

**LEIA COM ATENÇÃO**

ESTA VERSÃO EM PDF DESTINA-SE ÚNICA E EXCLUSIVAMENTE PARA CONSULTAS. É VEDADA, PELO AUTOR, CÓPIA DO TODO OU DE PARTE DE SEU CONTEÚDO, BEM COMO DAS IDÉIAS EXPRESSAS NO TEXTO.

VOCÊ NÃO DEVERÁ ENVIAR ESTA VERSÃO PARA TERCEIROS OU CONVERTÊ-LA PARA FORMATOS EDITÁVEIS, A MENOS QUE EXPRESSAMENTE AUTORIZADO.

**AO PASSAR PARA A PRÓXIMA PÁGINA,**  
**VOCÊ DECLARA EXPRESSAMENTE ACEITAR ESSAS**  
**CONDIÇÕES.**

PEDRO VASCONCELLOS EISENLOHR

**Composição florística e aspectos ecológicos de  
comunidades arbóreas adjacentes a trilhas em  
duas áreas de Floresta Atlântica do  
Sudeste brasileiro**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da  
Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos  
requisitos exigidos para a obtenção do título de  
MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E  
MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de  
Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

**SÃO PAULO - SP**

**2008**

PEDRO VASCONCELLOS EISENLOHR

**Composição florística e aspectos ecológicos de  
comunidades arbóreas adjacentes a trilhas em  
duas áreas de Floresta Atlântica do  
Sudeste brasileiro**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. MARIA MARGARIDA DA ROCHA FIUZA DE MELO

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Eisenlohr, Pedro Vasconcellos

E36c Composição florística e aspectos ecológicos de comunidades arbóreas adjacentes a trilhas em duas áreas de Floresta Atlântica do Sudeste brasileiro / Pedro Vasconcellos Eisenlohr -- São Paulo, 2008.  
186 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008  
Bibliografia.

1. Fitossociologia. 2. Variações florístico-estruturais. 3. Mata Atlântica. I. Título

CDU 581.5

**Ao Prof. Alexandre Francisco da Silva (*in memoriam*),**

**dedico.**

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Margarida Rocha Fiuza de Melo, pela excelente orientadora que foi, pela amizade incondicional e, literalmente, por tudo.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À CAPES, pela bolsa concedida.

À Universidade Federal de Viçosa, por ter sido a minha casa por mais de oito anos e por me fornecer a estrutura para realizar o trabalho de campo e de herborização.

À minha mãe, presença sempre próxima e afetuosa.

Ao meu pai, atento à minha caminhada.

À minha noiva Elizabete, pela compreensão e parceria incondicionais.

Aos seguintes alunos de graduação da UFV, pela imensa ajuda nos trabalhos de campo e de herbário: Mariana Silva, Philippe Schmal, Anna Gabriella Oliveira, Sabrina Feliciano Oliveira, Marcela Notini, Mariana Piacesi, Adriano Valentin, Luciana Sant'Ana, Sabrina Mello e Tiago Shizen Pacheco Toma.

Ao Prof. Dr. Alexandre Francisco da Silva, que muito precocemente nos deixou, por todos os seus ensinamentos, pelo companheirismo e pelo exemplo que foi para mim.

Aos colegas pós-graduandos do Instituto de Botânica, em especial: Berta, Ana Carolina, Rafael, Thaís, Marília, Anderson e Cíntia.

Aos colegas pós-graduandos da Universidade Federal de Viçosa: Virgínia, Andreza, Maíra, Temilze, Amílcar Saporetti, Zé, Viviane, Pedro Dantas, Ricardo, Jaquelina, Pedro Paulo, Luis, Livia, Graceneide e Priscila, e de forma bastante especial, ao Walnir, que prestou ajuda inestimável nas identificações.

Aos parentes Zênio, Lúcia, Pedro e tia Eny.

À minha avó Ianira e aos tios José Inácio e Judith.

Aos primos Fernando e Bernardo e aos demais parentes próximos.

À Tina e ao Tass, pelo silêncio e companhia.

À Mauraci, Maylon, Júnior e Elbert, extensão da minha família.

Ao amigo e pós-graduando da Universidade Federal de Goiás (e agora da Universidade Estadual de Maringá), Dilermando Lima, pelas preciosas conversas sobre tratamento estatístico dos dados.

Ao Prof. Dr. Sebastião Venâncio Martins, da Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos, pela parceria, pela amizade e pelas correções apontadas na defesa.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Facchin, da Pontifícia Universidade Católica (PUC) de São Paulo, pela preciosa ajuda na correção dos resumos e *abstract*.

À Priscila Muniz de Sousa, Nayara Magry e Luis Cláudio Benevides, estudantes da Unileste/Ipatinga, pela ajuda prestada durante o mês de julho de 2007.

Ao Prof. Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes, do Instituto de Botânica, pelas sugestões e críticas durante o curso e, em especial, no Exame de Qualificação e na defesa.

Ao amigo pós-graduando da Universidade Estadual de Campinas, Arildo Souza Dias.

Ao Prof. Dr. João Augusto Alves Meira Neto, da Universidade Federal de Viçosa, pela ajuda e correções no projeto.

Às Prof<sup>as</sup> Milene Faria Vieira e Rita Okano, da Universidade Federal de Viçosa.

Ao biólogo Gilmar Valente, da Universidade Federal de Viçosa.

À pesquisadora Sônia Aragaki, do Instituto de Botânica.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Aristeia Azevedo, da Universidade Federal de Viçosa.

À Lara Gonçalves Assunção, estudante de graduação da Universidade Federal de Viçosa.

À Paki, doutoranda da Universidade de São Paulo.

Aos amigos e colegas de república em Viçosa.

Ao Prof. Dr. Sérgio Romaniuc Neto, do Instituto de Botânica, pelas sugestões e críticas no Exame de Qualificação, pelos ensinamentos e pelas identificações das Moraceae e Urticaceae.

Ao Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, da ESALQ, pelas sugestões e críticas no Exame de Qualificação.

À Dra. Natália Ivanauskas, do Instituto Florestal, pelas preciosas correções.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Inês Cordeiro, do Instituto de Botânica, pelos ensinamentos e pela ajuda em identificações.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Gerleni Lopes Esteves, do Instituto de Botânica.

Ao Prof. Dr. Eduardo Luís Martins Catharino, do Instituto de Botânica.

Ao Dr. Rogério Ferreira Ribas, da Universidade Federal de Viçosa.

Ao Prof. Eduardo Simonini Lopes, da Universidade Federal de Viçosa.

Aos funcionários dos herbários da Universidade Federal de Viçosa e do Instituto de Botânica.

Aos demais professores, colegas e amigos que me ajudaram e me incentivaram a desenvolver esse trabalho.

