

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**Relações entre Vizinhança e Efeito de Borda em Fragmento
Florestal**

Esther Carone Blumenfeld

Campinas
2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

Esther Carone Blumenfeld

**Relações entre Vizinhança e Efeito de Borda em Fragmento
Florestal**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos

Campinas
2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

B626r	<p>Blumenfeld, Esther Carone Relações entre vizinhança e efeito de borda em fragmento florestal / Esther Carone Blumenfeld.-- Campinas, SP: [s.n.], 2008.</p> <p>Orientador: Rozely Ferreira dos Santos Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.</p> <p>1. Impacto ambiental. 2. Paisagem. 3. Ecologia. 4. Planejamento ambiental. I. Santos, Rozely Ferreira dos Santos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.</p>
-------	--

Titulo em Inglês: Relationships between neighborhood and edge effect in forest
fragment

Palavras-chave em Inglês: Edge effect, Landscape ecology, Environmental
planning

Área de concentração: Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Lucila Chebel Labaki, Vânia Regina Pivello

Data da defesa: 08/08/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**RELAÇÕES ENTRE VIZINHANÇA E EFEITO DE BORDA EM
FRAGMENTO FLORESTAL**

Esther Carone Blumenfeld

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



**Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos
Presidente e Orientadora/UNICAMP**



**Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki
UNICAMP**



**Profa. Dra. Vânia Regina Pivello
USP**

Campinas, 08 de Agosto de 2008

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram presentes durante estes dois anos e, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho:

À professora Rozely pela orientação sempre presente e fundamental em todas as fases deste trabalho;

Ao professor Sydnei pela orientação paciente nas análises estatísticas;

À professora Lucila pelo apoio e empréstimo dos equipamentos de microclima;

À Sueli pela amizade e pela ajuda fundamental no campo, em casa, no lapla etc;

Aos os amigos do LAPLA que sempre bem humorados ajudaram no campo: à Eloisa, ao Gui, ao João à Kivia, à Lidia, à Sueli, à Talita, sem os quais a coleta de dados seria inviável.

Aos amigos e familiares que, quase sempre bem humorados, ajudaram na segunda fase do campo (em ordem cronológica de participação): Minha irmã Thais, meu pai Joseph, minha mãe Sara, minha amiga Marcinha e meu namorado Marcelo.

Aos técnicos do laboratório de conforto térmico, Daniel e Obadias, sempre prestativos, pelo apoio;

À Loyde pelas instruções relativas aos equipamentos de microclima;

Ao Marquinhos pela ajuda com o SIG e pelos vários telefonemas de socorro;

Ao Miltoninho que gentilmente me recebeu e passou o material utilizado no trabalho;

Ao Catharino pelo material cedido;

À Prefeitura de Cotia, em especial à Cristina Ota que nos cedeu o alojamento da Reserva;

À Sabesp pelo material cedido e pela permissão para desenvolver o trabalho na área, em especial ao Álvaro e à Celia;

À Belzinha pelo auxílio na elaboração do “Abstract”;

Ao Marcelo pelo apoio em todos os aspectos, pelas inúmeras ajudas, pelo companheirismo e mais várias outras coisas...;

Aos meus pais por estarem sempre presentes e me apoiando;

A o Alê e à Cintia (em ordem alfabética), caras metades, que desde o começo tornaram Campinas muito mais habitável;

Aos amigos do LAPLA pelas colaborações e amizade de todos;

Às meninas, Dani, Ju, Má e Ninis, pela amizade e apoio nas idas a São Paulo e via Embratel;

À Tata, a clara, por ser minha irmã e tudo mais;

À Dona Inês e à Liege, que tantas vezes me receberam tão bem nos finais de semana, tornando as semanas muito melhores também.

E a todos aqueles que por lapso não foram incluídos nestas páginas.

RESUMO

BLUMENFELD, Esther C. **Relações entre Vizinhança e Efeito de Borda em Fragmento Florestal**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2008. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2008.

O efeito de borda em fragmento de floresta é uma das principais conseqüências promovidas pelo uso e ocupação do homem em áreas onde ocorrem ecossistemas naturais. Para uma ocupação racional da paisagem, visando à conservação ambiental, é necessário um conhecimento mais preciso a respeito dessa interação homem e fragmento. Nessa direção, este estudo caracterizou e estabeleceu a extensão do efeito de borda em um fragmento de floresta em relação a diferentes vizinhanças e indicadores de efeito de borda. O trabalho foi realizado na Reserva Florestal do Morro Grande (SP) e seu entorno, uma região intensamente ocupada por diferentes usos humanos. A região foi mapeada e foram selecionados dois tipos de ocupação antrópica (urbana e agrícola) para estudo dos respectivos efeitos de borda, além de uma área florestal definida como referência. A qualificação e extensão do efeito de borda foram obtidas por meio da avaliação, em transecções, de indicadores de efeito de borda na floresta. Foi possível então distinguir dois grupos distintos de efeitos de borda: físicos e biológicos. O primeiro se estendeu ao longo da borda a profundidades menores e foi mais expressivo quando a vizinhança era a ocupação urbana. O segundo se expressou mais profundamente no fragmento e o efeito foi mais intenso na tipologia agrícola. Os melhores parâmetros para o efeito de borda neste estudo foram a temperatura e o diâmetro das árvores.

Palavras Chave: Efeito de Borda; Ecologia da Paisagem; Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

BLUMENFELD, Esther C. **Relationships between Neighborhood and Edge Effect in a Forest Fragment**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2008. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2008.

Edge effect is one of the main consequences of men's use and occupation of natural ecosystem occurring areas. For a rational landscape occupation concerned with environmental conservation needs, it is necessary to develop precise knowledge about the interaction between human populations and forest fragments. This study characterized and established the extent of the edge effect in a forest fragment in relation to its different neighborhoods and edge effect indicators. The study was developed in Morro Grande Forest Reserve (São Paulo, Brazil) and in its vicinity, a region intensely occupied by different types of human activities. The region was mapped and two kinds of a human occupation were selected for the edge effect study (rural and urban), and a forest area was defined as a reference. The type and extension of the edge effect were evaluated in transects in the forest using edge effect indicators. It was possible to determine two distinct groups of edge effects: physical and biological. The first type of edge effect spread along the edge at smaller depths and was more expressive when the vicinity was an urban area. The second type of effect was deeper expressed in the edge and the effect was more intense in rural areas. The best parameters to measure edge effect in this study were temperature and tree circumference.

Key words: Edge Effect, Landscape Ecology, Environmental Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Reserva Florestal do Morro Grande.....	26
Figura 2: Área urbana (borda mata – ocupação urbana).....	28
Figura 3: Área agrícola (borda mata – ocupação agrícola).....	28
Figura 4: Área florestada (borda mata – mata).....	29
Figura 5: Detalhe das estacas no início de uma das transecções.....	30
Figura 6: Esquema da transecção.....	31
Figura 7: Disposição dos equipamentos de aferição de microclima no início de uma transecção.....	32
Figura 8: Mapa de uso e ocupação do entorno da RFMG.....	34
Figura 9: Áreas selecionadas para detalhamento.....	35
Figura 10: Área representativa da ocupação urbana.....	36
Figura 11: Área representativa da ocupação agrícola.....	37

Figura 12: Área representativa da região florestada.....	38
Figura 13: Avaliação das tendências entre fatores abióticos e distância da borda na floresta com as três tipologias.....	42
Figura 14: Média do peso seco da serapilheira para as bordas limítrofes às três tipologias.....	51
Figura 15: Distribuição dos dados e tendência de peso seco de serapilheira.....	51
Figura 16: Média das medidas de diâmetro das árvores para as bordas limítrofes às três tipologias.....	53
Figura 17: Média das porcentagens de cobertura de bambu nas três categorias de distância.....	55
Figura 18: Média do número de lianas nas três categorias de distância.....	55
Figura 19: Média do número de árvores mortas nas três categorias de distância.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores selecionados conforme significância.....	39
Tabela 2: Diferenças entre as tipologias em função das variáveis abióticas.....	41
Tabela 3: Diferenças entre as distâncias de borda em função da temperatura.....	44
Tabela 4: Diferenças entre as distâncias de borda em função da umidade.....	45
Tabela 5: Diferenças entre as distâncias de borda em função da radiação solar.....	45
Tabela 6: Diferenças entre as distâncias de borda em função da temperatura por tipologia.....	46
Tabela 7: Diferenças entre as distâncias de borda em função da umidade por tipologia.....	47
Tabela 8: Diferenças entre as distâncias de borda em função da radiação solar por tipologia.....	47
Tabela 9: representação das três faixas de efeito de borda ao longo das transecções para as variáveis cujas análises apresentaram resultados significativos.....	49
Tabela 10: Diferenças entre as tipologias em função das variáveis bióticas.....	50

SUMÁRIO

RESUMO	08
ABSTRACT	09
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivo.....	16
2. REFERENCIA TEÓRICO	17
2.1. Efeito de Borda: Conceito e Importância.....	17
2.2. Parâmetros Indicadores de Efeito de Borda.....	19
2.3. Métodos de Avaliação de Efeito de Borda.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Área de Estudo.....	25

3.2 Identificação da Série Tipológica de Uso e Ocupação da Terra e Seleção das Áreas de Estudo.....	27
3.3. Indicadores de Avaliação de Efeito de Borda.....	29
3.4. Tratamento dos dados.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSÃO.....	33
4.1. Série Tipológica Desenhada em Duas Escalas.....	33
4.2. Indicadores de Efeito de Borda.....	38
5. CONCLUSÕES.....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
7. ANEXO.....	66

1. INTRODUÇÃO

Efeito de borda é o resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes que estão separados por uma transição abrupta (MURCIA, 1995), como floresta e campo, conduzindo a diferenças na qualidade do habitat nas faixas limítrofes a esses sistemas e resultando na identificação de uma faixa de borda. Esta área está sujeita à pressão exercida pelo uso da terra no seu entorno, acarretando em efeitos que podem ser observados ou inferidos por fotos, imagens ou em levantamentos de campo.

Os efeitos de borda em fragmento de floresta são uma das principais conseqüências do uso e ocupação da terra pelo homem e um dos principais fenômenos responsáveis pela descaracterização e degradação de um remanescente florestal.

Os estudos sobre borda geralmente relacionam o tipo e intensidade dos efeitos principalmente a padrões como tamanho, disposição e formato dos fragmentos. Esses trabalhos utilizam diversos indicadores de efeito de borda, em unidades experimentais imersas em diferentes matrizes. Porém, não está esclarecido o papel dos diferentes tipos de interface nas características e dimensões de borda.

Conforme considerado por Ries *et al.* (2004) *“paisagens existem como mosaicos compostos por diferentes tipos de manchas, então, entender a ecologia do habitat das bordas requer a compreensão das complexas influências de cada diferente mancha adjacente na mancha em foco”*. Segundo Lindenmayer & Fischer (2006), o fator mais influente na manifestação do efeito de borda é seu grau de contraste com a matriz, quanto

mais distinta a matriz do fragmento, maior o efeito de borda. Desta forma, a influência da vizinhança é citada e reconhecida pela literatura, porém resta a pergunta: quanto um tipo e intensidade de pressão humana limítrofe a um fragmento florestal podem se somar às condições naturais e conduzir a um tipo e extensão específicos de gradiente de borda? Esta questão conduz para a hipótese de que diferentes tipos de vizinhança (em qualidade e quantidade) provocam manifestações de efeito de borda em extensões e quantidades distintas em fragmentos florestais. Desta forma o intuito deste estudo foi salientar os efeitos decorrentes do tipo de pressão antrópica na borda da floresta, tendo em vista que a literatura científica evidencia que são raros os trabalhos com esse foco no Brasil ou mesmo fora dele. Esperamos com este estudo contribuir para a tomada de decisão em planejamentos ambientais, pois, por exigência de ato legal ambiental (Lei Federal Nº 9.985 de 2000, Sistema Nacional de Unidades de Conservação, regulamentada pela resolução CONAMA Nº 1.390) é necessário definir os tipos e intensidades de atividades humanas que podem existir na zona de amortecimento de unidades de conservação. Em dias atuais, as decisões são tomadas prioritariamente pelo “bom senso”, sem base científica consistente. Assim, esta pesquisa visou contribuir por meio de duas frentes: pelo conhecimento científico e, adicionalmente, pelo apoio aos órgãos públicos ambientais e sociedade na fundamentação para tomada de decisão visando à conservação de unidades protegidas e ao respeito adequado à legislação ambiental brasileira.

1.1. Objetivo

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar e estabelecer a extensão do efeito de borda em fragmento de floresta em relação a diferentes vizinhanças e diferentes indicadores de qualidade de habitat.

Objetivos Específicos:

Caracterizar o efeito de borda em nas três tipologias estudadas;

Determinar os parâmetros mais indicados para determinação do efeito de borda

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Efeito de Borda: Conceito e Importância

Como já citado na introdução, o efeito de borda é o resultado da interação entre dois sistemas adjacentes que conduzem a diferenças na qualidade do habitat nas faixas limítrofes (GIMENES & ANJOS, 2003; SISK & HADDAD, 2002). Dramstad *et al.* (1996) descrevem a borda como a porção externa de uma mancha que é significativamente diferente do seu interior. Eles citam que, freqüentemente, os ambientes da borda e do interior de um fragmento florestal são percebidos de forma diferente, tanto em relação à estrutura vertical e horizontal, como à composição e à abundância de espécies. Esse conjunto de expressões compreende então o efeito de borda específico a essa mancha.

A borda de um fragmento florestal sofre fortes influências do ambiente ao seu redor, o que acarreta em modificações físicas e estruturais em sua porção marginal (FIGUEIRÓ & COELHO NETTO, 2003). A área de borda está sujeita à pressão exercida pelo uso da terra no seu entorno, acarretando nos efeitos de borda que, segundo Murcia (1995), podem ser separados em três tipos: Abióticos - envolvendo mudanças nas condições físicas, como temperatura, umidade, luminosidade e químicas, como disponibilidade de substâncias advindas de processos de lixiviação; Bióticos diretos - mudanças na abundância e distribuição de espécies causadas diretamente por condições físicas próximas da borda, como por exemplo, dessecação, vento e determinada por tolerâncias fisiológicas de espécies às condições próximas da borda; e Bióticos indiretos - que envolvem mudanças nas

interações das espécies, como predação, parasitismo, competição, herbivoria, polinização e dispersão de sementes. Outros autores fazem outro tipo de classificação. Assim, por exemplo, Herrmann *et al.* (2005) e Nascimento & Laurence (2006) reconhecem somente dois tipos: físicos – como quantidade de luminosidade, umidade, temperatura, vento; e bióticos – como densidade e composição de espécies. Já Harper *et al.* (2005), em revisão de estudos sobre efeito de borda, apresenta uma classificação que separa-os em primários - decorrentes diretamente da criação da borda, como danos estruturais na vegetação, alteração na dispersão de sementes, alteração de temperatura, umidade e secundários - decorrentes dos efeitos primários, como mudança nos padrões de crescimento, regeneração, reprodução e mortalidade de plantas, acarretando em padrões alterados na estrutura e composição de espécies.

Dentre os efeitos de borda, são comumente citados em literatura a mais alta incidência de radiação solar e de temperatura do ar e do solo, acarretando em menor umidade na borda em relação ao interior da floresta. Segundo Gimenes e Anjos (2003) esses efeitos são importantes porque condicionam muitos fenômenos biológicos, estando diretamente ligados à fotossíntese, desenvolvimento da vegetação, decomposição e ciclo de nutrientes. Esses autores citam também que a intensidade dos efeitos de borda varia de acordo com a distância do limite ou fronteira do fragmento, sua orientação em relação ao sol, sua estratificação vertical, seu formato, tamanho e idade. Murcia (1995) cita também que a intensidade dos efeitos de borda varia em função de alguns fatores, como idade do fragmento, sua fisionomia e o tipo de matriz. Ressalta que é importante avaliar o histórico de manejo da floresta e da matriz. Todos esses fatores devem ser considerados para a seleção de réplicas em experimentos que pretendem determinar a extensão do efeito de borda.

É importante destacar que nem sempre o efeito de borda é evidente. Queiroga e Rodrigues (2001), trabalhando entre manchas de cerrado e áreas agrícolas, não evidenciaram efeito de borda, provavelmente porque não se constatou variações microclimáticas.

O efeito de borda constitui a consequência mais significativa da fragmentação resultante tanto de distúrbios naturais como de origem antrópica (ZHENG & CHEN, 2000), atuando como o principal mecanismo que leva às mudanças da estrutura e dinâmica florestal (NASCIMENTO & LAURENCE, 2006).

Por meio de diferentes tipos de uso da terra, o homem pôde gerar ao longo da história diferentes pressões e impactos produzindo grandes alterações nos sistemas naturais (SANTOS, 2005) e, de forma comum, as interferências são mais intensas da borda para o interior dos fragmentos florestais (SANTOS, 2004). Desta maneira, a extensão do efeito de borda deve ser uma resultante combinada das condições limítrofes entre o fragmento e área circundante, da influência dos fatores naturais inerentes sobre esse limite e do tipo e quantidade de interferências do homem nessa região. Conforme destacam Sisk & Haddad (2002), embora as bordas sejam componentes comuns de paisagens não perturbadas, elas proliferam, rapidamente, quando as paisagens são fragmentadas e com maior interferência humana.

