

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 23/05/2019.

**GABRIEL PAVAN SABINO**

**COMUNIDADES ARBÓREAS EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA:  
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLÓGICA E ESTRUTURA DA  
PAISAGEM**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Assis

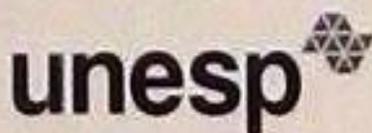
Rio Claro - São Paulo

Agosto de 2017

581.5 Sabino, Gabriel Pavan  
S116c Comunidades arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica:  
composição florística, fitossociológica e estrutura da  
paisagem / Gabriel Pavan Sabino. - Rio Claro, 2017  
122 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Marco Antonio de Assis

1. Ecologia vegetal. 2. Fragmentação. 3. Floresta. 4.  
Biodiversidade. 5. Perda de habitat. 6. Conservação. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: COMUNIDADES ARBÓREAS EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLÓGICA E ESTRUTURA DA PAISAGEM**

**AUTOR: GABRIEL PAVAN SABINO**

**ORIENTADOR: MARCO ANTONIO DE ASSIS**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO ANTONIO DE ASSIS

Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. LUIS CARLOS BERNACCI

Taxonomia Vegetal / Instituto Agronômico de Campinas

Profa. Dra. FLAVIANA MALUF DE SOUZA

Divisão de Dasonomia / Seção de Ecologia Florestal / Instituto Florestal do estado de São Paulo

Rio Claro, 23 de maio de 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas direta ou indiretamente envolvidas neste trabalho e a todos que participam do processo de minha formação.

Agradeço à minha família, Maria Angela, José Sabino, Maria Alice, Guilherme e Gustavo pelo apoio em minhas escolhas, conversas e todo o amor.

Obrigado à Eliziane Garcia de Oliveira pelo apoio, carinho e amor.

Ao professor e orientador Marco Assis pelo aprendizado e amizade. Sou muito grato pela oportunidade de ter sido seu aluno durante a graduação e a pós-graduação e, especialmente, por ter sido orientado por uma pessoa que me inspira.

Ao grande amigo e ecólogo/estatístico Vitor Kamimura (Lilo) pela amizade e a incondicional ajuda nas análises estatísticas.

Aos professores Alessandra T. Fidelis, Reinaldo Monteiro pelo aprendizado, amizade e confiança.

Aos biólogos e amigos José Ataliba e Eliana Ramos que muito colaboraram com os esforços de campo.

Ao grande ecólogo e amigo André Rochelle pelas conversas, sugestões de textos, disponibilização dos mapas e pelo excelente trabalho na temática paisagem no projeto temático ECOFOR;

Aos taxonomistas: Júlio A. Lombardi pelas identificações nos mais variados grupos botânicos, Pedro L. R. de Moraes pelo auxílio com as “temidas” Lauraceae, Luis Bernacci pela ajuda nas Primulaceae e pelo grande aprendizado em campo, John Lírio (Monimiaceae), Ingrid Koch (Apocynaceae), Leonardo Biral (Celastraceae), aos grandes Jorge Tamashiro (Fabaceae) e João Semir (Solanaceae e Asteraceae), Gabriel Marcusso (Cyatheaceae), James Lucas da Costa-Lima (*Erythroxylum* sp.), Gustavo Shimizu (Vochysiaceae), Karinne Valdemarin (*Eugenia* spp.), Marcelo C. Souza (*Myrcia* sp.), Danilo Volet (*Piptocarpha* spp.), Sigrid L. Jung-Mendaçolli (Rubiaceae) e Roseli Torres (Salicaceae).

Aos guerreiros de campo e amigos José Ataliba, Eliana Ramos, João Miguel, Ricardinho, Maria Alice Sabino (mana), Roberta Grillo (pedó), Gabriel Marcusso, Vitor Kamimura (Lilo) e Mariana Cavalheiro; à Adelaide Araújo e ao Sergio Landim do “Cantinho dos Chalés” pelo suporte e pelo carinho.

Aos amigos do herbário HRCB Renan Borgiani, Henrique Lauand, Pablo Hendrigo, Leonardo Biral e Mariana Saka (Mangá).

Aos amigos Rafael (Fii), Thalles (Confirma), Eric Ywamoto, Ana Cláudia, Rodrigo Morais, Renato Belinello (Pézão), Antonio (Pereira), Felipe (Close), Kadu Ramalho, Eduardo Júnior, Danilo Delgado (Jesus), Paola Amaris, Yadira Rodríguez, Gustavo Shimizu, Gustavo (Papa), Thiago (Reto), Rafael (Pajé), Gabi Chapchap, Rafaela Constantini (Porteira), Rafael Fernandes (Primo), Bruna Yamagami, Willian Bercê (Curtiu), Bruno (Dedê), Pedro Alvaro (Blue), Victor Ghirotto (Catraca). A boa amizade permite um trabalho suave! À Banda Blues *et al.* e à banda Mojo Clear River.

A Alexandra Elbakyan por quebrar as barreiras na ciência e facilitar nossas fundamentais consultas à bibliografia.

Ao professor Milton Cesar Ribeiro pelo aprendizado na disciplina “Fundamentos de Ecologia da Paisagem”.

Ao professor Carlos Alfredo Joly e à professora Simone Vieira por me apresentarem e coordenarem o projeto ECOFOR.

Estamos passando por dificuldades na academia, com severos cortes de verba na pesquisa. Portanto, devo agradecer a CAPES pela bolsa concedida e por fazer parte de um projeto temático (BIOTA - ECOFOR) que proporcionou todo suporte com os gastos deste estudo.

O arquivamento do trabalho em uma prateleira de biblioteca não leva a absolutamente lugar algum. Circular o mantém vivo! Obrigado também a você leitor (a)!

Este trabalho foi co-financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq (PELD Processo 403710/2012-0), pelo Natural Environment Research Council/NERC da Grã-Bretanha e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo / FAPESP no âmbito dos Projetos PELD/BIOTA e ECOFOR (Processos [2012/51509-8](http://www.biota.org.br) e [2012/51872-5](http://www.biota.org.br)), que fazem parte do Programa BIOTA/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade <http://www.biota.org.br>. Autorizações COTEC/IF 002.766/2013 e 010.631/2013.

This research was co-supported by the Brazilian National Research Council/CNPq (PELD Process 403710/2012-0), by the British Natural Environment Research Council/NERC and by the State of São Paulo Research Foundation/FAPESP as part of the projects PELD/BIOTA and ECOFOR (Processes 2012/51509-8 e 2012/51872-5, within the BIOTA/FAPESP-Program - The Biodiversity Virtual Institute (<http://www.biota.org.br>)). COTEC/IF 002.766/2013 e 010.631/2013 permits.

