

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

RITA CAMILA NOBRE SAMPAIO

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Vera Lex Engel

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU - SP
dezembro, 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

RITA CAMILA NOBRE SAMPAIO

Orientadora: Prof^ª Dr.^a. Vera Lex Engel

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus
de Botucatu, para a obtenção do título
obtenção do título de Mestre em Ciência
Florestal

BOTUCATU - SP
dezembro, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S192e Sampaio, Rita Camila Nobre, 1984-
Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do Estado de São Paulo / Rita Camila Nobre Sampaio. - Botucatu : [s.n.], 2011
xiii, 83 f. : il. color., gráfs., maps., fots.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011

Orientador: Vera Lex Engel
Inclui bibliografia

1. Florestas - Reprodução. 2. Fragmentação florestal. 3. Gradiente ambiental. 4. Manejo florestal. 5. Microclimatologia florestal. 6. Vegetação e clima. I. Engel, Vera Lex. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO"

ALUNA: RITA CAMILA NOBRE SAMPAIO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. VERA LEX ENGEL

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFA. DRA. VERA LEX ENGEL



PROFA. DRA. GISELDA DURIGAN



PROF. DR. JOSÉ MARCELO DOMINGUES TOREZAN

Data da Realização: 12 de agosto de 2011.

Dedico à minha amada família:

Rita, Benedito e Karina

Agradecimentos

Fechamentos de ciclos, início de novas etapas, é nestes momentos que pensamos em todas as situações que passamos e, principalmente, nas pessoas que nos auxiliaram, que foram nossa verdadeira fortaleza.

Agradeço imensamente a Deus por trabalhar através dessas pessoas, verdadeiros anjos na minha vida. Pessoas que me agüentaram nos melhores e nos piores momentos, que só por estarem ali, mesmo sem dizer nada já me diziam que tudo ficaria e terminaria bem. Afinal, a caminhada às vezes é mais importante do que o resultado final.

À minha família, simplesmente minhas almas irmãs nessa grande jornada que é a vida, com vocês aprendo a ser um ser humano cada vez melhor, é de vocês que retiro as forças necessárias para continuar e não esmorecer nunca. Agradeço por fazer parte dessa família perfeita nas imperfeições as Ritas e ao Sampaio, amores da minha vida.

Agradeço o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP), que propiciou minha bolsa para dedicação integral a este trabalho.

À Profª. Dra. Vera Lex Engel que sempre credita 100% a todos que a procuram e comigo não foi diferente. Em muitas portas bati antes de encontrá-la. Meu muito obrigada a você por ser tão generosa e ter compartilhado esses três anos e meio de jornada comigo.

À minha superfamília Botocuda! Amigos que fizeram de Botucatu um segundo lar pra mim, sem vocês eu não teria conseguido, afinal, eu reclamo mesmo, critico, sou extremamente ansiosa e dramática. Obrigada por vocês terem me amparado, serem meus amigos, irmãos dessa caminhada. A vocês: Cinthia (Babu), Elder, Leonardo, pessoas que levarei sempre junto comigo aonde quer que eu vá.

A todos da Família Lerfiaceae que me agüentaram e me socorreram em todos os momentos dessa dissertação; eu não teria conseguido sem vocês. Principalmente Bruno (Curisco), Luis Paulo (Lesma), Luciane (Hã), Camila (Cucca), Marcos (Mábio), Diego (Panda), Danilo (Pitta), Deivid (Codorna), Rodrigo (Cabrito).

À Duratex, por ter cedido o local de estudo, pelo apoio financeiro e por toda a infraestrutura; mas, principalmente, pelas pessoas extraordinárias que lá trabalham, muito obrigada, sem vocês eu não teria conseguido.

A você, Leonardo (Zé Butina), amigo especial de toda essa jornada, que me ajudou, encorajou. Foi meu verdadeiro alicerce em muitos momentos e que também acredita que a persistência é a melhor forma de superar os obstáculos. A Deus, agradeço por você fazer parte da minha vida.

A todos os meus queridos amigos que sempre estão comigo que mesmo ausente se fazem presente de formas incríveis e indescritíveis. E por último, mas não menos importante, a todos os educadores que crêem na Educação como um meio de transformar o mundo.

Muito obrigada a todos!

SUMÁRIO	Página
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO GERAL	5
1.2 Objetivos	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	9
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
CAPÍTULO 1.ESTUDO DO EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL: INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS	24
1. INTRODUÇÃO	24
1.2 Objetivos	26
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Área de Estudo	27
2.2 Amostragem	30
2.3 Análise de Dados	32
3. RESULTADOS	34
4. DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÃO	48
6. REFEREÊNCIAS	49
CAPÍTULO 2: GRADIENTE BORDA- INTERIOR NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL	53
1. INTRODUÇÃO	54
1.2 Objetivos	55
2. MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 Área de Estudo	57
2.2 Amostragem	57
2.3 Análise de Dados	58
3. RESULTADOS	60

4. DISCUSSÃO	68
5. CONCLUSÃO	72
6. REFERÊNCIAS	73
ANEXO	77

LISTA DE FIGURAS

Figura

1	Mapa do remanescente florestal, localizado entre o município de Lençóis Paulista, SP e Borebi, SP.	16
2	Mapa da Fazenda Rio Claro, situada em Lençóis Paulista, SP e a localização da RPPN (Reserva de propriedade particular natural). A imagem em destaque é a localização da área de estudo, onde foram plotadas as quatro transecções amostradas.	18
3	Localização dos transectos na RPPN, indicando em a elevação do terreno em cada ponto amostrado	28
4	Localização dos transectos na RPPN, indicando em a declividade do terreno em cada ponto amostrado	29
5	.Margem do fragmento florestal onde foram instaladas as quatro transecções que possuem a mesma vizinhança. a) o talhão de <i>Eucalyptus</i> sp plantado em menos de dois meses, as coletas de dados microclimáticas já haviam sido iniciadas; b) talhão de <i>Eucalyptus</i> sp recém plantando; c) margem do fragmento florestal; d) quadra onde havia talhão de <i>Pinus</i> sp recém colhido.	30
6	Equipamentos utilizados na medição do microclima: termohigrômetro (temperatura e umidade relativa do ar) protegido com uma estrutura de madeira; luxímetro (intensidade luminosa); termômetro de solo (temperatura do solo).	31
7	Coleta das amostras compostas de solo em parcelas de 10x10m em duas profundidades (0-20 cm e 20-40cm) para análises químicas e físicas.	32
8	Gradiente microclimático no sentido borda/interior da IRL % (Intensidade Relativa luminosa) no fragmento florestal estudado, médias obtidas das quatro campanhas.	35
9	Diferenças microclimáticas encontradas de umidade relativa mínima do ar (%) e temperatura máxima do ar (°C) nas quatro transecções no gradiente borda-centro, durante o período do estudo.	36
10	Dados microclimáticos analisados quanto a sua sazonalidade para as variáveis temperatura máxima do ambiente, umidade mínima do ar, temperatura do solo e IRL % (intensidade relativa de luminosidade)	37
11	Mapa do efeito de borda da RPPN com base em gradientes microclimáticos, realizado no software ArcGis.	39

12	Teores de nutrientes em 20 cm de profundidade e saturação de bases nas profundidades de 20 cm e 40 cm, num gradiente borda-centro. (K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; V% : saturação de bases).	40
13	Levantamento dos indivíduos regenerantes (exemplares com altura ≥ 50 cm e $\leq 1,30$ m).	57
14	Parcela para o levantamento dos indivíduos arbóreos que foram amostrados na faixa amostral dos transectos em parcelas se 10x1 m.	58
15	Porcentagem de infestação de lianas e bambuzinhos e número de árvores mortas encontradas nas parcelas (DAP $< e > 5$ cm).	61
16	Variação da área basal dos indivíduos levantados na área de estudo no gradiente borda centro: a) Área basal dos indivíduos DAP < 5 cm; b) Área basal dos exemplares DAP > 5 cm.	62
17	Porcentagem de infestação de lianas e bambuzinhos ao longo de todos os transectos (a) e número de árvores mortas (b) ao longo do gradiente borda-centro.	63
18	Abundância das espécies <i>Actinostemon conceptiones</i> , <i>A. Concolor</i> , <i>Angostura pentandra</i> e <i>Metrodorea nigra</i> em função da distância à borda dos fragmentos	64
19	As análises de agrupamento por similaridade, de diversidade (a) e estrutura quanto de abundância das espécies (b).	65
20	Análise de redundância para toda a comunidade arbórea relacionando estrutura (AB- área basal; N- número de indivíduos; DAP- DAP médio; e HT- altura média), diversidade (índices H' de Shannon-Wiener; e C de Simpson), riqueza (S), equabilidade (índice J de Pielou), distribuição espacial e abundância das espécies com a distância da bordadura do fragmento. Variação Eixo 1: 0,5205% e Eixo 2: 0,1686%. Os números representam as distâncias da borda (0 = 0-10 m; 10 = 10-20 m e assim por diante, finalizando com 190 representando 190-200 m); e as letras indicam as espécies, onde A: <i>A. conceptionis</i> ; B: <i>A. pentandra</i> ; C: <i>M.nigra</i> ; D: <i>Myrtaceae</i> sp 1, E: <i>Rudgea jasminoides</i> ; F: <i>Rubiaceae</i> sp. 4; G: <i>Actinostemon concolor</i> ; H: <i>Eugenia blastantha</i> ; I: <i>Plinia rivularis</i> ; J: <i>Pilocarpus pauciflorus</i> ; L: <i>Rubiaceae</i> sp 3; M: <i>Aspidosperma ramiflorum</i> ; N: <i>Savia dyctiocarpa</i> ;	66
21	Abundância dos indivíduos regenerantes levantados (entre 50 cm e 1,30 m de altura) em todas as transecções (a) e somente de <i>Psychotria</i> sp (b) em função da distância da borda .	67

LISTA DE TABELAS**Tabela**

1	Estimativa da área afetada e área central do fragmento. AAF* = Área afetada, calculada através do modelo proposto por Laurence e Yensen (1991); AAF% = porcentagem da área afetada; AC* = cálculo da área de miolo do remanescente com base no software ArcGIS através da ferramenta buffer; AC**= cálculo da área de miolo do remanescente com base no modelo de Laurence e Yensen (1991), ambos com base nos parâmetros microclimáticos.	38
---	--	-----------

RESUMO

EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Botucatu, 2011, 56p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestais) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: RITA CAMILA NOBRE SAMPAIO

Orientadora: VERA LEX ENGEL

Os processos de fragmentação florestal geram intensa degradação na Mata Atlântica, atualmente um dos biomas mais ameaçados do mundo. O efeito de borda é um dos fatores chave ligados à fragmentação de habitats, que contribui para a degradação dos fragmentos florestais. Em florestas estacionais semidecíduais, cujo processo de fragmentação é antigo, a importância do efeito de borda ainda não está bem documentada. Os objetivos do trabalho foram estudar o efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em função de características do meio físico e estrutura da vegetação. O estudo foi realizado num remanescente florestal no município de Lençóis Paulista, SP, a RPPN “Olavo Egydio Setúbal”. O fragmento é circundado por plantios comerciais de eucalipto, sendo parte do mesmo vizinha a um talhão de *Pinus* sp., recentemente cortado e substituído por *Eucalyptus* sp, que se encontrava ainda bastante jovem no início do estudo. Foram amostradas quatro transecções de 200m, alocadas perpendicularmente à borda deste talhão jovem, até o interior do fragmento, onde se coletaram trimestralmente variáveis microclimáticas (temperatura e umidade do ar, umidade do solo, intensidade luminosa e temperatura do solo). Foram amostrados também todos os indivíduos regenerantes (≥ 50 cm e $< 1,30$ m de altura) das transecções, em subparcelas de 1x10 m; e os indivíduos com altura $\geq 1,30$ m em parcelas contíguas de 10x10 m. O efeito principal da distância à borda foi estudado através de análise de regressão não linear (modelo exponencial), usando-se o

programa “Statística 7.0”. As curvas foram ajustadas relacionando as variáveis com a distância à borda. Os dados foram submetidos à análise de variância para se estudar o gradiente borda-centro. Os resultados obtidos indicaram haver um gradiente microclimático não linear no sentido borda-centro, sendo o efeito de borda atenuado à medida em que se adentra na mata, estabilizando-se a partir de 50 m para parâmetros microclimáticos e para parâmetros de estrutura de vegetação. Algumas espécies foram apontadas como indicadoras de interior de mata: *Actinostemon conceptionis*, *Metrodorea nigra*, *Actinostemon concolor*, *Angostura pentandra*, e a *Psychotria* sp como indicadora de borda. Com base no microclima, a proporção de área afetada pelo efeito de borda foi estimada em 22,5%, estando algumas porções mais estreitas do fragmento totalmente acometidas por este efeito. Um gradiente borda-centro foi também observado em propriedades químicas do solo, indicando efeitos de longo prazo. Os resultados obtidos quanto às variáveis microclimáticas e de estrutura da vegetação demonstram que, apesar da forma estreita e alongada do fragmento, existe uma área central livre do efeito de borda, onde a comunidade de interior de floresta pode se estabelecer. Contudo, a grande proporção de área afetada pelo efeito de borda indica necessidade de manejo para que esse efeito seja amenizado, e para que a área efetiva de habitat para as espécies de interior possa ser aumentada.

Palavras chave: fragmentação florestal; gradiente ambiental, microclima, estrutura da vegetação; regeneração natural, manejo de paisagens.

SUMMARY

EDGE EFFECT IN A SEASONAL SEMIDECIDUOUS FOREST FRAGMENT AT SÃO PAULO STATE COUNTRYSIDE.. Botucatu, 2010, 56 P. Dissertation (Mastering of Forest Science) – Agronomic Sciences College, São Paulo State University.

Author: RITA CAMILA NOBLE SAMPAIO

Supervisor: VERA LEX ENGEL

Forest fragmentation processes have been leading to a fast degradation of Atlantic Forest Biome in Brazil, currently one of the most threatened world's biomes. The edge effect is one of the key processes linked to habitat fragmentation, which accounts for much of ecosystem degradation. In seasonal semideciduous forest ecosystems, where the fragmentation process is older, the importance of edge effect has not been sufficiently documented. We had the objective to assess the edge effect existing in a seasonal tropical forest fragment, considering physical environment and forest structure parameters. The study was conducted in a remnant forest at Lençóis Paulista county, state of São Paulo, at the "Olavo Egydio Setubal" private reserve. The forest is surrounded by *Eucalyptus* sp commercial plantations and a former *Pinus* sp stand which had been recently harvested and shifted to *Eucalyptus* sp. We sampled four 200m long transects, allocated perpendicularly from the edge to the inner part of the fragment. Microclimatic variables (air temperature and relative humidity, soil moisture, light intensity and soil temperature) were collected every three months, during three consecutive days in each transect. We also sampled all individuals with height $\geq 1,30\text{m}$ in 10x10 m contiguous plots and the regenerating individuals (height ≥ 50 cm and $< 1,30\text{m}$) in one 1x10 m subplots inside each plot. Data were analyzed using descriptive statistics and analysis of variance. The main effect of distance to the edge was studied by nonlinear regression analysis (exponential model) using the package "Statistica 7.0". The results indicated a non-linear gradient in the microclimatic variables, suggesting an asymptotic edge effect after 50 m from the edge, if we consider the microclimatic

variables, and the forest structure. Some species could be pointed out as forest interior indicators (*Actinostemon conceptiones*, *Metrodorea nigra*, *Actinostemon conceptionis*, *Angostura pentandra*), and at least one species (*Psychotria* sp.) could be associated to forest edges. Based on microclimatic parameters, the affected area was estimated to be as much as 22,5% of the fragment area. Despite the narrow and elongated shape of the fragment, there is still a core area, free of edge effect, where the inner community can persist. However, the high proportion of affected area indicates the need for management looking forward to buffer the edge effect and increase the effective habitat area for more specialized species.

Key-words: forest fragments, edge effect, microclimatic variables, community structure, management.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As pressões antrópicas podem ter graves implicações sobre os processos florestais sendo que, além de se ampliar o conhecimento sobre a diversidade biológica dos remanescentes é necessário saber sobre a organização espacial das comunidades vegetais e suas respostas à fragmentação da paisagem (CARVALHO et al, 2007). A fragmentação florestal pode ser definida como a redução em tamanho de uma grande área contínua de habitat, causada pela intervenção na matriz, que passa a ser dividida em remanescentes isolados (DIDHAM, 1997; PRIMACK, 2006). Ocorre, principalmente, por motivação de ordem econômica, pela substituição de parte da floresta por pastagens ou atividades agrícolas (TONHASCA JR, 2005).

A Mata Atlântica apresenta um panorama de fragmentação florestal intenso, com poucas áreas extensas e contínuas e diversas porções que sofreram diferentes graus de degradação (ZAÚ, 1998). É um dos biomas que mais sofreram impactos dos ciclos econômicos do país. No Estado de São Paulo, a maior parte dos remanescentes florestais da Mata Atlântica corresponde a pequenos fragmentos isolados e já bastante alterados (VIANA et al, 1997; KRONKA, 2005), principalmente no interior. Muitas dessas áreas naturais apresentam baixa diversidade de espécies e densidade de indivíduos arbóreos e elevada incidência de invasoras (RODRIGUES, 1999, METZGER, 2003). Dessa forma, identificar os efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades, propor linhas de ação para minimizar os impactos e entender as relações estabelecidas entre os

remanescentes e o seu entorno é de suma importância para a conservação dos remanescentes florestais da Mata Atlântica.

Os remanescentes florestais em alguns aspectos se assemelham pouco ao habitat original e, na maioria das vezes, estão circundados por uma matriz inhóspita à maioria dos seus organismos característicos. Além disso, suas margens estão sujeitas a uma série de alterações físicas e bióticas, que são referidas freqüentemente como efeito de borda (PRIMACK, 2006). A borda possui um microambiente que, geralmente, difere do interior da floresta em alguns parâmetros como radiação solar, temperatura, umidade, velocidade do vento e estrutura florestal (OOSTERHOORN; KAPPELLE, 2000).

É difícil determinar o conjunto de eventos no tempo que irá direcionar a trajetória dos processos ecológicos em bordas. Grande parte dos estudos identifica apenas os processos, mas os fatores direcionadores permanecem relativamente obscuros, dificultando a detecção de padrões consistentes. Isto sugere que nas interpretações há uma mistura de fatores que são pouco elucidativos em relação aos processos e padrões intrínsecos à vegetação próxima a limites artificiais. Ainda que as informações sejam suficientes para indicar a existência de efeitos de borda, as suas consequências em longo prazo permanecem desconhecidas (RODRIGUES; NASCIMENTO, 2005). Considerando este cenário, há necessidade de se avançar nos conhecimentos sobre a dinâmica de bordas em remanescentes florestais, visto que o efeito de borda é um dos componentes-chave que determinam a qualidade do habitat.

Sabe-se num processo de fragmentação recente há uma mudança brusca nas condições ambientais dos trechos de borda, que anteriormente estavam isolados das influências externas em maior ou menor grau, e que passam repentinamente a sofrer efeitos de aumento de radiação solar e ventos, diminuição da umidade relativa do ar e aumento das temperaturas, bem como a um maior risco de invasão por espécies características de habitats mais abertos (KAPOS et al, 1997). Isso gera consequências a médio e longo prazo para a regeneração das espécies vegetais, com o favorecimento daquelas mais heliófilas, o que pode ser detectado pelas mudanças na estrutura da vegetação num gradiente borda-centro, após algum tempo. Por outro lado, em fragmentos mais antigos, como a maioria daqueles do interior de São Paulo, este efeito inicial passa a

ser de certa forma atenuado pelo desenvolvimento de uma vegetação característica de borda, inclusive lianas (ENGEL et al, 1998).

A vizinhança do fragmento também irá contribuir para a magnitude deste efeito. Quanto mais contrastante for a matriz em relação à floresta, no que se refere à sua estrutura característica, maior será a distância de penetração deste efeito. Deste modo, espera-se que em fragmentos vizinhos a reflorestamentos, por exemplo, as mudanças microclimáticas na borda sejam menores do que naqueles vizinhos a áreas abertas, trazendo reflexos positivos para o desenvolvimento da vegetação de borda na primeira situação. Por outro lado, devido ao fato de haver exploração periódica de madeira nas florestas vizinhas, pelo menos durante o período da colheita o efeito de borda deve ser máximo.