## SUMÁRIO

Página

RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUÇÃO GERAL .....	14
Literatura citada .....	17
<b>CAPÍTULO 1: Aspectos básicos de Ecologia da Vegetação como subsídio para estudos em trilhas na Floresta Atlântica</b>	
ABSTRACT .....	19
RESUMO .....	19
Introdução .....	20
Esclarecendo alguns termos .....	21
Vegetação Atlântica: contextualização fitogeográfica .....	24
Floresta Atlântica: conservação, origem, limites e generalidades .....	26
Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas .....	29
Definição, localização e caracterização .....	29
Vegetação e Flora .....	31
Florestas Estacionais Semidecíduas Atlânticas .....	32
Definição, localização e caracterização .....	32
Vegetação e Flora .....	34
Diversidade e Distribuição de espécies vegetais nas Florestas Tropicais.....	35
Aspectos gerais .....	35
Tipos de diversidade .....	35
Possíveis causas da elevada diversidade tropical .....	36

Fragmentos Florestais .....	37
Definição e caracterização geral .....	37
Efeito de Borda .....	38
Clareiras .....	39
Considerações Finais .....	40
Literatura citada .....	41

**CAPÍTULO 2: Variações florísticas e estruturais de comunidades arbóreas em diferentes níveis de exposição a uma trilha de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, Brasil**

ABSTRACT .....	48
RESUMO .....	48
Introdução .....	49
Material e Métodos .....	53
Área de Estudo .....	53
Amostragem .....	54
Escolha da área e método empregado .....	54
Tamanho e alocação das unidades amostrais .....	55
Composição e Estrutura .....	56
Descritores quantitativos .....	57
Classificação ecológica das espécies .....	59
Classificação Sucessional .....	59
Classificação em Síndromes de Dispersão.....	59
Análise estatística dos dados .....	59
Análise de Variância (ANOVA) .....	59
Análise de Agrupamento .....	60
Ordenação .....	60

Resultados e Discussão .....	61
Composição florística .....	61
Estrutura horizontal .....	75
Dados gerais .....	75
Setor Borda .....	79
Setor Distância Média .....	83
Setor Controle .....	87
Setor Floresta .....	92
Análise de Variância (ANOVA) .....	98
Análise de Agrupamento - Dados qualitativos (binários) e quantitativos (abundância) .....	103
Ordenação .....	104
Considerações Finais .....	108
Literatura citada .....	108

### **CAPÍTULO 3: Interferência de trilhas na vegetação arbórea: um estudo comparativo entre dois fragmentos de Floresta Atlântica na Região Sudeste do Brasil**

ABSTRACT .....	114
RESUMO .....	114
Introdução .....	115
Material e Métodos .....	119
Áreas de estudo .....	119
Mata da Biologia, Viçosa, MG .....	119
Aspectos gerais de Viçosa, MG .....	119
Caracterização histórica da Zona da Mata Mineira .....	119
Caracterização vegetal e florística de Viçosa e adjacências .....	120
Caracterização da Mata da Biologia .....	121

Reserva Biológica do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP .....	121
Aspectos gerais de São Paulo, SP .....	121
Caracterização histórica do Planalto Paulistano .....	122
Caracterização vegetal e florística de São Paulo e adjacências .....	123
Caracterização da Reserva Biológica do PEFI .....	123
Amostragem .....	125
Análises estatísticas .....	128
Análise de Variância (ANOVA) .....	128
Análise de Agrupamento .....	128
Ordenação .....	128
Resultados e Discussão .....	129
Composição florística e Estrutura .....	129
Análise de Variância (ANOVA) .....	132
Equabilidade .....	132
Mortas em pé .....	132
Densidade .....	134
Proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias .....	135
Proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas .....	137
Análise de Agrupamento .....	139
Análise de Agrupamento para dados qualitativos .....	139
Análise de Agrupamento para dados quantitativos .....	140
Ordenação .....	142
Considerações Finais .....	149
Literatura citada .....	149

## **CAPÍTULO 4: Métodos para avaliação da interferência causada por trilhas em fragmentos florestais: uma nova abordagem conservacionista**

ABSTRACT .....	156
RESUMO .....	156
Introdução .....	157
Escolha da área para amostragem .....	158
Representatividade florística .....	160
Escolha do método fitossociológico .....	162
Número de unidades amostrais .....	164
Tamanho e forma das unidades amostrais .....	164
Unidades amostrais perpendiculares ou paralelas à trilha? .....	165
Importância de uma área controle .....	165
Instalação das unidades amostrais .....	166
O que amostrar? .....	167
Que parâmetros e índices devem ser utilizados na análise de interferência de trilhas? .....	168
Utilização de dados ambientais nas análises .....	170
Análises multivariadas úteis para a compreensão da interferência de trilhas .....	170
Confiabilidade dos resultados .....	171
Comparação entre diferentes levantamentos .....	172
Trilhas x Clareiras e Trilhas x Efeito de Borda .....	173
Considerações Finais .....	174
Literatura citada .....	174
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO .....	179

ANEXOS .....	181
Anexo 1. Similaridade florística (Jaccard, Binário) entre as 20 parcelas amostradas na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. parc1 a parc5: parcelas do setor Borda; parc6 a parc10: parcelas do setor Distância Média; parc11 a parc15: parcelas do setor Controle (1º nível de análise); parc16 a parc20: parcelas do setor Floresta (1º nível de análise) .....	181
Anexo 2. Similaridade florística (Jaccard, Binário) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.....	182
Anexo 3. Similaridade (Morisita, Abundância) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.....	182
Anexo 4. Autovalores e suas respectivas percentagens para os cinco principais componentes da Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados de abundância das espécies amostradas na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.....	183
Anexo 5. Autovalores e suas respectivas percentagens nos cinco eixos principais da Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados de abundância das espécies amostradas nos quatro setores estudados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil .....	183
Anexo 6. Similaridade Florística (Jaccard, Binário) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.....	184
Anexo 7. Similaridade (Morisita, Abundância) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.....	184
Anexo 8. Autovalores e suas respectivas percentagens para os cinco principais componentes da Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados gerais de abundância dos três setores amostrados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.....	185
Anexo 9. Autovalores e suas respectivas percentagens na Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados de abundância das espécies amostradas nos três setores estudados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.....	185

## RESUMO

### **Composição florística e aspectos ecológicos de comunidades arbóreas adjacentes a trilhas em duas áreas de Floresta Atlântica do Sudeste brasileiro**