*“Nature is not a place to visit. It is home.”*

Gary Snyder

## SUMÁRIO:

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	9
1.1. Glossário: .....	13
<b>2. RESUMO</b> .....	14
<b>3. ABSTRACT</b> .....	15
<b>4. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	18
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
6.1. Área de Estudo .....	19
6.2. Seleção dos fragmentos .....	21
6.3. Procedimento de campo .....	23
6.4. Compilação e organização do banco de dados .....	26
6.5. Análise dos dados.....	29
<b>7. RESULTADOS</b> .....	30
7.1. Florística e fitossociologia das comunidades estudadas .....	30
7.2. Classificação ecológica das comunidades estudadas .....	46
7.3. Características dos fragmentos estudados .....	47
7.4. Métricas da paisagem e sua relação com a composição e estrutura da flora arbórea.....	62
7.5. Similaridade florística dos fragmentos e outros estudos.....	63
<b>8. DISCUSSÃO</b> .....	65
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	72
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	73
<b>11. ANEXOS</b> .....	84
Anexo I.....	84
Anexo II .....	94
Anexo III.....	96
Anexo IV .....	97
Anexo V .....	97

Anexo VI..... 102  
Anexo VII ..... 104  
Anexo VIII ..... 107  
Anexo IX..... 110  
Anexo X..... 113  
Anexo XI..... 117  
Anexo XII ..... 118  
Anexo XIII ..... 119  
Anexo XIV ..... 120  
Anexo XV ..... 121  
Anexo XVI..... 122

## 1. APRESENTAÇÃO

Este tópico foi elaborado para que o leitor que não é do meio acadêmico possa compreender de modo mais simplificado o que foi realizado neste estudo. Expressões destacadas em **negrito** remetem a um glossário que explica o significado de alguns termos técnicos.

Nesta dissertação são apresentados dados da ecologia vegetal, mais especificamente da **fitossociologia**. Essa subárea da botânica estuda a estrutura, a composição e a distribuição de **comunidades** vegetais. Tais informações podem ser usadas como subsídios palpáveis para o **manejo**, a recuperação e para a conservação dos **ecossistemas**, além de ampliar os conhecimentos **fitogeográficos** da região estudada. Além da fitossociologia, são expostos alguns conceitos da **ecologia da paisagem**, uma área da ciência que permite integrar uma abordagem espacial sobre os processos ecológicos e a importância dessas relações dentro da biologia da conservação.

Neste estudo, um levantamento **florístico** e fitossociológico arbóreo foi realizado em seis **fragmentos** florestais de diferentes tamanhos na Mata Atlântica, na região de São Luís do Paraitinga, Leste do estado de São Paulo. Em cada fragmento foi instalado um **transecto** com 25 parcelas de 10X10m (0,25 hectare), totalizando 1,5 hectare de amostra. Todas as árvores, palmeiras e samambaias dentro das parcelas e com 15 centímetros ou mais de circunferência de caule a 1,30 metro de altura foram incluídas na listagem das espécies. As amostras das árvores foram coletadas com o auxílio do podão, uma vara com uma tesoura de poda na extremidade, que permite alcançar a copa das árvores, para serem identificadas posteriormente.

Do ponto de vista da ecologia da **paisagem**, dos seis fragmentos amostrados, três possuem alta **conectividade** com áreas de floresta próximas (Conectados) e três possuem baixa conectividade (Isolados) (**figura 1**). A partir dessa informação, buscou-se entender se existem diferenças na diversidade, na composição florística e na estrutura da comunidade arbórea entre os fragmentos conectados e isolados e se fragmentos com tamanhos distintos podem exibir diferenças nesses aspectos. A conectividade pode ser definida como a capacidade de uma paisagem de trocar material genético. Por exemplo: o fragmento florestal “A” está separado do fragmento “B” por uma grande **matriz** de pasto. Se uma ave frugívora consegue se deslocar entre um fragmento e outro, existe uma conectividade funcional para essa ave. Se no lugar do pasto, houver um **corredor** ecológico de floresta interligando os fragmentos “A” e “B”, caso a

ave consiga utilizar o corredor como **hábitat**, então existe uma conectividade estrutural. Neste estudo, a conectividade foi avaliada por meio de um índice de proximidade (PROX), que considera a área que os fragmentos florestais adjacentes ocupam dentro de um raio (1km) no entorno do fragmento estudado.

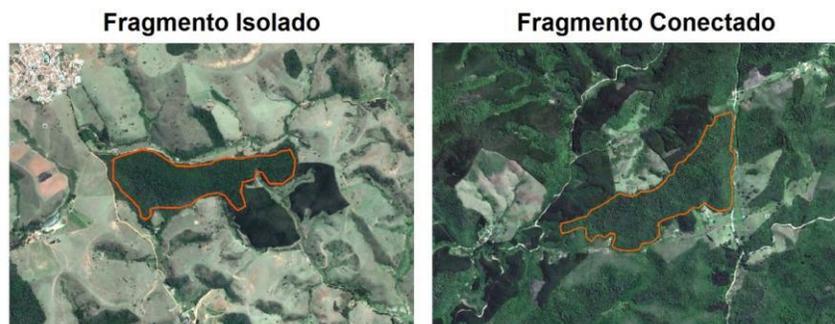


Figura 1 – Imagens de satélite ilustrando um fragmento florestal isolado e outro conectado. (Google Earth, 2014).

Existem muitos fatores que podem influenciar na capacidade de um fragmento florestal sustentar uma comunidade com maior diversidade, tais como: seu tamanho, sua conectividade, seu formato, o tempo de recuperação e as atividades exercidas na área. Fragmentos menores são, frequentemente, menos diversos que os maiores por serem menos resilientes às pressões e impactos externos. Como exemplo de impactos, é possível citar o efeito de **borda**, no qual ocorrem mudanças ambientais e o consequente estabelecimento de espécies generalistas e dominantes na borda dos fragmentos. Em outras palavras, é preferível um fragmento de 200 hectares a vários fragmentos menores que juntos somem a mesma área total, pois esses últimos estariam muito mais suscetíveis ao efeito de borda.

Um dos fragmentos estudados (Fragmento Isolado 1), considerado isolado e o menor dos fragmentos estudados (12,2 hectares), se destacou com o maior número de espécies de árvores amostradas (112 espécies), o que é exatamente o oposto do esperado. Esse resultado levou ao questionamento: O que proporcionou esse resultado? Quando investigamos o histórico da área por meio de imagens aéreas feitas na década de 1960, percebemos que esse era o único fragmento que não mostrou alteração em sua forma, área e aspecto da vegetação (**figura 2**). Este fato levou a pensar que o tempo de recuperação foi o fator mais importante para explicar a elevada riqueza de espécies.



**Figura 2 – Fragmento Isolado 1. A esquerda, fotografia aérea tirada em 1962 (ALG – IAC); à direita, imagem de satélite do ano de 2014 (Google Earth, Digital Globe 2014).**

A composição das comunidades amostradas foram comparadas com áreas mais preservadas presentes na unidade de conservação do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Santa Virgínia. O PESM de Santa Virgínia abriga uma das **fitofisionomias** mais conhecidas da Mata Atlântica: a **Floresta Ombrófila Densa** que possui como principais características sua alta diversidade florística e alta precipitação anual. No decorrer dos levantamentos, notou-se que parte das espécies de árvores que estávamos encontrando não eram típicas dessa fitofisionomia. Por isso, foi necessário incluir na análise comparativa de similaridade outros quatro levantamentos realizados no mesmo contexto **fitogeográfico (Vale do Paraíba)**, os quais estão mais sujeitos ao efeito da **continentalidade** e, conseqüentemente, da **sazonalidade**, abrigando espécies mais comumente encontradas em outra fitofisionomia da Mata Atlântica: a **Floresta Estacional Semidecidual**.