O remanescente florestal da RPPN Olavo Setúbal é um fragmento de floresta estacional semidecidual que, como outros no interior de São Paulo, apresenta um longo histórico de perturbações antrópicas, desde a extração seletiva de madeira, ocorrida até a década de 70, agravado por eventos naturais como incêndios e a passagem de um tornado recentemente. Situa-se imerso em uma paisagem cuja matriz é florestal, sendo vizinho a talhões de reflorestamentos com *Eucalyptus* sp., havendo anteriormente também plantios de *Pinus* sp. Apresenta um alto valor para a conservação, pela sua extensão (aproximadamente 617 ha) e por abrigar populações consideráveis de espécies arbóreas importantes, como *Aspidosperma polyeuron* (MARTINS, 2011) e de mamíferos ameaçados de extinção, como o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) e de outras espécies raras, como a onça parda (*Puma concolor*) e o bugio (*Alouatta* sp), tendo sido transformado em RPPN (Reserva Particular de Proteção à Natureza, é isso mesmo???) . Apesar de sua importância, poucos estudos já foram feitos nesta reserva, como os de Martins (2011), que estudou a estrutura e a dinâmica sucessional do remanescente. Avaliar as implicações da fragmentação florestal, mais especificamente no efeito de borda deste fragmento e suas consequências sobre o meio físico e a comunidade florestal fornecerá subsídios para ações de manejo e conservação desta área.

Essa dissertação encontra-se dividida em dois capítulos. O Capítulo I estuda o efeito de borda neste remanescente através de parâmetros microclimáticos; O Capítulo II analisa a variação da estrutura da comunidade vegetal deste remanescente ao

longo de um gradiente borda-centro, incluindo a distribuição das espécies entre em ambiente de borda e interior.

1.2 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este estudo, conhecer a magnitude do efeito de borda em um remanescente florestal circundado por reflorestamentos e cujo processo de fragmentação é antigo, a fim de contribuir para sua conservação e manejo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL:

A paisagem florestal é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (METZGER, 2001). É nesse contexto que as distribuições espaciais dos indivíduos, das populações e das comunidades são objetos de estudo e interesse, uma vez que os distúrbios antrópicos ou naturais afetam a paisagem, trazendo conseqüências nos padrões espaciais.

Os fenômenos ecológicos podem ser estudados no nível de paisagem, na qual um remanescente florestal é considerado uma mancha (“patch”), isto é, uma unidade básica utilizada para investigar os padrões espaciais (GUREVITCH et al, 2009). Contudo, a fragmentação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações, implicando em diversas conseqüências nos processos ecológicos, afetando de forma diferenciada os parâmetros de mortalidade e natalidade das espécies e, portanto, a estrutura e a dinâmica de ecossistemas (VIANA; PINHEIRO, 1998). Ecossistemas, quando submetidos a sucessivas reduções de áreas podem se tornar não autossustentáveis na perspectiva da conservação da estrutura e da dinâmica biológica (COSTA, 2006). Apesar das áreas fragmentadas não serem consideradas prioritárias em planos de conservação ambiental (TONHASCA JÚNIOR, 2005), é necessário que tenham sua diversidade protegida através de ações de manejo, como o aumento da sua área efetiva e/ou promoção da interligação dos fragmentos através de aumento da permeabilidade da paisagem

(METZGER, 2003). O manejo correto destes fragmentos é decisivo para a sua conservação e das suas características (VIANA; PINHEIRO, 1998; METZER, 2003).

O processo de fragmentação acarreta consequências imediatas na área afetada, como a subdivisão do habitat antes contínuo, desconectando populações e, também, a diminuição de área com perda de espécies. Assim, a persistência ou não das espécies originais depende, em grande parte, da heterogeneidade ambiental dentro de cada fragmento, da matriz de habitats do “entorno”, da conectividade entre os fragmentos e da magnitude do efeito de borda (BARROS, 2006). Deste modo, os remanescentes florestais acabam por diferir do habitat original, principalmente sob três aspectos: i) fragmentos têm uma maior relação perímetro área e, portanto, estão mais sujeitos ao efeito de borda; ii) a sua região central é mais próxima à margem do que em áreas contínuas; iii) populações inicialmente grandes e contínuas foram divididas em sub-populações menores e isoladas (PRIMACK, 2006). A fragmentação diminui o número de espécies, alterando a composição da comunidade, tanto como um resultado direto da redução da área florestal e/ou como mudança na forma florestal, assim como com o aumento do isolamento dos remanescentes florestais (VIANA et al., 1992; HILL ; CURRAN, 2003).

A fauna - os primatas, predadores de topo de cadeia que necessitam de grande área de vida, espécies endêmicas e migratórias - dos remanescentes florestais também são afetados diretamente, os quais respondem ao processo deslocando-se para fora da área isolada, resultando numa extinção local da espécie. Do mesmo modo, as plantas ou são eliminadas no processo de isolamento geográfico ou têm sua densidade reduzida na comunidade depois do isolamento, podendo ocorrer a extinção local ou regional. Assim, nem sempre nos fragmentos florestais encontra-se uma amostra completa da comunidade original, pois mesmo antes do processo de isolamento geográfico ser total é possível constatar mudanças na composição das espécies florestais (RANKIN-DE-MERONA; ACKERLEY, 1987).

À medida que a paisagem torna-se fragmentada, cada organismo responde ao distúrbio de maneira diferenciada comprometendo e alterando o ecossistema. Neste processo, o habitat modifica-se de diversas maneiras, como: espécies são eliminadas, populações são reduzidas, padrões de dispersão e migração interrompidos, fluxos de entrada e saída do ecossistema são alterados (BARROS, 2006). Espécies que são adaptadas

à sombra e animais sensíveis à diminuição da umidade do ar são rapidamente eliminadas, o que gera uma mudança na composição das espécies da comunidade (PRIMACK; RODRIGUES 2001). Em suma, a fragmentação florestal causa um efeito cascata na estrutura florestal, afetando todos os nichos - árvores, insetos, espécies de vertebrados e invertebrados - que têm os processos ecológicos básicos gravemente perturbados (TABARELLI et al, 2004).

Diversos pesquisadores levantam questões de extrema importância para a conservação da biodiversidade no contexto da fragmentação florestal, tais como: tamanho ou área mínima para que os fragmentos tenham sustentabilidade, magnitude do efeito de borda, grau de isolamento e intensidade de transformação, alterações de ordem física e biológica nos contatos fragmento/paisagem transformada, características e permeabilidade da matriz, entre outros (KAPOS, 1989; LAURANCE; YENSEN, 1991; HILL; CURRAN, 2003; METZGER, 2003).

As bordas surgem como resultado da interação de ecossistemas adjacentes separados por uma transição abrupta (MURCIA, 1995). O efeito de borda nos remanescentes florestais pode ser definido como o conjunto de mudanças sofridas pelo ecossistema na sua borda, em relação às condições do interior, assim, a identificação das bordas depende de como os remanescentes são definidos na paisagem (NEWTON, 2007). Os estudos de borda são de extrema importância, uma vez que os processos biológicos ligados à fragmentação e degradação iniciam-se, em sua maioria, pela borda dos fragmentos, o que acaba influenciando diretamente a dinâmica das comunidades florestais e alterando a composição de espécies das áreas sob o efeito da borda (VIANA et al, 1992).

Os efeitos diretos que a criação de uma borda pode causar nos remanescentes florestais e os processos envolvidos são inúmeros, incluindo a perturbação física da vegetação e do solo, mudanças do meio abiótico e de trocas de energia do ecossistema, entre outros. O processo da criação de bordas gera uma resposta primária rápida do ecossistema, incluindo danos às árvores e outras plantas, perturbação ao solo florestal, diminuição da dispersão de pólen, alterações na evapotranspiração, na densidade de árvores, área foliar, biomassa (HARPER et al, 2005). Esses efeitos podem ser divididos em dois grupos distintos. O primeiro refere-se aos efeitos abióticos, que envolvem mudanças no meio físico, principalmente microclima (temperatura, umidade do ar,

radiação solar, modificação dos ventos) (KAPOS, 1989); e o segundo, aos efeitos bióticos, que envolvem mudanças nas populações e comunidade, podendo essas ser diretas (alteração na abundância e na distribuição de espécies de acordo com a tolerância às bordas) ou indiretas (envolvem alterações na interação entre as espécies, como predação, parasitismo, entre outros) (RODRIGUES, 1993; MURCIA, 1995).

Posteriormente o processo atinge a estrutura florestal e, como resposta ao efeito abiótico decorrente da fragmentação, várias mudanças ocorrem, tais como: aumento das taxas de mortalidade das árvores na proximidade da borda, baixa germinação de sementes nos fragmentos, diminuição da riqueza e abundância de espécies lenhosas, herbáceas na proximidade da borda, diminuição da densidade de plântulas em fragmentos e alterações na produção de serrapilheira (KAPOS, 1989; TURNER; GARDNE, 1990). O efeito da borda também induz a um aumento na mortalidade de árvores jovens pela competição com outros indivíduos. Até mesmo árvores adultas ficam mais vulneráveis à borda e frequentemente caem com a elevação de suas raízes para a superfície e com a ação do vento (TABARELLI et al, 2004).

Após esse efeito cascata inicial, o remanescente sofre uma acentuação dos efeitos abióticos (ventos, luminosidade). Com isto, inicia-se o processo de regeneração secundária, crescimento e mortalidade, que depende diretamente da extensão do primeiro processo. Deste modo, quanto menor for a distância de influência do efeito de borda, melhores serão as respostas do remanescente a esta reestruturação florestal (HARPER et al, 2005).

Assim, espécies típicas dos estágios sucessionais iniciais como lianas (ENGEL et al, 1998), outras espécies pioneiras de crescimento rápido e vida relativamente curta com madeira de baixa densidade (no caso das lenhosas), baixa resistência a predadores e a agentes infecciosos (JORDAN, 1985) crescem na borda da floresta em resposta aos processos desencadeados. Esse denso emaranhado de vegetação cria uma barreira física, podendo até reduzir futuramente os efeitos de borda no que se refere ao contraste microclimático com o interior da floresta (KAPOS, 1989; LAURANCE et al., 2002).

As alterações nas condições do ecossistema e a intensidade do efeito de borda dependem de quão recente o distúrbio foi causado naquela paisagem, sendo

que em bordas mais recentes o fragmento está estruturalmente mais susceptível às variações microclimáticas e muitas árvores tendem a morrer nesse período de “adaptação” do remanescente a essas mudanças. Com o tempo as bordas tornam-se mais antigas e sua permeabilidade às variações diminui. Apesar dos efeitos serem atenuados com o tempo eles não cessam, sendo a borda sempre mais dinâmica e vulnerável que o interior das florestas, devido às variações de microclima (LAURENCE, 2002; HARPER et al, 2005)

Logo, o entendimento da dinâmica espacial e temporal do microclima nas bordas das florestas é de extrema importância para a resposta biológica, distribuição e abundância de organismos em remanescentes florestais (TURTON; FREIBURGER, 1997). Observa-se uma incidência solar mais elevada nas bordas do que no interior dos remanescentes florestais. Assim, cria-se um gradiente climático e energético dentro do mesmo ambiente e entre o ambiente e a matriz. A orientação da borda (relacionada com a exposição solar) e a fisionomia (modulando a quantidade de luz que atravessa a borda) determinam a intensidade do efeito abiótico ao longo do gradiente (PAGLIA, 2006).

As condições microclimáticas estão entre os principais regentes dos eventos biológicos dentro de sistemas florestais, e suas variações podem ser decisivas na manutenção do remanescente e na composição de espécies (MENDES, 2008). O microclima florestal pode ser entendido como aquele que caracteriza o ambiente do espaço entre a superfície do solo e a copa das árvores, que possui características meteorológicas diferenciadas (D'ARROCHELLA et al, 2009). O tamanho e a forma do fragmento também influenciam a susceptibilidade às mudanças microclimáticas, uma vez que quanto menor o fragmento ou mais irregular a forma, mais intensas são as influências climáticas externas (TURTON; FREIBURGER, 1997).

Muitos fatores são moduladores da intensidade do efeito de borda e acabam por nortear os pesquisadores a detectá-los de diversas maneiras, como pelas diferenças na composição e estrutura da vegetação (OOSTERHOON ; KAPELLE, 2000), alterações na composição e/ou na abundância relativa de espécies na margem de um fragmento (FORMAN; GRODON, 1986), por gradientes microclimáticos (diminuição de umidade do solo e do ar, aumento da radiação solar, temperatura e ventos) no sentido borda interior (PALIK; MURPHY, 1990; LAURENCE; YENSEN, 1991); na invasão de

espécies de plantas e animais adaptados à borda (LAURENCE; BIERREGAARD, 1997); e no aumento da mortalidade de árvores e formação de clareiras (RANKIN-DE-MERONA; ACKERLEY, 1987), dentre outros.

Estes fatores são influenciados e dependem da unidade de paisagem em que se encontra o remanescente. Essa unidade, matriz, tem uma importante influência na relação entre os elementos da paisagem, acelerando ou retardando a perda de biodiversidade (GUISARD; KUPLICH, 2008). Como exemplo, Engel e Nassur (1995), ao estudar um fragmento de floresta atlântica de tabuleiros, circundado por plantios de eucalipto, encontraram um efeito de borda menor do que aquele que seria esperado, considerando sua grande relação perímetro/ área. Este padrão foi atribuído à vizinhança com plantios de eucalipto, que atuariam minimizando o efeito de borda. Desse modo o contraste da matriz com a borda é um fator influente; quanto mais distinta a matriz do fragmento maior pode ser o efeito de borda (LINDENMAYER; FICHER, 2006). Assim, a influência da vizinhança pode ser determinante para a autossustentabilidade do remanescente.

Porém, não existem generalizações confiáveis sobre padrões de mudanças geradas pelo efeito de borda, uma vez que os resultados dos estudos são inconsistentes. Um exemplo são as variações microclimáticas, que nem sempre são levantadas nos estudos, já que os padrões da vegetação dependem do fator clima/microclima (GUREVITCH et al, 2009). Assim, apesar de muitos estudos sobre os efeitos da fragmentação florestal e as consequências sobre a comunidade vegetal, ainda é necessário melhorar os modelos, previsões e a compreensão destes processos e associá-los às influências que as atividades humanas exercem na perda de espécies (TABARELLI, 2005).

A compreensão do fenômeno da fragmentação florestal e dos processos ecológicos envolvidos, seus efeitos na estrutura das comunidades e ecossistemas, e a interpretação do efeito de borda, que é cada vez mais frequente, podem conduzir, com mais eficiência, a modelos e estratégias florestais que mantenham a diversidade biológica e a integridade do ecossistema natural em paisagens altamente antropizadas (MALCOLM, 1997).

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O estudo foi realizado no município de Lençóis Paulista, Estado de São Paulo, na fazenda Rio Claro (22. 27'S, 48.57W). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical úmido com inverno seco. A média da temperatura máxima do ar é de 28 °C e a mínima encontrada é de aproximadamente 15 °C, a precipitação média é de 105 mm por ano (DURATEX, 2010).

A fazenda possui aproximadamente 21.854 ha e está localizada a 570 m de altitude. A cobertura vegetal natural da propriedade tem aproximadamente quatro mil hectares, compostos por 1,6 mil ha de matas, 1,15 mil de ha de várzeas, 560 ha de vegetação campestre, 440 ha de cerradão, 20 ha de cerrado e 22 ha de capoeira (DURATEX, 2008).

O fragmento de floresta estudado, com área de 615,50 ha, é uma RPPN (Reserva Particular de Patrimônio Natural). O entorno da reserva tem sido utilizado para plantações comerciais de florestas durante os últimos 30 anos. O remanescente está inserido numa matriz de reflorestamentos, e tem sua vegetação interrompida por barreiras antrópicas (estradas) e/ou naturais (lagos, outras formações vegetais) (Figura 1).

A matriz em que o fragmento está inserido passou por transformações ao longo do tempo. Os talhões que antes eram compostos por *Pinus* sp deram lugar ao *Eucalyptus* spp, com conseqüente redução no ciclo de corte de 15-20 para 6-7 anos. A mudança foi realizada gradativamente. Algumas quadras mais próximas ao remanescente, (38 e 39, Figura 1) possuem *Eucalyptus* sp. desde 1987. As quadras 33 a 37 tiveram a substituição das espécies realizadas entre final de 2008 e janeiro de 2009. As quadras, 58, 59A, 60A e 60B possuem o plantio de *Eucalyptus* sp desde 1990 (Figura 1). O último talhão de *Pinus* sp, o 36, foi cortado em 2009, tendo sido substituído por *Eucalyptus* sp em seguida, justamente no ano de início deste trabalho.

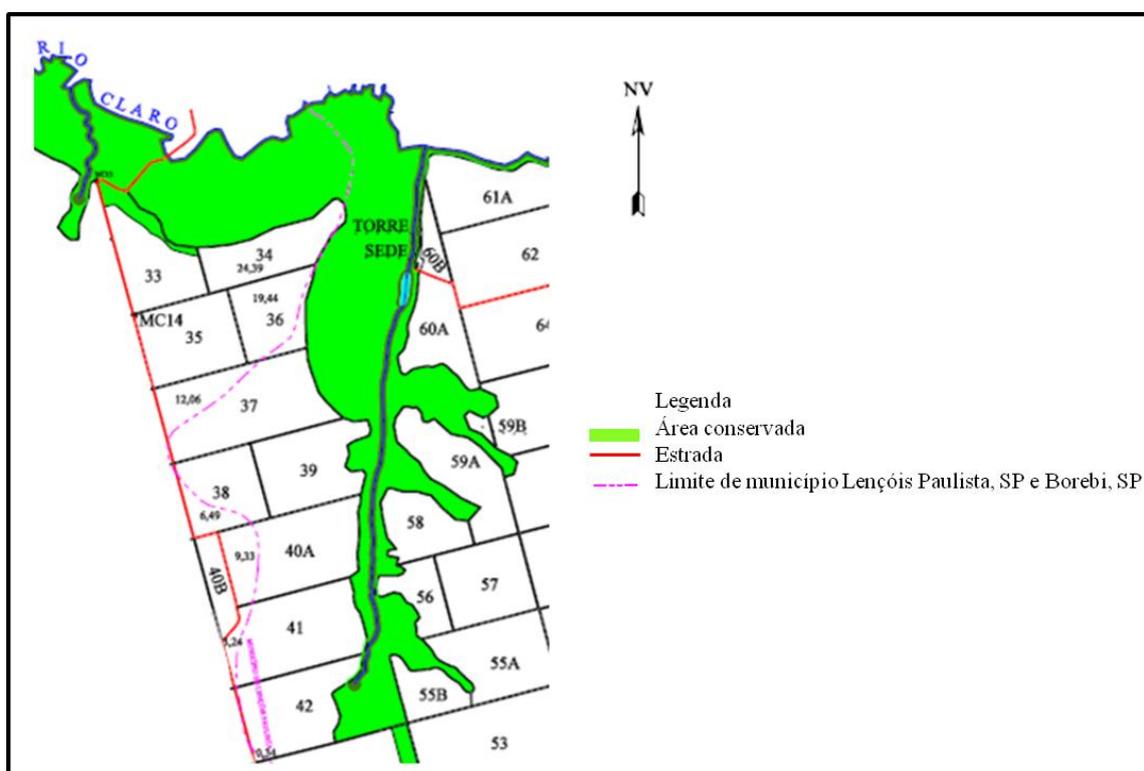


Figura 1. Mapa do remanescente florestal, localizado entre o município de Lençóis Paulista, SP e Borebi, SP.

A reserva é interligada com outros fragmentos menores através de uma matriz formada por talhões de reflorestamentos comerciais de eucalipto em diferentes rotações (cerca de 2/3 do entorno) e por corredores ecológicos que interligam as nascentes das fazendas. A face norte do fragmento é margeada pelo ribeirão Rio Claro, onde há maior declividade do terreno, tendo ainda algumas áreas isoladas de floresta nativa na paisagem (Figura 2).