A abertura e a utilização de trilhas no interior das florestas podem causar interferências ainda não mensuradas na vegetação atlântica. Considerando ser a Mata Atlântica um *hotspot* mundial para conservação da biodiversidade, estudos fitossociológicos envolvendo áreas cortadas por trilhas fazem-se necessários e urgentes. O presente trabalho visa, assim, a contribuir para essa nova abordagem da ciência da vegetação. Inicialmente, propõe-se uma revisão de conceitos e processos básicos para o entendimento da interferência das trilhas na Floresta Atlântica (Capítulo 1); em seguida, apresenta-se levantamento realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua no município de Viçosa, Estado de Minas Gerais (Capítulo 2). Reconhecendo-se a importância, dentro de uma nova linha de pesquisa, de se realizar trabalhos comparativos, propõe-se um confronto dos dados apresentados no Capítulo 2 com aqueles já disponíveis em estudo realizado na Reserva Biológica do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, na cidade de São Paulo (Capítulo 3). Por fim, realiza-se um trabalho reflexivo sobre metodologia e análise empregadas nos estudos que visam a compreender os possíveis mecanismos envolvidos na relação das trilhas com a vegetação florestal adjacente (Capítulo 4). Os dados analisados nesta Dissertação indicam que cada fragmento florestal responde de maneiras distintas às trilhas, mas ambos apresentam alterações florísticas e estruturais relacionadas a esse fator. Porém, a diversidade e a proporção entre grupos ecológicos parece não se alterar significativamente nos diferentes níveis de exposição à trilha. O presente trabalho constitui uma ferramenta importante para que as trilhas sejam consideradas nas políticas de restauração e manejo de áreas florestais.

Palavras-chave: fitossociologia, variações florístico-estruturais, Mata Atlântica

## **ABSTRACT**

### **Floristic composition and ecological aspects of tree communities beside trails in two areas of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil**

The opening and recreational use of trails in forest areas can affect the Atlantic vegetation in ways so far unknown. Considering that the Atlantic Forest is a global hotspot for biodiversity conservation, phytosociological studies involving areas cut by trails are very important and urgent. This work aims at contributing to this new knowledge in the science of vegetation. Chapter One presents a review of concepts and basic processes to the understanding of the trailside alteration in the Atlantic Forests; after that, a study in a Semideciduous Seasonal Atlantic Forest, Viçosa, Minas Gerais State, is examined (Chapter Two). Considering the relevance of establishing comparative studies in a new research line, like the study proposed here, Chapter Three is dedicated to evaluating two independent researches: the present (Chapter Two) and other in Parque Estadual Fontes do Ipiranga Biological Reserve, Sao Paulo. To conclude, we reflect upon the methodologies and analyses used in related studies (Chapter Four). Data analyzed in this thesis indicate that each fragment shows different kinds of response to trails, both presenting floristic and structural variations related to trails. However, diversity and ecological groups proportions had not been altered. This thesis constitutes an important tool for environmental policies.

Key words: phytosociology, floristic-structural variations, Atlantic Forest

## Introdução Geral

A Floresta Atlântica tem sido referida como um dos 25 *hotspots* mundiais para conservação da vida em nosso planeta (Myers *et al.* 2000). Isto se deve ao fato de que esse bioma apresenta níveis altíssimos de biodiversidade e endemismo e de ameaça à sua conservação, sendo esta última reflexo do uso irracional das florestas que se dá desde os tempos do Descobrimento do Brasil. Quando se observa a área geográfica onde a exploração dos recursos naturais se fez sentir mais nitidamente, é possível perceber quão próxima é a relação entre a devastação ambiental e o crescimento de grandes áreas metropolitanas. A Floresta Atlântica do Sudeste brasileiro, região na qual se encontram duas das maiores cidades do mundo, Rio de Janeiro e São Paulo, praticamente desapareceu. Sobraram poucas florestas primárias conservadas – como a área inserida na Serra do Mar - e estas só não foram severamente afetadas em razão da configuração de seu relevo, o que impossibilitou a chegada do homem e seu poderio devastador. Somente há pouco tempo as práticas de manejo e reflorestamento puderam ser colocadas em prática, tal era a falta de conhecimentos básicos da vegetação. Outras florestas vão se mantendo ainda conservadas por estarem localizadas no interior de Unidades de Conservação e, dessa forma, gozarem de proteção garantida por lei.

As práticas de intervenção citadas acima, no entanto, são insuficientes para garantir a manutenção da vida florestal em suas diversas formas. Chega-se a um estágio tal de comprometimento da biodiversidade em que não se pode mais apenas evitar que a situação agrave-se; é preciso ir além. Faz-se necessário estudar todo tipo de impacto (potencial ou real) advindo de atividades antrópicas, buscando entender a ampla gama de relações ecológicas existentes em comunidades florestais. Faz-se necessário, ainda, embasar práticas conservacionistas de forma científica e rigorosa. “Achismos” não podem mais ter vez em um momento em que se coloca em xeque o futuro da vida em nosso planeta. Assim, acredita-se que a conservação biológica deva se fundamentar em bases conceituais sólidas, motivo pelo qual este estudo dedica uma parte considerável do seu texto a revisar a literatura atualmente disponível, como introdução necessária dentro de um esforço que busca o entendimento amplo da vegetação arbórea de áreas nativas particularmente diferenciadas.

Desse modo, o presente trabalho visa a contribuir para a ciência da conservação, fazendo parte de um programa de estudos pioneiros realizados em Florestas Atlânticas do Sudeste brasileiro. O fator diferencial, aqui, constitui-se na abertura de trilhas no interior das florestas. As trilhas, embora contribuam sensivelmente para uma maior ligação do homem contemporâneo com a natureza (Lima 1972), podem interferir sensivelmente na vegetação que as margeia. Profissionais responsáveis pelo manejo de áreas florestais próximas a trilhas necessitam de quantidade e

qualidade de informações sobre a susceptibilidade dos diferentes tipos de vegetação às alterações resultantes da abertura e utilização destes caminhos alocados em meio à vegetação nativa (Cole 1978).

Assim, foram estudadas as comunidades arbóreas adjacentes a trilhas de uso público, em duas áreas de formações vegetais atlânticas: um fragmento de Floresta Ombrófila Densa ou, para Gomes (1992) e Aragaki & Mantovani (1998), floresta de transição Ombrófila-Estacional, situada no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo, SP, e um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, no município de Viçosa, MG.

Neste trabalho, buscar-se-á desenvolver, ainda, uma revisão de determinados conceitos básicos e aplicados, pois hoje temos, como afirma Coutinho (2006), uma grande confusão no uso dos termos técnicos aplicados ao estudo da vegetação, o que dificulta a comunicação científica com vistas à preservação e manejo dos ecossistemas.

A hipótese central de estudo foi a de que as trilhas, em ambos os fragmentos florestais, acarretam modificações florísticas e estruturais na vegetação a elas adjacente, refletindo-se em alterações significativas na Riqueza, Diversidade, formação de grupos florísticos e proporção de grupos ecológicos (por síndromes de dispersão e por categorias sucessionais).

