al.* 2002, Ferreira-Junior *et al.* 2007, Pinto *et al.* 2008). Essa variação ocorre de

acordo com o tipo de solo, *status* de conservação da floresta e histórico de uso do solo, sendo que cada situação representa um estudo de caso.

### **Latossolo e Argissolo**

Com base nos resultados obtidos nas análises de ordenação (PCA), não se observaram agrupamentos para as parcelas, de acordo com os dois tipos de solos da RPPN. Todavia, diferentes classes de solo tendam a diferir quanto às suas características químicas e texturais (Oliveira-Filho *et al.* 2001, Loures *et al.* 2007), também apresentando variação em fertilidade e disponibilidade de água (Botrel *et al.* 2002). No entanto, é importante destacar que houve diferença de fertilidade entre as parcelas, independente do tipo de solo.

Também não se observaram agrupamentos para as parcelas em função da estrutura da vegetação arbórea e regenerante, para as duas classes de solo da RPPN. No entanto, observa-se que a partir das variações das características dos solos de diferentes classes e sua influência na vegetação, é possível inferir, com consistência, que essas diferentes classes atuam como definidores de habitats (Dalanesi *et al.* 2004). As diferentes classes de solo influenciam diferentemente parâmetros da vegetação como: altura, riqueza, diversidade, área basal e número de indivíduos ha<sup>-1</sup> (Dalanesi *et al.* 2004, Ferreira-Junior *et al.* 2007).

O histórico de uso do solo da RPPN é de utilização para agricultura e silvicultura, até a revegetação com espécies nativas. Acredita-se que ainda haja influência dos tratos culturais agrícolas antigamente empregados. Frizano *et al.* (2003) também observaram que os solos de florestas secundárias podem ser influenciados, quanto à sua fertilidade, pelo uso da área em agricultura. Os autores verificaram que florestas secundárias, com 10 anos, apresentaram maior concentração de P do que florestas com 20 e 40 anos, atribuindo esse resultado ao efeito residual da agricultura.

Embora não haja agrupamento das parcelas de acordo com os tipos de solo presentes na RPPN, latossolo e argissolo, é evidente a heterogeneidade, principalmente para as características químicas do solo entre as parcelas, independente da classe do solo. (Anexos IV e V). Esse fato pode ser observado na profundidade de 0-10 cm, por exemplo, para os teores de cálcio, que são baixos para as parcelas 6 e 8, e muito superiores para as parcelas 18 e 39. Também se observa, para mesma profundidade, variação nos teores de fósforo, que são muito superiores para a parcela 17, quando comparados com as demais parcelas.

A variação da fertilidade do solo apresenta grandes implicações para a vegetação. Quando se trata de uma vegetação natural, diversos estudos têm apontado que esta variação influencia diretamente a distribuição das espécies, em uma comunidade vegetal (Clark *et al.* 1999, Oliveira-Filho *et al.* 2001, Ferreira-Junior *et al.* 2007, John *et al.* 2007, Breugel *et al.* 2011). Já para

reflorestamentos, a heterogeneidade da fertilidade do solo é muito importante, pois influencia padrões de estrutura da floresta que está em desenvolvimento (Breugel *et al.* 2011). Alterações na fertilidade do solo podem tanto favorecer como restringir o estabelecimento e crescimento de mudas utilizadas em reflorestamentos. Soares *et al.* (2011) já destacaram que mudas nativas de Cerrado respondem tanto positiva quanto negativamente a variações de fertilidade do solo.

Na maioria dos reflorestamentos, como no caso da RPPN, a adubação das mudas no momento do plantio favorece o estabelecimento inicial da muda. No entanto, ao longo do tempo, o solo deve ser a fonte de nutrientes para as plantas, favorecendo o desenvolvimento e manutenção da vegetação ao longo do tempo. Dessa forma, é fundamental observar como a composição e estrutura da comunidade vegetal da RPPN foram influenciadas, de acordo com a variação de fertilidade encontrada no solo da área.

### **Influência das variáveis químicas e físicas na vegetação arbórea e regenerante**

Entre as variáveis do solo, destacam-se as que se correlacionaram positivamente com a vegetação: P, K, M.O., pH, capacidade de água disponível (CC-PMP) e CTC; e as variáveis que se correlacionaram negativamente: macroporosidade e saturação por alumínio (m %).

A correlação positiva de nutrientes como P e K com a altura das espécies utilizadas no reflorestamento é muito importante, considerando que estes nutrientes, entre outros, segundo Wright *et al.* (2011), limitam o crescimento de florestas maduras.

No caso do K, sua influência em culturas é um fato amplamente estudado e conhecido (Rigatto *et al.* 2005, Almeida 2009, Laclau *et al.* 2008, Sette-Junior. *et al.* 2010). Sua deficiência normalmente afeta e reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e o crescimento das plantas (Ernani *et al.* 2007). Conforme os dados obtidos, observou-se a correlação positiva deste nutriente com a altura média e com a densidade (número de indivíduos ha<sup>-1</sup>) das plantas do reflorestamento, conferindo importância para a vegetação nativa.

Em relação ao P, sua disponibilidade no solo também é um fato amplamente discutido, pois o solo atua fortemente como “dreno” deste nutriente, não o disponibilizando facilmente (Novais *et al.* 2007). Sua correlação positiva com a vegetação arbórea e regenerante da RPPN demonstra sua importância para a altura média do estrato arbóreo, e para o número de espécies do estrato regenerante. A importância da disponibilidade do P para as plantas, afetando diretamente a produtividade e resiliência de florestas tropicais, já foi relatada por Frizano *et al.* (2003).

A correlação positiva encontrada, no presente trabalho, entre acidez do solo e altura média das plantas, também já foi verificada para culturas de *Pinus* spp., por Rigatto *et al.* (2005). A acidez do solo tem estreita relação com o crescimento da vegetação, pois afeta a disponibilidade de nutrientes para as plantas. A redução da acidez promove insolubilização do Al e Mn e reduz a

disponibilidade de micronutrientes como Zn, Mn, Cu e Fe, mas em contrapartida, pode aumentar a disponibilidade de outros nutrientes como P e Mo (Sousa *et al.* 2007).

A maioria dos solos brasileiros apresenta problemas de acidez, relacionados à alta concentração de Al e Mn e a baixos teores de Ca e Mg (Sousa *et al.* 2007). A acidez do solo da floresta está relacionada com a presença de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{H}^+$ . O Al é um importante contribuinte na acidez do solo. Segundo Casagrande *et al.* (2011), entre os fatores químicos que afetam a absorção de nutrientes, destacam-se alguns elementos tóxicos, entre eles o Al. O elevado teor de alumínio causa alteração morfológica nas plantas, como a redução da parte aérea e também das raízes, que se tornam mais curtas e mais grossas (Sousa *et al.* 2007, Casagrande *et al.* 2011).

Nesse contexto, observa-se o aumento da saturação por alumínio (m %), de acordo com a profundidade no perfil do solo da RPPN. O efeito dessa maior concentração de alumínio nas camadas mais profundas, 20-40 cm, é observado pela correlação negativa desse parâmetro com a altura do estrato arbóreo. Já o estrato regenerante correlacionou-se negativamente com o m % e o número de indivíduos, já nas camadas mais superficiais. Observa-se que o alumínio é um importante parâmetro para o solo da RPPN, influenciando negativamente a vegetação que foi plantada, o estrato arbóreo, e a vegetação que está se estabelecendo naturalmente, o estrato regenerante.

A matéria orgânica (M.O.) é fundamental, pois é responsável por atuar nas frações física, química e biológica do solo (Siqueira *et al.* 2008). A M.O. é a maior contribuinte da CTC do solo e atua como efeito tampão do pH (Silva & Mendonça 2007, Casagrande & Soares 2007, Siqueira *et al.* 2008). A correlação positiva entre a M.O. e altura do estrato arbóreo, encontrada na RPPN, está justificada, uma vez que a matéria orgânica atua como fonte de macro e micronutrientes, principalmente N, P e S, essenciais ao crescimento da planta (Casagrande & Soares 2007; Siqueira *et al.* 2008).

A matéria orgânica também influencia as propriedades físicas, atuando na formação dos agregados e na formação e tamanho dos poros. Essa propriedade tem grande implicação na retenção de água no solo (Silva & Mendonça 2007). A porosidade do solo apresenta forte influência na sua retenção de água. Destaca-se a correlação positiva entre a capacidade de água disponível e indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ . Ferreira-Junior *et al.* (2007) também observaram que uma menor quantidade água disponível implica em uma menor densidade de árvores, em florestas estacionais semidecíduas. Botrel *et al.* (2002) e Dalanesi *et al.* (2004) também observaram que uma menor biomassa de vegetação está associada, entre outros fatores, à limitação na disponibilidade de água.

Observa-se que a macroporosidade correlacionou-se negativamente com a riqueza de espécies. A macro e microporosidade são propriedades do solo, atuando a primeira na infiltração e aeração do solo, enquanto a segunda está relacionada ao armazenamento de água (Ferreira 2010).

Embora haja essa correlação, destaca-se que a macroporosidade só se torna prejudicial ao desenvolvimento vegetal, quando inferior a 10 %, o que não é o caso dos resultados obtidos para nenhuma parcela, em nenhuma profundidade.

A riqueza de espécies, na RPPN, esteve correlacionada positivamente à concentração de K, enquanto correlacionou-se negativamente com m% e macroporosidade.