Nos fragmentos estudados, por vezes surgia a seguinte pergunta: afinal, que tipo de floresta é esta? Essa dúvida não aparecia apenas devido à composição das espécies. O aspecto geral não lembrava uma Floresta Ombrófila Densa, formação que seria esperada para a região. Em revisões bibliográficas, foi encontrado o estudo de Mello (2009) que também desenvolveu seu mestrado em fragmentos de São Luís do Paraitinga. Mello (2009) utilizou apropriadamente o conceito “quase-florestas”, que remete ao depauperamento ou, simplesmente ao estranhamento da autora às formações florestais da região, as quais não correspondiam exatamente ao que conhecemos por “**floresta**”. De fato, “quase-florestas” é um termo adequado e criativo, pois é intuitivo e não vincula um juízo de valor como “perturbada” ou “degradada”.

Apesar desse estranhamento com a composição e ao aspecto geral das “quase-florestas” de São Luís do Paraitinga, foram registradas 271 espécies e 62 famílias nos seis fragmentos

estudados e uma alta diversidade regional. Foi possível concluir também que os fragmentos estudados são mais semelhantes, do ponto de vista florístico, com as Florestas Estacionais Semidecíduais do Vale do Paraíba (**figura 3**), possivelmente representando um ecótono entre essa fitofisionomia e a Floresta Ombrófila Densa, mais próxima da encosta da Serra do Mar. Mas essa última conclusão permite que se faça outra pergunta: Será que as “quase-florestas” que estudamos hoje em São Luís do Paraitinga já foram Florestas Ombrófilas Densa no passado e estão a um “passo” anterior no processo de **sucessão ecológica**?



**Figura 3 – Fotografia aérea do Vale do Paraíba, 2017. Foto: José Sabino**

## 1.1. Glossário:

**Borda:** Transição entre dois ou mais componentes da paisagem. Ex.: Fragmento florestal e pasto.

**Conectividade:** Capacidade da paisagem ou de seus componentes de trocar fluxos biológicos.

**Continentalidade:** Interferência da proximidade ou distância de um determinado local com o oceano podendo causar alterações climáticas na região. Por exemplo: regiões mais distantes do oceano tendem a apresentar maior sazonalidade das chuvas do que em locais mais próxima à costa.

**Comunidades vegetais:** Associação de populações de plantas que interagem normalmente, definida pela natureza de sua interação ou pelo lugar onde vivem.

**Corredores ecológicos:** Faixas estreitas de hábitat (no caso retratado, corredores florestais) que facilitam o movimento de organismos entre fragmentos adjacentes de hábitats.

**Ecologia da Paisagem:** Estudo da composição de paisagens e dos arranjos espaciais de hábitats entre eles, e de como aqueles padrões influenciam os indivíduos, as populações, as comunidades e os ecossistemas nas diferentes escalas.

**Ecossistema:** Sistema composto pelos seres vivos e o ambiente, incluindo seus componentes físicos e químicos.

**Fitofisionomia:** Aspecto da vegetação de um local;

**Fitogeografia:** Disciplina multidisciplinar que investiga sobre a distribuição geográfica dos vegetais e de comunidades nas regiões.

**Fitossociologia:** Ramo da Botânica que estuda as comunidades vegetais. Para mais informações acesse: <http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0065.html> Acesso em: jan 2017.

**Floresta:** Formação fechada com árvores de grande porte cobrindo uma área; existem numerosas definições. Revisão recente de Chazdon e colaboradores (2016): <http://link.springer.com/article/10.1007/s13280-016-0772-y> Acesso em: jan 2017.

**Floresta Estacional Semidecídua:** Uma das fitofisionomias da Mata Atlântica, mais comum no interior do continente, marcada por uma estação rica em chuva e outra estação seca, na qual parte das árvores perdem suas folhas.

**Floresta Ombrófila Densa:** Fitofisionomia da Mata Atlântica, marcada pela alta diversidade florística, alta densidade e alta pluviosidade distribuída durante todo o ano; também conhecida como “mata de encosta” por se distribuir frequentemente em elevações próximas ao mar.

**Florística:** Área da Botânica que se ocupa em inventariar e identificar as espécies que compõe a vegetação de determinada região.

**Fragmento:** Uma mancha originada por fragmentação de uma área maior.

**Hábitat:** Lugar ou ambiente físico onde um organismo vive.

**Manejo:** Estudos e técnicas empregadas para retirada específica árvores ou outros produtos, garantindo a cobertura florestal da área e reservando a maioria dos exemplares para manutenção da biodiversidade local.

**Matriz:** Unidade da paisagem que controla sua dinâmica. Exemplo: grande área de pastagem; Conjunto de unidades de “não hábitat” para uma determinada espécie;

**Paisagem:** Área, consistindo em um mosaico de diversos tipos de hábitats.

**Sazonalidade:** Oscilações climáticas periódicas anuais que exercem influência na vegetação.

**Sucessão ecológica:** Alterações graduais, ordenadas e progressivas no ecossistema resultante da ação contínua dos fatores ambientais sobre os organismos e da reação destes últimos sobre o ambiente.

**Transecto:** Faixa amostral de uma comunidade com comprimento e largura variáveis a serem definidas de acordo com o interesse do pesquisador.

**Vale do Paraíba:** Acidente geográfico natural formado pelo rio Paraíba do Sul, Leste do estado de São Paulo, localizado entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira.

**Parte dessas definições podem ser encontradas em Metzger (2001) e no livro “A economia da natureza” (RICKLEFS, 2013).**