A reserva é coberta por Florestal Estacional Semidecidual e transições para cerrado. O dossel da floresta varia de 15 a 25m, entre as áreas mais perturbadas e outras bem conservadas. O remanescente apresenta um histórico de distúrbios naturais e antrópicos: alguns trechos da floresta sofreram extração seletiva de madeira (principalmente peroba, *Aspidosperma polyneuron*) até o final da década de 1970; com trechos que houve desmatamento, cederam lugar para agricultura e pecuária com posterior abandono das áreas; passagem de um tornado em 25 de maio de 2004, com duração de 16 minutos, atingindo velocidades entre 180 e 251 km/h (ANTONIO et al, 2005). Esses distúrbios, com o passar do tempo, geraram diversos ambientes dentro da reserva, que possui diferentes estágios sucessionais de vegetação que vão desde áreas em estágio inicial de regeneração até trechos considerados bem conservados (MARTINS, 2011).

A escolha do local no fragmento onde foram alocadas as transeções (Figura 2) foi feita procurando-se ter uma vizinhança mais homogênea possível. No caso, os talhões vizinhos eram os únicos em que a floresta havia sido recentemente cortada e estava em processo de reforma. No restante do entorno do fragmento havia talhões com diferentes idades, inclusive alguns quase em ponto de corte.

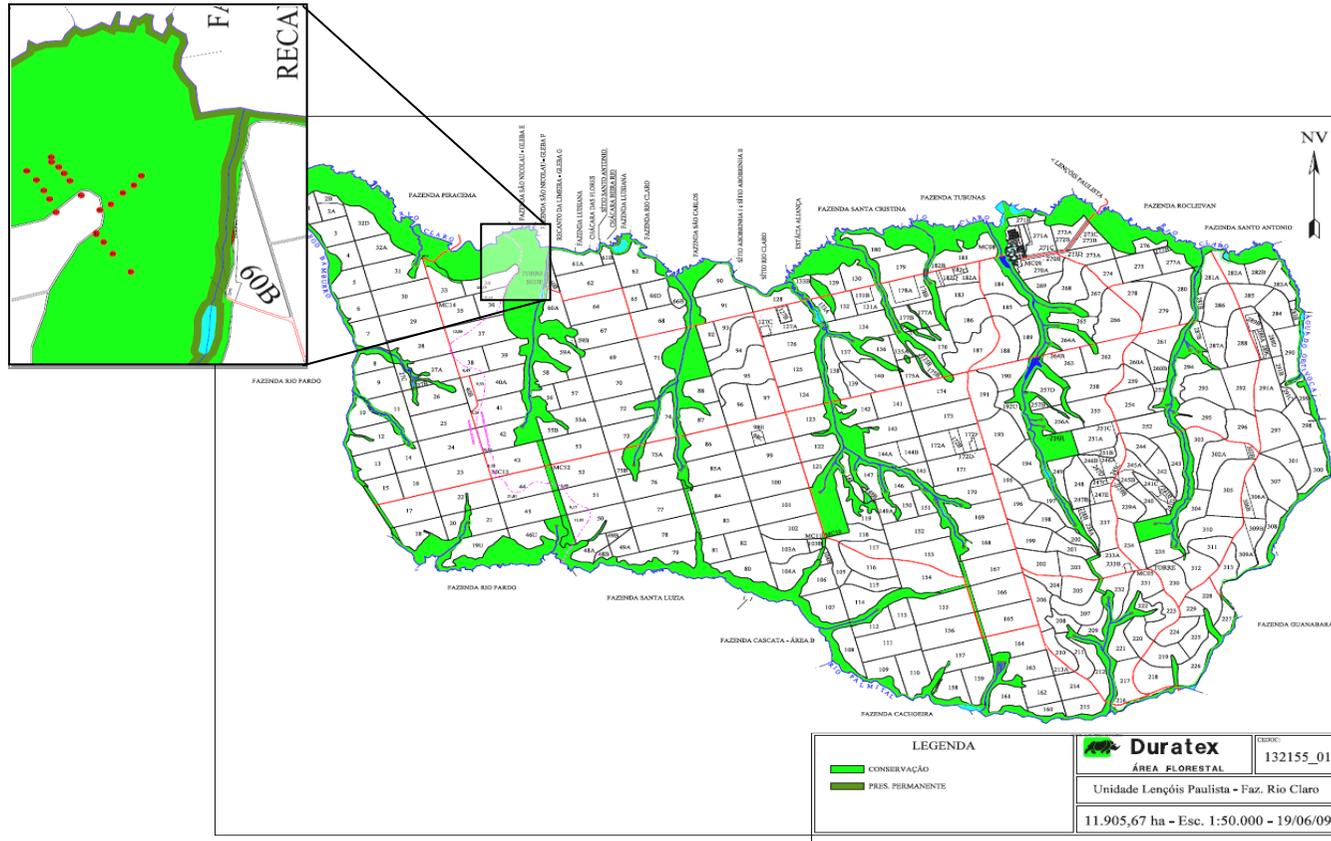


Figura 2. Mapa da Fazenda Rio Claro, situada em Lençóis Paulista, SP e a localização da RPPN (Reserva de propriedade particular natural). A imagem em destaque é a localização da área de estudo, onde foram plotadas as quatro transecções amostradas.

4. REFERÊNCIAS

BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmentos de floresta montana, Nova Friburgo – RJ.** 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

CARVALHO, W. A. C. et al. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 315-335, 2007.

COSTA, R. **Impactos sobre remanescente de Florestas de Mata Atlântica na Zona Oeste da Grande São Paulo:** um estudo de caso da mata da Fazenda Tizo. 2006. 215 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

D'ARROCHELLA, M. L. G. et al. Análise microclimática inter e intra fragmentos florestais na Área de Proteção Ambiental de Petrópolis - RJ. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevidéu. **Anais...** Montevidéu: Universidade de la Republica, 2009. Não paginado.

DIDHAN, R. K. The influence of edge effects and forest fragmentations on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.** Chicago: University of Chicago, 1997. p. 55-70.

DURATEX. Conceitos de sustentabilidade. 2008. Disponível em:
<<http://www.duratex.com.br/port/institucional/responsabilidade/sustentabilidade.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

ENGEL, V. L.; NASSUR, A. A. Forest dynamics and border effects of atlantic forest reserves among Eucalyptus plantation stands. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 20., 1995, Tampere. **Proceedings...** Tampere: IUFRO, 1995. Não paginado.

ENGEL, V. L.; FONSENCA, R. C.; OLIVEIRA, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FORMAN, R. T. T.; GRODRON, M. **Landscape ecology.** New York: John Wiley, 1986. 619 p.

GUISARD, D. M. P.; KUPLICH, T. M. **Fragmentação da cobertura florestal no município de São José dos Campos (SP) entre 1973 e 2004**. São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Ecológicas, 2008. v. 1.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 529 p.

HARPER, K. A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HILL, J. L.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 30, p. 1391-1403, 2003.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Reino Unido: John Wiley, 1985. 200 p.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of tropical patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, p. 173-185, 1989.

LAURENCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Boston, v. 16, p. 605-618, 2002.

LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O. **Forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago, 1997. 616 p.

LAURENCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Essex, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LINDENMAYER, D. B.; FISCHER, J. **Habitat fragmentation and landscape change**. Londres: Island, 2006. 352 p.

MALCOLM, A. J. Biomass and diversity of small mammals in Amazonian forest fragments. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago, 1997. p. 207-221.

MARTINS, L. A. **Estrutura da dinâmica sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com diferentes históricos de perturbação**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MENDES, M. G. F. **Microclima e expressão do efeito de borda em uma paisagem fragmentada na Floresta Atlântica Nordestina**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JUNIOR, L.; PÁDUA, C. V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 667 p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

MULLER, A.; BATAGHIN, F. A.; SANTOS, S. C. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento florestal de floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 34, n. 125, p. 29-39, 2010.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 10, p. 58-62, 1995.

NEWTON, A. C. **Forest ecology and conservation: a handbook of techniques**. New York: Oxford University Press, 2007. 454 p.

OOSTERHOORN, M.; KAPPELLE, M. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rica montane cloud forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 126, p. 291-307, 2000.

PAGLIA, A. P.; FERNANDEZ, F. A. S.; DE MARCO JUNIOR, P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes? In: ROCHA, C. F. D. H. et al. (Orgs.). **Biologia da conservação: essências**. São Paulo: Rima, 2006. p. 281-316.

PALIK, B.; MURPHY, P. G. Disturbance versus edge effects in sugar: maple/beechn forest fragmentation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 32, p. 198-202, 1990.

- PRIMACK, R. B. **Essentials of conservation biology**. Sunderland: Sinauers Associates, 586 p, 2006.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.
- RANKIN-DE-MERONA, J. M.; ACKERLY, D. D. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação *in situ* das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. **IPEF**, Piracicaba, n. 35, p. 47-59, 1987.
- RICKLEFS, R. E. **Economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.
- RODRIGUES, E. **Ecologia de fragmentos florestais ao longo de um gradiente de urbanização em Londrina-PR**. 1993. 110 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.
- RODRIGUES, F. Efeito de borda em fragmentos de florestas. **Caderno de Biodiversidade**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 1-6, 1998.
- RODRIGUES, R. R. Restauração de florestas tropicais: indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSSISTEMA NATURAIS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1999. p. 179-183.
- RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeito de borda. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 63-74, 2006.
- RODRIGUES, R. R. et al. **Manejo para restauração ecológica em floresta estacional semidecídua**: Reserva Municipal Mata de Santa Genebra. Campinas: FUNAMA, 1998. Não paginado.
- KRONKA, F. J. N. et al. **Inventário florestal de vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 13, p. 1419-1425, 2004.

TONHASCA JUNIOR, A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197 p.

TURTON, S. M.; FREIBURGER, H. J. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 45-54.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 400-407, 1992.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of forest in the Brazilian Atlantic moist forest. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago, 1997. p. 55-70.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

ZAU, A. S. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 160-170, 1998.

CAPÍTULO I: ESTUDO DO EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA SEMIDECIDUAL: INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS

1. INTRODUÇÃO:

O processo de desmatamento em áreas florestais leva à formação de fragmentos circundados por paisagens muitas vezes inóspitas às espécies desses ecossistemas. As consequências da fragmentação florestal têm sido intensamente estudadas, como uma forma de prever os resultados deste processo nos remanescentes e propor formas de manejo para sua conservação.

Dentre os aspectos da fragmentação, o efeito de borda tem sido o foco de muitos estudos, uma vez que é uma das principais consequências da fragmentação florestal, e levando a alterações bióticas e abióticas nos ecossistemas. Vários estudos mostram que a incidência de luz, a temperatura, umidade, taxas de decomposição, riqueza de espécies e as interações bióticas variam num gradiente borda-interior (MURCIA, 1995).

Os estudos microclimáticos, geralmente, caracterizam o ambiente de uma floresta envolvendo o comportamento de diversas variáveis (radiação, temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento) (PEZZOPANE, 2001). As alterações microclimáticas que se seguem ao processo de destruição e fragmentação são de extrema importância. Com a fragmentação as bordas florestais acabam por diferir abioticamente do interior dos remanescentes devido ao aumento na luminosidade e temperatura do ambiente, diminuição da umidade, velocidade dos ventos e exposição à radiação solar. Estas variáveis são apenas algumas que conduzem a dinâmica dos eventos biológicos diretos e indiretos no gradiente borda-centro (SCARIOT et al, 2003; LAURANCE et al., 2002; HARPER, 2005).

Apesar da grande importância do efeito abiótico nos estudos de borda, os padrões encontrados nem sempre são claros (KAPOS et al. 1997; NASCIMENTO; LAURANCE, 2006). Geralmente, as variações ambientais tendem a ser mais significativas bem próximas às margens. As diferenças microclimáticas, na maioria das vezes, ocorrem entre 15 e 60 metros nos fragmentos florestais (KAPOS, 1989). Essas diferenças abióticas afetam diretamente alguns processos biológicos, podendo ser responsáveis pelas diferenças florísticas e estruturais encontradas nos fragmentos florestais. Por outro lado, estudos

indicam que após cerca de cinco anos da ocorrência da fragmentação, muitas das alterações ambientais diminuem de intensidade, devido ao desenvolvimento de uma vegetação secundária que “sela” a borda (TABARELLI; GASCON, 2005). Ainda assim, é de se esperar que este efeito continue existindo, mesmo em fragmentos antigos de floresta estacional semidecidual, conforme demonstraram Viana et al. (1997) e Viana e Pinheiro (1998).

O estudo de efeito de borda engloba diversos fatores preditores, sendo que as características da paisagem influenciam em maior ou menor grau as suas condições ambientais. A vizinhança pode influir no efeito de borda, tanto negativamente como de forma positiva (diminuindo este efeito). Segundo Viana e Pinheiro (1998), fragmentos circundados por pastagens tendem a ter um maior efeito de borda do que aqueles vizinhos a reflorestamentos. Para os mesmos autores, a vizinhança a reflorestamentos também é benéfica no sentido de diminuir os riscos de incêndios nos fragmentos. Influências benéficas da vizinhança de reflorestamento com eucalipto para a diminuição do efeito de borda foi notada também por Nascimento et al (2010), onde a manutenção de uma barreira com árvores ajudou a amenizar o microclima, proporcionando redução global de 35% na luminosidade incidente sobre o solo na borda do fragmento e de 1°C na temperatura do ar; além de elevar em 3,4% a umidade relativa. A barreira foi eficaz também na prevenção dos impactos mecânicos sobre a vegetação nativa, evitando danos às árvores adultas e preservando o estrato regenerante junto à borda do fragmento florestal.

Considerando-se que as variáveis microclimáticas sofrem alterações numa escala de tempo mais rápida do que a estrutura da vegetação, e que a vizinhança com o eucalipto pode diminuir o contraste borda-centro, espera-se que logo após o corte da floresta vizinha este efeito seja máximo, pelo menos no que se refere ao microclima, sendo também capaz de provocar alterações na vegetação. Deste modo, o conhecimento dos padrões de variação do gradiente borda-centro é fundamental para orientar estratégias de manejo e conservação dos remanescentes florestais.

1.2.OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência e magnitude do efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual circundado por reflorestamentos. A hipótese a ser testada é que mesmo em um fragmento antigo e com

vizinhança menos contrastante (reflorestamento), o efeito de borda é significativo, pelo menos após o corte da floresta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Lençóis Paulista, Estado de São Paulo, na fazenda Rio Claro (22. 27'S, 48.57W). A fazenda possui aproximadamente 21.854 ha e está localizada a 570 m de altitude, sendo o terreno plano a suavemente ondulado. A declividade e a elevação do terreno ao longo das transecções são similares, apresentando pouca variação entre os pontos amostrados (Figura 3). Foram demarcados quatro transectos perpendiculares à borda, distantes no mínimo de 100 m entre si, e estendendo-se a até 200 m, coincidindo com a parte central do fragmento.

A amostragem foi realizada na borda do fragmento que correspondia ao talhão de *Pinus* sp. recentemente reformado, com implantação de *Eucalyptus* sp., cuja floresta era jovem (menos de uma ano). Procurou-se caracterizar assim um ambiente mais homogêneo possível e mais contrastante com as condições de floresta vizinha (Figura 4), em relação aos demais trechos de borda. Procurou-se também amostrar justamente o trecho em que o fragmento era mais largo.

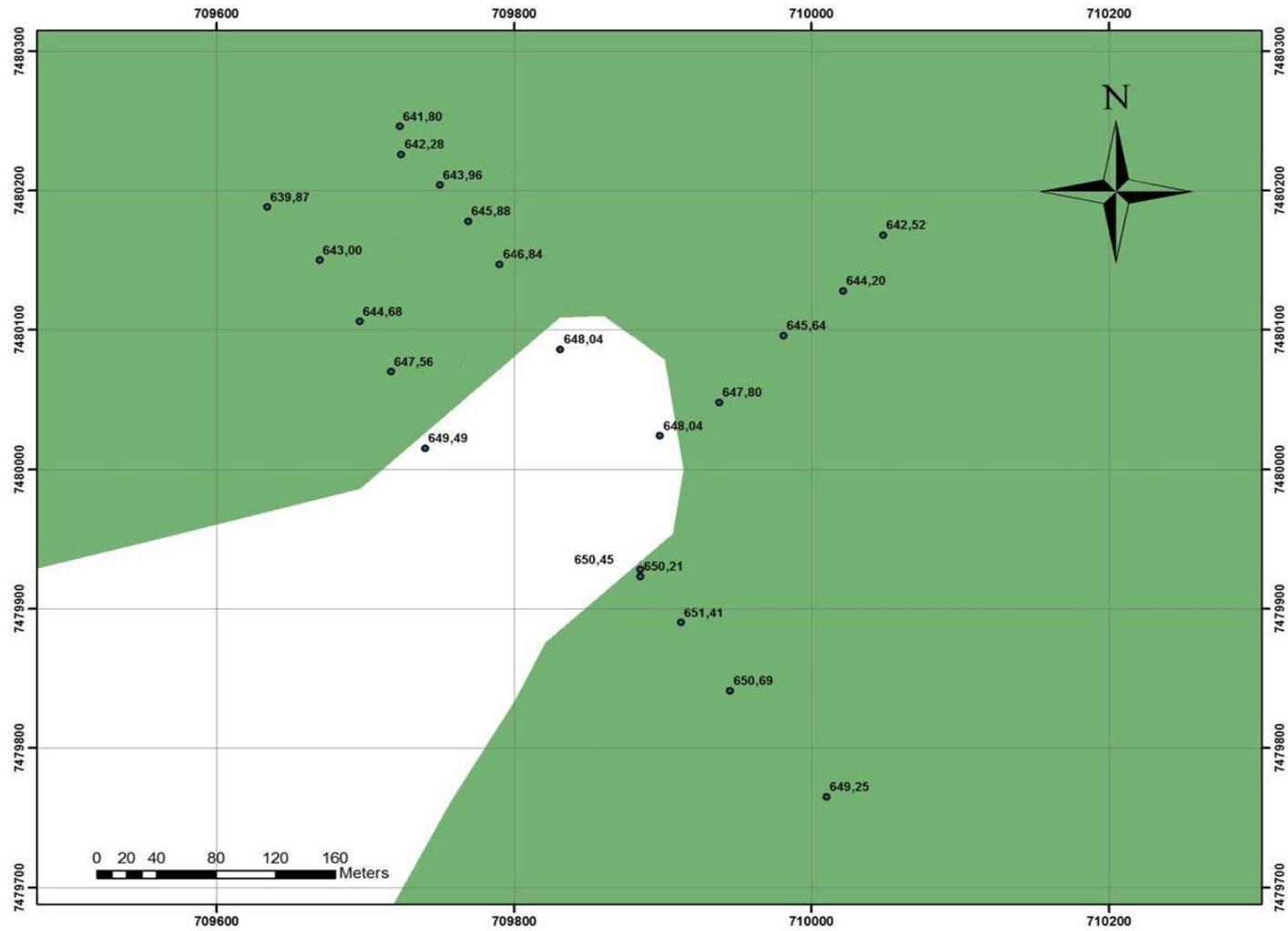


Figura 3. Localização dos transectos na RPPN, indicando em a elevação do terreno em cada ponto amostrado.