É importante salientar que a influência humana também depende das condições locais em que se insere o fragmento. Assim, por exemplo, o desenho do terreno pode ser um fator determinante, tanto conferindo dificuldade como facilidade ao acesso da população humana fora e dentro dos fragmentos. Conforme citam Rodrigues *et al.* (2004), o relevo é um dos elementos da paisagem que interfere na expressão dos efeitos de borda, pela influência de vários fatores como sombreamento, declividade e possibilidade de acesso humano.

2.2. Parâmetros Indicadores de Efeito de Borda

Vários trabalhos sob a perspectiva da ecologia da paisagem foram realizados no sentido de qualificar e quantificar o efeito de borda, em áreas com ocupações e atividades humanas distintas. Esses estudos procuraram buscar relações entre padrões espaciais e processos ecológicos, conforme teoricamente sumarizado em Metzger (2004). Os estudos basearam-se em indicadores para atingir seus resultados, ou seja, utilizaram parâmetros que expressam a ocorrência de características ligadas ao efeito de borda, como nos trabalhos de Baldissera & Ganade (2004), Fontoura *et al.* (2006), Hansen & Clevenger (2005), Herrmann *et al.* (2005), Nascimento & Laurence (2006), Oliveira Filho *et al.* (2004), Paciência & Prado (2004), Saunders *et al.* (1999) e Zheng & Chen (2000).

Saunders *et al.* (1998), utilizando a temperatura como indicador em área ocupada por silvicultura, encontraram efeito de borda variando de 10 a 60 metros, dependendo do local, do período do dia e das condições do tempo, entre outras variáveis. Fontoura *et al.* (2006), utilizando

parâmetros como riqueza, abundância, composição e estrutura da vegetação em uma área de transição entre floresta de araucária e pasto estabeleceram uma extensão de borda de até 50 metros. Nascimento & Laurence (2006) utilizaram estimativas de densidade e biomassa de árvores vivas e arvoretas, serapilheira e árvores mortas em pé como indicadores de efeito de borda em fragmentos florestais inseridos em uma matriz de pastagem abandonada. Eles observaram alta taxa de mortalidade e danos nas árvores, principalmente nos fragmentos menores e redução da densidade de árvores tardias, favorecendo o recrutamento de espécies pioneiras e secundárias. Também estudando efeito de borda em fragmento de floresta em uma matriz composta por pastagem, Paciência & Prado (2004) estudaram a riqueza de espécies de pteridófitas. Eles verificaram que o efeito mais significativo ocorria nos primeiros 20 metros da linha borda-interior. Baldissera & Ganade (2004), em área de transição entre floresta e pastagem, analisaram como indicador a predação de sementes e encontraram evidências de efeito de borda em até 50 metros de extensão para o interior da floresta. Hansen & Clewenger (2005) estudaram o efeito de borda de estradas e ferrovias em fragmentos de floresta e campos abertos utilizando como indicador a presença de espécies invasoras. Eles observaram que ao longo dos 25 metros de extensão de efeitos de borda na floresta havia um gradiente de intensidade de manifestação dos indicadores do efeito, da borda para o centro do fragmento. Hermann *et al.* (2005) estudaram uma paisagem natural fragmentada cuja matriz era composta por agricultura anual. Utilizaram a riqueza e abundância das espécies vegetais como indicadores de efeito de borda nos fragmentos. Eles relacionaram a extensão do efeito de borda a algumas características da paisagem e concluíram que o tamanho da área central do fragmento e a proximidade a outros fragmentos eram os fatores mais relacionados.

Figueiró & Coelho Netto (2003) analisaram uma interface floresta-cidade no maciço da Tijuca, no Rio de Janeiro. Os autores definiram diferentes padrões de estabelecimento desta interface e as classificaram segundo o grau de vulnerabilidade ao efeito de borda. Esta classificação foi feita a partir de um modelo teórico e foi baseada na facilidade de exposição da floresta a incêndio, considerado o maior agente causador de danos à borda na região do estudo. Sob essa consideração, eles usaram principalmente dois aspectos: a presença de gramíneas como um indicador das interfaces de maior vulnerabilidade, por ser a maior facilitadora da propagação do efeito fogo e a presença de floresta secundária como um indicador de menor vulnerabilidade, por representar uma espécie de barreira à propagação de incêndios. Eles classificaram então os diferentes tipos de borda formados

pelas diferentes interfaces floresta-cidade segundo a disposição e combinação das ocupações da terra dispostas nesta interface.

Existem muitos outros trabalhos que reforçam as considerações apresentadas neste item. Eles utilizam os mesmos indicadores, porém em diversas quantidades e combinações e aplicados em diversas áreas de estudo, o que torna difícil a comparação de resultados.

2.3. Métodos de Avaliação de Efeito de Borda

Na maioria dos trabalhos que se referem a efeito de borda, os dados a respeito dos indicadores foram coletados ao longo de transecções ou de parcelas dispostas em uma linha de direção borda-interior.

Os trabalhos que se preocuparam com a composição de espécies, de forma geral, utilizaram parcelas, como Fontoura *et al.* (2006), Nascimento & Laurence (2006) e Paciência & Prado (2004). Fontoura *et al.* (2006) realizaram medidas de abundância, composição e estrutura da vegetação em 42 parcelas de 5 por 5 metros dispostas aleatoriamente nas distâncias 0, 25, 50 e 100 metros da borda para o interior da floresta. Nascimento & Laurence (2006) coletaram os dados referentes aos seus indicadores em 56 parcelas de 1 hectare (100 por 100 metros) dispostas aleatoriamente em fragmentos de diferentes tamanhos e em mata contínua. Paciência & Prado (2004) realizaram suas medidas de riqueza e abundância de pteridófitas em 36 parcelas de 0,12 hectare (120 metros por 10 metros) em áreas de floresta contínua. As parcelas foram dispostas em três blocos: 20 metros da borda, 40 metros da borda e 100 metros ou mais da borda.

Outros trabalhos, como Herrmann *et al.* (2005), analisando também a composição de espécies, utilizaram transecções para a coleta dos dados. Seus levantamentos foram realizados em 46 transecções de 4 metros de largura perpendiculares aos 18 fragmentos estudados.

Esta metodologia também foi aplicada em trabalhos que utilizaram como indicadores a temperatura do ar (SAUNDERS *et al.*, 1999), espécies invasoras (HANSEN & CLEVINGER, 2005) e composição de mamíferos (COELHO, 1999). Saunders *et al.* (1999) realizaram medidas da temperatura do ar em transecções de 80 metros a 0, 5, 10 e 20 metros do solo a cada 5 metros. As

medidas foram realizadas oito vezes por dia, a cada 15 segundos, obtendo-se uma média a cada 20 minutos. Hansen & Clevenger (2005) verificaram a presença de espécies invasoras em transecções paralelas a rodovias e ferrovias. As transecções foram dispostas a 5, 25, 50, 100 e 105 metros destes corredores e divididas em parcelas de 0,5 por 0,5 metros. Cada parcela foi dividida em plotes de 10 por 10 centímetros, nos quais foi verificada a presença ou ausência de espécies invasoras.

Outras metodologias, menos comuns, foram utilizadas. Fernandez *et al.* (2002), por exemplo, propuseram um modelo para delimitação de efeito de borda baseado em uma analogia com o campo elétrico e a extensão de suas forças. Eles chamaram a atenção à influência de fatores como tamanho e formato do fragmento na extensão do efeito de borda e salientaram o fato de sua irregularidade ligada a esses fatores e à heterogeneidade da paisagem. Já Zheng & Chen (2000) e Zeng e Wu (2005) desenvolveram seus trabalhos basicamente a partir de análises de imagens de satélite em SIG. Ambos os trabalhos foram baseados em mapas de uso da terra. O primeiro procurou desenvolver uma metodologia para delineamento de área de influência de efeito de borda a partir da disposição dos elementos da paisagem, determinando sua extensão a partir da conformação dos pixels na imagem de satélite. O segundo estudo teve como objetivo analisar a paisagem por meio da aplicação de métricas de borda a partir da imagem de satélite. Estas métricas levaram em consideração aspectos como a quantidade, densidade e o comprimento das bordas identificadas.

De forma geral, pesquisadores que trabalham com métricas e ecologia da paisagem usam um tamanho pré-determinado de extensão de borda, usualmente entre 30 e 100 metros, de acordo com a análise do lugar (LEITÃO *et al.*, 2006; METZGER, 2001). Planejamentos ambientais baseados apenas nessa determinação subjetiva têm limitações (LEITÃO *et al.*, 2006) e podem conduzir para tomadas de decisão errôneas sobre fragmentos que devem (ou não) ser protegidos em detrimento de outros.

Sobre o tema efeito de borda existem dois trabalhos que devem ser destacados. O estudo de Murcia (1995) enfatiza conceitos e métodos usuais. A autora escreve sobre a falta de atenção nos diversos estudos analisados no que tange à contextualização do fragmento em relação à matriz. Ries *et al.* (2004) fez uma revisão extensiva, destacando o histórico do conceito e apresentando um agrupamento dos estudos efetuados de acordo com os indicadores e métodos utilizados. Esses autores criticam os estudos, citando que os pesquisadores não consideram a matriz na análise de seus

resultados e tratam o efeito de borda como um fenômeno simples, linear e não sinérgico. Também destacam incoerências metodológicas, principalmente em relação ao número e disposição de réplicas amostrais.

Ewers *et al.* (2007), seguindo considerações de Murcia (1995) e Ries *et al.* (2004), fizeram um trabalho tentando elucidar a relação da área com o efeito de borda, evidenciando a ação sinérgica destes dois fatores nos processos ecológicos. Eles assumem que os processos dentro dos ecossistemas são muito mais complexos do que se costuma considerar a partir da aplicação das metodologias comumente empregadas na maioria dos estudos.

Mesquita *et al.* (1999) compararam, na Amazônia, a taxa de mortalidade de árvores em fragmentos rodeados por diferentes matrizes: pastagem, *Cecropia* e *Vismia*. Dentro dos fragmentos, em parcelas determinadas, acompanharam as comunidades de árvores por 5 a 6 anos após a fragmentação. Eles marcaram todas as árvores inseridas nas parcelas e acompanharam as que morriam ao longo dos anos. Observaram que em todos os casos o efeito de borda se manifestou com maior intensidade nos primeiros 20 metros. Porém, constataram que a matriz exerce influência tanto na magnitude quanto da penetração máxima dos efeitos de borda. Concluíram que a matriz formada por pasto protege menos a floresta do que as outras estudadas. Além disso, concluíram que a matriz composta por *Vismia*, devido à sua estrutura, protege mais a floresta do vento e luminosidade, a pesar de sua altura menor em relação à *Cecropia*.

Li *et al.* (2007) analisaram, com uso de SIG, uma paisagem na China formada por um mosaico composto por alguns tipos de uso da terra. Identificaram bordas formadas por mais de dois tipos de vizinhança, ou seja, fronteiras de mais de dois tipos de uso da terra, e observaram que a multiplicidade de bordas em uma mesma mancha pode aumentar a extensão do efeito de borda de forma não linear. Porém, neste estudo não se teve a preocupação de relacionar especificamente o efeito de borda ao(s) tipo(s) específico(s) do uso da terra.

Ewers & Didham (2006), em estudo na Nova Zelândia, em fragmentos de floresta rodeada por matriz de pastagem, consideraram extensão e magnitude do efeito de borda usando como indicadores a diversidade e abundância de classes de insetos. Eles consideraram não só a borda, mas todo o *continuum* do ecótono, fazendo transecções de 1.024 metros para dentro da floresta e para

dentro da matriz. Eles puderam constatar que os diferentes grupos de insetos respondem de maneira diversa aos efeitos de borda, tanto em extensão quanto em intensidade.

Ewers *et al.* (2007), em estudo em fragmentos florestais também na Nova Zelândia, analisando o comportamento da comunidade de besouros em fragmentos de diferentes tamanhos, constataram que a área do fragmento e o efeito de borda agem em sinergia sob a comunidade de besouros, sugerindo que variações na intensidade do efeito de borda talvez sejam a base de muitos padrões que eram superficialmente relacionados principalmente à área do habitat.

Enfim, as críticas de Ries *et al.*, em 2004, parecem ter imprimido uma nova forma de trabalhar os efeitos de borda e os mais recentes trabalhos têm reforçado o papel da matriz. No entanto, muitos aspectos ainda devem ser considerados e há uma grande lacuna no conhecimento no que se refere à interpretação do *continuum*, que engloba a caracterização da matriz tanto quanto a caracterização do fragmento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado junto à Reserva Florestal do Morro Grande – RFMG, uma área de cerca de 10.870 hectares localizada no município de Cotia, SP, entre as coordenadas 23°39' - 23°48' S, 47°01' – 46°55'W. Está situada no Planalto Atlântico, no alto da Serra de Paranapiacaba, sobre o planalto de Ibiúna, nos limites da Morraria do Embu e Bacia de São Paulo, 34 Km a leste da cidade de São Paulo (CATHARINO *et al.*, 2006; METZGER *et al.*, 2006) (Figura 1).

A RFMG foi criada pelo Decreto Estadual nº 1.949 de 04 de abril de 1979. Em 1981 foi Tombada pela Secretaria da Cultura do Governo do Estado de São Paulo pela Resolução de tombamento nº2. Em 1994, a RFMC foi também inserida como área núcleo na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. É administrada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, pois abriga mananciais que abastecem o Sistema Produtor Alto Cotia, Represa Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, responsáveis pelo abastecimento de 400 mil habitantes da Região Metropolitana de São Paulo.

Os limites da RFMG coincidem com os da bacia do rio Cotia no seu trecho superior, dentro da bacia do Alto-Tietê. A altitude está entre 860 e 1.075 metros. O clima predominante pode ser classificado como *Cfb* (KÖPPEN 1948 *apud* CATHARINO *et al.*, 2006), descrito como

temperado de inverno menos seco, com regime de chuvas de verão, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22°C e do mês mais frio abaixo de 18°C.

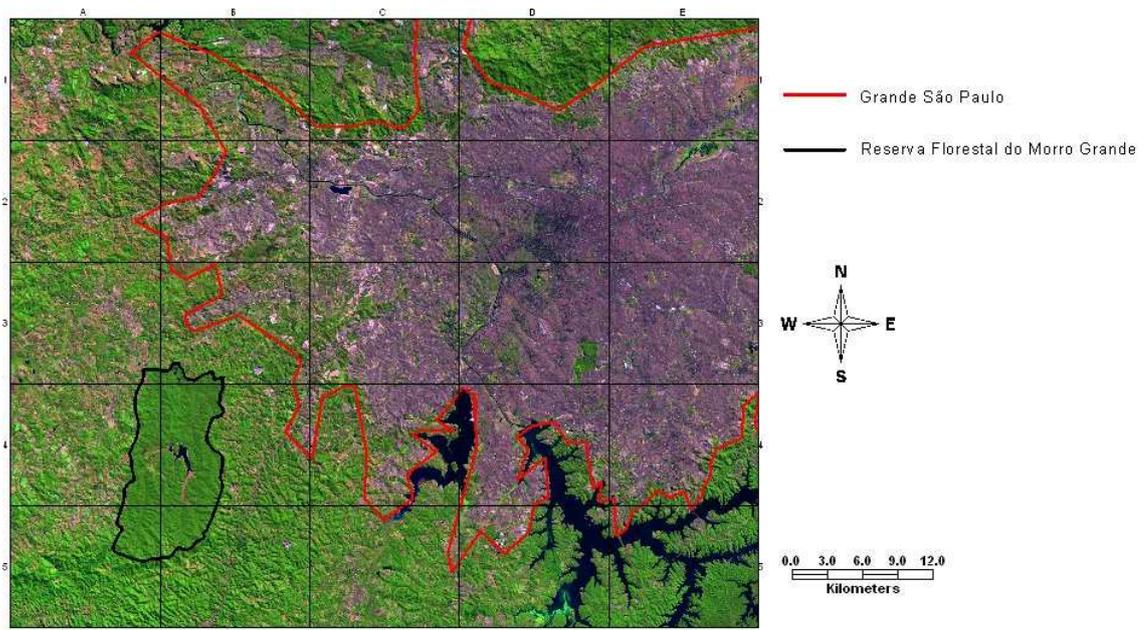


Figura 1: Localização da Reserva Florestal do Morro Grande.

Devido a seu histórico de ocupação, a RFMG é composta por um mosaico de florestas secundárias em diferentes estádios de sucessão (METZGER, 2006). Segundo Catharino *et al.* (2004), ela pode ser classificada em geral por “floresta ombrófila densa montana, com presença de espécies de florestas mistas, estacionais, semidecíduais e cerradão”.

A Reserva representa um dos maciços florestais mais extensos e preservados do Planalto Atlântico do entorno da cidade de São Paulo, possuindo predominantemente florestas regeneradas e representando um bom testemunho da flora regional (CATHARINO *et al.*, 2006).

