

PEDRO HENRIQUE DE DANTAS LEMOS

**EFEITO DE BORDA NO COMPONENTE ARBÓREO DE UM FRAGMENTO  
DE FLORESTA SEMIDECÍDUA, VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

PEDRO HENRIQUE DE DANTAS LEMOS

**EFEITO DE BORDA NO COMPONENTE ARBÓREO DE UM FRAGMENTO  
DE FLORESTA SEMIDECÍDUA, VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de fevereiro de 2008.

---

Prof<sup>a</sup> Flávia Maria da Silva Carmo  
(Co-orientador)

---

Prof. Luiz Alexandre Peternelli  
(Co-orientador)

---

Prof. Elias Silva

---

Prof. José Marinaldo Gleriani

---

Prof. Dr. Sebastião Venâncio Martins  
(Orientador)

Este trabalho é dedicado ao Professor Alexandre Francisco da Silva  
(*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, pela oportunidade de realização do curso e pela estrutura oferecida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao prof. Sebastião Venâncio Martins, pela amizade, confiança e orientação numa ocasião difícil ocorrida durante o curso.

Ao prof. Alexandre Francisco da Silva (*in memoriam*), pela grande amizade, orientação e pelos ensinamentos.

À prof<sup>a</sup> Flávia Maria da Silva Carmo, pela inestimável amizade, pelo incentivo, pela orientação e pelas valiosas sugestões.

Ao prof. Luiz Alexandre Peternelli, pelos dedicados ensinamentos, pelas sugestões e pelos conselhos.

Ao prof. José Marinaldo Gleriani, pela ajuda na obtenção das fotos hemisféricas do dossel e pelas sugestões.

Ao prof. Elias Silva, pelo assentimento de participação na banca de defesa, pela leitura criteriosa do manuscrito e pelas importantes sugestões.

À Beatriz Dantas, minha querida mãe, que sempre esteve ao meu lado.

Ao Paulo Emílio, meu pai, pelo interesse pelas ciências.

À Dhipani Dantas, minha irmã sempre companheira.

Ao prof. João Alves de Meira Neto, pela amizade e pelos ensinamentos em fitossociologia.

À Bruna Rodrigues e à Suzanne Bastos, pela amizade, pelo interesse, pela dedicação e ajuda nos trabalhos de campo.

Aos amigos Acauã, André, Fernando (Gyngybry), João Carlos e Lucas, pela grande ajuda na coleta dos dados.

Ao amigo Márcio, pela identificação do material botânico e pelas discussões sobre diversidade.

Ao pesquisador Marcos Sobral, pela identificação de algumas espécies da família Myrtaceae.

Ao botânico José Martins, pela identificação da espécie *Inga capitata*.

Ao amigo Renato, pela confecção do mapa de localização da Fazenda Bom Sucesso.

À dona Teresinha e familiares, proprietários da Fazenda Bom Sucesso, pela hospitalidade e disponibilidade da área para a realização do estudo.

Ao biólogo Gilmar Valente, pela amizade e pelos divertidos momentos vividos no Setor de Ecologia Vegetal.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Botânica, pelos ensinamentos.

Ao secretário do Departamento de Biologia Vegetal, Ângelo, pela amizade e grande atenção e orientação nos processos do Sistema Gestor de Pesquisa e Pós-Graduação.

Aos funcionários do Setor de Ecologia Vegetal, Alan, Celso, Zé do Carmo, Dorvalino, pela convivência e amizade.

Aos amigos de curso, Elídio, Izabela, Joãozinho, Josiane, Letícia, Livia, Márcia, Marina, Sileimar, Rosiane e Tiago, pela grande amizade criada e pelos bons momentos de convívio ao longo do curso.

Aos grandes amigos botânicos, Andrezinha, Michelia, Priscila, Saporetti, Virgínia e Wilson Marcelo, pela convivência e pelas trocas de experiências.

Aos amigos de república, André, Eliane e Henrique, pela convivência harmoniosa.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram nesta nova etapa e pela minha boa convivência em Viçosa.

## **BIOGRAFIA**

PEDRO HENRIQUE DE DANTAS LEMOS, filho de Paulo Emílio da Silveira Lemos e de Beatriz de Rezende Dantas, nasceu em 13 de agosto de 1977, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Estudou em sua cidade natal até a conclusão do ensino médio, sendo admitido no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em 1999, graduando-se no primeiro semestre de 2005.

Em maio de 2006, iniciou o curso de Pós-Graduação em Botânica (Mestrado) da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, submetendo-se à defesa de tese em 29 de fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1 Caracterização da área de estudo .....	6
2.2 Amostragem e obtenção dos dados.....	8
2.3 Composição florística.....	8
2.4 Categorias sucessionais .....	9
2.5 Estrutura do dossel .....	10
2.6 Análise dos dados.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
3.1 Composição florística.....	12
3.2 Estrutura da vegetação .....	23
3.3 Estrutura do dossel .....	26
4. CONCLUSÕES .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

## RESUMO

LEMOS, Pedro Henrique de Dantas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Efeito de borda no componente arbóreo de um fragmento de floresta semidecídua, Viçosa, MG.** Orientador: Sebastião Venâncio Martins. Co-orientadores: Flávia Maria do Silva Carmo e Luiz Alexandre Peternelli.

Os objetivos deste trabalho foram caracterizar a estrutura da vegetação arbórea, a composição florística e a riqueza de espécies ao longo do gradiente borda-interior de um fragmento florestal situado em Viçosa, Minas Gerais; determinar e caracterizar o dossel ao longo deste gradiente; e caracterizar a distribuição das espécies arbóreas nas diferentes categorias de sucessão. Para tanto, foram instaladas três faixas paralelas, equidistantes de 10 m, de oito parcelas não contíguas de 5 x 5 m, interdistantes de 20 m cada, a partir da borda do fragmento até 180 m em direção a seu interior. As faixas de parcelas foram alocadas perpendicularmente à borda do fragmento, estendendo-se até seu núcleo. Todas as árvores com PAP igual ou superior a 10 cm foram amostradas e as alturas estimadas. No centro de cada parcela, foram obtidas fotografias hemisféricas do dossel, fornecendo as estimativas de sua abertura e o índice de área foliar (IAF). No total, foram amostrados 207 indivíduos arbóreos pertencentes a 31 famílias, 63 gêneros e 85 espécies. As famílias com maior riqueza de espécies foram: Fabaceae com dez espécies; Myrtaceae



com nove espécies; Rubiaceae com seis; e Annonaceae, Lauraceae e Sapotaceae com cinco espécies. A variação da riqueza de espécies não obteve relação significativa com a distância da borda. Pela análise de agrupamento, foi possível identificar pelo menos um grupo formado entre as parcelas da borda com aquelas distantes 25 e 50 m da borda para o interior do fragmento. O trecho estudado revelou alto índice de diversidade de Shannon ( $H' = 4,00$ ), com equabilidade de Pielou  $J' = 0.9$ . Não houve relação significativa entre a diversidade de espécies e a distância da borda. Diferenças significativas nos valores do índice de diversidade foram verificadas entre as parcelas localizadas na borda e aquelas de menores índices de diversidade presentes a 25, 50 e 175 m da mesma borda. As espécies secundárias tardias ocorreram em maior número de espécies e de indivíduos em relação às outras categorias sucessionais. A densidade de espécies pioneiras respondeu negativa e significativamente com a distância da borda para o interior do fragmento. Os valores de área basal e de densidade não se relacionaram estatisticamente com a distância da borda para dentro do fragmento. A altura do dossel sofreu declínio significativo à medida que a distância da borda diminuía, observando-se acréscimo da altura a partir de 50 m da borda, sendo significativamente diferente a 125 e 150 m da borda para o interior do fragmento. A abertura de dossel revelou relação negativa com a distância da borda, decrescendo significativamente em direção ao interior da floresta. A abertura de dossel foi significativamente menor em relação à borda a 75 e 125 m para o interior do fragmento. Os menores valores de IAF foram encontrados nas parcelas de borda, e os maiores a 125 m para o interior do fragmento. Este estudo revelou mudanças na comunidade das plantas ao longo do gradiente borda-interior, sugerindo um possível efeito de borda de 50 a 75 m da borda da floresta.

## ABSTRACT

LEMOS, Pedro Henrique de Dantas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2008. **Border effect on an arboreal component of a semideciduous forest fragment in Viçosa-MG.** Adviser: Sebastião Venâncio Martins. Co-Advisers: Flávia Maria da Silva Carmo and Luiz Alexandre Peternelli.

The objectives of this work were to characterize the arboreal vegetation structure, floristic composition and species diversity along the border-interior gradient of a forest fragment in Viçosa, Minas Gerais; to determine and characterize the canopy along this gradient; and to characterize the arboreal species distribution in the different successional categories. Thus, three 10 m equidistant transects subdivided into eight 5 x 5 m plots, 20 m spaced from each other, were installed from the edge of the fragment up to 180 meters towards its interior. The transects were perpendicularly allocated at the edge of the fragment, extending up to its nucleus. All of the woody trees with stem diameter equal or superior to 10 cm were sampled and their heights estimated. Hemispherical photographs of the canopy were obtained, in the center of each plot, determining canopy opening and leaf area index (LAI). A total of 207 individuals belonging to 31 families, 63 genus and 85 species was sampled. The families with highest species richness were: Fabaceae with ten species; Myrtaceae with nine; Rubiaceae with six; Annonaceae, Lauraceae and Sapotaceae with five species. Variation in species richness did not obtain

significant correlation with distance from the edge. Based on grouping analysis, it was possible to identify at least one group formed among the edge plots with those 25 and 50 m distant from the border towards the fragment interior. The Shannon diversity index was high ( $H' = 4.00$ ) with equability of Pielou ( $J' = 0.9$ ). No significant correlation was found between species diversity and distance from the edge. Significant differences in the diversity index values were verified between the plots located on the border and those presenting lower diversity index located 25, 50 and 175 m from the same border. Late secondary species occurred in larger number of species and individuals, compared to the other succession categories. Density of the pioneer species responded negatively and significantly to distance from the edge towards the fragment interior. Basal area and density values did not correlate significantly with border distance towards the fragment interior. Canopy height declined significantly as distance from the edge decreased, with height increase observed 50 m from the border becoming significantly different at 125 and 150 m from the border towards the fragment interior. Canopy opening revealed negative relationship with distance from the edge, decreasing significantly towards the interior of the forest. Canopy opening was significantly lower in relation to the border at 75 and 125 m towards the interior of the fragment. LAI lowest values were found on the edge plots while the highest ones were found 125 m towards the fragment interior. This study revealed changes in plant community along the border-interior gradient, suggesting a possible border effect 50 to 75 m from the forest border.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No Brasil, grandes extensões florestais experimentaram forte pressão antrópica, principalmente a Mata Atlântica. Este processo iniciou-se com a colonização do país, tendo sido muito acelerado no século passado (DEAN, 1997). Como resultado deste histórico de perturbação, esse bioma se apresenta como um mosaico composto por remanescentes florestais.

A Zona da Mata Mineira formava um contínuo florestal com as florestas do Médio Paraíba e do Vale do rio Doce (VALVERDE, 1958), mas, historicamente, a preservação das florestas nativas era desfavorável pois a introdução das atividades econômicas, principalmente, a pecuária, o café e a cana-de-açúcar promoveram o desmatamento em grande escala, e esse histórico de ocupação foi decisivo para gerar o padrão de distribuição das florestas encontradas atualmente nessa região, em pequenos fragmentos florestais secundários (MEIRA-NETO e SILVA, 1995; LOPES *et al.*, 2002), em meio a grandes campos de pastagens ou a remanescentes em topos de morros.

Esta fragmentação da paisagem é um dos aspectos marcantes de alteração ambiental causada pelo homem, sendo um processo contínuo que, segundo Withmore (1997), está em ascensão devido às altas taxas de desmatamento, tornando-se um dos principais temas abordados na Biologia da Conservação.

Entende-se por fragmentos florestais qualquer área de vegetação natural, interrompida por barreiras antrópicas ou naturais, as quais diminuem significativamente o fluxo de animais, pólen e sementes (VIANA, 1990). Esses fragmentos diferem quanto ao tamanho, à forma, ao grau de isolamento, ao histórico de perturbação, ao tipo de vizinhança e ao estágio de sucessão secundária (SCARIOT, 2003). Dependendo da dimensão destas características, esses fragmentos podem sofrer maior ou menor alteração, tendo influência sobre a sustentabilidade da floresta (VIANA e TABANEZ, 1996; TABANEZ *et al.*, 1997).

O processo de fragmentação compromete a composição, a estrutura e a dinâmica da vegetação trazendo sérias conseqüências à biodiversidade de uma região (VIANA, 1990; NASCIMENTO *et al.*, 1999), promovendo alteração no fluxo energético e no fluxo de organismos entre os fragmentos (WIENS *et al.*, 1993). O processo de extinção de algumas espécies é acelerado e a maior parte da biota nativa sofre conseqüências deletérias, além da exposição dos organismos remanescentes às características adversas dos diferentes ambientes vizinhos (MURCIA, 1995).

Vários fatores advindos da fragmentação constituem os mecanismos da deterioração biológica da paisagem, como, por exemplo, o impedimento ou a redução na taxa de migração de indivíduos de algumas populações entre os fragmentos (BECKER *et al.*, 1991; BIERREGAARD *et al.*, 1992; SILVA *et al.*, 1996), a diminuição do tamanho populacional com conseqüente perda da variabilidade genética de certas populações (YOUNG *et al.*, 1996), a invasão por espécies exóticas (JAZEN, 1983; MATLACK, 1994) e o efeito de borda (KAPOS, 1989; MURCIA, 1995; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006). A magnitude destes fatores dependerá das características da paisagem na qual o fragmento está inserido. Logo, seus efeitos são modificados pelo tamanho, forma e número de fragmentos, posicionamento na paisagem e tipo de vizinhança (SAUNDERS *et al.*, 1991; SCARIOT *et al.*, 2003; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006; SANTOS *et al.*, 2007).