## 2. RESUMO

Esta investigação foi parte do projeto temático ECOFOR: “Biodiversity and Ecosystem Functioning in Degraded and Recovering Amazonian and Atlantic Forests” (NERC/FAPESP), projeto no qual se pretende compreender de maneira mais apropriada o papel das florestas tropicais alteradas pelo homem, sobretudo entender a contribuição que essas florestas possuem para a diversidade, a ciclagem de nutrientes e estoques de carbono. A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais diversos do mundo, posicionada entre os 25 *hotspots* de diversidade mundial, destacada pelo elevado grau de endemismo, a alta diversidade florística e papel importantíssimo no estoque de carbono. A intensa ocupação humana levou esse domínio fitogeográfico a um avançado processo de fragmentação com a consequente transformação da paisagem e um contínuo declínio nos serviços ambientais. Poucos estudos integram métricas da paisagem a parâmetros fitossociológicos para tentar responder qual o papel dos remanescentes florestais para a manutenção da diversidade da flora. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento da estrutura e da composição florística em comunidades arbóreas de seis fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana e verificar se a estrutura e a composição possuem relação com o tamanho, a conectividade e o tempo de recuperação dos fragmentos. O estudo foi desenvolvido na região de São Luís do Paraitinga, Leste do Estado de São Paulo. Os fragmentos estudados possuem tamanhos variados entre 12,2 ha até 94,6 ha sendo três deles com alta conectividade e três, baixa conectividade. Para o levantamento florístico e fitossociológico, no interior de cada fragmento foi alocado um transecto (10x250 m), com 25 sub parcelas de 10x10 m, sendo amostrada a comunidade arbórea (PAP > 15 cm), incluindo palmeiras, samambaias e indivíduos mortos. O sistema de classificação adotado para classificar os espécimes foi o *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Foram calculados os principais parâmetros fitossociológicos bem como a área basal, a equabilidade (Pielou) e o índice de diversidade florística (Shannon-Wiener) para a região e para cada fragmento. Tendo em vista a diferença do número de indivíduos e o grande número de espécies raras (um ou dois indivíduos), foram utilizados estimadores de riqueza para cada fragmento estudado. As espécies encontradas foram classificadas segundo suas síndromes de dispersão, classes sucessionais e classificação de ameaça. Duas análises de similaridade foram realizadas, ambas utilizando o método de agrupamento Ward e o índice de Bray Curtis. Uma das análises incluiu apenas os fragmentos estudados, para verificar se existe variação da composição e estrutura florística às métricas da paisagem (área e conectividade) e ao tempo de recuperação. A outra análise de similaridade, averiguou a similaridade dos seis fragmentos e outros nove estudos desenvolvidos em Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual. Foram amostrados 3048 indivíduos e os resultados mostraram alta diversidade e riqueza regional, sendo encontradas 271 espécies, 62 famílias e  $H' = 4,65 \text{ nat.ind}^{-1}$ . As diversidades e riquezas para cada fragmento variaram de 44 espécies ( $H' = 2,55$ ) a 112 espécies ( $H' = 4,09$ ), mostrando comunidades heterogêneas com baixa coocorrência de espécies e consequente baixa similaridade florística entre si. Foram encontradas sete espécies em alguma classe de ameaça e a classificação de guildas ecológicas demonstrou um grande domínio de espécies não-pioneiras com dispersão zoocórica. As métricas da paisagem consideradas não apresentaram relação com as variáveis-resposta. Para os dados de estrutura, encontramos uma diferença significativa para o aumento do número de indivíduos vivos associado ao tempo de recuperação dos fragmentos. A análise de similaridade entre outros estudos mostrou um agrupamento dos fragmentos aos estudos desenvolvidos em áreas mais influenciadas à fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual indicando que os fragmentos estudados estão, possivelmente situados em uma zona de transição entre esta fitofisionomia e a floresta Ombrófila Densa.

**Palavras-chave:** Fragmentação; biodiversidade; perda de hábitat; conservação.

### 3. ABSTRACT

This research was part of the thematic project ECOFOR: “Biodiversity and Ecosystem Functioning in Degraded and Recovering Amazonian and Atlantic Forests” (NERC/FAPESP), in which the aim is to comprehend the role of the human-modified tropical forests (HMTFs) more appropriately, especially understanding the contribution of HMTFs to the diversity, nutrient cycling and stocks of carbon. The Atlantic Rain Forest is one of the most diverse biomes in the world, among the 25 hotspots of world diversity, highlighted by its high level of endemism, high floristic diversity and its very important role in the carbon stock. The intense human occupation took this biome to an advanced fragmentation process with the consequent landscape transformation and a continuous decline of environmental services. Few studies integrate landscape metrics to phytosociological parameters to try to find out what is the role of forest remnants to the diversity and flora maintenance. The aim of this study was to conduct a survey of the floristic structure and composition in tree communities of six fragments of Dense Ombrophilous Forest, and assess whether the structure and composition are influenced by the fragment size, connectivity and recovery time. The study was developed in the region of São Luís do Paraitinga, East of the State of São Paulo, Brazil. The studied fragments have sizes ranging from 12.2 ha to 94.6 ha, three of them with high connectivity and three with low connectivity. A transect (10x250 m) was allocated in each fragment, with 25 subplots of 10x10 m, being the tree community (DBH > 4,8 cm) sampled, including palm trees, tree ferns and dead individuals. The classification system adopted to classify the specimens was the *Angiosperm Phylogeny Group IV*. The main phytosociological parameters were calculated, as well as the basal area, the equability (Pielou) and the floristic diversity index (Shannon-Wiener) for the region and for each fragment. Because of the difference in the number of individuals and the large number of rare species (one or two individuals), richness estimators were used for each fragment studied. The species were classified according to their dispersion syndromes, ecological groups and threat categories. Two similarity analyzes were performed, using the Ward’s method and the Bray-Curtis dissimilarity index. One of the analyzes included only the studied fragments, to verify if there was variation of the floristic composition and structure to the landscape metrics (area and connectivity) and the recovery time. The other similarity analysis verified the resemblance of the six fragments and eight other studies in Dense Ombrophilous Forest and Seasonal Semideciduous Forest. We found 3048 individuals and the results showed high regional diversity and richness which is evident by the following data: 271 species, 62 families and  $H' = 4,65 \text{ nat.ind}^{-1}$ . Diversities and richness for each fragment varied from 44 species ( $H' = 2.55$ ) to 112 species ( $H' = 4.09$ ), showing heterogeneous communities with low floristic similarity between them. Seven species were found in some threat class and the classification of ecological guilds showed a predominance of non-pioneer and animal-dispersed species. We found a significant differences for the number of live trees and the recovery time of the fragments. The comparison between our sites and other forest remnant showed that the studied sites are more similar to Seasonal Semideciduous Forest than Dense Ombrophilous Forest areas.

**Key-words:** Fragmentation; biodiversity; habitat loss; conservation.

#### 4. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país que abriga o maior número de espécies de plantas no mundo (MITTERMEIER et al., 2004), com mais de 32 mil espécies de Angiospermas descritas (BFG, 2015). Um domínio fitogeográfico com grande destaque para a diversidade florística é a Mata Atlântica (MYERS, 2000), com cerca de 16,5 mil espécies de plantas vasculares descritas (FLORA DO BRASIL, 2017), podendo alcançar mais de 200 espécies de árvores em apenas 1 hectare (ROCHELLE, 2008). Originalmente, essa formação ocupava 150 milhões de hectares distribuídos por uma ampla faixa latitudinal do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (RIZZINI, 1979; SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Com a grande amplitude geográfica, a Mata Atlântica cobre diversas zonas climáticas e variações altitudinais, formando um mosaico de fitofisionomias (TABARELLI, 2005).

A Floresta Atlântica *lato sensu* é composta por dois grandes tipos vegetacionais: a Floresta Pluvial Atlântica, ou Floresta Ombrófila Densa, e a Floresta Estacional Semidecidual (MORELLATO & HADDAD, 2000). A Floresta Atlântica *sensu stricto* ou Floresta Ombrófila Densa (“D”), segundo a classificação do IBGE (*sensu* VELOSO et al., 1991), é o complexo de fitofisionomias mais representativo no estado de São Paulo, podendo ser classificada e subdividida conforme as características edáfico-climáticas – altitude e latitude. Assim, segundo a classificação do IBGE (2012) esse complexo de fisionomias é dividido nas seguintes cinco subformações: Aluvial (“Da”), formações ribeirinhas localizadas em planícies; de Terras Baixas (“Db”), situadas de 5 a 50 metros (m) de altitude; Submontana (“Ds”) entre 50 e 500 m de altitude; Montana (“Dm”), entre 500 m e 1500 m e Altomontana (“DI”), acima de 1500 m (faixas de altitudes consideradas para latitudes entre 16° a 24° Sul).