É uma região ocupada há bastante tempo, o que permitiu o estabelecimento, junto a esse fragmento florestal e remanescentes menores, de diferentes tipos de usos da terra. Sua região sul é cortada por um trecho da Estrada de Ferro Sorocabana e uma linha do sistema de transmissão de energia elétrica proveniente da Usina Hidrelétrica de Itaipu que atravessa a Reserva a sudoeste. Por

apresentar tais condições, a Reserva e entorno representam uma situação bastante aplicável aos objetivos e à metodologia do presente estudo.

3.2. Identificação da Série Tipológica de Uso e Ocupação da Terra e Seleção das Áreas de Estudo

A identificação e o desenho da série tipológica de uso e ocupação da terra ao redor da Reserva Florestal do Morro Grande foram realizados por meio de mapeamento em duas escalas: uma de semi-detalle, para identificação das principais unidades tipológicas que fazem pressão sobre a reserva e outra de detalhe, que possibilitou a seleção de trechos representativos e específicos da unidade maior.

O primeiro mapa foi obtido por meio de interpretação de imagem de satélite LANDSAT 7 (órbita/ponto 219/76 e 219/77), obtida em abril de 2000, nas bandas 3, 4 e 5. Para esta etapa foram realizados dois levantamentos de campo, o primeiro para a definição de padrões e o segundo para aferir a veracidade das informações do mapa. O produto desta primeira fase foi um mapa de uso e ocupação do entorno da RFMG em um buffer de 10 Km em escala 1:30.000. As categorias de cobertura vegetal foram interpretadas com base na classificação realizada por Catharino (2006). Para o armazenamento e organização das diversas informações foi utilizado o programa GEOMEDIA PROFESSIONAL 6.0.

Este primeiro mapa permitiu a localização das três principais tipologias de uso no entorno da Reserva (urbana, agrícola e florestada). Na região central de cada uma delas foram delimitadas áreas de 600 hectares localizadas em regiões nas quais a tipologia de ocupação estabelecia fronteira imediata com a reserva. Cada uma dessas áreas foi mapeada em maior detalhe para posterior investigação quanto à sua influência na manifestação de efeito de borda na mata contígua. Os mapas foram obtidos por meio de interpretação de imagens de satélite Ikonos com coordenadas direita superior e esquerda inferior, respectivamente: (-47:00:03, -23:41:14; -47:00:03, -23:41:14), (-46:59:57, -23:37:30; -47:03:47, -23:41:14) e (-46:59:56, -23:45:00; -7:03:48, -23:48:44), em 4 bandas espectrais (dados multiespectrais), no domínio do visível (RGB) e do infravermelho próximo, com resolução espacial de 1 metro e resolução radiométrica de 11 bits obtidas em outubro de 2002. O mapeamento

foi realizado em tela de resolução na faixa de escala 1:1.000 – 1:5.000. Os produtos foram produzidos na escala 1:5.000, também no software GEOMEDIA PROFESSIONAL 6.0. A partir deste produto foram definidas as áreas amostrais, em pontos onde o limite entre a unidade tipológica e a Reserva Florestal era dado por uma via de acesso de terra, de pista simples. As Figuras 2, 3 e 4 mostram as fronteiras das três áreas amostrais selecionadas.



Figura 2: Área urbana (borda mata – ocupação urbana).



Figura 3: Área agrícola (borda mata – ocupação agrícola).



Figura 4: Área florestada (borda mata – mata).

3.3. Indicadores de Avaliação de Efeito de Borda

No contexto deste estudo e com base na análise da literatura foram considerados adequados para avaliação do efeito de borda e passíveis de medidas de campo os seguintes indicadores físicos e biológicos: temperatura, radiação solar, umidade relativa; densidade, altura e diâmetro a altura do peito de indivíduos arbóreos, porcentual de cobertura de gramíneas e bambus, número de bromélias, lianas e árvores mortas em pé, número de estratos e peso seco de serapilheira.

Como indicadores das interferências humanas sobre o fragmento florestal foram considerados: danos nas árvores, inscrições nas árvores, presença de lixo, entulho, indícios de manifestações religiosas, raízes expostas, indícios de fogo, sinais de coleta de plantas, árvores cortadas, pegadas humanas e de animais domésticos, presença de trilhas, presença de animais domésticos, ocorrência de clareiras abertas pelo homem, pisoteamento, bosqueamento (ausência de sub-bosque) e presença do homem.

Em pontos representativos da mancha de cada uma das áreas relacionadas às tipologias de uso selecionadas na etapa anterior foram demarcadas três transecções de cem metros no sentido borda-interior do fragmento, distantes dez metros entre si. Sobre estas extensões foram coletados os dados referentes aos indicadores (Figura 5).



Figura 5: Detalhe das estacas no início de uma das transecções.

Para os indicadores de interferência humana, bem como o levantamento das gramíneas, bambus, bromélias, lianas, e árvores mortas, cada transecção foi adotada como uma unidade amostral contínua com largura de dois metros, porém segmentada em intervalos iguais, de dois metros, formando assim quadrados de 2 por 2 metros. A avaliação da distribuição dos dados foi feita ao longo dela e entre elas. As gramíneas e bambus foram quantificados subjetivamente em porcentagem de cobertura, em escala de 0 a 100% com intervalos de 10; as árvores mortas, bromélias e lianas foram contadas em número de indivíduos por parcela - para as bromélias foi quantificado o número de unidades identificáveis dentro das parcelas e para as lianas o número de indivíduos com ligação ao solo em cada parcela. Para os indicadores de interferência humana foi anotada somente a presença ou ausência.

Ao longo das transecções, a cada 10 metros, foram estipulados pontos nos quais foi determinado o número de estratos e adotados alguns princípios do método de quadrantes (MARTINS, 1979). Em cada ponto foram reconhecidos os quatro indivíduos arbóreos mais próximos. Para esses indivíduos foram mensuradas as distâncias do ponto quadrante e o diâmetro à altura do peito (a 1,30 metros do solo). As alturas das árvores foram estimadas em metro, por referência (haste de 7 metros) e comparação entre árvores. A ilustração da Figura 6 mostra um esquema das transecções.

Ao longo das transecções, foram medidas: temperatura ambiente, umidade relativa do ar e radiação solar. Essas medições foram realizadas das 09 às 15h. A medição da radiação solar foi realizada por solarímetros de tubo situados a uma altura de 1,30 metros do solo, localizados no início

da transecção (0 metro), a 30, a 50 e a 100 metros, e conectados ao integrador (Data Logger DL2e, multi-canal, modelo RS232, da Delta-T Device) configurado para registrar dados a cada dez minutos. Estes sensores detectam a radiação na faixa de comprimento de onda de 300 a 2500 nm, que corresponde ao espectro solar, e determinam a irradiância média (em kW/m^2). Os demais parâmetros ambientais foram coletados em intervalo de 15 minutos, registrados por 11 sensores localizados a cada 10 metros da transecção, começando pelo ponto zero, no seu início, e terminando aos 100 metros (Figura 7).

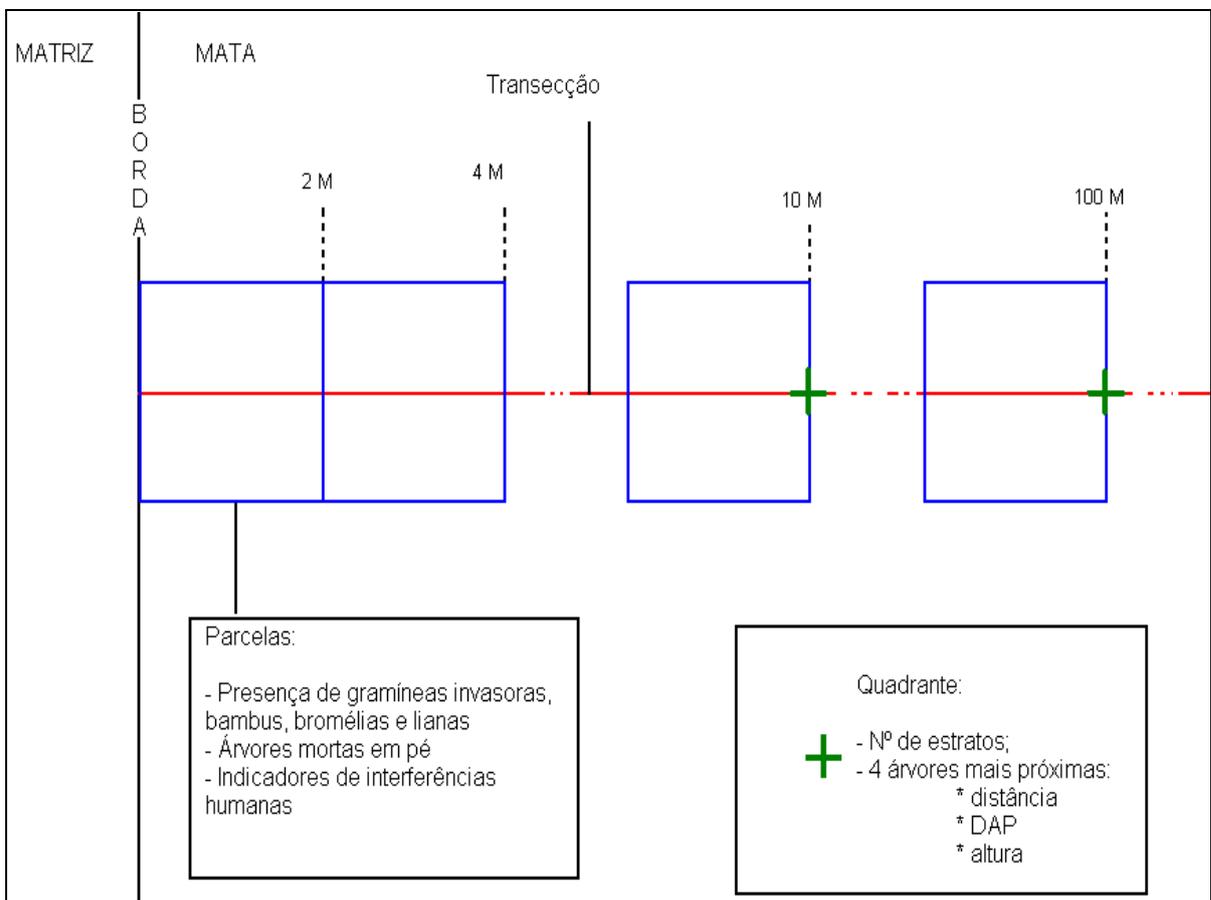


Figura 6: Esquema da transecção.



Figura 7: Disposição dos equipamentos de aferição de microclima no início de uma transecção.

3.4. Tratamento dos dados

Foram aplicadas análises estatísticas com o intuito de verificar se havia diferença significativa no comportamento das variáveis quanto às diferentes tipologias de vizinhança consideradas e às diferentes distâncias da borda. Foram efetuadas Análises de Variância (ANOVA) com dois fatores fixos (tipologia de vizinhança e distância da borda) para cada um dos indicadores, conforme descrito em TRIOLA (2005). Para tal, foi utilizada a função GLM (General Linear Model) do programa MINITAB 15. Para os indicadores que apresentaram diferenças significativas em nível de significância de 5% entre as distâncias da borda, foram aplicadas Análises de Variância (ANOVA) com um fator fixo (distância) para os dados de cada tipologia separadamente, para determinar em quais distâncias, para cada tipologia, ocorrem as diferenças.

Com o intuito de complementar as Análises de Variância, foram elaborados gráficos que mostram a distribuição dos dados e suas tendências em relação às distâncias da borda. Para os parâmetros medidos a cada dez metros ao longo das transecções, foram confeccionados gráficos de regressão dos dados da borda para as três tipologias selecionadas. Para as variáveis cujos dados foram obtidos dentro de cada parcela de dois metros foram construídos gráficos de colunas com as médias dos dados. Esta decisão deve-se ao fato de este conjunto de dados não apresentar comportamento compatível aos gráficos de regressão e à grande quantidade de dados de cada um dos indicadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Série Tipológica Desenhada em Duas Escalas

O mapeamento baseado na interpretação da imagem Landsat apontou como principais tipologias do entorno da Reserva Florestal do Morro Grande a ocupação urbana, a agricultura e áreas florestadas. Estas tipologias foram mais evidentes na face oeste da Reserva, na qual foi possível a observação de uma região onde predominava o uso urbano da terra, caracterizado pela presença de chácaras ao sul; uma região de florestas, ao norte; e uma região onde predominava o uso agrícola, onde havia predominância de horticultura, entre a área urbana e a florestada. O mapa em escala 1:30.000 está apresentado na Figura 8.

A partir da análise do mapa exposto na Figura 8, foi possível determinar as áreas a serem mapeadas em maior detalhe para estudo do efeito de borda relacionado às tipologias urbana e agrícola, no centro das áreas onde predominam estas tipologias. Nesta fase foi também selecionada uma área de amostragem interpretada como controle, onde se tem duas partes do fragmento florestal (pertencentes à reserva) separadas por uma via de acesso (Figura 9). Os mapas de detalhe das áreas selecionadas (ocupações urbana e agrícola), interpretados a partir de imagens IKONOS estão expostos nas Figuras 10, 11 e 12. Em pontos representativos das áreas selecionadas, foram realizadas as transecções para a coleta dos dados referentes aos indicadores de efeito de borda.

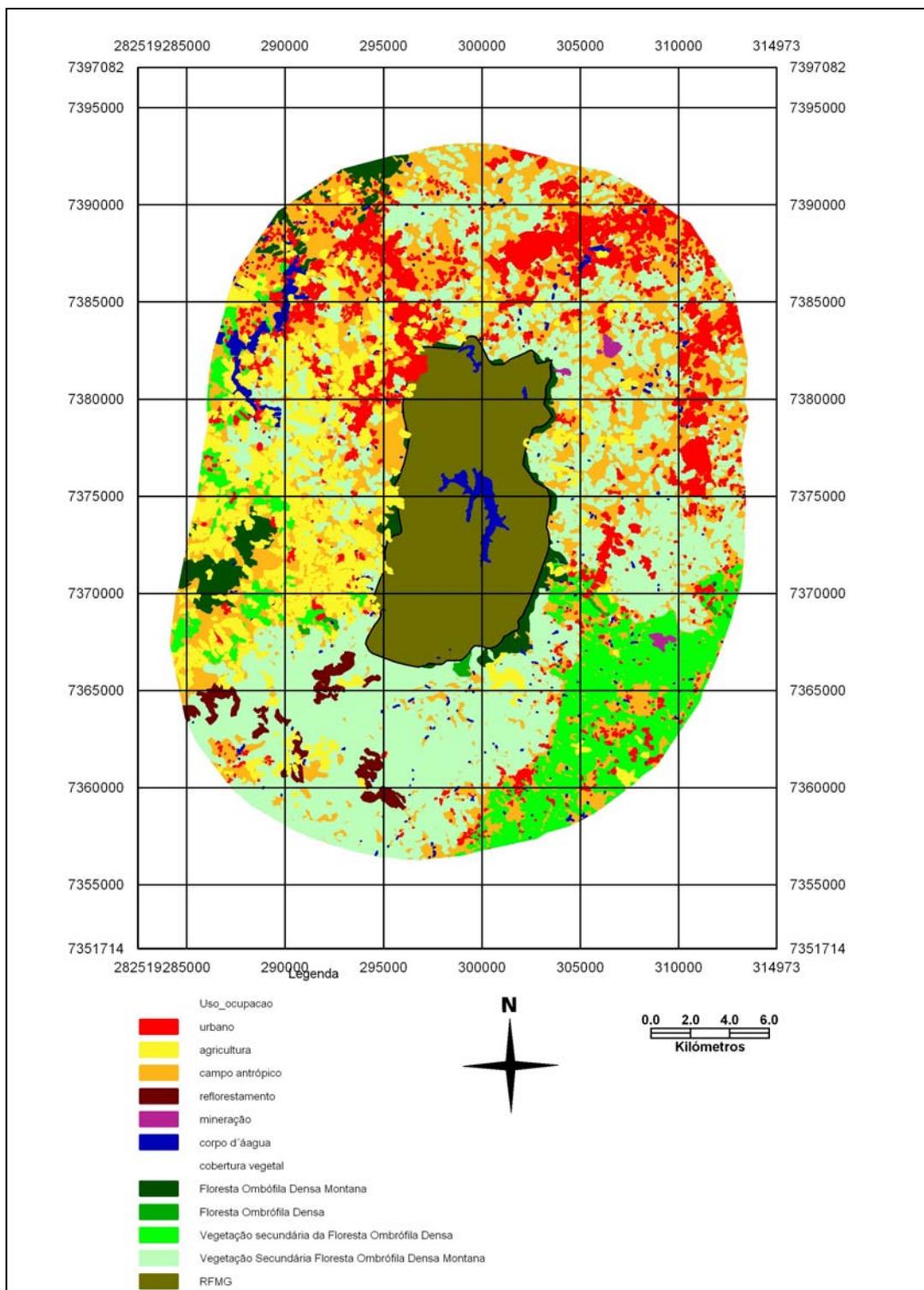


Figura 8: Mapa de uso e ocupação do entorno da RFMG.