Vários fatores estão relacionados com a distribuição de espécies em regiões tropicais, como a concentração de P (Gartlan *et al.*, 1986), pH, textura do solo e concentração de alumínio (Rodrigues *et al.* 2007); Ca, K e variações no regime de chuva (Oliveira-Filho *et al.* 2001), na disponibilidade de água (Ruggiero *et al.* 2002), entre outras variáveis que influenciam diretamente a distribuição das espécies e conseqüentemente a riqueza de uma comunidade vegetal.

Outras variáveis como luz, temperatura e aspectos autoecológicos das espécies, nem sempre de fácil percepção e mensuração, atuam juntamente com as características dos solos na distribuição espacial das espécies de plantas dentro de uma comunidade vegetal (Ferreira-Junior *et al.* 2012).

## 5. CONCLUSÕES

Os dois tipos de solos não diferiram quanto às suas propriedades químicas e físicas, no entanto, observou-se uma variação na fertilidade entre as parcelas, independente da classe de solo.

A estrutura dos estratos arbóreo e regenerante não foi influenciada pelas diferentes classes, argissolo e latossolo, presentes na RPPN.

A altura média do estrato arbóreo apresentou maior número de correlações com as variáveis do solo, do que a densidade (número de indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ ).

A densidade (número de indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ ) do estrato regenerante apresentou maior número de correlações com as variáveis do solo, seguida pela riqueza de espécies e altura média.

A altura média do estrato arbóreo apresentou uma correlação negativa com o m %, nas camadas mais profundas do solo, 20-40 cm.

A densidade (número de indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ ) do estrato regenerante apresentou uma correlação negativa com o m %, nas camadas mais superficiais do solo, 0-10 e 0-20 cm.

Houve uma maior quantidade de variáveis do solo que se correlacionaram positivamente, do que as que se correlacionaram negativamente com parâmetros de estrutura da vegetação, destacando-se que estas variáveis não impuseram limites ao desenvolvimento da vegetação.

## 6. LITERATURA CITADA

**Almeida, J.C.R.** 2009. Nutrição, crescimento, eficiência de uso de água e de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**Botrel, R.T., Oliveira-Filho, A.T., Rodrigues, L.A. & Curi, N.** 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 195-213.

**Brancalion, P. H. S., Gandolfi, S. & Rodrigues, R.R.** 2009. Fase 8: Restauração baseada na sucessão determinística, buscando reproduzir uma floresta definida como modelo. *In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.* Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 78-86.

**Breugel, M., Hall, J.S., Craven, D.J., Gregoire, T.G., Park, A., Dent, D.H., Wishnie, M.H., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeño, N. & Ashton M.** 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management* 261: 1580–1589.

**Camargo, O.A., Moniz, A.C., Jorge, J.A. & Valadares, J.M.A.S.** 1986. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Instituto Agronômico, Campinas.

**Casagrande, J.C. & Soares, M.R.** 2007. Recuperação de solos degradados: interação solo-planta. *In: L.M. Barbosa & N.A. Santos Junior (orgs.). A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais,* São Paulo, pp. 53-57.

**Casagrande, J.C., Soares, M.R., Bonilha, R.M., Reis-Duarte, R.M. & Cunha, J.A.C.** 2011. Interação solo-planta-clima para a restauração de ecossistemas naturais - “a restinga é edáfica”: consequências para sua recuperação. *In: L.M. Barbosa (coord.). Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica,* São Paulo, pp. 133-146.

**Clark D.B., Palmer, M.W. & Clark, D.A.** 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80: 2662–2675.

**Collares, G.L.** 2005. Compactação em latossolos e argissolos e relação com parâmetros de solo e de plantas. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.

**Dalanesi, P.E., Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L.** 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. *Acta botanica brasílica* 18: 737-757.

**Embrapa.** 1997. Manual de métodos de análise do solo. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro.

**Ernani, P.R., Almeida, J.A. & Santos, F.G.** 2007. Potássio. *In*: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). Fertilidade do solo. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 551-594.

**Ferreira, M.M.** 2010. Caracterização física do solo. *In* Q. J Lier (ed.). Física do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 1-27.

**Ferreira-Junior, W.G., Schaefer, C.E.G.R. & Silva, A.F.** 2012. Uma visão pedomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. *In*: S.V. Martins (ed.). Ecologia de florestas tropicais do Brasil. Ed. UFV, Viçosa, pp.141-174.

**Ferreira-Junior, W.G., Silva, A.F., Schaefer, C.E.G.R., Meira Neto, J.A.A., Dias, A.S., Ignácio, M. & Medeiros, M.C.M.P.** 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a brazilian atlantic tropical semideciduous forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64: 137-157.

**Frizano, J., Vann, D.R., Johnson, A.H. & Johnson, C.M.** 2003. Labile Phosphorus in Soils of Forest Fallows and Primary Forest in the Bragantina Region, Brazil. *Biotropica* 35: 2-11.

**Gartlan, J.S., Newbery, D.McC., Thomas, D.W & Waterman, P.G.** 1986. The influence of topography and soil phosphorus on the vegetation of Korup Forest Reserve, Cameroun. *Vegetatio* 65: 131-148.

**Guariguata, M.R. & Ostertag, R.** 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148: 185- 206.

**John, R., Dalling, J.W., Harms, K.E.M., Yavitti, J.B., Stallard, R.F., Mirabello, M., Hubbell, S.P., Valencia, R., Navarrete, H., Vallejo, M. & Foster, R.B.** 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy Sciences* 104: 864-869.

**Laclau, J.P., Almeida, J.C.R., Gonzalves, J.L.M., Saint-Andre, L., Ventura, M., Ranger, J., Moreira, R.M. & Nouvellon, Y.** 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in *Eucalyptus* plantations. *Tree Physiology* 29: 111–124.

**Lopes, A.S. & Guilherme, L.R.G.** 2007. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: *In: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). Fertilidade do solo. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 1-64.*

**Loures, L., Carvalho, D.A., Machado, E.L.M., Sá, J.J.G & Marques, M.** 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil *Acta botanica brasílica* 21: 885-896.

**Mandetta, E.C.N.** 2007. Avaliação florística e de aspectos da estrutura da comunidade de um reflorestamento com dois anos e meio de implantação no município de Mogi-Guaçu-sp. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

**Novais, R.F., Smyth, T.J & Nunes, F.N.** 2007. Fósforo. *In: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). Fertilidade do solo. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 471-550.*

**Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela E.A. & Carvalho, D.A.** 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 58: 139–158.

**Pinto, S.I.C., Martins, S.V., Barros, N.F, Dias, H.C.T. & Kunz, S.H.** 2008. Influence of environmental variables on the shrub and tree species distribution in two Semideciduous Forest sites in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 56: 1557-1569.

**Rigatto, P.A., Dedecek, R.A. & Mattos, J.L.M.** 2005. Influência dos atributos do solo sobre a produtividade de *Pinus taeda*. *Revista árvore* 29: 701-709.

**Rodrigues, L.A., Carvalho, D.A., Oliveira-Filho, A.T. & Curi, N.** 2007. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore* 31: 25-35.

**Ruggiero, P.G.C., Batalha, M.A., Pivello, V.R. & Meirelles, S.T.** 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 160: 1–16.

**SAS Institute.** 2007. SAS user's guide: statistics version 9.2. SAS Institute, Cary, NC.

**Sette-Junior, C.R., Tomazello, M., Dias, C.T.S. & Laclau, J.P.** 2010. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. *Revista Árvore* 34: 979-990.

**Silva, I.R. & Mendonça, E.S.** 2007. Matéria Orgânica do solo. *In*: R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). *Fertilidade do solo*. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 275-374.

**Siqueira, J.O., Soares, C.R.F.S. & Silva, C.A.** 2008. Matéria orgânica em solos degradados. 2008. *In*: G.A. Santos, L.S. Silva & L.P. Canellas, F.O. Camargo. (eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. 2 ed. Metrópole, Porto Alegre, pp.495-524.

**Soares, M.R., Casagrande, J.C., Oliveira, M.S. & Moraes, M.I.M.** 2011. Nutrição mineral de espécies nativas em solos do cerrado. *In*: L.M. Barbosa (coord.). *Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica*, São Paulo, pp. 147-154.

**Souza, D.M.G, Miranda, L.N. & Oliveira, S.A.** 2007. Acidez no solo e sua correção. *In:* R.F. Novais, V.H. Alvares V, N.F. Barros, R.L.F. Fontes, R.B. Cantarutti & J.C.L. Neves (eds.). Fertilidade do solo. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp. 205-274.

**Wright, S.J., Yavitti, J.B., Wurzurger, N., Turner, B.L, Tanner, V.J., Sayer, E.J., Santiago, L.S., Kaspari, M., Hedin, L.O., Harms, K.E. & Garcia, M.N.** 2011. Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. *Ecology* 92: Ecological Society of America.

## CONCLUSÕES GERAIS

Conforme as hipóteses estabelecidas para o presente estudo, observa-se que indicadores utilizados como descritores para a vegetação da RPPN permitiram uma boa avaliação do reflorestamento. Com base nos parâmetros como área basal e altura média do estrato arbóreo, observou-se que a vegetação da RPPN desenvolveu-se conforme o esperado, entre os intervalos de 2 anos e meio e a 9 anos após o plantio. Para o estrato regenerante, a riqueza e diversidade permitiram verificar que composição do estrato tem sido influenciada, principalmente, pela composição do estrato arbóreo.

