

MURILO RONDONI TANUS

**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE
ARBÓREO-ARBUSTIVA E O EFEITO DE BORDA EM
TRECHO DE MATA ATLÂNTICA NO PARQUE
ESTADUAL DAS FONTES DO IPIRANGA, SÃO
PAULO, SP.**

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

2011

MURILO RONDONI TANUS

**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE
ARBÓREO-ARBUSTIVA E O EFEITO DE BORDA EM
TRECHO DE MATA ATLÂNTICA NO PARQUE
ESTADUAL DAS FONTES DO IPIRANGA, SÃO
PAULO, SP.**

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. EDUARDO PEREIRA CABRAL GOMES

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

Tanus, Murilo Rondoni

T169f Florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva e o efeito de borda em trecho de Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP / Murilo Rondoni Tanus -- São Paulo, 2011.

48 p. Il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2011

Bibliografia.

1. Mata Atlântica. 2. Diversidade. 3. Fragmentos florestais. I. Título

CDU: 581.526.422.2

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Botânica por fornecer toda a infra-estrutura necessária para a realização deste estudo.

Ao Prof. Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes, pela orientação, ensino, apoio e atenção dispensados.

À Profa. Ms. Sônia Aragaki pela ajuda indispensável para a identificação do material vegetativo coletado.

À Mayara Pastore pelo esforço conjunto na identificação das espécies.

À Dra Rosangela Simão Bianchini pela supervisão e auxílio no trabalho de taxonomia do material.

À Fernanda Bedran, Allan Luis Barboza Atum, Renata Ruiz Silva, Simone Sayuri, Raquel Koch e Mario Rosa Junior, pela ajuda primordial no extenso trabalho de campo.

Às Dras. Flaviana Maluf de Souza, Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo e Regina Maria de Moraes pelas pertinentes sugestões apresentadas no Exame de Qualificação.

À minha noiva Bruna pela compreensão nos momentos de ausência e pelo suporte e carinho nos momentos difíceis.

Aos meus pais pelo apoio incondicional.

A todos os amigos do Instituto de Botânica, pelo companheirismo durante esses dois anos.

*À minha
família e amigos,
especialmente à
minha querida irmã Magara
in memoriam,
Dedico*

SUMÁRIO

Referencial Teórico.....	1
CAPÍTULO I. Estrutura e composição de um fragmento de Floresta Atlântica em São Paulo, SP. 7	7
1. Introdução.....	8
2. Material e Métodos.....	9
2.1. <i>Área de estudo</i>	9
2.2. <i>Procedimento de campo</i>	11
2.3. <i>Análise de dados</i>	11
3. Resultados e Discussão.....	12
4. Literatura citada	26
CAPÍTULO II. Efeito de Borda em área de Mata Atlântica de Planalto do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP.	30
1. Introdução.....	32
2. Material e métodos	33
2.1. <i>Área de estudo</i>	33
2.2. <i>Procedimento de campo</i>	35
2.3. <i>Análise dos dados</i>	36
3. Resultados.....	37
4. Discussão	39
5. Literatura Citada	43
ABSTRACT	47
RESUMO.....	48

Referencial Teórico

Muitas definições utilizadas na literatura científica esbarram em entraves conceituais que dificultam a interpretação e discussão de processos ecológicos e suas previsões. Alguns termos como efeito de borda, fragmento, bioma, espécies exóticas e invasoras, biodiversidade entre outros e suas generalidades, podem dificultar a leitura. Para tornar a leitura e a compreensão textual, do que se segue na dissertação, mais agradável e conceitualmente embasada, abaixo se encontra uma breve explanação de termos importantes utilizados no presente trabalho.

I.1- Biodiversidade

A manutenção da biodiversidade nos principais ambientes naturais do Brasil tem sido ponto central, de objetivos e justificativas, de uma gama de trabalhos em ecologia publicados nos principais periódicos científicos, porém o termo “diversidade biológica” pode apresentar variados significados para diferentes autores (Primack & Rodrigues 2001).

O conceito de biodiversidade é relativamente contemporâneo e se tornou público apenas na Convenção sobre a Diversidade Biológica no Rio de Janeiro. Nesta se distinguiu a biodiversidade da diversidade biológica, esta última reúne a diversidade ecológica, diversidade específica e diversidade genética, ao passo que a biodiversidade abrange simultaneamente as três dimensões do ser vivo e suas interações, isto é, se aplica globalmente as três diversidades citadas e suas relações (Barbault 1998). Em outra tentativa de definição, se entende biodiversidade como resultado de processos evolutivos diversos, guiados pelas mutações e as consequências da seleção natural, que atuarão nas diferenças gênicas, nas respostas morfológicas, fisiológicas e etológicas em concomitância com o histórico da vida (Halffter & Ezcurra 1992).

Apesar de muitas definições, em diversos casos, estas se tornam vagas devido às metodologias tradicionais de mensuração utilizadas para estimá-las, que podem omitir os reais efeitos de mudanças ocorridas na comunidade (Batalha 2011). A interpretação do termo de forma isolada encontrará, sem informações adicionais, entraves diagnósticos por parte do leitor e didáticos por parte do interlocutor (Melo 2008), neste momento a descrição correta e detalhada da metodologia e sua forma de interpretá-la, minimizam a falta de padronização do termo e suas possíveis diferentes interpretações.

I.2. Biomas, Fitofisionomias e Formações

O termo bioma está atrelado ao surgimento e utilização dos termos fitofisionomia e formação que precederam o primeiro. Muitos autores apresentaram alterações conceituais e acrescentaram outras observações para tentar encontrar uma melhor definição (Coutinho 2006). Contemporaneamente a padronização ainda não foi atingida, mas algumas revisões, em trabalhos recentes (Batalha 2011), contribuíram para elucidar algumas definições e incertezas em muitos aspectos.

A utilização de termos científicos como biomas, fisionomias, domínios e outros, dificilmente é acompanhada de suas definições e conceitos nos artigos publicados, causando desconforto ao leitor por falta de exatidão e esclarecimento do posicionamento do autor a respeito do termo utilizado.

Há um consenso em quase todas as classificações de que as formas de vida, a formação estrutural e a arquitetura tridimensional, imposta pela vegetação de determinada área, refletem a influência direta do clima para o grupo de plantas que ocorrem em região específica (Brown & Lomolino 1998). Um dos aspectos primários nas definições de determinadas áreas fitogeográficas é sua fitofisionomia, que se refere às características morfológicas predominantes de uma determinada comunidade vegetal. Os estudos posteriores às definições citadas passaram a utilizar o termo “formação” para citar unidades fisionômicas que apresentavam características morfológicas em comum (Grabherr & Kojima 1993, Allen 1998). Contemporaneamente o termo “formação”, em quase toda a totalidade de sua utilização, está relacionado com o clima e com as características fitofisionômicas típicas de determinada região e não com sua composição florística (Coutinho 2006).

Em todas as citações do termo “bioma” se nota que a diferença pontual entre formação e este é a inclusão da fauna nesta nova terminologia. Muitos autores creditam a criação do termo à Clements (1949), que o define como uma uniformidade entre a vegetação climática típica de determinada região e seus principais representantes faunísticos, definindo uma constituição biótica própria. O conceito evoluiu e outros pesquisadores incluíram os fatores abióticos na definição do termo, variando a importância, para determinados autores, de fatores como a fauna, o solo, localização geográfica e outros.

Importante destacar o termo domínio fitogeográfico, referente a determinada área onde predominam características morfoclimáticas semelhantes e certo tipo de vegetação (Batalha 2011). Assim, podemos exemplificar que no domínio da Mata Atlântica existem diferentes tipos de formações vegetais, como a Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.* 1991) do presente estudo.

Atualmente se observa, em muitos trabalhos, o conceito de bioma atrelado a uma conotação florística de determinada região, a definição e padronização internacional do termo é semelhante ao de formação vegetal, porém leva em consideração, grosso modo, a associação da vegetação com a fauna e com os microorganismos (Maarel 2005, Batalha 2011). Portanto, em determinada formação vegetal, definida assim por se basear em critérios botânicos, onde a aparência e as formas de vida da vegetação são predominantes (Raunkiaer 1934), como a Mata Atlântica, podemos encontrar muitos diferentes biomas inseridos nesta formação.

As definições e termos aqui utilizados, referentes a discussão deste tópico, seguem os preceitos da revisão de Batalha (2011).

I.3. Espécies exóticas e invasoras

Não há dúvidas a respeito do impacto causado por espécies introduzidas, que não pertencem à determinada região. As espécies exóticas surgem como tema recorrente nas discussões da biologia da conservação, porém raramente observamos nas publicações definições conceituais a respeito do tema. Encontram-se, na literatura científica, as mais diversas terminologias para tais espécies, como invasoras, introduzidas, daninhas, alienígenas, exóticas e outras (Randall 1996), que não acompanham definições conceituais.

Uma “espécie exótica” pode ser definida como aquela que ocorre fora da sua área limítrofe natural, historicamente conhecida, as quais alcançaram a área atingida por meio da dispersão acidental ou intencional de atividades do homem neolítico ou pós-neolítico ou por seus animais domésticos (Pysek 1995). Estas espécies exóticas podem, ou não, apresentar um “potencial invasor”, caso estas se estabeleçam em novos territórios nos quais se proliferem, dispersem e persistam, em detrimento de espécies próprias de ecossistemas nativos, causando alterações nos processos ecológicos, tornando-se dominantes a médio e longo prazo, após o período de adaptação, poderão ser definidas como “espécies exóticas invasoras” (Mack *et al.* 2000, Ziller 2000).

I.4. Efeito de borda e terminologias correlatas

Observa-se, atualmente, um número crescente de publicações sobre fragmentação e suas consequências em áreas com formações vegetais variadas (Castro 2008), contudo, o atual conhecimento e os padrões e processos, que apesar de consistentes, permanecem frágeis pela complexa interpretação de fenômenos relativos à fragmentação em florestas tropicais

(Rodrigues & Nascimento 2006), têm dificultado uma unificação do conhecimento teórico científico a respeito do tema (Murcia 1995, Rodrigues & Nascimento 2006).

Em trabalhos recentes (Cadenasso *et al.* 2003, Harper 2005) a respeito do tema, importantes passos foram dados com relação à formulação de uma síntese teórica, com base nos dados empíricos de trabalhos realizados nos diversos tipos de biomas em comunidades distintas, esta síntese pode fornecer dados importantes para a formulação de hipóteses testáveis que uma vez refutadas, ou não, permitem inferir sobre previsões, inclusive em áreas onde não há dados empíricos.

Mesmo com estes avanços ainda se observam incertezas a respeito de conceitos como a fragmentação e a perda de habitat. Em muitos casos, autores acreditam que a fragmentação proporciona a subdivisão do habitat primário em outras unidades, sem necessariamente ocasionar uma perda de habitat, segundo estes a fragmentação proporcionaria o surgimento de novos locais (Fahrig 1997) e consequentemente, os novos habitats estariam sujeitos a outras pressões ambientais com possíveis reflexos na seleção natural. Apesar das incertezas conceituais, parece haver consenso que a fragmentação e a perda, ou divisão do habitat primário, têm influência direta na dinâmica das comunidades naturais (Fahrig 2003, Harper 2005).

Outro problema observado em artigos é a interpretação de um fragmento, ou de um trecho de um fragmento maior, como uma unidade geométrica com final abrupto, sem considerar, como parte integrante e influente da área a matriz adjacente à borda propriamente dita (Mesquita *et al.* 1999). Entende-se por matriz o mosaico de habitats que foram modificados pelo homem, como áreas utilizadas pela agropecuária, florestas em regeneração, estradas, malhas urbanas, entre outros ambientes que circundam os trechos de determinada formação vegetal. Na maioria dos casos o tipo de matriz circundante determina se os efeitos de borda (aumento da mortalidade, concentração de espécies pioneiras etc) serão mais ou menos intensos (Gascon *et al.* 1999, Laurance & Vasconcelos 2009).

Literatura Citada

- Allen, T.F.H.** 1998. Community Ecology. *In*: S.I. Dodson; N.E. Langston; M.G. Turner; S.R. Carpenter; J.F. Kitchell; R.L. Jeanne; A.R. Ives & T.F.H. Allen, (Contrib.). Ecology. Oxford University Press Inc. Oxford, pp. 315-383.
- Barbault, R.** 1998. “Conservar et Gérer La Biodiversité em Guyane: Quelle stratégie pour La recherche?”. JATBa, Journal d’Ethnobiologie, v. 40, pp.207-18.
- Batalha, A. M.** 2011. O cerrado não é um Bioma. *Biota Neotropica* 14:(1).
- Brown, J. H & Lomolino, M.V.** 1998. Biogeografia. Funpec, pp.110-114.
- Cadenasso, M. L.; Traynor, M. M. & Pickett, S. T. A.** 1997. Functional location of forest edges: gradients of multiple physical factors. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 774-782.
- Castro, D.M.** 2008. Efeitos de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região nordeste do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Clements, F.E.** 1949. Dynamics of Vegetation. New York, The H.W. Wilson Co.
- Coutinho, L.M.** 2006. O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasilica*. 20(1):1-11.
- Fahrig, L.** 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* 61(3): 603-610.
- Fahrig, L.** 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487-515.
- Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Bierregaard, R.O.; Malcolm, J.R.; Stouffer, P.C.; Vasconcelos, H.L.; Laurance, W.F.; Zimmerman, B.; Toucher, M. & Borges, S.** 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223-229.
- Grabherr, G. & Kojima, S.** 1993. Vegetation Diversity and Classification Systems. *In*: A.M. Solomon & H.H. Shugart (eds.). *Vegetation Dynamics & Global Change*. New York, Chapman & Hall, pp. 218-232.
- Halfter, G. & E. Ezcurra.** 1992. ¿Que es Biodiversidad? *In*: G. Halfter. *La diversidad biológica de Iberoamérica*. *Acta zoológica Mexicana*, pp. 3-24.
- Harper, K.A.; MacDonald, S.E.; Burton, P.J.; Chen, J.; Brososke, K.D.; Saunders, S.C.; Euskirchen, E.S.; Roberts, D.; Jaiteh, M.S. & Esseen, P.** 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19: 768-782.
- Mack, R. N.** 2000. Cultivation Fosters Plant Naturalization by Reducing Environmental Stochasticity. *Biological Invasions* 2: 111-122.
- Maarel, E.** 2005. Vegetation ecology – an overview. *In*: E. V. Maarel. *Vegetation ecology*, Blackwell, Oxford, pp.1-51.

- Melo, A. S.** 2008. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica* 8:(2).
- Mesquita, R.C.G., Delamonica, P. & Laurence, W.F.** 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91:129-134.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Primack, R. B. Rodrigues, E.** 2001. *Biologia da conservação*. Planta, pp.10-13.
- Pysek, P.** 1995. On the terminology used in plant invasion studies. *In*: Pysek P.K., Prach M., Rejmanek, Wade M. – eds. *Plant invasions: general aspects and special problems*. SPB, Amsterdam, pp.71-81.
- Randall, J. M.** 1996. Weed control for the preservation of biological diversity. *Weed technology* 10: 370-383.
- Raunkiaer, C.** 1934. *The life forms of plant and statistical geography*. Clarendon, Oxford.
- Rodrigues, P.J.F.P. & Nascimento, M.T.** 2006. Fragmentação Florestal: Breves Considerações Teóricas sobre Efeitos de Borda. *Rodriguésia* 57: 63-74.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A.** 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. São Paulo: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
- Ziller, S.R.** 2000. *A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Parana, Paraná.

CAPÍTULO I. Estrutura e composição de um fragmento de Floresta Atlântica em São Paulo, SP.