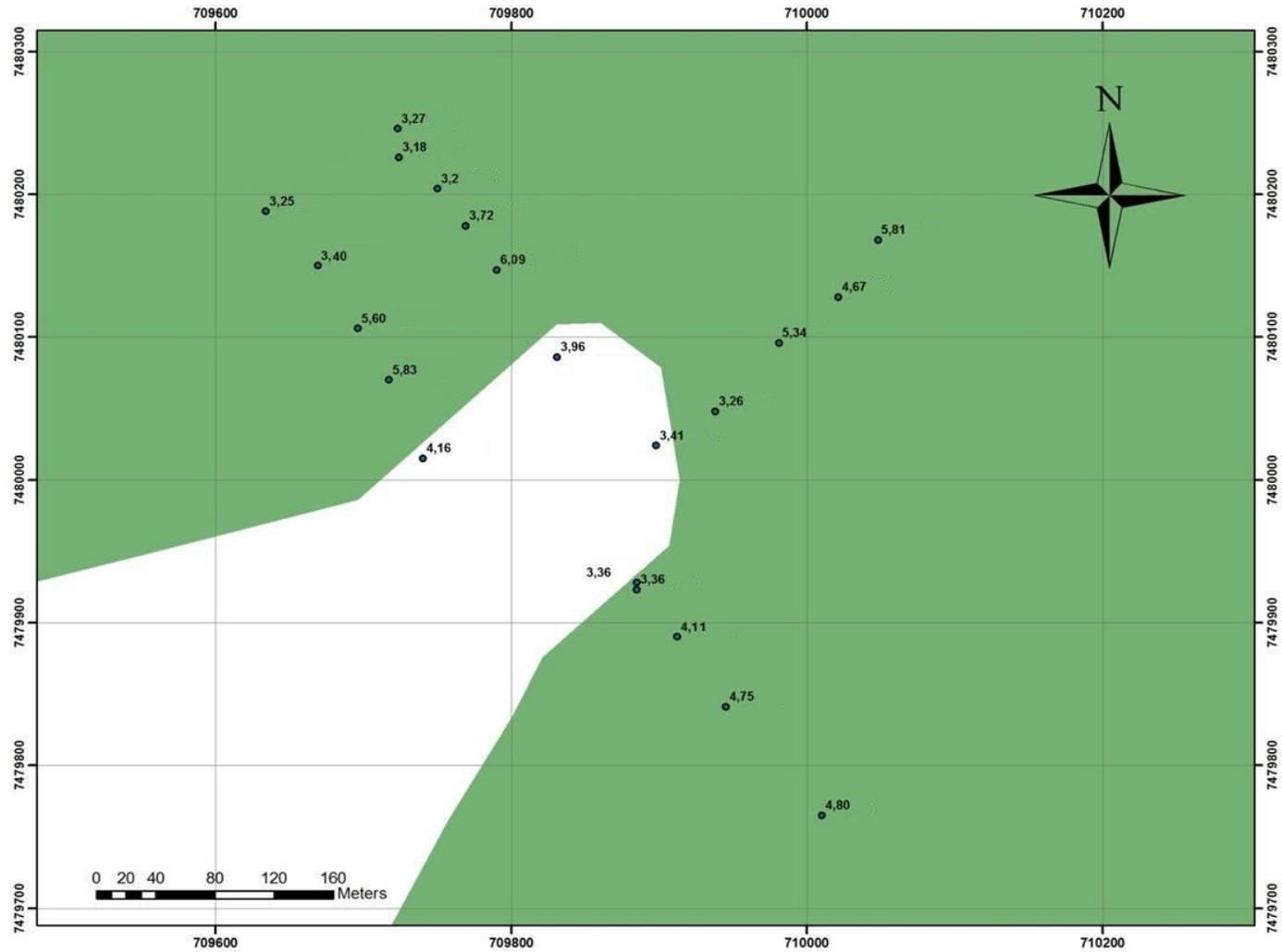


Figura 4. Localização dos transectos na RPPN , indicando em a declividade do terreno em cada ponto amostrado.

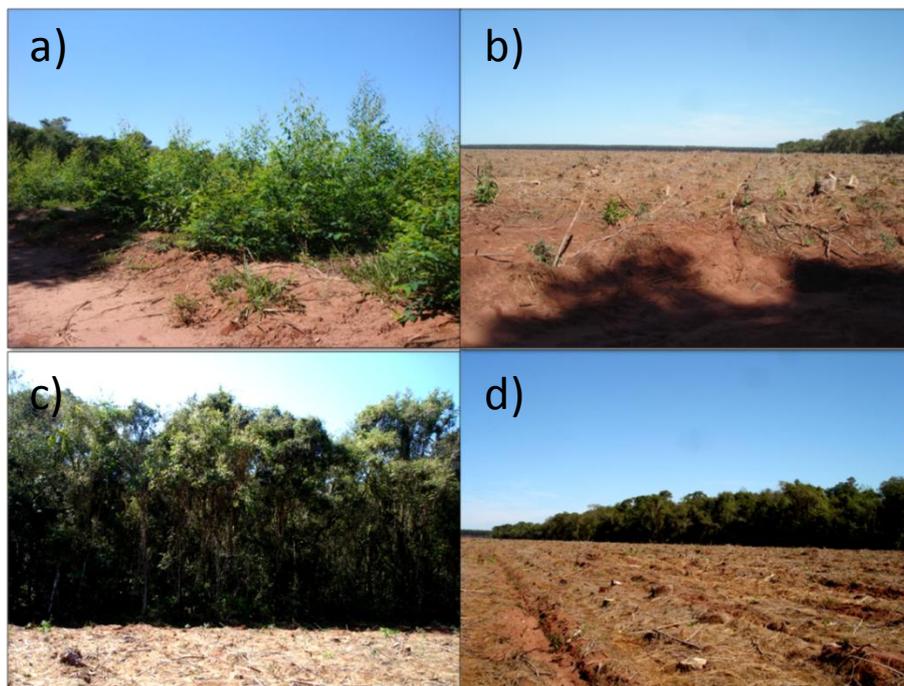


Figura 5. Margem do fragmento florestal onde foram instaladas as quatro transecções que possuem a mesma vizinhança. a) o talhão de *Eucalyptus* sp plantado em menos de dois meses, as coletas de dados microclimáticas já haviam sido iniciadas; b) talhão de *Eucalyptus* sp recém plantando; c) margem do fragmento florestal; d) quadra onde havia talhão de *Pinus* sp recém colhido.

2.2.AMOSTRAGEM

Em cada transecção foram instaladas estações de coleta a 1,00 m do solo. Nos primeiros 50 m as estações de coleta foram instaladas de 5 em 5 m; nos 150 metros restantes as estações foram instaladas de 10 em 10 m. As estações de coleta consistiram em estruturas de madeira com telhado e proteção lateral, para evitar insolação direta e possíveis danos causados pela chuva aos aparelhos (Figura 5).

A cada três meses foram coletadas, durante três dias consecutivos, as seguintes variáveis: temperatura e umidade relativa do ar (atual, máxima e mínima); temperatura superficial do solo (a cinco cm de profundidade), com termômetro digital com sensor de imersão, e intensidade luminosa (Figura 6).

As medições foram realizadas três vezes ao longo do dia, entre 8:00-9:00, 11:30-12:30 e novamente entre 14:00-15:00 horas. Para as coletas das variáveis temperatura e umidade relativa do ar utilizaram-se termohigrômetros digitais (Marca Instrutherm – Modelo: HT 210, Faixa de leitura: temperatura interna: 0 a 50°C / 32 a 122°F; Temperatura externa: -50 a 70°C / -58 a 158°F; Umidade: 20 a 99% RH, Precisão: $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 2^\circ\text{F}$, $\pm 3\%$ RH, 3 segundos por dia); para a coleta dos dados de temperatura de solo usou-se um termômetro do tipo espeto (Marca Instrutherm – Modelo TE 400, escala: -50 a 200°C / -58 a 392°F, Precisão: $\pm 1^\circ\text{C}$ entre 40 a 150°C, Resolução: 0,1°C); para a coleta da intensidade luminosa utilizou-se o luxímetro digital (Marca Instrutherm – Modelo LD 300, com sonda foto-sensora separado do aparelho construída em Fotodiodo de Silício com Filtro de correção de cor que torna a sensibilidade mais próxima de curva do CIE, Escala: 10~50000 LUX) (Figura 6).



Figura 6. Equipamentos utilizados na medição do microclima: termohigrômetro (temperatura e umidade relativa do ar) protegido com uma estrutura de madeira; luxímetro digital (intensidade luminosa); termômetro de solo (temperatura do solo).

Estabeleceram-se, na região externa ao fragmento, dois pontos de coleta de referência, onde foram coletados dados das mesmas variáveis microclimáticas monitoradas no interior do fragmento. A intensidade de luz foi medida também na área externa da floresta, antes e após as medições em cada transecto, sendo computada a média das duas leituras, que foi utilizada como referência para a estimativa da intensidade relativa de luz ($\text{IRL}\% = \text{razão entre a intensidade de luz dentro da floresta e fora da floresta} \times 100$). No entorno de cada estação de coleta, foram realizadas cinco leituras de intensidade luminosa, sempre nos mesmos horários.

Posteriormente, para todas as variáveis, foi computada a média das três medições diárias, com exceção das máximas e mínimas de temperatura e umidade relativa do ar. Deste modo, obteve-se um valor diário para cada variável, com três dias por época em cada um dos quatro transectos.

Foram também coletadas amostras de solo para análises químicas (macronutrientes) e físicas (textura, porosidade e densidade de partículas), também num gradiente borda centro, em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm). Cada amostra composta representou cinco amostras simples, coletadas em parcelas de 10x10m nos quatro transectos (Figura 7).



Figura 7. Coleta das amostras compostas de solo em parcelas de 10x10m em duas profundidades (0-20 cm e 20-40cm) para análises químicas e físicas.

2.3 ANÁLISES DE DADOS

Os dados microclimáticos foram avaliados quanto à sua sazonalidade, para verificar a diferença entre as épocas do ano no gradiente borda-centro, e assim verificar qual a época de maior efeito de borda. O efeito principal da distância à borda nas variáveis do meio físico (microclima e solo) foi estudado através de análise de regressão com o programa “Statistica 7.0”, considerando-se todas as épocas de coleta ao

mesmo tempo. Com base nas curvas geradas para as regressões significativas, e analisando-se graficamente o seu ponto de inflexão, foi possível estimar a distância de penetração do efeito de borda (distância “d”), com base nos parâmetros microclimáticos. Este mesmo tipo de análise foi feita para a variação dos teores de macronutrientes do solo em função da distância à borda.

A distância “d” estimada foi utilizada para determinação da área afetada do fragmento e, por diferença, a porcentagem nuclear livre de efeito de borda. Para isso foram utilizados dois métodos: a) modelo de Laurence ; Yensen (1991), (eq. 1 e 2); b), b) Cálculo direto pelo software ArcGIS, usando a imagem digitalizada do fragmento e plotando-se a margem de distância = d, através da ferramenta “buffer”.

Equação 1:

$$IF = \frac{P}{200 (\pi AT)^{0,5}}, \text{ onde :}$$

IF= índice de forma;

AT= área total do fragmento;

P =o seu perímetro

Equação 2:

$$AA= 3,55 \times d \times IF [(AT/10000)^{0,5}], \text{ onde:}$$

AA= área afetada,

d= distância de penetração do efeito de borda.

3. RESULTADOS:

Os parâmetros microclimáticos verificados para se analisar as o gradiente borda interior apresentaram padrões semelhantes. Das variáveis microclimáticas monitoradas, a análise de regressão não-linear indicou haver efeito positivo da distância à borda para as variáveis: temperatura máxima do ar, e negativo para IRL % (Intensidade Relativa Luminosa) e UR do ar mínima% (Umidade relativa) (Figuras 8 e 9).

Observou-se que a temperatura máxima do ar diminuiu quase linearmente até cerca de 50 m da borda, depois se estabilizando, o que aconteceu também com a intensidade relativa de luz, ao passo que a umidade relativa do ar mínima aumentou até os 50 m e depois se estabilizou, indicando ser essa a distância de penetração do efeito de borda.

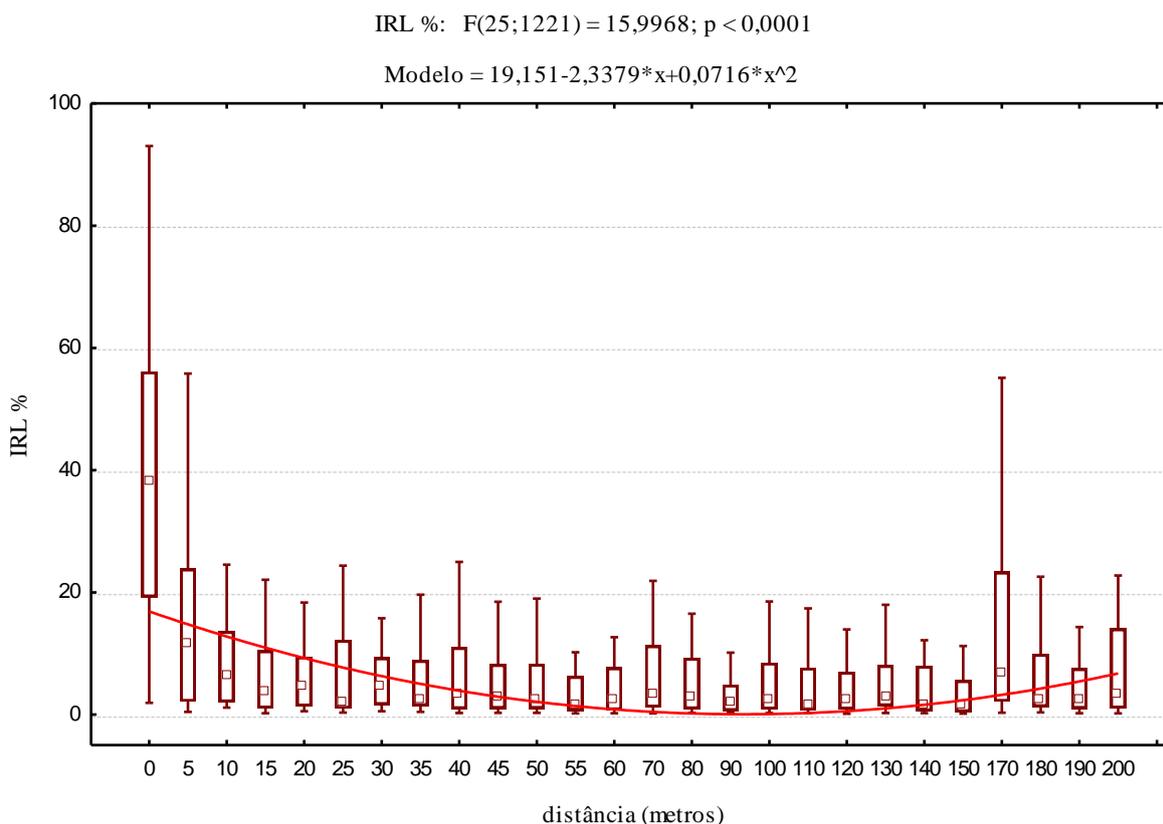


Figura 8. Gradiente microclimático no sentido borda/interior da IRL % (Intensidade Relativa luminosa) no fragmento florestal estudado, médias obtidas das quatro campanhas.

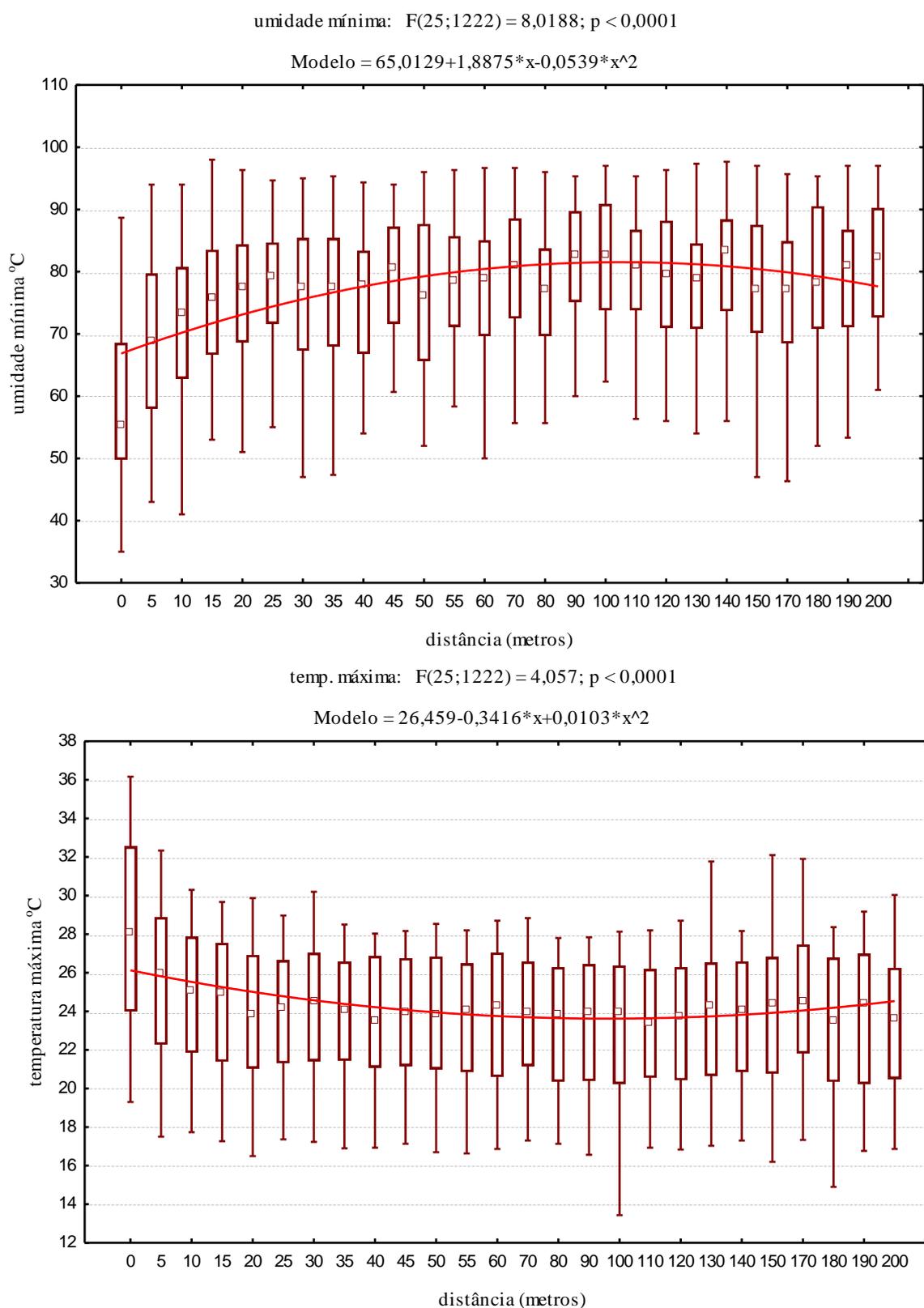


Figura 9. Diferenças microclimáticas encontradas de umidade relativa mínima do ar (%) e temperatura máxima do ar (°C) nas quatro transecções no gradiente borda-centro, durante o período do estudo.

Houve diferenças significativas entre as épocas do ano no gradiente borda-centro (Figura 10). A intensidade relativa de luz máxima ocorreu nos meses mais secos (maio e agosto); Considerando-se apenas duas estações, chuvosa e seca, e, encontraram-se diferenças significativas para as seguintes variáveis: temperatura máxima (F(1, 1246)=2248,5, $p < 0,001$) ; umidade relativa mínima (F(1, 1246)=16,800, $p < 0,001$); IRL % (F(1, 1246)=77,732, $p < 0,001$); temperatura do solo (F(1, 1246)=465,43, $p < 0,001$) .