Constituindo-se parte de um trabalho pioneiro com enfoque na vegetação arbórea adjacente a trilhas, a presente Dissertação objetivou:

- 1) Apresentar levantamento teórico abrangente sobre diversos tópicos básicos para o estudo de trilhas em formações vegetais, procurando entender e interpretar quais fatores devem ser enfatizados nos estudos ecológicos da vegetação adjacente a trilhas.
- 2) Propor metodologia de campo e de análises estatísticas para estudo da estrutura e composição da vegetação adjacente a trilhas, de forma a obter resultados consistentes.
- 3) Propor metodologia comparativa de levantamentos em vegetação adjacente a trilhas em diferentes formações atlânticas, com a finalidade de, futuramente, se estabelecer possíveis padrões de respostas das comunidades vegetais à abertura de trilhas em Florestas Estacionais e Ombrófilas Atlânticas.
- 4) Apresentar resultados do levantamento realizado em Floresta Estacional Semidecídua de Viçosa, MG, onde se estudou três setores do fragmento florestal situados a diferentes distâncias de uma trilha, procurando indicar possíveis caminhos a serem seguidos em fragmentos similares.
- 5) Apresentar resultados do trabalho comparativo realizado entre os levantamentos realizados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, e no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP.

6) Lançar perguntas, hipóteses e pontos críticos que possam suscitar o desenvolvimento de metodologias consistentes de trabalhos de campo e de análise de dados nessa nova área da ciência ecológica.

A presente Dissertação encontra-se organizada em quatro capítulos, os quais abordarão assuntos complementares entre si:

Capítulo 1 – “Aspectos básicos de Ecologia da Vegetação como subsídio para estudos envolvendo trilhas na Floresta Atlântica”. Capítulo teórico dedicado a esclarecer conceitos e a compreender a aplicação da Ecologia Vegetal e Florestal, bem como das ciências afins, em estudos envolvendo o comportamento ecológico da vegetação, incluindo a adjacente a trilhas, na Floresta Atlântica. Aqui se buscou, especificamente:

- 1) Conceituar, delimitar e desenvolver idéias a respeito da vegetação brasileira, da Floresta Atlântica e de suas formações.
- 2) Explorar conceitos como fragmentação florestal, efeito de borda e clareiras.
- 3) Compreender a importância dos estudos de diversidade e distribuição de espécies para o entendimento das relações ecológicas nas comunidades florestais.

Capítulo 2 – “Variações florísticas e estruturais de comunidades arbóreas em diferentes níveis de exposição a uma trilha de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, Brasil”. Capítulo dedicado a apresentar o estudo realizado na Mata da Biologia, em Viçosa, MG, envolvendo: caracterização geral da área estudada, método de amostragem e de análises florística e fitossociológica em três setores amostrais - borda da trilha, 7 m da trilha e área controle - e resultados e interpretação da composição florística e estrutura desses três setores. Algumas questões puderam, aqui, ser lançadas: como a vegetação que margeia uma trilha de uso público da Mata da Biologia se apresenta, a diferentes distâncias daquela? Há variações na composição e na estrutura, nos três setores estudados?

Capítulo 3 – “Interferência de trilhas na vegetação arbórea: um estudo comparativo entre dois fragmentos de Floresta Atlântica na Região Sudeste do Brasil”. As duas florestas em estudo são caracterizadas e contextualizadas em termos geográficos e ambientais. Os resultados obtidos em ambos os fragmentos, obtidos pela soma dos esforços deste trabalho com o de Hirata (2006), são apresentados e discutidos, comparativamente, em relação a aspectos florísticos e ecológicos, à luz de teorias modernas e clássicas das respectivas áreas. As principais perguntas lançadas neste Capítulo foram: como cada vegetação estudada responde à interferência das respectivas trilhas? As duas florestas em estudo formam agrupamentos florísticos consistentes e concordantes com o nível de interferência em que foram amostradas? Há espécies que “preferem” locais de maior nível

potencial de impacto em algum ou em ambos os fragmentos?

Capítulo 4 – “Métodos para avaliação da interferência causada por trilhas em fragmentos florestais: uma nova abordagem conservacionista”. Capítulo dedicado a propor exercícios de aplicação e confrontá-los com a literatura da área de fitossociologia, e refletir sobre a metodologia empregada nos dois estudos analisados no Capítulo 3. Esse Capítulo buscou, ainda, fornecer sugestões para os futuros estudiosos interessados em amostrar vegetação sob influência de trilhas.

Pretendeu-se, com estas investigações, indicar possíveis tendências florísticas e estruturais em formações atlânticas e, ainda, sugerir metodologias para futuros estudos envolvendo esse tipo de abordagem.

### **Literatura Citada**

- Aragaki, S. & Mantovani, W.** 1998. Caracterização do clima e da vegetação de remanescente de floresta no Planalto Paulistano. *In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*. Aciesp, São Paulo, pp.25-36.
- Cole, D.N.** 1978. Estimating the susceptibility of Wildland vegetation to trailside alteration. *The Journal of Applied Ecology* 15 (1): 281-286.
- Coutinho, L.M.** 2006. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20 (1): 13-23.
- Gomes, E.P.C.** 1992. Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Hirata, J.K.R.** 2006. Florística e Estrutura do componente arbóreo de trilhas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Lima, W.P.** 1972. Pressão urbana sobre a floresta. *IPEF* 5: 71-77.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

# **CAPÍTULO 1**

**Aspectos básicos de Ecologia da Vegetação como subsídio para estudos em trilhas na Floresta Atlântica**

ABSTRACT – (Basic aspects of Vegetation Science to trail studies in the Atlantic Forest). This Chapter aims at presenting an overall view of literature available on the basic topics necessary to the understanding of floristic and structural responses in trail areas. We begin with a discussion of the terms indispensable for a good scientific communication, in order to propose a uniform use of concepts and definitions. After that, we present a characterization of the Atlantic Forests, including their origin, vegetation forms and the connections with other ecosystems. In addition, we try to understand the high floristic diversity in Brazilian forests, especially the Atlantic ones, and then, we comment on the forest fragmentation and some of its “disturbances”, like gaps and edge effects. We believe that these texts will supply an important tool not only for the trail areas studies, but also for the plant conservation science in the Atlantic Forests.