ABSTRACT- Were studied in 30 circular plots of 50 m² the structure and floristic composition of an urban remnant of Atlantic Forest in the Fontes do Ipiranga State Park in São Paulo state, Brazil. The individuals with ≥ 2.5 m height were sampled. Among the sampled individuals 23,51% were lianas, 3,24% palm trees and other shrubs and trees. The richest families, Myrtaceae, Lauraceae and Rubiaceae are practically the same found in survey works in the Atlantic Plateau forests. Were recorded the presence of *Eriobotrya japonica* and *Archontophoenix cunninghamiana*, exotic species. The forest is low and dense. Were not observed human extraction actions, through of the distribution graph analysis of the heights there is not a clear differentiation in the vertical strata in the forest. The diversity index is one of the highest in the region and the percentage of rare species was 46%. Management actions are suggested for the conservation.

Key words: Diversity, structure, Forest fragments

RESUMO – A estrutura e a composição florística de um remanescente urbano de Floresta Atlântica foram estudadas em 30 parcelas circulares de 50 m² no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Amostraram-se os indivíduos com altura $\geq$ a 2,5 m. Dentre os indivíduos amostrados 23,51% eram lianas e 3,24% palmeiras e os demais arbustos e árvores. As famílias com maior riqueza, Myrtaceae, Lauraceae e Rubiaceae são praticamente as mesmas encontradas em trabalhos de levantamento em florestas de Mata Atlântica do Planalto paulista. Foram registradas as presenças de *Eriobotrya japonica* e *Archontophoenix cunninghamiana*, espécies exóticas. A floresta é baixa e densa. Não foram observadas ações antrópicas de extrativismo, por meio da análise do gráfico de distribuição das alturas e não existe uma diferenciação clara em estratos na estrutura vertical da floresta. O índice de diversidade é um dos mais altos da região e a percentagem de espécies raras foi de 46%. Ações de manejo para a conservação são sugeridas

Palavras-chave: Diversidade, estrutura, fragmentos florestais

1. Introdução

Os remanescentes de Mata Atlântica no estado de São Paulo são conhecidos quanto à sua estrutura e composição em trabalhos descritivos, que remontam a década de 80 do século XX e que se estendem até os dias atuais (Struffaldi-De Vuono 1985, Aragaki & Mantovani 1994, Gandolfi *et al.* 1995, Ogata & Gomes 2006). A vegetação natural remanescente do estado recobre 13,94% de toda a sua área (SMA São Paulo 2005). As áreas deste domínio, ainda bem preservadas, estão localizadas em regiões onde a prática agrícola ou madeireira se torna inviável, como em locais de altitude elevada, escarpas muito íngremes (Moreno *et al.* 2003) ou em parques públicos ou privados protegidos.

Muitos fragmentos de Mata Atlântica encontram-se cercados pela malha urbana do município ao qual pertencem, como visto em trabalhos de estrutura, composição, dinâmica e regeneração realizados nestes habitats urbanos atípicos (Struffaldi-de-Vuono 1985, Gomes 1992, Gomes & Mantovani 2001, Filho & Santin 2002, Pivello & Peccinini 2002).

Estas áreas de florestas urbanas funcionam como bosques ou parques públicos e, em sua maioria, esta condição pode minimizar alguns fatores de perturbação como atividades agropecuárias, incêndios e o extrativismo, em decorrência de sua proteção e administração pelos órgãos públicos. Em contrapartida são áreas de tamanho reduzido e com grau de isolamento elevado, devido à urbanização do entorno dessas regiões (Santin 1999). O tamanho reduzido pode aumentar a intensidade do efeito de borda (Laurance & Bierregaard 1997) e em muitos casos favorecer a invasão de espécies exóticas (Dislich *et al.* 2002, Santin 2002).

Além da invasão biológica, o isolamento dessas áreas inibe o efeito resgate (Brown & Hutchings 1997), que atua na migração de indivíduos entre áreas florestais, com influência direta na variabilidade genética e no fluxo gênico, pois pode atuar como barreira ecológica para dispersores de sementes e polinizadores. A distância entre um fragmento e outro está diretamente relacionada com o fluxo de fauna e de propágulos entre os trechos ou entre um fragmento e uma área de floresta contínua (Laurance & Vasconcelos 2009), portanto, pequenos fragmentos, próximos uns dos outros, têm mais chances de receberem imigrantes e propágulos de outras áreas, do que um único remanescente totalmente isolado.

O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) abriga um trecho de floresta urbana do domínio da Mata Atlântica, um significativo remanescente de mata nativa (Barros *et al.* 2002). O PEFI é um dos poucos trechos de Mata Atlântica, do planalto paulistano, ainda preservada, este tipo de formação, caracteriza-se como um dos ecossistemas mais ameaçados de todo o país (Dislich *et al.* 2001).

A necessidade de avaliar a composição e riqueza deste trecho de floresta urbana, por meio da quantificação, bem como compreender a organização estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva, torna-se primordial para avaliar os potenciais de perdas e conservação dos recursos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, em longo prazo.

A riqueza dos fragmentos pertencentes a este domínio é largamente conhecida, mas estudos a respeito da variação na composição ao longo da área e entre trechos de um fragmento maior, como no caso dos trechos de florestais localizados no PEFI, e entre outros fragmentos de Mata Atlântica de regiões próximas (alto da bacia do Tietê) são escassos.

O objetivo do presente estudo foi conhecer a composição florística e a estrutura de um trecho de Floresta Atlântica de Planalto do PEFI e comparar o grau de semelhança florística e estrutural com outros trechos florestais de áreas também localizadas no PEFI, com dados já levantados e/ou publicados com o intuito de analisar a variação destes parâmetros nessa escala espacial e inferir suas implicações nas políticas de conservação, como no instrumento de compensação ambiental e colaborar com informações para o manejo do Parque e de outros locais correlatos.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A área onde foram realizadas as coletas dos dados é um remanescente dentro do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, localizado no município de São Paulo na divisa com o município de Diadema, no estado de São Paulo. Situado no planalto paulista e inserido no domínio da Mata Atlântica, possui espécies típicas da Floresta Ombrófila Densa e representantes da Floresta Estacional Semidecidual e até do Cerrado (Nastri *et al.* 1992, Barros *et al.* 2002). O PEFI é um trecho de área verde em ambiente intensamente urbanizado, formando uma “ilha florestal” inserida na metrópole paulistana (Fernandes *et al.* 2002). O parque localiza-se entre os paralelos 23°38'08''S e 23°40'18''S e meridianos 46°36'48''W e 46°38'00''W, em uma área total próxima de 527 ha, com altitudes que variam de 770 a 825 m (Barbosa *et al.* 2002). Possui clima temperado Cwb, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 19,1 °C e precipitação média de 1.540 mm por ano (Santos & Funari 2002). O solo de maior ocorrência na área é o latossolo vermelho amarelo. Em estudos taxonômicos da flora fanerogâmica, realizados no PEFI, foram registradas 129 famílias, 543 gêneros e 1159 espécies (Barros *et al.* 2002).

O PEFI tem fundação oficial datada de 1969, embora seus limites tenham sido demarcados desde o final do século XIX. A área era de propriedade de fazendeiros e agricultores e apenas após a desapropriação total do local, em 1917, teve início a recuperação da vegetação. Trata-se, portanto, de uma vegetação secundária, mas que está há quase 100 anos protegida e em processo de recuperação (Barbosa 2002, Barros *et al.* 2002).

A área específica do estudo (área A) (figura 1), possui 5 ha e, grosso modo, forma triangular com o maior lado voltado para o norte. Foi escolhida uma face intermediária, quanto à condição de luz, à sudoeste para a implantação das parcelas e coleta dos dados. Esta face apresenta, na região oposta ao trecho de mata, uma alameda asfaltada e vegetação herbácea, onde localizam-se três lagos artificiais. O maior lado possui, em parte de seu entorno, um arboreto e a face leste do trecho é limitada por outra alameda asfaltada, que separa, brevemente, a área de estudo da continuidade da vegetação nativa do PEFI.



Figura 1. Mapa do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, à esquerda e localização da área escolhida para a coleta de dados em destaque. Localização das 30 parcelas (+) utilizadas na área a sudoeste da imagem em destaque (área A do estudo). Regiões em cinza (■) indicam cobertura por mata nativa. No mapa do PEFI, trabalhos realizados no parque e utilizados nas comparações: B – área amostrada por Nastri *et al.* 1992; C – área amostrada por Davison (2009); D – área no Cientec (USP) (Gomes 1992, Gomes & Mantovani 2001); TB – Trilha de Terra Batida e TN – Trilha da Nascente (Hirata *et al.* 2010).

2.2. Procedimento de campo

As coletas foram realizadas no segundo semestre de 2010 e terminaram no início de 2011. Todos os indivíduos com altura $\geq 2,5$ m foram amostrados em parcelas circulares de 50 m² (3,99 m de raio) a cada uma das seguintes distâncias em relação à borda: 5 m (partindo do centro da circunferência), 15 m e 45 m (10 parcelas por distância). Os espécimes amostrados foram mensurados quanto à altura e pap (perímetro na altura do peito), as plantas que apresentaram mais de um caule à altura do peito tiveram os perímetros de cada caule registrados separadamente. A presença de indivíduos mortos e de lianas foi registrada. Lianas não foram coletadas e ramos com estruturas vegetativas e/ou sexuais foram coletados e herborizados para identificação.

2.3. Análise de dados

Todos os indivíduos foram identificados com o auxílio de literatura especializada, com destaque para os volumes da revista *Hoehnea*, que contém os artigos com as chaves dicotômicas das espécies encontradas em trabalhos realizados no parque (Melhem *et al.* 1981). Foram realizadas comparações com exsicatas da coleção do herbário e pesquisadores taxonomistas especialistas foram consultados para maiores esclarecimentos.

Os indivíduos amostrados e as espécies dos levantamentos das demais áreas comparadas foram classificados e grafados segundo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza *et al.* 2010), disponibilizada no sítio <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>. Utilizou-se o programa Fitopac versão 2.1.2 (Shepperd 2010) para o cálculo do índice de diversidade de Shannon e descritores quantitativos (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

As áreas que foram comparadas com os dados do presente estudo (área A), localizam-se em outros trechos de Mata Atlântica no PEFI. Uma das áreas comparadas, localiza-se no Parque CIENTEC (área D), antigo IAG - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, dados obtidos a partir de trabalhos de Gomes (1992) e Gomes & Mantovani (2001) e as demais áreas localizam-se em trechos da mata nativa do Instituto de Botânica (figura 1): área B (Nastri *et al.* 1992), área C (Davison 2009), e nas trilhas de Terra Batida (TB) e da Nascente do Ipiranga (TN) (Hirata 2006, Hirata *et al.* 2006).

Foram construídas curvas de rarefação em função do número de indivíduos, para possibilitar a comparação da estimativa de riqueza em níveis comparáveis de esforço amostral

(Gotelli & Colwell 2001), utilizando-se o software EstimateS 8.2 (Colwell 2004) e PAST 2.09 (Hammer *et al.* 2001).

Os dados obtidos foram transformados em matrizes do tipo “espécies x locais de levantamentos”, a fim de comparar os parâmetros citados entre a área do presente estudo com as demais. Anteriormente à construção das matrizes, todas as espécies das áreas comparadas foram padronizadas de acordo com a classificação da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza *et al.* 2010).

Os dados do CIENTEC e da área C foram filtrados para o mesmo critério de inclusão da área A, altura > 2,5 m. Na área D, o número de indivíduos das sub-parcelas, depois da filtragem do critério de inclusão, foi transformado para valores por hectare (x5) para a ordenação, o que não ocorreu para a análise de rarefação. Nas demais áreas os critérios de inclusão eram semelhantes e não sofreram alterações. Foram eliminadas as espécies com uma única ocorrência na matriz “espécies x locais de levantamentos” e os valores posteriores transformados por raiz quadrada. A ordenação desta matriz foi feita por Análise de Coordenadas Principais utilizando-se distância de corda. A análise foi feita com o auxílio do programa PAST 2.09 (Hammer *et al.* 2001).

3. Resultados e Discussão

A composição florística e os parâmetros fitossociológicos nas 30 unidades amostrais do presente trabalho somaram 1080 indivíduos, com o registro de 99 indivíduos mortos em pé. Os indivíduos vivos distribuíram-se por 118 espécies e desse total, quatro foram determinadas ao nível de família, 3 ao nível de gênero e o restante ao nível de espécie. As espécies distribuíram-se em 35 famílias (tabela 1). Quanto a riqueza das famílias, Myrtaceae e Lauraceae apresentaram o maior número de espécies, 12, seguida de Rubiaceae, 11 espécies, Melastomataceae, 10 e Fabaceae 9 espécies. Observando-se o valor de importância de cada família, destacam-se as famílias Euphorbiaceae (43,1), Lauraceae (33,25), Arecaceae (16,7), Rubiaceae (13,4) e Fabaceae (15,1).

Das espécies identificadas *Alchornea sidifolia* foi a que mais contribui para a densidade absoluta (460 indivíduos/ha), seguida por *Guarea macrophylla* (306,7 indivíduos/ha), *Cupania oblongifolia* (260 indivíduos/ha), *Casearia sylvestris* (240 indivíduos/ha) e *Ocotea puberula* (186,7 indivíduos/ha). *Alchornea sidifolia* foi a espécie que mais contribui para a totalidade da área basal (10,5 m²/ha), seguida por *Anadenanthera colubrina* (3,59 m²/ha), Lauraceae 1 (2,1 m²/ha), *Ocotea puberula* (1,61 m²/ha) e *Ecclinusa ramiflora* (1,51 m²/ha).

Foi registrada a presença de duas espécies exóticas: *Archontophoenix cunninghamiana* e *Eriobotrya japonica*, dentre os indivíduos coletados. A primeira já com estudo de caso de invasão biológica na Reserva Florestal da Universidade de São Paulo (Cuaso) (Dislich *et al.* 2001).

As formas de vida foram representadas por 23,51% de lianas e 3,24% de palmeiras e os demais indivíduos são arbustos ou árvores. Os indivíduos mortos em pé representaram 8,4% do total de indivíduos amostrados, com densidade absoluta de 660 indivíduos/ha.

Para a análise da distribuição dos diferentes valores do dap (diâmetro na altura do peito) e da altura, os espécimes amostrados foram divididos em classes para ambos os parâmetros (figura 2). Os resultados mostram padrões semelhantes para os dois, com a típica curva de distribuição em forma de J invertido, com a moda localizada na primeira classe (indivíduos com valores de altura e dap mais baixos) e um menor número de indivíduos em cada uma das classes seguintes. A maior altura registrada foi de 15 m (*Ocotea puberula*) e o maior dap foi de 54, 26 cm (*Alchornea sidifolia* e *Guarea macrophylla*).

A visualização da distribuição dos diâmetros e alturas, aparentemente, indica que área de estudo não sofreu episódios de perturbação antrópica, como ações relacionadas ao extrativismo, para determinada classe de altura ou diâmetro. Isso pode ser observado pela queda gradativa do número de indivíduos da primeira classe até a última, sem a presença de perda abrupta de indivíduos em alguma classe específica.

Não há uma clara estratificação na estrutura vertical do trecho de floresta analisada (figura 2), ao considerarmos que os indivíduos com altura até 6,5 m, representam o sub-bosque da floresta, 73,6% dos indivíduos estão inseridos nesta região da Mata. A minoria restante dos indivíduos, do total amostrado, com representantes entre 6,51 m a 15 m de altura, forma o dossel da floresta. Estes dados confirmam a baixa estatura da floresta estudada, característica das Florestas Atlânticas do planalto paulistano (Pivello & Peccinini 2002).