Apesar da grande importância biológica, a Mata Atlântica está entre as formações tropicais mais ameaçadas do mundo, sendo considerada uma zona de prioridade de conservação e posicionada entre os cinco primeiros *hotspots* mundiais mais ameaçados (MYERS et al., 2000). Historicamente, a primeira região do Brasil a ser colonizada era ocupada pela Mata Atlântica (DEAN, 1996). Hoje, cerca de 60% da população brasileira vivem em sua área de ocorrência (BFG, 2015), e com a rápida expansão agropecuária e de centros urbanos sua área original foi drasticamente reduzida (MORELLATO & HADDAD, 2000). Um levantamento realizado em parceria da Fundação SOS Mata Atlântica com o INPE (2002) mostrou um cenário devastador,

indicando que apenas 7,6% da cobertura original da Mata Atlântica ainda resistem. Ribeiro et al. (2009) incluíram nos dados fragmentos menores (<100 ha), os quais representam de 32 a 40% do que resta, concluindo que ainda existe em torno de 11,4 e 16% da área original. Assim, a Mata Atlântica atualmente é formada por poucas áreas extensas e bem preservadas, localizadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste (SMA, 1996), e uma porção muito maior composta por fragmentos pequenos e isolados em diversos estágios de conservação (OLIVEIRA FILHO & FONTES, 2000; SOS MATA ATLÂNTICA, 2016).

O processo da fragmentação ocorre quando um grande e contínuo hábitat é transformado em manchas de áreas menores, isoladas umas das outras por uma matriz de novos hábitats diferentes dos originais (WILCOVE, 1986). Atualmente, as Florestas Tropicais são expostas a taxas alarmantes de desmatamento e fragmentação (LAURENCE & PERES, 2006), causando muitas mudanças físicas e biológicas no ambiente alterado (HADDAD et al., 2015). Entre as mudanças físicas, pode-se citar a redução da umidade relativa, o aumento da temperatura, da intensidade dos ventos (SIQUEIRA et al., 2004) e da intensidade luminosa que atinge o solo (KAPOS, 1989). Quanto às mudanças biológicas, podemos mencionar: o estabelecimento de espécies não florestais, o aumento da mortalidade em árvores (KAPOS, 1989; LAURENCE, 1998), o aumento de espécies generalistas (TABARELLI, 2012) e a consequente redução da diversidade florística (TERBORGH, 1992; LAURANCE et al., 2002). Podem ocorrer também mudanças estruturais em guildas de plantas lenhosas (TABARELLI et al., 1999b) e até mesmo alterações na produção de serapilheira (VASCONCELOS & LUIZÃO, 2004; PORTELA & SANTOS, 2007).

Alguns aspectos envolvidos no processo da fragmentação, tais como o tamanho do fragmento, a conectividade com as áreas adjacentes (juntamente com a distância entre os fragmentos), a forma do fragmento e sua posição na paisagem, são tidos como atributos importantes que podem influenciar na estrutura, na diversidade e composição das espécies e na capacidade de uma comunidade se sustentar (revisão SAUNDERS et al., 1991).

O tamanho do fragmento pode ser um fator determinante na sustentação de uma comunidade, sendo os fragmentos de menor porte mais sujeitos às influências externas (SAUNDERS et al., 1991), portanto, mais propensos aos efeitos de borda (RANTA et al., 1998) e frequentemente menos diversos (ONIPCHENKO & PAVLOV, 2009; HANSKI et al., 2013). Remanescentes de maior porte e com alta conectividade têm maior capacidade de sustentar as

espécies (MARTENSEN et al., 2008) e possuem maior área de núcleo (RANTA et al., 1998). Ranta et al. (1998) também concluíram que fragmentos maiores são mais eficazes na manutenção da biodiversidade se comparados a fragmentos menores com mesma área total.

Apesar do acelerado processo de fragmentação da Mata Atlântica, os remanescentes florestais podem desempenhar um papel ecológico fundamental, auxiliando na manutenção da biodiversidade local (RYLANDS & PINTO, 1998; ARROYO-RODRIGUEZ et al., 2009), podendo abrigar até mesmo espécies raras e ameaçadas de extinção (BERNACCI et al., 2006). Desta forma, estudos em fragmentos florestais na Mata Atlântica assumem grande importância para a conservação desse domínio fitogeográfico.

Em função do que foi apresentado, é considerado importante ampliar o conhecimento sobre a estrutura e a composição florística em remanescentes florestais da Mata Atlântica brasileira.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos resultados apresentados e dos objetivos propostos inicialmente, o levantamento florístico dos seis fragmentos estudados indicou uma alta diversidade e uma rica composição de espécies arbóreas na região, com grande variação, comparando os fragmentos entre si. Dentro deste contexto, também foram amostradas espécies ameaçadas de extinção ou com alguma ameaça, o que reforça ainda mais a importância da conservação dos fragmentos florestais desta região. A similaridade florística entre os fragmentos estudados foi baixa, com baixo compartilhamento de espécies, indicando alta heterogeneidade florística entre eles. Foram amostradas espécies mais comumente relatadas para a Floresta Estacional Semidecidual do que para a Floresta Ombrófila Densa, podendo indicar um ecótono entre essas fitofisionomias ou um estágio inicial de recuperação da Floresta Ombrófila. A similaridade florística incluindo outros levantamentos, indicou um agrupamento dos fragmentos estudados com remanescentes mais influenciados pela Floresta Estacional Semidecidual do Vale do Paraíba enquanto os estudos realizados na Ombrófila Densa agruparam-se entre si. Atribuímos a alta diversidade encontrada no fragmento Isolado 1, com a menor área entre os fragmentos estudados, ao maior tempo de recuperação. À exceção deste fragmento, os resultados indicaram uma tendência de incremento de espécies conforme o aumento da área do fragmento, sendo observados também maiores valores de riqueza e diversidade em fragmentos conectados menores do que em fragmentos isolados maiores. As métricas da paisagem consideradas não apresentaram relação com as variáveis-resposta. Apesar disso, foi encontrada uma diferença significativa para o número de árvores em fragmentos com maior tempo de recuperação. Isso demonstra a importância da manutenção em longo prazo de fragmentos florestais para o acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, fixação de carbono.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, G. H. 2008. **Caracterização da vegetação arbustivo arbórea de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana**. Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia para a obtenção do título de mestre em Ecologia. UNICAMP. Campinas-SP.
- AIDAR, M. P. M.; EISENLOHR, P.V., SIMÕES, E.; VILLANI, J. P. E. BELINELLO, R. 2012. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotrop**. Jan/Mar 2012 (v. 12, no. 1) Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n1/> Acesso em Julho/2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. 2013. Köppen climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, No. 6: 711–728.
- APG IV (Angiosperm Phylogeny Group) 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 181(1):1-20.
- ARROYO-RODRIGUEZ, V.; PINEDA, E.; ESCOBAR, F.; BENITEZ-MALVIDO, J. 2009. Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest. **Conservation Biology**. v. 23(3): 729-739.
- ASSIS, M. A., PRATA, E. M. B., PEDRONI, F., SANCHEZ, M., EISENLOHR, P. V., MARTINS, F. R., SANTOS, F. A. M., TAMASHIRO, J. Y., ALVES, L. F., VIEIRA, S. A., PICCOLO, M. C., MARTINS, S. C., CAMARGO, P. B., CARMO, J. B., SIMÕES, E., MARTINELLI, L. A. & JOLY, C. A. 2011. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotrop**. 11(2). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?article+bn02111022011> Acesso em Janeiro/2017.
- BARLOW, J. & JOLY, C. A., 2012. **ECOFOR: Biodiversity and Ecosystem Functioning in degraded and recovering Amazonian and Atlantic Forests**. Coordinators Jos BARLOW (Univ. Lancaster/UK) & Carlos A. JOLY (UNICAMP/BR). Disponível em: <http://ecofor.hmtf.info/pt-br/> Acesso em Julho/2015.
- BERNACCI, L. C., FRANCO, G. A. D. C., ÀRBOCZ, G., CATHARINO, E. L., DURIGAN, G. & METZGER, J. P., 2006. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). **Revista do Instituto Florestal**. v.18: 121-166.
- BROWN, S., LUGO, A.E., 1990. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**. v. 6: 1–32.
- BFG (Brazil FloraGroup). Zappi, D.C.; Filardi, F.L.R.; Leitman, P.; Souza, V.C.; Walter, B.M.T.; Pirani, J.R.; Morim, M.P.; Queiroz, L.P.; Cavalcanti, T.B.; Mansano, V.F.; Forzza, R.C. 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**. v. 66(4): 1085-1113.