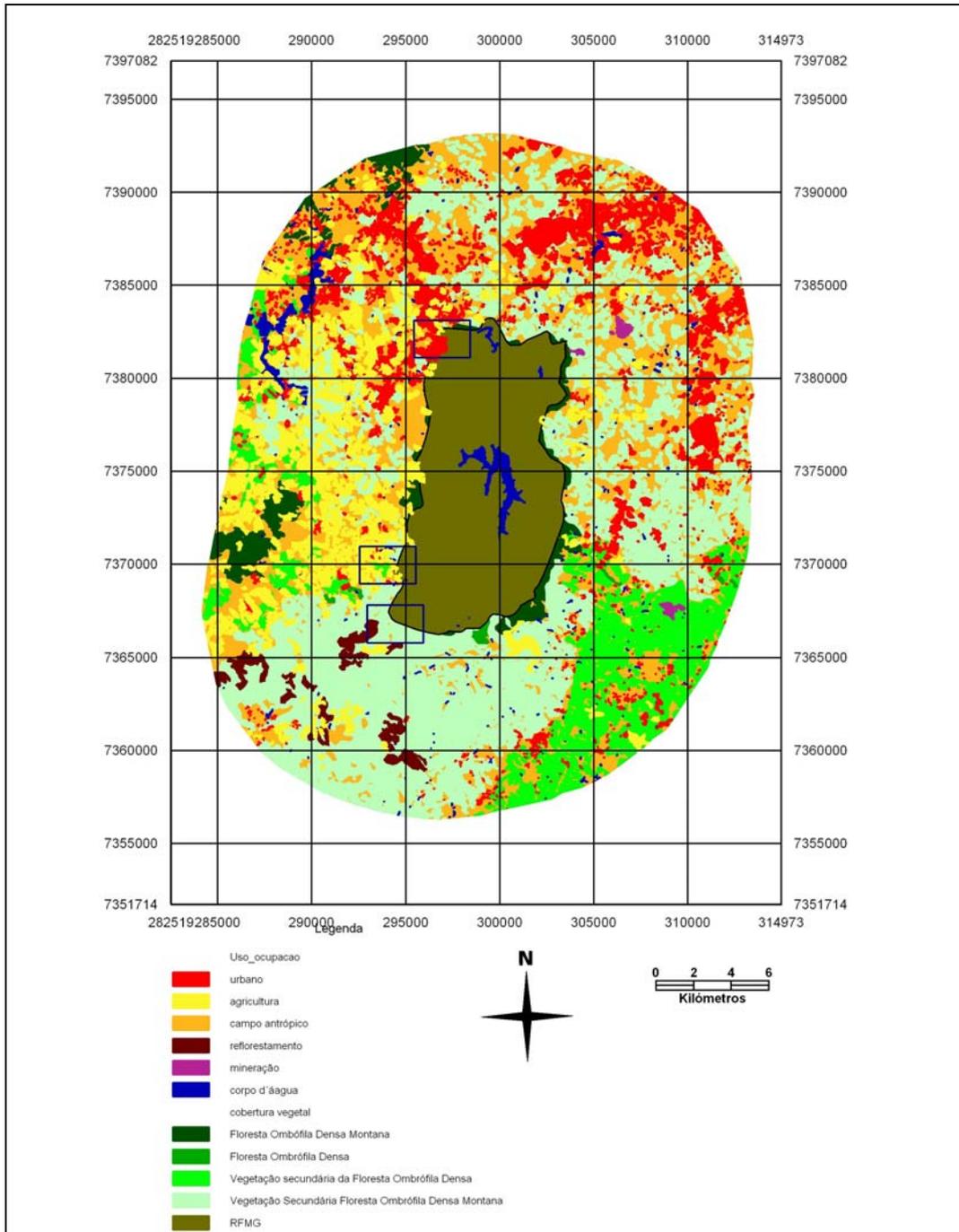


Figura 9: Áreas selecionadas para detalhamento.

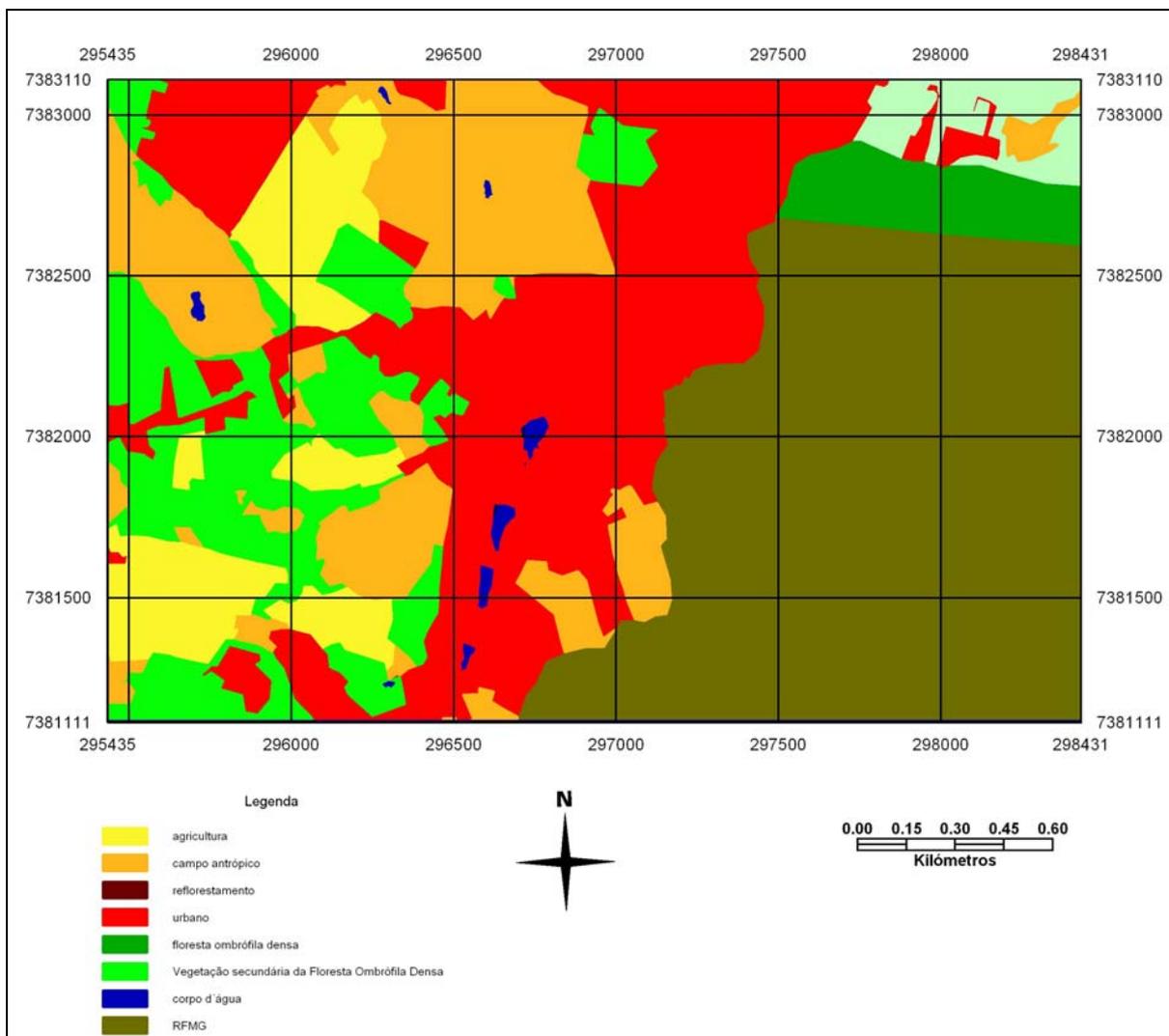


Figura 10: Área representativa da ocupação urbana.

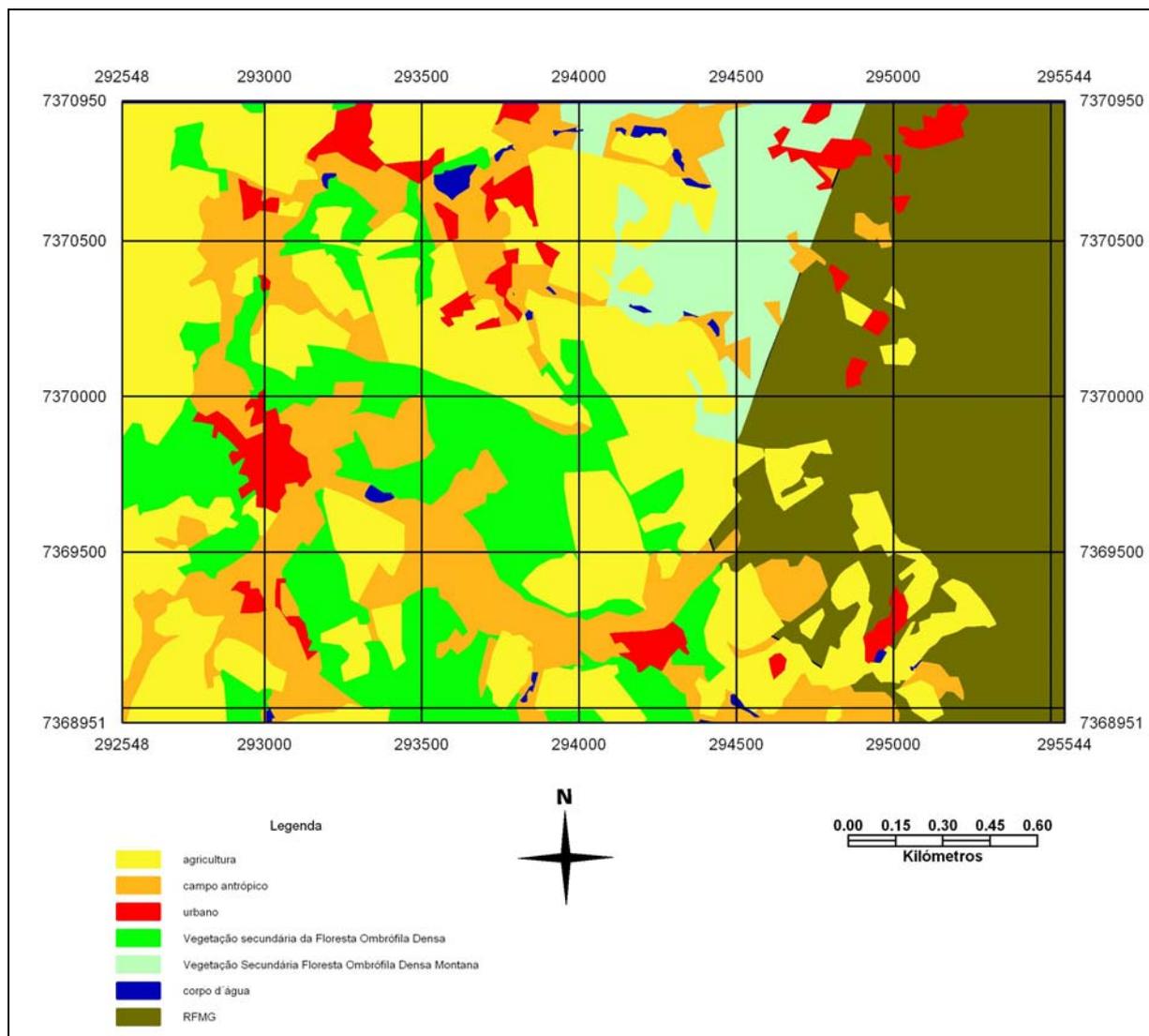


Figura 11: Área representativa da ocupação agrícola.

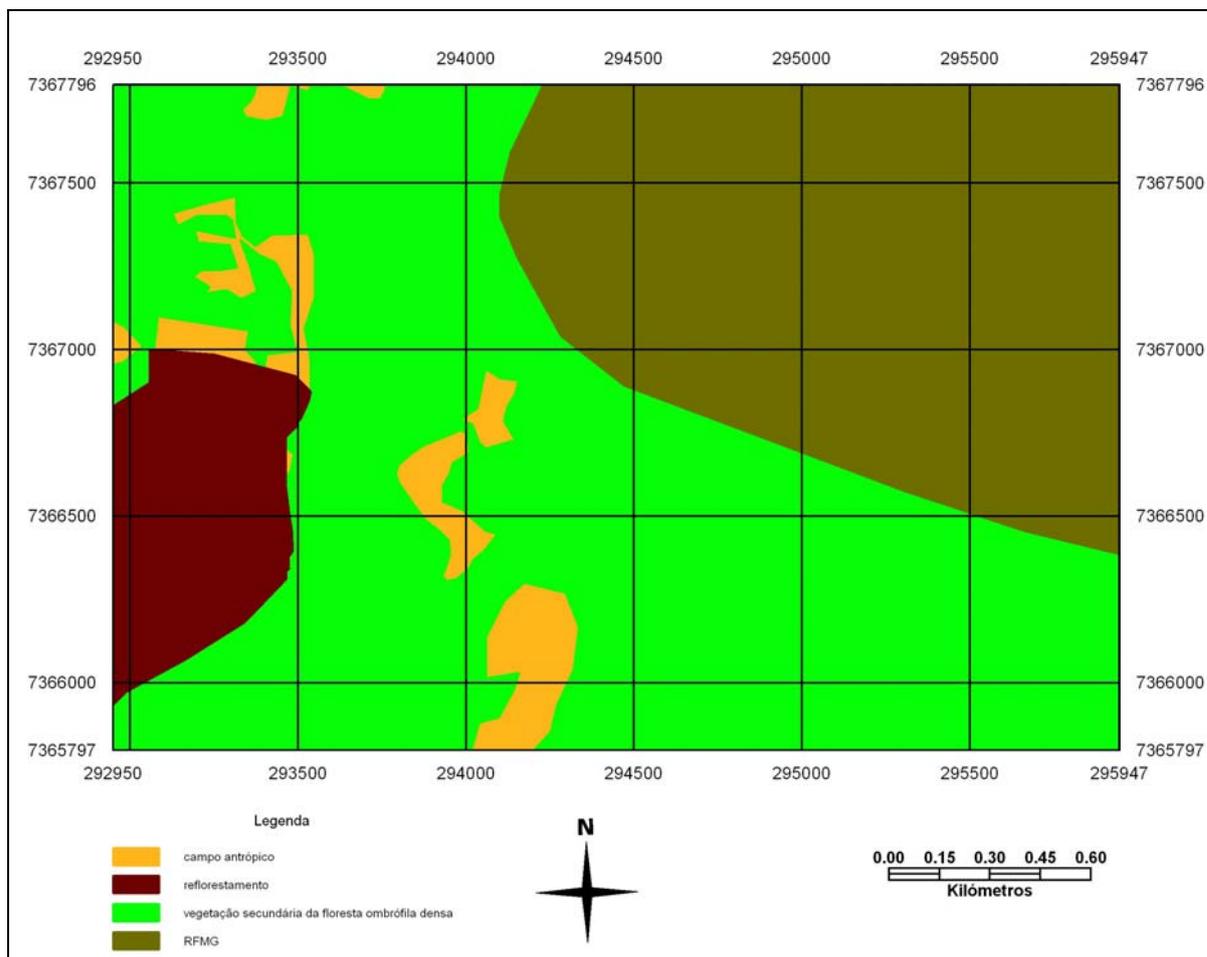


Figura 12: Área representativa da região florestada.

4.2. Indicadores de Efeito de Borda

A aplicação da função GLM da ANOVA evidenciou que somente parte dos indicadores utilizados apontaram diferenças significativas em nível de 5% em relação à tipologia de vizinhança do fragmento e/ou à distância da borda (Tabela 1). Os dados brutos aos quais as análises foram aplicadas encontram-se no anexo.

Tabela 1: Indicadores selecionados conforme significância

INDICADOR			SIGNIFICÂNCIA (5%)	
			diferenças entre tipologias	diferenças entre distâncias
ABIÓTICOS	temperatura	máxima		
		média		
		mínima		
	umidade	máxima		
		média		
		mínima		
	radiação solar	máxima		
		média		
		mínima		
BIÓTICOS	densidade das árvores			
	diâmetro das árvores			
	altura das árvores			
	peso seco da serapilheira			
	cobertura de gramíneas			
	cobertura de bambus			
	número de bromélias			
	número de lianas			
	número de árvores mortas			
	número de estratos			
INTERFERÊNCIAS HUMANAS	danos nas árvores			
	inscrições nas árvores			
	presença de lixo			
	presença de entulho			
	indícios de man. religiosas			
	raízes expostas			
	indícios de fogo			
	sinais de coleta de plantas			
	árvores cortadas			
	pegadas humanas			
	pegadas de animais domésticos			
	presença de trilhas			
	presença de animais domésticos			
	clareiras abertas pelo homem			
	pisoteamento			
	bosqueamento			
presença do homem				

Indicadores com resultado significativo

A análise global dos dados apontou a existência de dois grupos de indicadores, com comportamentos bastante distintos. Nessa perspectiva, os resultados se aproximaram da classificação proposta por Harper *et al.* (2005), que agrupa os efeitos de borda em primários (ou diretos, conseqüentes diretamente da formação da borda) – que abrangem distâncias menores para o interior

da mata; e secundários (ou indiretos, conseqüentes dos efeitos primários) – que abrangem distâncias maiores para o interior da mata.