Destaca-se ainda que a pouca variação na composição de espécies dos dois estratos, que somam 86 espécies arbóreas, demonstrou pouca influência de espécies alóctones, sendo a alta diversidade utilizada no plantio, um fator determinante para a diversidade observada na RPPN.

Em relação à variação na fertilidade existente na área de estudo, observou-se que, conforme a hipótese estabelecida, a variação de fertilidade existente no solo da RPPN influenciou a composição (riqueza de espécies e densidade de indivíduos) e a estrutura (altura média) dos estratos arbóreo e regenerante da RPPN. Observou-se também que houve mais variáveis do solo que se correlacionaram positivamente, do que as que se correlacionaram negativamente com a vegetação dos estratos arbóreo e regenerante da RPPN, demonstrando que a vegetação varia de acordo com os diferentes parâmetros do solo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### **Implicações para a restauração ecológica**

Com base nos resultados obtidos nesse estudo, verifica-se que o uso de alta diversidade de espécies nativas, no plantio em reflorestamentos, favorece a riqueza e diversidade do estrato regenerante, que se forma após o estabelecimento do estrato arbóreo.

A influência da fauna, como agente dispersor, é um elemento fundamental no incremento de novas espécies em reflorestamentos, conforme já discutido por vários autores. Todavia, quando há ausência de remanescentes próximos, que atuem como fonte de propágulos, a diversidade do reflorestamento é suprida pela alta diversidade de espécies utilizadas no plantio, fato também já verificado por diversos autores.

As espécies exóticas ainda são plantadas em reflorestamentos de espécies nativas, devido a erros de identificação de matrizes fornecedoras de sementes. Essas espécies também podem se propagar naturalmente pelo reflorestamento, mesmo após o estabelecimento do dossel.

Com a implantação de alta diversidade em reflorestamentos, contempla-se o uso de espécies não pioneiras, que apresentam um crescimento reduzido, quando comparadas às pioneiras, contribuindo em menor proporção com a biomassa, na primeira década após o plantio.

Quando se destina uma área a um reflorestamento com espécies nativas, deve-se sempre considerar a formação florestal e a diversidade regional. Nesse contexto, é necessário utilizar espécies de ocorrência regional, sempre que possível, com as proporções semelhantes ao que se verifica naturalmente. Também é interessante que, entre essas espécies, sejam incluídas aquelas que apresentam algum risco de extinção, visando à conservação da espécie e também da biodiversidade.

Diversos parâmetros do solo podem influenciar, tanto positiva como negativamente, a vegetação em desenvolvimento em um reflorestamento. Destaca-se que a acidez apresenta grande influência sobre a vegetação, devendo esta, portanto, ser corrigida antes do plantio das mudas.

Em relação aos fatores edáficos, é possível verificar que o estrato arbóreo nem sempre está sujeito às variáveis negativas do solo, capazes de impor restrições severas ao seu desenvolvimento. Acredita-se que, como no caso desta pesquisa, a adubação de correção, realizada no momento do plantio, favorece o estabelecimento das mudas e o desenvolvimento inicial do reflorestamento, independente do tipo de solo. Já a vegetação do estrato regenerante deve estar mais sujeita às variáveis do solo, que impõem restrições ao seu desenvolvimento.

A restauração ecológica, quando realizada em solos com histórico de uso agrícola e silvicultural, pode não impor restrições ao desenvolvimento de reflorestamentos com espécies nativas, desde que a área destinada ao plantio receba os tratamentos culturais adequados.

**ANEXOS**

## Anexo I

Coordenadas (UTM) das 20 sub-parcelas amostrais inseridas em 20 sub-parcelas amostrais na RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

<b>Parcelas</b>	<b>y</b>	<b>x</b>
1	-22.371528	-46.974944
2	-22.372556	-46.974861
4	-22.374694	-46.974778
6	-22.377278	-46.975056
8	-22.379389	-46.976333
10	-22.380833	-46.978250
15	-22.391250	-46.981778
17	-22.390250	-46.983500
18	-22.389694	-46.983722
19	-22.369722	-46.997250
20	-22.369972	-46.996417
21	-22.370056	-46.995611
22	-22.369917	-46.994139
25	-22.368917	-46.990833
27	-22.368222	-46.989528
29	-22.367333	-46.987306
32	-22.365167	-46.982722
35	-22.364500	-46.981000
37	-22.365611	-46.977556
39	-22.367500	-46.976389

## Anexo II

Lista de espécies utilizadas para plantio no reflorestamento da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, fornecida pelo Viveiro de Mudas Camará – Ibaté/SP.

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>
<b>ANACARDIACEAE</b>		
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
Myracrodruon urundeuva Allemão	N. Pioneira	Auto. <sup>1</sup>
Schinus molle L.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
Schinus terebinthifolius Raddi	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
Tapirira guianensis Aubl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>APOCYNACEAE</b>		
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>ARALIACEAE</b>		
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>ARECACEAE</b>		
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>ASTERACEAE</b>		
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>BIGNONIACEAE</b>		
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>

## Anexo II. (cont.)

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>
<b>BORAGINACEAE</b>		
<i>Cordia superba</i> Cham.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>CANNABACEAE</b>		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>COMBRETACEAE</b>		
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	N. Pioneira	Anemo. <sup>2</sup>
<b>CUNONIACEAE</b>		
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	-	Anemo. <sup>2</sup>
<b>EUPHORBIACEAE</b>		
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<b>FABACEAE</b>		
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	N. Pioneira	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P. Queiroz	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Penn	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>

## Anexo II. (cont.)

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	N. Pioneira	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Pioneira <sup>2</sup>	Auto. <sup>2</sup>
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Pioneira <sup>1</sup>	Auto. <sup>1</sup>
<b>LAMIACEAE</b>		
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>LAURACEAE</b>		
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	N. Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<b>LECYTHIDACEAE</b>		
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>LYTHRACEAE</b>		
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	N. Pioneira	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>MALVACEAE</b>		
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	N. Pioneira	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>

## Anexo II. (cont.)

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo <sup>2</sup>
<b>MELASTOMATACEAE</b>		
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>MELIACEAE</b>		
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Cedrela odorata</i> L.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>MORACEAE</b>		
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>MYRSINACEAE</b>		
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	N. Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<i>Eugenia uniflora</i> L.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<i>Psidium guajava</i> L.	Exótica	Zoo. <sup>2</sup>
<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<b>PHYTOLACCACEAE</b>		
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<b>POLYGONACEAE</b>		
<i>Triplaris americana</i> L.	N. Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<b>RHAMNACEAE</b>		
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Pioneira <sup>2</sup>	Zoo. <sup>2</sup>
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>ROSACEAE</b>		
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>

## Anexo II. (cont.)

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Síndrome de Dispersão</b>
<b>RUBIACEAE</b>		
<i>Genipa americana</i> L.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>RUTACEAE</b>		
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	N. Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	N. Pioneira <sup>2</sup>	Auto. <sup>2</sup>
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Pioneira <sup>2</sup>	Anemo. <sup>2</sup>
<b>SAPINDACEAE</b>		
<i>Sapindus saponaria</i> L.	-	Zoo. <sup>2</sup>
<b>URTICACEAE</b>		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>VERBENACEAE</b>		
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Pioneira <sup>1</sup>	Anemo. <sup>1</sup>
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pioneira <sup>1</sup>	Zoo. <sup>1</sup>
<b>ESPÉCIES NÃO CLASSIFICADAS</b>		
<b>BORAGINACEAE</b>		
<i>Cordia</i> sp	-	-
<b>LAURACEAE</b>		
<i>Ocotea</i> sp	-	-
<b>FABACEAE</b>		
<i>Erythrina</i> sp	-	-
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Eugenia</i> sp	-	-

### Anexo III

Variáveis dos estratos arbóreo e regenerante das 20 sub-parcelas amostrais da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP. 11 parcelas foram classificadas como Argissolo (1, 2, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 37 e 39), e nove classificadas como Latossolo, (4, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 32 e 35). N. Indiv. ha<sup>-1</sup> – Número de indivíduos ha<sup>-1</sup>; N. espécies – Número de espécies.

Parcelas	Estrato Arbóreo			Estrato Regenerante		
	Área Basal (cm <sup>2</sup> )	N. Ind. ha <sup>-1</sup>	Altura Média (m)	N. espécies	N. Ind. ha <sup>-1</sup>	Altura Média (cm)
1	0,5868	17	9,1	18	57	78,3
2	0,3931	22	7,9	6	24	77,8
4	0,3612	24	7,8	8	26	78,6
6	0,4266	27	7,7	14	70	78,7
8	0,3406	14	9,1	9	30	78,2
10	0,5125	24	7,5	6	39	78,3
15	0,3374	15	8,9	12	165	78,0
17	0,4789	18	9,2	8	76	77,5
18	0,4718	21	8,2	11	170	77,2
19	0,5231	21	8,3	9	185	77,2
20	0,3891	20	8,4	18	584	76,9
21	0,4429	21	9,5	18	370	82,0
22	0,5793	16	10,3	16	277	82,1
25	0,4841	10	11,1	16	86	78,6
27	0,3387	18	8,0	17	231	82,4
29	0,3199	13	7,0	12	380	78,9
32	0,1559	17	6,8	13	369	82,6
35	0,2711	24	8,1	18	285	82,6
37	0,4692	12	9,2	18	144	77,6
39	0,3611	10	9,5	7	23	78,2

### Anexo IV

Análise física de solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, realizada em duplicata para as 20 sub-parcelas, para as profundidades 0-10, 0-20 e 20-40 cm. 11 parcelas (1, 2, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 37 e 39) correspondem ao Argissolo, e nove parcelas (4, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 32 e 35) correspondem ao Latossolo. Prof. – Profundidade; Micro. – Microporosidade, Macro. – Macroporosidade, CC(0,33 atm) - PMP(15 atm) – Capacidade de água disponível.