Key words: concepts, definitions, forest fragmentation

RESUMO – (Aspectos básicos de Ecologia da Vegetação como subsídio para estudos em trilhas na Floresta Atlântica). O presente Capítulo objetiva levantar, de forma abrangente, a literatura disponível sobre aspectos básicos para a compreensão de respostas florísticas e estruturais em áreas cortadas por trilhas. Inicialmente, são discutidos termos indispensáveis para a boa comunicação técnico-científica, buscando-se, assim, propor certa uniformidade necessária no uso dos conceitos e definições. Posteriormente, traça-se um perfil das Florestas Atlânticas, abrangendo sua origem, suas formações e suas conexões com outros ecossistemas. Passa-se, então, ao entendimento da elevada diversidade nas florestas brasileiras, com especial enfoque nas formações Atlânticas; e, finalmente, conceitua-se e comenta-se sobre a fragmentação florestal e algumas de suas “perturbações”, como as clareiras e o efeito de borda. Acredita-se que este levantamento teórico representará uma ferramenta básica importante aos interessados não somente em estudos envolvendo trilhas, mas também na conservação da diversidade vegetal nas Florestas Atlânticas.

Palavras-chave: conceitos, definições, fragmentação florestal

## Introdução

O Brasil possui grande riqueza de ecossistemas florestais, apresentando diversidade vegetal compatível com sua área física e sua multiplicidade de tipos de relevo, de clima e de solo (Leitão-Filho 1987). Apesar do crescente número de levantamentos florísticos realizados nas últimas décadas, ainda se torna necessário caminhar muito no sentido de se compreender a real diversidade existente nas diferentes formações florestais brasileiras. Mais do que conhecer a diversidade das nossas matas, no entanto, cada vez se torna mais evidente a importância de se conhecer os processos que mantêm essa diversidade, para que as corretas técnicas de manejo possam ser adotadas em curto prazo, otimizando a conservação dos ecossistemas nativos. O que é, de fato, diversidade? Que fatores atuam na sua redução, manutenção ou incremento? Por que as florestas tropicais são tão diversas e tão ricas em espécies?

A compreensão de processos ecológicos das nossas florestas – determinantes para a dinâmica florestal e, conseqüentemente, para o grau de diversidade e riqueza de espécies - passa, necessariamente, pelo estudo de fontes potenciais de impacto. O efeito de borda, por exemplo, vem sendo amplamente debatido e estudado, e não poderia ser diferente. Com o amplo processo de fragmentação florestal decorrente da expansão desordenada das fronteiras agrícolas (Viana *et al.* 1992), as florestas passaram a ter zonas de contato maiores com o meio circundante, favorecendo a exposição de parte da vegetação à insolação e aos ventos mais fortes (Alves-Júnior *et al.* 2006). Os padrões de distribuição espacial, de mortalidade e de diversidade das espécies são frequentemente modificados com o efeito de borda (Oliveira-Filho *et al.* 2007), devido em parte à redução na disponibilidade de água (Bierregaard *et al.* 1992).

Ao contrário do efeito de borda, as trilhas abertas no interior das matas encontram-se em uma posição ainda marginalizada no universo acadêmico, embora possam causar modificações não-desprezíveis nas comunidades florestais (Cole 1978, 1989, 1995a, 1995b, Roovers *et al.* 2004). Luminosidade e temperatura, modificadas pela abertura da trilha, aliadas a impactos físicos por pisoteio e alterações na dinâmica de dispersão de propágulos por utilização humana, podem resultar em uma ainda não mensurada alteração florística e estrutural de comunidades florestais.

Porém, antes de se buscar entender como se dá essa interferência, é preciso que alguns tópicos teóricos estejam bem claros, a fim de que se garanta a interpretação e utilização corretas de determinados conceitos, processos, definições e delimitações. A correta utilização da linguagem científica é condição *sine qua non* para a efetiva comunicação e intercâmbio de informações científicas que, em última análise, são determinantes para a aplicação de adequadas e coerentes políticas de manejo e conservação dos ecossistemas nativos. Além disso, conhecer os limites da Floresta Atlântica, diferenciá-la conceitualmente de Domínio Atlântico e caracterizar suas

principais formações é o ponto de partida para qualquer estudo científico que envolva esse importante *hotspot* mundial.

O objetivo central deste Capítulo, assim, é apresentar uma abrangente revisão teórica sobre alguns tópicos básicos envolvendo o estudo da vegetação da Floresta Atlântica, a fim de fornecer elementos sólidos para pesquisas envolvendo a interferência potencial causada por trilhas.

Os objetivos específicos são:

- 1) Apresentar conceitos e definições importantes para estudos da vegetação atlântica.
- 2) Delimitar e caracterizar a Floresta Atlântica e suas principais formações.
- 3) Entender o significado da diversidade existente nas florestas tropicais.
- 4) Compreender a importância do estudo de fragmentos florestais, particularmente quanto ao efeito de borda e à dinâmica de clareiras.

Espera-se que conceitos, definições e aspectos básicos e gerais para o entendimento da estrutura e composição da Floresta Atlântica, com vistas à conservação deste bioma, particularmente em áreas atravessadas por trilhas de uso público, tornem-se mais claros a partir do bom entendimento dos tópicos que se seguem.

### **Esclarecendo alguns termos**

“Vegetação”, “Flora”, “Formação”, “Bioma” e “Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos” são conceitos distintos, muitas vezes tratados como equivalentes. Importa, em qualquer estudo de ciência da vegetação, compreender com clareza o que cada um significa. Os autores citados a seguir foram selecionados em razão da ampla aceitação que possuem na literatura científica, não estando, porém, livres de ressalvas.

Segundo Fernandes & Bezerra (1990), Vegetação “constitui a cobertura ou corpo florístico revestindo naturalmente qualquer superfície, seja terrestre ou aquática”, sendo condicionada e identificada por três fatores principais: fisionomia, estrutura e composição florística. Para Rizzini (1997), este conceito “diz respeito aos vegetais em si, concretamente, que se podem tocar e manusear com as mãos (...)”; a vegetação seria “constituída das formas da cobertura vegetal encontradas num lugar qualquer; resulta das causas atuais: clima, solo e fauna”. Do estudo da vegetação, por meio de análises descritivas a partir de levantamentos de campo, ocupa-se a Fitossociologia, cujo objetivo é o conhecimento da estrutura da vegetação por meio de dados numéricos significativos (Rizzini 1997). Flora, para esse autor, “refere-se às famílias, gêneros e espécies (principalmente a estas) que, abstratamente, compõem cada vegetação”.