Sobre esses fatores, Nascimento e Laurence (2006) consideraram o efeito de área e o efeito de borda como os fatores mais relevantes relacionados às mudanças em comunidades fragmentadas. O efeito de área refere-se às mudanças ecológicas ocorridas em função do isolamento do fragmento e são

proporcionais à área do fragmento. Já os efeitos de borda são causados por gradientes diferenciados das condições bióticas e abióticas das áreas de transição entre o fragmento e a matriz vizinha, e sua intensidade é inversamente proporcional à distância com que as mudanças penetram para o interior do fragmento em relação à borda mais próxima (MURCIA, 1995; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006).

Efeito de borda é definido como uma alteração na composição e/ou na abundância relativa das espécies presentes na parte marginal do fragmento (FORMAN e GODRON, 1986). Também pode ser definido como o resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes quando são separados por uma transição abrupta (MURCIA, 1995).

A formação de bordas florestais expõe as comunidades vegetais às alterações vinculadas a este processo.

Segundo Múrcia (1995), estas alterações podem ser de três tipos: abióticas, bióticas diretas e indiretas.

As alterações abióticas relacionam-se com as modificações microclimáticas nas áreas de influência da borda, como as variações ocorridas nas temperaturas do ar e do solo, na umidade do solo e na intensidade luminosa (KAPOS, 1989; WILLIAMS-LINERA, 1990; CAMARGO e KAPOS, 1995; POHLMAN *et al.*, 2007), além do aumento da turbulência de ventos (LAURANCE, 1997).

As alterações bióticas diretas envolvem mudanças na abundância, distribuição e composição das espécies e no aumento da taxa de mortalidade de plântulas e de indivíduos adultos e no aumento da abertura do dossel causado diretamente pela variação das condições físicas próximas à borda (MURCIA, 1995; BENITZ-MALVIDO, 1998; GEHLHAUSEN *et al.*, 2000; OOSTERHOOM e KAPPELLE, 2000; D'ANGELO *et al.*, 2004; POLHMAN *et al.*, 2007). As alterações bióticas indiretas são aquelas relacionadas com as mudanças nas interações ecológicas entre as espécies como a predação, a competição, a herbivoria, a polinização e a dispersão de sementes (JENNERSTEN, 1988; AIZEN e FEINSINGER, 1994a, b).

Em resposta a essas modificações, a estrutura e a composição da vegetação presente na área de influência da borda se modificam quando comparadas ao interior da floresta (OOSTERHOOM e KAPPELLE, 2000). O

aumento da exposição à luz na borda (POLHMAN *et al.*, 2007) estimula a germinação e o acréscimo do crescimento de espécies pioneiras e intolerantes à sombra (OOSTERHOOM e KAPPELLE, 2000). Isto pode causar o início do processo sucessional na borda podendo resultar em maior riqueza de espécies pioneiras e intolerantes à sombra (GEHLHAUSEN *et al.*, 2000; OOSTERHOOM e KAPPELLE, 2000).

Contudo, de acordo com os estudos sobre as alterações físicas e biológicas das bordas, parece não haver um padrão sobre até que ponto estas alterações penetram no interior dos fragmentos. Kapos (1989) e Haper e MacDonald (2001) mostraram que as alterações ocorridas em relação à distância da borda foram até 40 m para dentro do fragmento; já Haper e MacDonald (2002) encontraram a 60 m da borda. Outros autores relatam efeitos em distâncias menores como 15-25 m (WILLIAMS-LINERA, 1990a), 0-10 m (WILLIAMS-LINERA, 1998) e 10-20 m (DIDHAM e LAWTON, 1999). Vale ressaltar que esses efeitos estão intimamente ligados às questões tamanho e forma do fragmento, tempo de criação da borda, face de exposição solar da borda e tipo de ambiente circunvizinho à borda. Isto leva a um pequeno consenso entre os resultados e possíveis generalizações são difíceis de ser feitas devido à falta de metodologia consistente, ao desenho amostral e à descrição adequada da área e da borda (MURCIA, 1995).

Estudos envolvendo efeitos de borda em comunidades de plantas passaram a ser relativamente bem avaliados em fragmentos florestais em regiões tropicais, em decorrência da fragmentação florestal e suas conseqüências físicas e ecológicas (NASCIMENTO e LAURENCE, 2006).

Na região de Viçosa, são vários os estudos da vegetação em relação aos aspectos florísticos-estruturais das florestas em estágio de sucessão secundária (MEIRA-NETO *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2000; RIBAS *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2003; CAMPOS *et al.*, 2006), entretanto, são escassos os estudos sobre os fatores antrópicos que afetam os fragmentos, principalmente, o efeito de borda.

Estudos deste cunho visam a ampliar os conhecimentos das questões ligadas à ecologia da paisagem. Estratégias efetivas de manejo para a paisagem constituída de fragmentos florestais dependem da compreensão do efeito de borda, da forma com que as mudanças ocorrem ao longo do ambiente

da borda e de sua interação com o interior do fragmento (PALIK e MURPHY, 1990; SAUNDERS *et al.*, 1991; WILLIAMS-LINERA *et al.*, 1998).

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais, que se encontra em estágio de sucessão mais avançado. Representando grande importância para a região, este fragmento apresenta um núcleo em estado de conservação primitiva (IRSIGLER, 2002), podendo ser considerado relíquia, pois, segundo Campos *et al.* (2006), este fragmento retrata boa parte da vegetação florestal primária e abriga espécies consideradas ameaçadas de extinção na lista vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais: *Brosimum glaziovii*, *Dalbergia nigra*, *Euterpe edulis*, *Ocotea odorifera* e *Pisonia ambigua* (MENDONÇA e LINS, 2000).

Diante do exposto, este trabalho visa a averiguar as possíveis alterações causadas na vegetação arbórea num gradiente borda-interior deste fragmento, partindo da hipótese de que a região de sua borda florestal é caracterizada pela maior densidade de espécies pioneiras em relação às outras categorias sucessionais, maior riqueza de espécies, maiores danos causados ao dossel e maiores valores de área basal e densidade da vegetação em relação à região interna do fragmento. Assim, foram objetivos deste trabalho:

1. Caracterizar a estrutura da vegetação, a composição florística e a diversidade de espécies ao longo do gradiente borda-interior do núcleo do fragmento;
2. Determinar e caracterizar, através do método de fotografias hemisféricas, a abertura do dossel ao longo deste gradiente; e
3. Caracterizar a distribuição das espécies nas diferentes classes de sucessão.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Viçosa, situado ao norte da Zona da Mata de Minas Gerais ( $20^{\circ}45'20''$  S e  $42^{\circ}52'40''$  W), no sudeste do estado. De acordo com Veloso *et al.* (1991), a vegetação predominante desta região é a Floresta Estacional Semidecídua Montana, caracterizada pela mistura de espécies caducifólias e perenifólias, estabelecidas acima de 500 m de altitude.

Nesta região, há o predomínio de duas classes de solos. O Latossolo Vermelho-Amarelo álico nos topos de morro e encostas, enquanto nos terraços predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço (CORREA, 1984).

Conforme a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo  $Cw_b$ , mesotérmico úmido, com verões chuvosos e invernos secos (VIANELLO e ALVES, 1991).

A área objeto de estudo situa-se na Fazenda Bom Sucesso, localizada nas coordenadas  $20^{\circ}47'40.02''$ S e  $42^{\circ}50'38.24''$ W (Figura 1), aproximadamente a cinco quilômetros da Universidade Federal de Viçosa. Também conhecida como Fazenda do Sr. Nico, é uma propriedade rural particular, onde a principal atividade é a pecuária. Da área total da propriedade, um fragmento florestal de 34 ha foi conservado para manter o manancial hídrico. A área

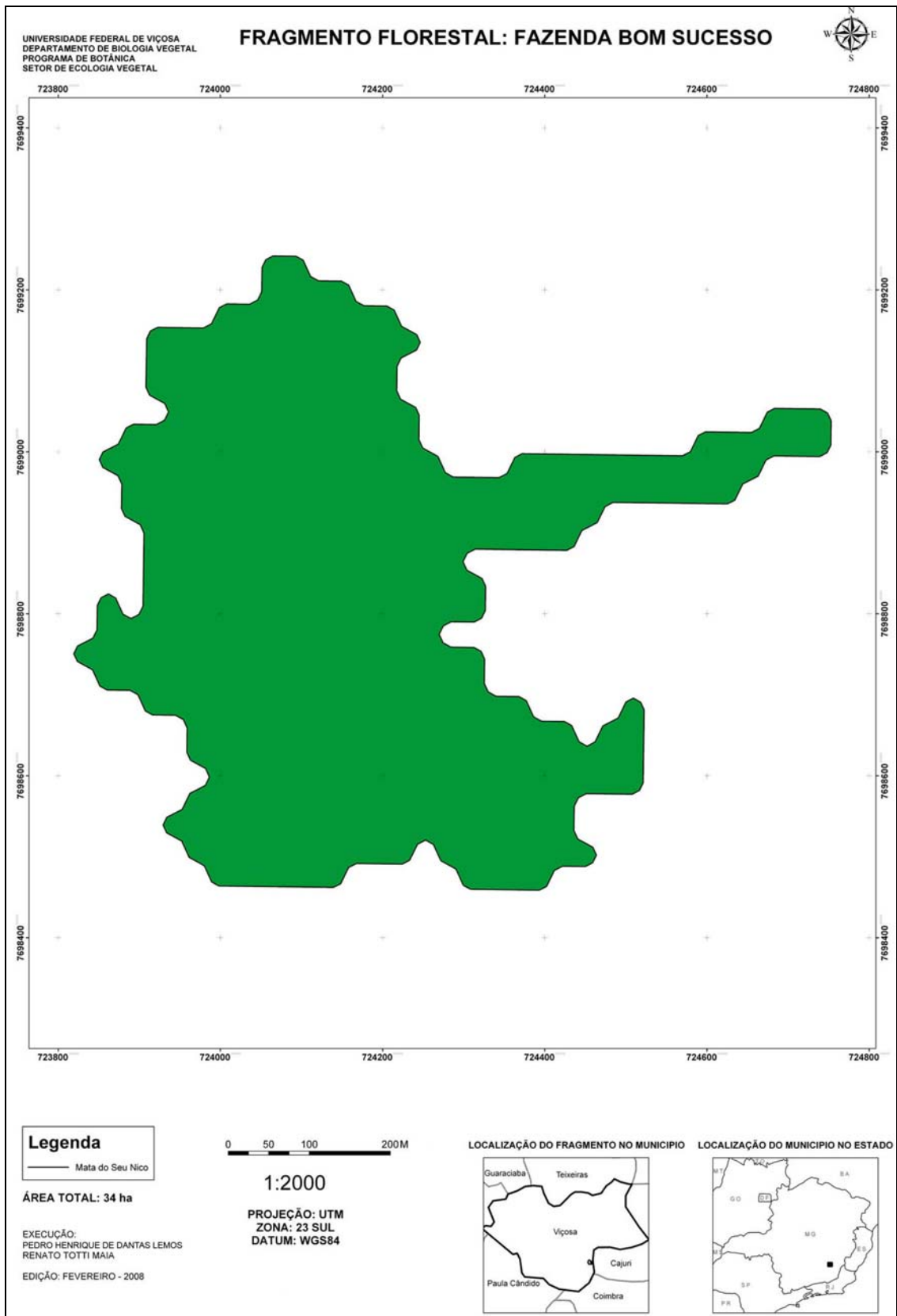


Figura 1 – Mapa com a localização da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa-MG, e o fragmento estudado.

florestal possui um núcleo com estrutura vegetacional bem preservada, com características de vegetação primária. A altitude é de aproximadamente 760 m.

Sem sinais aparentes de perturbação causada pela exploração de madeira ou pela incidência de fogo, a área sofre com o efeito da fragmentação, sendo observada queda ou quebra de copas de árvores emergentes pela ação de ventos. De acordo com os proprietários, a floresta nunca foi submetida a corte raso. De acordo com Irsigler (2002), este fragmento apresentou maior índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) em relação aos fragmentos da região. O fragmento está inserido numa paisagem composta de fragmentos de pequeno e médio portes, culturas agrícolas e pastagem como matriz dominante.

## **2.2 Amostragem e obtenção dos dados**

Para a coleta dos dados, foi utilizado o método fitossociológico de parcelas (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), de forma sistematizada. Foram instaladas três faixas paralelas, eqüidistantes de 10 m, de oito parcelas não contíguas de 5 x 5 m, interdistantes de 20 m cada, a partir da borda do fragmento até 180 m em direção a seu interior (Figura 2). Foram medidas a circunferência e a altura total de todos os indivíduos arbóreos, incluindo os mortos ainda em pé, com perímetro do tronco a 1,30 m do solo (PAP), igual ou superior a 10 cm. Foram feitas coletas de material vegetativo e reprodutivo presentes nas árvores ou no chão, utilizando tesoura de alta poda e poda manual.

## **2.3 Composição florística**

A lista florística foi elaborada a partir dos indivíduos encontrados na amostragem fitossociológica e identificados utilizando literatura especializada, consulta a herbários e a especialistas. O material testemunha foi depositado no Herbário de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (VIC). Para a classificação das espécies, foi utilizado o sistema The Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003). A grafia e a validade dos nomes científicos foram atualizadas no banco de dados nomenclatural do Missouri Botanical Garden e do Royal Botanical Garden.