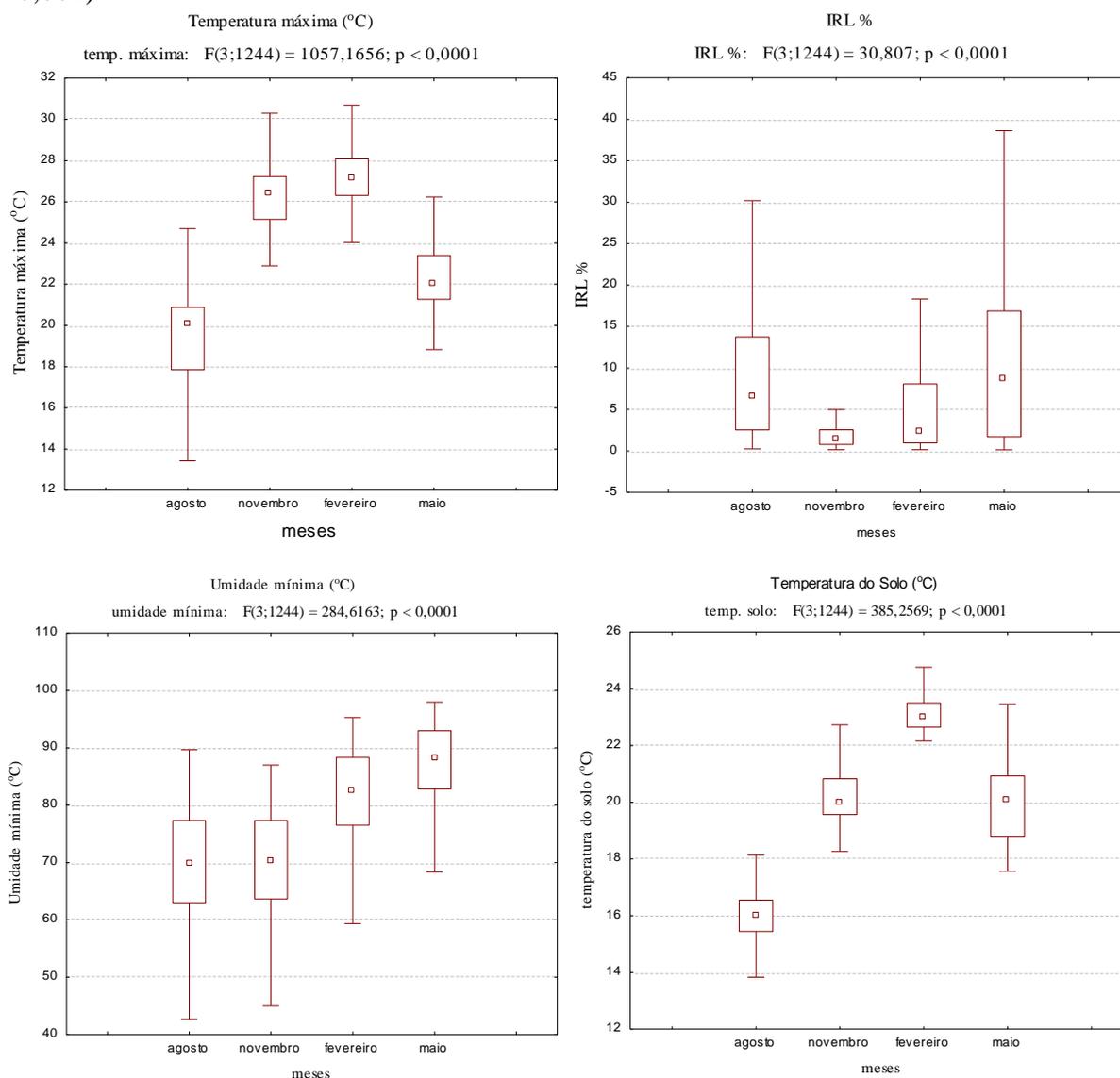


Figura 10. Dados microclimáticos analisados quanto a sua sazonalidade para as variáveis temperatura máxima do ambiente, umidade mínima do ar, temperatura do solo e IRL % (intensidade relativa de luminosidade).

Considerando-se distância “d” de penetração do efeito de borda como 50 m, através do modelo de Laurence e Yensen (1991) calculou-se % de área afetada do remanescente e com o software ArcGis plotou-se a área central livre do efeito de borda (Tabela 1 e Figura 11).

Tabela 1. Estimativa da área afetada e área central do fragmento. AAF* = Área afetada, calculada através do modelo proposto por Laurence e Yensen (1991); AAF% = porcentagem da área afetada; AC* = cálculo da área de miolo do remanescente com base no software ArcGIS através da ferramenta buffer; AC**= cálculo da área de miolo do remanescente com base no modelo de Laurence e Yensen (1991), ambos com base nos parâmetros microclimáticos.

ÁREA	PERÍMETRO	IF	AAF *	AAF %	AC *	AC **
617,4	34682,02	3,93	138,92	22,50	462,30	478,42

Nota-se que aproximadamente 23% da área do remanescente está acometida pelo efeito de borda, e que em alguns trechos a área central é inexistente. Isso ocorre pela forma do remanescente ser mais estreita e alongada (Figura 11).

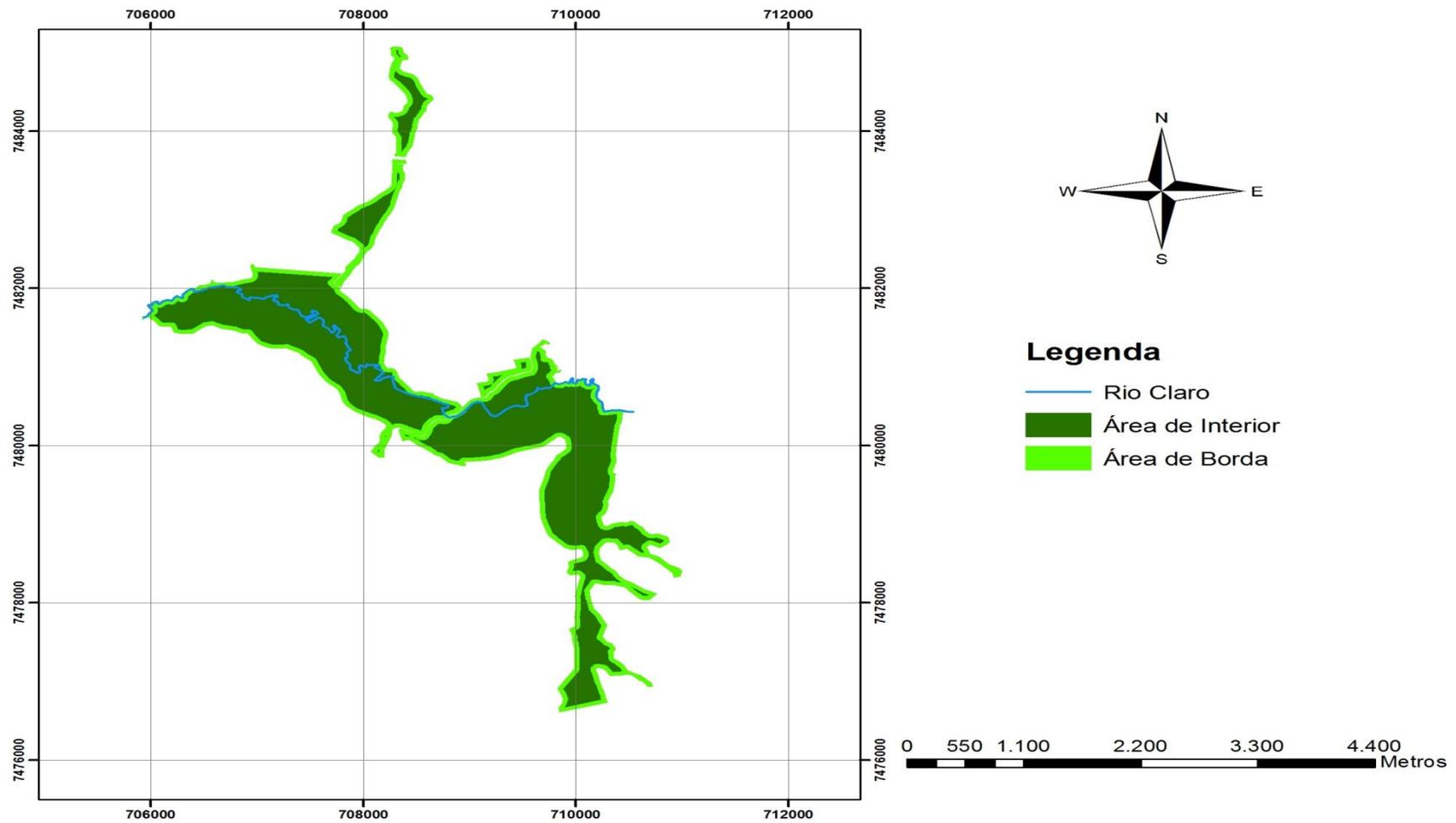


Figura 11. Mapa do efeito de borda da RPPN com base em gradientes microclimáticos, realizado no software ArcGis.

As variáveis edáficas também mostraram um forte gradiente a até uma distância muito maior da borda do que as microclimáticas. As análises de fertilidade do solo apontaram um aumento significativo com a distância apenas para os macronutrientes K, Mg e Ca e saturação de bases (V%) (Figura 12). Para os demais nutrientes, as diferenças não foram estatisticamente significativas. Para Ca, o teores se estabilizaram a partir de 120 m de distância, mas a saturação de bases (V%) de 0 a 20 cm de profundidade aumentou quase linearmente até os 140 m de distância.

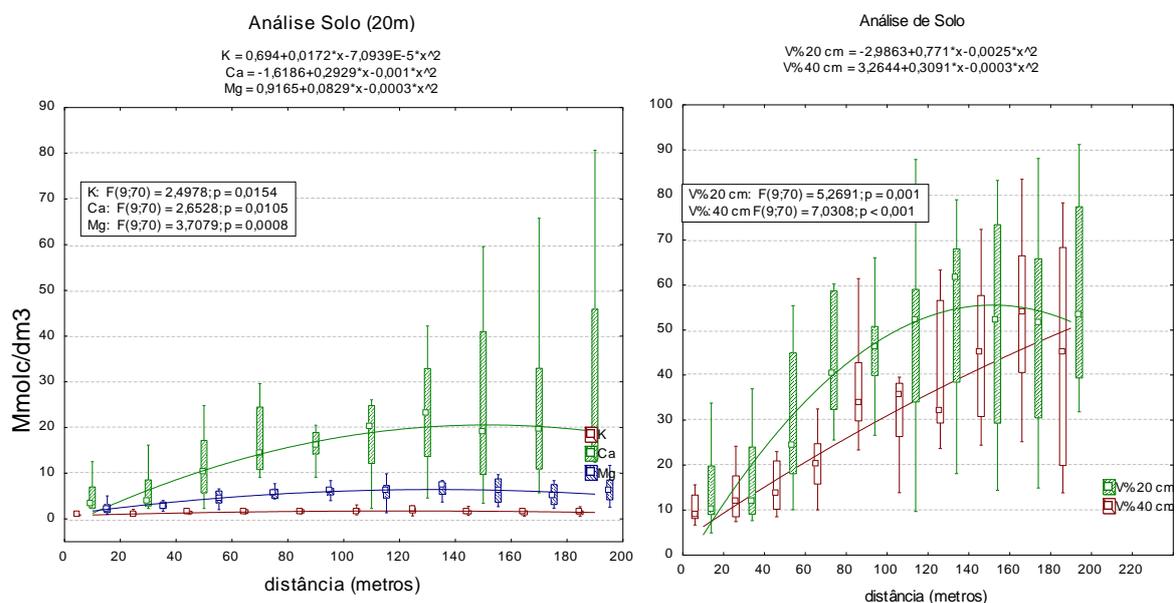


Figura 12. Teores de nutrientes e saturação de bases nas profundidades de 20 cm e 40 cm, num gradiente borda-centro. (K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; V%: saturação de bases).

4. DISCUSSÃO:

Os resultados das variáveis do meio físico demonstraram haver um efeito de borda no remanescente estudado, sendo encontrado em 50m e após essa distância é atenuado. As variáveis também foram analisadas como decorrência da época do ano em que foram coletadas, mesmo assim, embora a intensidade do gradiente seja diferente, o padrão de variação encontrado para este remanescente foi semelhante entre épocas distintas.

A diferença encontrada nas variáveis abióticas no sentido borda interior é semelhante a outros estudos de efeito de borda (KAPOS, 1989; TURTON et al.; RODRIGUES, 1998). Müller (2010) também encontrou um padrão ascendente da umidade relativa do ar e uma influência mais acentuada aos 10 m e valores menos contrastantes a partir dos 20 m. Outros estudos também trabalharam com as variáveis microclimáticas e encontraram distâncias de penetração distintas entre si. Kapos (1989) encontrou em torno de 40 metros, Williams-Linera (1990) de 15 à 25m, MacDougall e Kellman (1992) relataram os efeitos de 7 a 12 m, Esseen e Renhorn (1998) de 10 à 20m, Vilani e colaboradores (2006) 30 m.

Os resultados dos estudos de efeito de borda são decorrentes de fatores delineadores que tem recebido atenção ultimamente: orientação da borda, efeitos temporais, fragmentação do habitat e contraste de borda. Os estudos realizados nos trópicos e zonas temperadas não permitem, ainda, determinar padrões e poder correlacionar a orientação e o efeito de borda encontrado nos remanescentes (RIES et al, 2004).

Já os efeitos temporais, a época do ano, sabe-se que a magnitude do efeito de borda pode ser alterada, tanto pela deciduidade do dossel como pela mudança e ângulo de incidência solar. Outros estudos detectaram uma maior elevação da luminosidade no período do inverno, associado ao caráter semidecíduo da floresta (GEIGER, 1950; SCHUMACHER,1992). Sabe-se que o comportamento semidecíduo da vegetação arbórea está relacionado com as variáveis microclimáticas, cuja perda de parte das folhas no período mais seco e mais frio do ano diminui sensivelmente a cobertura proporcionada pelo dossel, permitindo que uma maior quantidade de radiação solar penetre no interior da mata (HERNANDES, 2004). Essa porcentagem de luz que atinge o remanescente afeta a estrutura florestal, refletindo tanto na comunidade vegetal como no

meio físico. Isso também foi evidenciado por Araújo (2002), que observou que a radiação solar incidiu diretamente sobre as camadas superficiais do solo, que foram mais aquecidas que as temperaturas do ar, no mesmo período. Esse fenômeno é mais pronunciado bem na margem do remanescente, que não possui uma cobertura vegetal no solo. Portanto, os valores elevados de algumas variáveis são consequência direta do período do ano, como no inverno para IRL%. Analisando as variáveis microclimáticas por estações seca e chuvosa, os padrões encontrados ainda mantêm um padrão de resposta que permite associá-los ao efeito de borda.

A matriz também possui grande importância no funcionamento e na sobrevivência de um sistema florestal influenciando as bordas dos remanescentes. O contraste da borda é considerado um fator importante na expressão do efeito de borda (RIES et al, 2004; HARPER et al 2005). O efeito de borda é mais contrastante em áreas com ocupação humana do que em áreas de mata agrícola (BLUMENFELD, 2008).

Contudo, o estudo de Didham e Lawton (1999) encontrou diferenças marcantes em áreas de floresta que possuíam as bordas abertas e fechadas. Segundo esses autores, a distância de penetração das variáveis microclimáticas em áreas de borda aberta foi de duas a cinco vezes maior do que em áreas de bordas fechadas. Assim, as relações entre borda aberta e fechada, incidência de fogo ou não, entre outras variáveis, influenciam nos resultados e na penetração do efeito de borda. Deste modo, possivelmente, o efeito de borda encontrado neste estudo pode ser tamponado com o crescimento do talhão de *Eucalyptus* sp. Mas, como o remanescente florestal está inserido numa matriz composta por diversos talhões que são colhidos em épocas distintas, o fragmento está sempre susceptível a contrastes nas bordas florestais assim, possivelmente, diferentes graus de influências do efeito de borda poderão ser encontrados mesmo fragmento.

Os efeitos da fragmentação (tamanho do remanescente, isolamento e composição da paisagem) também influenciam o efeito de borda, mas não tanto quanto os outros fatores. Afinal, muitos mecanismos são responsáveis por influenciar na fragmentação florestal e o efeito de borda e, muitas dessas situações que podem ser específicas, são difíceis de prever (RIES et al, 2004).

Desse modo, apesar do avanço dos estudos, diversos parâmetros se fazem necessários para se investigar e analisar os processos ecológicos específicos que

ocorrem nas bordas (NEWTON, 2007). Assim, Ries e colaboradores (2004) sugere uma classificação das respostas ecológicas ao efeito de borda em três categorias, a saber: a) resposta positiva: qualquer variável que aumenta perto de borda; b) resposta neutra: variável em que não se encontra nenhum padrão; c) resposta negativa: variável que diminui perto de bordas. No presente estudo, identificam-se as variáveis microclimáticas como tendo uma resposta positiva ou neutra em relação ao efeito de borda. A umidade relativa do ar mínima foi o único parâmetro que apresentou resposta negativa, nos critérios desta classificação, entretanto a umidade relativa do ar é uma variável que se apresenta inversamente proporcional à variável temperatura ambiental.

Essa resposta ecológica positiva da borda também pode ser atribuída às alterações temporais, portanto é interessante compreender as particularidades de cada período para explicar as repostas das variáveis analisadas. Nesse caso, apesar da caracterização do ambiente físico ser um bom indicador para avaliar a bordadura e as pesquisas ressaltarem a importância dos estudos sobre o efeito de borda, ainda se faz necessário metodologias mais consistentes, que consigam prever os fatores que modulam o efeito de borda e explorem mais suas consequências sobre a dinâmica do local (RIES et al, 2004).

Por isso, os resultados obtidos nos estudos de efeito de borda podem ser conflitantes, tanto pela metodologia quanto pelo tamanho dos remanescentes que quando muito pequenos podem vir a ter bordas florestais extensas, ou serem totalmente acometidos por este efeito, multiplicando as alterações e influenciando fortemente o microclima (PACIENCIA; PRADO, 2004). Nestes casos o gradiente não seria detectável tão facilmente, ou não existiria, o que poderia levar a interpretações errôneas. O tamanho e forma do remanescente foram de extrema relevância para os resultados, pois apesar da forma alongada e estreita, ele possui uma região central mais larga, onde o estudo foi conduzido e onde existe uma maior proporção de área de miolo (“core área”) (Figura 10). Os dados obtidos indicam que algumas áreas mais estreitas possuem um efeito de bordadura em toda sua extensão, o que pode comprometer sua sustentabilidade a longo prazo.

Além disso, a presença de clareiras pode interferir em algumas variáveis respostas tanto bióticas como abióticas. Isso pode ser notado, por exemplo, pelo grande aumento da IRL% e também do desvio padrão, a uma distância de 170 m da borda

(Figura 8). Essas alterações, bem como dos demais parâmetros microclimáticos, além do aumento de infestação de lianas e bambuzinhos, baixa densidade de espécies de interior de mata — são atribuídos não ao efeito da borda, mas sim a distúrbios naturais provocando a formação de clareiras no interior da floresta (MARTINS, 2010). Considerando as clareira como interrupções na continuidade do dossel, que podem apresentar diversos tamanhos e formas e que modificam as condições bióticas e abióticas do interior das florestas (JARDIM et al, 2007), podemos supor que as mesmas influenciam diretamente nas condições microclimáticas, especialmente temperatura, umidade e luz (HACK, 2007).

Por conta dessas zonas abertas no interior do remanescente houve aumento da luminosidade e temperatura gerando condições de borda no interior do fragmento, fato verificado também por Müller e colaboradores (2010) e Primack e Rodrigues (2001). Estes autores atribuíram padrões não monotônicos para as variáveis microclimáticas estudadas sugerindo aos fragmentos um efeito de borda mais intenso o que indica que, mesmo a uma certa distância da margem o remanescente ainda está suscetível aos efeitos de borda que influenciam direta ou indiretamente as variáveis microclimáticas. Contudo, os padrões encontrados nestes estudos apresentam uma onda de oscilação ao longo de toda a transecção estudada, sendo que a variável não estabiliza em nenhuma distância da borda divergindo do padrão encontrado nesse estudo. Assim, no caso da RPPN estudada atribuímos as oscilações à presença de clareiras conferindo um efeito monotônico ao efeito de borda.

Deste modo, mesmo com características microclimáticas ambientais distintas, devido a particularidade de cada período e a presença de clareiras no interior do remanescente, o efeito de borda encontrado no fragmento é confirmado tanto pelo padrão encontrada abioticamente quanto bioticamente. Os resultados apresentados referem-se às variações microclimáticas sem a barreira protetora que nesse caso é o talhão de eucalipto vizinho. Assim, as variáveis microclimáticas apresentadas podem modificar-se à medida em que o talhão cresça e tampona o efeito de borda. Um estudo sobre barreira de eucaliptos e sua eficácia em um fragmento florestal, realizado por Nascimento e colaboradores (2010), mostrou que a barreira reduz em até 35% a luminosidade de maneira significativa apenas na área próxima à borda do fragmento. Outras variáveis verificadas também tiveram diferenças significativas quando comparadas em situações distintas (com barreira e sem barreira), mas essas divergências se mantiveram apenas nos 30 metros

iniciais sendo que, as variáveis de interior de floresta não tiveram diferenças entre si. Engel e colaboradores (1996) também encontraram mudanças significativas nas variáveis microclimáticas na borda de um fragmento somente nos primeiros cinco metros da margem, após o corte dos talhões de eucalipto vizinhos.