Parcela	Prof. (cm)	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	Micro. (%)	Macro.(%)	CC -PMP	Argila (%)
1	0-10	1,3	21,04	32,97	3,35	39
1	0-10	1,26	21,32	34,16	4,26	39
2	0-10	1,32	22,23	31,62	5,6	47
2	0-10	1,29	25,19	29,23	6,15	47
4	0-10	1,31	22,44	31,43	5,44	48
4	0-10	1,38	22,6	28,98	4,92	49
6	0-10	1,16	26,22	32,35	7,43	54
6	0-10	1,19	26,25	31,25	8,15	55
8	0-10	1,43	24,01	22,03	5,85	50
8	0-10	1,2	25,39	29,67	9,49	51
10	0-10	1,37	24,57	25,06	4,92	53
10	0-10	1,26	24,65	30,19	4,87	53
15	0-10	1,44	19,24	28,59	3,94	34
15	0-10	1,43	17,87	27,96	3,32	34
17	0-10	1,54	16,25	29,29	3,79	30
17	0-10	1,53	18,73	24,6	2,97	32
18	0-10	1,42	19,44	27,77	5,27	34
18	0-10	1,39	20,07	27,87	5,77	32
19	0-10	1,24	29,49	27,9	8,16	61
19	0-10	1,14	29,14	31,82	6,78	63
20	0-10	1,51	20,91	24,18	11,22	45
20	0-10	1,49	22,85	22,97	11,86	45
21	0-10	1,57	21,67	22,06	11,59	48
21	0-10	1,5	22,92	22,93	10,14	49
22	0-10	1,41	23,87	24,48	6,92	49
22	0-10	1,33	26,48	24,26	7,55	48
25	0-10	1,26	24,77	28,39	4,96	49
25	0-10	1,11	26,27	32,92	4,44	47
27	0-10	1,3	23,1	28,75	6,16	49
27	0-10	1,28	23,6	29,34	6,21	48
29	0-10	1,35	23,7	24,97	7,13	45
29	0-10	1,22	26,62	29,8	5,78	44

## Anexo IV. (Cont.)

<b>Parcela</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Densidade (g cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Micro. (%)</b>	<b>Macro. (%)</b>	<b>CC -PMP</b>	<b>Argila (%)</b>
32	0-10	1,31	21,71	29,77	5,63	41
32	0-10	1,51	19,96	23,91	6,87	40
35	0-10	1,55	21,48	21,95	6,95	38
35	0-10	1,42	26,36	21,24	6,8	38
37	0-10	1,47	15,76	28,77	3,4	21
37	0-10	1,28	14,93	36,95	3,31	22
39	0-10	1,34	22,21	27,03	5,87	34
39	0-10	1,39	20,64	27,88	5,03	34
1	0-20	1,48	19,82	26,75	3,97	39
1	0-20	1,38	20,08	29,74	3,22	41
2	0-20	1,41	22,03	28,84	5,21	43
2	0-20	1,28	23,89	32,27	4,34	42
4	0-20	1,28	22,89	31,72	5,87	51
4	0-20	1,33	22,94	32,43	4,72	46
6	0-20	1,14	27,19	31,35	7,12	53
6	0-20	1,23	25,19	29,42	6,28	51
8	0-20	1,4	22,89	24,68	6,23	50
8	0-20	1,38	23,36	24,95	6,71	51
10	0-20	1,16	24,59	31,96	4,82	54
10	0-20	1,15	25,36	32,82	4,71	54
15	0-20	1,47	17,02	28,74	3,85	36
15	0-20	1,63	20,56	18,16	4,66	34
17	0-20	1,55	16,23	27,61	0,65	32
17	0-20	1,51	18,1	28,92	5,71	34
18	0-20	1,5	18,48	26,17	5,77	34
18	0-20	1,51	17,8	25,86	5,8	32
19	0-20	1,31	27,44	24,75	8,27	60
19	0-20	1,2	29,57	29,05	7,56	66
20	0-20	1,5	23,96	21,69	10,62	50
20	0-20	1,62	22,99	18,1	12,94	44
21	0-20	1,45	23,7	23,38	12,62	53
21	0-20	1,5	23,15	24,03	12,89	50
22	0-20	1,41	24,17	23,41	7,06	50
22	0-20	1,37	25,07	24,93	7,93	47
25	0-20	1,23	26,37	28,24	6,45	48
25	0-20	1,25	24,7	28,3	6,24	46
27	0-20	1,38	24,06	25,39	5,81	45
27	0-20	1,46	24,8	21,91	8,01	46

## Anexo IV. (Cont.)

<b>Parcela</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Densidade (g cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Micro. (%)</b>	<b>Macro. (%)</b>	<b>CC -PMP</b>	<b>Argila (%)</b>
29	0-20	1,26	24,14	22,18	6,95	43
29	0-20	1,3	25,51	28,55	6,05	43
32	0-20	1,43	20,39	26,65	5,72	42
32	0-20	1,41	19,65	28,32	5,64	39
35	0-20	1,51	21,6	22,68	6,57	38
35	0-20	1,57	21,49	20,58	7,61	38
37	0-20	1,51	13,09	30,14	3,98	18
37	0-20	1,5	13,63	29,77	3,65	18
39	0-20	1,27	22,46	30,5	5,45	35
39	0-20	1,44	20,09	26,38	7,33	34
1	20-40	1,21	21,47	34,69	2,84	46
1	20-40	1,4	21,07	28,93	5,23	46
2	20-40	1,25	19,26	38,79	4,02	51
2	20-40	1,33	23,89	29,93	3,94	50
4	20-40	1,31	23,28	31,23	9,09	52
4	20-40	1,44	23,64	26,01	10,47	52
6	20-40	1,32	24,48	26,45	7,78	54
6	20-40	1,36	22,96	27,4	8,16	53
8	20-40	1,4	25,33	23,94	8,22	56
8	20-40	1,27	25,75	30,21	8,58	54
10	20-40	1,32	24,04	26,71	5,22	56
10	20-40	1,3	23,82	27,85	3,47	56
15	20-40	1,49	17,25	28,37	5,41	36
15	20-40	1,56	17,46	24,55	5,41	37
17	20-40	1,5	17,29	28,16	4,85	34
17	20-40	1,56	17,64	24,15	7,37	33
18	20-40	1,6	17,92	23,04	5,76	34
18	20-40	1,46	18,51	27,21	5,27	33
19	20-40	1,11	30,89	30,16	7,32	70
19	20-40	1,04	35,3	27,95	8,59	74
20	20-40	1,41	26,57	23,78	7,8	54
20	20-40	1,36	27,38	23,17	12,49	65
21	20-40	1,39	28,04	23,36	8,54	64
21	20-40	1,36	26,31	24,59	11,83	61
22	20-40	1,3	25,92	27,98	7,69	50
22	20-40	1,35	23,03	27,7	8,25	44
25	20-40	1,18	25	31,13	5,25	50
25	20-40	1,45	23,21	23,68	11,16	51
27	20-40	1,48	20,2	25,46	7,99	44
27	20-40	1,47	21,24	25,5	6,61	45

## Anexo IV. (Cont.)

<b>Parcela</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Densidade (g cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Micro. (%)</b>	<b>Macro. (%)</b>	<b>CC -PMP</b>	<b>Argila (%)</b>
29	20-40	1,31	22,81	29,03	6,42	48
29	20-40	1,25	24,9	28,8	5,81	51
32	20-40	1,5	20,12	24,73	4,42	39
32	20-40	1,35	22,34	27,29	5,95	50
35	20-40	1,44	24,33	22,73	10,26	50
35	20-40	1,42	22,18	25,99	6,9	47
37	20-40	1,49	12,68	31,3	4,89	19
37	20-40	1,71	15,3	48,47	6,14	28
39	20-40	1,18	22,29	34,17	4,91	40
39	20-40	1,4	20,47	27,68	6,84	41

## Anexo V

Análise química do solo da RPPN RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP, realizada para as 20 sub-parcelas, para as profundidades 0-5, 0-10, 0-20 e 20-40 cm. 11 parcelas (1, 2, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 37 e 39) correspondem ao Argissolo, e nove parcelas (4, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 32 e 35) correspondem ao Latossolo. Prof. – Profundidade; M.O. – Matéria Orgânica; SB – Soma de Bases; V % - Saturação por Bases; m % - Saturação por Alumínio.