CÂMARA, I. G. 1996. **Plano de ação para a Mata Atlântica. Roteiro para a conservação de sua biodiversidade**. Conselho Nacional da reserva da biosfera da Mata Atlântica, série cadernos da Reserva da Biosfera, nº 4. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo-SP.

CAMPASSI, F. **Padrões geográficos das síndromes de dispersão e características dos frutos de espécies arbustivo-arbóreas em comunidades vegetais da Mata Atlântica**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba – SP. 2006, 84p.

CANTINHO, R. Z., SALGADO, M. P. G., BATISTA, G. T. **Análise da expansão do eucalipto no município de São Luis do Paraitinga, SP, Brasil**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil. 2011.

CARVALHO, F. A. 2010. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do estado do Rio de Janeiro. **Rev. Árvore**. v. 34 no.6.

CARVALHO, P. E. R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 1. EMBRAPA, Brasília, DF.

CARVALHO, P. E. R. 2006. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 2. EMBRAPA, Brasília, DF.

CARVALHO, P. E. R. 2008. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 3. EMBRAPA, Brasília, DF.

CAVALCANTI, D. **Florística e fitossociologia de um remanescente florestal transicional de Município de Guaratinguetá, SP**. 1998. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 1998.

CEIVAP. 2016. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Dados geoambientais**. Disponível em: <http://ceivap.org.br/dados-gerais.php>. Acesso em Janeiro/ 2017.

CEPAGRI. 2017. Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas a agricultura. Disponível em: <http://orion.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em Janeiro/2017.

CHAZDON, R. L.; BRANCALION; P. H. S., LAESTADIUS, L.; BENNETT-CURRY, A.; BUCKINGHAM, K.; KUMAR, C.; MOLL-ROCEK, J.; VIEIRA, I. C. G.; WILSON, S. J. 2016. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. **Ambio**. v. 45: Issue 5, pp 538–550.

COSTA, A. O.; SALGADO, C. M.; DINALI, Y. T. 2012. Caracterização da precipitação no médio Vale do Rio Paraíba do Sul fluminense (RJ). **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.2, N.5, p.1000 – 1013.

DEAN, W., 1996. **A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras. 484.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; HAWKINS, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology and Biogeography**, v.12, n.1, p.53-64.

DORAZIO, F. A. E. & CATHARINO, E. L. M., 2013. Estrutura e florística de dois fragmentos de florestas aluviais no Vale do rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Hoehnea**. v. 40(3): 567-582

ELTINK, M., RAMOS, E., TORRES, R. B., TAMASHIRO, J. Y., GALLEWMBECK, E. & KIMURA, E. Chave de identificação de espécies do estrato arbóreo da Mata Atlântica em Ubatuba (SP), com base em caracteres vegetativos. **Biota Neotrop.** 11(2): Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?identification-y+bn02511022011> Acesso em Janeiro/2017.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M. M. R.F.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. A. M. 2011. **Fitossociologia no Brasil—Métodos e estudos de casos**. Ed. UFV, v. I, 556p. Viçosa, MG.

FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. 1984. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Instituto de Botânica, São Paulo.

**FLORA DO BRASIL 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> Acesso em Fevereiro/2017.

FORZZA, R.C.; BAUMGRATZ, J.F.A.; BICUDO, C.E.M.; CANHOS, D.; CARVALHO JR., A.A.; NADRUZ-COELHO, M.A.; COSTA, A.F.; COSTA, D.P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P.M.; LOHMANN, L.G.; LUGHADHA, E.N.; MAIA, L.C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; PIRANI, J.R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L.P.; SOUZA, S.; SOUZA, V.C.; STEHMANN, J.R.; SYLVESTRE, L.S.; WALTER, B.M.T. & ZAPPI, D.C. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**. nº 62: 39-45. 2012.

FREITAS, H. S. 2010. **Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da região leste do Vale do Paraíba –SP**. 2010. Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para obtenção de Título de Mestre em Ciências, na Área da Botânica. Departamento de Botânica. 223p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE, 2002. Atlas dos remanescentes da Mata Atlântica 1995-2000. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.

GALETTI, M. **Fruits and frugivores in a Brazilian Atlantic Forest**. 1996. 243p. Tese de doutorado – University of Cambridge.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arborescas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, p.753-767. 1995.

GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Disponível em: [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1) Acesso em Fevereiro/2017.

GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: BULLOCK, S. H., MOONEY, H. A., MEDINA, E. (Eds.), **Seasonal Dry Tropical Forests**. Cambridge University Press, London, pp. 146–190.

GOMES, E. P. C, FISCH, S. T. V., MANTOVANI, W. Estrutura e composição do componente arbóreo na Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba, SP, Brasil. 2005. **Acta bot. bras.** v.19(3): 451-464.

GRILLO, R. M. M. **A Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Parque Estadual da Serra do Mar - núcleo cunha, SP: análise da heterogeneidade estrutural e florística em escala local**. 2016. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal), UNESP Rio Claro, Rio Claro. 113 p.

GUEDES-BRUNI, R. R.; SILVA NETO, S. J.; MORIM, M. P. & MANTOVANI, W. 2006. Composição florística e estrutura de trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica aluvial na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. v. 57(3): 413-428.

GUSTAFSON, E. J. AND PARKER, G. R. 1992. Relationship between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. **Landscape Ecol.** v. 7: 101-110.