Interessante verificar que o solo apresentou um aumento gradativo nos teores de nutrientes indicando ser um solo distrófico na bordadura e eutrófico (solo com fertilidade alta) no interior do fragmento, de acordo com classificação de KER; NOVAIS, 2010. As florestas semidecíduais são caracterizadas geralmente por solos mais férteis (MARCONDELLI, 2010), sendo que o posicionamento do remanescente florestal (declividade e inclinação) pode interferir na fertilidade do solo (FERREIRA et al, 2007). No caso do presente estudo, nem a variação de elevação nem de declividade foram capazes de explicar o forte gradiente de fertilidade do solo, principalmente em relação à soma de bases. Além disso, embora a margem oposta do fragmento seja margeada por um rio, as unidades amostrais situadas mais no interior da mata estavam suficientemente distantes do curso d'água para indicar uma possível influência deste. Embora estudos mais detalhados seja necessários para explicar esses resultados, é possível que o gradiente de fertilidade seja efetivamente resultado de solos mais degradados nas bordas, em função da história de uso anterior, não só como plantio de eucalipto, mas também uso agrícola pretérito. Ou seja, possivelmente seriam áreas de expansão da vegetação nativa sobre áreas agrícolas ou pastoris com solos já alterados há mais tempo. O interior da floresta corresponderia a áreas que sempre foram mantidas com cobertura florestal nativa, mesmo com um certo grau de interferência antrópica.

Embora tenha havido uma redução de cerca de 23% da área total do fragmento pelo efeito de borda, este valor pode ser considerado relativamente pequeno, em comparação a outros estudos. Para uma distância média de penetração do efeito de borda de 30 m, Vidolin e colaboradores (2011) reportaram reduções de 31 a 95% da área efetiva de fragmentos de florestas com araucária no Paraná, devido ao menor tamanho dos fragmentos estudados por aqueles autores (todos os acima de 1 ha). A sua maior superfície total e a sua vizinhança a reflorestamentos pode estar compensando, em parte, os efeitos da fragmentação, diminuindo o efeito de borda em relação a outros tipos de paisagens.

Considerando a importância ecológica da reserva, estratégias de manejo devem ser pensadas com o intuito de contribuir de forma mais efetiva para a sua

conservação, tais como as propostas por Tabarelli e Gascon (2005). O estudo para a área afetada do remanescente verificou a existência de uma porção considerável do remanescente acometido pelo efeito de borda, que seriam habitats desfavoráveis para o estabelecimento de espécies de interior de mata. Segundo Viana e Pinheiro (1998) os fragmentos alongados ou muito alongados não possuem um formato que seria o desejado para se atenuar o efeito da bordadura e se ter uma área afetada menor. Deste modo, a forma do remanescente florestal afeta diretamente a área de miolo e possíveis ações de manejo para a conservação deste.

Apesar da maioria dos estudos falhar na detecção do efeito de borda nos remanescentes florestais por caracterizá-los inadequadamente pelo curto tempo dos estudos ou pela escala em que são desenvolvidos (LAURENCE et al, 2007) os resultados obtidos podem e devem nortear estratégias de manejo e a conservação dos remanescentes florestais.

A maioria das pesquisas indicam a necessidade de manejo para aumentar sua efetividade para a conservação da biodiversidade, através do aumento de sua área efetiva (METZER, 2008; TABARELLI; GASCON, 2005). Isso pode ser feito através da incorporação e restauração de áreas contíguas a fim de tornar o fragmento menos irregular; ainda, pela manutenção de uma bordadura com eucalipto ou outras espécies no seu entorno (CULLEN JÚNIOR, 2008; NASCIMENTO et al, 2010). A criação de zonas tampão, barreiras florestais ou a conservação da matriz adjacente para ampliação e conservação dos remanescentes (NASCIMENTO et al, 2010; POGGIANI; OLIVEIRA, 1998) essas ações poderiam amenizar os efeitos de borda e reduzir os efeitos deletérios da fragmentação florestal.

5. CONCLUSÃO:

Embora o fragmento seja antigo, e a matriz seja menos contrastante do que em outros tipos de uso da terra, há um efeito de borda evidente em até pelo menos 50 m de distância média da margem do remanescente. Esta distância pode ser ainda maior, se considerarmos apenas as épocas mais contrastantes. Entretanto, os fatores que modulam o efeito de borda são complexos e se manifestam de diversas formas nos parâmetros analisados.

As variáveis microclimáticas estudadas no gradiente borda-interior apresentaram uma diminuição ao longo da distância, indicando uma atenuação gradual do efeito de borda à medida que se avança para o interior. Contudo, o estudo de área afetada mostrou que, atualmente, a área efetiva da RPPN está reduzida em 25% do total. Os resultados indicam a necessidade de manejo na RPPN para que as margens e o formato do remanescente tenham o efeito de borda atenuado.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de floresta Estacional Decidual Riparia, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal/ Silvicultura)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- BLUMENFELD, E. C. **Relações entre vizinhança e efeito de borda em fragmento florestal.** 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- DIDHAN, R. K. The influence of edge effects and forest fragmentations on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD JUNIOR, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.** Chicago: University of Chicago, 1997. p. 55-70.
- DIDHAN, R. K; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica**, Washington, DC, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999.
- ENGEL, V. L.; NASSUR, A. A. Forest dynamics and border effects of Atlantic Forest reserves among Eucalyptus plantation stands. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 20., 1995, Tampere: **Proceedings...** Tampere: IUFRO, 1995. Não paginado.
- ENGEL, V. L. et al. Dynamic relationship between natural forest remnants and Eucalyptus plantation stands in Southeastern Brazil. In: IUFRO/WORLD BANK SYMPOSIUM ON ACCELERATING NATIVE FOREST REGENERATION ON DEGRADED TROPICAL LANDS, 1996, Washington, DC. **Proceedings...** Washington, DC: IUFRO/World Bank/ USDA Forest Service, 1996. p. 5.
- ENGEL, V. L.; FONSENCA, R. C.; OLIVEIRA, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.
- ESSEEN, P.; RENHORN, K. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. **Conservation Biology**, Boston, v. 12, n. 6, p. 1307-1317, 1998.
- GEIGER, R. **The climate near the ground.** 2nd ed. Cambridge: Harvard University Printing Office, 1950. 482 p.

HARPER, K. A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HERNANDES, J. L. et al. Variação estacional da radiação solar em ambiente externo e no interior de floresta semidecídua. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 167-172, 2004.

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 37- 48, 2007.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of tropical patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989.

KAPOS, V. et al. Edge related changes in environmental and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R.O. (Eds.). **Tropical forest remnants**. Chicago: Chicago University, 1997. p. 33-44.

LAURENCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Boston, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

MACDOUGALL, A.; KELLMAN, M. The understory light regime and patterns of tree seedlings in tropical riparian forest patches. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 667-675, 1992.

MARTINS, L. A. **Estrutura da dinâmica sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com diferentes históricos de perturbação**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MESQUITA, R. C. G; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, W. F. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian Forest fragments. **Biological Conservation**, Essex, v. 9, n. 2-3, p. 129-134, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas. In: KAGEYAMA, P. Y.(Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. v. 1, 340 p.

MULLER, A.; BATAGHIN, F. A.; SANTOS, S. C. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento florestal de floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 34, n. 125, p. 29-39, 2010.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 10, p. 58-62, 1995.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURENCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de terra firme após 13 - 17 anos de isolamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.

NASCIMENTO, M. I. et al. Eficácia de barreira de eucaliptos na contenção do efeito de borda em fragmento de floresta subtropical no estado de São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 191-203, 2010.

NEWTON, A. C. **Forest ecology and conservation: a handbook of techniques**. New York: Oxford University Press, 2007. 454 p.

PACIENCIA, M. L. B; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 641-653, out./dez. 2004.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização fitossociológica, microclimática e ecofisiológica em uma floresta estacional semidecidual secundária**. 2001. 225 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. E. Indicadores para conservação dos núcleos de vida silvestre. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 45-52, 1998.

PRIMACK, R. B. **Essentials of conservation biology**. Sunderland: Sinauers Associates, 2006. 586 p.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.

RIES, L. et al. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 35, p. 491-522, 2004.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalytus camaldulensis* Dehnh, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. torelliana* F. Muell.** 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 182-187, 2005.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VIDOLIN, G. P.; BIONDI, D.; WANDEMBRUCK, A. Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com Araucária, Paraná, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 515-525, 2011.

VILANI, M. T. et al. Estimativa da radiação de onda longa incidente em uma floresta semidecídua tropical da Bacia Amazônica. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 65-81, 2006.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 356-373, 1990a.

WILLIAMS-LINERA, G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. **Biotropica**, Washington, DC, v. 22, n. 3, p. 235-241, 1990b.

CAPÍTULO 2: GRADIENTE BORDA- INTERIOR NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

1. INTRODUÇÃO:

O desenvolvimento de uma comunidade vegetal depende das condições ambientais (solo, clima) e da oferta de recursos (nutrientes, água, radiação solar), o que influencia a distribuição dos indivíduos e das espécies. Assim, a composição e distribuição das espécies refletem as diversas pressões ecológicas existentes num fragmento florestal, uma vez que as espécies só colonizam, ocupam e sobrevivem num determinado habitat se houver as condições essenciais (RIDLEY, 2006).

Diversas modificações na estrutura e no funcionamento das comunidades vegetais ocorrem em decorrência do processo de fragmentação florestal e criação de bordas (BERNACCI, 2006). A dinâmica de comunidades florestais é influenciada pelo efeito borda, o que acaba levando à alteração da composição de espécies dessas áreas (LAURENCE; YENSEN, 1991). Nas bordas acontecem a maioria dos fluxos biológicos entre os fragmentos e onde as pressões antrópicas são primeiramente sofridas pela floresta.

Os efeitos de borda podem ser divididos entre aqueles abióticos (mudanças no ambiente físico), bióticos diretos (mudanças na distribuição e abundância das espécies causadas pelas alterações no meio físico) e bióticos indiretos (efeitos nas interações entre as espécies) (MURCIA, 1995). Após um processo de fragmentação recente, habitats de interior de florestas são repentinamente expostos às influências externas, ao longo das novas bordas criadas. São esperadas então, numa primeira fase, mudanças bruscas nas condições microclimáticas dessas bordas, conforme atestou Kapos (1989). Essas alterações influem na criação de nichos de regeneração para as espécies arbóreas, favorecendo o estabelecimento daquelas adaptadas a condições mais abertas, e desfavorecendo outras, provocando alterações a médio e longo prazo na estrutura da vegetação.

Diversos processos ecológicos podem ser afetados por alterações ambientais, perturbando a dinâmica florestal, e conseqüentemente a estrutura da

comunidade (MURCIA, 2002). As causas das diferenças na composição e na estrutura da comunidade entre borda e interior podem ser muitas, e algumas delas esclarecidas pelos estudos de caracterização do meio físico. Contudo, nem sempre é possível se encontrar um padrão claro para as alterações microclimáticas nos remanescentes florestais (KAPOS et al, 1997). Além disso, a composição da comunidade vegetal dos remanescentes florestais encontra-se sempre susceptível a perturbações antrópicas e/ou naturais. Muitas vezes, perturbações naturais, como formação de clareiras e ataques de pragas, podem afetar a sua estrutura e dinâmica e, promovendo diferenças de microhabitats na floresta, e como consequência afetando a sua regeneração.

Tanto a composição quanto a estrutura das bordas refletem a extensão das perturbações sofridas por ocasião da fragmentação (WILLIAMS-LINERA, 1990a) e também o tempo decorrido desde então (WILLIAMS-LINERA, 1990b). Enquanto estudos indicam que em algumas florestas o desenvolvimento de uma vegetação secundária nas margens provoca, ao longo do tempo, uma diminuição na distância de penetração do efeito de borda (WILLIAMS-LINERA, 1990b, CAMARGO; KAPOS, 1995), em outras, principalmente em latitudes maiores, mesmo após muitos anos da fragmentação, o efeito de borda ainda permanece praticamente inalterado em relação ao momento inicial (DIDHAM; LAWTON, 1999).

Numa fase inicial, a vegetação de borda sofre um aumento nas taxas de crescimento e de recrutamento em relação às populações de interior (WILLIAMS-LINERA, 1990a). Por outro lado, o efeito de borda induz a um aumento na mortalidade de árvores jovens, segundo a mesma autora. Até mesmo árvores adultas ficam mais vulneráveis à borda e, frequentemente caem, com a ação do vento e com a exposição de suas raízes à superfície.(VIANA et al, 1997; TABARELLI et al, 2004). Então a mortalidade também aumenta.

No início, a regeneração natural nas bordas depende mais das plântulas e juvenis pré-existentes, e do banco de sementes do solo, do que daquelas dispersadas pela chuva de sementes (WILLIAMS-LINERA, 1990a). A composição florística tende a mudar com o tempo, porque muitas espécies florestais não são capazes de se regenerar nas bordas (DIDHAM; LAWTON, 1999), enquanto outras são favorecidas pelas bordas (FOUNTOURA et al, 2006), sendo esses ambientes ótimos ou ainda mesmo essenciais para as mesmas (HUNTER, 1990). Portanto, embora a estrutura geral nem sempre se altere muito com o tempo (WILLIAMS-LINERA,

1990b), a composição pode mudar. Outro fator que influi sobremaneira na estrutura da vegetação de bordas e no seu potencial de tamponamento das influências externas são as queimadas, que geralmente vêm de fora para dentro (DIDHAM; LAWTON, 1999). Neste contexto, a vizinhança do fragmento é de suma importância, porque pode influenciar na atenuação ou não do efeito de borda do mesmo (VIANA et al, 1992, MESQUITA et al, 1999) e na sua permeabilidade a fluxos bióticos e abióticos (METZER, 2008).

Em florestas tropicais cujo processo de fragmentação é mais antigo, como é o caso dos fragmentos do interior de São Paulo, o efeito de borda na estrutura da vegetação ainda não está bem documentado na literatura. Não se sabe em que extensão ocorrem mudanças florísticas e estruturais associadas às bordas, nem que fatores ambientais naturais e antropogênicos podem estar influenciando.

1.2 OBJETIVOS:

Objetivou-se estudar a variação na estrutura da vegetação de um fragmento florestal num sentido borda-centro, relacionando os padrões observados com o efeito de borda, respondendo às seguintes questões:

- a) Existem diferenças nos padrões de distribuição e abundância das espécies arbóreas e na regeneração natural entre as comunidades de borda e centro?
- b) Existem espécies lenhosas indicadoras de borda e de interior para este fragmento?.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Lençóis Paulista, Estado de São Paulo, na fazenda Rio Claro (22. 27'S, 48.57W). A fazenda possui aproximadamente 21.854 ha e está localizada a 570 m de altitude, sendo o terreno plano a suavemente ondulado. A declividade e a elevação do terreno ao longo das transecções são similares, apresentando pouca variação entre os pontos amostrados.

A estudo foi desenvolvido na borda do fragmento que correspondia ao talhão de *Pinus* sp. recentemente reformado, com implantação de *Eucalyptus* sp., cuja floresta era jovem (menos de uma ano). Procurou-se caracterizar assim um ambiente mais homogêneo possível e mais contrastante com as condições de floresta vizinha, em relação aos demais trechos de borda. Procurou-se também amostrar justamente o trecho em que o fragmento era mais largo.

2.2 AMOSTRAGEM

O gradiente borda-interior na estrutura da vegetação foi utilizado como indicador do efeito de borda (OOSTERHOON; KAPELLE, 2000; LAURANCE et al, 2002), sendo estudado em quatro transecções perpendiculares à borda, distantes no mínimo de 100 m entre si, e estendendo-se a até 200 m.



Figura 13. Levantamento dos indivíduos regenerantes (exemplares com altura ≥ 50 cm e $\leq 1,30$ m).

Levantaram-se, para o estudo do estrato arbóreo, todos os indivíduos com altura $\geq 1,30\text{m}$ em parcelas de $10 \times 10 \text{ m}$ (Figura 14) nas quatro transecções, totalizando 100 parcelas, com área amostral de 0,8 ha. Foram coletados os dados de altura, DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m do solo) de todos os indivíduos, que foram marcados com fita biodegradável amarela para não serem contabilizados novamente. Para o levantamento dos indivíduos regenerantes (exemplares com altura $\geq 50 \text{ cm}$ e $\leq 1,30 \text{ m}$) subdividiram-se os transectos em parcelas contíguas de $10 \times 1 \text{ m}$ (Figura 13). A presença de bambuzinhos e cipós foi avaliada de forma semi-quantitativa, atribuindo-se uma nota a cada parcela numa escala de 0 a 10. Utilizaram-se, para as medições dos diâmetros, suta e paquímetro, e para a altura, um clinômetro digital. A estrutura da comunidade foi avaliada através da estimativa da área basal, densidade total de árvores, diversidade e riqueza.



Figura 14. Parcela para o levantamento dos indivíduos arbóreos que foram amostrados na faixa amostral dos transectos em parcelas de $10 \times 1 \text{ m}$.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados da estrutura da comunidade foram analisados no software Mata Nativa ® que calcula os parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta, densidade relativa, área basal, índices de diversidade Shannon-Wiener (H'), valor de importância das

espécies. Foram calculados os parâmetros estruturais gerais para cada parcela de 10 x10 m. Com base nos resultados do software verificou-se o efeito principal da distância à borda nas variáveis de estrutura de vegetação através de análise de regressão no programa “Statistica 7.0”.

A fim de se encontrar uma relação entre os dados de estrutura e a distância de penetração do efeito de borda, foram realizadas análises de agrupamento das distâncias em função dos dados de abundância das espécies, estrutura e diversidade, utilizando-se o software R ®. Com base nos dendogramas gerados, foi possível estimar a distância de penetração do efeito de borda (distância “d”), com base nos parâmetros estruturais.

A análise de espécies indicadoras, cuja regeneração fosse preferencial do ambiente de borda ou de interior, foi realizada com base na frequência e abundância apresentada pelas espécies nos dois ambientes. Para isso, foram consideradas de bordadura as parcelas que estivessem a até a distância de penetração do efeito de borda, estimada com base nos parâmetros microclimáticos (Capítulo I) e estruturais (este capítulo). As demais foram consideradas de interior. Para se testar se havia independência da distribuição, foi utilizado o teste de Qui-quadrado. A fim de se estimar a distância de penetração do efeito de borda foi realizada análises multivariadas (análise de correspondência canônica, agrupamento e redundância) através do software R com os dados de abundância das espécies.

3. RESULTADOS

Foram levantados, no total, 10.916 indivíduos arbóreos em uma área total de 0,8 ha (nos quatro transectos), distribuídos em 176 espécies de 53 famílias (Apêndice 1). Tanto a diversidade (indivíduos com DAP $<5,0$ cm e $\geq 5,0$) quanto a densidade (indivíduos com DAP $\geq 5,0$) de espécies arbóreas diminuíram significativamente no sentido borda-centro. Para os indivíduos regenerantes (entre 50 cm e 1,30m de altura) a densidade foi máxima a cerca de 100 a 120 m da borda (Figura 15).

A densidade absoluta para os indivíduos com DAP superior a 5cm foi maior na borda do que no interior (Figura 13). A diversidade encontrada em ambas as classes de diâmetro (classe 1 = DAP < 5 cm; classe 2 = DAP > 5 cm) foi maior nas parcelas próximas à borda. O sub-bosque apresentou diferença estatisticamente significativa para a área basal, levando-se em consideração o gradiente borda-centro.