Parcela	Profundidade	pH	M.O.	P resina	Mg	Ca	K	SB	CTC	H+Al	V	m
	(cm)	-	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmolc dm <sup>-3</sup> )						(%)	
1	0-5	5,1	42,0	2,0	9,0	35,0	1,1	45,1	76,1	31,0	59,3	1,7
2	0-5	6,8	44,0	7,0	13,0	52,0	1,2	66,2	79,2	13,0	83,6	0,2
4	0-5	4,7	41,0	6,0	8,0	20,0	2,1	30,1	64,1	34,0	47,0	7,1
6	0-5	4,3	40,0	6,0	5,0	11,0	1,3	17,3	78,3	61,0	22,1	29,1
8	0-5	4,4	33,0	5,0	4,0	11,0	2,1	17,1	64,1	47,0	26,7	25,3
10	0-5	5,3	42,0	4,0	5,0	27,0	1,0	33,0	64,0	31,0	51,6	2,9
15	0-5	7,0	47,0	8,0	7,0	55,0	1,1	63,1	74,1	11,0	85,2	0,2
17	0-5	7,6	44,0	29,0	5,0	64,0	1,0	70,0	78,0	8,0	89,7	0,1
18	0-5	7,2	42,0	7,0	6,0	54,0	2,1	62,1	73,1	11,0	85,0	0,2
19	0-5	6,1	41,0	3,0	10,1	41,1	2,2	53,4	81,4	28,0	65,6	0,7
20	0-5	4,8	46,0	2,0	7,5	32,0	3,0	42,5	84,5	42,0	50,3	2,7
21	0-5	5,0	54,0	4,0	8,4	24,7	3,1	36,1	81,1	45,0	44,5	3,7
22	0-5	6,2	61,0	6,0	9,0	52,0	2,5	63,5	83,5	20,0	76,0	0,3
25	0-5	6,6	47,0	16,0	6,9	44,7	1,0	52,7	69,7	17,0	75,6	0,4
27	0-5	5,0	40,0	5,0	7,9	26,5	1,5	35,9	71,9	36,0	49,9	2,7
29	0-5	4,7	50,0	3,0	8,3	31,0	2,1	41,4	83,4	42,0	49,7	3,3
32	0-5	4,8	42,0	4,0	9,8	30,1	2,2	42,2	71,2	29,0	59,2	1,4
35	0-5	6,7	39,0	10,0	10,8	44,7	3,1	58,6	74,6	16,0	78,6	0,3
37	0-5	6,5	26,0	15,0	5,3	39,3	1,7	46,3	62,3	16,0	74,3	0,4
39	0-5	6,9	57,0	11,0	11,2	68,5	1,2	80,9	94,9	14,0	85,2	0,2

## Anexo V. (cont.)

Parcela	Profundidade	pH	M.O.	P resina	Mg	Ca	K	SB	CTC	H+Al	V	m
	(cm)	-	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmolc dm <sup>-3</sup> )						(%)	
1	0-10	4,7	33,0	1,0	7,0	25,0	1,9	33,9	71,9	38,0	47,1	4,5
2	0-10	7,2	33,0	7,0	10,0	54,0	1,1	65,1	75,1	10,0	86,7	0,2
4	0-10	4,3	33,0	4,0	5,0	11,0	2,1	18,1	63,1	45,0	28,7	23,3
6	0-10	4,2	32,0	5,0	4,0	8,0	1,2	13,2	71,2	58,0	18,5	41,3
8	0-10	4,3	32,0	3,0	4,0	12,0	1,1	17,1	67,1	50,0	25,5	33,2
10	0-10	4,1	34,0	2,0	3,0	10,0	2,1	15,1	65,1	50,0	23,2	37,3
15	0-10	7,5	31,0	9,0	4,0	57,0	1,9	62,9	71,9	9,0	87,5	0,2
17	0-10	7,4	25,0	10,0	3,0	60,0	1,4	64,4	73,4	9,0	87,7	0,2
18	0-10	6,6	29,0	3,0	5,0	46,0	1,8	52,8	66,8	14,0	79,0	0,4
19	0-10	7,2	30,0	4,0	3,0	53,9	1,4	58,3	69,3	11,0	84,1	0,3
20	0-10	4,3	25,0	1,0	6,0	21,9	2,0	29,9	90,9	61,0	32,9	23,7
21	0-10	5,0	32,0	3,0	6,6	29,2	2,0	37,8	82,8	45,0	45,7	4,3
22	0-10	5,3	41,0	4,0	7,0	40,0	1,3	48,3	82,3	34,0	58,7	1,4
25	0-10	6,6	40,0	18,0	5,6	46,6	0,9	53,1	69,1	16,0	76,8	0,4
27	0-10	4,7	31,0	4,0	7,3	22,8	1,1	31,2	71,2	40,0	43,8	4,3
29	0-10	5,1	36,0	5,0	5,6	35,6	1,3	42,5	76,5	34,0	55,6	1,2
32	0-10	4,9	29,0	5,0	8,5	26,5	1,1	36,0	78,0	42,0	46,2	3,2
35	0-10	6,4	31,0	8,0	10,5	45,7	2,4	58,6	76,6	18,0	76,5	0,5
37	0-10	5,3	25,0	11,0	4,6	24,7	1,5	30,7	55,7	25,0	55,1	1,3
39	0-10	6,3	40,0	5,0	11,9	60,3	1,1	73,2	94,2	21,0	77,7	0,4

## Anexo V. (cont.)

Parcela	Profundidade	pH	M.O.	P resina	Mg	Ca	K	SB	CTC	H+Al	V	m
	(cm)	-	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmolc dm <sup>-3</sup> )						(%)	
1	0-20	4,5	31,0	2,0	6,0	20,0	1,0	27,0	69,0	42,0	39,1	9,7
2	0-20	6,9	32,0	2,0	10,0	44,0	1,1	55,1	67,1	12,0	82,1	0,2
4	0-20	4,3	29,0	5,0	4,0	9,0	1,2	14,2	64,2	50,0	22,1	31,1
6	0-20	4,1	29,0	5,0	3,0	7,0	1,6	11,6	69,6	58,0	16,7	50,2
8	0-20	4,2	29,0	4,0	2,0	6,0	1,9	9,9	59,9	50,0	16,5	52,4
10	0-20	4,9	26,0	1,0	2,0	21,0	1,3	24,3	60,3	36,0	40,3	5,8
15	0-20	7,4	21,0	6,0	2,0	55,0	0,5	57,5	66,5	9,0	86,5	0,2
17	0-20	7,4	19,0	7,0	3,0	55,0	0,7	58,7	68,7	10,0	85,4	0,2
18	0-20	6,6	22,0	2,0	4,0	38,0	1,2	43,2	56,2	13,0	76,9	0,5
19	0-20	7,2	27,0	3,0	5,9	74,0	1,4	81,3	96,3	15,0	84,4	0,2
20	0-20	4,3	26,0	6,0	4,1	18,3	2,1	24,4	92,4	68,0	26,4	33,1
21	0-20	4,3	27,0	2,0	4,8	16,4	4,2	25,5	80,5	55,0	31,6	26,3
22	0-20	4,7	34,0	3,0	5,0	25,0	1,9	31,9	76,9	45,0	41,5	9,4
25	0-20	6,0	30,0	9,0	5,2	35,6	0,9	41,7	75,7	34,0	55,1	1,4
27	0-20	4,5	28,0	7,0	5,9	17,3	0,9	24,2	66,2	42,0	36,5	9,7
29	0-20	4,2	28,0	2,0	3,2	18,3	1,2	22,7	86,7	64,0	26,2	32,1
32	0-20	4,9	22,0	4,0	5,8	21,9	1,0	28,7	62,7	34,0	45,8	4,0
35	0-20	5,8	25,0	5,0	9,3	36,5	2,2	48,0	72,0	24,0	66,7	0,6
37	0-20	5,1	22,0	12,0	5,1	24,7	1,4	31,1	60,1	29,0	51,8	2,8
39	0-20	5,7	35,0	2,0	9,8	42,0	2,2	54,0	82,0	28,0	65,9	0,9

## Anexo V. (cont.)

Parcela	Profundidade	pH	M.O.	P resina	Mg	Ca	K	SB	CTC	H+Al	V	m
	(cm)	-	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmolc dm <sup>-3</sup> )						(%)	
1	20-40	4,3	22,0	1,0	4,0	11,0	0,6	15,6	53,6	38,0	29,1	27,4
2	20-40	6,4	19,0	2,0	8,0	33,0	1,2	42,2	57,2	15,0	73,8	0,5
4	20-40	4,2	23,0	4,0	2,0	5,0	1,0	8,0	58,0	50,0	13,8	53,8
6	20-40	4,2	23,0	4,0	2,0	5,0	1,5	8,5	66,5	58,0	12,8	54,3
8	20-40	4,1	25,0	1,0	1,0	3,0	0,8	4,8	65,8	61,0	7,3	74,9
10	20-40	4,4	24,0	1,0	1,0	9,0	2,0	12,0	57,0	45,0	21,1	38,8
15	20-40	7,2	15,0	3,0	2,0	44,0	1,2	47,2	58,2	11,0	81,1	0,2
17	20-40	6,1	14,0	2,0	3,0	26,0	1,5	30,5	46,5	16,0	65,6	0,7
18	20-40	6,0	15,0	1,0	2,0	21,0	0,4	23,4	39,4	16,0	59,4	0,8
19	20-40	4,5	19,0	1,0	5,5	24,7	3,3	33,5	83,5	50,0	40,1	19,9
20	20-40	2,8	19,0	3,0	3,6	12,8	1,5	17,8	126,8	109,0	14,1	62,9
21	20-40	4,0	25,0	3,0	5,4	13,7	2,4	21,5	105,5	84,0	20,4	49,4
22	20-40	4,2	27,0	2,0	3,0	12,0	1,9	16,9	74,9	58,0	22,6	45,8
25	20-40	5,4	23,0	5,0	3,2	24,7	0,7	28,6	64,6	36,0	44,2	4,4
27	20-40	4,4	18,0	2,0	3,6	11,9	0,8	16,2	54,2	38,0	29,9	19,8
29	20-40	3,9	21,0	2,0	1,4	8,2	0,9	10,6	90,6	80,0	11,7	62,5
32	20-40	4,3	18,0	3,0	2,8	11,0	1,2	15,0	62,0	47,0	24,1	33,7
35	20-40	5,6	17,0	2,0	5,3	21,0	1,4	27,7	51,7	24,0	53,5	1,4
37	20-40	4,8	17,0	9,0	3,7	17,3	0,9	22,0	55,0	33,0	40,0	6,0
39	20-40	4,9	32,0	1,0	6,9	27,4	0,6	34,9	72,9	38,0	47,8	1,1