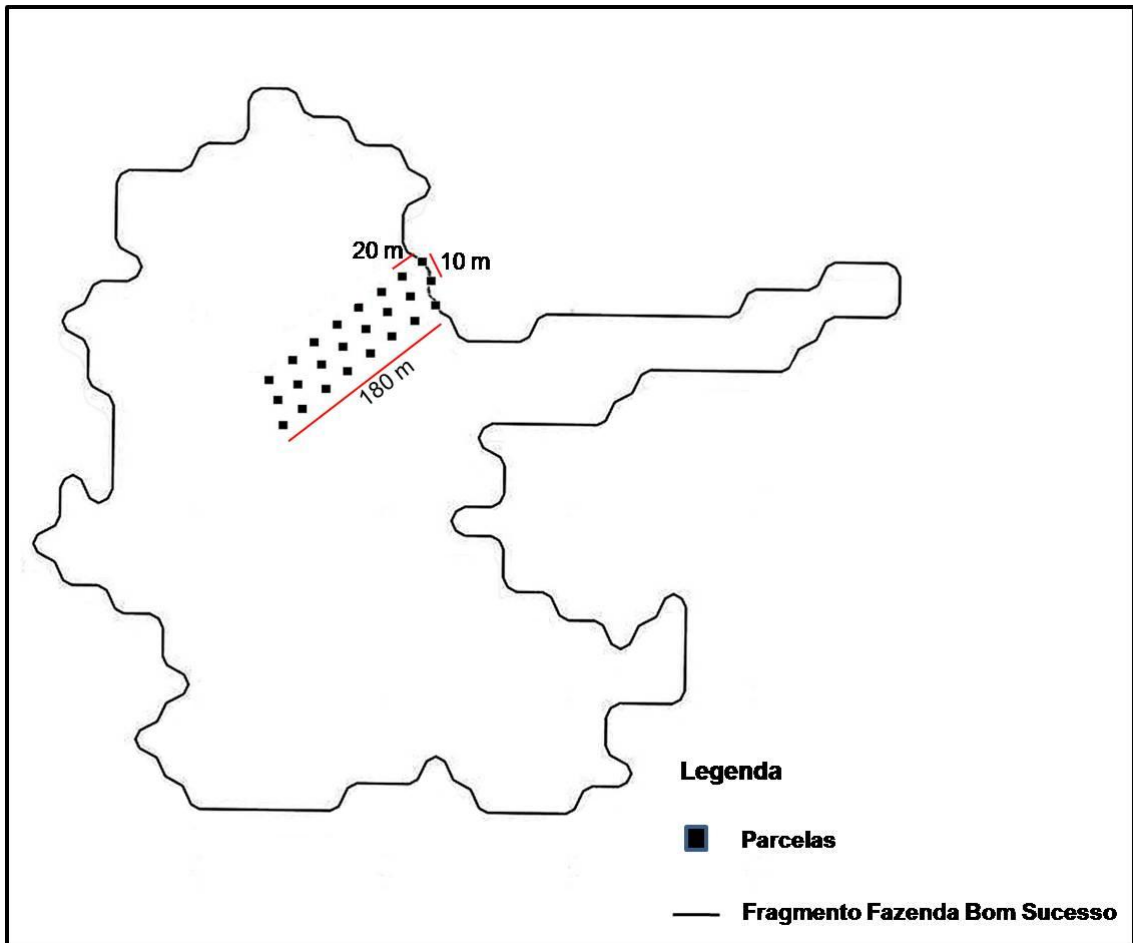


Figura 2 – Croqui representando o arranjo amostral do presente estudo. Fazenda Bom Sucesso, Viçosa-MG.

## 2.4 Categorias sucessionais

As espécies arbóreas foram agrupadas em grupos funcionais seguindo os critérios adotados por Gandolfi *et al.* (1995), além disso, foram consultados outros trabalhos (LOPES *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2003; MARANGON *et al.*, 2007). As espécies foram classificadas em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem classificação. Pioneiras são as espécies dependentes de luz que não ocorrem no sub-bosque e se desenvolvem em clareiras ou nas bordas da floresta; secundárias iniciais são aquelas que ocorrem em condição de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes, bordas da floresta ou no sub-bosque pouco sombreado; secundária tardia são as

espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, podendo permanecer toda a vida ou então crescer até alcançar o dossel ou a condição de emergente; e sem classificação são aquelas espécies que, por falta de informação, não foram incluídas em nenhuma das classificações anteriores.

## **2.5 Estrutura do dossel**

A abertura do dossel e o Índice de área foliar (IAF) foram calculados através de fotografias hemisféricas digitais do dossel, no centro de cada parcela, a 1,5 m de altura do chão. As fotografias foram obtidas através do equipamento “Digital Plant Canopy Imager”, e os valores de abertura de dossel e IAF calculados pelo programa “Gap Ligth Analyzer’ (WELLES, 1990).

## **2.6 Análise dos dados**

Para a estrutura fitossociológica, foram estimados os valores de área basal e de densidade. As estimativas foram realizadas de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

Os dados fitossociológicos foram processados por meio do software Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2002).

A diversidade florística foi estimada pelo índice de diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN, 1988), e a equabilidade pelo coeficiente de equabilidade de Pielou (J) (PIELOU, 1975). Os valores de H' de cada classe de distância da borda foram comparados pelo teste t, modificado por Magurran (1988), a fim de encontrar diferenças significativas entre as diferentes distâncias da borda do fragmento.

Para comparar floristicamente as parcelas ao longo do gradiente borda-interior do fragmento, foi elaborada uma matriz de presença/ausência de espécies, em seguida, um dendrograma foi obtido através da análise de agrupamento, por médias de grupo (UPGMA), com base no índice de similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

A riqueza de espécies foi definida como o número de espécies numa amostra (PEET, 1974). Para comparar a riqueza de espécies entre as

diferentes distâncias, foi utilizado o modelo linear generalizado (glm). Devido à riqueza ser um dado de contagem, foi utilizado um modelo log-linear utilizando o qui-quadrado como medida de “deviance” (BENITEZ-MALVIDO, 1998). A significância de cada termo (riqueza e distância) foi testada por meio da “deviance” após a remoção de cada termo do modelo completo, seqüencialmente.

O efeito da distância da borda florestal na densidade, área basal, densidade de espécies das diferentes categorias sucessionais, abertura do dossel, IAF e altura total do dossel foram testados por análises de regressão. As comparações dessas variáveis nas diferentes distâncias da borda do fragmento foram feitas por análises de variâncias - ANOVA, e em seguida as médias foram contrastadas pelo teste t de Tukey.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição florística

As espécies amostradas, suas famílias, a caracterização sucessional e o número de indivíduos estão listados na Tabela 1.

Foram amostrados, no total, 207 indivíduos arbóreos pertencentes a 31 famílias, 63 gêneros e 85 espécies. Entre as espécies, quatro não tiveram identificação, permanecendo como indeterminadas, três tiveram a identificação em nível de gênero e uma em nível de família. O trecho estudado indica alta riqueza específica com composição florística representativa da flora da região.

O maior número de indivíduos foi encontrado nas famílias: Siparunaceae com 29 indivíduos (14%); Myrtaceae com 18 (8,61%); Lauraceae com 17 (8,13%); Fabaceae com 16 (7,66%); Salicaceae com 13 (6,22%); Asteraceae com 12 (5,74%); e Annonaceae, Moraceae e Rubiaceae com dez (4,78%). Juntas elas corresponderam a 65,53% do total de plantas amostradas.

As famílias com maior riqueza de espécies foram: Fabaceae com dez espécies (11,7%); Myrtaceae com nove espécies (10,5%); Rubiaceae com seis (7,05%); Annonaceae, Lauraceae e Sapotaceae com cinco espécies (5,88%); e Moraceae, Salicaceae e Bignoniaceae com apenas três espécies (3,5%).

O destaque para a família Siparunaceae é devido à alta densidade de indivíduos de *Siparuna guianensis* entre as parcelas. *Ocotea odorifera* foi a responsável pelo elevado número de indivíduos da família Lauraceae.

Tabela 1 – Lista das famílias e respectivas espécies e categorias sucessionais. Fazenda Bom Sucesso, Viçosa-MG. CS = categorias sucessionais; N = número de indivíduos; P = pioneira; Si = secundária inicial; St = secundária tardia; e Sc = sem classificação

Família	Espécies	CS	N
Siparunaceae			29
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	St	27
	<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A. DC.	St	2
Myrtaceae			18
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	P	4
	<i>Myrciaria axillaris</i> O. Berg	Si	4
	<i>Marlierea excoriata</i> O. Berg	St	1
	<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Si	1
	<i>Eugenia</i> sp.	Sc	4
	<i>Myrcia anceps</i> Berg.	St	1
	<i>Myrcia rufula</i> Miq.	St	1
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	St	1
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	St	1
Lauraceae			17
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	St	10
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees e Mart.	Si	1
	<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i> (Mez) Kosterm.	Sc	2
	Lauraceae1	Sc	1
	<i>Aniba</i> sp.	Sc	2
Fabaceae			16
	<i>Newtonia contorta</i> (DC.) Burkart	St	1
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	Si	2
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Si	2
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Si	4
	<i>Machaerium caratinganum</i> Kuhlm. e Hoehne	Si	1
	<i>Parapiptadenia gonoacantha</i>	Si	1
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	St	1
	<i>Swartzia myrtifolia</i> var. <i>elegans</i>	St	1
	<i>Inga capitata</i> Desv.	Si	2
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel.	P	1
Salicaceae			13
	<i>Casearia arborea</i> (L. C. Rich.) Urb.	Si	8
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	St	2
	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Si	3
Asteraceae			12
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	P	4
	<i>Vernnonanthurus divaricata</i> (Spreng.) H Rob.	P	8
Annonaceae			10
	<i>Rollinia laurifolia</i> Schlttdl.	Si	2
	<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	St	2
	<i>Guatteria martiana</i> Schlttdl.	Sc	3
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Si	3
	<i>Xylopia sericea</i> St. Hill.	Si	1
Moraceae			10
	<i>Sorocea bomplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. e Wess. Boer	St	4
	<i>Pouroma guianensis</i> Aubl.	P	1
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Si	5

Continua...



Tabela 1, Cont.

Família	Espécies	CS	N
Rubiaceae			10
	<i>Simira sampaiona</i> (Standl.) Steyererm.	Si	2
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz e Pav.	St	1
	<i>Amaioa guianensis</i> Aubl.	St	2
	<i>Guettarda viburnoides</i> Schum.	St	1
	<i>Ixora gardneriana</i> Benth.	St	1
	<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	St	3
Sapotaceae			7
	<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	St	1
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. e Eichler ex Miq.) Engl.	St	1
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz e Pav.) Radlk.	St	1
	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	St	3
	<i>Chrysophyllum</i> sp.	Sc	1
Burseraceae			6
	<i>Protium warmingianum</i> March, L.	St	6
Bignoniaceae			5
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Si	3
	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Si	1
	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand	Si	1
Erythroxilaceae			5
	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	Si	5
Myristicaceae			5
	<i>Virola oleifera</i> (Schott) A.C. Sm.	St	3
	<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	Sc	2
Arecaceae			4
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	St	4
Indeterminada			4
	Indeterminada 1	Sc	1
	Indeterminada 2	Sc	1
	Indeterminada 3	Sc	1
	Indeterminada 4	Sc	1
Malvaceae			4
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Si	3
	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Si	1
Meliaceae			4
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	St	3
	<i>Guarea pendula</i> Ramalho Pinheiro e Penn.	St	1
Apocynaceae			3
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. e Frodin	P	2
	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> (A. DC.) Miers	Si	1
Lacistemataceae			3
	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	St	3
Celastraceae			2
	<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	St	1
	<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek	St	1
Clusiaceae			2
	<i>Tovomitopsis saldanhae</i> Engl.	St	2
Euphorbiaceae			2
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	P	1
	<i>Croton hemiargyreus</i> Müll Arg.	Sc	1
Monimiaceae			2
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	Si	2

Continua...

Tabela 1, Cont.

Família	Espécies	CS	N
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Si	1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	St	1
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	St	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	St	1
Ochnaceae	<i>Ouratea cf. polygyna</i>	St	1
Sapindaceae	<i>Cupania cf. vernalis</i> Cambess.	Si	1
Sterculiaceae	<i>Sterculia chicha</i> A. St.-Hil. ex Turpin	Si	1
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl.	P	1

Salicaceae teve importância devido à ocorrência de *Casearia arborea*. Asteraceae destacou-se em decorrência da elevada abundância de *Vernnonanthura divaricata*. Já Annonaceae, Rubiaceae, Myrtaceae e Fabaceae destacaram-se pelo elevado número de espécies registradas.

As famílias em destaque, com exceção de Bignoniaceae, Siparunaceae e Salicaceae, são citadas, em estudos anteriores realizados na região de Viçosa, como as famílias de maior riqueza específica (MEIRA-NETO *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2000; LOPES *et al.*, 2002; CAMPOS *et al.*, 2006), confirmando sua importância delas nos fragmentos florestais dessa região.

A variação da riqueza de espécies não obteve relação significativa quanto à distância da borda. Entretanto, um suave decréscimo do número de espécies foi observado entre o gradiente borda-interior do fragmento. Pela análise de Cluster, verificou-se baixa similaridade florística entre as parcelas, observando-se como tendência geral que as parcelas presentes na borda apresentavam baixa similaridade com aquelas alocadas no interior do fragmento, e as maiores similaridades ocorriam à medida que a distância entre as parcelas diminuía. Apesar da baixa similaridade entre as parcelas, foi possível identificar a formação de dois grupos: um agrupamento formado pelas parcelas presentes nas classes de distâncias da borda do fragmento 0 – 5 , 25 – 30 e 50 – 55 m; e um segundo agrupamento formado pelas parcelas das classes 75 – 80, 100 – 105, 125 – 130, 150 – 155 e 175 – 180 (Figura 3).