Para uma análise mais consistente da contribuição de determinada espécie em relação à estratificação vertical, sub-bosque ou dossel, as espécies representadas por mais de 20 indivíduos, excetuando-se o bambu *Merostachys neesii*, foram analisadas por meio da relação alométrica entre dap (cm) e altura (m) (Figura 3), que pode auxiliar a análise, mais criteriosa, de quais espécies compõem o dossel ou o sub-bosque de determinada área (Oldeman 1990). Esta relação nos permite visualizar a distribuição de indivíduos, de uma população, em determina classe de altura e diâmetro (figura 3), quando as espécies começam a se distanciar da linha $h=100d$, onde “h” é a altura e “d” o diâmetro, a região do gráfico recebe o nome de “ponto de liberação” (Elouard *et al.* 1997), que pode indicar o fim do crescimento primário

(altura) e o início do crescimento secundário do caule (diâmetro) e assim determinar o estrato ocupado por determinada espécie em sua fase adulta.

As espécies *Alchornea sidifolia*, *Casearia sylvestris*, *Guarea macrophylla*, *Ocotea puberula* e *Syagrus romanzoffiana*, mostraram “o ponto de liberação” entre 7 e 12 m, o que implica na importância destas para o dossel da floresta, com destaque para *S. romanzoffiana* (Arecaceae) e *A. sidifolia* (Euphorbiaceae). As demais espécies representadas na figura 2 possuem a maior parte dos indivíduos no sub-bosque da área, pois apresentam o “ponto de liberação” partindo de valores, para altura, baixos.

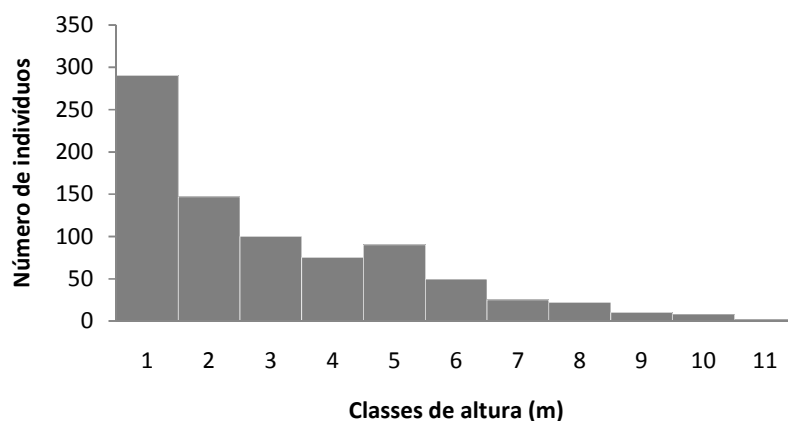
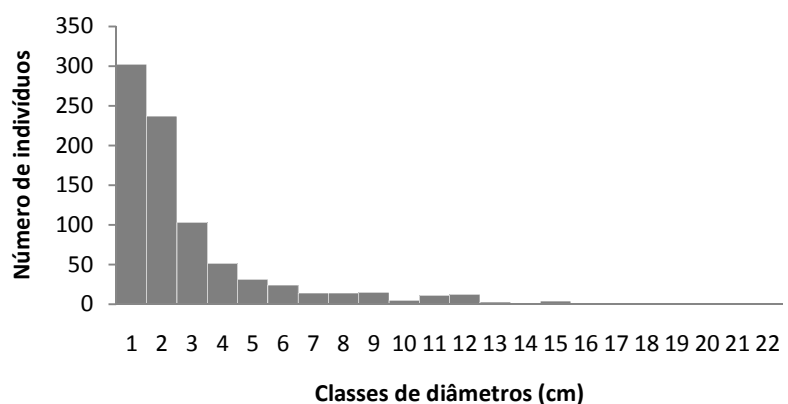


Figura 2. Frequência de classes de diâmetro e altura de indivíduos encontrados na amostragem da área A do Parque Estadual das fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, distribuídos em 22 classes de diâmetros (1 = 2,5 a 5 cm, 2 = 5,1 a 7,5 cm, ... 22 = 52,51 cm a 55 cm) e 12 classes de alturas (1 = 2,5 m a 3,5 m, 2 = 3,51 a 4,5 m, ... 11 = 12,51 a 15 m).

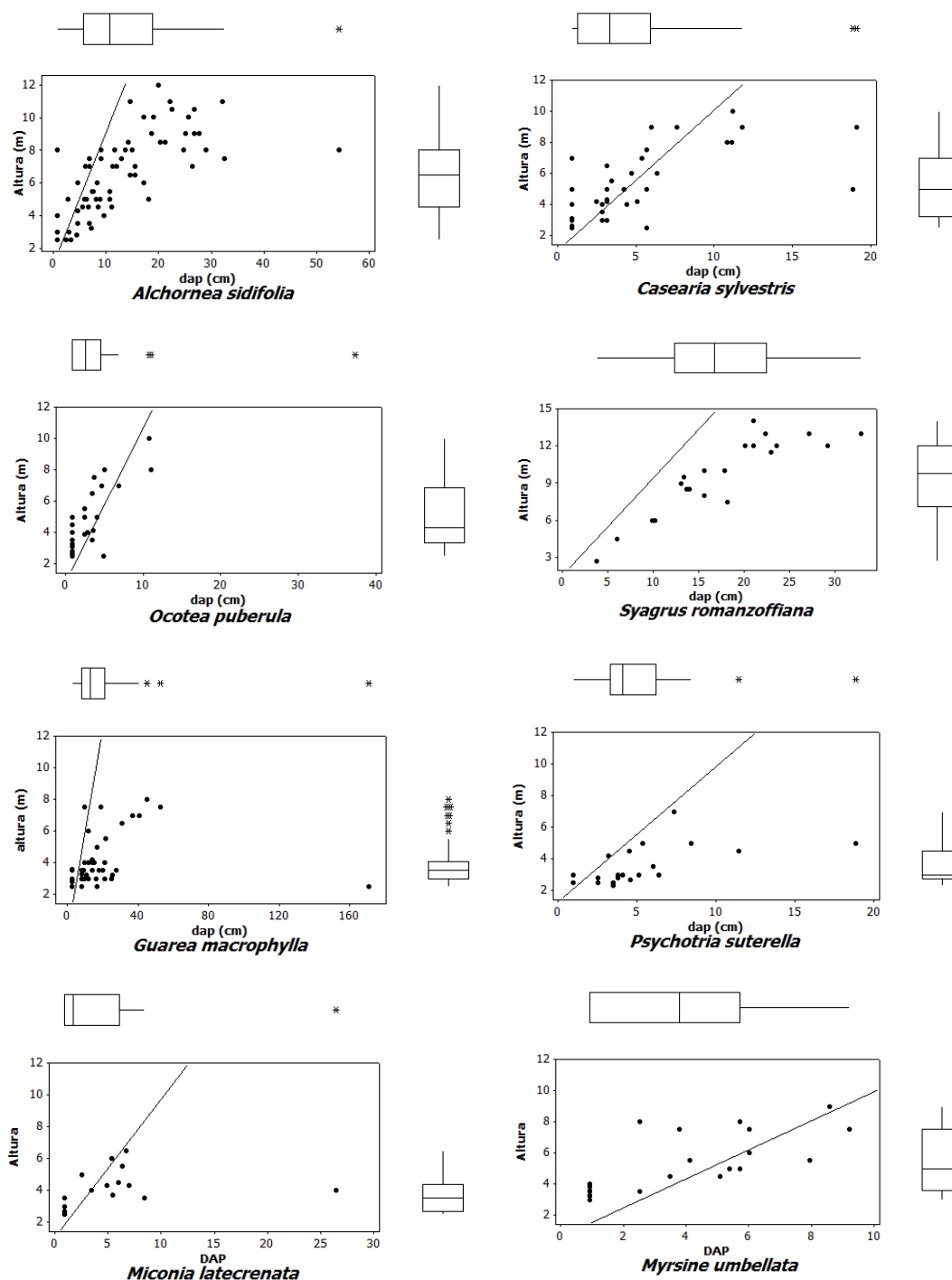


Figura 3. Dispersão dap (cm) x altura (m), acompanhados dos gráficos de caixa (*marginal plot*) para as 10 espécies com o maior número de indivíduos da amostragem de um trecho de Mata Atlântica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. A linha equivale a $h = 100.d$ (onde “h” é a altura e “d” o diâmetro).

Em relação aos outros trechos de Mata Atlântica, também localizados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, com os quais foram feitas as comparações de riqueza de espécies, observou-se por meio da análise de rarefação (figura 4) que, sob esforços amostrais

equivalentes, há uma aproximação das curvas representadas por cada uma das seis áreas do PEFI (área A, área B, área C, área D, TN e TB), observada na amostragem com até 100 indivíduos, riqueza próxima de 40 espécies, indicando que o PEFI apresenta uma semelhança de riqueza de espécies nos diferentes trechos de mata. Portanto a área estudada possui um número de espécies semelhantes às de outras áreas localizadas no mesmo parque.

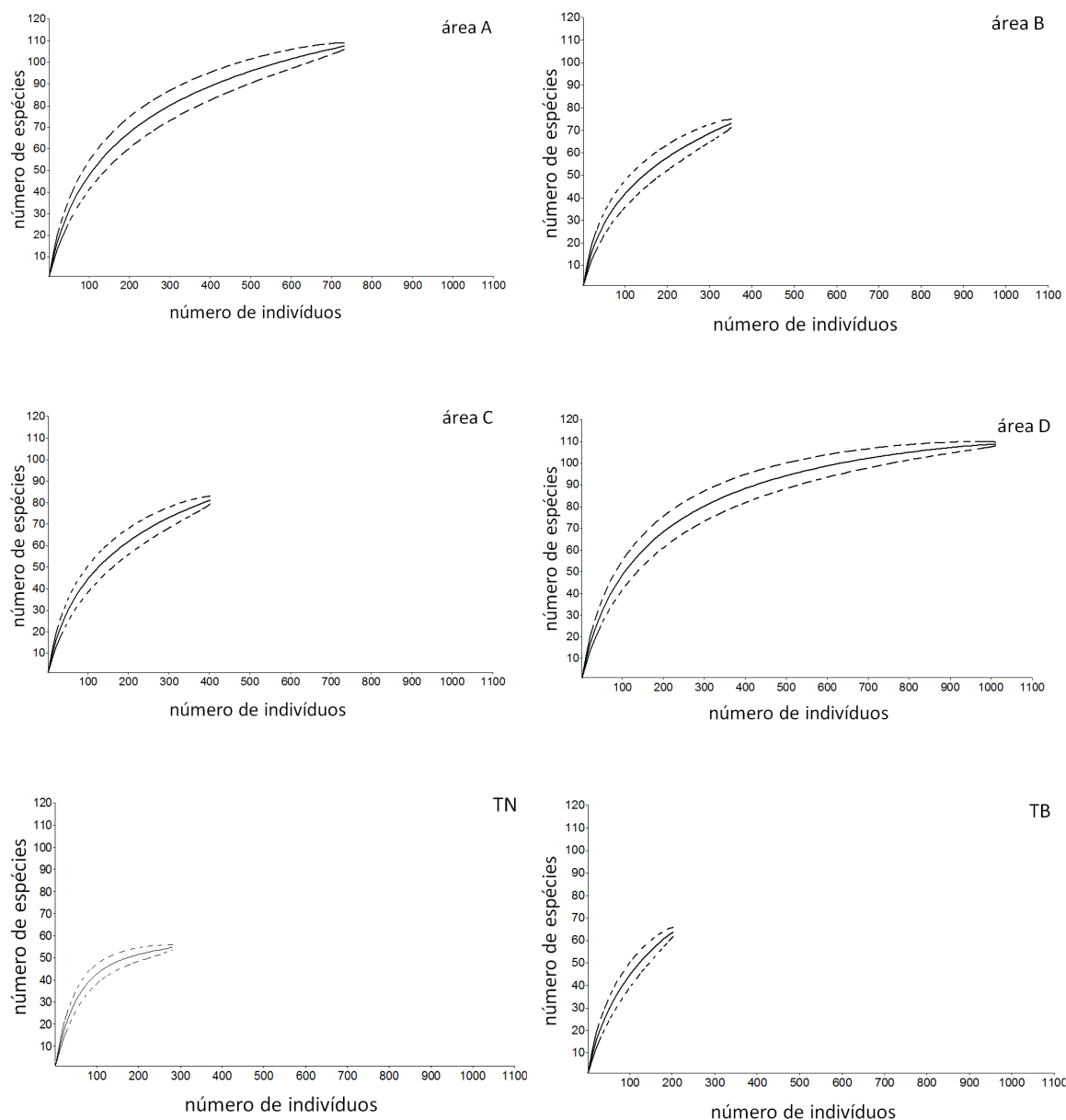


Figura 4. Curvas de rarefação e seus respectivos intervalos de confiança (curvas tracejadas), baseada em amostras, expressa o número esperado de espécies encontradas em função do número de indivíduos amostrados em trechos diferentes do PEFI. Área A (área de estudo) área B (Nastri *et al.* 1992), área C (Davison 2009), área D (Gomes 1992, Gomes & Mantovani 2001), TN (trilha da Nascente do Ipiranga) e TB (trilhas de terra batida) (Hirata 2006 *et al.*, Hirata 2006).

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA, figura 5) representou as diferenças entre as seis áreas do PEFI. Os dois primeiros eixos do gráfico resumem mais da metade da variação total (51,15%). A análise do gráfico de ordenação evidencia a heterogeneidade das áreas comparadas, sem apresentar uma divisão clara em grupos. Isto pode ser explicado pela diferença na composição e abundância das espécies nas diferentes áreas, apesar da semelhança na riqueza.

A comparação estrutural da vegetação arbórea com trechos florestais no Alto da Bacia do Tietê e áreas próximas (tabela 2) deve ser feita com ressalva por haver diferença entre tipo e distribuição das unidades amostrais, tamanho do fragmento, critérios de inclusão entre outros fatores. A área do estudo quando comparada a outros trechos de florestas, em áreas próximas, mostrou alta diversidade e riqueza em espécies em relação a outros fragmentos do planalto atlântico paulista. O número de espécies não é um valor preciso para a análise de riqueza, haja vista a tamanha variação do tamanho das parcelas e do número de indivíduos dos levantamentos, que refletem no valor total dos descritores quantitativos finais.

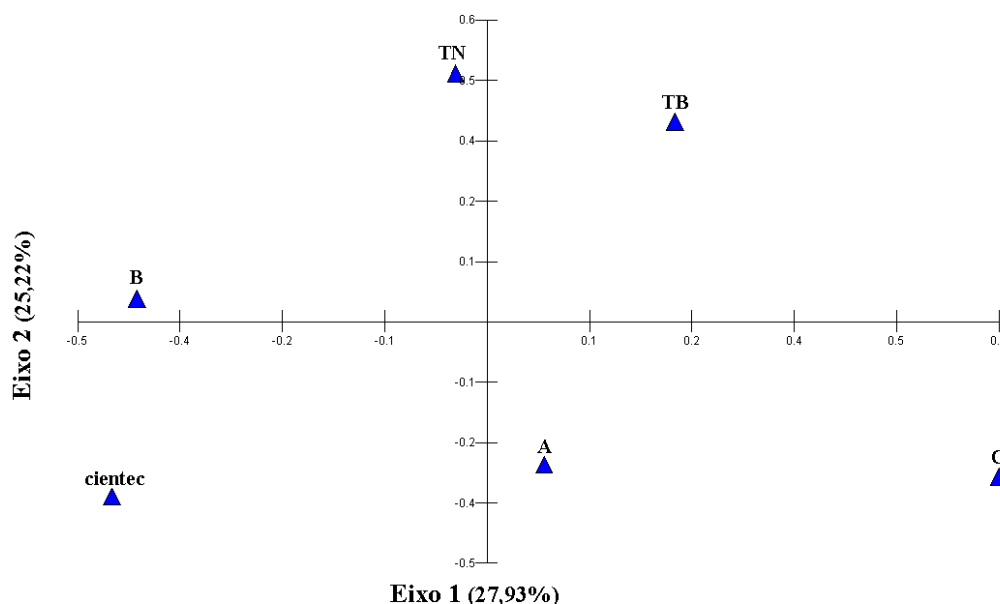


Figura 5. Dois primeiros eixos da ordenação por Análise de Coordenadas Principais das áreas amostradas no PEFI. Área A (área de estudo) área B (Nastri *et al.* 1992), área C (Davison 2009), e nas trilhas de Terra Batida (TB) e da Nascente do Ipiranga (TN) (Hirata 2006, Hirata *et al.* 2006) e Cientec (área D) (Gomes 1992, Gomes & Mantovani 2001).