- EFEITOS ABIÓTICOS

Dos dados referentes à temperatura, umidade e radiação solar, foram calculadas as médias e selecionadas as medidas mínimas e máximas de cada dia de medição. As análises de Variância foram então aplicadas a este grupo de dados. Em virtude de problemas técnicos no sensor de umidade posicionado aos vinte metros da borda, os dados referentes a este indicador nesta distância não foram incluídos nas análises. A aplicação das análises estatísticas permitiu responder a duas questões de interesse deste estudo, conforme descrito a seguir.

- Existem diferenças significativas entre as bordas formadas em diferentes tipologias?

As diferenças apontadas pela Análise de Variância entre as bordas limítrofes às diferentes tipologias foram organizadas em matrizes que permitem a comparação entre as bordas (Tabela 2). Para todas as matrizes expostas neste capítulo, o símbolo “A” representa a borda limítrofe com a tipologia agrícola, “U” a borda limítrofe com a tipologia urbana e “F” a borda limítrofe com a floresta.

O conjunto de fatores abióticos avaliado estatisticamente sugere que existem diferenças entre as bordas formadas junto às diferentes tipologias de uso da terra. Supondo a borda estabelecida com a floresta como referência, pode-se inferir que existem efeitos de borda específicos nas demais extensões estudadas. Esta afirmação se deve ao fato de que, em geral, as bordas estabelecidas com as tipologias agrícola e urbana se diferenciaram da borda limítrofe à floresta. Entre as extensões de borda estudadas, a que apresentou mais diferenças com aquela limítrofe à floresta foi a estabelecida com a ocupação urbana, o que sugere que o efeito de borda seja mais expressivo neste ambiente. O comportamento dos indicadores pode ser melhor compreendido através da análise da Figura 13, que mostra a distribuição dos dados de cada variável considerada e as respectivas retas de tendência ao longo dos 100 metros de borda investigados.

Tabela 2: Diferenças entre as tipologias em função das variáveis abióticas

Temperatura máxima				Temperatura média			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		=	≠	U		=	≠
A			≠	A			≠
F				F			
Temperatura mínima				Umidade máxima			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		≠	≠	U		≠	≠
A			=	A			=
F				F			
Umidade média				Umidade mínima			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		=	≠	U		=	≠
A			≠	A			≠
F				F			
Radiação solar média				Radiação solar mínima			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		≠	≠	U		≠	≠
A			=	A			=
F				F			

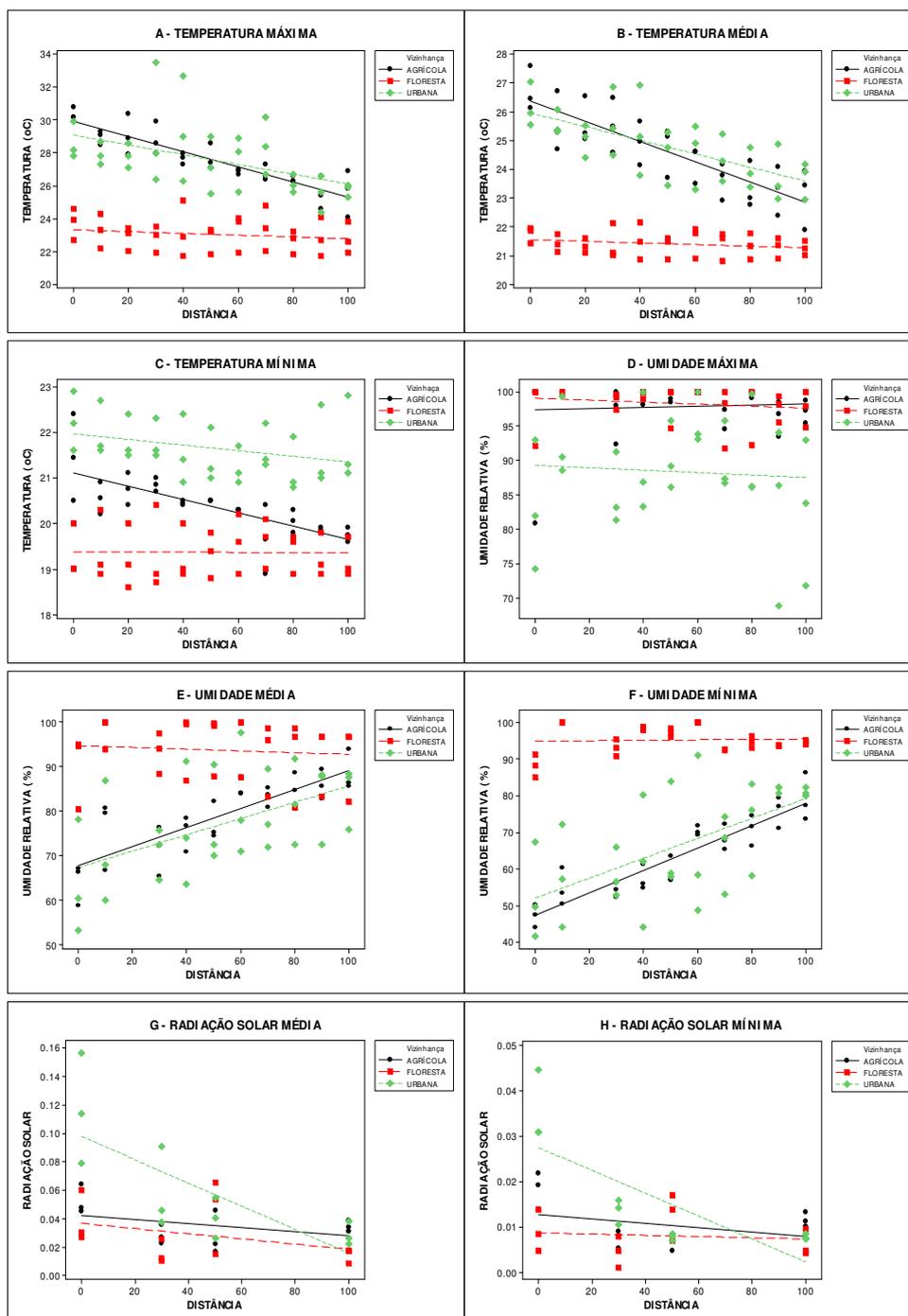


Figura 13: Avaliação das tendências entre fatores abióticos e distância da borda na floresta com as três tipologias.

Nota-se pela observação da Figura 13 que as diferenças de comportamento dos parâmetros abióticos são mais expressivas nos primeiros metros vizinhos às vias de acesso. Em muitos casos, o

comportamento dos dados da borda limítrofe à tipologia agrícola é parecido com o da borda com a ocupação urbana, porém, quando comparado ao da borda com a floresta é sempre o que mais se aproxima. A ampla faixa de variação dos dados da borda vizinha à ocupação urbana sugere instabilidade e variação climática neste ambiente e é mais um fator que a diferencia das demais. A constância e estabilidade dos dados da borda com a floresta confirmam o resultado das Análises de Variância, que não apontaram diferenças entre as distâncias da borda para este ambiente para nenhum dos parâmetros considerados.

- Existem diferenças significativas entre as diferentes distâncias de borda?

As análises referentes às distâncias de borda foram realizadas em duas fases: primeiramente foram considerados os resultados das Análises de Variância de dois fatores, que avaliaram a tipologia de vizinhança e a distância de borda para cada indicador. Esta primeira etapa permitiu identificar quais indicadores apresentaram diferenças significativas entre as distâncias de maneira geral, sem separar as tipologias de borda. Para esses indicadores, cujas análises apontaram diferença entre as distâncias, foi aplicada a segunda fase: Análises de Variância de um fator, que analisou as diferenças entre as distâncias de borda considerando a distância para cada tipologia de vizinhança separadamente.

As diferenças apontadas pela Análise de Variância entre as distâncias de borda sem separação entre as vizinhanças foram organizadas em matrizes que permitem a comparação entre elas (Tabelas 3, 4, e 5).

Tabela 4: Diferenças entre as distâncias de borda em função da umidade

Umidade média										
Distância	0	10	30	40	50	60	70	80	90	100
0		=	=	=	=	≠	=	≠	≠	≠
10			=	=	=	=	=	=	=	=
30				=	=	=	=	=	=	=
40					=	=	=	=	=	=
50						=	=	=	=	=
60							=	=	=	=
70								=	=	=
80									=	=
90										=
100										

Umidade mínima										
Distância	0	10	30	40	50	60	70	80	90	100
0		=	=	=	=	≠	≠	≠	≠	≠
10			=	=	=	=	=	=	≠	≠
30				=	=	=	=	=	≠	≠
40					=	=	=	=	=	=
50						=	=	=	=	=
60							=	=	=	=
70								=	=	=
80									=	=
90										=
100										

Tabela 5: Diferenças entre as distâncias de borda em função da radiação solar

Radiação solar média				Radiação solar mínima					
Distância	0	30	50	100	Distância	0	30	50	100
0		≠	≠	≠	0		≠	≠	≠
30			=	=	30			=	=
50				=	50				=
100					100				

Tabela 7: Diferenças entre as distâncias de borda em função da umidade por tipologia

Umidade média para tipologia agrícola										
Distância	0	10	30	40	50	60	70	80	90	100
0		=	=	=	≠	≠	≠	≠	≠	≠
10			=	=	=	=	=	=	=	≠
30				=	=	≠	=	≠	≠	≠
40					=	=	=	=	=	≠
50						=	=	=	=	=
60							=	=	=	=
70								=	=	=
80									=	=
90										=
100										

Umidade mínima para tipologia agrícola										
Distância	0	10	30	40	50	60	70	80	90	100
0		=	=	=	≠	≠	≠	≠	≠	≠
10			=	=	=	≠	≠	≠	≠	≠
30				=	=	≠	≠	≠	≠	≠
40					=	≠	=	≠	≠	≠
50						=	=	≠	≠	≠
60							=	=	=	=
70								=	=	=
80									=	=
90										=
100										

Tabela 8: Diferenças entre as distâncias de borda em função da radiação solar por tipologia

Radiação solar mínima para agrícola				Radiação solar média para urbana					
Distância	0	30	50	100	Distância	0	30	50	100
0		≠	≠	≠	0		=	≠	≠
30			=	=	30			=	=
50				=	50				=
100					100				

Radiação solar mínima para urbana				
Distância	0	30	50	100
0		≠	≠	≠
30			=	=
50				=
100				

As Análises de Variância de um fator não apontaram diferenças entre as distâncias na borda vizinha à floresta em nenhum caso, identificando-se com o observado nos gráficos da Figura 13.

De maneira geral, as diferenças foram mais constantes para a tipologia agrícola, onde houve maior incidência de diferenças, em distâncias maiores da borda do que aquelas apontadas pelas análises realizadas sem a separação entre as tipologias.

É importante salientar que as análises dos dados de radiação solar foram mais limitadas do que as demais apresentadas, pois, devido ao número limitado de solarímetros disponíveis, ela se refere a dados coletados apenas aos 0, 30, 50 e 100 metros da borda. Desta forma, não foi possível estabelecer em que pontos das transecções ocorreram exatamente as faixas do gradiente para este indicador. Porém, mesmo com tal limitação, os resultados das análises desta variável foram significativos e coerentes com os demais dos dados microclimáticos.

Em síntese, os dados de microclima foram em geral bons indicadores de efeito de borda, apresentando resultados significativos estatisticamente. Da literatura revista, os resultados foram mais próximos dos levantamentos apresentados por Lindenmayer & Fischer (2006), que encontraram extensão de borda próxima a 70 e 80 metros para dados microclimáticos. Cabe salientar que a publicação citada trata-se de uma revisão sobre o assunto, o que sugere a identificação dos resultados deste estudo com mais trabalhos. Os dados também corroboram com a hipótese de Harper *et al.* (2005), de que o contraste com a borda é o principal fator causador da expressão do efeito de borda, partindo-se do princípio de que a ocupação urbana é mais contrastante com a mata do que a agrícola.

Com base nos resultados das análises dos dados climáticos apresentados, foi construída a Tabela 9, que ilustra os gradientes formados por estas variáveis expresso em três faixas de intensidade de efeito de borda.

Tabela 9: Representação das três faixas de efeito de borda ao longo dos 100 metros para as variáveis cujas análises apresentaram resultados significativos

Tipologia	Indicador/Distância*	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Geral	Temperatura Máxima											
	Temperatura Média											
	Umidade Média											
	Umidade Mínima											
	Radiação Média											
	Radiação Mínima											
Agrícola	Temperatura Máxima											
	Temperatura Média											
	Umidade Média											
	Umidade Mínima											
	Radiação Mínima											
Urbana	Radiação Média											
	Radiação Mínima											

*(metros), (efeito de borda mais intenso), (efeito de borda intermediário), (efeito de borda menos intenso).

A partir da Tabela 9, pode-se sugerir que, na verdade, ocorrem três padrões de efeito de borda para as variáveis microclimáticas: do zero aos 40 metros; dos 40 aos 70 metros e dos 70 aos 100 metros.

- EFEITOS BIÓTICOS

Os indicadores bióticos receberam o mesmo tratamento dado aos abióticos. Foram aplicadas Análises de Variância com o intuito de determinar as diferenças significativas quanto à tipologia de vizinhança e distância da borda para cada um dos indicadores selecionados. Dos dez parâmetros investigados neste estudo, apenas cinco apresentaram resultados significativos e, dentre estes cinco, apenas um apontou diferenças significativas entre as distâncias de borda (Tabela 1).

Para a aplicação das análises, os dados de bambus, lianas, bromélias e árvores mortas foram separados em três categorias de distância de borda: 0 a 40 metros (categoria 1); 40 a 70 metros (categoria 2) e 70 a 100 metros (categoria 3), de acordo com as faixas determinadas pelas análises dos dados microclimáticos (Tabela 9). Esta classificação foi necessária para agrupar as muitas categorias iniciais em que foram coletados (de dois em dois metros). Os dados assim classificados foram

tratados estatisticamente considerando-se as categorias de distância (1, 2 e 3) e as tipologias de vizinhança (agrícola, urbana e floresta) como os fatores das Análises de Variância.

Assim como no tratamento dos dados abióticos, a aplicação das análises estatísticas visou responder a duas questões de interesse deste estudo, conforme descrito a seguir.

- Existem diferenças significativas entre as bordas formadas em diferentes tipologias?

As diferenças apontadas pela Análise de Variância entre as bordas limítrofes às diferentes tipologias foram organizadas em matrizes que permitem a comparação entre as bordas (Tabela 10).

Tabela 10: Diferenças entre as tipologias em função das variáveis bióticas

Peso seco de serapilheira				Diâmetro das árvores			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		=	≠	U		=	=
A			≠	A			≠
F				F			
Cobertura de bambus				Número de lianas			
Tipo	U	A	F	Tipo	U	A	F
U		=	≠	U		≠	=
A			≠	A			≠
F				F			
Número de árvores mortas							
Tipo	U	A	F				
U		=	≠				
A			≠				
F							

As diferenças apresentadas na Tabela 10 apontaram que o efeito de borda com a floresta é distinto das demais fronteiras tipológicas. Este resultado é diferente apenas no caso do número de lianas, que distingue a borda limítrofe à agricultura das demais; e no caso do diâmetro das árvores, que classifica a borda com a agricultura como diferente da floresta, porém igual à borda com a ocupação urbana. Tal qual para os indicadores climáticos, cada parâmetro biológico pode apresentar respostas próprias para a faixa dos 100 metros.

As diferenças indicadas pelo peso seco da serapilheira podem ser complementarmente analisadas pelo gráfico de colunas da média destas medidas ao longo dos cem metros para as bordas limítrofes às três tipologias (Figura 14).

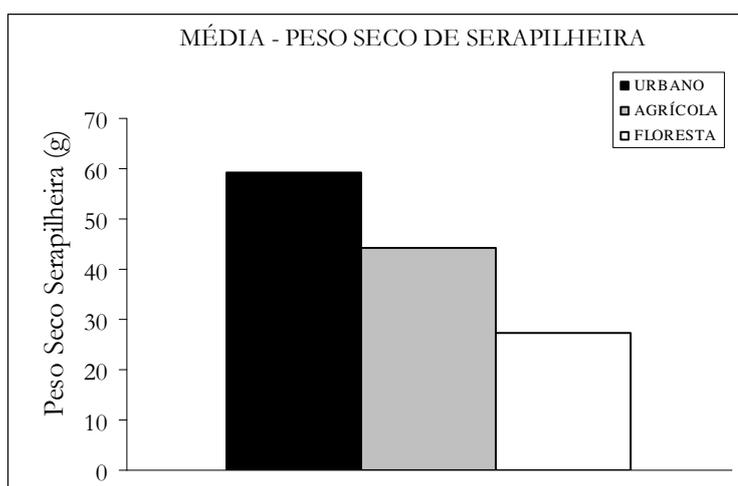


Figura 14: Média do peso seco da serapilheira para as bordas limítrofes às três tipologias

O comportamento desta variável dos zero aos cem metros de borda medidos e a distribuição de seus dados podem ser observados no gráfico de distribuição e tendências da Figura 15.