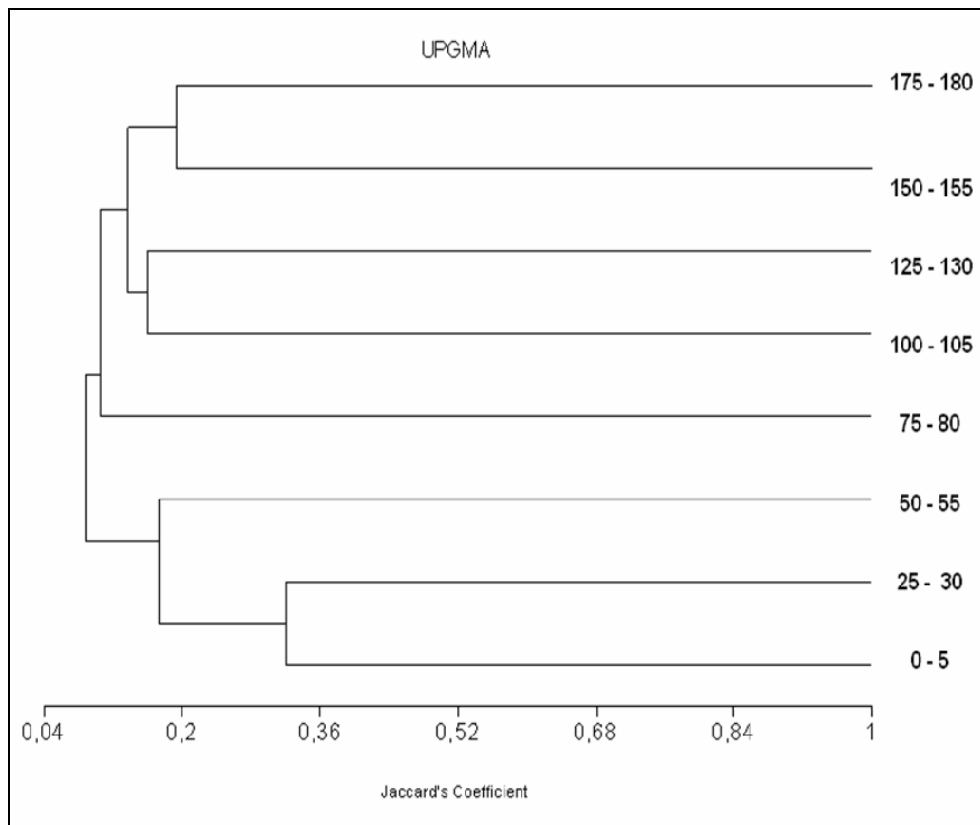


Figura 3 – Dendrograma obtido através da análise de agrupamento (UPGMA) por médias de grupo, utilizando o índice de similaridade de Jaccard para os dados de presença e ausência das espécies das 24 parcelas alocadas num gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa - Minas Gerais. 0 - 5, 25 - 30, 50 - 55, 75 - 80, 100 - 105, 125 - 130, 150 - 155, 175 - 180 – respectivas classes de distâncias (em metro) da borda para o interior da floresta.

As espécies com maior número de indivíduos foram *Siparuna guianensis* com 27 indivíduos, *Ocotea odorifera* com dez, *Casearia arborea* e *Vernnonanthura divaricata* com oito, *Protium warmingianum* com seis, *Brosimum guianense* e *Erythroxylum pelleterianum* com cinco, *Anadenanthera colubrina*, *Euterpe edulis*, *Myrcia fallax*, *Myrciaria axillaris*, *Piptocarpha macropoda* e *Sorocea bomplandii* com quatro, totalizando 93 indivíduos (44,9%).

As espécies mais abundantes mostraram comportamentos distintos em relação ao gradiente estudado. *S. guianensis*, típica espécie de sub-bosque, apresentou ampla distribuição na área, ocorrendo em 15 parcelas (62,5%), sendo encontrada desde a borda do fragmento até seu interior. Este resultado

reforça sua plasticidade (PEZZOPANE, 2002), ocorrendo tanto em ambientes sombreados como em bordas com maior luminosidade.

*O. odorifera*, considerada espécie secundária tardia, típica do dossel, ocorreu em seis parcelas (25%), sendo amostrada em uma parcela da borda, em duas parcelas próximas à borda nas classes de distância (25-30 m) e o restante no interior do fragmento, trecho considerado maduro. Os indivíduos que ocorreram nas parcelas da borda e próximos a ela, são indivíduos jovens cujas sementes, possivelmente, estavam presentes no banco de sementes do solo ou como resultado do processo de dispersão.

Os indivíduos de *V. divaricata* ocorreram em cinco unidades amostrais (20,8%), concentrando-se mais nas parcelas presentes na primeira classe de distância da borda (0-5) e na segunda (25-30), o que era de se esperar visto que esta espécie pertence à categoria das pioneiras e é comumente encontrada em clareiras e bordas de fragmentos (AMADOR e VIANA, 2000; MARTINS e RODRIGUES, 2002).

*P. warmingianum* ocorreu em cinco parcelas (20,8%), restringindo-se mais ao interior da floresta e ocorrendo em apenas uma parcela da quarta classe de distância da borda (75-80). Esta é uma espécie secundária tardia encontrada no sub-bosque onde foi observada alta densidade de indivíduos formando o banco de plântulas no interior do fragmento, sendo citada como uma das espécies de maior valor de importância neste fragmento (IRSIGLER, 2002; CAMPOS *et al.*, 2006).

*S. bonplandii* ocorreu em quatro parcelas (16,6), restringindo-se ao interior da floresta. Esta espécie considerada secundária tardia é distribuída no fragmento em elevada densidade, limitada ao estrato médio da floresta (IRSIGLER, 2002; CAMPOS *et al.*, 2006). Nove espécies ocorreram em três parcelas e 19 em apenas duas parcelas. Um elevado número de espécies, 49 (57,6% do total), ocorreu em apenas uma parcela. A distribuição das espécies nas parcelas ao longo do gradiente estudado encontra-se na Tabela 2.

A área total estudada revelou alto valor do índice de diversidade de Shannon,  $H' = 4,00$  com equabilidade de Pielou  $J' = 0,9$ . Os valores de diversidade mostraram tendências similares em relação à distância da borda, Observando-se um moderado declínio na diversidade entre a borda do fragmento, com ( $H' = 2,94$ ), e ( $H' = 2,63$ ), na terceira classe m para o interior do

Tabela 2 – Distribuição das espécies nas diferentes classes de distâncias da borda florestal da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, MG

Espécie	0-5	25-30	50-55	75-80	100-105	125-130	150-155	175-180
<i>Alchornea triplinervia</i>						X		
<i>Amaioa guianensis</i>				X				X
<i>Anadenanthera colubrina</i>	X		X	X				
<i>Apuleia leiocarpa</i>	X	X						
<i>Astronium fraxinifolium</i>					X			
<i>Bathysa nicholsonii</i>				X		X		X
<i>Brosimum guianense</i>	X					X		
<i>Casearia arborea</i>	X	X	X					
<i>Casearia decandra</i>	X	X						
<i>Casearia ulmifolia</i>				X		X		
<i>Cecropia glaziovii</i>					X			
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>						X		
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i>					X		X	
<i>Copaifera langsdorffii</i>					X			
<i>Croton hemiargyreus</i>		X						
<i>Cupania cf. vernalis</i>								
<i>Cybistax antisiphilitica</i>			X					
<i>Dalbergia nigra</i>		X	X					
<i>Eriotheca candolleana</i>								X
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	X		X					
<i>Euterpe edulis</i>					X			X
<i>Guapira opposita</i>				X				
<i>Guarea pendula</i>				X				
<i>Guatteria martiana</i>					X			X
<i>Guatteria nigrescens</i>						X		X
<i>Guettarda viburnoides</i>			X					
<i>Hirtella hebeclada</i>				X				
<i>Inga capitata</i>				X				X
<i>Ixora gardneriana</i>				X				
<i>Lacistema pubescens</i>	X	X						
<i>Luehea divaricata</i>		X				X		
<i>Machaerium brasiliense</i>					X			
<i>Machaerium caratinganum</i>							X	
<i>Marlierea excoriata</i>						X		
<i>Maytenus floribunda</i>			X					
<i>Maytenus salicifolia</i>								X
<i>Miconia sellowiana</i>								X
<i>Mollinedia schottiana</i>		X						X
<i>Myrcia splendens</i>		X						
<i>Myrcia anceps</i>							X	
<i>Myrcia fallax</i>			X		X	X		
<i>Myrcia pubipetala</i>							X	
<i>Myrcia rufula</i>							X	
<i>Myrciaria axillaris</i>							X	
<i>Nectandra oppositifolia</i>		X						
<i>Newtonia contorta</i>	X							
<i>Ocotea odorifera</i>	X	X				X	X	
<i>Ouratea cf. polygyna</i>				X				
<i>Parapiptadenia gonoacantha</i>	X							
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>						X		
<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i>							X	X
<i>Piptocarpha macropoda</i>	X							
<i>Pouroma guianensis</i>								X

Continua...

Tabela 2, Cont.

Espécie	0-5	25-30	50-55	75-80	100-105	125-130	150-155	175-180
<i>Pouteria caimito</i>							X	
<i>Pradosia lactescens</i>						X		
<i>Protium warmingiana</i>			X	X	X		X	
<i>Psychotria alba</i>				X				
<i>Rollinia laurifolia</i>	X				X			
<i>Schefflera morototoni</i>		X		X				
<i>Simira sampaiona</i>			X					X
<i>Siparuna guianensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Siparuna reginae</i>			X			X		
<i>Siphoneugena densiflora</i>					X			
<i>Sorocea bonplandii</i>					X	X	X	X
<i>Sterculia chicha</i>				X				
<i>Swartzia myrtifolia var.</i>								X
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	X	X						
<i>Tabebuia roseo-alba</i>		X						
<i>Tovomitopsis saldanhae</i>							X	
<i>Trichilia catigua</i>			X		X			
<i>Vernnonanthura divaricata</i>	X	X	X			X		
<i>Virola gardneri</i>						X		X
<i>Virola oleifera</i>						X	X	X
<i>Xylopia brasiliensis</i>	X					X		
<i>Xylopia sericea</i>	X							

mesmo. Não houve relação significativa entre diversidade de espécies e distância da borda. Diferenças significativas nos valores do índice de diversidade foram encontradas, pelo test t, de Student, modificado por Magurran (1988), nos blocos de parcelas localizadas na borda com aqueles de menores índices de diversidade presentes a 25-30 m, 50-55 m e 175-180 m da borda ( $t = 2,45$ ,  $P < 0,02$ ;  $t = 2,65$ ,  $P < 0,02$ ; e  $t = 2,07$ ,  $P < 0,05$ , respectivamente) (Tabela 3).

Em relação à perda de diversidade, vários estudos relacionados a fragmentos florestais, isolados por 15 anos, apresentaram perda da diversidade de plantas (WILLAMS-LINERA *et al.*, 1998). Em fragmentos de florestas tropicais menores que 100 há, pode ser que isto leve décadas para as espécies de plantas sofrerem extinção local (TURNER e CORLETT, 1996), mas as populações presentes nestas pequenas áreas são sensíveis à extinção (WRIGTH e HUEBBELL, 1983). Por isso, a conservação destas pequenas áreas é amplamente reconhecida e inevitável, tornando-se o último refúgio daquelas espécies à beira de extinção (SHAFER, 1995; TURNER e CORLETT, 1996). No caso da floresta estudada, estas pressuposições devem ser acuradas pelo fato de este fragmento apresentar um núcleo de grande

Tabela 3 – Índice de diversidade encontrado nas diferentes classes de distâncias da borda. DB = distância da borda em metros; H' = índice de diversidade de Shannon. Asteriscos denotam diferenças significativas nos valores de diversidade de Shannon, utilizando o teste t de Student, modificado por Magurran (1988); \* - 0,01%; \*\* - 0,001%

DB (m)	H'
0-5	2,94
25-30	2,64 **
50-55	2,63 **
75-80	2,75
100-105	2,87
125-130	2,92
150-155	2,87
175-180	2,71 *

importância não só para flora local, mas pelo seu valor ecológico para a vida silvestre como um todo, servindo de fonte de propágulos e habitats para polinizadores e dispersores. A conservação de pequenas reservas situadas em paisagens fragmentadas como a de Viçosa é recomendada pelo estimado nicho de estratégias para a conservação da diversidade biológica, promovendo modelos educacionais e científicos (SHAFER, 1995).

O índice de diversidade e a equabilidade auxiliam muito na caracterização das comunidades vegetais (CAMPOS *et al.*, 2006), sendo influenciado pela amostragem, porém oferece boa indicação da diversidade específica e pode servir para comparar locais distintos, conforme argumenta Martins (1993).

A área total amostrada apresentou diversidade elevada com equabilidade alta, o que sugere concentração do número de indivíduos em poucas espécies, aproximando-se mais da igualdade do que da desigualdade. Não obstante, um elevado número de espécies contendo apenas um indivíduo foi bem distribuído ao longo do gradiente, podendo ser grupos de espécies que ocorreram mais no interior do fragmento e outros mais na borda florestal.