A utilização do índice de diversidade de Shannon, embora com cautela, é recomendada por ser um bom indicador da diversidade neste tipo de comparação (Martins 1991, Condit *et al.* 1996). Considerando os mesmos critérios de inclusão, a diversidade

estimada para a área do estudo é uma das mais altas registradas (4,02) se equiparando até mesmo a levantamentos com um número de indivíduos muito superior (vide Camara, Japi, tabela 2). Também em posição de destaque os valores para área basal e densidade, respectivamente 31,98 m²/ha e 1926,7 indivíduos/ha, indicam o caráter denso da floresta estudada, quando comparada com as demais, em amostragens semelhantes (vide Cemucam, Cuaso 2, Tabela 2). Baixos valores de área basal têm sido associados à ocorrência de perturbações (Silva & Nascimento 2001), o que pode estar ocorrendo em áreas como Cemucam, com área basal de 17,61 (m²/ha).

O valor de 46% para espécies com um único indivíduo (coluna r%, tabela 2), indica alto grau de espécies raras na área A, quando comparada com os demais valores para o mesmo descritor nas demais regiões. Esta raridade pode ter influência sobre a persistência e manutenção das espécies, pois em fragmentos isolados, como o PEFI, que é uma ilha de floresta cercada pela malha urbana, a população local será tão diminuta que as chances de sobrevivência das espécies raras são poucas em longo prazo (Laurence & Vasconcelos 1999).

Tabela 1. Descritores quantitativos das espécies lenhosas amostradas em um trecho de Mata Atlântica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP em ordem decrescente de valor de importância (VI). N- número de indivíduos; DA- densidade absoluta (indivíduos/ha); FA- frequência (%); DoA- dominância por área (m²/ha); AMn- altura mínima; AMax- altura máxima; DR- densidade relativa (%); FR- frequência relativa (%); DoR- dominância relativa (%); VC- valor de cobertura; VI- valor de importância. Voucher-coletor e voucher dos material consultados (espécimes do PEFI).

Espécie (Família)	Voucher	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg. (Euphorbiaceae)	Cerati & Ussui, 08. 1987	69	460	76,67	9,58	2,5	12	8,35	4,76	26,47	34,83	39,59
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl (Meliaceae)	Kirizawa, 179. 1978	46	306,7	66,67	2,46	2,5	8	5,57	4,14	6,8	12,37	16,51
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman (Arecaceae)	Kirizawa, 2437. 1991	22	146,7	40	4,02	2,7	14	2,66	2,48	11,09	13,76	16,24
<i>Casearia sylvestris</i> Sw. (Salicaceae)	Silvestre, 207. 1979	36	240	53,33	0,88	2,5	10	4,36	3,31	2,43	6,79	10,1
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees (Lauraceae)	Hoehne (SP.28132).1931	28	186,7	53,33	0,98	2,5	15	3,39	3,31	2,7	6,09	9,4
Lauraceae1	-----	11	73,3	36,67	2,09	2,8	13	1,33	2,28	5,76	7,09	9,37
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart. (Sapindaceae)	Stella & Silvestre, 242. 1980	39	260	53,33	0,34	2,5	8	4,72	3,31	0,94	5,66	8,97
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan (Fabaceae)	Hoehne, (SP. 185856). 1944	7	46,7	20	2,43	2,8	11	0,85	1,24	6,7	7,55	8,79
<i>Merostachys neesii</i> Rupr. (Poaceae)	-----	53	353,3	6,67	0,23	6	7	6,42	0,41	0,63	7,05	7,46
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin (Melastomataceae)	Mantovani, 24. 1979	22	146,7	30	0,55	2,5	6,5	2,66	1,86	1,52	4,19	6,05
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. (Myrtaceae)	-----	20	133,3	46,67	0,24	2,5	8,5	2,42	2,9	0,66	3,08	5,98
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg. (Rubiaceae)	Makino, 6. 1977	21	140	33,33	0,47	2,3	7	2,54	2,07	1,29	3,83	5,9
<i>Myrsine umbellata</i> Mart. (Myrsinaceae)	Jung & Fonnegra, 398.1981	23	153,3	30	0,26	3	9	2,78	1,86	0,72	3,5	5,37
<i>Euterpe edulis</i> Mart. (Arecaceae)	-----	14	93,3	36,67	0,37	2,5	10	1,69	2,28	1,03	2,72	5
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart. (Sapotaceae)	Barros, 1951. 1990	6	40	13,33	1,13	2,5	13	0,73	0,83	3,13	3,86	4,69
<i>Ocotea brachybotrya</i> (Meisn.) Mez (Lauraceae)	Mattos & Mattos, 8431, 1982	20	133,3	33,33	0,03	2,5	6	2,42	2,07	0,08	2,5	4,57
<i>Ocotea lanata</i> (Nees & Mart.) Mez (Lauraceae)	Kuhlmann, 3224.1948	15	100	36,67	0,11	2,5	8	1,82	2,28	0,31	2,13	4,41
<i>Coccoloba warmingii</i> Meisn. (Polygonaceae)	Mazzoni-Viveiros, 52. 1990	11	73,3	30	0,41	2,5	10	1,33	1,86	1,12	2,46	4,32
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq. (Myrtaceae)	Barros, 2307. 1991	7	46,7	16,67	0,79	3,5	13	0,85	1,04	2,19	3,04	4,07
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil. (Rubiaceae)	Barros, 222. 1978	16	106,7	23,33	0,22	2,5	5	1,94	1,45	0,62	2,56	4,01
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez (Lauraceae)	Kuhlmann, 3222.1946	12	80	33,33	0,1	2,5	9	1,45	2,07	0,29	1,74	3,81
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel (Fabaceae)	Handro, 2311. 1982	10	66,7	26,67	0,33	2,5	12	1,21	1,66	0,91	2,12	3,78

Tabela 1 (continuação)

Espécie (Família)	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. (Fabaceae)	6	40	13,33	0,78	2,5	10	0,73	0,83	2,16	2,89	3,72
<i>Ixora gardneriana</i> Benth. (Rubiaceae)	15	100	23,33	0,13	4	7,5	1,82	1,45	0,37	2,18	3,63
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil. (Annonaceae)	10	66,7	33,33	0,12	2,6	7	1,21	2,07	0,33	1,54	3,61
<i>Protium widgrenii</i> Engl. (Bursaceae)	5	33,3	13,33	0,77	2,6	12,5	0,61	0,83	2,12	2,73	3,55
<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)	12	80	20	0,24	3,5	7	1,45	1,24	0,65	2,11	3,35
<i>Cordia sellowiana</i> Cham. (Boraginaceae)	9	60	16,67	0,42	2,5	10	1,09	1,04	1,17	2,25	3,29
<i>Solanum cernuum</i> Vell. (Solanaceae)	8	53,3	13,33	0,46	2,5	4,2	0,97	0,83	1,26	2,23	3,06
<i>Andira anihelmia</i> (Vell.) Benth. (Fabaceae)	10	66,7	26,67	0,06	2,6	7	1,21	1,66	0,17	1,38	3,04
<i>Ocotea</i> sp. Aubl. (Lauraceae)	10	66,7	23,33	0,08	2,8	9	1,21	1,45	0,22	1,43	2,88
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D.Legrand (Myrtaceae)	6	40	20	0,27	2,5	9	0,73	1,24	0,73	1,46	2,7
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C.DC. (Meliaceae)	10	66,7	20	0,08	2,5	7	1,21	1,24	0,22	1,43	2,67
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez (Lauraceae)	9	60	20	0,08	2,6	8,6	1,09	1,24	0,23	1,32	2,57
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. (Rosaceae)	7	46,7	23,33	0,03	3	8	0,85	1,45	0,08	0,93	2,38
<i>Rudgea gardenioides</i> (Cham.) Müll.Arg. (Rubiaceae)	6	40	20	0,11	2,5	8,5	0,73	1,24	0,3	1,03	2,27
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal (Solanaceae)	7	46,7	20	0,04	2,5	4,5	0,85	1,24	0,12	0,97	2,21
<i>Calyptanthus lucida</i> Mart. ex DC. (Myrtaceae)	6	40	20	0,05	2,5	7	0,73	1,24	0,15	0,88	2,12
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil. (Annonaceae)	8	53,3	6,67	0,23	2,6	10	0,97	0,41	0,65	1,62	2,03
<i>Margaritopsis cephalantha</i> (MÃvill. Arg.) C.M. Taylor (Rubiaceae)	6	40	20	0,02	2,5	4	0,73	1,24	0,05	0,78	2,02
<i>Annona cacans</i> Warm. (Annonaceae)	6	40	13,33	0,16	3	7,5	0,73	0,83	0,45	1,18	2,01
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. (Annonaceae)	4	26,7	13,33	0,23	4	11	0,48	0,83	0,63	1,12	1,95
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. Ex Schult. & Schult.f. (Rubiaceae)	7	46,7	13,33	0,08	3	8	0,85	0,83	0,23	1,08	1,91

Tabela 1 (continuação)

Espécie (Família)	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin (Melastomataceae)	6	40	10	0,16	3,2	6,5	0,73	0,62	0,45	1,17	1,79
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne (Melastomataceae)	3	20	10	0,29	6,5	9,5	0,36	0,62	0,81	1,17	1,79
<i>Cupania emarginata</i> Cambess. (Sapindaceae)	5	33,3	16,67	0,05	2,6	6,5	0,61	1,04	0,14	0,74	1,78
<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk. (Sapindaceae)	3	20	10	0,27	4,7	11	0,36	0,62	0,76	1,12	1,74
<i>Psychotria longipes</i> Müll.Arg. (Rubiaceae)	4	26,7	10	0,23	2,6	8	0,48	0,62	0,62	1,11	1,73
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg (Myrtaceae)	5	33,3	16,67	0,03	2,7	4,5	0,61	1,04	0,07	0,68	1,71
<i>Cybianthus cuneifolius</i> Mart. (Myrsinaceae)	3	20	10	0,23	2,5	9	0,36	0,62	0,63	1	1,62
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. (Myrsinaceae)	4	26,7	10	0,16	3,3	8,5	0,48	0,62	0,44	0,92	1,54
<i>Eugenia neoglomerata</i> Sobral (Myrtaceae)	5	33,3	13,33	0,03	2,8	6	0,61	0,83	0,08	0,68	1,51
<i>Maytenus robusta</i> Reissek (Celastraceae)	5	33,3	10	0,06	3	6	0,61	0,62	0,17	0,78	1,4
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil. (Annonaceae)	3	20	10	0,1	3,3	7	0,36	0,62	0,27	0,63	1,25
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. (Meliaceae)	3	20	10	0,08	4	8	0,36	0,62	0,21	0,58	1,2
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill. (Peraceae)	3	20	10	0,07	2,5	8,5	0,36	0,62	0,2	0,57	1,19
<i>Calyptanthus concinna</i> DC. (Myrtaceae)	4	26,7	10	0,02	2,7	5	0,48	0,62	0,06	0,54	1,16
<i>Coccoloba arborescens</i> (Vell.) R.A.Howard (Polygonaceae)	3	20	6,67	0,11	3,5	10	0,36	0,41	0,3	0,66	1,07
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi (Melastomataceae)	5	33,3	6,67	0	2,5	3	0,61	0,41	0,01	0,61	1,03
<i>Leandra purpurascens</i> (DC.) Cogn. (Melastomataceae)	4	26,7	6,67	0,04	2,5	5	0,48	0,41	0,12	0,61	1,02
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC. (Myrsinaceae)	3	20	10	0,01	2,5	7	0,36	0,62	0,02	0,38	1
<i>Piptocarpha oblonga</i> (Gardner) Baker (Asteraceae)	2	13,3	3,33	0,18	9	9	0,24	0,21	0,5	0,74	0,95
Lauraceae4	1	6,7	3,33	0,22	10	10	0,12	0,21	0,62	0,74	0,95
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel (Fabaceae)	2	13,3	6,67	0,11	3,2	11	0,24	0,41	0,3	0,54	0,95
<i>Clethra scabra</i> Pers. (Clethraceae)	3	20	6,67	0,04	3	11	0,36	0,41	0,11	0,47	0,89

Tabela 1 (continuação)

Espécie (Família)	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Lauraceae</i> 2	2	13,3	6,67	0,08	7	11	0,24	0,41	0,21	0,45	0,86
<i>Vernonanthura puberula</i> Robinson* (Asteraceae)	1	6,7	3,33	0,17	9	9	0,12	0,21	0,46	0,58	0,79
<i>Solanum rufescens</i> Sendtn. (Solanaceae)	1	6,7	3,33	0,15	10	10	0,12	0,21	0,43	0,55	0,76
<i>Mollinedia triflora</i> (Spreng.) Tul. (Monimiaceae)	2	13,3	6,67	0,03	4	5	0,24	0,41	0,1	0,34	0,75
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin (Melastomataceae)	2	13,3	6,67	0,03	3	7,5	0,24	0,41	0,09	0,33	0,75
<i>Jacaranda puberula</i> Cham. (Bignoniaceae)	2	13,3	6,67	0,03	4	7	0,24	0,41	0,08	0,32	0,73
<i>Myrcia spectabilis</i> DC. (Myrtaceae)	1	6,7	3,33	0,14	9	9	0,12	0,21	0,38	0,5	0,71
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae)	2	13,3	6,67	0,02	2,7	5	0,24	0,41	0,05	0,29	0,71
<i>Casearia obliqua</i> Spreng. (Salicaceae)	2	13,3	6,67	0,01	4,6	5	0,24	0,41	0,03	0,27	0,68
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae)	2	13,3	6,67	0,01	3,8	4,3	0,24	0,41	0,03	0,27	0,68
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg (Myrtaceae)	2	13,3	6,67	0,01	2,5	4,2	0,24	0,41	0,02	0,26	0,68
<i>Licania hoehnnei</i> Pilg. (Chrysobalanaceae)	2	13,3	6,67	0	2,5	5	0,24	0,41	0	0,24	0,66
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm. (Lauraceae)	2	13,3	6,67	0	3,2	3,6	0,24	0,41	0	0,24	0,66
<i>Roupala montana</i> Aubl. (Proteaceae)	2	13,3	6,67	0	2,5	3	0,24	0,41	0	0,24	0,66
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins (Monimiaceae)	2	13,3	3,33	0,05	2,7	5	0,24	0,21	0,14	0,38	0,59
<i>Faranea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC. (Rubiaceae)	2	13,3	3,33	0,04	3	4	0,24	0,21	0,12	0,36	0,57
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. (Rosaceae)	1	6,7	3,33	0,07	5,5	5,5	0,12	0,21	0,18	0,3	0,51
<i>Croton floribundus</i> Spreng. (Euphorbiaceae)	2	13,3	3,33	0,02	2,5	5	0,24	0,21	0,05	0,3	0,5
<i>Solanum bullatum</i> Vell. (Solanaceae)	2	13,3	3,33	0,02	4	6	0,24	0,21	0,05	0,29	0,5
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl. (Bignoniaceae)	2	13,3	3,33	0,01	5	6	0,24	0,21	0,03	0,27	0,48
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart. (Rutaceae)	2	13,3	3,33	0,01	3	4	0,24	0,21	0,02	0,26	0,47
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker (Asteraceae)	2	13,3	3,33	0,01	2,6	6,5	0,24	0,21	0,02	0,26	0,47