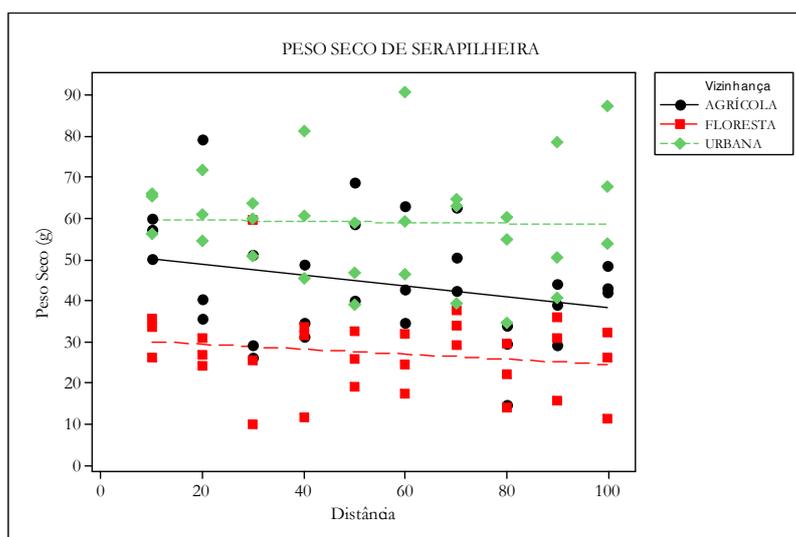


Figura 15: Distribuição dos dados e tendência de peso seco de serapilheira.

A Figura 15 não permite a identificação de padrão dos dados da borda que faz fronteira com a ocupação urbana, apresentando-se bastante dispersos. Este comportamento também é apresentado pelos dados da borda com a agricultura, apesar de um pouco menos expressivo.

Os resultados desta variável são bastante semelhantes aos de microclima. Provavelmente a umidade mais baixa, somada à maior incidência de radiação solar desfavoreça a ciclagem dos nutrientes na borda com a tipologia urbana. Os efeitos do vento e de danos na vegetação de borda também favorecem uma perda maior de material, como galhos e folhas, contribuindo para o aumento da serapilheira. Na borda com a floresta, os efeitos são contrários, o que justifica o peso seco sempre mais baixo neste ambiente, ao longo dos cem metros medidos. A borda com a agricultura, que teve medidas microclimáticas intermediárias, também apresentou resultados intermediários para esta variável. Estes resultados apóiam a hipótese de Vidal *et al.* (2007), que previa menor massa de serapilheira no interior de florestas do que em suas bordas. No entanto, contraditoriamente, a autora não comprovou sua hipótese a partir de seus resultados.

Os resultados das análises do número de árvores mortas também diferenciaram a borda florestada das demais. O comportamento desta variável foi próximo do esperado, pois se previa menor mortalidade de árvores em ambientes mais equilibrados e sob menos influência humana, como o da borda que faz fronteira com a floresta. Os resultados desta variável são ilustrados pela Figura 19.

Assim como a serapilheira e as árvores mortas, o diâmetro das árvores foi um bom indicador para diferenciar as bordas formadas com as diferentes tipologias. A fim de complementar a análise estatística, para este indicador também foi construído um gráfico de colunas com as médias dos diâmetros das árvores na borda com as três tipologias ao longo dos cem metros (Figura 16). Devido à grande quantidade de dados para cada um dos pontos amostrais - quatro árvores para cada distância para cada uma das três transecções - e à alta incidência de sobreposições, o gráfico de distribuição de dados e tendências não foi aplicável.

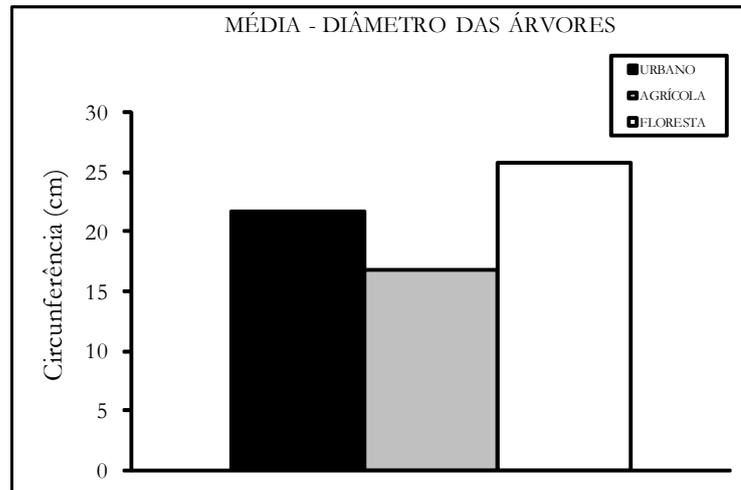


Figura 16: Média das medidas de diâmetro das árvores para as bordas limítrofes às três tipologias.

Esperava-se como resultado da análise desta variável maiores diâmetros das árvores do interior da borda limítrofe à floresta, pois este é teoricamente o ambiente sujeito a menores influências humanas, o que permite o desenvolvimento de uma floresta mais conservada, com predominância de árvores maiores, características de florestas próximas do clímax. O resultado obtido foi próximo do esperado, porém, as diferenças entre as vizinhanças foram muito tênues, havendo pouca distinção entre a borda com a floresta e a tipologia urbana, insignificante estatisticamente. O comportamento desta variável pode ser explicado pelo histórico de intervenções antrópicas na Reserva, que deixou sua marca até os dias atuais. O solo provavelmente ainda sofre as conseqüências de seus usos no passado, limitando o desenvolvimento da vegetação. Complementarmente à presença humana na região, foram observados outros fatores que podem limitar o desenvolvimento da vegetação, como a presença de pesticidas na borda com a agricultura (cuja aplicação foi observada no campo) e outros insumos agrícolas utilizados na plantação adjacente à borda, que podem interferir no desenvolvimento floresta.

Apesar de intimamente relacionado à diâmetro das árvores, o parâmetro “altura das árvores” não apresentou resultados significativos. Este fato pode se dever à alta subjetividade com que este fator foi mensurado (inferido, por comparação visual), podendo gerar dados errôneos ou à possível inadequabilidade do método de análise empregado neste trabalho.

A alta concentração de lianas na borda com a ocupação agrícola indicou efeito de borda mais intenso neste ambiente, enquanto as bordas com as tipologias urbana e florestada apresentaram comportamento semelhante entre si. Este comportamento é ilustrado complementarmente pela Figura 18. Esperava-se para esta variável a diferenciação da borda com a floresta das demais, havendo apenas a presença de menor número de indivíduos nos primeiros metros. O resultado encontrado parece estar relacionado, assim como no caso da diâmetro das árvores, à persistência das conseqüências dos usos passados na Reserva. O ambiente permanece com sinais de desequilíbrio e degradação. Apesar de estar dentro da reserva, com usos restritos, parece sofrer ainda impactos das ações passadas, não tendo desenvolvido um ambiente típico de florestas preservadas, com fatores que inibem o desenvolvimento das comunidades de lianas. Conforme descrevem Cooper e Sheate (2002), as características sugerem que ocorrem nesta área o efeito de impactos cumulativos.

Para a distribuição da cobertura de bambu, a Análise de Variância apontou a tipologia florestada como distinta das demais, porém esta diferença não parece estar relacionada à ausência de efeito de borda neste ambiente. A presença de bambus é considerada um indicador de efeito de borda, já que sua incidência está relacionada a efeitos climáticos típicos deste ambiente, porém, a maior concentração deste indicador ocorreu na borda com a floresta, contrariando a expectativa inicial de que fossem encontrados apenas alguns indivíduos nos primeiros metros destas transecções. Os resultados desta variável devem estar relacionados à penetração de luz em diferentes pontos dentro da floresta, associado ao empobrecimento do solo, de acordo com informações históricas existentes sobre a área (CATHARINO, 2006).

- Existem diferenças significativas entre as diferentes distâncias de borda?

Foram construídos gráficos de colunas com as médias de bambus, lianas e árvores mortas para cada categoria de distância estabelecida a partir da Tabela 9 (Figuras 17, 18 e 19), apesar de apenas os dados de cobertura de bambus terem apresentado resultados estatisticamente significativos para diferenças entre as distâncias de borda.

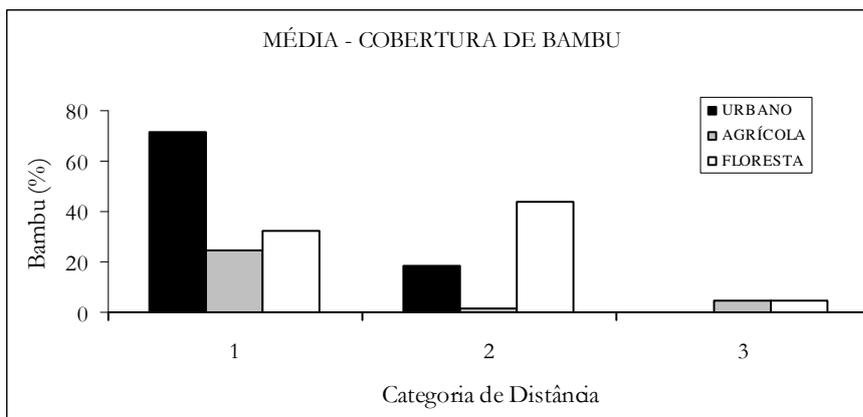


Figura 17: Média das porcentagens de cobertura de bambus nas três categorias de distância.

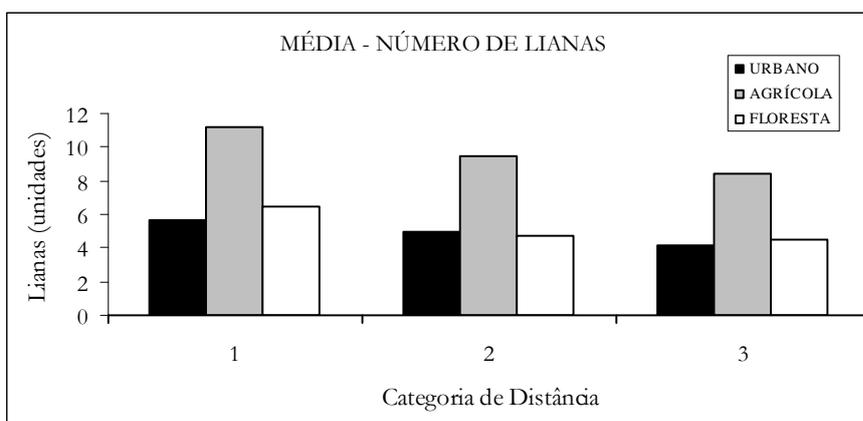


Figura 18: Média do número de lianas nas três categorias de distância.

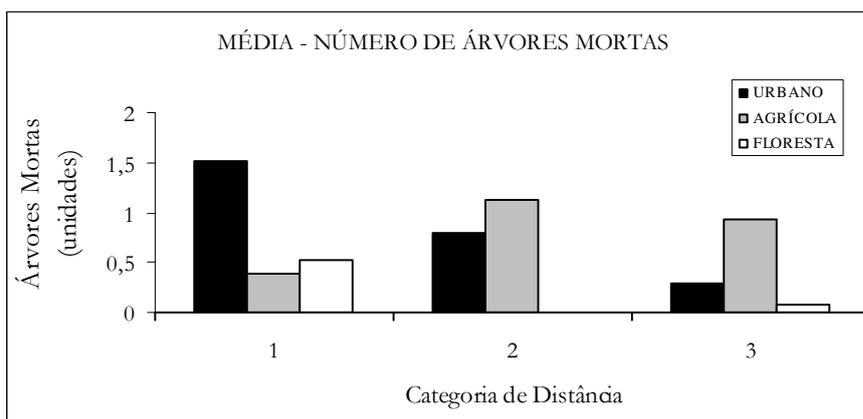


Figura 19: Média do número de árvores mortas nas três categorias de distância.

A distribuição da concentração de bambus (Figura 17) ao longo dos cem metros de borda estudados tem em geral comportamento próximo do esperado, sendo mais alta no início e diminuindo conforme a distância da borda aumenta. Este comportamento é mais evidente e atende mais às expectativas na borda com a ocupação urbana, onde a concentração cai expressivamente ao longo da transecção e atinge os 0% no final. Como já citado, as bordas com a agricultura e a floresta têm uma diminuição ao longo dos 100 metros, porém continuam a haver incidências, contrariando as expectativas iniciais principalmente na borda com a floresta, de presença de indivíduos apenas nos primeiros metros, onde as condições microclimáticas são mais extremas.

O número de lianas não apresentou identidade com as categorias de distância (Figura 18), desenvolvendo um comportamento praticamente constante ao longo dos cem metros medidos. Existe uma leve tendência à diminuição da quantidade de lianas em direção ao centro do fragmento nas bordas com as três tipologias, porém pouco expressiva. Como já citado, este resultado também é diferente do esperado, que previa diminuição do número de lianas com o aumento da distância de borda e a presença de apenas alguns indivíduos no início da borda com a floresta.

A pesar de as análises estatísticas do parâmetro “número e árvores mortas” não terem apresentado diferenças significativas entre as distâncias, a observação da Figura 19 sugere diferença entre as três categorias de distância para borda com a tipologia urbana, que apresentou resultado próximo ao esperado. Neste ambiente, ao longo dos 100 metros houve diminuição do número de árvores mortas em direção ao final das transecções. A borda com a mata apresentou maior incidência deste indicador nos primeiros metros, corroborando as expectativas iniciais, de ocorrência de efeito de borda apenas nos primeiros metros para este ambiente. As poucas ocorrências de árvores mortas no final da transecção devem estar relacionadas a eventos naturais, não influenciados pela borda. Já borda com a agricultura foi a que desenvolveu comportamento mais distante do esperado, apresentando alta incidência do indicador ao longo dos cem metros.

Os resultados das análises apresentados anteriormente apontaram diferenças entre as distâncias de borda relacionadas a poucos parâmetros biológicos. Para os parâmetros que foram divididos nas três categorias de distância, as diferenças apontadas estavam relacionadas, em geral, à borda com a tipologia urbana, que apresentou tendências de aproximação aos dados da borda com a floresta mais evidentes do que borda com a tipologia agrícola e também maior identidade com as

faixas de distância de borda, a pesar de as mesmas terem sido definidas com contribuições muito mais significativas dos dados da borda com a agricultura.

Em relação aos indicadores de presença antrópica (danos nas árvores, inscrições nas árvores, presença de lixo, entulho, indícios de manifestações religiosas, raízes expostas, indícios de fogo, sinais de coleta de plantas, árvores cortadas, pegadas humanas e de animais domésticos, presença de trilhas, presença de animais domésticos, ocorrência de clareiras abertas pelo homem, pisoteamento, bosqueamento e presença do homem), apesar de muitos trabalhos que tratam sobre efeito de borda utilizarem muitos dos indicadores empregados nesta pesquisa, como exposto no referencial teórico, muitos deles não apresentaram resultados satisfatórios.

De maneira geral, não foram coletados dados referentes à presença humana na faixa dos 100 metros de borda. Da gama de indicadores escolhidos, obteve-se somente a presença de lixo, ainda assim, aparecendo apenas duas vezes, no início de uma das transecções da borda com as tipologias urbana e agrícola. Embora isto tenha ocorrido, é importante salientar que vários dos indicadores escolhidos para esta pesquisa foram observados na área de estudo, como indícios de fogo, uma quantidade maior de lixo (principalmente na borda com a ocupação urbana) e danos em árvores. Porém, todos ocorreram fora da área delimitada pelas transecções. A partir desta constatação pode-se concluir que a metodologia empregada neste trabalho não é a mais adequada para a investigação destes parâmetros, que implicaria em uma estratégia que incluísse uma varredura mais ampla da área. Não foi passível de análise também a cobertura de gramíneas, que se manifestou apenas em duas parcelas iniciais da borda fronteira à tipologia urbana.

5. CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou que diferentes tipos de vizinhança provocam manifestações de efeito de borda em extensões e quantidades distintas em um fragmento de floresta. Porém, os tipos e as extensões dos gradientes de borda observados foram caracterizados a partir de um conjunto restrito de indicadores, cada qual com comportamentos bastante distintos em cada situação analisada. Objetivando caracterizar esse resultado, as conclusões estão sintetizadas na resposta de duas questões:

- *Existem diferentes efeitos de borda no fragmento florestal sob diferentes fronteiras tipológicas?*

A análise dos dados permite dizer que, a partir de um conjunto específico de indicadores, é possível identificar padrões específicos de efeito de borda frente à influência de três fronteiras tipológicas: urbana, agrícola e floresta. Os indicadores que apresentam respostas mais expressivas para a diferenciação são aqueles de influência primária ou direta sobre o ecossistema. Tomando como base esses indicadores, pode-se reconhecer um gradiente expresso em três faixas de distância da borda: 0 a 40 metros; 40 a 70 metros e 70 a 100 metros, mais evidentes na borda de tipologia agrícola.

Os indicadores climáticos distinguiram mais enfaticamente o efeito de borda e a análise de variância indicou que a fronteira entre florestas tem um comportamento distinto em relação aos demais tipos de fronteiras. Ao longo dos 100 metros os dados evidenciaram maior constância e estabilidade, gerando pouco gradiente, e com pouca variação entre as réplicas. Os maiores efeitos de

borda, com sinais de maior instabilidade entre as distâncias e entre as réplicas, foi junto à tipologia urbana, revelando grande variação climática no interior desse ambiente.