Formação e Bioma são conceitos tratados com especial atenção por Coutinho (2006). Formação, segundo o autor, é um conceito que, ao longo da história, vem se aproximando muito do termo Fitofisionomia (*Vegetationform*), palavra derivada por Grisebach da língua alemã (Font Quer 1953 *apud* Coutinho 2006). Para Rizzini (1997), Formação seria “(...) um grande tipo de vegetação do ponto de vista fisionômico”. Tanto Formação como Fitofisionomia, para Coutinho (2006), dizem respeito à impressão visual causada pela vegetação de uma determinada área, com um clima definido, diferindo de Bioma, basicamente, pela inclusão da fauna neste último. Esse autor adota a obra de Walter (1986), que define Bioma como “(...) uma área do espaço geográfico, com dimensões até superiores a um milhão de quilômetros quadrados, representada por um tipo uniforme de ambiente, identificada e classificada de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (formação), o solo e a altitude, os principais elementos que caracterizam os diversos ambientes continentais”.

Fitogeografia, conceito necessário para se compreender os Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos, *sensu* Ab’Saber (2003) - tratados, doravante, por Domínios Fitogeográficos - considera “as causas determinantes, seja no que diz respeito às influências exercidas pelos constituintes mesológicos sobre as plantas, seja no que se refere às relações entre uma e outras, e consideram-se, ainda, os espaços de sua distribuição ao longo do tempo” (Fernandes & Bezerra 1990). Um erro bastante freqüente é definir Fitogeografia, pura e simplesmente, como a parte da Biogeografia que estuda a distribuição das plantas no espaço. Na realidade, o escopo dessa ciência, desde que definida em seu sentido amplo, é muito maior: envolve, além da corologia, também aspectos ecológicos e históricos relacionados à distribuição das plantas, compreendendo o estudo do ambiente, da vegetação e da flora (Fernandes & Bezerra 1990, Rizzini 1997). Conclui-se, daí, que um Domínio Fitogeográfico não pode tão somente considerar a distribuição das plantas, e possui um significado bastante distinto de Bioma e de Vegetação. Ab’Saber (2003) definiu Domínio Fitogeográfico como sendo “(...) um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas a milhares de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. Tais domínios espaciais, de feições paisagísticas e ecológicas integradas, ocorrem em uma espécie de área principal, de certa dimensão e arranjo, em que as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo”.

Para o autor, a área principal de um Domínio Fitogeográfico deve ser denominada “área *core*”, ou “área nuclear”. Entre as “áreas *core*” de domínios vizinhos, ocorre sempre um espaço de transição e de contato, os quais afetariam mais sensivelmente a vegetação, o solo e, de certo modo, o relevo regional.

Ab'Saber (2003) definiu seis grandes “Domínios da Natureza” para o território brasileiro, quatro deles intertropicais e os outros dois, subtropicais (Figura 1). As denominações que se seguem concordam com esse autor, estando inserida, entre parênteses, a forma como é amplamente conhecida: 1) Domínio das Terras Baixas Florestadas da Amazônia (Domínio Amazônico); 2) Domínio das Depressões Inter-Montanas e Interplanálticas semi-áridas (Domínio da Caatinga); 3) Domínio dos “Mares de Morros” Florestados (Domínio Atlântico); 4) Domínio dos Chapadões Recobertos por Cerrados e Penetrados por Florestas-Galeria (Domínio dos Cerrados); 5) Domínio dos Planaltos das Araucárias (Domínio das Araucárias); 6) Domínio das Pradarias Mistas do Rio Grande do Sul (Domínio das Pradarias ou dos Campos Sulinos).

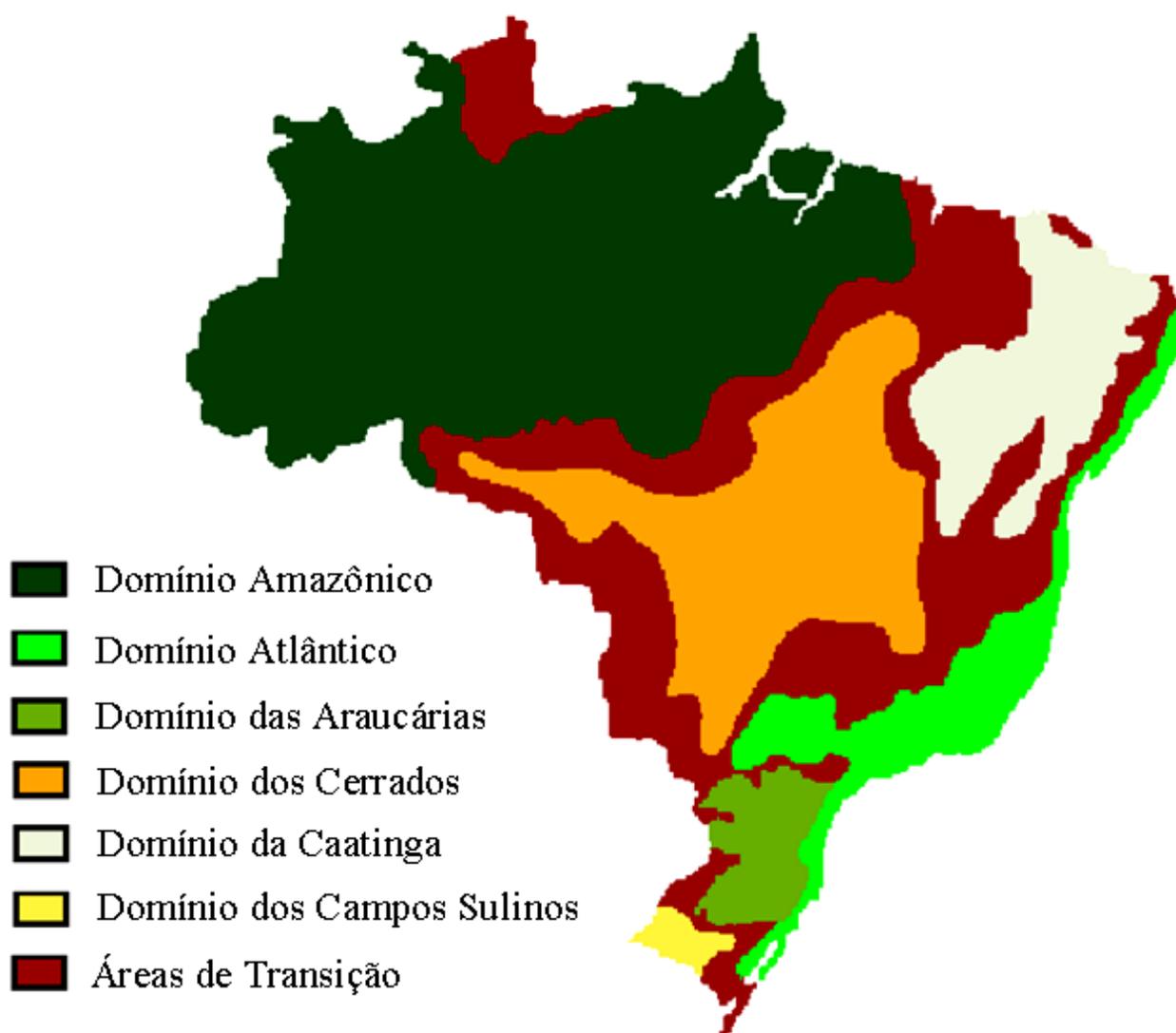


Figura 1. Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos do Brasil, segundo Ab'Saber (2003). Adaptada de Chávez & Middleton (1998).