Tabela 1 (continuação)

Espécie (Família)	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger <i>et al.</i> (Moraceae)	2	13,3	3,33	0,01	5	5	0,24	0,21	0,02	0,26	0,47
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Anacardiaceae)	1	6,7	3,33	0,05	5,5	5,5	0,12	0,21	0,13	0,25	0,46
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong (Euphorbiaceae)	1	6,7	3,33	0,04	8	8	0,12	0,21	0,11	0,24	0,44
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn. (Melastomataceae)	1	6,7	3,33	0,04	4,5	4,5	0,12	0,21	0,1	0,22	0,43
Lauraceae ³	1	6,7	3,33	0,03	8	8	0,12	0,21	0,09	0,21	0,42
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. (Sapindaceae)	1	6,7	3,33	0,02	6	6	0,12	0,21	0,05	0,17	0,38
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton (Fabaceae)	1	6,7	3,33	0,02	6	6	0,12	0,21	0,04	0,16	0,37
<i>Miconia tristis</i> Spring (Melastomataceae)	1	6,7	3,33	0,01	7	7	0,12	0,21	0,04	0,16	0,37
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg. (Rubiaceae)	1	6,7	3,33	0,02	5	5	0,12	0,21	0,04	0,16	0,37
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> H. Wendl. & Drude. (Arecaceae)	1	6,7	3,33	0,01	8	8	0,12	0,21	0,03	0,15	0,36
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneh. (Urticaceae)	1	6,7	3,33	0,01	4,5	4,5	0,12	0,21	0,03	0,15	0,36
<i>Dalbergia</i> sp L.f. (Fabaceae)	1	6,7	3,33	0,01	4,5	4,5	0,12	0,21	0,03	0,15	0,36
<i>Myrcianthes</i> aff. <i>gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand (Myrtaceae)	1	6,7	3,33	0,01	6	6	0,12	0,21	0,03	0,15	0,36
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth. (Rubiaceae)	1	6,7	3,33	0,01	2,6	2,6	0,12	0,21	0,03	0,15	0,36
<i>Piper cernuum</i> Vell. (Piperaceae)	1	6,7	3,33	0,01	2,9	2,9	0,12	0,21	0,02	0,15	0,35
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine (Myrtaceae)	1	6,7	3,33	0,01	6	6	0,12	0,21	0,02	0,15	0,35
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob. (Asteraceae)	1	6,7	3,33	0,01	8	8	0,12	0,21	0,02	0,15	0,35
<i>Nectandra</i> sp. Rol. ex Rottb. (Lauraceae)	1	6,7	3,33	0,01	6	6	0,12	0,21	0,02	0,14	0,35
<i>Ficus</i> aff. <i>enormis</i> Mart. ex Miq. (Moraceae)	1	6,7	3,33	0,01	3,8	3,8	0,12	0,21	0,01	0,14	0,34
<i>Diploon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist (Sapotaceae)	1	6,7	3,33	0	4,2	4,2	0,12	0,21	0,01	0,13	0,34
<i>Chionanthus</i> aff. <i>filiformis</i> (Vell.) P.S.Green (Oleaceae)	1	6,7	3,33	0	3	3	0,12	0,21	0	0,12	0,33

Tabela 1 (continuação)

Espécie (Família)	N	DA	FA	DoA	AMn	AMax	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn. (Melastomataceae)	1	6,7	3,33	0	4	4	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Mollinedia elegans</i> Tulasne (Monimiaceae)	1	6,7	3,33	0	2,5	2,5	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Myrciaria glomerata</i> O.Berg (Myrtaceae)	1	6,7	3,33	0	4	4	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Parodiolyra micrantha</i> (Kunth) Davidse & Zuloaga (Poaceae)	1	6,7	3,33	0	3	3	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Psychotria nemorosa</i> Gardner (Rubiaceae)	1	6,7	3,33	0	2,7	2,7	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae)	1	6,7	3,33	0	3	3	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult. (Solanaceae)	1	6,7	3,33	0	3,2	3,2	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Symphopappus itatayensis</i> (Hieron) R.M. King & H.Rob. (Asteraceae)	1	6,7	3,33	0	2,5	2,5	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Tovomitopsis paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana (Clusiaceae)	1	6,7	3,33	0	2,7	2,7	0,12	0,21	0	0,12	0,33
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel (Fabaceae)	1	6,7	3,33	0	2,5	2,5	0,12	0,21	0	0,12	0,33

Tabela 2. Características da vegetação arbórea em trechos florestais no Alto da Bacia do Tietê e áreas próximas. u.a. = unidade amostral utilizada: P = parcela, Qc = quadrante centrado; Ci = critério de inclusão (cm); A = tamanho da amostra (hectare para parcelas e número de pontos para quadrante centrado); ni = número de indivíduos, DA = densidade absoluta (ind./ha); AB = área basal (m²/ha); S = número de indivíduos identificados até espécie; H = índice de diversidade de Shannon; J = equabilidade; r = número de espécies representadas por um indivíduo no levantamento (% em relação ao total). Os dados da tabela por vezes diferem dos originais por que: 1 – não foram considerados indivíduos mortos como espécies nos cálculos, 2- critérios de inclusão variados em relação ao tamanho do dap e 3 – As listagens foram conferidas quanto a sinônima segundo Flora do Brasil.

Local	u.a.	Ci	A	ni	DA	AB	S	H	J	r (%)
PefiA	P	dap>4,7	0,15	289	1926,7	31,98	81	4,02	0,86	46,7
PefiA	P	dap>10,0	0,15	129	846,7	27,19	41	2,98	0,80	53,6
Pefi ¹	P	dap>8,0	1,00	755	755,0	16,79	87	3,45	0,77	31,0
Pefi ²	Qc	dap>4,7	90	360	1488,0	26,00	75	3,53	0,79	36,0
Pefi ³	Qc	dap>4,7	125	416	1604,8	21,06	101	4,28	0,98	42,5
Pefi ⁴	Qc	dap>4,7	127	476	1506,1	33,48	96	4,14	0,86	37,5
Pefi ⁵	P	dap>4,7	0,10	202	2010,0	22,41	84	4,07	0,93	54,0
PAV ¹	Qc	dap>12,7	50	200	654,1	32,69	55	3,61	0,90	56,4
PAV ²	P	dap>12,7	0,20	114	570,0	28,82	59	3,78	0,93	62,7
Cuaso ¹	P	dap>15,9	0,49	539	1347,5	24,10	72	3,67	0,78	27,8
Cuaso ²	P	dap>3,2	0,70	227	324,0	20,10	50	3,04	0,78	41,0
SESC	Qc	dap>10,0	831	114	-	-	-	3,92	0,84	32,5
SrrCant1	Qc	dap>10,0	-	978	673,9	43,96	141	4,13	0,83	26,9
SrrCant2	P	dap>3,0	0,20	571	2350,0	-	84	-	-	35,5
Cumbica	P	dap>9,4	2,68	1820	679,0	19,30	114	3,73	0,79	22,8
Cemucam	P	dap>5,0	0,25	361	1444,0	17,61	86	3,99	0,90	30,2
Itapety ¹	Qc	dap>4,7	120	480	1731,0	41,11	97	3,80	0,83	36,1
Itapety ²	Qc	dap>4,7	120	480	2829,0	36,22	80	3,45	0,79	38,8
Itapety ³	Qc	dap>4,7	120	480	1914,0	9,23	67	3,30	0,78	29,9
Câmara	P	dap>4,7	0,30	1339	4463,3	-	121	4,04	0,84	20,7
Atibaia	P	dap>4,7	0,40	1025	2065,5	-	132	4,36	0,89	22,7
Japi	P	dap>4,7	0,42	1157	2754,8	52,78	128	3,94	0,81	-
Salesópolis	Qc	dap>4,7	100	400	-	-	106	4,07	0,87	45,8

PefiA, área A do presente estudo. Cemucam*, Parque Municipal Cemucam, Cotia, somente indivíduos identificados até o nível de espécie, Ogata & Gomes (2006); Pefi¹, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo (Gomes & Mantovani 2001); Pefi², Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo (Nastri *et al.* 1992); Pefi³ e Pefi⁴, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, respectivamente áreas A e B, no trabalho de Struffaldi-De-Vuono (1985) do Instituto de Botânica; Pefi⁵, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, área C neste trabalho (Davison 2009); PAV¹ e PAV², Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo (Aragaki & Mantovani 1994 e Aragaki 1997, respectivamente); SESC, clube de campo na represa Guarapiranga, São Paulo (Pagano *et al.* 2002); Cuaso¹ e Cuaso², Mata da Reserva da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, USP, São Paulo (Gorresio-Roizman 1993 e Dislich *et al.* 2001); SrrCant¹ e SrrCant², Parque Estadual da Serra da Cantareira (Baitello *et al.* 1992 e Tabarelli & Mantovani 1997, respectivamente); Cumbica, área do Aeroporto Internacional de Guarulhos, Guarulhos (Gandolfi *et al.* 1995); Itapety¹, Itapety² e Itapety³, Parque Municipal da Serra do Itapety, respectivamente áreas 1, 2 e 3 (Tomasulo 1995 e Tomasulo & Cordeiro 2000); Câmara – Mata do Câmara, São Roque, SP (Cardoso-Leite 1995); Salespls, Serra do Mar em Salesópolis, SP (Mantovani 1994); Atibaia, Pq. Municipal da Grota Funda, Atibaia, SP (Grombone *et al.* 1994); A.Ruschi, Pq. Municipal Alfredo Ruschi, São José dos Campos, SP (Silva 1989); Japi, Serra do Japi, Jundiá (Rodrigues *et al.* 1989).

As famílias com maior riqueza de espécies, em comparação com levantamentos realizados na Grande São Paulo, são praticamente as mesmas (Ogata & Gomes 1999). Os resultados mostram que todas as famílias, comuns em áreas de Mata Atlântica do planalto paulista, estão bem representadas na área estudada do PEFI e o alto índice de diversidade e a presença de indivíduos raros, realça a importância da manutenção e proteção desse tipo de vegetação para a sua conservação. A ausência de quadros de perturbação, em classes específicas de diâmetros e alturas é um bom dado para o incentivo à criação de Parques públicos em torno de remanescentes florestais, que reforçam a proteção destas áreas e facilitam o acesso e a disponibilização da infra-estrutura necessária para estudos de estrutura e composição da comunidade, como aqui apresentado.

Os resultados mostram que mesmo áreas diminutas podem exibir grande riqueza de espécies e trechos de um mesmo fragmento, como a Mata Atlântica do PEFI, localizados muito próximos, apesar de apresentarem número de espécies equivalente, exibem diferenças evidentes na composição e abundância de espécies, o que implica em uma nova análise das políticas públicas e nos instrumentos de aplicação das leis de compensação ambiental e os locais de plantio das espécies escolhidas nestas ações.

4. Literatura citada

- Aragaki, S. & Mantovani, W.** 1994. Estudos estruturais e taxonômicos de trecho remanescente de floresta no Parque Municipal Alfredo Volpi (São Paulo, SP). *In*: S. Watanabe (coord.). Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. v.2, pp. 68-80.
- Barbosa, L.M.; Potomati, A. & Peccinini, A.A.** 2002. O PEFI: Histórico e Legislação. *In*: D.C. Bicudo; M.C. Forti, & C.E.M. Bicudo (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, pp. 15-28.
- Barros, F., Mamede, M.C.H., Melo, M.M.R.F., Lopes, E.A., Jung-Mendaçolli, S.L., Kirizawa, M., Muniz, C.F.S., Makino-Watanabe, H., Chiea, S.A.C. & Melhem, T.S.** 2002. A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. *In*: D.C. Bicudo, M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 93-110.
- Brown, K.S. & Hutchings, R.W.** 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. *In*: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago, pp 91-110.
- Colwell, R.K.** 2004. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, v. 8.2 (Available at: <http://purl.oclc.org/estimates>).
- Condit, R.; Sukumar, R.; Hubbell, S. P. & Foster, R. B.** 1998. Predicting population trends from size distribution: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist* 152(4): 495-509.

- Costa, M.P.D. & Mantovani, W.** 1992. Composição e estrutura de clareiras em mata mesófila na bacia de São Paulo, SP. *Revista do Instituto Florestal* 4:178-183.
- Davison, C.P.** 2009. Estrutura de clareiras e a presença de bambus em um fragmento de Floresta Atlântica, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica, São Paulo.
- De Vuono, Y. S., Lopes, M. I. M. S. & Domingos, M.** 1988. Alterações provocadas pela poluição atmosférica na fertilidade do solo da Reserva Biológica do Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 11(1/2): 95-100.
- Dislich, R., Cersósimo, L. & n, W.** 2001. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano - SP. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 321-332.
- Dislich, R., Kisser, N. & Pivello, V.R.** 2002. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H.Wendl. & Drude. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 55-64.
- Elouard, C., Pascal, J.P., Pélissier, R., Ramesh, B.R., Houller, F., Durand, M., Aravajy, S., Moravie, M.A. & Gimare-Carpentier, C.** 1997. Monitoring the structure and dynamics of a dense moist evergreen forest in the Western Ghats (Kodagu District, Karnatataka, India). *Tropical Ecology* 38: 193-214.
- Fernandes, A.J.; Reis, L.A.M. & Carvalho, A.** 2002. Caracterização do meio físico. In: D.C. Bicudo; M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, pp. 49-62.
- Filho, C.R. & Santin, D.A.** 2002. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque dos Alemães, Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 291-301.
- Forzza, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B.; Souza, V.C.** 2010. Introdução. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H.F. & Bezerra, C.L.F.** 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55:753-767.
- Gomes, E.P.C.** 1992. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gomes, E.P.C.** 1998. Dinâmica do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gomes, E.P.C. & Mantovani, W.** 2001. Size structure of six tree populations in a subtropical rain forest in southeastern Brazil. *Naturalia* 26:131-158.
- Gomes, E.P.C. , Mantovani, W. & Kageyama, P. Y.** 2002. Dinâmica da floresta no P.E.F.I. In: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de C. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 111-132.
- Gomes, E.P.C., Mantovani, W. & Kageyama, P.Y.** 2003. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63: 35-45.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K.** 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.