Os indicadores biológicos retrataram outro padrão de diferenciação. Eles distinguem o comportamento da borda de 100 metros fronteira a tipologia agrícola das demais. Este fato se deve à atuação de outros efeitos primários, não abarcados neste estudo, e / ou a relações sinérgicas, mais complexas entre eles ou ainda às interferências humanas, cuja metodologia empregada neste trabalho não foi eficiente para avaliar. É preciso ressaltar que os efeitos de borda relacionados aos indicadores biológicos muitas vezes se estenderam para o interior do fragmento, além do tamanho do transecto considerado como limite deste estudo. As retas de tendência evidenciam que o gradiente é maior junto aos primeiros metros e mais acentuado nas fronteiras agrícola e urbana, ou seja, é maior e mais diversa a variabilidade de suas características bióticas e distintas em toda a extensão dos 100 metros, não alcançando até essa extensão os valores médios verificados para a fronteira com floresta.

- *Quais os parâmetros mais indicados para o estudo de efeito de borda?*

A análise estatística evidenciou que os parâmetros climáticos são, em geral, de maior confiabilidade na expressão do gradiente de efeitos ao longo dos 100 metros da borda, independentemente da tipologia de fronteira. Dentre os indicadores microclimáticos medidos neste estudo a temperatura revelou ser o melhor parâmetro de identificação de efeito de borda e de diferenciação dentro de uma série tipológica.

Entre os indicadores biológicos, o diâmetro das árvores foi a medida que melhor retratou o gradiente de efeito de borda. Esta constatação baseia-se nos resultados estatísticos obtidos, cujos resíduos da análise de variância se aproximaram mais da distribuição normal do que dos demais parâmetros e o modelo se identificou mais com a distribuição dos seus dados, conferindo maior confiabilidade no comportamento observado.

Os indicadores diretamente relacionados à ação humana, como presença de lixo, indícios de fogo e pegadas de animal doméstico, apesar de presentes na área de estudo não caracterizaram o efeito de borda em nenhuma das fronteiras tipológicas estudadas, mostrando-se como parâmetros de

alta variabilidade e inconstância ao longo dos transectos, ou seja, inadequados para este tipo de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDISSERA, R; GANADE, G. Predação de sementes ao longo de uma borda de Floresta Ombrófila Mista e pastagem. **Acta Botanica Brasílica**. v. 19, n.1, p. 161-165, 2005.

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; CASTRO, L. L. F. L.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. 2000. Thermal comfort in outdoor spaces: the role of vegetation as a means of controlling solar radiation. **17th International Conference on Passive and Low Energy Architecture - Architecture City Environment**. Cambridge. Proceedings of the PLEA 2000. Londres : James & James (Science Publishers), 2000. v. 1. p. 501-505, 2000.

CATHARINO, E. L. M.; BERNACCI, L.C.; FRANCO, G.A.D.C.; DURIGAN, G.; METZGER, J.P. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica** v. 6, n 2: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006> (último acesso em 27/09/2006), 2006.

CATHARINO, Eduardo Luis Martins. **As florestas montanas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP, Brasil**. 2006. 247f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

COOPER, M. L.; SHEATE, W. R. Cumulative effects assessment: A review of UK environmental impact statements. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 22, p. 415–439, 2002.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T.T. **Landscape Ecology principles in landscape architecture and land use planning**. USA: Harvard University Graduate School of Design, 1996. 79p.

EWERS, R. M. & DIDHAM, R.K. Continuous response functions for quantifying the strength of edge effects. **Journal of Applied Ecology**. v. 43, p. 527–536, 2006.

EWERS, R. M.; THORPE, S.; DIDHAM, R.K. Synergistic interactions between edge and area effects in a heavily fragmented landscape. **Ecology**. v. 88, n. 1, p. 96-106, 2007.

FERNANDEZ, C.; ACOSTA, F. J.; ABELLÁ, G.; LÓPEZ, F.; DÍAZ, M. Complex edge effect fields as additive processes in patches or ecological systems. **Ecological Modelling**. v. 149, p. 273-283, 2001.

FIGUEIRÓ, S. A. & COELHO NETTO, A. L. Classificação de “zonas de tamponamento” (*buffer zones*) na interface floresta-cidade: área laboratório da bacia do canal do mangue, maciço da Tijuca (RJ). **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. <http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/172/172.htm> (último acesso em 27/09/2006), 2003.

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

GIMENES, M. R. & DOS ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 25, p. 391-402, 2003.

HANSEN, M.J. & CLEVINGER, A.P. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. **Biological Conservation**. v. 123, p. 294-259, 2005.

HARPER, K.A.; MACDONALD, S.E.; BURTON, P.J.; CHEN, J.; BROSOFFKE, K.D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E.S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M.S.; ESSEEN, P. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Conservation Biology**. v. 19, p. 768-782, 2005.

HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. **Floresta**. v. 35, p. 13-22, 2005.

LEITÃO, A. B.; MILLER, J.; AHERN, J.; MCGARIGAL, K. **Mesuring landscapes: a planner's handbook**. USA: Island Press, 2006. 245p.

LI, Q.; CHEN, J.; SONG, B.; LACROIX, J.J.; BRESEE, M.K.; RADMACHER, J.A. Areas influenced by multiple edges and their implication in fragmented landscapes. **Forest Ecology and Management**. v. 242, p. 99-107, 2007.

LINDENMAYER, D. B.; FISCHER, J. **Habitat Fragmentation and Landscape Change**. Londres: Island Press, 2006.

MARTINS, F.R. **O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior de São Paulo: Parque Estadual do Vassununga**. 1979. 239p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1979.

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

METZGER, J.P. Effects of deforestation pattern and private nature reserves on the forest conservation in settlement areas of the Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**. 1(1/2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?article+BN00101122001> (último acesso em 16/10/2007), 2001.

METZGER, J.P. Delineamento de experimentos numa perspectiva de ecologia da paisagem. In: L. Cullen Jr.; R. Rudran & C. Valladares-Padua (eds.) **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Ed. da UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004.

METZGER, J.P. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. . **Biota Neotropica** v. 6, n. 2. <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006> (último acesso em 27/09/2006). 2006.

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

NASCIMENTO, E.M.; LAURANCE, W. Efeitos de área de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**. v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.; VAN DEN BERG, E.; CURTI, N. CARVALHO, W.A.C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta

semidescídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, p. 291-309, 2004.

PACIENCIA, M.L.B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região do Uma, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, p. 641-653, 2004.

QUEIROGA, J. C.; RODRIGUES, E. Efeitos de Borda em fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão, Br. **5º Congresso de Ecologia. Porto Alegre**. 2001.

RIES, L., FLETCHER, R.J.J., BATTIN, J. & SISK, T.D. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. v. 35, p. 491–522, 2004.

RODRIGUES, E.; CAINZOS, R.L.P.; QUEIROGA, J.; HERRMANN, B. Conservação em paisagens fragmentadas. In: L. Cullen Jr.; R. Rudran & C. Valladares-Padua (eds.) **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Ed. da UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2004.

SANTOS, J.E. Prefácio In: J.E. Santos, J.S.R. Pires & C.H. Oliveira (eds.) **Fases da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: Rima. 2005.

SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos. 2004. 184p.

SAUNDERS, S.C.; CHEN, J.; DRUMMER, T.D.; CROW, T.R. Modeling temperature gradients across edges over time in a managed landscape. **Forest Ecology and Management**. v. 117, p. 17-31, 1999.

SISK, T.D.; HADDAD, N.M. Incorporating the effects of habitat edges into landscape models: effective area models for crossboundary management. In: Jingo, L. & Taylor, W. W. **Integrating landscape ecology into natural resource management**. p. 208-240, 2002.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 9 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. . 2005.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. & O'NEILL, R. V. **Landscape Ecology in Theory and Practice - pattern and process**. New York: Springer-Verlag. 2001. 401p.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T.; METZGER, J.P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 30, n. 3, p. 521-532, 2007.

ZENG, H. & WU, B. Utilities of edge-based metrics for studying landscape fragmentation. **Computers, Environment and Urban Systems**. v. 29, p. 159-178, 2005.

ZENG, D.; CHEN, J. Edge effects in fragmented landscapes: a generic model for delineating area or edge influences (D-AEI). **Ecological Modeling**. v. 132, p. 175-190, 2000.

ANEXO

TEMPERATURA

DISTÂNCIA	TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÉDIA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	30.8	22.7	28.2	26.128	21.432	25.976
0	30.2	23.9	27.8	27.6	21.94	25.54
0	30.2	24.6	29.9	26.456	21.864	27.048
10	29.3	22.2	27.3	24.696	21.132	25.324
10	29.1	23.3	27.8	26.732	21.744	25.364
10	28.5	24.3	28.7	25.292	21.404	26.084
20	30.4	22	28.6	25.048	21.092	25.14
20	28.9	23.1	27.1	26.556	21.604	24.396
20	27.9	23.4	27.8	25.256	21.3	25.524
30	29.9	21.9	26.4	24.572	21	24.508
30	28.6	23.5	33.5	26.488	22.116	26.864
30	28	23	28	25.496	21.1	25.432
40	27.7	21.7	29	24.16	20.852	25.152
40	28	22.9	26.3	25.668	21.476	23.804
40	27.3	25.1	32.7	24.968	22.148	26.924
50	27.1	21.8	27.1	23.7	20.864	24.76
50	27.4	23.2	25.5	25.144	21.48	23.436
50	28.6	23.3	29	25.328	21.604	25.296
60	26.7	21.9	28.9	23.5	20.904	24.908
60	26.9	24	25.6	24.624	21.76	23.308
60	27	23.8	28.1	24.616	21.916	25.504
70	26.6	22	26.7	22.912	20.808	24.304
70	26.4	23.4	28.4	23.808	21.592	23.58
70	27.3	24.8	30.2	24.18	21.74	25.22
80	26.6	21.8	26	22.76	20.876	23.864
80	26.3	22.8	25.6	23	21.32	23.384
80	26.3	23.2	26.7	24.288	21.764	24.752
90	24.6	21.7	24.4	22.392	20.904	22.988
90	25.4	22.7	25.6	23.356	21.372	23.412
90	26.6	24.1	26.6	24.084	21.6	24.872
100	24.1	21.9	25.9	21.892	21	22.952
100	25.8	22.6	26	23.456	21.232	23.904
100	26.9	23.8	25.3	23.928	21.5	24.184

TEMPERATURA (Continuação)

DISTÂNCIA	TEMPERATURA MÍNIMA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	21.45	19	22.2
0	22.4	20	21.6
0	20.5	19	22.9
10	20.55	18.9	22.7
10	20.9	20.3	21.7
10	20.2	19.1	21.6
20	20.75	19.1	22.4
20	21.1	20	21.5
20	20.4	18.6	21.6
30	20.85	18.9	22.3
30	21	20.4	21.6
30	20.7	18.7	21.5
40	20.45	18.9	22.4
40	20.5	20	20.9
40	20.4	19	21.4
50	20.5	18.8	22.1
50	20.5	19.8	21
50	20.5	19.4	21.2
60	20.3	18.9	21.7
60	20.3	20.2	20.9
60	20.3	19.6	21.1
70	19.65	19	22.2
70	20.4	20.1	21.3
70	18.9	19.7	21.4
80	20.05	18.9	21.9
80	19.8	19.7	20.8
80	20.3	19.6	20.9
90	19.85	19.1	22.6
90	19.8	19.8	21
90	19.9	18.9	21.1
100	19.75	19	22.8
100	19.9	19.7	21.3
100	19.6	18.9	21.1

UMIDADE

DISTÂNCIA	UMIDADE MÁXIMA			UMIDADE MÉDIA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	43.8	91.2	49.6	66.228	95.016	60.44
0	47.3	85.1	67.3	58.78	94.52	78.128
0	50.1	88.15	41.6	67.072	80.34	53.168
10	53.2	99.9	57.2	79.384	99.9	67.94
10	50.3	99.9	72.1	66.716	99.9	86.792
10	60.2	99.9	44.1	80.596	93.816	60.064
30	54.1	95.4	65.9	76.356	97.424	72.412
30	52.1	90.7	56.5	65.336	94.008	75.736
30	56	93.05	52.9	72.072	88.368	64.508
40	55.8	98.8	62	78.284	99.856	74.088
40	54.6	97.8	80.1	70.712	99.552	91.144
40	61.2	98.3	44.1	76.676	86.872	63.544
50	63.4	98.3	58.8	82.132	99.772	72.408
50	56.9	96.1	83.9	74.388	99.128	90.428
50	56.8	97.2	57.8	75.22	87.864	70.052
60	69.8	99.9	58.4	87.576	99.9	77.98
60	71.7	99.9	90.9	83.888	99.9	97.696
60	69.2	99.9	48.6	84.024	87.528	70.94
70	67.5	92.7	68.5	85.128	98.56	77.008
70	72.2	92.4	74.2	83.636	95.932	89.468
70	65.2	92.55	53	80.856	83.196	71.872
80	74.5	96.2	76	88.516	98.464	81.488
80	71.5	93	83.1	84.604	96.728	91.744
80	66.2	94.6	58	80.488	80.724	72.448
90	79.2	93.8	82.3	89.204	96.74	87.744
90	76.9	93.6	82.3	85.5	96.664	88.168
90	70.9	93.7	80.6	82.756	83.236	72.4
100	86.2	95.1	79.9	93.844	96.644	88.392
100	77.1	94.55	82.3	86.292	96.712	87.544
100	73.5	94	80.6	85.532	82.112	75.888

UMIDADE (Continuação)

DISTÂNCIA	UMIDADE MÍNIMA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	99.9	99.9	81.9
0	80.8	99.9	92.9
0	99.9	92.1	74.2
10	99.9	99.9	90.5
10	99.8	99.9	99.3
10	99.9	99.9	88.6
30	98	99.6	81.4
30	92.4	99.2	91.2
30	99.9	97.4	83.2
40	99.9	99.9	83.3
40	98.1	99.9	99.9
40	99.9	98.9	86.8
50	98.9	99.9	89.2
50	98.4	99.9	95.8
50	99.9	94.7	86.1
60	99.9	99.9	93.1
60	99.8	99.9	99.9
60	99.9	99.9	93.8
70	97.3	99.9	86.7
70	94.5	98.3	95.8
70	98.2	91.7	87.3
80	99.1	99.9	86.1
80	99.9	99.9	99.7
80	99.9	92.2	86.2
90	98.4	98.2	86.4
90	93.4	99.3	94
90	96.8	95.5	68.9
100	98.7	97.9	83.8
100	95.4	99.9	92.9
100	97.2	94.8	71.8

RADIÇÃO SOLAR

DISTÂNCIA	RADIÇÃO MÁXIMA			RADIÇÃO MÉDIA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	0.1258	0.07467	0.5733	0.04715872	0.03009897	0.07869
0	0.113	0.3845	0.13493	0.045227	0.05960447	0.15648526
0	0.1642	0.05493	0.5803	0.06395385	0.02665303	0.11408561
30	0.09333	0.02933	0.0944	0.02657821	0.00987385	0.09041216
30	0.19627	0.096	0.3776	0.03535975	0.02530553	0.03756895
30	0.14187	0.04	0.17813	0.02280564	0.01196182	0.04575268
50	0.3579	0.03787	0.1706	0.04573795	0.01471487	0.02636568
50	0.0826	0.26187	0.0762	0.0221465	0.05326316	0.04048763
50	0.0314	0.3248	0.4619	0.01651436	0.0649397	0.05457415
100	0.10987	0.01653	0.4363	0.03393538	0.00849308	0.02583243
100	0.16693	0.04693	0.06027	0.0307335	0.01745947	0.03783579
100	0.1818	0.03893	0.05973	0.03846308	0.01721455	0.0218561

RADIÇÃO SOLAR (Continuação)

DISTÂNCIA	RADIÇÃO MÍNIMA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
0	0.0192	0.01387	0.03093
0	0.01387	0.00853	0.04473
0	0.02187	0.0048	0.03093
30	0.0048	0.0048	0.0106
30	0.00907	0.008	0.01433
30	0.00527	0.00107	0.016
50	0.00693	0.00693	0.00853
50	0.00693	0.01387	0.00793
50	0.00473	0.01707	0.00693
100	0.01013	0.0048	0.00747
100	0.0112	0.0096	0.0074
100	0.01333	0.00427	0.00847

PESO SECO DE SERAPILHEIRA

DISTÂNCIA	VIZINHANÇA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
10	59.87	35.7	66.08
10	57.35	26.14	56.34
10	50.19	33.44	65.23
20	79.37	26.75	60.96
20	35.6	24.12	71.96
20	40.26	30.74	54.44
30	51.04	9.75	60.02
30	29.18	25.33	50.94
30	26.07	59.6	63.69
40	48.65	31.56	81.19
40	31.32	11.56	45.4
40	34.44	33.6	60.62
50	58.65	32.49	46.76
50	39.84	18.87	58.93
50	68.7	25.8	39.05
60	63.07	24.27	90.65
60	42.83	17.25	59.34
60	34.7	31.87	46.44
70	62.51	33.91	64.6
70	50.53	29.13	39.38
70	42.38	37.52	62.9
80	33.81	21.91	60.4
80	14.57	29.63	34.53
80	29.61	13.97	54.78
90	43.92	30.91	78.64
90	29.18	35.81	40.53
90	38.9	15.7	50.33
100	43.02	32.12	67.84
100	41.99	11.38	87.45
100	48.59	26.22	53.93