As árvores amostradas no gradiente borda-interior do fragmento foram distribuídas em oito espécies pioneiras (9,41% do total), 25 espécies secundárias iniciais (29,41%) e 36 espécies secundárias tardias (42,35%). Dos

207 indivíduos amostrados ao longo do gradiente 24 pertencem à classe das pioneiras (11,59% do total), 78 figuram na classe das secundárias iniciais (37,68%) e 97 congregam o grupo das secundárias tardias (46,9%).

A densidade de espécies pioneiras relacionou-se negativa e significativamente ( $r^2 = 0,20$ ;  $P = 0,04$ ) com a distância da borda para o interior do fragmento (Figura 3). Não houve diferenças entre as densidades das espécies secundárias iniciais e tardias em relação ao gradiente estudado.

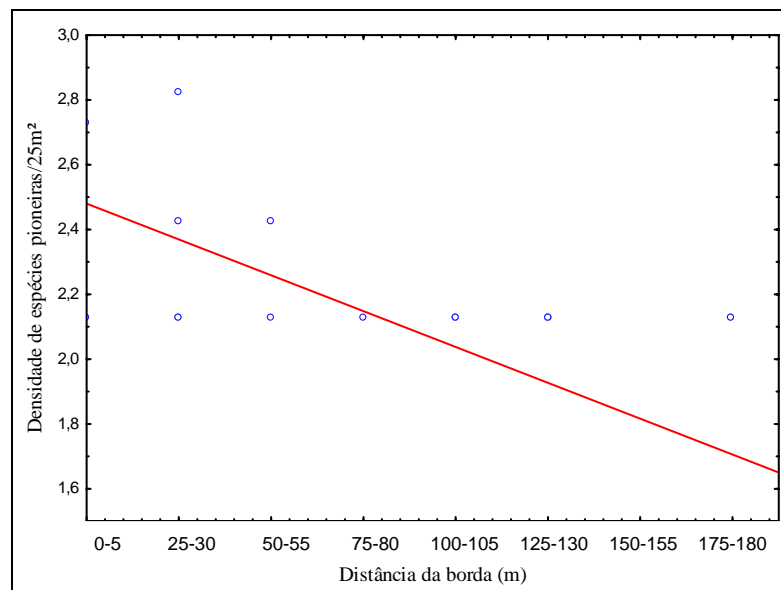


Figura 3 – Relação entre densidade de espécies pioneiras e distância da borda ao longo do gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais.  $r^2 = 0,2$ ;  $P = 0,04$ .

No ambiente de borda, foi encontrado maior número de espécies secundárias iniciais (12, 14,11% do total), seguidas pelas espécies secundárias tardias (3, 3,52%) e espécies pioneiras (2, 2,35%). Nas parcelas alocadas a 175-180 m da borda, o maior número de espécies encontradas pertenceu às espécies secundárias tardias (8, 9,41%), seguidas pelas secundárias iniciais (3, 3,52%) e pelas espécies pioneiras (2, 2,35%). Resultado semelhante foi encontrado para número de indivíduos, prevalecendo na região da borda a maior densidade de indivíduos das espécies secundárias iniciais (13, 6,28%), seguida por indivíduos das espécies secundárias tardias e pioneiras (5, 2,41% e 5, 2,41%, respectivamente). Já no interior do fragmento, o maior número de indivíduos pertenceu às espécies secundárias tardias (9, 4,34%), seguidas



pelos indivíduos das espécies secundárias iniciais (8, 3,86%) e pelos indivíduos das espécies pioneiras (2, 0,96%) (Figura 4). Por conseguinte, é rejeitada a hipótese inicial de que o ambiente de borda apresenta maior número de espécies pioneiras, e outros estudos em florestas tropicais reportam resultados semelhantes (LAURENCE, 1991; WILLAMS-LINERA *et al.*, 1998). Os resultados deste trabalho diferem dos encontrados por TABANEZ *et al.* (1997) FOUNTOURA *et al.* (2006); e NASCIMENTO e LAURENCE (2006), que encontraram maior número de espécies pioneiras na região de borda.

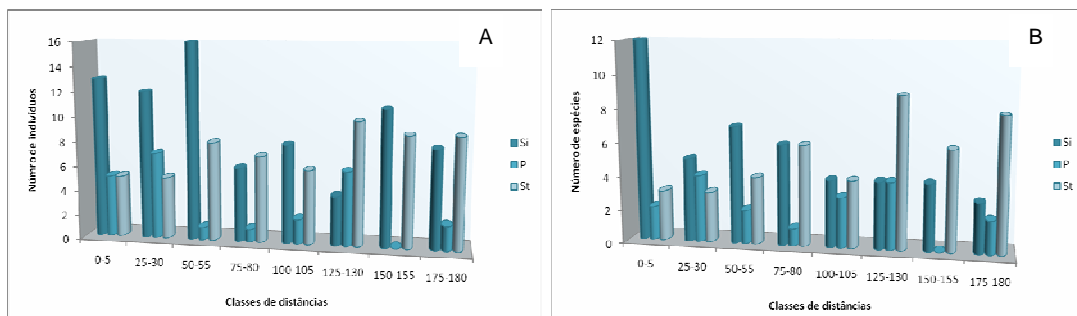


Figura 4 – Categoria sucessional das espécies encontradas ao longo do gradiente borda-interior do fragmento do sítio Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. A) número de indivíduos; B) número de espécies; P = pioneira; Si = secundária inicial; e St = secundária tardia.

O declínio na densidade de espécies pioneiras da borda para o interior do fragmento era esperado em vista do estado de conservação do fragmento (IRSIGLER, 2002; CAMPOS *et al.*, 2006). A densidade de pioneiras é relativamente baixa em área de floresta madura, uma vez que ocorrem em maior densidade nas grandes clareiras (BROKAW e SCHEINER, 1989; WHITMORE, 1989; MARTINS e RODRIGUES, 2002).

Ao longo do gradiente, foram observados dois padrões distintos. O primeiro formado pelo grupo das espécies secundárias tardias que ocorreram em todas as distâncias ao longo do gradiente borda-interior da floresta com tendência ao acréscimo do número de espécies e indivíduos à medida que a distância da borda aumentava. O segundo padrão foi semelhante para ambas as categorias pioneiras e secundárias iniciais no qual foi verificada certa tendência em diminuir suas populações à medida que alcançavam o interior da floresta. As maiores porcentagens exibidas pelas espécies secundárias iniciais e tardias refletem o grau de sucessão avançada em que o trecho estudado se encontra.

Dado o tempo de sucessão do fragmento, mais de 90 anos, provavelmente, quando houve a criação da borda, propágulos de espécies pioneiras eram numericamente maiores no banco de sementes em relação às outras categorias sucessionais (WILLIAMS-LINERA, 1990a). Com a remoção do dossel e conseqüente formação da borda, ocorre a proliferação de clareiras próximas às bordas, favorecendo o estabelecimento de espécies pioneiras e secundárias adaptadas às condições de luminosidade (CAMARGO e KAPOS, 1995; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006), porém, com o avanço da sucessão as pioneiras tendem a sair do sistema e um acréscimo de espécies secundárias é esperado.

### 3.2 Estrutura da vegetação

Os valores de área basal variaram de 0,1214 m<sup>2</sup> a 40 m da borda e de 0,5729 m<sup>2</sup> a 60 m em direção ao interior do fragmento. As variações da área basal não diferiram significativamente em relação ao gradiente estudado. Este resultado difere daqueles resultados encontrados para outras florestas (MÚRCIA, 1995; OOSTERHOORN e KAPPELLE, 2000). Esta não diferenciação pode ser explicada pelas perturbações ocorridas e evidenciadas pela ação de ventos que atingem o fragmento como um todo e pelo maior recrutamento de indivíduos jovens pertencentes às menores classes de diâmetro presentes na borda da floresta e para dentro do fragmento em clareiras recém formadas.

O valor da área basal encontrado a 60 m da borda foi elevado devido à ocorrência da espécie *Sterculia chicha* que atingiu 0.3869 m<sup>2</sup> de área basal. Retirando-se o valor da área basal calculado para *S. chicha*, o valor da área basal decresce para 0,186 m<sup>2</sup>, valor semelhante ao encontrado na borda do fragmento.

Estudos apontam que, no processo de regeneração na floresta Atlântica do sul e sudeste brasileiro, o incremento dos atributos físicos da vegetação (área basal e volume) é uma das últimas etapas deste processo (LEITÃO-FILHO, 1993; TABARELLI e MANTOVANI, 1999).

Enquanto estudos revelam acréscimo significativo na densidade de indivíduos em direção à borda florestal (PALIK e MURPHY, 1990; WILLIAMS-LINERA, 1990b; WILLIAMS-LINERA *et al.*, 1998; FONTOURA *et al.*, 2006), este

estudo revelou uma tendência de diminuição da borda do fragmento para o interior da floresta, mas esta variação não foi significativa. As maiores densidades foram observadas nas parcelas presentes na borda e a 25 m da mesma. O menor valor foi verificado a 75 m da borda.

Apesar de não haver diferença significativa da densidade e área basal entre borda e interior do fragmento, a existência do efeito de borda sobre a vegetação não é descartada, visto que a diferenciação entre trechos distintos é visualmente detectada. O primeiro trecho é caracterizado por uma maior densidade de espécies com menor área basal, enquanto o segundo trecho é caracterizado por uma menor densidade de espécies com maior área basal. A transição entre estes dois trechos é perceptível a 50 m a partir do início da borda do fragmento.

As espécies com os maiores valores de importância (VI) para o trecho estudado, em ordem decrescente, foram: *Siparuna guianensis*, *Sterculia chicha*, *Ocotea odorifera*, *Luehea divaricata*, *Vernnonanthura divaricata*, *Protium warmingianum*, *Casearia arborea* (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas do gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. Área basal (AB); densidade relativa (DR); frequência relativa (FR); e valor de importância (VI)

Nome Científico	AB	DR	FR	VI (%)
<i>Siparuna guianensis</i>	0,0567	12,92	9,09	8,23
<i>Sterculia chicha</i>	0,3869	0,48	0,61	6,45
<i>Ocotea odorifera</i>	0,2056	4,78	3,64	6,04
Morta em pe	0,1107	3,83	4,85	4,63
<i>Luehea divaricata</i>	0,1343	1,44	1,82	3,2
<i>Vernnonanthura divaricata</i>	0,0461	3,83	3,03	3,01
<i>Protium warmingianum</i>	0,0343	2,87	3,03	2,51
<i>Casearia arborea</i>	0,0156	3,83	2,42	2,33
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,0551	1,91	2,42	2,31
<i>Casearia ulmifolia</i>	0,0695	1,44	1,82	2,18
<i>Virola oleifera</i>	0,0535	1,44	1,82	1,93
<i>Xylopia brasiliensis</i>	0,0578	1,44	1,21	1,79
<i>Schefflera morototoni</i>	0,0674	0,96	1,21	1,78
<i>Sorocea bonplandii</i>	0,0164	1,91	2,42	1,7
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	0,0180	2,39	1,82	1,69
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i>	0,0381	1,44	1,82	1,68

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico	AB	DR	FR	VI (%)
<i>Eriotheca candolleana</i>	0,0834	0,48	0,61	1,67
<i>Euterpe edulis</i>	0,0333	1,91	1,21	1,57
<i>Brosimum guianense</i>	0,0227	2,39	1,21	1,56
<i>Trichilia catigua</i>	0,0278	1,44	1,82	1,52
<i>Bathysa nicholsonii</i>	0,0220	1,44	1,82	1,43
<i>Myrcia fallax</i>	0,0060	1,91	1,82	1,34
<i>Eugenia</i> sp.	0,0046	1,91	1,82	1,32
<i>Piptocarpha macropoda</i>	0,0257	1,91	0,61	1,24
<i>Myrciaria axillaris</i>	0,0111	1,91	1,21	1,22
<i>Newtonia contorta</i>	0,0521	0,48	0,61	1,18
<i>Machaerium caratinganum</i>	0,0463	0,48	0,61	1,09
<i>Psychotria alba</i>	0,0442	0,48	0,61	1,06
<i>Rollinia laurifolia</i>	0,0207	0,96	1,21	1,05
Indeterminada 3	0,0422	0,48	0,61	1,03
<i>Siparuna reginae</i>	0,0191	0,96	1,21	1,02
<i>Virola gardneri</i>	0,0160	0,96	1,21	0,97
<i>Guatteria nigrescens</i>	0,0152	0,96	1,21	0,96
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,0042	1,44	1,21	0,95
<i>Dalbergia nigra</i>	0,0145	0,96	1,21	0,95
<i>Guatteria martiana</i>	0,0044	1,44	1,21	0,95
<i>Lacistema pubescens</i>	0,0040	1,44	1,21	0,95
<i>Inga capitata</i>	0,0091	0,96	1,21	0,87
<i>Simira sampaiona</i>	0,0066	0,96	1,21	0,83
<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i>	0,0071	0,96	1,21	0,83
<i>Casearia decandra</i>	0,0068	0,96	1,21	0,83
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,0051	0,96	1,21	0,8
<i>Amaioa guianensis</i>	0,0039	0,96	1,21	0,78
<i>Mollinedia schottiana</i>	0,0031	0,96	1,21	0,77
Indeterminada 1	0,0210	0,48	0,61	0,69
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,0194	0,48	0,61	0,67
<i>Pradosia lactescens</i>	0,0162	0,48	0,61	0,62
<i>Tovomitopsis saldanhae</i>	0,0046	0,96	0,61	0,59
<i>Swartzia myrtifolia</i> var. <i>elegans</i>	0,0140	0,48	0,61	0,58
<i>Aniba</i> sp.	0,0039	0,96	0,61	0,58
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0,0124	0,48	0,61	0,56
<i>Parapiptadenia gonoacantha</i>	0,0113	0,48	0,61	0,54
<i>Maytenus salicifolia</i>	0,0087	0,48	0,61	0,5
<i>Pouroma guianensis</i>	0,0084	0,48	0,61	0,49
<i>Croton hemiargyreus</i>	0,0060	0,48	0,61	0,46
Indeterminada 4	0,0044	0,48	0,61	0,43
<i>Astronium fraxinifolium</i>	0,0040	0,48	0,61	0,42
<i>Myrcia pubipetala</i>	0,0040	0,48	0,61	0,42
<i>Siphoneugena densiflora</i>	0,0038	0,48	0,61	0,42
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,0035	0,48	0,61	0,42
Indeterminada 2	0,0028	0,48	0,61	0,41
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,0032	0,48	0,61	0,41
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	0,0033	0,48	0,61	0,41
Lauraceae1	0,0029	0,48	0,61	0,41
<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,0028	0,48	0,61	0,41
<i>Myrcia splendens</i>	0,0032	0,48	0,61	0,41
<i>Hirtella hebeclada</i>	0,0023	0,48	0,61	0,40