- Hirata, J.K.R.** 2006. Composição florística e estrutura do componente arbóreo sob interferência de trilhas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Hirata, J.K.R., Melo, M.M.R.F., Eisenlohr, P.V.** 2010. Padrões florísticos do componente arbóreo sob interferência de trilhas em um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Transição em São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* 37(3): 555-570.
- Knobel, M.G.** 1995. Aspectos da regeneração natural do componente arbóreo-arbustivo, de trecho da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Laurance, W.F. & R.O. Bierregaard Jr.** 1997. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, Chicago.
- Laurance, W. & Vasconcelos, H.** 2009. Consequências Ecológicas da Fragmentação Florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13: 434-451.
- Martins, F.R.** 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Melhem, T.S., Giulietti, A.M., Forero, E., Barroso, G.M., Silvestre, M.S.F., Jung, S.L., Makino, H., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.C., Wanderley, M.G.L., Kirizawa, M. & Muniz, C.** 1981. Planejamento para a elaboração da “Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil)”. *Hoehnea*, 9: 63-74.
- Moreno, M. R.; Nascimento, M. T. & Kurtz, B. C.** 1998. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais diferentes em Mata Atlântica de encosta na Região do Imbé, RJ: Primeira aproximação. *In*: S. Watanabe (coord.). Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, vol. 2. ACIESP, Águas de Lindóia, SP, pp.64-70.
- Melhem, T.S., Giulietti, A.M., Forero, E., Barroso, G.M., Silvestre, M.S.F., Jung, S.L., Makino, H., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.C., Wanderley, M.G.L., Kirizawa, M. & Muniz, C.** 1981. Planejamento para elaboração da “Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil)”. *Hoehnea* 9: 63-74.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Nastri, V.D.F., Catharino, E.L.M., Rossi, L., Barbosa, L.M., Pirré, E., Bedinelli, C., Asperti, L.M., Dorta, R. de O. & da Costa, M. P.** 1992. Estudos fitossociológicos em uma área do Instituto de Botânica de São Paulo utilizados em programa de educação ambiental. *Revista do Instituto Florestal* 4: 219-225.
- Moraes, R.M.** 2002. Ciclagem de nutrientes na floresta do PEFI: produção e decomposição de serapilheira. *In*: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de C. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 133-142.
- Ogata, H & Gomes, E.P.C.** 2006. Estrutura e composição da vegetação no Parque CEMUCAM, Cotia, SP. *Hoehnea* 33(3): 371-384.
- Oldeman, R. A. A.** 1990. Forest: elements of silvology. Springer Verlag, Berlin.
- Peccinini, A.A. & Pivello, V.R.** 2002. Histórico do uso das terras e condição da vegetação no PEFI. *In*: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de C. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 251-258.
- Penhalber, E. F.** 1995. Dinâmica do banco de plântulas em um trecho de mata em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Penhalber, E.F. & Mantovani, W.** 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 20(1): 205-220.
- Pivello, V.R. & Peccinini, A.A.** 2002. A vegetação do PEFI. *In*: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de

- C. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 75-92.
- Santin, D.A.** 1999. A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Shepherd, G.J.** 2010. Fitopac - Manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, G.C., Nascimento, M. T.** 2001. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). *Revista Brasileira de Botânica* 24: 51-62.
- SMA-São Paulo (Estado).** 2005. Secretaria do Meio Ambiente: Instituto Florestal. Inventário Florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo.
- Struffaldi-de-Vuono, Y.S.** 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica (São Paulo-SP). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Teixeira, C.B., Domingos, M., Rebello, C.F. & Moraes, R.M.** 1992. Produção de serapilheira em floresta residual da cidade de São Paulo: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Revista do Instituto Florestal* 4: 785-789.

**CAPÍTULO II. Efeito de Borda em área de Mata Atlântica de Planalto do Parque
Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP.**

ABSTRACT - The fast fragmentation provokes the formation of edges and these directly influence the dynamics of plant communities, their species composition and landscape features of forest fragments. This work was developed on a stretch of Atlantic Forest (5 ha) on PEFI located in the Botanical Institute of São Paulo. All individuals with ≥ 2.5 m height were sampled in circular plots of 50 m², each one with the following distances: 5 m, 15 m and 45 m from the edge (10 plots per distance). The height and the pap (perimeter at breast height) of the sampled specimens were measured. Dead individuals and lianas was registered lianas and branches with vegetative and/or sexual structures were collected and herborized for identification. The hypothesis that was tested was that the structure and species composition are influenced by edge effects at the study area. The expected result is that the influence of the edge be more intense than in less fragmented areas. The obtained data by height, mass density and percentage of individuals classified as pioneers, showed significant differences along the gradient edge. The number of species in function of the number of individuals was similar in the three distances from the edge by rarefaction analysis. The analysis of PCoA presented the first two axes explain 23,2% of variation, which shows the distribution of most species throughout the gradient edge and a minority of species (pioneers) in an area of concentrated edge. We conclude that even in a small fragment of Atlantic Forest of edge effect, can be observed quantitative differences between some descriptors and successional characteristics and a considerable diversity of species throughout the edge gradient.

Keywords: Pioneer species, Fragment, Vegetation structure.

RESUMO - A fragmentação acelerada provoca a formação de bordas e estas influenciam diretamente a dinâmica das comunidades vegetais, sua composição de espécies e as características da paisagem dos fragmentos florestais. Este trabalho foi realizado em um trecho de Mata Atlântica (5 ha) do PEFI localizado no Instituto de Botânica de São Paulo. Todos os indivíduos com altura $\geq 2,5$ m foram amostrados em parcelas circulares de 50 m² a cada uma das seguintes distâncias: 5 m, 15 m e 45 m em relação à borda (10 parcelas por distância). Os espécimes amostrados foram mensurados quanto à altura e pap (perímetro na altura do peito). A presença de indivíduos mortos e de lianas foi registrada e ramos com estruturas vegetativas e/ou sexuais foram coletados e herborizados para identificação. Foi

testada a hipótese de que a estrutura e a composição de espécies são influenciadas pelo efeito de borda na área estudada. O resultado esperado é que a influência da borda seja mais intensa do que em áreas de floresta contínua. Os dados obtidos, quanto à altura, densidade absoluta e percentagem de indivíduos classificados como pioneiros, apresentaram diferenças significativas ao longo do gradiente de borda. A quantidade de espécies em função do número de indivíduos mostrou-se semelhante nas três distâncias em relação à borda na análise por rarefação. A Análise de Coordenadas Principais (PCoA) apresentou os dois primeiros eixos resumindo 23,2% da variação. O que mostra a distribuição, da maioria das espécies por todo o gradiente de borda e uma minoria de espécies (pioneiras) concentradas em área próximas à matriz. Conclui-se que mesmo em um pequeno fragmento de Mata Atlântica urbana sob efeito de borda, podem ser visualizadas diferenças entre alguns descritores quantitativos e características sucessionais e uma riqueza de espécies considerável ao longo do gradiente de borda.

Palavras-chave: Espécies pioneiras, Fragmento, Estrutura da vegetação.

1. Introdução

A fragmentação em áreas florestais submete estes ecossistemas a efeitos de borda, estes provocam evidentes alterações ambientais que influenciam drasticamente as condições microclimáticas e principalmente do sub-bosque (Metzger 1998, D'angelo *et al.* 2004). O aparecimento de um limite de borda abrupto torna as comunidades vegetais vulneráveis a distúrbios, em decorrência de uma matriz circundante de vegetação distinta (Lovejoy 1986) ou de ambientes antropizados. As características da paisagem, na qual o trecho de mata fragmentada está inserido, podem determinar a intensidade destas possíveis modificações e distúrbios na dinâmica florestal. Fatores como tamanho e forma do fragmento poderão atuar na determinação quantitativa das espécies capazes de sobreviver em determinada área de Floresta (Saunders *et al.* 1991, Viana *et al.* 1992).

O isolamento e perda do habitat das comunidades florestais, proporcionados pela fragmentação, causam grandes mudanças ecológicas e estruturais, todavia, os efeitos de borda são causados por gradientes de intensidade variada, quanto às mudanças citadas e, portanto, são proporcionais a distância em relação à borda (Lovejoy 1986). Estes efeitos causados pela borda embora tenham sido registrados até distâncias de 500 m (Laurence 1991), são muito mais notáveis nos primeiros 35 m em relação à mesma, sejam em pequenos fragmentos, de até 0,4 ha ou grandes fragmentos próximos a 650 ha (Rodrigues 1998). Observa-se que quanto menor o fragmento florestal maior é a razão borda/área e, portanto, fragmentos diminutos estão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda (Zuidema *et al.* 1996).

Estes gradientes de borda podem afetar diretamente a dinâmica dos processos biológicos (Harper 2005), por meio do aumento na intensidade do fluxo de ventos, da incidência de luz e aumento da temperatura, alterando as configurações do microclima florestal, ocasionando a morte de muitas árvores em decorrência do estresse ambiental, principalmente em bordas recém criadas (Sizer & Tunner 1999, D'angelo *et al.* 2004). Muitas destas alterações provocam mudanças bruscas na composição e abundância de espécies, mais evidentes em espécies de sub-bosque, com influência direta na germinação e estabelecimento destas (Benítez-Malvido 1998, Nascimento & Laurance 2006). Estas respostas biológicas ao efeito de borda podem variar de local para local, principalmente pela flora, histórico da região (Knapp *et al.* 2004) e estrutura do dossel. A cobertura vegetal é uma das principais responsáveis pela magnitude do efeito de borda (Harper 2005), haja vista que o gradiente que se estabelece entre o dossel e o solo, em ambientes florestais, reflete a quantidade de energia radiante incidente, movimentação do ar, temperatura e umidade, ao longo deste eixo vertical,

onde prevalece o decréscimo das três primeiras variáveis citadas e um aumento da umidade em direção às comunidades vegetais dos estratos inferiores do ambiente, selecionando assim, uma gama variável de espécies que encontram sua máxima produtividade em diferentes níveis do dossel (Popma *et al.* 1988, Martinez-Ramos 1991).

Entre as alterações ambientais mais evidentes, quanto ao efeito sobre a comunidade influenciada pela borda, a diminuição da disponibilidade de água, em decorrência do incremento da evapotranspiração, e a consequente redução do estoque hídrico do solo, surgem como fatores de grande impacto na taxa de mortalidade das árvores da borda e do interior do fragmento (Williams-Linera 1990, Kapos *et al.* 1997, Bierregaard *et al.* 2001). Efeitos mais comuns como o aumento da luminosidade são também observados nas proximidades da matriz circundante (Murcia 1995) e podem ser relacionados com as alterações da disponibilidade hídrica relatadas nos trabalhos citados.

O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) é um dos poucos fragmentos de Planalto, remanescentes do grande grupo das florestas pluviais tropicais do Domínio da Mata Atlântica. As florestas do planalto paulista, por estarem localizadas no grande centro das atividades econômicas do país, foram uma das formações vegetais mais afetadas pelo desmatamento de todo o Domínio. Constitui um dos ecossistemas mais ameaçados e fragmentos de todo o país e possuem importância ecológica ímpar para a manutenção de aquíferos, mananciais e da biodiversidade do Estado de São Paulo (Velloso & Góes-Filho 1982, Viana *et al.* 1997). Os estudos da flora fanerogâmica do PEFI são pormenorizados, todavia, as relações do efeito de borda na composição e estrutura da vegetação na área ainda são pouco conhecidas. O estudo destas relações proporcionará a obtenção de dados que poderão auxiliar na aplicação de técnicas de manejo para a preservação de ecossistemas de tamanho valor.

O objetivo deste estudo foi verificar se o efeito de borda é determinante na variação da estrutura, composição do componente lenhoso e na proporção da composição das classes sucessionais (pioneiras e não pioneiras), das espécies de um trecho de Mata Atlântica do PEFI.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O trecho de floresta do estudo, de aproximadamente 5 ha, está localizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), na região sudeste do município de São Paulo, SP,

limite com o município de Diadema, entre os paralelos 23°38'08''S e 23°40'18''S e meridianos 46°36'48''W e 46°38'00''W, com altitudes que variam de 770 a 825 m (Fernandes *et al.* 2002). Trata-se de um fragmento florestal circundado pela malha urbana, com vegetação predominante do tipo Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.* 1991). Os diversos trechos de Mata Atlântica do Parque parecem ter sido preservados por volta de 1890, pois relatos históricos indicam que a vegetação no início do século XX já era formada por capoeirões de até 100 anos, portanto, uma área de floresta secundária, que está há muito em processo de recuperação (Barros *et al.* 2002).

O PEFI configura-se como uma das maiores áreas verdes metropolitanas da América Latina (Fernandes *et al.* 2002) e possui área total de 526,38 ha (figura 1), sob clima Cwb, temperado, com regime de chuvas no verão e inverno seco, segundo o sistema de Köppen, com precipitação anual média de 1540 mm e média anual da temperatura de 19,1 °C (Santos e Funari 2002). O solo da região é classificado, em sua maior parte, como latossolo vermelho amarelo (Fernandes *et al.* 2002).

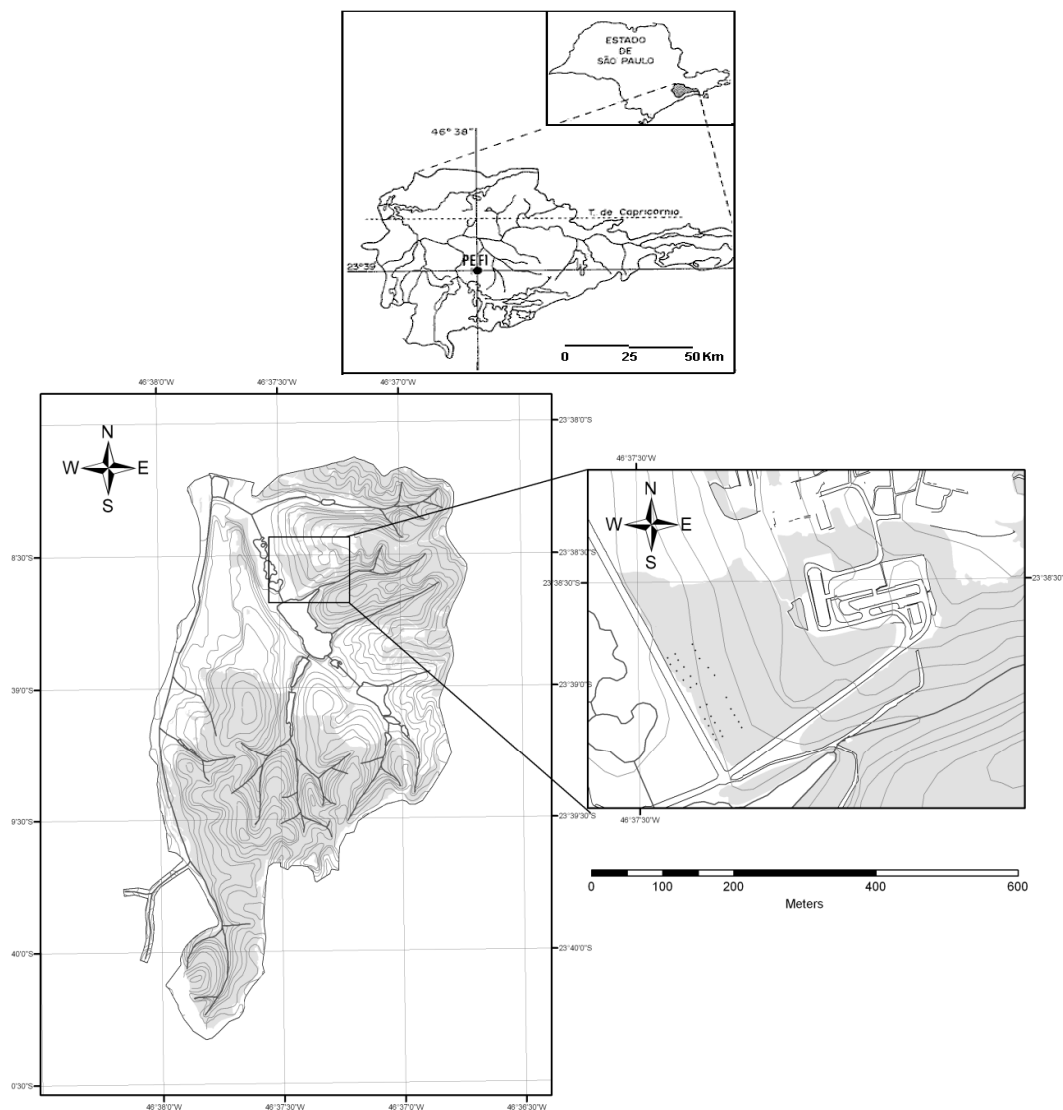


Figura 1. Acima, localização da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, no Estado de São Paulo. Abaixo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil (adaptado de Gomes & Mantovani 2001). Em destaque, área de estudo no Instituto de Botânica, com as respectivas unidades amostrais (+) do estudo (vegetação nativa ■).