DIÂMETRO DAS ÁRVORES

DISTÂNCIA	VIZINHANÇA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
10	26	5.5	12
10	43	10.5	13
10	25	3.5	5
10	12.5	5.5	62.8
10	9	22.8	43
10	4.5	3.5	14
10	5.8	28.5	7.5
10	5.9	7.3	5.2
10	58	52.5	10
10	5.5	15	5
10	72.1	13	22.1
10	5.3	114	18
20	12	3.5	59.4
20	3.5	4	27.2
20	4.5	28	9.5
20	4	10	9
20	5	48	29
20	12	29	3
20	4.2	25	7
20	21	5	5
20	77	6	6.5
20	15	15.8	9
20	12	7.5	15
20	5.2	114	12
30	5.5	27	6
30	29.5	22.8	3
30	16.5	4.5	9.4
30	20	20.5	14
30	37.5	32	28
30	19.5	24	15.4
30	14.8	11	11.2
30	5.2	13	3
30	38	111	18
30	19	30	6.8
30	8.2	16	28.8
30	28.9	81.5	36
40	14.5	23.7	68.8
40	37	28.5	44.6
40	14.5	25.5	44
40	12	119.29	6

DIÂMETRO DAS ÁRVORES (Continuação)

DISTÂNCIA	VIZINHANÇA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
40	11	12.6	10
40	9.5	34.5	4
40	19.7	19	52.2
40	15.5	7	8
40	12	5	57
40	12	4.5	4.5
40	91.5	87	58
40	5.7	7	9
50	7.3	125	61
50	7	5	3.8
50	11.4	29	7.5
50	11.5	6	12.5
50	13.7	15	7.2
50	25.5	12	12
50	13	4	11.8
50	11	16	12.4
50	5.5	96.5	4
50	5.5	9	4.6
50	6	111	65.4
50	1.23	17	10
60	20	22	20
60	27	9.5	44
60	3.5	33.5	6.8
60	56	13	17
60	11.5	70	5.5
60	20	45	6.5
60	8.8	43	74
60	3.8	25	5.8
60	8.5	3.5	28
60	13.5	12.5	34
60	12	8.5	71
60	21.8	6.8	95
70	17	4.5	11
70	13	8	49
70	52.5	37.2	4.5
70	4	25	7
70	5	31	31
70	5	24.5	23
70	6	10	49.5
70	11	8.5	36

DIÂMETRO DAS ÁRVORES (continuação)

DISTÂNCIA	VIZINHANÇA		
	AGRÍCOLA	FLORESTA	URBANA
70	6.9	82	7.5
70	13	5.5	26.8
70	9.5	6.5	55.5
70	18.3	37	3.5
80	8	13.2	22.6
80	5.5	7.8	22.9
80	15	3	12
80	3	25	20
80	5	17	8
80	11	9	9.2
80	8	30	31.6
80	6	22.5	84
80	105	98.5	95
80	8.4	31	33.5
80	8	8.5	6
80	49	5.5	32
90	7	29.5	7
90	3	33.2	5
90	33	22	6.6
90	6.4	22	4
90	25.5	49	7
90	9	4.5	36.5
90	4.7	17.5	16
90	12.5	14	5.4
90	8	7.8	47
90	5	25.2	15
90	5.5	10.8	3.5
90	12.9	3.5	6
100	6.5	7.5	10
100	5	26.5	11
100	6	5	1.8
100	12.8	19.7	4.6
100	75	67	14
100	10	5	3.6
100	4	12.5	28.5
100	4.5	20.5	16
100	7	13	48
100	52	25.5	5
100	25.2	3	23
100	5.8	16	21

PORCENTAGEM DE BAMBUS

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
00 - 02	0	30	10
02 - 04	10	20	20
04 - 06	10	0	0
06 - 08	30	0	10
08 - 10	90	0	10
10 - 12	90	0	20
12 - 14	80	0	30
14 - 16	30	0	60
16 - 18	20	0	50
18 - 20	10	0	20
20 - 22	0	0	20
22 - 24	10	0	10
24 - 26	10	0	10
26 - 28	0	0	20
28 - 30	0	0	10
30 - 32	50	0	0
32 - 34	70	0	0
34 - 36	30	0	0
36 - 38	20	0	10
38 - 40	30	0	0
40 - 42	10	0	1
42 - 44	10	0	80
44 - 46	10	0	30
46 - 48	0	0	70
48 - 50	0	10	30
50 - 52	0	10	10
52 - 54	0	0	0
54 - 56	0	0	0
56 - 58	0	0	0
58-60	0	0	0
60-62	0	0	0
62-64	0	0	0
64-66	0	0	10
66-68	0	0	0
68-70	0	0	0
70-72	0	0	0
72-74	0	0	0
74-76	0	0	0

PORCENTAGEM DE BAMBUS (Continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
76-78	0	0	0
78-80	0	0	0
80-82	0	0	0
82-84	0	0	0
84-86	0	0	0
86-88	0	0	0
88-90	0	0	0
90-92	0	0	0
92-94	0	0	0
94-96	0	0	0
98-100	0	0	0
00 - 02	0	10	10
02 - 04	0	50	10
04 - 06	0	10	10
06 - 08	0	10	10
08 - 10	0	10	10
10 - 12	10	0	10
12 - 14	10	10	30
14 - 16	30	0	10
16 - 18	10	10	10
18 - 20	0	0	0
20 - 22	10	0	0
22 - 24	0	10	0
24 - 26	0	10	10
26 - 28	0	0	0
28 - 30	0	10	10
30 - 32	0	0	10
32 - 34	10	0	10
34 - 36	0	10	10
36 - 38	0	0	10
38 - 40	0	0	20
40 - 42	0	0	10
42 - 44	0	0	10
44 - 46	0	0	20
46 - 48	0	0	30
48 - 50	0	0	20
50 - 52	10	0	30
52 - 54	0	0	10

PORCENTAGEM DE BAMBUS (continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
54 - 56	0	0	40
56 - 58	0	0	10
58-60	0	0	10
60-62	0	0	10
62-64	0	0	10
64-66	0	0	10
66-68	0	0	10
68-70	0	0	10
70-72	0	0	0
72-74	0	0	0
74-76	0	0	0
76-78	0	0	0
78-80	0	0	10
80-82	0	0	0
82-84	0	0	0
84-86	0	0	0
86-88	0	0	0
88-90	0	0	0
90-92	0	0	0
92-94	0	0	0
94-96	0	0	20
96-98	0	0	0
98-100	0	0	0
00 - 02	0	90	10
02 - 04	0	90	20
04 - 06	40	0	20
06 - 08	60	0	10
08 - 10	70	20	0
10 - 12	30	10	10
12 - 14	20	10	10
14 - 16	10	0	10
16 - 18	0	10	10
18 - 20	10	10	10
20 - 22	80	20	40
22 - 24	80	20	0
24 - 26	80	10	0
26 - 28	0	10	0

PORCENTAGEM DE BAMBUS (continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
28 - 30	0	0	0
30 - 32	30	0	0
32 - 34	30	10	0
34 - 36	20	0	0
36 - 38	80	0	0
38 - 40	90	0	0
40 - 42	90	0	10
42 - 44	80	0	20
44 - 46	70	0	40
46 - 48	20	0	10
48 - 50	20	0	10
50 - 52	20	0	20
52 - 54	20	0	10
54 - 56	10	0	0
56 - 58	0	0	0
58-60	0	0	10
60-62	0	0	30
62-64	0	0	20
64-66	0	0	20
66-68	0	0	10
68-70	10	0	0
70-72	0	0	0
72-74	0	10	0
74-76	0	0	0
76-78	0	0	0
78-80	0	10	0
80-82	0	10	10
82-84	0	0	10
84-86	0	0	0
86-88	0	0	0
88-90	0	0	10
90-92	0	0	10
92-94	0	0	0
94-96	0	10	0
96-98	0	20	0
98-100	0	10	0

NÚMERO DE LIANAS

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
00 - 02	0	11	3
02 - 04	2	1	4
04 - 06	0	1	12
06 - 08	0	3	1
08 - 10	0	14	1
10 - 12	0	13	4
12 - 14	2	30	1
14 - 16	2	30	1
16 - 18	0	7	3
18 - 20	0	5	5
20 - 22	2	1	2
22 - 24	3	4	1
24 - 26	3	4	2
26 - 28	1	2	3
28 - 30	5	0	8
30 - 32	0	4	4
32 - 34	3	7	0
34 - 36	6	7	5
36 - 38	1	4	7
38 - 40	3	2	1
40 - 42	3	1	0
42 - 44	0	6	1
44 - 46	0	1	0
46 - 48	2	3	1
48 - 50	4	0	0
50 - 52	1	3	7
52 - 54	2	0	4
54 - 56	1	1	0
56 - 58	0	4	0
58-60	1	5	3
60-62	0	6	2
62-64	1	3	1
64-66	1	10	0
66-68	4	2	0
68-70	6	2	1
70-72	2	0	0
72-74	3	1	2
74-76	3	1	0

NÚMERO DE LIANAS (Continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
76-78	3	0	5
78-80	0	7	2
80-82	2	5	1
82-84	2	3	1
84-86	2	4	3
86-88	2	1	0
88-90	2	0	0
90-92	0	3	0
92-94	0	2	0
94-96	3	0	1
96-98	0	1	0
98-100	3	2	2
00 - 02	0	30	0
02 - 04	2	1	3
04 - 06	1	0	9
06 - 08	3	1	3
08 - 10	3	2	0
10 - 12	0	3	1
12 - 14	0	1	0
14 - 16	2	6	0
16 - 18	1	3	0
18 - 20	4	1	0
20 - 22	1	1	1
22 - 24	1	2	2
24 - 26	3	2	3
26 - 28	3	7	1
28 - 30	4	5	0
30 - 32	4	5	3
32 - 34	1	0	0
34 - 36	6	1	5
36 - 38	4	2	4
38 - 40	7	3	2
40 - 42	5	2	3
42 - 44	3	3	4
44 - 46	1	3	1
46 - 48	1	7	2
48 - 50	0	3	1
50 - 52	0	3	9

NÚMERO DE LIANAS (continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
52 - 54	0	2	3
54 - 56	2	3	1
56 - 58	2	4	3
58-60	0	3	0
60-62	2	5	0
62-64	2	1	4
64-66	1	0	4
66-68	1	1	0
68-70	2	1	4
70-72	2	0	3
72-74	2	3	0
74-76	2	3	0
76-78	0	3	1
78-80	0	1	4
80-82	0	3	1
82-84	0	1	2
84-86	2	6	1
86-88	1	5	7
88-90	3	5	4
90-92	2	5	0
92-94	0	5	3
94-96	0	3	1
96-98	2	4	0
98-100	0	0	0
00 - 02	0	14	3
02 - 04	1	30	1
04 - 06	1	4	0
06 - 08	3	4	0
08 - 10	2	7	0
10 - 12	2	4	0
12 - 14	2	5	0
14 - 16	4	5	0
16 - 18	0	4	9
18 - 20	0	0	0
20 - 22	0	1	0
22 - 24	0	3	0
24 - 26	0	11	1

NÚMERO DE LIANAS (continuação)

PARCELA	VIZINHANÇA		
	URBANA	AGRÍCOLA	FLORESTA
26 - 28	0	5	1
28 - 30	0	3	2
30 - 32	3	3	3
32 - 34	1	2	2
34 - 36	1	0	2
36 - 38	4	0	1
38 - 40	2	2	2
40 - 42	1	6	0
42 - 44	2	8	0
44 - 46	3	2	0
46 - 48	4	3	0
48 - 50	1	6	2
50 - 52	0	7	0
52 - 54	4	4	0
54 - 56	3	3	0
56 - 58	0	3	0
58-60	3	2	4
60-62	1	3	0
62-64	3	1	2
64-66	2	2	2
66-68	2	1	0
68-70	1	2	1
70-72	2	6	4
72-74	0	2	0
74-76	1	2	0
76-78	3	2	1
78-80	2	3	3
80-82	1	3	4
82-84	0	6	1
84-86	3	1	1
86-88	1	2	2
88-90	1	3	0
90-92	1	10	2
92-94	1	1	1
94-96	1	1	1
96-98	1	6	3
98-100	2	1	0

NÚMERO DE ÁRVORES MORTAS

PARCELA	URBANA 1	URBANA 2	URBANA 3
00 - 02	0	0	0
02 - 04	0	0	1
04 - 06	0	1	0
06 - 08	2	0	0
08 - 10	0	0	0
10 - 12	0	0	0
12 - 14	2	0	1
14 - 16	3	1	2
16 - 18	1	0	0
18 - 20	1	0	1
20 - 22	2	0	0
22 - 24	2	0	0
24 - 26	3	0	0
26 - 28	1	0	0
28 - 30	2	0	0
30 - 32	0	1	0
32 - 34	0	0	0
34 - 36	1	0	0
36 - 38	1	1	0
38 - 40	0	0	0
40 - 42	2	0	0
42 - 44	1	0	0
44 - 46	0	2	0
46 - 48	0	0	0
48 - 50	2	0	0
50 - 52	1	0	0
52 - 54	0	1	0
54 - 56	0	1	0
56 - 58	0	0	0
58 - 60	1	0	0
60 - 62	0	1	0
62 - 64	0	0	0
64 - 66	1	0	0
66 - 68	0	0	0
68 - 70	0	0	0
70 - 72	1	0	0
72 - 74	0	0	0
74 - 76	0	0	0
76 - 78	1	0	0
78 - 80	0	0	0
80 - 82	0	1	0
82 - 84	0	0	0
84 - 86	0	0	0
86 - 88	0	0	0
88 - 90	0	0	0
90 - 92	0	0	0
92 - 94	0	0	0
94 - 96	0	1	0
96 - 98	0	0	0
98 - 100	0	0	1

NÚMERO DE ÁRVORES MORTAS (Continuação)

PARCELA	AGRÍCOLA 1	AGRÍCOLA 2	AGRÍCOLA 3
00 - 02	1	0	0
02 - 04	0	1	0
04 - 06	1	0	0
06 - 08	0	0	0
08 - 10	0	0	0
10 - 12	0	0	1
12 - 14	0	0	0
14 - 16	0	1	0
16 - 18	0	0	0
18 - 20	0	0	0
20 - 22	0	0	0
22 - 24	0	0	0
24 - 26	0	1	0
26 - 28	0	0	0
28 - 30	0	0	0
30 - 32	0	0	0
32 - 34	0	0	0
34 - 36	0	1	0
36 - 38	0	0	0
38 - 40	0	0	1
40 - 42	0	0	0
42 - 44	0	0	0
44 - 46	0	0	0
46 - 48	0	0	0
48 - 50	1	0	1
50 - 52	1	0	0
52 - 54	0	0	0
54 - 56	0	0	0
56 - 58	0	1	0
58 - 60	0	2	2
60 - 62	0	0	0
62 - 64	0	1	0
64 - 66	0	1	1
66 - 68	0	0	0
68 - 70	0	0	2
70 - 72	1	2	1
72 - 74	0	0	0
74 - 76	1	3	0
76 - 78	1	1	0
78 - 80	0	0	0
80 - 82	0	0	0
82 - 84	1	0	0
84 - 86	0	2	0
86 - 88	0	0	0
88 - 90	0	0	0
90 - 92	1	1	0
92 - 94	1	0	0
94 - 96	1	0	0
96 - 98	0	0	0
98 - 100	0	0	0

NÚMERO DE ÁRVORES MORTAS (Continuação)

PARCELA	FLORESTA 1	FLORESTA 2	FLORESTA 3
00 - 02	1	3	0
02 - 04	0	0	0
04 - 06	0	0	0
06 - 08	0	1	0
08 - 10	1	0	0
10 - 12	0	0	0
12 - 14	0	0	0
14 - 16	0	0	0
16 - 18	0	0	0
18 - 20	0	0	3
20 - 22	0	0	0
22 - 24	0	0	0
24 - 26	0	0	0
26 - 28	0	0	0
28 - 30	0	0	0
30 - 32	0	1	0
32 - 34	0	0	1
34 - 36	0	0	0
36 - 38	0	0	0
38 - 40	0	0	0
40 - 42	0	0	0
42 - 44	0	0	0
44 - 46	0	0	0
46 - 48	0	0	0
48 - 50	0	0	0
50 - 52	0	0	0
52 - 54	0	0	0
54 - 56	0	0	0
56 - 58	0	0	0
58 - 60	0	0	0
60 - 62	0	0	0
62 - 64	0	0	0
64 - 66	0	0	0
66 - 68	0	0	0
68 - 70	0	0	0
70 - 72	0	0	0
72 - 74	0	0	0
74 - 76	0	0	0
76 - 78	0	0	0
78 - 80	0	1	0
80 - 82	0	0	0
82 - 84	0	0	0
84 - 86	0	0	0
86 - 88	0	0	0
88 - 90	0	0	0
90 - 92	0	0	0
92 - 94	0	0	0
94 - 96	0	0	0
96 - 98	0	0	0
98 - 100	0	0	0