GUSTAFSON, E. J. AND PARKER, G. R. 1994. Using an index habitat patch proximity for landscape design. **Landscape and Urban Planning**. v. 29: 117- 130.

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; Lovejoy, T.E.; Sexton, J.O.; Austin, M.P.; Collins, C.D.; Cook, W.M.; Damschen, E.I.; Ewers, R.M.; Foster, B.L.; Jenkins, C.N.; King, A.J.; Laurance, W.F.; Levey, D.J.; Margules, C.R.; Melbourne, B.A.; Nicholls, A.O.; Orrock, J.L.; Song, D.; Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. 2015. **Science Advances**, v. 1(2), e1500052.

HANSKI, I.; ZURITA, G. A.; BELLOCQ, M. I. RYBICKI, J. 2013. Species-fragmented area relationship. **PNAS**, Vol. 110. Nº30: 12715-12720.

HE, F.; LEGENDRE, P. 1996. On Species-Area Relations. **American Naturalist**. V. 148. Issue 4. P. 719-737.

HERBÁRIO ONLINE - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). Disponível em: <http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/LPlantasFotosCompleta.asp>. Acesso em novembro/2015.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; PIFANO, D. S. 2011. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. Ruiz & Pav. (Melastomataceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.381-389.

IBGE. 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Segunda edição revista e ampliada. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017. Image of remote sensing by INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais is licensed under a Creative Commons Attribution-Sharing by the same license 3.0 Unported License. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> Acesso em Dezembro/2016.

JOLY, C. A. & MARTINELLI, L. A., 2008. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, Estado de São Paulo, Brasil. 3º Relatório do Projeto Temático Biota Gradiente Funcional. Processo FAPESP 03/12595-7.

JOLY C. A., ASSIS, M. A., BERNACCI, L. C., TAMASHIRO, J. Y., CAMPOS, M. C. R., GOMES, J. A. M. A., LACERDA, M. S., SANTOS, F. A. M., PEDRONI, F., PEREIRA, L. S., PADGURSCHI, M. C., PRATA, E. M. B., RAMOS, E., TORRES R. B., ROCHELLE, A., MARTINS, F. R., ALVES, L. F., VIEIRA, A. S., MARTINELLI, L. A., CAMARGO, P. B., AIDAR, M. P. M., EISENLOHR, P. V., SIMÕES, E., VILLANI, J. P. & BELINELLO, R. 2012. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotrop.** nº12: 125–145.

JUDD, W. S. & SKEAN JR., J. D., 1991. Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae). IV. Generic realignments among terminal flowered taxa. **Bull. Florida Mus. Nat. Hist.** 36: 25-84.

KAMIMURA, V.A. 2011. **Aspectos estruturais e ecológicos de uma comunidade arbórea do Parque Estadual da Serra do Mar (Ubatuba, SP)**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências biológicas).

KAMIMURA, V. A., 2014. **Estrutura e diversidade da família Lauraceae na Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil**. Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal). 95f.

KAPOS, V., 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Forest.** 5:173-185.

- LAURANCE, W. F. & PERES, C. A., 2006. **Emerging threats to tropical forest**. University of Chicago Press, Chicago.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN-de-MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G., 1998. Rain Forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology** 79: 2032-2040.
- LAURANCE, W. F., LOVEJOY, T. E., VASCONCELOS, H. L., BRUNA, E. M., DIDHAM, R. K., STOUFFER, P. C., GASCON, C., BIERREGAARD, R. O., LAURANCE, S. G., & SAMPAIO, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments, a 22-year investigation. **Conservation Biology**. vol. 16:605-618.
- LAURANCE, W. F., NASCIMENTO, H. E. M., LAURANCE, S. G., ANDRADE, A., RIBEIRO, J. E. L. S., 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 U.S.A.** 103: 19010–19014.
- LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E.D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**. Volume 129, Issue 2, pp 271–280.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology**. 2012. V. 24. 3<sup>rd</sup>. edition. Elsevier. 1006p.
- LEITÃO FILHO, H. F. 1994. Diversity of arboreal species in atlantic rain forest. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, 66: 91-96.
- LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.), 1993. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)**. EDUNESP/EDUNICAMP, São Paulo, p. 184.
- LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>. Acesso em Janeiro/2017
- LORENZI, H. 2002 - **Árvores brasileiras**. Vol. 1. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP. 4<sup>a</sup> edição.
- LORENZI, H. 2002 - **Árvores brasileiras**. Vol. 2. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP. 2<sup>a</sup> edição.
- LORENZI, H. 2009 - **Árvores brasileiras**. Vol. 3. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP. 1<sup>a</sup> edição.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. M. 2008. Relative effects of fragment size and connectivity on BIRD community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, 141: 2184-2192.

MARTINS, S. V.; PELLEGRINI, M. C.; MARANGON, L. C. Composição florística e estrutura de uma floresta secundária no município de Cruzeiro-SP. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 35-41, 2002.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. A. & ENE, E. 2012. FRAGSTATS v. 4: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> Acesso em Janeiro/2016

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens ?. 2001. **Biota Neotrop.** v1. (n1).

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES-GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J. & FONSECA, G. A. B. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. EMEX/ Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 392p. 2004.

MORAIS, R. F. **Estrutura, composição e riqueza da comunidade arbórea e relações com variáveis edáficas e topográficas na Floresta Pluvial Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal), UNESP Rio Claro, Rio Claro. 2015. 125 p.

MORELLATO, L. P. C. & HADDAD, C. F. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, 32(4b): 786-792.

MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F., 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Pp. 112-14.0 *In: História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.* (Morellato, L. P. C. Org.). Editora da UNICAMP/FAPESP, Campinas.

MURTAGH, F.; LEGENDRE, P. 2014. Ward's Hierarchical Agglomerative Clustering Method: Which Algorithms Implement Ward's Criterion?. **Journal of Classification** 31:274-295.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 852-858.

NEREUS. 2017 – Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo. Shapefiles disponíveis em <http://www.usp.br/nereus/?dados=brasil> Acesso em janeiro/ 2017.

OLIVEIRA FILHO, A. T. & FONTES. 2000. Patterns of floristic differentiation among atlantic rain Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** 32:793-810.

OLIVEIRA, M. A.; GRILLO A. S.; TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, Cambridge, v. 38, n. 4, p. 389-394, 2004.

ONIPCHENKO, V. G. & PAVLOV, N. Local Plant Species Richness Depends on the Total Area of Alpine Communities. 2009. **Doklady Biological Sciences**, vol. 427, p. 381-383.

PADGURSCHI , M. C. G., 2010. **Composição e estrutura arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana com taquaras na Mata Atlânticas**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal, IB/UNICAMP. Orientador: Carlos Alfredo Joly.

PADGURSCHI , M. C. G., 2014. **Padrão espacial de taquaras (Poaceae: Bambusoidea) em uma floresta neotropical do sudeste do Brasil**. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal, IB/UNICAMP. Orientador: Carlos Alfredo Joly.

PADGURSCHI, M. D. C. G., PEREIRA, L. D. S., TAMASHIRO, J. Y.; JOLY, C. A.. 2011. Floristic composition and similaritie between areas of Montane Atlantic Rainforest, São Paulo, Brazil. **Biota Neotrop.**, 11(2): 139-152.