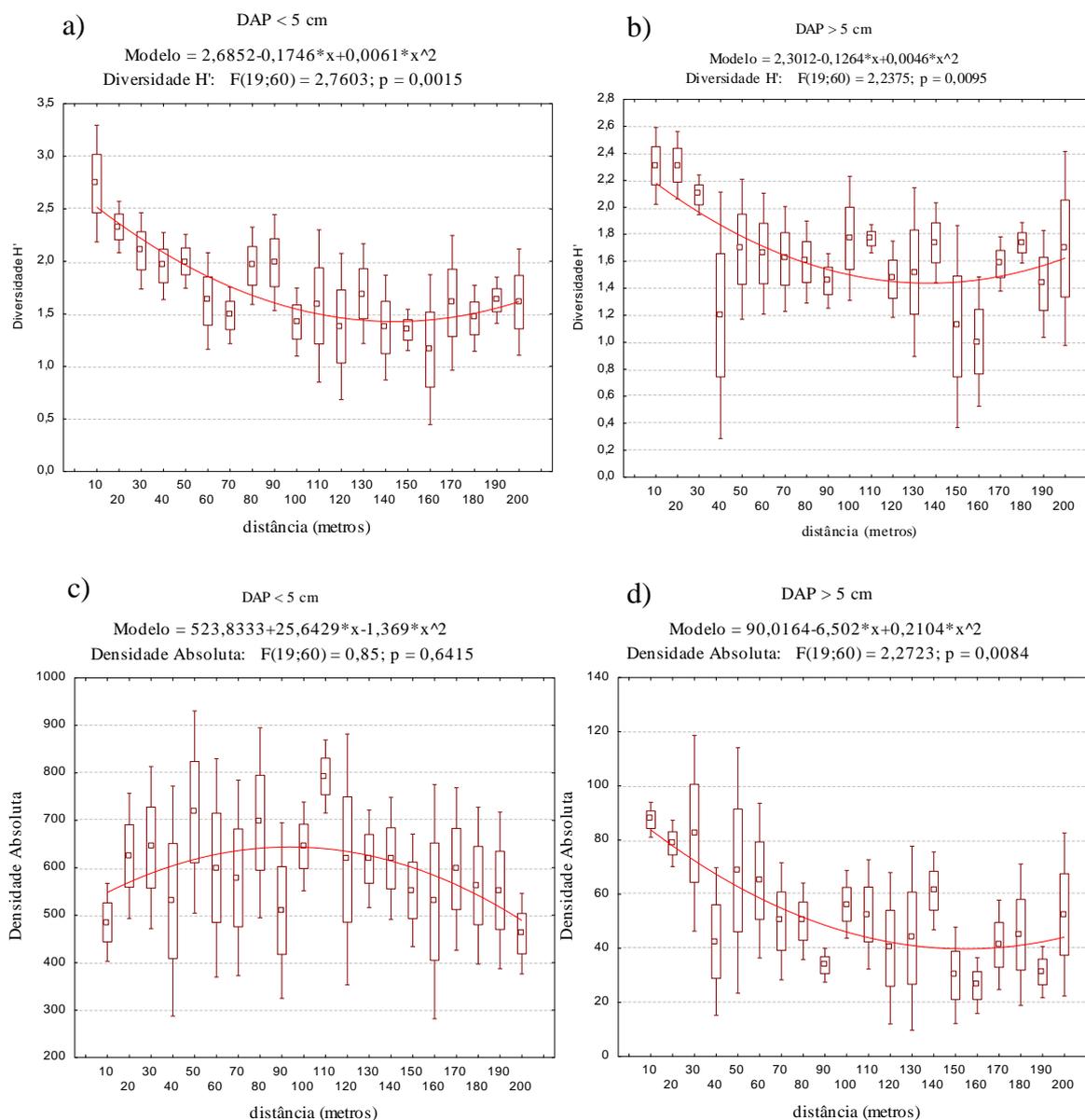


Figura 15. Variação de parâmetros estruturais da vegetação num sentido borda-centro, em duas classes de tamanho: a) Diversidade encontrada em indivíduos com DAP < 5 cm; b) Diversidade encontrada em indivíduos com DAP > 5 cm; c) Densidade absoluta em indivíduos de DAP < 5 cm; d) Densidade absoluta em indivíduos com DAP > 5 cm.

Quanto às análises baseadas na área basal dos exemplares encontraram-se diferenças estatisticamente significativas para os indivíduos com DAP > 5 cm. Os indivíduos do sub-bosque (DAP < 5 cm) não apresentaram diferença significativa no gradiente borda-centro (Figura 16).

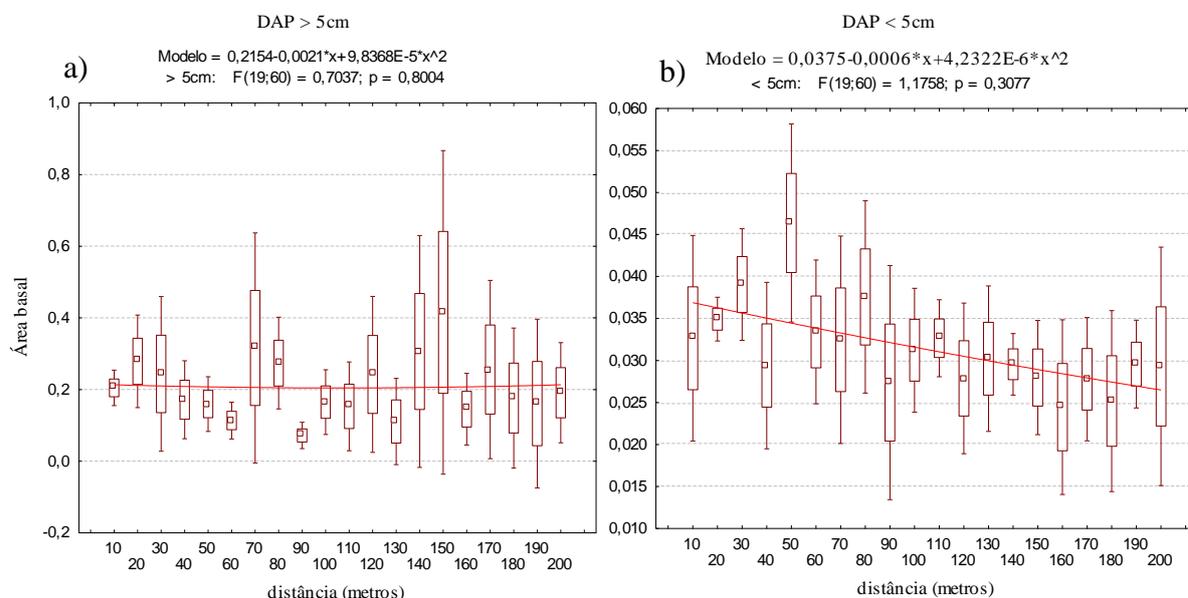


Figura 16. Variação da área basal dos indivíduos levantados na área de estudo no gradiente borda centro: a) Área basal dos indivíduos DAP < 5 cm; b) Área basal dos exemplares DAP > 5 cm.

Foram encontradas 419 árvores mortas em pé, sendo 77% delas indivíduos do sob-bosque (DAP < 5cm) (Figura 17a). O maior número de árvores mortas foi amostrado nos primeiros 50 m de distância da borda, tendo depois um decréscimo entre 50 e 120 m. (Figura 17b).

Algumas espécies apresentaram um grande número de indivíduos em ambientes de interior da mata. Essas espécies são apontadas como possíveis indicadoras de interior para este remanescente (Figura 15). O teste qui-quadrado indicou que a abundância destas foi significativamente dependente do local (borda-centro) (Qui-quadrado= 216,53; $p < 0,001$).

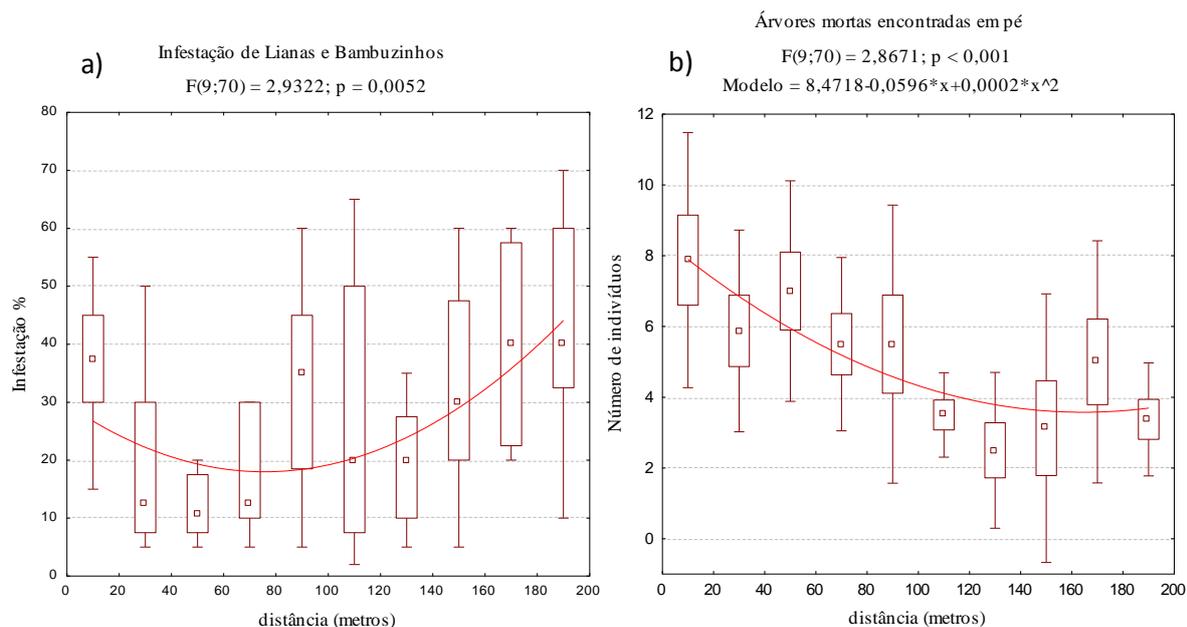


Figura 17. Porcentagem de infestação de lianas e bambuzinhos ao longo de todos os transectos (a) e número de árvores mortas (b) ao longo do gradiente borda-centro.

As análises de agrupamento (estrato arbóreo – altura $\geq 1,30\text{m}$) evidenciaram a separação em dois grupos distintos. O primeiro grupo inclui as parcelas da borda, de 0 até 50 m. O segundo, as demais parcelas. Com base na abundância das espécies, forma-se um subgrupo intermediário (entre 50 e 100 m) e outro mais de interior, além de 110 m. Com base nos parâmetros estruturais, podemos indicar que o efeito de borda chega até a distância de 50 m da margem da floresta (Figura 19).

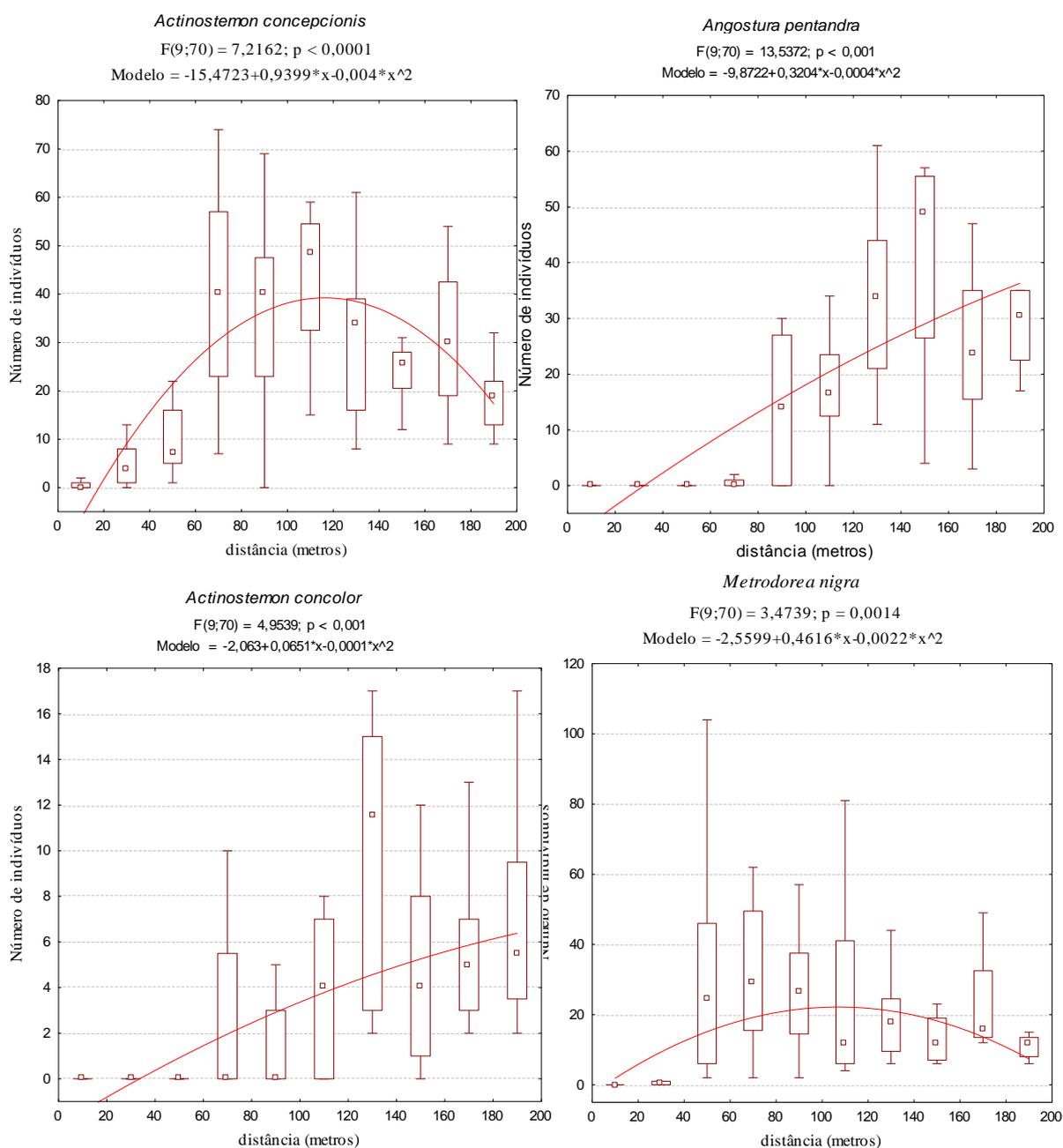


Figura 18. Abundância das espécies *Actinostemon conceptionis*, *A. Concolor*, *Angostura pentandra* e *Metrodorea nigra* em função da distância à borda dos fragmentos

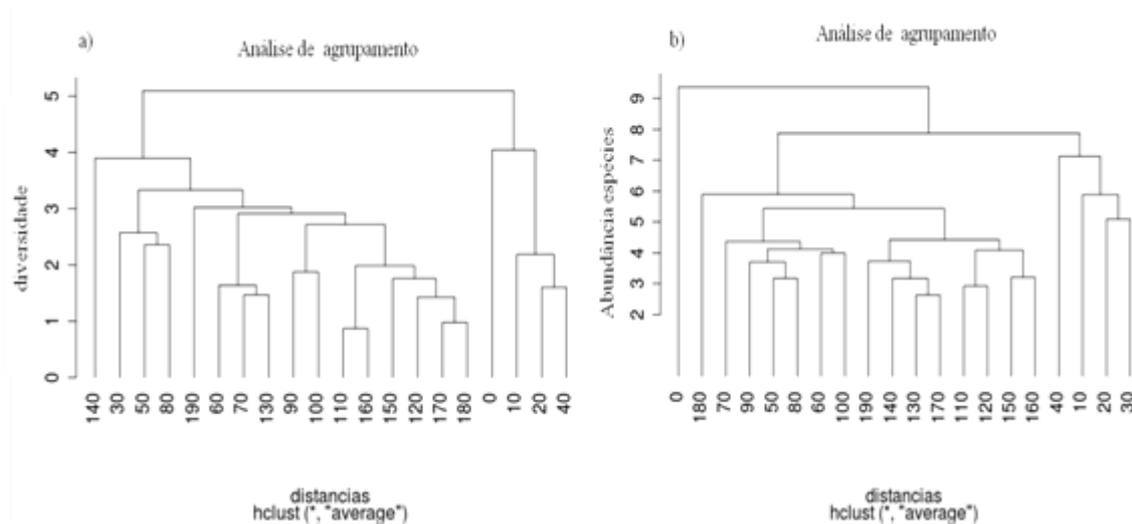


Figura 19. As análises de agrupamento por similaridade, de diversidade (a) e estrutura quanto de abundância das espécies (b).

A análise de redundância mostrou que o ambiente de borda possibilitou maiores valores de DAP médio, de diversidade (H'), da equabilidade J de Pielou e da riqueza S . O número de indivíduos (N) tendenciou a um aumento entre as distâncias de 50 a 80 m e a altura média (HT) das árvores foi maior entre 40-50m de distância da borda (Figura 20).

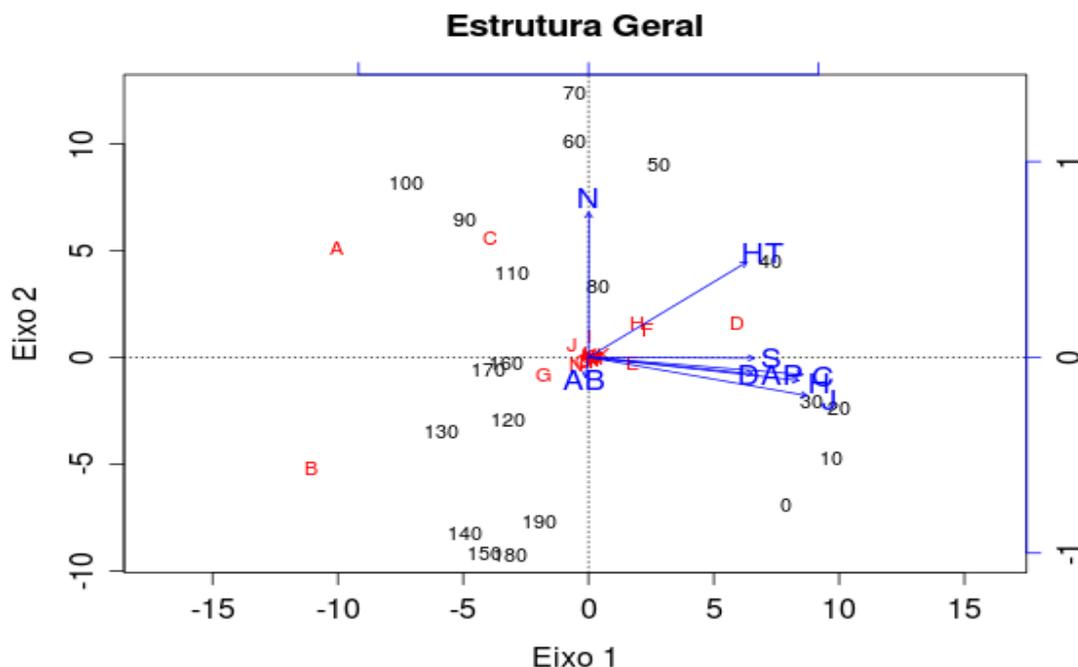


Figura 20. Análise de redundância para toda a comunidade arbórea relacionando estrutura (AB- área basal; N- número de indivíduos; DAP- DAP médio; e HT- altura média), diversidade (índices H' de Shannon-Wiener; e C de Simpson), riqueza (S), equabilidade (índice J de Pielou), distribuição espacial e abundância das espécies com a distância da bordadura do fragmento. Variação Eixo 1: 0,5205% e Eixo 2: 0,1686%. Os números representam as distâncias da borda (0 = 0-10 m; 10 = 10-20 m e assim por diante, finalizando com 190 representando 190-200 m); e as letras indicam as espécies, onde A: *A. conceptionis*; B: *A. pentandra*; C: *M.nigra*; D: *Myrtaceae* sp 1, E: *Rudgea jasminoides*; F: *Rubiaceae* sp. 4; G: *Actinostemon concolor*; H: *Eugenia blastantha*; I: *Plinia rivularis*; J: *Pilocarpus pauciflorus*; L: *Rubiaceae* sp 3; M: *Aspidosperma ramiflorum*; N: *Savia dyctiocarpa*;

No levantamento dos indivíduos regenerantes foram registrados 1812 indivíduos (em uma área de 0,08 ha), sendo estes distribuídos em 31 famílias e 92 espécies. Das morfoespécies levantadas, apenas cinco não foram identificadas nem a nível de família. As análises indicaram haver algumas espécies com padrão contrastante de distribuição entre borda e centro do fragmento. Prevaleceu, no levantamento dos indivíduos regenerantes como um todo, o aumento quase linear da densidade de regenerantes em função da distância à borda (Figura 18 A), com alta predominância de *Actinostemon conceptionis* (Chodat. ; Hassl.) Hochr. , além de *Metrodorea nigra* A.St.-Hill, *Rubiacea spp*, *Actinostemon concolor* (Spreng) Müll. Arg., e *Plinia rivularis* (Cambess.)Rotman.