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico	AB	DR	FR	VI (%)
<i>Machaerium brasiliense</i>	0,0027	0,48	0,61	0,40
<i>Guapira opposita</i>	0,0018	0,48	0,61	0,39
<i>Miconia sellowiana</i>	0,0021	0,48	0,61	0,39
<i>Ixora gardneriana</i>	0,0018	0,48	0,61	0,39
<i>Marlierea excoriata</i>	0,0021	0,48	0,61	0,39
<i>Myrcia anceps</i>	0,0020	0,48	0,61	0,39
<i>Maytenus floribunda</i>	0,0013	0,48	0,61	0,38
<i>Cecropia glaziovi</i>	0,0010	0,48	0,61	0,38
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,0015	0,48	0,61	0,38
<i>Guarea pendula</i>	0,0013	0,48	0,61	0,38
<i>Ouratea cf. polygyna</i>	0,0011	0,48	0,61	0,38
<i>Pouteria caimito</i>	0,0011	0,48	0,61	0,38
<i>Myrcia rufula</i>	0,0010	0,48	0,61	0,38
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	0,0012	0,48	0,61	0,38
<i>Xylopia sericea</i>	0,0015	0,48	0,61	0,38
<i>Cupania cf. vernalis</i>	0,0011	0,48	0,61	0,38
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,0008	0,48	0,61	0,37

Os indivíduos mortos em pé apareceram em quarto lugar em VI (4.63%).

*S. guianensis* destacou-se pelo maior número de indivíduos e maior frequência, embora apresentasse baixos valores de área basal, corroborando a importância desta espécie encontrada por Irsigler (2002) no fragmento da Fazenda Bom Sucesso; *S. chicha*, apesar de representada por apenas um indivíduo, obteve a maior área basal; *O. odorifera* destacou-se em terceira posição devido à densidade e à área basal; *L. divaricata* ocupou a quinta posição em função da área basal; e *V. divaricata*, *P. warmingianum* e *C. arbórea*, em função de sua densidade e frequência, ocuparam o sexto, sétimo e oitavo lugar, respectivamente.

### 3.3 Estrutura do dossel

A altura do dossel sofre declínio significativo ( $F = 4,6$ ;  $P = 0,005$ ) do interior do fragmento para a borda, variando em média 6,48 m na borda da floresta, para 12,23 m a 125 m para dentro do fragmento. Não foi encontrada relação significativa com a distância da borda. Observa-se que a partir dos 50 m da margem da floresta, a altura total do dossel começa a aumentar, verificando-se acréscimo significativo da altura total em relação à borda entre 125 e 150 m ( $P = 0,04$  e  $P = 0,02$ , respectivamente) para o interior do

fragmento, porém, a 175 m da borda, a altura (6,58 m) decresce significativamente ( $P = 0,027$ ) em relação à maior altura encontrada a 150 m (Tabela 5).

Este resultado pode indicar um possível efeito de borda, uma vez que a altura total média do trecho estudado está abaixo do esperado para as Florestas Estacionais Semidecíduas Montanas (VELOSO *et al.*, 1991), principalmente na região de borda e interior do fragmento. Resultado semelhante foi encontrado por Didham e Lawton (1999), que verificaram decréscimo significativo na altura do dossel a 10-20 m da borda, em fragmentos na Amazônia central.

Em geral, o efeito de borda é expresso pela redução da altura do dossel e pelo incremento da estatura do subdossel do interior da floresta para a borda florestal (OOSTERHOORN e KAPPELLE, 2000), relacionado, provavelmente, com a alta densidade de indivíduos pertencentes às primeiras classes diamétricas e que não possuem grandes alturas, ou associado aos danos causados ao dossel, via queda de árvores ou de copas das árvores emergentes, originando pequenas clareiras ao longo do gradiente borda-interior. Esta observação está de acordo com Harper e Macdonald (2001), que reportaram como a vegetação responde à formação da borda, primeiramente pelos efeitos dos ventos e da variação do microclima causando danos ao dossel e mortalidade de árvores. Este efeito pode perdurar por muitos anos (LAURENCE *et al.*, 1998), ou como sugere Williams-Linera (1990b), a influência da borda sobre estas respostas pode decrescer com os anos.

O índice de área foliar (IAF) não revelou relação significativa entre o gradiente borda-interior do fragmento, porém verificou-se moderado acréscimo no IAF à medida que a distância da borda aumentava. Nas parcelas da borda, o IAF variou de 0,82 a 1,67, e nas parcelas a 175 m da borda variou de 2,28 a 3,59 (Tabela 4). O IAF se mostrou negativa e significativamente relacionado com a abertura do dossel ( $r^2 = 0,60$ ;  $P < 0,0001$ ) (Figura 5).

Os valores encontrados para o IAF, através das fotografias hemisféricas, foram similares aos encontrados por Paula e Lemos Filho (2001) de 0,69 a 2,54, em fragmento semidecidual urbano, em Belo Horizonte. Por outro lado, comparado com valores encontrados para florestas perenifólias (1,5 a 12,3) (ASNER *et al.*, 2003), os índices do presente estudo foram menores.

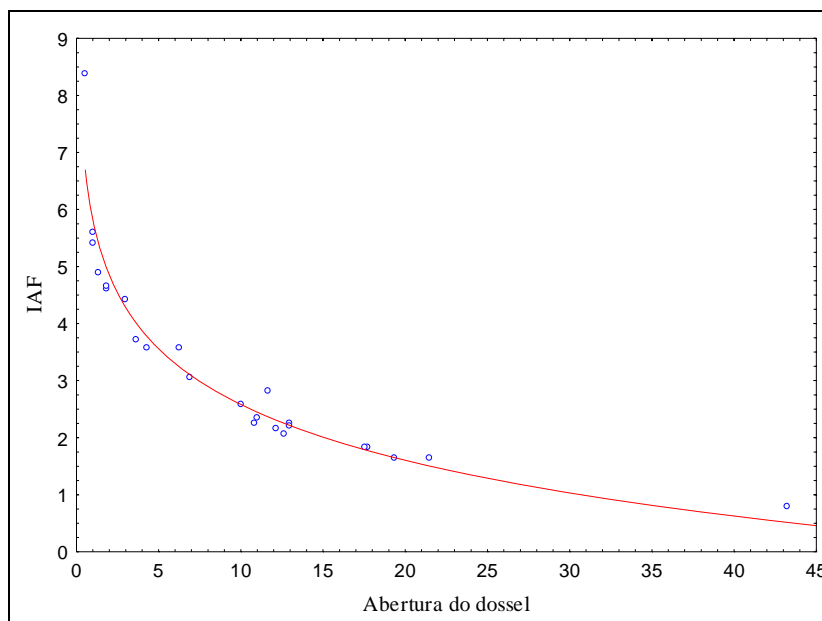


Figura 5 – Relação entre índice de área foliar e abertura de dossel ao longo do gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais.  $r^2 = 0,60$ ;  $P < 0,0001$ .

Os valores de abertura do dossel se encontram na Tabela 5, e as Figuras 7, 8 e 9 mostram as fotografias hemisféricas do dossel tomadas em campo em cada parcela. A abertura do dossel variou de 19,33 a 43,16% nas parcelas de borda com média de 28%. Nas parcelas do interior do fragmento, a 175 m, a abertura do dossel variou de 4,22 a 11% com média de 8,66%. Em relação a distância da borda para o interior da floresta, a abertura de dossel revelou relação negativa, decrescendo significativamente ( $r^2 = 0,19$ ;  $P = 0,02\%$ ) em direção ao núcleo do fragmento (Figura 6). A variação dos valores de abertura de dossel foi significativamente menor em relação à borda do fragmento: entre 75-80 m ( $P = 0,04$ ) e 125-130 m ( $P = 0,02$ ). A relação negativa entre distância da borda e abertura do dossel foi encontrada por Nascimento *et al.* (2007) em duas florestas decíduais, e por Kabakoff e Chazdon (1996) em floresta tropical úmida.

Os valores médios da abertura de dossel encontrados em florestas tropicais bem conservadas e com dossel fechado variam em geral de 0,2 a 6,8% (BROWN, 1993; WHITEMORE *et al.*, 1993; MARTINS e RODRIGUES, 2002; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2004). No presente estudo foram encontrados valores semelhantes para aquelas parcelas localizadas a 75, 100 e 125 m da borda florestal.

Tabela 5 – Comparação dos valores encontrados para a estrutura do dossel nas 24 parcelas ao longo do gradiente borda-interior do fragmento do Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. Em negrito os valores mostrados representam as médias e seus respectivos desvios-padrão. As letras sobrescritas na mesma coluna denotam diferenças significativas entre as distâncias da borda no nível de  $P < 0,005$ , pelo teste de Tukey. Classes de distâncias, em metros, da borda (CDB); Abertura do dossel (AD); Índice de área foliar (IAF); Altura total (Ht)

CDB	AD	IAF	Ht	CDB	AD	IAF	Ht
0-5	21,45	1,63	6,50	100-105	12,58	2,07	10,08
0-5	43,16	0,82	9,13	100-105	1,32	4,91	7,59
0-5	19,39	1,67	3,82	100-105	6,18	3,60	6,11
<b>M</b>	<b>28 (13,16)<sup>a</sup></b>	<b>1,37 (0,47)<sup>a</sup></b>	<b>6,48(2,65)<sup>a</sup></b>	<b>M</b>	<b>6,69 (5,64)<sup>a</sup></b>	<b>3,52 (1,42)<sup>a</sup></b>	<b>7,92 (2,00)<sup>a</sup></b>
25-30	1,77	4,62	8,92	125-130	12,87	2,24	13,00
25-30	6,91	3,07	6,85	125-130	0,54	8,37	10,67
25-30	17,74	1,83	5,76	125-130	0,94	5,60	11,50
<b>M</b>	<b>8,80 (8,15)<sup>a</sup></b>	<b>3,17 (1,39)<sup>a</sup></b>	<b>7,17 (1,60)<sup>a</sup></b>	<b>M</b>	<b>4,78 (7,0)<sup>b</sup></b>	<b>5,40 (3,06)<sup>a</sup></b>	<b>11,7 (1,18)<sup>b</sup></b>
50-55	17,59	1,84	10,00	150-155	12,93	2,22	10,39
50-55	9,97	2,57	6,90	150-155	0,97	5,41	11,57
50-55	2,89	4,45	7,43	150-155	11,70	2,85	14,74
<b>M</b>	<b>10,15 (7,35)<sup>a</sup></b>	<b>2,95 (1,34)<sup>a</sup></b>	<b>8,10 (1,65)<sup>a</sup></b>	<b>M</b>	<b>8,53 (6,57)<sup>a</sup></b>	<b>3,49 (1,68)<sup>a</sup></b>	<b>12,23 (2,25)<sup>b</sup></b>
75-80	12,11	2,16	11,88	175-180	11,00	2,35	5,73
75-80	3,67	3,71	8,83	175-180	10,76	2,28	6,07
75-80	1,86	4,65	9,50	175-180	4,22	3,59	7,96
<b>M</b>	<b>5,88 (5,47)<sup>b</sup></b>	<b>3,50 (1,35)<sup>a</sup></b>	<b>10,06 (1,59)<sup>b</sup></b>	<b>M</b>	<b>8,66 (3,84)<sup>a</sup></b>	<b>2,74 (0,73)<sup>a</sup></b>	<b>6,58 (1,20)<sup>a</sup></b>

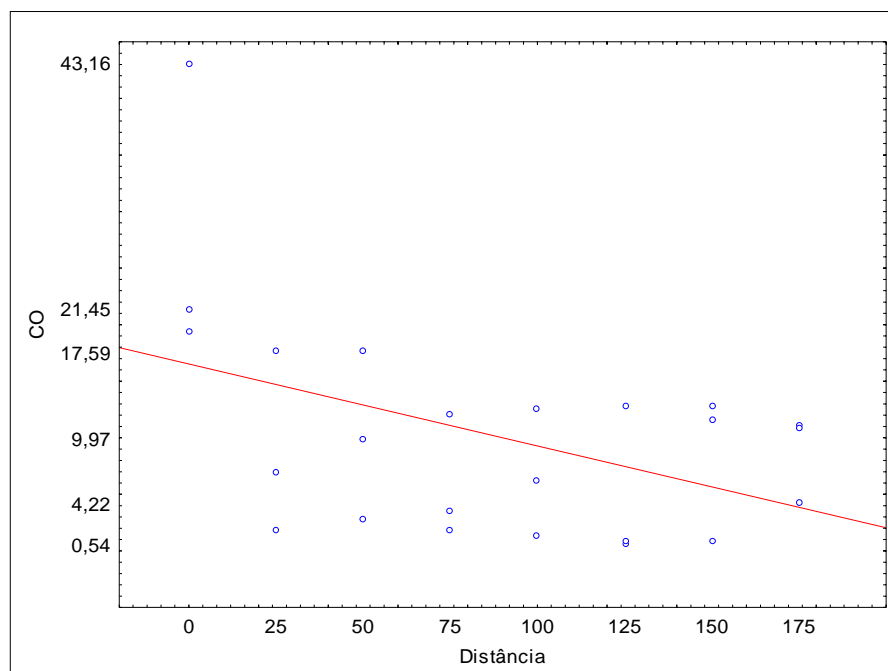


Figura 6 – Relação entre abertura de dossel e distância da borda ao longo do gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais.  $r^2 = 0,19$ ;  $P = 0,02$ .