Anexo VI

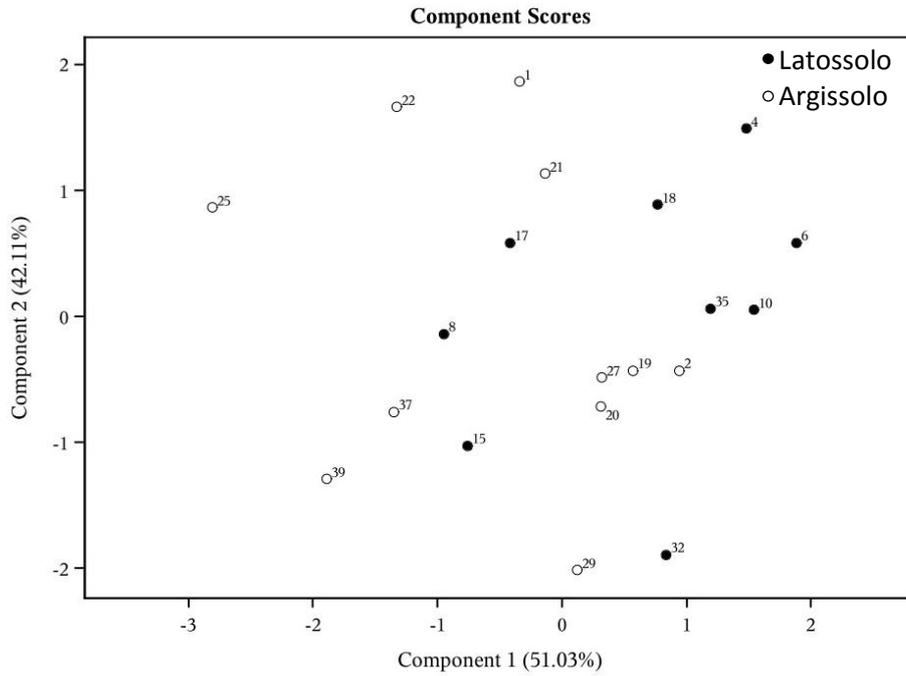


Figura 1: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para as variáveis da vegetação arbórea: altura média, área basal e número de indivíduos ha<sup>-1</sup> da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

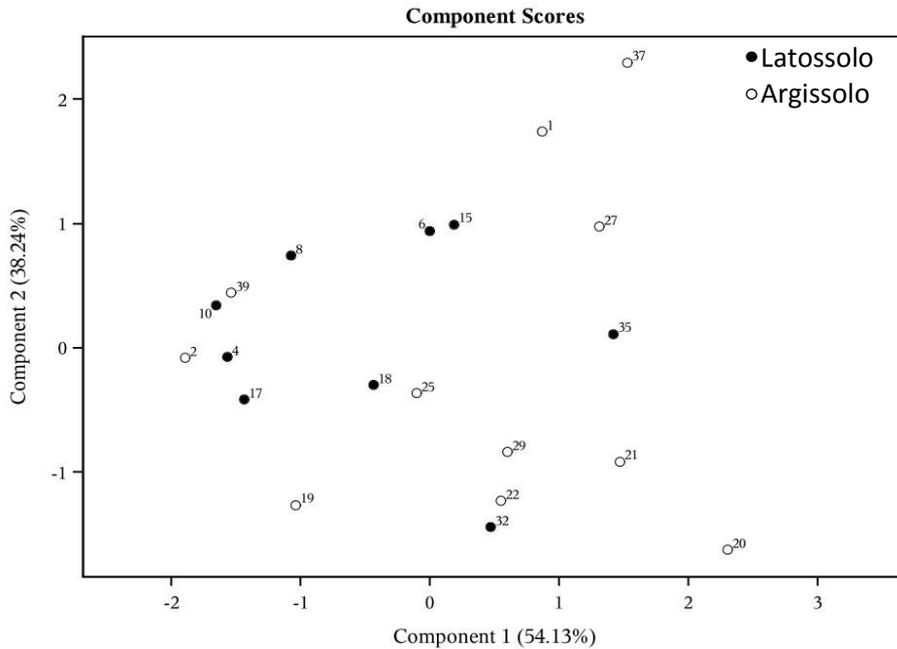


Figura 2: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para as variáveis da vegetação regenerante: altura média, riqueza, e número de indivíduos ha<sup>-1</sup> da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

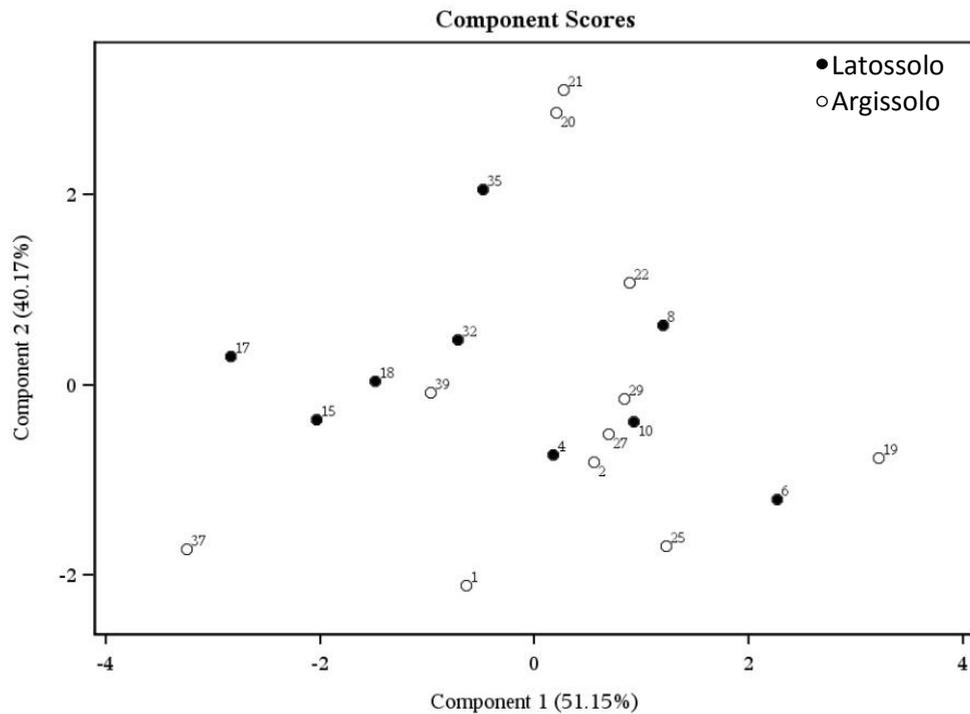


Figura 3: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-10 cm, para as variáveis físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

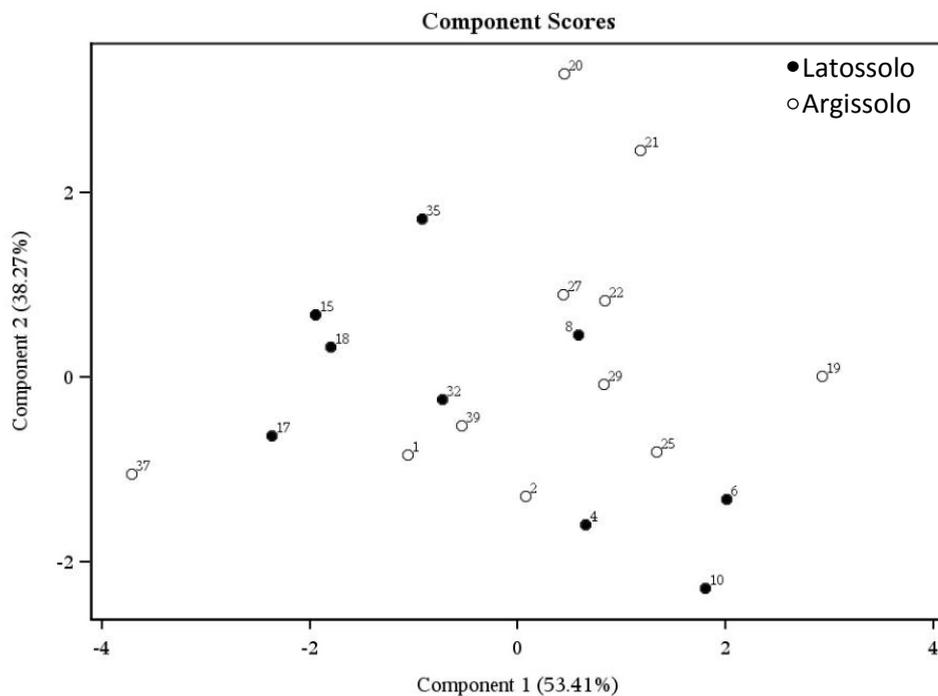


Figura 4: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-20 cm, para as variáveis físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