De especial interesse para este trabalho é o Domínio Atlântico, o qual tem mostrado ser o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo do país em relação às ações antrópicas (Ab'Saber 2003). Segundo o autor, as subáreas topográficas ali encontradas são muito diferenciadas entre si, desde os tabuleiros da Zona da Mata Nordestina (Costa do Descobrimento) até as escarpas tropicais das Serras do Mar e Mantiqueira. Assim, e considerando o fato de que a presente Dissertação possui como objeto de estudo fragmentos de Floresta Atlântica, reveste-se de importância realizar um tratamento de razoável profundidade sobre a sua vegetação.

### **Vegetação Atlântica: contextualização fitogeográfica**

O Brasil é formado por duas grandes florestas úmidas, divididas por um corredor “xérico” composto por diferentes formações. Como essa configuração teria evoluído ao longo da história do planeta? Trabalhos recentes (Joly *et al.* 1999, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Méio *et al.* 2003) têm considerado as conexões florísticas entre as diferentes formações vegetais existentes no Brasil, e já se sabe, por exemplo, que o Cerrado está muito mais relacionado à Floresta Atlântica do que se imaginava.

A vegetação brasileira como se configura na atualidade (Figura 2) é resultado de processos evolutivos, ecológicos e geomorfológicos, os quais nos últimos anos vêm recebendo mais atenção dos pesquisadores. Klein (1984) afirmou serem os tipos vegetacionais resultante sensível das condições climáticas regionais, influenciadas pelas formas de relevo, da geologia e conseqüente intemperismo. A Figura 3 apresenta a variedade de climas existentes no Brasil. Para Joly *et al.* (1999), os efeitos das mudanças climáticas severas para a distribuição de espécies, bem como a retração e expansão dos biomas, são bem reportados somente para o período do Quaternário. O período interglacial que vivemos hoje, segundo os autores, iniciou-se há somente 14.000 anos atrás, podendo ser caracterizado por um clima mais úmido responsável pela grande expansão das florestas tropicais. Essas florestas são especialmente ricas em espécies, com grande variação de diversidade de um local para outro. Essa variação tem sido associada principalmente a gradientes ecológicos, pois estes apresentam uma relação necessária com as atividades biológicas das plantas (Gentry 1988, Whittaker *et al.* 2001). De acordo com Veloso (1962), “parece exato ter sido no Quaternário, época caracterizada por flutuações climáticas locais, que se delineou o nosso atual quadro florístico”.

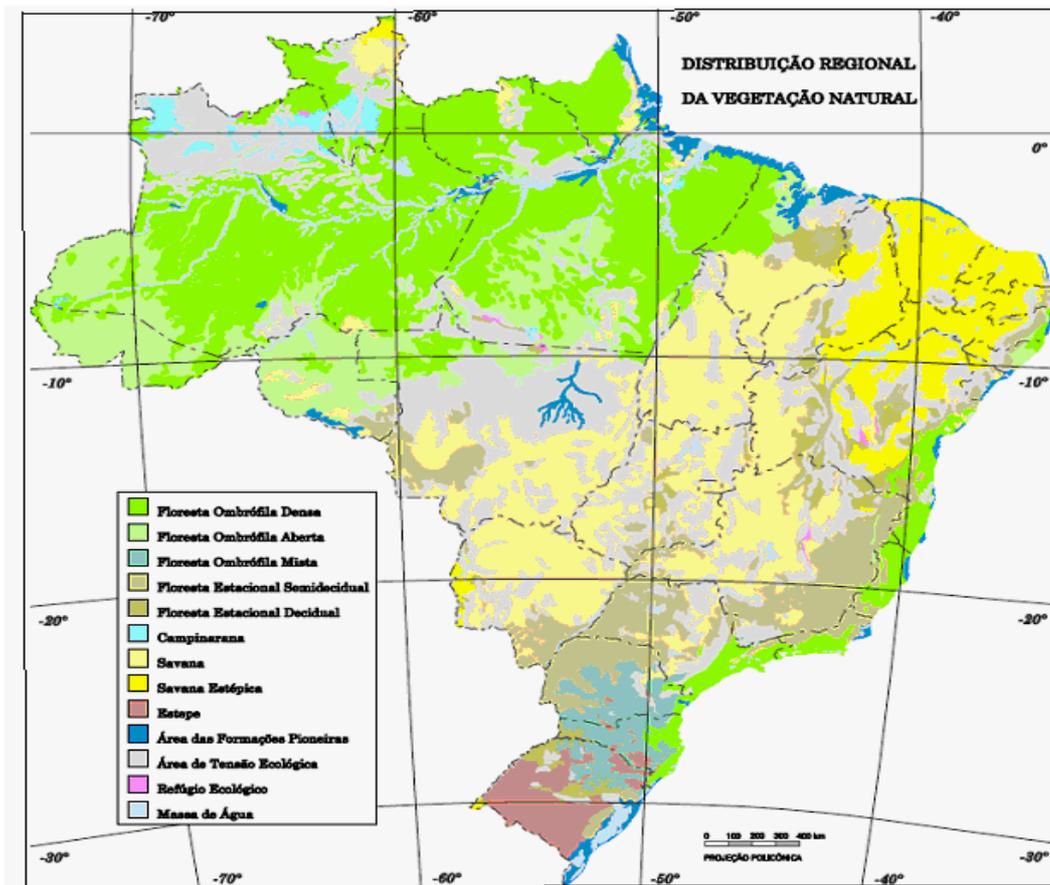


Figura 2. Mapa da Vegetação brasileira. Reproduzida do IBGE (2004).