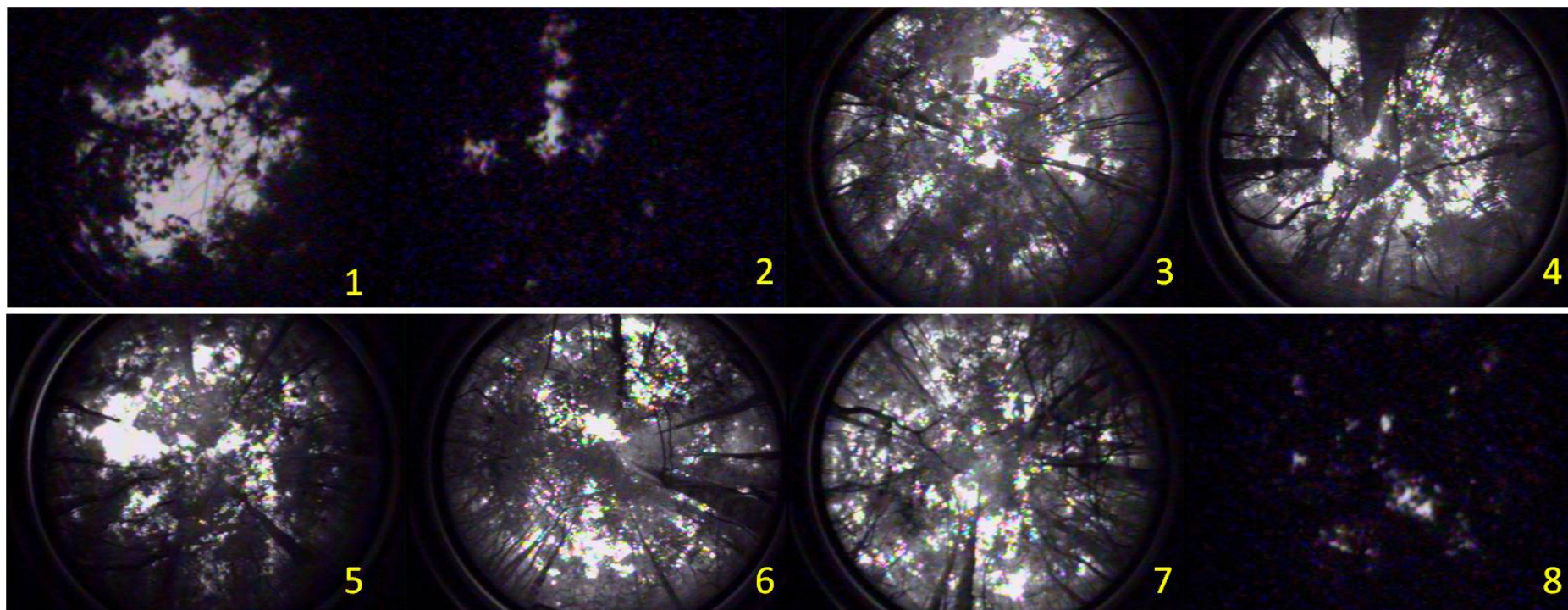


Figura 7 – Fotografias hemisféricas tomadas no centro de cada parcela da primeira faixa de parcelas, representando a abertura do dossel em um gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. Os números em destaque são referentes aos números das parcelas no campo: 1, parcela localizada na borda do fragmento; 2, a 25 m; 3, a 50 m; 4, a 75 m; 5, a 100; 6, a 125 m; e 7, a 150 m, a 175 m.

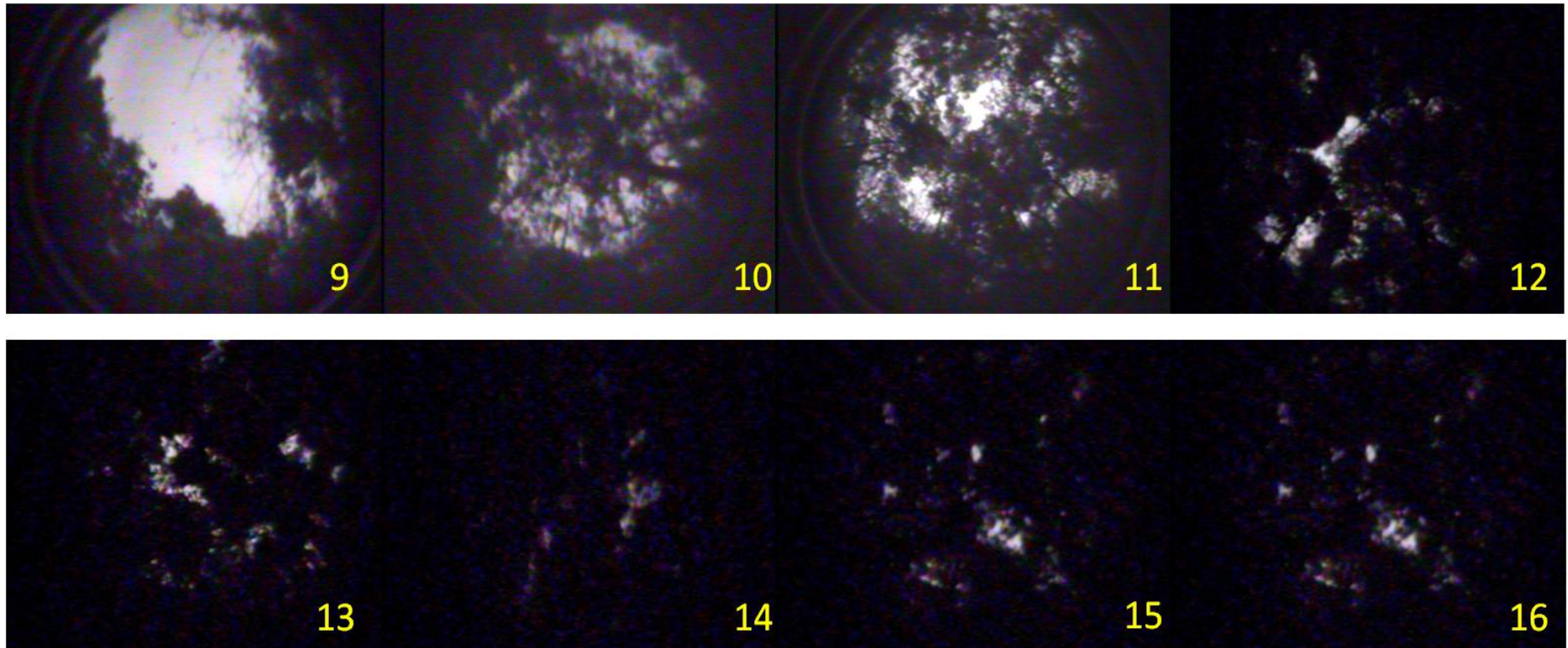


Figura 8 – Fotografias hemisféricas tomadas no centro de cada parcela da segunda faixa de parcelas, representando a abertura do dossel em um gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. Os números em destaque são referentes aos números das parcelas: 9, parcela localizada na borda do fragmento; 10, a 25 m; 11, a 50 m; 12, a 75 m; 13, 100; 14, a 125 m; 15, a 150 m; e 16, a 175 m.

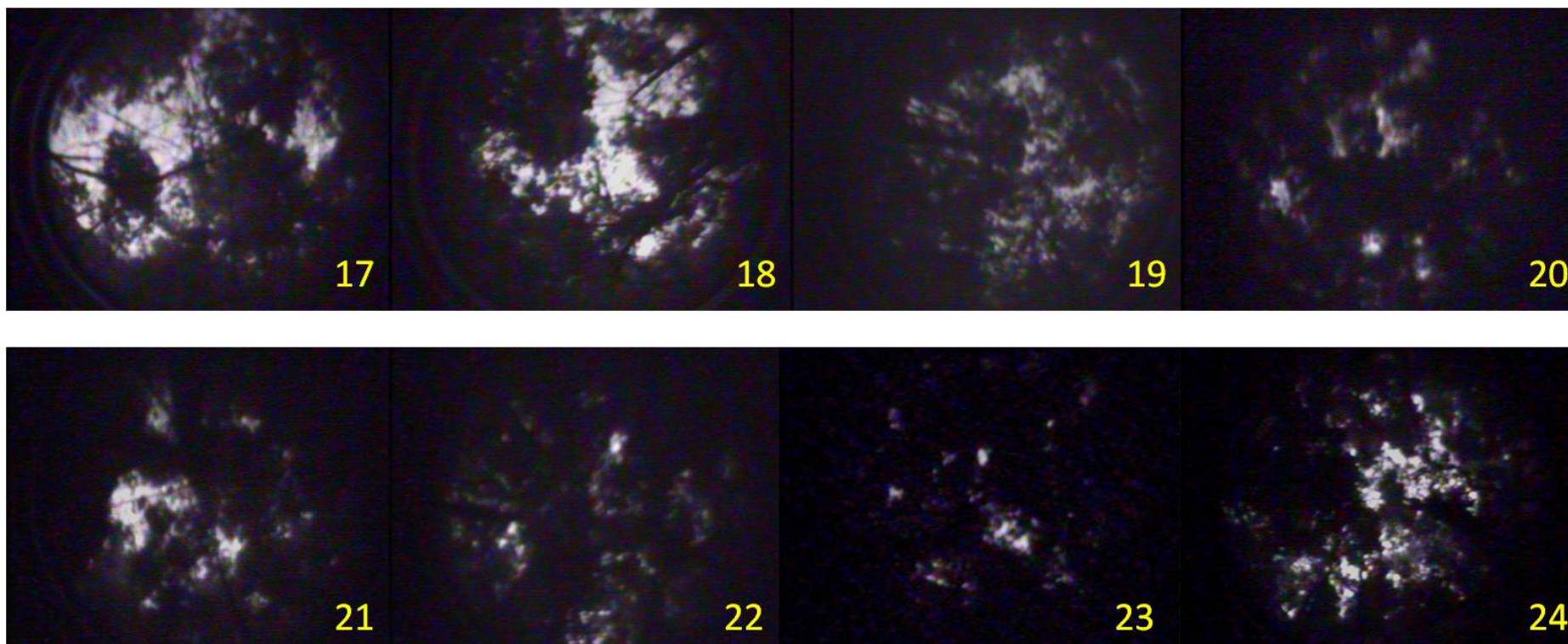


Figura 9 – Fotografias hemisféricas tomadas no centro de cada parcela da terceira faixa de parcelas, representando a abertura do dossel em um gradiente borda-interior do fragmento da Fazenda Bom Sucesso, Viçosa, Minas Gerais. Os números em destaque denotam as distâncias em metros da borda: 17, parcela localizada na borda do fragmento; 18, a 25 m; 19, a 50 m; 20, a 75 m; 21, a 100; 22, a 125 m; 23, a 150 m; e 24, a 175 m.

A relação negativa entre abertura de dossel e distância da borda apresentou um padrão bem marcante em que os maiores valores de abertura do dossel foram encontrados próximos à borda da floresta. O decréscimo da cobertura do dossel próximo à borda da mata está diretamente ligado ao acréscimo da duração e intensidade da luz, provavelmente similares àquelas encontradas nas bordas de grandes clareiras ou no centro de clareiras pequenas (CHAZDON, 1986).

Segundo estudos sobre efeito de borda, a relação entre abertura de dossel e quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) se dá de forma positiva e significativa, respondendo negativamente ao gradiente borda-interior de florestas (KAPOS, V., 1989; MATLACK, 1993; WILLANS-LINERA *et al.*, 1998; POLHMAN *et al.*, 2007). Analogamente à dinâmica de clareiras, a maior penetração de luz, o aumento da temperatura e a redução da umidade no ambiente de borda favorecem a criação de nichos de regeneração específicos e diferentes quando comparados com o interior do fragmento podendo influenciar a distribuição das espécies ao longo do gradiente. Isto explica a maior concentração de espécies pioneiras na borda da floresta.

Este trabalho mostrou mudanças na comunidade das plantas ao longo do gradiente borda-interior, não descartando um possível efeito de borda alcançando, provavelmente, até 50 e 75 m para o interior da floresta. Certas alterações da vegetação consistiram em decréscimos da diversidade de espécies entre 25 – 50 m para o interior da floresta. A riqueza de espécies não foi consistentemente maior na zona de borda do que no interior do fragmento. Alterações significativas na estrutura do dossel do trecho estudado foram evidenciadas como maior abertura do dossel na borda do fragmento e declínio do índice de área foliar e acréscimo da altura do dossel a partir de 25 m da borda para o interior do fragmento. Uma menor área basal e uma maior densidade de plantas de espécies secundárias iniciais e tardias no ambiente de borda foram evidenciadas. Este fato, entretanto, pode ter um efeito positivo para o fragmento, pois, com o tempo, o incremento da densidade da vegetação secundária na borda produz um decréscimo da distância das alterações ocorridas em função do efeito de borda (WILLAMS-LINERA, 1990a; MATLACK, 1993; CAMARGO e KAPOS, 1995), criando uma zona tampão com distintos

níveis de permeabilidade contra os efeitos deletérios das mudanças microclimáticas (CAMARGO e KAPOS, 1995; SCARIOT *et al.*, 2003).