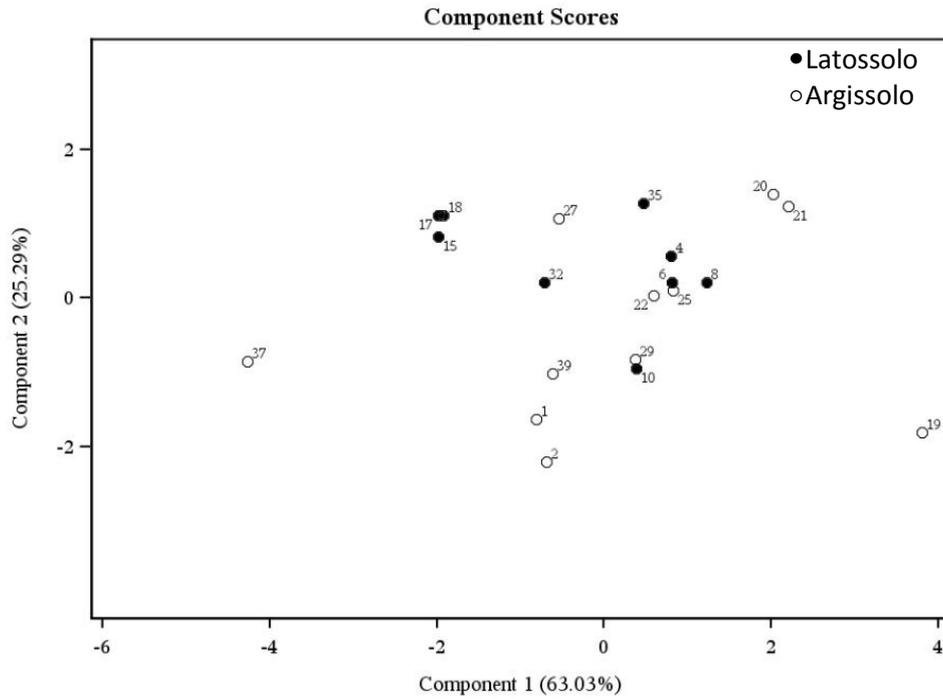


Figura 5: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 20-40 cm, para as variáveis físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

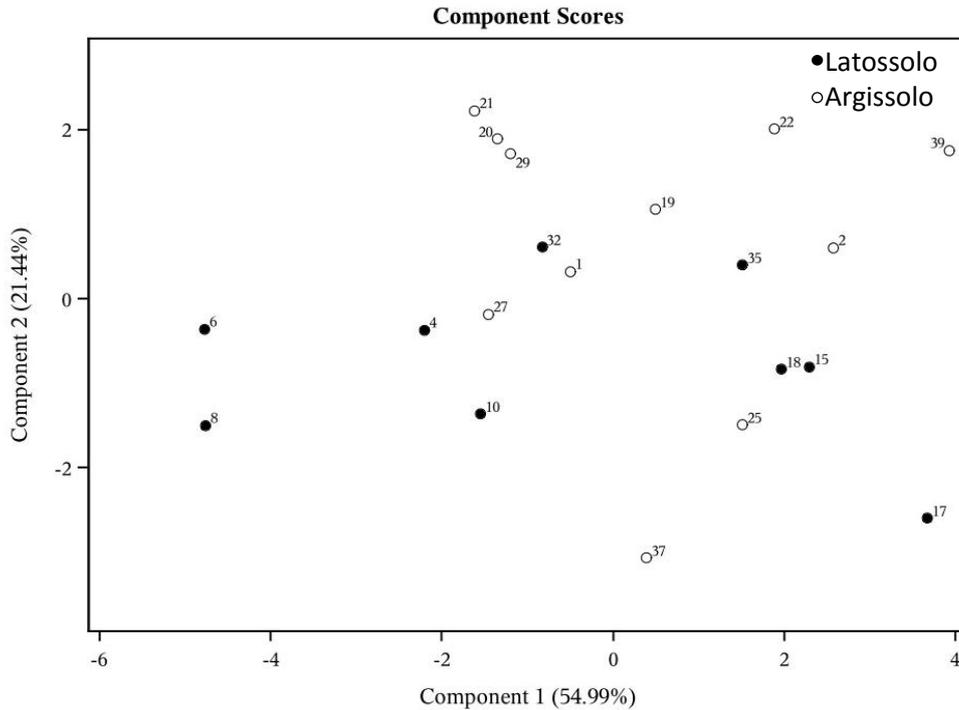


Figura 6: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-5 cm, para as variáveis químicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

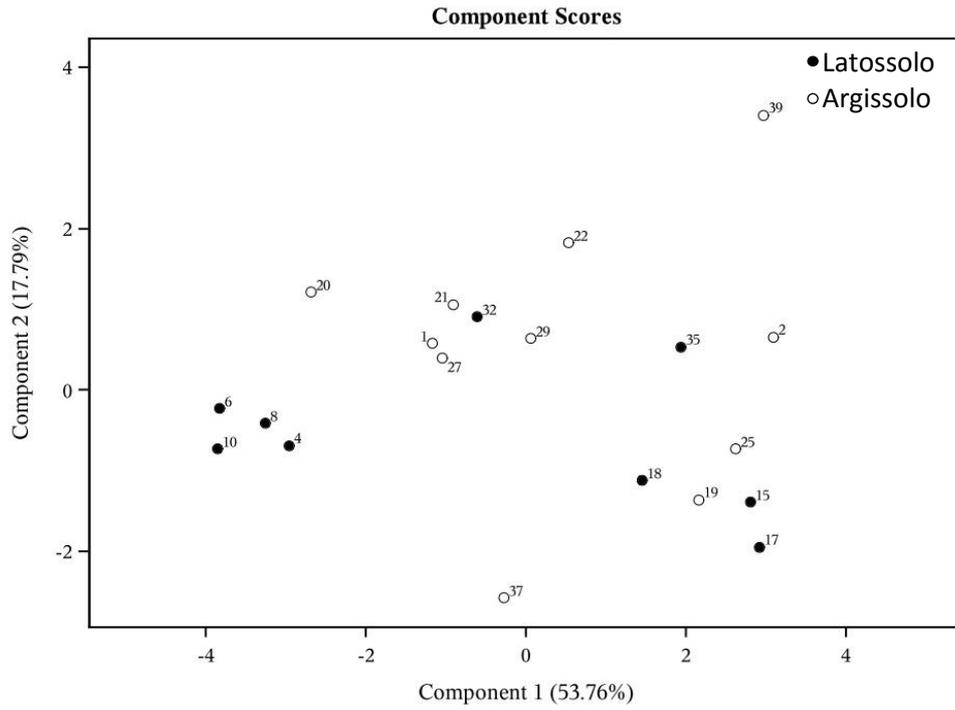


Figura 7: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-10 cm, para as variáveis químicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

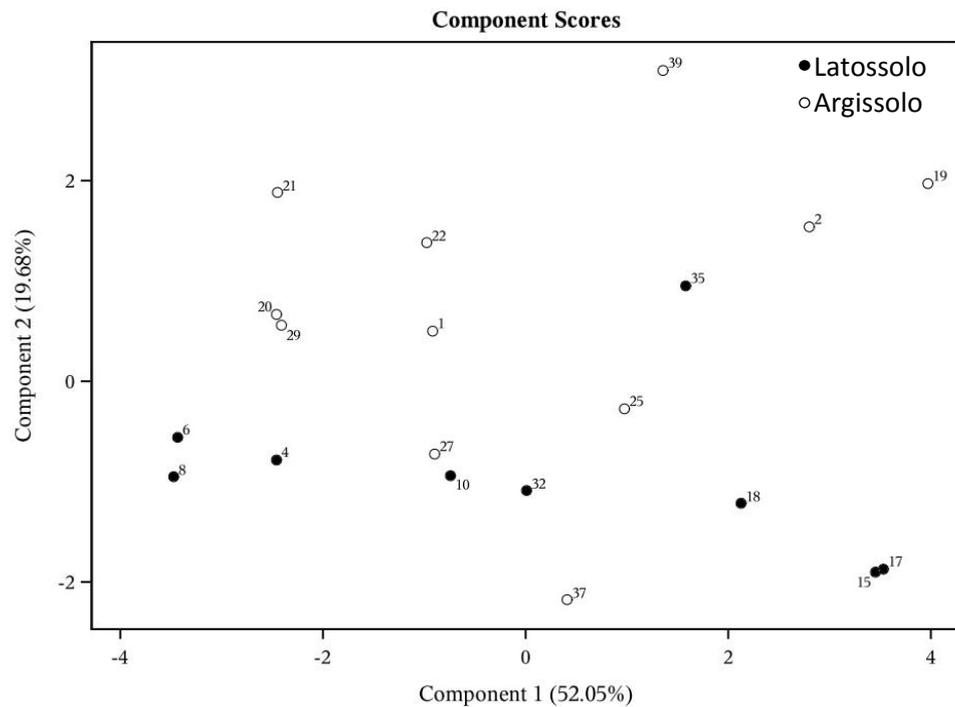


Figura 8: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-20 cm, para as variáveis químicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