PEDRONI, F. **Aspectos da estrutura e dinâmica da comunidade arbórea na Mata Atlântica de planície e encosta em Picinguaba, Ubatuba, SP**. Tese de Doutorado em Biologia. Campinas: Unicamp, 2001, 196p.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S.V.; SILVA, A. F. & SILVA, E. 2005. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta botanica brasílica**. 19(3): 539-547.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO. 2009. A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. Paulo Alto. v. 40, p. 437-457.

PESSOA, S. V. A., GUEDES BRUNI, R. R., KURTZ, B. C. 1997. Composição florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de um trecho secundário de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima *in*: LIMA, H. C. E GUEDES BRUNI, R. R. (eds). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

PETRONE, P. 1959. A Região de São Luís do Paraitinga – Estudo de Geografia Humana. **Revista Brasileira de Geografia**, v.21, n.3: 239-336.

PHILLIPS, O.; BAKER, T.; CHAO, KJ.; JIMENEZ, E.; SIMON, L.; LLOYD, J.; PEACOCK, J.; LOPES-GONZALEZ, G.; FELDPAUSCH, T. – RAINFOR - Códigos para trabalho de campo e para base de dados – Árvores. Disponível em:  
[http://www.rainfor.org/upload/ManualsPOR/RAINFOR%20data%20codes-Updated\\_Nov2014\\_PT.pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsPOR/RAINFOR%20data%20codes-Updated_Nov2014_PT.pdf)  
Acesso em Junho/2015.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer-Verlag, 1982. 215 p.

RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.) **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELÄ, J. JOENSUU, E.; SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**. 7: 385-403.

R CORE TEAM (2016). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <https://www.R-project.org/> Acesso em Dezembro/2016

REMPEL, R. S., KAUKINEN, D. & CARR, A. P. 2012. **Patch Analyst and Patch Grid**. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.

RENÓ, I. P., 2015. **Dinâmica temporal e composição florística da comunidade arbórea de Floresta Ombrófila Densa Montana, Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil**. Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UNESP/Rio Claro. Orientador: Marco A. Assis/Co-orientadora: Luciana F. Alves

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. 2009. The BRAZILIAN ATLANTIC FOREST: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Barking, v. 142: 1141-1153.

RICKLEFS, R. E. **A economia da Natureza**. Sexta Edição. Guanabara Koogan. 2013.

RIZZINI, C. T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. EDUSP e Editora HUCITEC, São Paulo.

ROCHELLE, 2016. The use of landscape ecology tools in a transect section across the Paraíba do Sul Valley, from Serra do Mar to Serra da Mantiqueira, identifying fragments of native forest along a gradient of human modifications. **II Workshop Mata Atlântica ECOFOR & PELD**. Apresentação oral disponível em: <https://ecofor.hmtf.info/pt-br/category/apresentacoes/> Acesso em Janeiro/2017

ROCHELLE, A. L. C. **Heterogeneidade Ambiental, Diversidade e Estrutura da Comunidade Arbórea de um trecho da Floresta Ombrófila Densa Atlântica**. Dissertação de mestrado. Instituto de Biologia. UNICAMP. 2008.

ROCHELLE, A. L. C., CIELO-FILHO, R. & MARTINS, F. R. Tree community structure in an Atlantic forest fragment at Serra do Mar State Park, southeastern Brazil. 2011. **Biota Neotrop**. 11(2). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?inventory+bn02711022011> Acesso em Dezembro/2016.

SÃO PAULO (Estado), 2008. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA. Listagem das espécies arbóreas e indicação de sua ocorrência natural nos biomas/ecossistemas e regiões ecológicas do Estado de São Paulo, com a classificação sucessional e a categoria de ameaça de extinção. Disponível em: [http://www.mudasflorestais.com.br/nativas/SMA08\\_08.pdf](http://www.mudasflorestais.com.br/nativas/SMA08_08.pdf) Acesso em Janeiro/2017.

SÃO PAULO (Estado), 2016. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA. Lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-057-2016-subst-300616.pdf> Acesso em Abril/2017.

SANCHEZ M., PEDRONI F., EISENLOHR P. V., OLIVEIRA-FILHO A. T. 2013. Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range, Southeastern Brazil, from near sea level to 1000 m of altitude. **Flora**. 208:184–196.

SANTOS, K.. 2003. **Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de Mata Estacional Semidecidual da Área de Proteção Ambiental do município de Campinas – SP**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Instituto de Biologia. Campinas, SP.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, Vol.5. nº1: 18-32.

SCCUDELLER, V. V; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J., 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology**. 152: 185–199.

SIGRH. 2017. **Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br> Acesso em janeiro/2017.

SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Professor Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP**.1989. Tese de Doutorado. UNICAMP, Instituto de Biologia.

SIQUEIRA, L. P., MATOS, D. M. S., PORTELA, R. C. Q., BRAZ, M. I. G., SILVA-LIMA, L. & MATOS, M. B., 2004. Using the variances of microclimate variables to determine edge effects in small forest Atlantic Rain Forest fragments, South-Eastern Brazil. **Ecotropica**. 10:59-64.

SHEPHERD, G. J. 2010. **Fitopac 2 – manual do usuário**. Departamento de Botânica. UNICAMP, Campinas, SP.

SILVA, A. T.; MAZINE, F. F. 2016. A família Myrtaceae na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**. 67(1): 203-223.

SMA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 1996. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. Parte 1. Litoral. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; CESP.

SOS Mata Atlântica, 2016. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2014-2015**. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Brasil.

SOS Mata Atlântica, 2016b. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2014-2015**. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/>>

TABARELLI, M. 1997. **A regeneração da Floresta Atlântica Montana**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999a. A regeneração de uma floresta tropicalmontana após corte e queima (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**. 59:239-250.

TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1999b. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**, 59(2), 251-261.

TABARELLI, M., PINTO, L. P., SILVA, J. M. C., HIROTA, M. M. & BEDÊ, L.C., 2005. Desafios para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade** 1: 132-138

TABARELLI, M. & PERES, C. A., 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**. 106 (2002) 165–176.

TABARELLI, M., PERES, C. A., MELO, F. P. L., 2012. - The ‘few winners and many losers’ paradigm revisited: Emerging prospects for tropical forest biodiversity. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE 50670-901, Brazil. **Biological Conservation**, 155 (2012): 136-140.

TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, 24: 283-292.

THE PLANT LIST (2013). Version 1.1. Publicado na internet. Disponível em: <http://www.theplantlist.org> Acesso em janeiro/2017.

VELOSO, H. P. & GÓES FILHO, L. 1982 – **Fitogeografia brasileira – classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. RADAMBRASIL, Salvador.

VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991, **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.

WILCOVE, D. S., McLELLAN, C. H. & DOBSON, A. P. 1986. Habitat fragmentation in temperate zone. In: Soulé, M.S. (ed.) **Conservation Biology**. Saunderland: Sinauer Associates.

WURDACK, J. J. & RENNER, S. S. 1993. Melastomataceae. In Van Rijn (ed.), **Flora of the Guianas**. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.