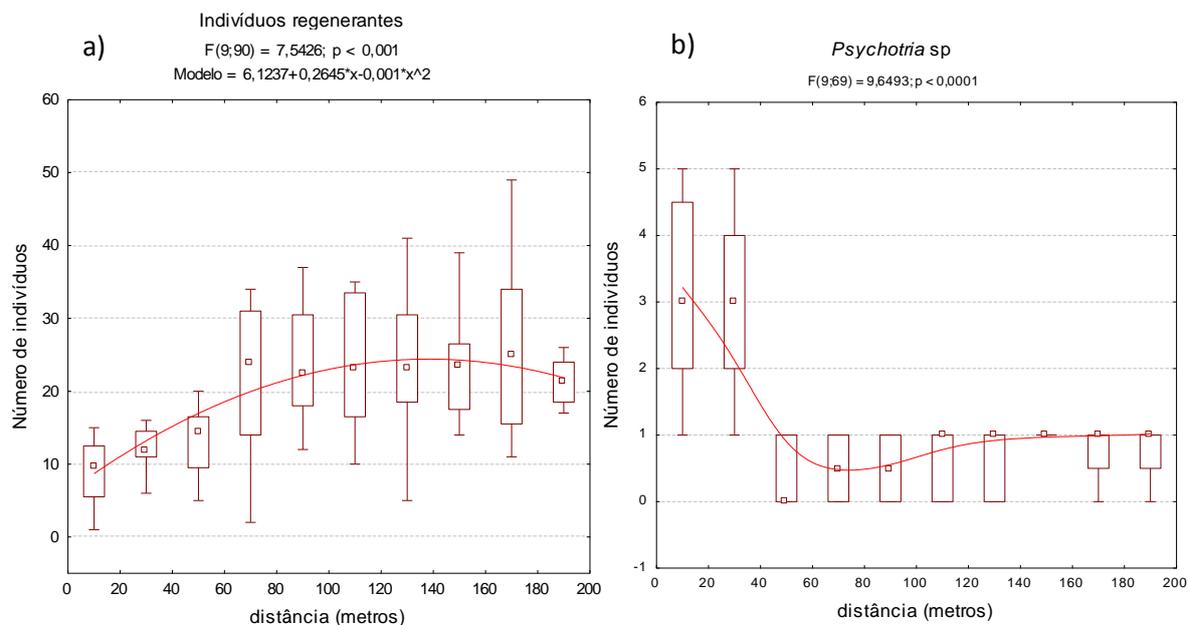


Figura 21. Abundância dos indivíduos regenerantes levantados (entre 50 cm e 1,30 m de altura) em todas as transecções (a) e somente de *Psychotria sp* (b) em função da distância da borda .

Psychotria sp apresentou uma abundância alta nos primeiros 20-30 metros a partir da margem do fragmento, concentrando-se nesta região, ao contrário do estrato regenerante como um todo (Figura 18). No restante da transecção passam a prevalecer outras espécies típicas de sob-bosque e interior de floresta.

4. DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização da estrutura da comunidade demonstram haver um gradiente borda-centro no remanescente estudado. Houve uma diferenciação na estrutura de até aproximadamente 50m da borda, tanto nos parâmetros gerais como na distribuição diferencial de algumas espécies. Apesar das diferenças verificadas na estrutura, o efeito de borda sozinho pode não ter implicações tão fortes nos parâmetros da comunidade vegetal (RIES et al, 2004), pois esta pode ter se desenvolvido em uma matriz diferente da atual. E ainda, a estrutura vegetal do remanescente pode ser resultado de diferentes distúrbios sofridos anteriormente pelo mesmo, além de distúrbios mais recentes. Por exemplo, observam-se grandes clareiras decorrerão ao longo das transecções que parecem estar influenciando na dinâmica e na estrutura da comunidade.

A presença de clareiras no interior de fragmentos florestais pode influenciar os parâmetros estruturais avaliados, pois os parâmetros microclimáticos, com a abertura das clareiras no interior dos remanescentes, são modificados influenciando na diversidade e distribuição das espécies relacionadas às clareiras (WHITMORE et al, 1993).

Observou-se também uma tendência de aumento de densidade de indivíduos arbóreos com DAP < 5,0 cm em direção ao interior dos fragmentos, possivelmente explicado pelas condições ambientais mais favoráveis à regeneração neste ambiente. Existem indícios de que apesar dos distúrbios sofridos, a floresta mantém uma certa resiliência, e que a regeneração das espécies de interior de floresta está ocorrendo

não colocando em perigo a sobrevivência das populações no remanescente (SCARIOT et al, 2003).

Na borda do fragmento houve maior diversidade de espécies (todas as classes de tamanho) e maior densidade de indivíduos com DAP $\geq 5,0$ cm. Este fato pode evidenciar condições de borda não tão extremas, que permitem o estabelecimento tanto de espécies mais características de ambientes mais iluminados quanto de ambientes mais fechados. Isso pode também estar de acordo com a hipótese de distúrbios intermediários, segundo a qual uma maior riqueza de espécies é mantida em ambientes submetidos a intensidade, frequência e duração intermediários de distúrbios (CONNEL, 1978).

A heterogeneidade encontrada pode ser um forte indicativo de habitats com histórias de perturbação diferentes. As bordas podem sofrer influência de matrizes distintas e diferir na idade de sua formação (FERREIRA, 2007). Além disso, o dossel florestal pode sofrer variações, dependendo da composição das espécies e de distúrbios naturais (abertura de clareiras).

Nota-se também que a infestação de lianas e bambuzinhos tendem a diminuir no sentido borda-centro; entretanto, a presença de clareiras ao longo das transecções favoreceu o aumento da infestação em alguns pontos devido à criação de um ambiente propício para estas formas de vida. É importante destacar que, com a ausência das clareiras, haveria a diminuição da penetração de luz causada pelo sombreamento das copas das árvores, o que controlaria a densidade das lianas, visto que a maioria é intolerante à sombra (ENGEL et al, 1998).

Em remanescentes onde o processo de fragmentação começou há vários anos e que estão inseridos em matrizes que são influenciadas por atividades humanas relacionadas à atividade agropecuária, é comum encontrar uma alta percentagem de clareiras e alta densidade de cipós e bambus (NASCIMENTO; LAURENCE, 2006). Isso pode ser devido ao fato de que a maioria dos remanescentes de Mata Atlântica tem uma grande influência externa, com efeito de borda de até 100m (RIBEIRO et al, 2009)

Algumas espécies são apontadas aqui como indicadoras de interior de mata, sendo também as mais abundantes e com IVI (Índice de valor de importância) alto em trechos do mesmo fragmento e pouco perturbados (MARTINS, 2010). Essas espécies podem ser apontadas como indicadoras de ambiente de interior para este fragmento tais

como *Actinostemon concolor*, *A. conceptionis* e *Metrodorea nigra*, e devem ser consideradas importantes e delimitadoras para planos de manejo e conservação do remanescente. Estas espécies foram encontradas com alto IV em áreas de interior de mata em outros estudos, Marcondeli (2010); Martins (2010); Monteiro (2007); em remanescentes de florestas Estacionais semidecíduais. Para ambiente de borda a regeneração da espécie *Psychotria* sp é apontada como indicadora no remanescente, essa espécie foi encontrada com alta densidade no ambiente de borda.

Essa distribuição de espécies pode estar associada a fatores edáficos que podem ser responsáveis pela distribuição diferencial de algumas espécies, (HOLANDA, 2010). O solo, do remanescente estudado, apresenta solo mais fértil no seu interior (Capítulo I), o que pode afetar o estabelecimento das espécies, uma vez que tanto a fertilidade quanto a disponibilidade de água influem na distribuição das espécies. Contudo, embora exista a relação entre a distribuição de espécies e as variações do solo, a distribuição de espécies e as variações espaciais da comunidade é mais fortemente influenciada frente aos efeitos da borda do que do solo (CARVALHO, 2007).

A presença de clareiras também interferiu na distribuição das espécies. A abertura dessas clareiras, ao longo das transecções, promove uma modificação microambiental importante que estimula o processo de sucessão ecológica natural (PEZZOPANE, 2001). Entretanto, as espécies encontradas em ambos os ambientes não possuem a mesma abundância nas clareiras como na borda. Além disso, espera-se que com o tempo haverá um tamponamento do efeito das clareiras nessas áreas, propiciando um maior estabelecimento das espécies de interior nestes locais.

A localização dos transectos também pode ter influenciado as espécies encontradas na borda, visto que em um dos transectos encontram-se espécies de transição entre floresta estacional semidecidual e cerrado. Outro aspecto é a idade da borda quanto mais velha for a borda, maiores serão as diferenças na sua composição de espécies em relação ao interior (RODRIGUES, 1998).

Vale ressaltar que diferente das variáveis microclimáticas estudadas (Capítulo I), a estrutura da comunidade não responde tão rapidamente aos distúrbios causados na matriz florestal. No caso, a matriz teve sua fisionomia modificada para plantação de eucalipto. Essa vizinhança pode, a longo prazo, estar causando alguma modificação na estrutura desse remanescente. Assim, acompanhar a dinâmica desse

fragmento florestal, principalmente as espécies apontadas por esse estudo como indicadoras, é importante para se conhecer mais profundamente o papel dessas influências externas.

Diretrizes podem ser sugeridas para melhorar e estimular a conservação do remanescente florestal e das espécies. No caso da RPPN, que possui uma área de aproximadamente 617 há, a estrutura da paisagem deve ser manejada a fim de minimizar os impactos da matriz florestal e atenuar, cada vez mais, os efeitos de borda no remanescente (RIBEIRO et al, 2009). Afinal, entende-se que os remanescentes florestais estão sempre susceptíveis a mudanças, principalmente quando estão influenciados por atividades humanas agro-pecuárias.

Além dos fatores estudados – estrutura da comunidade (Capítulo II) e parâmetros abióticos (Capítulo I) – outros podem ser responsáveis pelo estabelecimento das espécies em ambientes de borda e interior. As especulações sobre o assunto só evidenciam o quanto uma compreensão mais completa sobre a distribuição e diversidade das espécies em florestas tropicais está longe de ser elucidada (CARVALHO, 2007).

5. CONCLUSÕES:

A estrutura da vegetação de borda e interior é diferente, e o remanescente apresenta espécies e grupos distintos para ambos os ambientes. Existem espécies indicadoras de ambiente de interior para esse fragmento, sendo as mesmas relevantes para um futuro plano de manejo e conservação da reserva.

6. REFERÊNCIAS

BERNACCI, L. C. et al. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúma, SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p.121-166, 2006.

CAMARGO, J. L. C.; KAPOS, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 205-221, 1995.

CARVALHO, W. A. C. et al. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 315-335, 2007.

CONNEL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, Washington, DC, v. 199, p. 1302-1303, 1978.

DIDHAN, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica**, Washington, DC, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999.

ENGEL, V. L.; FONSENCA, R. C.; OLIVEIRA, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FERREIRA, I. C.de M. **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas, SP**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2007.

FONTOURA, S. B.; GANADE, G.; LAROCCA, J. Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 79-91, 2006.

HOLANDA, A. C. et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 103-114, 2010.

HUNTER, M.L. **Wildlife forests, and forestry**: principles of managing forests for biological diversity. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 370 p.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of tropical patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, p. 173-185, 1989.

KAPOS, V. et al. Edge related changes in environmental and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In: LAURANCE, W. F., BIERREGAARD, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants**. Chicago: Chicago University, 1997. p. 33-44.

LAURENCE, W. F. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Boston, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LAURENCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Essex, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

MARCONDELLI, A. C. B. **Estrutura de uma comunidade arbórea de floresta estacional semidecídua não perturbada no noroeste paulista em relação à outra comunidade com indicadores de perturbação**. 2010. 47 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MARTINS, L. A. **Estrutura da dinâmica sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com diferentes históricos de perturbação**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MESQUITA, R. C. G.; DELAMONICA, P.; LAURANCE, W. F. Effects of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, Essex, v. 91, n. 2-3, p.129-134, 1999.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. v. 1, 340 p.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MURCIA, C. Ecología de la polinización. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). **Ecología y consevación de bosques Neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p. 493-530.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. 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**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.

OOSTERHOORN, M.; KAPPELLE, M. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rica montane cloud forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 126, n. 3, p. 291-307, 2000.

PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização fitossociológica, microclimática e ecofisiológica em uma floresta estacional semidecidual secundária**. 2001. 225 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 752 p.

RIES, L. et al. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 35, p. 491-522, 2004.

RODRIGUES, E. **Ecologia de fragmentos florestais ao longo de um gradiente de urbanização em Londrina-PR**. 1993. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.

RODRIGUES, R. R. et al. **Manejo para restauração ecológica em floresta estacional semidecídua: Reserva Municipal Mata de Santa Genebra**. Campinas: FUNAMA, 1998. Não paginado.

SCARIOT, A. et al. Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: vegetação e flora. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2003. 510 p.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 13, n. 7, p. 1419-1425, 2004.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 356-373, 1990a.

WILLIAMS-LINERA, G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. **Biotropica**, Washington, DC, v. 22, n. 3, p. 235-241, 1990b.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 400-407, 1992.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of forest in the Brazilian Atlantic moist forest. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago, 1997. p. 351-365.

ANEXO

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
Anarcadiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm	araticum cacão
	<i>Annonaceae</i> sp 1	falsa canela pera
	<i>Annonaceae</i> sp 2	
	<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hill	
	<i>Duguetia</i> sp	
	<i>Xylopia brasiliensis brasiliensis</i> (L.) Spreng.	pindaíba
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll Arg.	peroba
	<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll Arg.	guatambu
	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	leiteiro
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp 1	
	<i>Ilex</i> sp 2	
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. ; Frodin	mandiocão
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	jacarandá liso
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	ipê-felpudo
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. Ex Steud.	louro pardo
Burseraceae	<i>Protium</i> sp	
Cannabaceae	<i>Celtis fluminesis</i> Carauta	grão de galo
	<i>Celtis</i> sp	celtis liso

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
Caricaceae	<i>Jaracatia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	jaracatiá
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i>	falso mate
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	espinheira santa verdadeira
	<i>Maytenus floribunda</i> Resseik	cafezinho do mato
	<i>Maytenus robusta</i> Reissek	café do mato
Combretaceae	<i>Terminalia</i> sp	
Compositae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	cambará
Cunoniaceae	<i>Lamonia ternata</i> Vell.	guaperê
Elaeocarpaceae	<i>Slonea monosperma</i> Vell.	gindiba
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum buxus</i> Peyr.	buxus
	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	cocão
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon conceptionis</i> (Chodat. ; Hassl.) Hochr	cafezinho
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng) Mull. Arg.	sebastião
	<i>Angostura pentandra</i> (St. Hill.) Alb	laranjinha
	<i>Croton floribundus</i> Spreng	capixingui
	<i>Euphorbiaceae</i> sp 1	
Fabaceae (Caesalpinoideae)	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	cabreúva
Fabaceae (Faboideae)	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuvinha
	<i>Machaerium brasiliensis</i> Vog	pau sangue
	<i>Exostyles godoyensis</i> Soares-Silva ; Mansano	serrilhada
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	olho de cabra
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro
	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	pata de vaca
	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	pata de vaca 2
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	tamboril
	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim de campinas
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau jacaré
Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba
	<i>Inga marginata</i> Wild	ingá lisa
	<i>Inga striata</i> Benth.	ingá pilosa
Lauraceae	<i>Cryptocarya cf aschersoniana</i> Mez	canela fogo
	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	canela do brejo
	<i>Lauraceae</i> sp 1	

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
	<i>Lauraceae</i> sp 2	
	<i>Necandra grandiflora</i> Ness	
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canelão-amarelo
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha
	<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb.	falsa canela fogo
	<i>Nectandra</i> sp 1	
	<i>Nectandra</i> sp 2	canela lua
	<i>Ocotea cf dyospirifolia</i> (Meisn.) Mez	canela amarela
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo	canela silvestre
	<i>Ocotea</i> sp 2	canela mini
	<i>Ocotea</i> sp 3	canela - sassafrás
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.sp	
Lecytidaceae	<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) Kuntze.	jequitibá
Loganiaceae	<i>Strychnos brasilienses</i> Mart.	salta martim
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hill) Ravenna	paineira
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutambo
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. ; Zucc.	açõita cavalo gde
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açõita cavalo
Melastomataceae	<i>Miconia hymenonervia</i> (Raddi) Cogn.	miconia miúda
	<i>Miconia langsdorfi</i> Cogn	
	<i>Miconia pusilliiflora</i> (DC.) Naudin	miconia serreada
	<i>Miconia</i> sp	

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro
	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	baga de morcedo
	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	catiguá
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	catiguá vermelho
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	pau ervilha
	<i>Trichilia palida</i> Sw.	catiguá
Monimiaceae	<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	Orelha de onca
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. ; Boer	falsa-epineira-santa
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz ; Pav.) Mez	
	<i>Rapanea lancifolia</i> (Mart.) Mez	capororoca de folha miúda
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	capororoca
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	maria preta
	<i>Calyptranthes clusiifolia</i> (Miq.) O.Berg	guamirim
	<i>Calyptranthes</i> sp	
	<i>Campomanesia</i> sp	gabiroba grande
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	gabiroba
	<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D.Legrand	grumixama- miúda
	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga
	<i>Gomidesia lindeniana</i> O.Berg	pimenteira

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
	<i>Myrcianthes punges</i> (O.Berg) D.Legrand	verticilada
	<i>Myrtaceae</i> sp 1	
	<i>Myrtaceae</i> sp 2	myrta grande
	<i>Myrtaceae</i> sp 3	
	<i>Myrtaceae</i> sp 4	cheirosa
	<i>Myrtaceae</i> sp 5	graúda
	<i>Myrtaceae</i> sp 6	
	<i>Myrtaceae</i> sp 7	cascuda
	<i>Myrtaceae</i> sp 8	myrta vermelha
	<i>Myrtaceae</i> sp 9	esfoliativa
	<i>Myrtaceae</i> sp 10	coriáceae
	<i>Myrtaceae</i> sp 11	
	<i>Myrtaceae</i> sp 12	
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	piúna preta
	<i>Plinia trunciflora</i> (O.Berg) Kausel	jabuticaba
	<i>Psidium</i> sp	
Nyctaginaceae	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	maria mole pilosa
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria mole
Palmae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Classm.	jerivá
Phyllanthaceae	<i>Margaritalia nobilis</i> L.f	figueirinha
	<i>Savia dyctiocarpa</i> Mull. Arg.	guaraiuva
Phytolaccaceae	<i>Seguiera floribunda</i> Benth.	Limão bravo

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
Picramniaceae	<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	camboitá
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Abl.	falso jaborandi
	<i>Piper</i> sp 2	piper
	<i>Piper amalago</i> L.	piper liso
	<i>Piper</i> sp 1	piper piloso
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	pau formiga
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	carne de vaca
Rhammiaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	saguaraji amarelo
	<i>Rhamnidium elaeocarpim</i> Reissek	saguaraji
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro bravo
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	marmelo do cerrado
	<i>Amaioua intermedia</i> Mart.	café do mato
	<i>Chomelia pohliana</i> Müll. Arg.	
	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina
	<i>Ixora venulosa</i> Benth.	rubia vermelha
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	jenipapo bravo
	<i>Rubiaceae</i> sp 1	
	<i>Rubiaceae</i> sp 2	rubia pequena
<i>Rubiaceae</i> sp 3		
<i>Rubiaceae</i> sp 4		

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
	<i>Rubiaceae</i> sp 5	
	<i>Rubiaceae</i> sp 6	
	<i>Rubiaceae</i> sp 7	
	<i>Rubiaceae</i> sp 8	
	<i>Rubiaceae</i> sp 9	
	<i>Rubiaceae</i> sp 10	
	<i>Rubiaceae</i> sp 11	
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	
Rutaceae	<i>Balfoudodendron riedelianun</i> (Engl.) Engl.	pau marfim
	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A.Juss. ex Mart.	mamoninha
	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	pau de cotia
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	canela de veado
	<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	carrapateira
	<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A.St.-Hill	jaborandi simples
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem	jaborandi composto
	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	mamica de porca
	<i>Zanthoxylum</i> sp	mamica de porca 2
	<i>Zanthoxylum tingoassuiba</i> A.St.-Hill	tinguaciba
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq	pau espeto
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatonga vermelha
	<i>Casearia</i> sp	
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga

Família	Nome Científico	Nome Vulgar
	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	guaipá
	<i>Xylosma</i> sp	espinhenta
Sapindaceae	<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	arco de peneira miúdo
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	arco de peneira
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboitá
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart ; Eichl.) Engl.	guatambu de leite
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	limão bravo
Solanaceae	<i>Solanaceae</i> sp 1	
	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	folha de prata
	<i>Solanum</i> sp	
Styracaceae	<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	estoraque do mato
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	urtigão
Violaceae	<i>Hybanthus</i> sp	
Vochysiaceae	<i>Vochysaia tucanorum</i> Mart.	pau de tucano