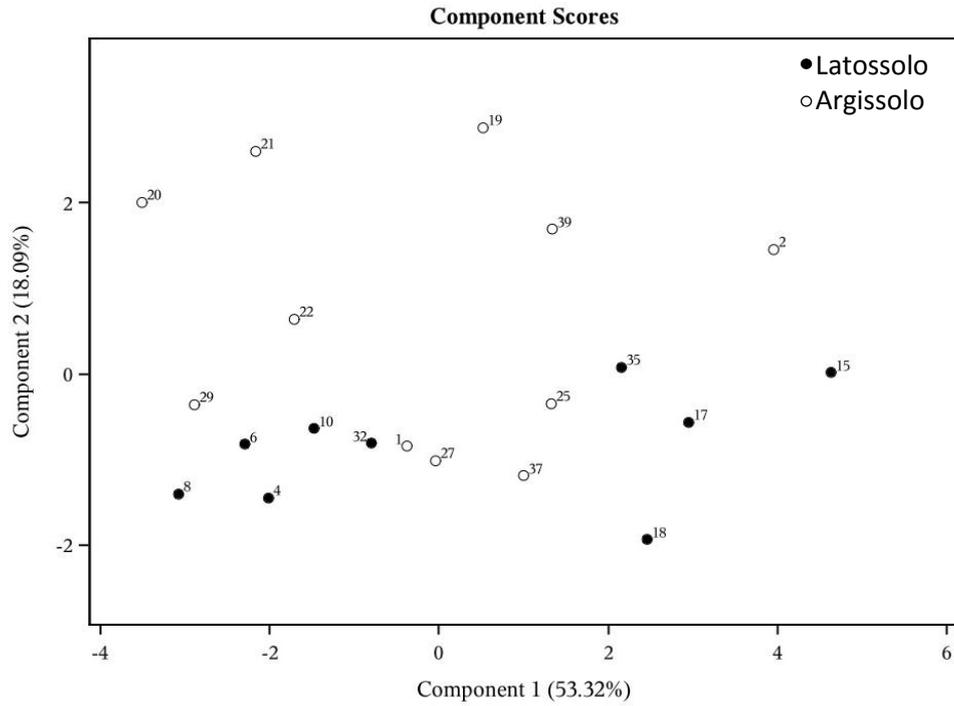


Figura 9: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 20-40 cm, para as variáveis químicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

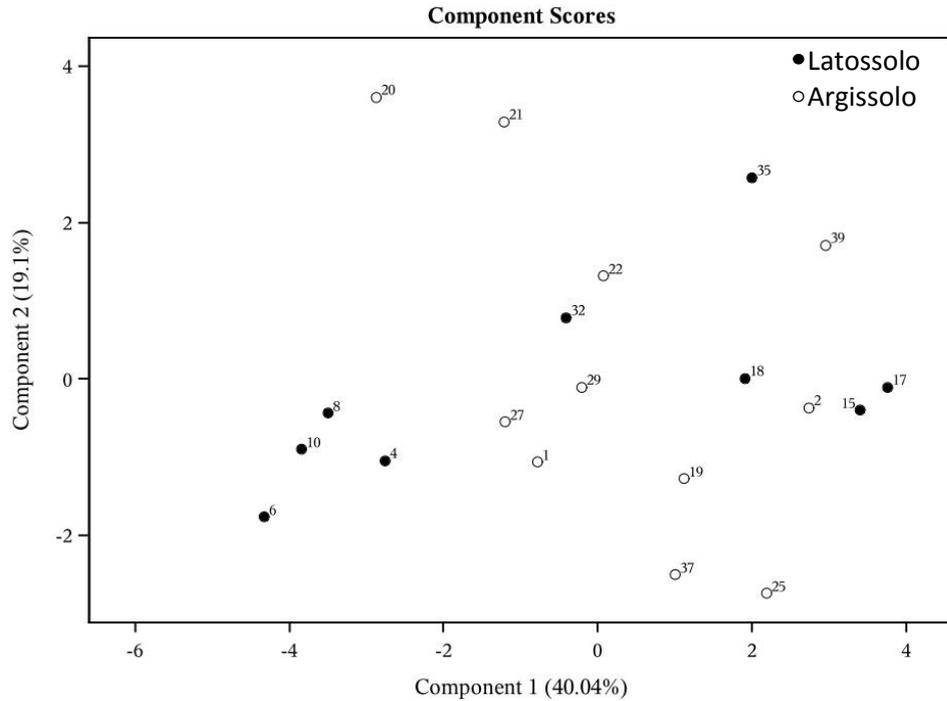


Figura 10: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-10 cm, para as variáveis químicas e físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

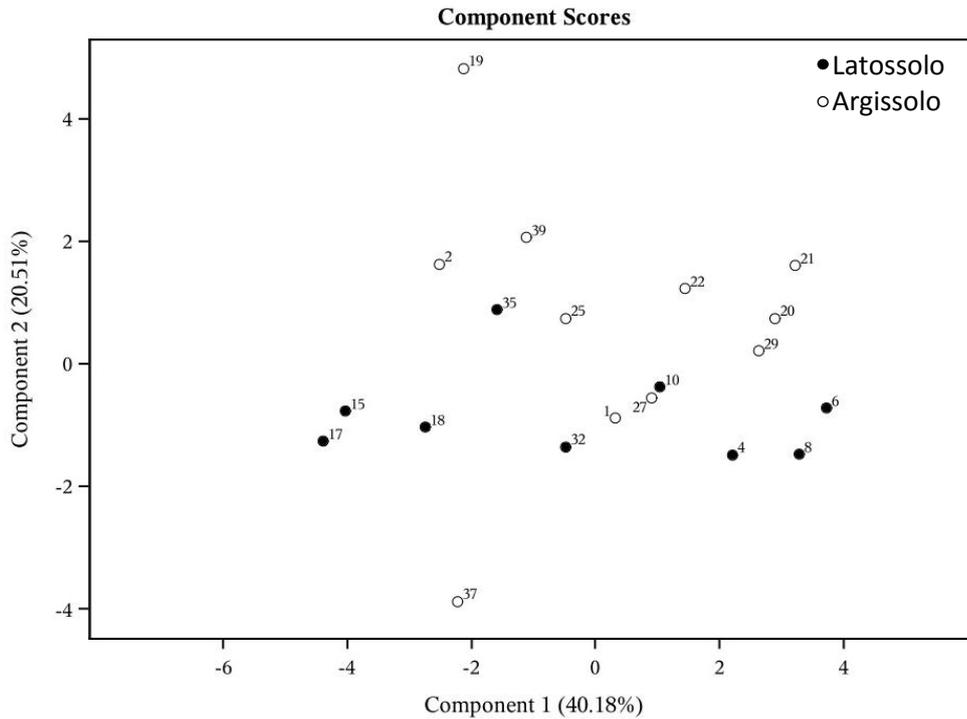


Figura 11: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 0-20 cm, para as variáveis químicas e físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.

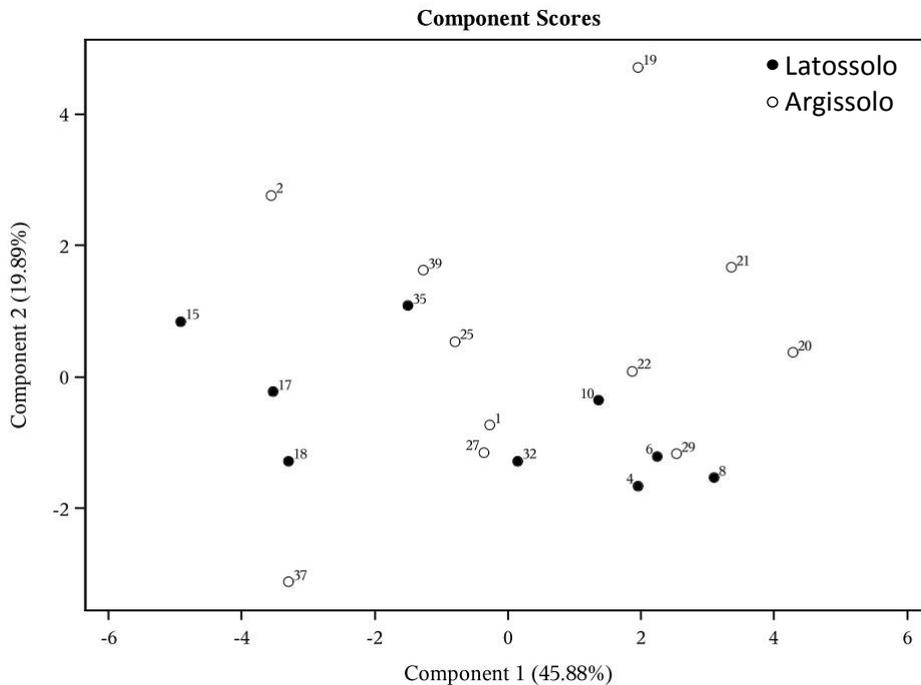


Figura 12: Diagrama de ordenação baseado nos dois primeiros componentes da análise de componentes principais (PCA), para a profundidade 20-40 cm, para as variáveis químicas e físicas do solo da RPPN “Parque São Marcelo”, Mogi-Guaçu/SP.