Outros estudos mostram que as alterações nas comunidades de plantas, em função do efeito de borda, atingem distâncias semelhantes às encontradas no presente trabalho, os quais detectaram influências do efeito de borda entre 5-60 m, em direção ao interior da floresta (KAPOS, 1989; WILLAMS-LINERA, 1990a, 1990b; WILLAMS-LINERA, 1998; DIDHAM e LAWTON, 1999; GEHLHAUSEN *et al.*, 2000; HARPER e MacDOLNARD, 2001; HARPER e MacDOLNARD, 2002; FONTOURA *et al.* 2006; POHLMAN *et al.*, 2007).

Diante do apresentado, podem-se presumir as possíveis causas das alterações observadas. Alterações microclimáticas relacionadas a bordas são comumente retratadas por causar modificações na estrutura da vegetação, levando a uma elevada taxa de mortalidade de árvores com conseqüentes danos ao dossel, o que favorece mudanças na composição florística (KAPOS, 1989; WILLAMS-LINERA, 1990a; CAMARGO e KAPOS, 1995. GEHLHAUSEN *et al.*, 2000; OOSTERHOON e KAPPELLE, 2000; HARPER e MacDONALD, 2001; D'ANGELO *et al.*, 2004). Outro fator preponderante de alta relevância e que foi identificado em campo é o fato de a matriz na qual o fragmento está inserido ser uma pastagem. A permanência do gado na mata, além de causar compactação do solo e conseqüentemente afetar a drenagem da água, modifica outros atributos físicos do solo, podendo ser nociva à sobrevivência das plântulas e interferir no avanço da regeneração natural. Um outro fator observado foi a presença da espécie *Coffea arabica* em alta densidade ocupando o estrato inferior da floresta e o banco de plântulas. A presença de plantas de café é comum nos fragmentos de Viçosa. De acordo com Dias *et al.* (2005), a presença de *C. arabica*, em um fragmento localizado no *campus* da Universidade Federal de Viçosa, tem correlação negativa com a riqueza de espécies e com a densidade de plantas da regeneração natural, concluindo que a ocorrência de *C. arabica* em elevada abundância está comprometendo a riqueza e a diversidade de espécies da regeneração natural.

#### 4. CONCLUSÕES

- A riqueza de espécies não se relacionou significativamente em função da distância da borda, a pesar de haver um suave decréscimo entre o gradiente estudado.

- Houve baixa similaridade florística entre as parcelas da borda e aquelas instaladas no interior do fragmento. As maiores similaridades foram encontradas nas parcelas presentes na borda e aquelas próximas a esta mesma borda.

- Foi verificado que o número de espécies pioneiras no ambiente da borda foi inferior em relação às outras categorias sucessionais, rejeitando a hipótese inicial, sugerindo uma mudança na composição florística. Essas espécies se relacionaram significativa e negativamente com a distância da borda para o interior do fragmento.

- As maiores densidades de espécies secundárias iniciais e tardias ao longo do gradiente borda-interior refletem o grau avançado de sucessão do fragmento.

- A diversidade de espécies não se relacionou significativamente com a distância da borda, porém houve decréscimo significativo do índice de diversidade Shannon em relação à borda, nas parcelas localizadas a 25, 50 e 175 m para o interior da floresta.

- Não houve relação significativa entre os valores de área basal e densidade com a distância da borda para dentro do fragmento, mas um

possível efeito de borda não é descartado posto que a transição entre borda e interior do fragmento é perceptível a 50 m da borda florestal.

- Apesar de não se relacionar significativamente com a distância da borda, a altura do dossel sofreu declínio significativo à medida que a distância da borda diminuía, observando-se acréscimo a partir de 50 m da borda, sendo significativamente diferente a 125 e 150 m da borda para o interior do fragmento.

- O índice de área foliar se relacionou negativamente e significativamente com a abertura do dossel. Os menores valores de IAF foram encontrados nas parcelas de borda, e os maiores a 125 m para o interior do fragmento.

- A abertura de dossel revelou relação negativa com a distância da borda, decrescendo significativamente em direção ao interior da floresta. A abertura de dossel foi significativamente menor em relação à borda a 75 e 125 m para o interior do fragmento.

- Não se rejeita a hipótese inicial de que na região da borda florestal são encontrados os maiores danos causados ao dossel.

- Este estudo revelou mudanças na comunidade das plantas ao longo do gradiente borda-interior, sugerindo um possível efeito de borda a partir de 50 e 75 m da borda da floresta. Entretanto, estudos complementares relacionando as variáveis microclimáticas com a vegetação se fazem necessários para a confirmação do efeito de borda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. P.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, v. 75, p. 330-351, 1994a.

AIZEN, M. P.; FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Severano". **Ecological Applications**, v. 4, p. 378-392, 1994b.

AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Dinâmica de capoeiras baixas na restauração de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, v. 57, p. 69-85, 2000.

ASNER, G. P.; SCURLOCK, J. M. O.; HICKE, J. A. Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. **Global Ecology e Biogeography**, v. 12, p. 191-205, 2003.

BECKER, P.; MOURE, J. S.; PERALTA, F. J. A. More about euglossine bees in Amazonian forest fragment. **Biotropica**, v. 23, p. 586-591, 1991.

BENNITZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on abundance in tropical rain forest. **Conservation Biology**, v. 12, n. 2, p. 380-389, 1998.

BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866, 1992.

BROKAW, N. V. L.; SCHEINER, S. M. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 538-541, 1989.



BROWN, N. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowlandrain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 153-168, 1993.

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

CAMPOS, E. P.; SILVA, A. F., NETO, J. A. M.; MARTINS, S. V. Florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea de uma ravina em um Fragmento Florestal no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 1045-1054, 2006.

CHAZDON, R. L. Light variation and carbon gain in rain forest understory palms. **Journal of Ecology**, v. 74, p. 995-1012, 1986.

CIENTEC. **Mata nativa 2: Manual do usuário**. Viçosa: Cientec, 2006. 295 p.

CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa: UFV, 1984. 83 p.

D'ANGELO, S. A.; ANDRADE, A. C. S.; LAURENCE, S. G.; LAURENCE, W. F.; MESQUITA, R. C. G. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonia forests. Short communication. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 243-246, 2004.

DEAN, W. **A ferro e fogo**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

DIAS, A. S.; FERREIRA JÚNIOR, W. G. F. CARMO, F. M. S.; SILVA, A. F. Dinâmica da regeneração natural e a presença de *Coffea arabica* L. influenciando a diversidade de espécies. (Resumo expandido). In: Avanços nos estudos de ecossistemas terrestres, marinhos e de águas continentais. **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil em Caxambu**. Caxambu (CD de resumos), 2005. Dinâmica da regeneração natural e a presença de *Coffea arabica* L.

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

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

FORMAN, R. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley e Sons. 1986.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GEHLHAUSEN, S. M.; SCHWARTZ, M. W.; AUGSPURGER, C. K. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology**, v. 147, p. 21-35, 2000.

HAPER, K. A.; MacDONALD, S. E. Structure and composition of riparian Boreal forest: new methods for analyzing edge influence. **Ecology**, v. 82, n. 3, p. 649-659, 2001.

HAPER, K. A.; MacDONALD, S. E. Structure and composition of edges next to regenerating clear-cuts in mixed-wood boreal forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 535-546, 2002.

HARPER, K. A.; MacDONALD, S. E. Structure and composition of edges next to regenerating clear-cuts in mixed-wood boreal forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 535-546, 2002.

HARPER, K. A.; MacDONALD, S. E. Structure and composition of riparian boreal forest: new methods for analyzing edge influence. **Ecology**, v. 82, n. 3, p. 649-659, 2001.

IRSIGLER, D. T. **Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG**. Universidade Federal de Viçosa, 2002. 61 p.

JAZEN, D. H. No park is an island: increase in interface from outside as park decreases. **Oikos**, v. 41, p. 402-410, 1983.

JENNERSTERN, O. Pollination in *Dianthus deltoideus* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. **Conservation Biology**, v. 2, p. 359-366, 1988.

KABAKOFF, R. P.; CHAZDON, R. L. Effects of canopy dominance on understorey light availability in low-elevation secondary stands in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 779-788, 1996.

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

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

LAURENCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments – application of a model for the design of nature-reserves. **Biological Conservation**, v. 57, n. 2, p. 205-219, 1991.

LAURENCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-de MERONA, J. M.; LAURENCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, p. 2032-2040, 1998.

LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: Editora da Unesp e Editora da Unicamp, 1993. 184 p.

LOPES, W. P.; PAULA, A.; SEVILHA, A. C.; SILVA, A. F. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 3, p. 337-347, 2002.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New York: Chapman and Hall, 1988. 179 p.

MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA BRANDÃO, C. F. L. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2003.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Universidade de Campinas, 1993. 246 p.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic Forest, south-eastern, Brazil. **Plant Ecology**, v. 163, p. 51-62, 2002.

MATLACK, G. R. Microenvironment variation within and among deciduous forest edge sites in the eastern United States. **Biological Conservation**, v. 66, p. 185-194, 1993.

MEIRA-NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. **Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetadas da UHE de Pilar, Vale do Rio Piranga, Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: FUNARBE – Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57 p.

MEIRA-NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; PAULA, A. Estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual aluvial em área diretamente afetada pela Usina Hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista árvore**, v. 21, n. 2, p. 213-219, 1997.

MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2000. 160 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547 p.

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

NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, J. M. F.; FAGG, C. W. Estimativas de abertura do dossel e índice de área foliar em duas florestas estacionais decíduas sobre afloramentos calcários no Brasil central usando fotografias hemisféricas. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 167-176, 2007.

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

NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ A. A. J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Piracicaba. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 59, n. 2, p. 329-342, 1999.

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

PALIK, B.; MURPHY, P. G. Disturbance versus edge effects in sugar maple/beech forest fragments. **Forest Ecology and Management**, v. 32, p. 187-202, 1990.

PAULA, S. A.; LEMOS FILHO, J. P. Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 545-551, 2001.

PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 5, p. 285-307, 1974.

PEZZOPANNE, J. E. M.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; HIGUSHI, P.; POLLI, H. Q. Aspectos ecofisiológicos de algumas espécies arbóreas em uma floresta estacional semidecidual secundária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 2, p. 273-281, 2002.

PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. New York: Wiley e Sons, 1975. 79 p.

POHLMAN, C. L.; TURTON, S. M.; GOOSEM, M. Edge effects of linear canopy openings on tropical rain forest understory microclimate. **Biotropica**, v. 39, n. 1, p. 62-71, 2007.

RIBAS, R. F.; MEIRA-NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 821-830, 2003.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, n1, p.18-32, 1991.

SCARIOT, A.; FREITAS, S. R.; NETO, E. M.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. M. Flora e vegetação. In: Rambaldi, D. M., Oliveira, D. A. S. (Org.) **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. 510 p.

SHAFER, C. L. Values and shortcomings of small reserves. **Bioscience**, v. 45, p. 80-88, 1995.

SILVA JÚNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; JÚNIOR, P. M. Regeneração natural de espécies arbustivas-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Florestalis**, v. 66, p. 169-179, 2004.

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO-FILHO, H. F. Composição Florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 397-406, 2000.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V. de O.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V.M.; e DIAS, A. S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza da floresta Atlântica de encosta no Estado de São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399-436, 2003.

TURNER, I. M.; CORLETT, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 330-333, 1996.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n. 1, p. 1-82, 1958.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J. In: SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. (Eds.) **Forest patches in tropical landscapes**. Washington DC.: Island Press, 1996. p. 151-167,

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: VI CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA E SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHEIROS FLORESTAIS. Campos do Jordão, SP. 1990. 155 p.

VIANELO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448 p.

WELLES, J. M. Some indirect methods of estimating canopy structure. **Remote Sensing Review**, v. 5, n. 1, p. 31-43, 1990.

WIENS, J. A.; STENSETH, N. C.; VANHORNE, B.; IMS, R. A. Ecological mechanisms and landscape ecology. **Oikos**, v. 66, p. 369-380, 1993.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetative structure and environment conditions of forest edges in Panama. **Journal of Ecology**, v. 78, p. 356-373, 1990a.

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

WILLIAMS-LINERA, G.; DOMINGUEZ-GASTELÚ, V.; GARCIA-ZURITA, M. E. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. **Conservation Biology**, v. 12, p. 1091-1102, 1998.

WITHMORE, T. C. Canopy gaps and two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.

WITHMORE, T. C. Tropical forest disturbance, disappearance and species loss. In: WITHMORE, T. C. (Ed.). **Tropical forests remains: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 3-12.

WITHMORE, T. C.; BROWN, N. D.; SWAINE, M. D.; KENNEDY, D.; GOODWIN-BAILEY, C. I.; GONG, W. K. Use of hemispherical photographs in forest ecology: measurement of gap size and radiation totals in a Bornean tropical rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 131-151, 1993.

WRIGTH, S. J.; HUEBBELL, S. P. Stochastic extinction and reserve size: a focal species approach. **Oikos**, v. 41, p. 466-476, 1983.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, A. The population genetic consequences of habitat fragmentation. **Trends Ecology and Evolution**, v. 11, p. 413-418, 1996.