2.2. Procedimento de campo

Para a amostragem do componente arbóreo, todos os indivíduos com altura $\geq 2,5$ m foram amostrados e marcados com etiquetas plásticas, em parcelas circulares previamente implantadas, com raio de 3,99 m, para se obter uma área de 50 m² por unidade amostral, a cada uma das seguintes distâncias da borda: 5 m (sempre partindo do centro da borda como ponto referencial), 15 m e 45 m, com 10 parcelas por distância. Os 10 pontos de entrada no trecho de mata, para instalação das parcelas, foram determinados em sorteio, no qual o resultado foi filtrado para impedir a sobreposição de parcelas (figura 1), totalizando 30

unidades amostrais. Para impedir a influência das bordas laterais do fragmento, limitou-se o sorteio dos pontos a uma região afastada, no mínimo, 50 m das duas extremidades perpendiculares à borda principal do estudo. Os espécimes amostrados foram mensurados quanto à altura e pap (perímetro na altura do peito). Nestas 30 parcelas, todos os indivíduos, exceto as lianas, dentro do critério de inclusão, em estado vegetativo ou reprodutivo, tiveram amostras de seu material coletado, prensado e seco. Lianas e indivíduos mortos em pé também foram registrados, lianas não foram identificadas. O material coletado foi identificado a partir de literatura especializada, com o auxílio de pesquisadores taxonomistas e por meio da comparação com exsicatas do herbário.

2.3. Análise dos dados

Para caracterizar a estrutura da borda, foram calculados os descritores quantitativos com o auxílio do programa FITOPAC 2.1.2 (Shepherd 2011), em cada distância em relação à borda. Para fins de análises do efeito na composição de espécies do gradiente de borda (5 m, 15 m e 45 m), as espécies foram divididas em dois grupos, relacionados com o estágio sucessional ecológico, adaptando os critérios de trabalhos correlatos (Gandolfi *et al.* 1995, Tabarelli & Mantovani 1999), em que se enquadram: “espécies pioneiras” (tabela 1), comuns em florestas secundárias, dependentes de luz, que não ocorrem no sub-bosque e se desenvolvem em clareiras ou nas bordas da floresta e “espécies não pioneiras”, que podem estar inseridas nos grupos “secundárias tardias”, “climácicas” ou de “sub-bosque”, que englobam espécies que se desenvolvem inicialmente, ou permanecem quando adulta, em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa.

Para analisar a estrutura da vegetação nos três conjuntos de parcelas a cada distância foram utilizados os seguintes variáveis: média das alturas (m) dos indivíduos, densidade absoluta (indivíduos/ha), frequência relativa dos indivíduos pertencentes a espécies pioneiras (tabela 1), frequência relativa de lianas, frequência relativa de indivíduos mortos em pé e a área basal (m²/ha) das unidades amostrais, estes parâmetros estão representados por meio de gráficos de caixa na figura 2.

As comparações das variáveis citadas, entre as três distâncias em relação à borda, foram examinadas utilizando-se ANOVA e o teste Tukey, por meio de comparações múltiplas. Os testes foram realizados com o auxílio do programa PAST 2.09 (Hammer *et al.* 2001).

Curvas de rarefação foram construídas em função do número de indivíduos, utilizando-se o software EstimateS 8.2 (Colwell 2004) e PAST 2.09 (Hammer *et al.* 2001),

para possibilitar a comparação da riqueza entre as diferentes distâncias em relação à borda, em níveis de esforço amostral semelhantes (Gotelli & Colwell 2001).

Para a Análise de Coordenadas Principais (PCoA), a matriz de dados (abundância de espécies vs. unidades amostrais) foi transformada utilizando-se a raiz quadrada dos valores e eliminando-se as espécies com apenas um indivíduo (figura 4) e a ordenação baseada nas distâncias de corda entre unidades amostrais, para comparar a composição e abundância das espécies entre as diferentes distâncias em relação à borda.

3. Resultados

No estudo presente foram amostrados um total de 1180 indivíduos, incluindo lianas e as árvores mortas em pé, distribuídos em 118 espécies pertencentes a 35 famílias. As cinco famílias com maior representatividade de indivíduos em percentagem foram: Lauraceae 9,1%, Rubiaceae 7,9%, Euphorbiaceae 7,6%, Myrtaceae 6,7%, Sapindaceae 6,7%. A área basal total foi de 33,43 m². A análise quantitativa realizada na área encontra-se no capítulo anterior.

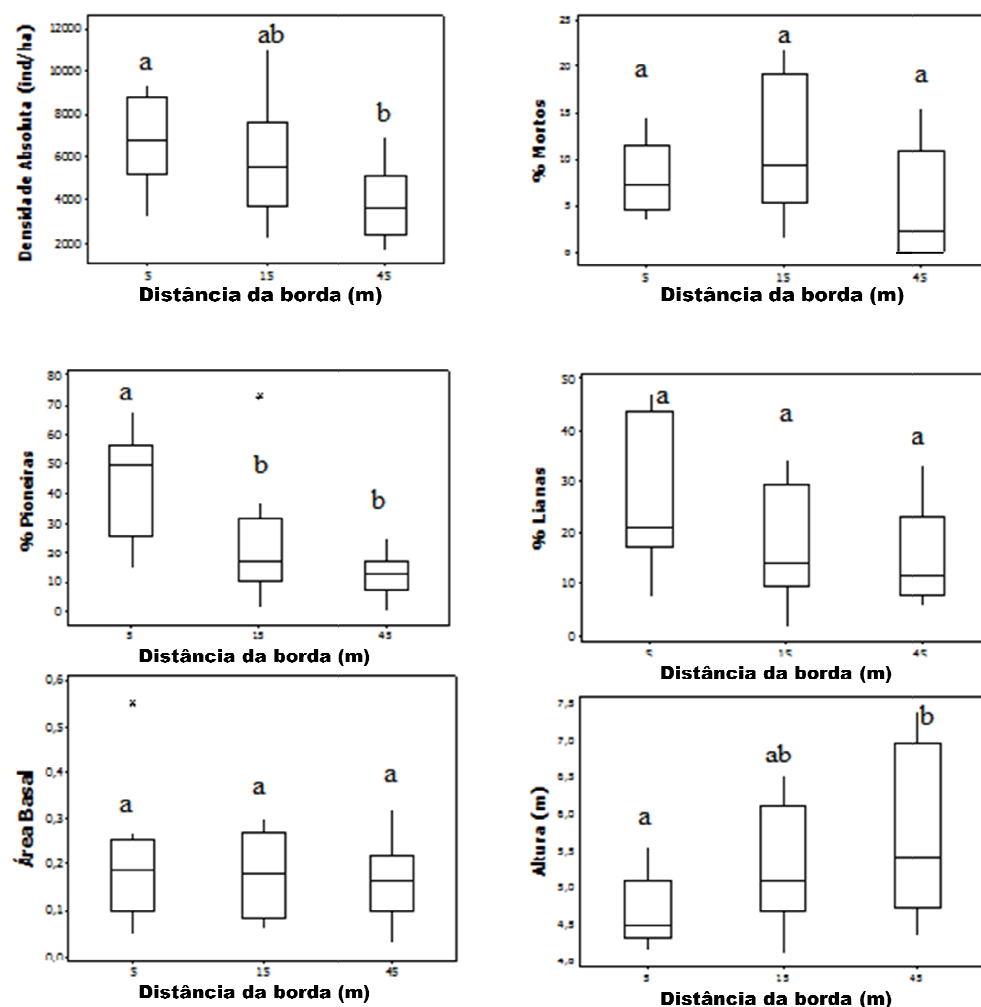


Figura 2. Dados comparativos da altura das árvores amostradas, densidade absoluta, área basal, lianas, pioneiras e árvores mortas em pé em um trecho de Mata Atlântica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP.

A média das alturas apresentou mínimo de 4,2 m e máximo de 7,4 m dentre todas as unidades amostrais, com diferença significativa entre as diferentes distâncias das parcelas ($P = 0,034$). Os indivíduos mais altos concentraram-se na região mais distante da borda (45 m). Houve diferença entre as densidades de indivíduos ao longo do gradiente de borda ($P = 0,022$) com diminuição da densidade em direção ao interior do fragmento. A percentagem de indivíduos “pioneiros” (espécies representadas na tabela 1) foi significativamente maior na distância mais próxima da matriz circundante ($P = 0,002$), diminuindo em direção ao interior da mata.

A percentagem de lianas, indivíduos mortos e a área basal não apresentaram diferenças entre a região de borda e interior da mata, todavia, os valores para lianas mostraram uma tendência para uma maior frequência destes indivíduos na área próxima à borda.

A riqueza de espécies estimada, com base nas curvas de rarefação (figura 3), apresentou semelhança ao longo do gradiente (5 m, 15 m e 45 m), com um pequeno aumento no número de espécies na distância de 5 m, a partir de amostragem com mais de cem indivíduos.

Na Análise de Coordenadas Principais (PCoA) os dois primeiros eixos explicaram 23,3% da variação da diversidade de espécies da área estudada, com a repetição deste padrão nos eixos subsequentes, com tendências diferentes para o ambiente de borda (5 m) e interior do fragmento, sendo que os resultados foram mais semelhantes entre 15 e 45 m do que entre o ambiente mais próximo à borda (5 m).

Tabela 1. Espécies pioneiras amostradas em 30 parcelas em área de Mata Atlântica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, com suas respectivas frequências em cada distância em relação à borda (5 m, 15 m e 45 m) e o número total de indivíduos amostrados por espécie.

Espécies Pioneiras	Frequência			Número total de indivíduos
	5 m	15 m	45 m	
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	39	19	11	69
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	20	11	5	36
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	17	5	0	22
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	6	8	6	20
<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn.	12	0	0	12
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	7	3	0	10
<i>Solanum cernuum</i> Vell.	8	0	0	8
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	7	0	0	7
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	5	0	1	6
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	2	1	0	3
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	0	0	2
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.	0	2	0	2
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	2	0	0	2
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	0	2	0	2
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	2	0	0	2
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	1	0	0	1
<i>Piper cernuum</i> Vell.	1	0	0	1
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0	1	0	1
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1	0	0	1
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	1	0	0	1
Total de indivíduos	133	52	23	208

4. Discussão

A área basal não diferiu entre as distâncias ao longo do gradiente de borda, no entanto era esperado que a área basal aumentasse nas unidades amostrais mais distantes da borda, este

fato pode ser elucidado pela alta densidade de indivíduos da espécie *Alchornea sidifolia* nas duas primeiras distâncias e sua baixa frequência relativa (15,94%), do total de indivíduos da espécie, nas parcelas mais internas do fragmento. Como *A. sidifolia* é espécie tipicamente pioneira e heliófila, sendo quase inexistente em ambientes climáticos, como espécie pioneira, possui característica de crescimento rápido, tanto em altura como em espessura (Reitz *et al.* 1978), o que pode ter influenciado no computo do diâmetro e densidade e consequentemente na área basal da distância de 5 m.

A presença de indivíduos de espécies pioneiras, altamente significativa, em ambiente de borda, se enquadra com a constatação que em florestas contínuas e/ou primárias a densidade de espécies pioneiras é muito baixa, haja vista que elas colonizam ambientes com condições de alta luminosidade característica de áreas próximas a bordas ou em clareiras. Estas condições abióticas, típicas destes ambientes, não se repetem em habitats sombreados pelo dossel (Denslow 1987, Laurance *et al.* 1998a). O gráfico de caixas da média das alturas (figura 2) auxilia a interpretação da concentração de pioneiras na borda. Os indivíduos apresentaram crescimento, em altura, em direção ao interior do fragmento, fato que influencia as condições microclimáticas da região do interior da mata, como o aumento da umidade e a redução da incidência de radiação solar, ambiente desfavorável a espécies pioneiras heliófilas (baixa tolerância a sombreamento), como *Alchornea sidifolia*, *Tibouchina mutabilis* e os gêneros de *Miconia* amostrados no trabalho. Estas espécies possuem um ponto de compensação fótica relativamente mais alto e por isso são selecionadas em ambientes iluminados e dificilmente se desenvolvem em áreas com sombreamento, causado pelas plantas mais altas estabelecidas ao seu redor (Henry & Aarsen 1997), estrutura característica de uma formação como a de Mata Atlântica encontrada no PEFL.

A amostragem de indivíduos mortos em pé revelou resultado semelhante nas 3 distâncias estudadas, isto pode ter relação com a variação das escalas espaciais para diferentes alterações relacionadas a intensidade do efeito de borda em determinada área (Lovejoy *et al.* 1986). Altas taxas de mortalidade de indivíduos podem ser encontradas a uma distância de até 300 m da borda, enquanto para outros parâmetros (variáveis) o gradiente do efeito de borda pode ser visualizado em menores escalas (Carvalho & Vasconcelos 1999, Laurance 2000). As baixas taxas de mortalidade podem também estar atreladas ao tipo de matriz circundante encontrada no local de estudo. Matrizes compostas por características diferentes influenciam diretamente o recrutamento e mortalidade de muitas espécies (Nascimento *et al.* 2006) e, apesar da malha urbana circundante, a área de Mata Atlântica do estudo tem muitos anos de preservação e sua matriz não é utilizada para atividades agropecuárias, estas atuam como

intensificadoras do efeito de borda devido, entre outros fatores, a maior necessidade de corte e o consequente aumento da fragmentação (Laurance *et al.* 2000).

A frequência de lianas na área de estudo apresentou uma tendência de diminuição na direção do interior do trecho de Mata (figura 2) e possivelmente, com uma maior amostragem de indivíduos, apresentaria diferença significativamente maior no ambiente próximo à borda. A descontinuidade do dossel, em decorrência da fragmentação, com consequente formação de um ambiente de borda, provoca mudanças microclimáticas que favorecem o estabelecimento de plantas resistentes em detrimento das espécies de árvores não pioneiras (Nascimento & Laurance 2006, Michalski *et al.* 2007), refletindo em uma maior densidade de plantas tolerantes a este tipo de ambiente, que provocam um aumento na densidade absoluta de indivíduos nas áreas de borda pela presença abundante destes espécimes no local.

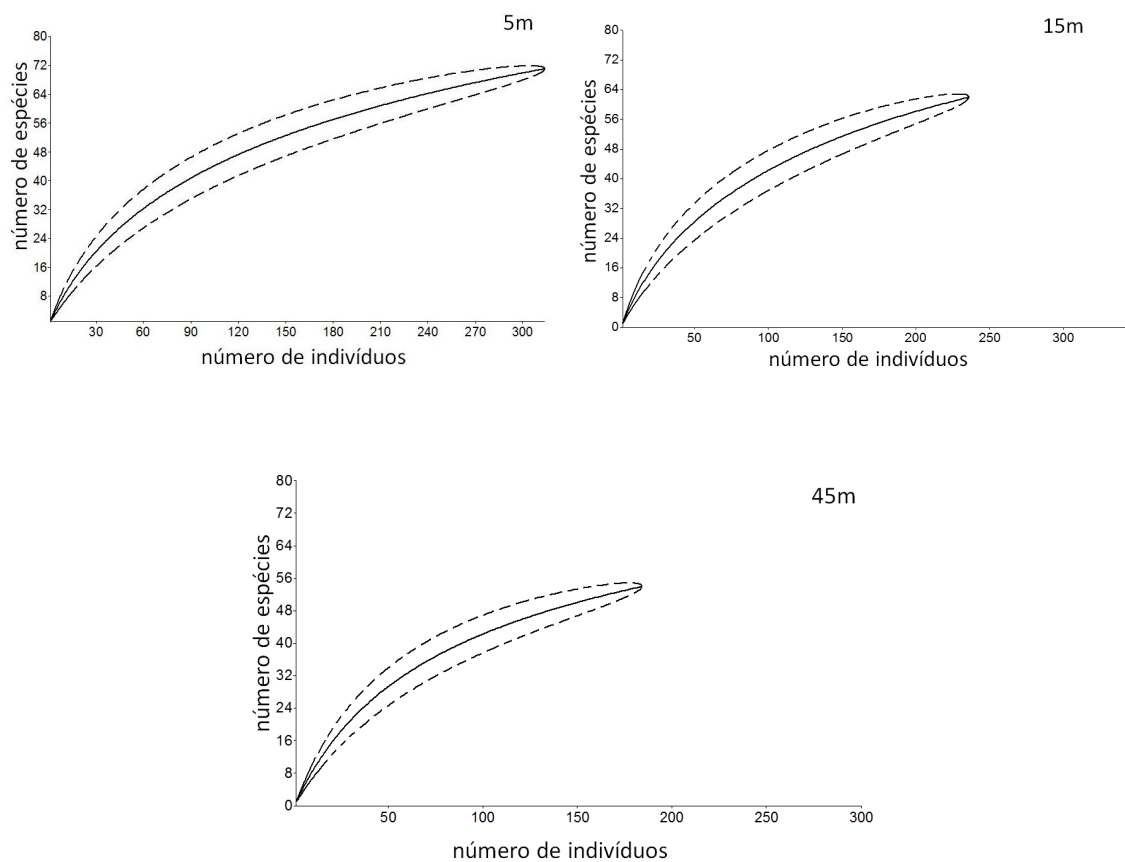


Figura 3. Curvas de rarefação e seus respectivos intervalos de confiança (curvas tracejadas), em área de Mata Atlântica do PEFI, São Paulo, SP, nas três distâncias estudadas 5 m, 15 m e 45 m em função do número de indivíduos.

O método de rarefação (figura 3) do número de espécies em função do número de indivíduos apresentou riqueza semelhante de espécies até uma amostragem de 100 indivíduos, com uma pequena variação a partir deste ponto. Portanto, apesar da evidente diferença entre as

classes sucessionais (pioneiras e não pioneiras), ao longo do gradiente de borda, o número de espécies entre as distâncias, mostrou-se muito próximo. Assim, em áreas próximas a borda, a riqueza foi semelhante à do interior, todavia, as espécies pioneiras se concentraram nesta região, como os indivíduos pertencentes à família Euphorbiaceae que possui, em sua maioria, espécies pioneiras e secundárias iniciais (Gandolfi *et al.* 1995) e que apresentou 97,22% dos seus indivíduos, distribuídos em 3 espécies, na distância mais próxima a borda.

A grande representatividade de indivíduos da família Lauraceae (vide capítulo I), típica de ambientes preservados (Higushi *et al.* 2006), por todo o gradiente de borda, pode indicar algum grau de preservação, haja vista o tempo de preservação de quase 100 anos da área (Barbosa, 2002).

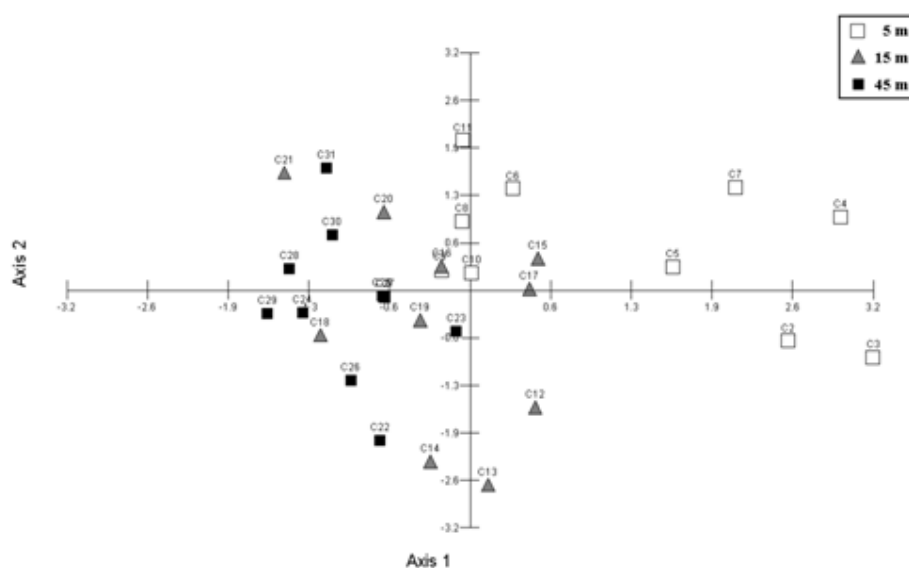


Figura 4. Ordenação das unidades amostrais, em um trecho de Mata Atlântica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, por Análise de Coordenadas Principais, em função da abundância de espécies.

Na figura 4, apresenta-se Análise de Coordenadas Principais dos dois eixos principais, onde o padrão se repete nos eixos subsequentes, o que a torna consistente para análise, apesar dos dois primeiros eixos explicarem apenas 23,2% da variação de espécies nas diferentes distâncias em relação à borda. A ordenação mostrou que as espécies, em sua maioria, estão distribuídas por todo o gradiente de borda e uma minoria concentra-se em áreas separadas no ambiente. Isso pode ser explicado pela relação existente entre espécies pioneiras como *Alchornea sidifolia*, *Miconia latecrenata* e *Tibouchina mutabilis* e as características do microclima da região de borda (5 m).

Portanto, mesmo em um pequeno fragmento de Mata Atlântica (5 ha), onde se poderia inferir que toda a área apresentasse características típicas de ambiente de borda, encontram-se diferenças significativas para algumas variáveis analisadas entre o ambiente de borda e o interior da mata (Figura 2) e apesar da grande concentração de espécies pioneiras em detrimento das espécies tardias no ambiente de borda, o interior do trecho de mata concentra indivíduos que compõem o dossel, como *Guarea macrophylla* e *Euterpe edulis* (vide capítulo 1), ambas espécies de estágios sucessionais tardios (Gandolfi, 1995) que podem indicar certo quadro de conservação da área.

Conclui-se que pequenos fragmentos, que mantêm relativa conservação e proteção, com matriz circundante urbana como a do PEFI, podem apresentar riqueza de espécies arbóreas considerável, mesmo em áreas de preservação diminutas e sob efeito de borda, não podendo ser consideradas como trechos de floresta que apresentam características de perturbação por toda sua extensão. Trabalhos científicos mostram que a maior parte da biodiversidade, no domínio de Mata Atlântica, se encontra hoje localizada nos pequenos fragmentos florestais, que são pouco estudados e marginalizados por iniciativas públicas ou privadas de conservação (Viana & Pinheiro 1998). Assim sendo, é de extrema importância a preservação e o estudo de pequenas áreas florestais e as ações de manejo, precedidas da identificação dos fatores de degradação ou daqueles que mantêm a área preservada, para proporcionar a manutenção da conservação dos pequenos fragmentos florestais e dos Parques de todo o país.

5. Literatura Citada

- Barros, F., Mamede, M.C.H., Melo, M.M.R.F., Lopes, E.A., Jung-Mendaçoli, S.L., Kirizawa, M., Muniz, C.F.S., Makino-Watanabe, H., Chiea, S.A.C. & Melhem, T.S.** 2002. A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. In: D.C. Bicudo, M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 93-110.
- Benitez-Malvido, J., G., Garcia-Guzman, I. D., Kossman-Ferraz.** 1999. Leaf-fungal incidence and herbivory on tree seedlings in tropical rainforest fragments: an experimental study. *Biological Conservation* 91:143–150.
- Bierregaard Jr., R.O., Gascon, C., Lovejoy, T.E. & Mesquita, R.C.G.** 2001. *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest.* Yale University Press, London.
- Carvalho, K. S.; Vasconcelos, H. L.** 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. *Biological Conservation* 91:151-158.
- Colwell, R.K.** 2004. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. v. 8.2 (Available at: <http://purl.oclc.org/estimates>).

- D'Angelo, S., A. Andrade, S. G. Laurance, W. F. Laurance, and R. Mesquita.** 2004. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 20:243–246.
- Denslow, J. S.** 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 18: 431-451.
- Fernandes, A.J., Reis, L.A.M. & Carvalho, A.** 2002. Caracterização do meio físico. *In*: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de C. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 49-62.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H.F. & Bezerra, C.L.F.** 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55:753-767.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K.** 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan.** 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 (http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Harper, K.A., MacDonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S. & Esseen, P.-A.** 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19: 768–782.
- Henry, H. A. L., Aarssen, L. W.** 1997. On the relationship between shade tolerance and shade avoidance strategies in woodland plants. *Oikos*: 575-582.
- Kapos, V., Camargos, J.L.C. & Dande, G.** 1997. Edge related changes in environment and plant response due to forest fragmentation in Central Amazonia. *In*: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities* University of Chicago Press, Chicago, pp.45-54.
- Knapp, A. K., Melinda D. Smith, Scott L. Collins, Nick Zambatis, Mike Peel, Sarah Emery, Jeremy Wojdak, M Claire Horner-Devine, Harry Biggs, Judith Kruger, Sandy J. Andelman.** 2004. Generality in ecology: testing North American grassland rules in South African savannas. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(9):483-491.
- Laurance, W.F. & Yensen, E.** 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55:77-92.
- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Rankin-de-Merona, J.M. & Laurance, S.G.** 1998a. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79:2032-2040.
- Laurance, W. F.; Delamonica, P.; Laurance, S. G.; Vasconcelos, H. L.; Lovejoy, T. E.** 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404: 836.
- Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M.; Laurance, S.G.; Andrade, A.; Ribeiro, J.; Giraldo, J.P.; Lovejoy, T.E.; Condit, R.; Chave, J.; Harms, K.E. & D'angelo, S.** 2006. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103: 19010-19014.

- Lovejoy, T. E., Bierregard Jr., R.O. & Rylands, A.** 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon Forest fragments. *In*: M. Soule (ed.). *Conservation Biology: The Science of Diversity and Scarcity* Cambridge University Press, Massachusetts, pp. 257-285.
- Martínez-Ramos, M.** 1991. Patrones, procesos y mecanismos en la comunidad de plantulas de una selva húmeda neotropical. Tese de Doutorado, Universidad Autónoma de México, México.
- Metzger, J.P.W.** 1998. Changements de la structure du paysage et richesse spécifique des fragments forestiers dans le Sud-Est du Brésil. *Comptes Rendus de L'Académie des Sciences Serie III - Sciences de La Vie*, v. 321, pp. 319-333.
- Michalski, F.; Nishi, I. & Peres, C.A.** 2007. Disturbance-mediated drift in tree functional groups in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 39: 691-701.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forest: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Nascimento H. E. M., Andrade A. C. S., Camargo J. L. C., Laurance W. F., Laurance S. G., Ribeiro J. E. L.** 2006. Effects of surrounding matrix on tree recruitment in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology* 20: 853-860.
- Popma, J., Bongers, F. & Meave del Castillo, J.** 1988. Patterns in the vertical structure of the lowland tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetation* 74: 81-91.
- Rodrigues, E.** 1998. Edge effects on the regeneration of forest fragments in Londrina, PR Tese de Ph.D. Harvard University, Cambridge.
- Nascimento, H.E.M. & Laurance, W.F.** 2006. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amazonica* 36: 183-192.
- Reitz, R., Klein, R.M. & Reis, A.** 1978. Projeto madeira de Santa Catarina. *Sellowia* 28-30: 218-224.
- Santos, P.M. & Funari, F.L.** 2002. Clima local. *In*: E. de M. Bicudo, M. C. Forti & D. de C. Bicudo (eds.). *Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: Unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 351 p.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J. & Margules, C. R.** 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18-532.
- Shepherd, G.J.** 2011. Fitopac - Manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Sizer, N.; Tanner, E. V. J.** 1999. Response of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91:135-142.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1999. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. *Revista Brasileira de Biologia* 59, 2: 251-261.
- Veloso, H.P. & Góes-Filho, L.** 1982. Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. *Boetim Técnico, Projeto Radambrasil* v.7.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A.** 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. São Paulo: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

- Viana, V. M.; Tabanez, A. A. J.; Martinez, J. L. A.** 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *Revista do Instituto Florestal* 4: 400-407.
- Viana, V.M.; Tabanez, A.A.J.; Batista, J.L.F.** 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest. *In*: Laurance, W.F.; Bierregard, R.O (eds.). *Tropical forest remnants: ecology management and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 351-365.
- Viana, V.M.; Pinheiro. L. A. F. V.** 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série técnica ipef. esalq/USP*, v. 12, 32: 25-42.
- Williams-Linera G.** 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78: 356–373.
- Zudeima, P.A.; Sayer, J. A.; Dijkman, W.** 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23:290-297.

ABSTRACT

The fast fragmentation provokes the formation of edges and these directly influence the dynamics of plant communities, their species composition and landscape features of forest fragments. This work was developed in a 5 ha stretch of Atlantic forest located in the Fontes do Ipiranga State Park (PEFI). All individuals with > 2.5 m height were sampled in 30 circular plots of 50 m² (3.99 m radius) at 5 m, 15 m and 45 m from edge. 10 randomly distributed plots by distance. The hypothesis that was tested is that the edge effect is crucial in the variation of the structure, composition of the woody component and succession of species of the PEFI Atlantic Forests Plateau. We also inquire if the edge effects are smaller than those found in continuous forests areas and if the structure and richness of the study area have similarities with other areas of PEFI and stretches of forests regions nearby. The results confirmed a significant difference in the percentage of pioneer species, absolute density and height between the edge area and the fragment interior. Myrtaceae and Lauraceae with 12 species and Rubiaceae with 11 were the richer families in species, while, Lauraceae, Rubiaceae and Euphorbiaceae, with 112, 80 and 72 individuals respectively, were the most abundant families. The work showed that even in small fragments, when protected, with small areas and influenced by edge effects, the richness of arboreal species may be large when compared with forest stretches in the Alto Tietê Basin. Were recorded two exotic tree species, *Eriobotrya japonica* and *Archontophoenix cunninghamiana* with emphasis to the high invasion power of the last plant. The goal that was recommended for future is that the management plans must to remove these species from the area and its surroundings.

Keywords: Fragmentation, gradient, succession

RESUMO

A fragmentação acelerada provoca a formação de bordas e estas influenciam diretamente a dinâmica das comunidades vegetais, sua composição de espécies e as características da paisagem de fragmentos florestais. Este trabalho foi realizado em um trecho de Mata Atlântica de 5 ha localizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). Todos os indivíduos com altura $\geq 2,5$ m foram amostrados em 30 parcelas circulares 50 m² (3,99 m de raio) a 5, 15 e 45 m da borda. Distribuíram-se aleatoriamente 10 parcelas por distância. Foi testada a hipótese de que o efeito de borda é determinante na variação da estrutura, composição do componente lenhoso e no caráter sucessional das espécies da Mata Atlântica de Planalto do PEFI. Também averiguamos se os efeitos de borda são menores do que aqueles verificados em áreas de florestas contínuas e se a estrutura e riqueza da área de estudo se assemelha à outras áreas do PEFI e a outros trechos de florestas de regiões próximas. Os resultados confirmaram uma diferença significativa da percentagem de espécies pioneiras, densidade absoluta e altura entre a borda e o interior do fragmento. As curvas de rarefação indicaram que a riqueza de espécies é semelhante entre a área de borda e interior. Myrtaceae e Lauraceae com 12 espécies e Rubiaceae com 11 foram as famílias mais ricas em espécies, enquanto, Lauraceae, Rubiaceae e Euphorbiaceae, respectivamente com 112, 80 e 72 indivíduos as famílias mais abundantes. O trabalho mostrou que mesmo em pequenos fragmentos, quando protegidos, com áreas diminutas e influenciadas pelo efeito de borda, a riqueza de espécies arbóreas, quando comparadas com trechos florestais na região do Alto da Bacia do Tietê pode ser grande. O efeito de borda não atua de forma homogênea por todo o fragmento, evidenciando algumas diferenças significativas entre o ambiente de borda e o interior de mata, para algumas variáveis. Apesar da riqueza semelhante entre as áreas do PEFI, a composição e abundância de espécies apresentaram diferenças entre trechos próximos de mata, visualizadas na Análise de Coordenadas Principais.

Palavras-chave: Fragmentação, gradiente, sucessão