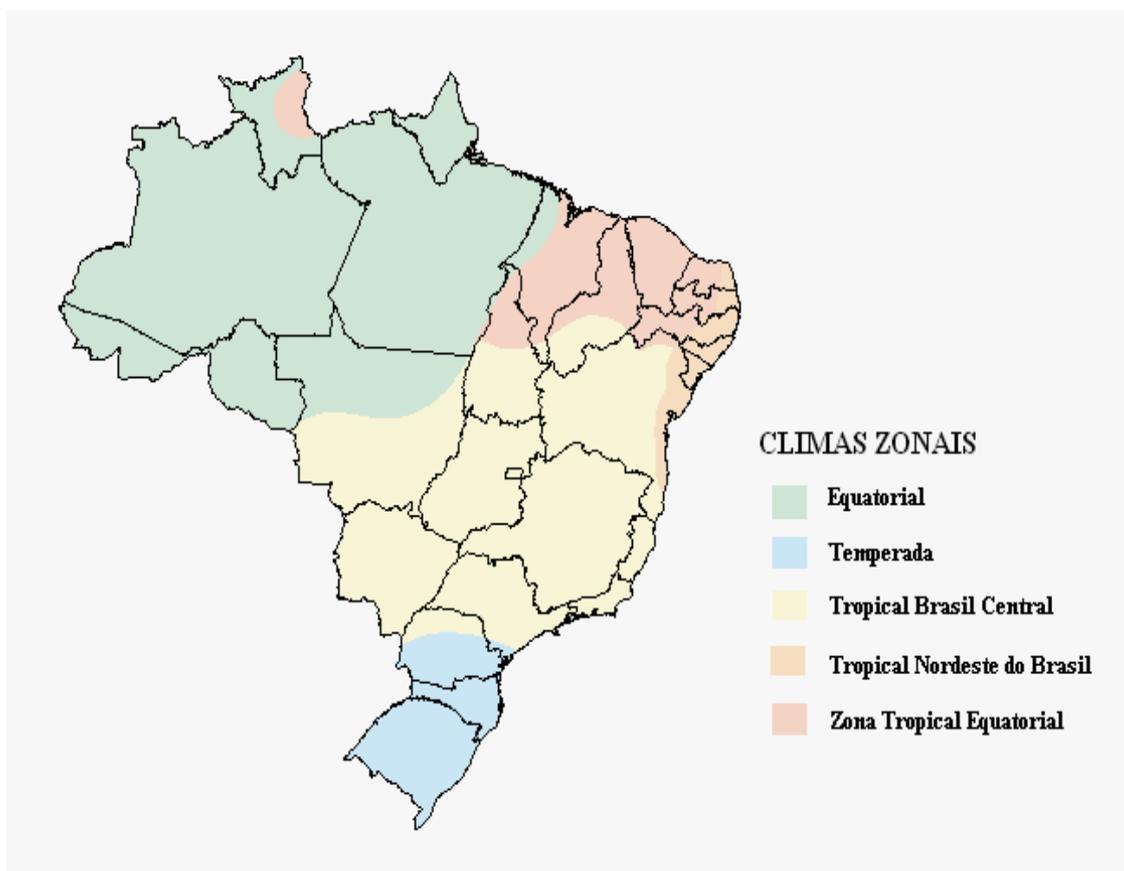


Figura 3. Mapa de Climas do Brasil. Reproduzida do IBGE (2004).

## **Floresta Atlântica: conservação, origem, limites e generalidades**

A Floresta Atlântica faz parte do conjunto das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo. Em 2002, encontrava-se reduzida a menos de 10% de sua cobertura original (Fundação SOS Mata Atlântica 2002) e a maioria de seus remanescentes eram fragmentos pequenos e perturbados ou áreas mais protegidas que se encontravam sob relevo íngreme (Viana & Tabanez 1996). Esse bioma abriga numerosas espécies endêmicas e constitui-se o habitat natural de diversas espécies ameaçadas de extinção. A Floresta Atlântica, assim, necessita urgentemente de estudos que relacionem atividades humanas, como a abertura de trilhas e a conseqüente alteração de fatores ambientais na sua proximidade, à degradação de suas formações florestais.

Deve-se considerar, como elemento importante no entendimento ecológico da Floresta Atlântica, a sua origem. Este entendimento surge a partir da compreensão do movimento de placas tectônicas. Tonhasca-Júnior (2005) realizou tratamento interessante a respeito, tendo considerado que a placa sul-americana, que se move em direção oeste, e a placa de Nazca, em sentido contrário, teriam um ponto de encontro denominado “área de convergência”. Aqui, a placa de Nazca “mergulharia” sob a placa sul-americana, empurrando esta última para cima; a porção da crosta localizada sobre a área de convergência iria se elevando com o tempo, dando origem aos Andes. Com um processo secundário de elevação, chamado soerguimento, a placa sul-americana teria elevado o complexo cristalino, uma formação de cerca de 600 milhões de anos, resultando na formação da enorme cadeia de montanhas que se estende por grande parte da costa brasileira. As escarpas, sofrendo lento processo de erosão, teriam se desgastado ao longo dos tempos, dando origem a sedimentos que se acumulariam ao longo da costa, os quais, por sua vez, teriam resultado na formação da planície litorânea. Com as repetidas inundações características das flutuações climáticas dos últimos milhões de anos, houve deposição adicional de sedimentos na costa, culminando com a formação de restingas e cordões arenosos no litoral. Particularmente sobre a origem da Serra do Mar, ocorrida no Cretáceo Superior, cumpre citar o estudo realizado por Almeida & Carneiro (1998).

A topografia resultante de tais processos tornou-se fundamental para a caracterização climática das formações Atlânticas. Serras formam uma grande barreira para a penetração de ventos provenientes do oceano em direção ao continente; massas de ar, assim, subiriam ao se deparar com as serras, favorecidas que são pelo vento constante. Com o resfriamento do ar e a redução em sua capacidade de reter umidade, a precipitação constante durante todo o ano seria, naturalmente, o próximo passo, o que de fato se verifica nas Florestas Ombrófilas Densas, tratadas mais adiante.

As Florestas Atlânticas, localizadas predominantemente na costa leste do Brasil, representam o segundo maior bloco de florestas tropicais da América do Sul (São Paulo 1997). Oliveira-Filho & Fontes (2000) estabeleceram um novo paradigma para o conceito de Floresta Atlântica, afirmando - e apresentando análises multivariadas que corroboram tal afirmação - que as visões de diferentes autores sobre o termo podem ser divididas em duas correntes principais: a de

*sensu stricto* (sentido restrito) e a de *sensu lato* (sentido amplo). A primeira, de acordo com os autores, compreende somente as Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas, também conhecidas como Florestas Pluviais Tropicais Atlânticas (Joly *et al.* 1991), nas quais o regime de chuvas é condicionado pelos ventos provenientes do oceano e seu encontro com diferentes escalas montanhosas, particularmente ao sul. O termo “Atlânticas” é necessário para distinguir essa formação das Florestas Ombrófilas Densas Amazônicas. Dentro da visão *stricto*, as Florestas Semidecíduas vizinhas às Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas seriam uma formação distinta, frequentemente denominada Matas ou Florestas de Planalto (Leitão-Filho 1987).

Os defensores da corrente *sensu lato*, por sua vez, admitem que as Florestas Estacionais Semidecíduas Atlânticas e as Florestas Ombrófilas Mistas (Florestas de Araucária) seriam um anexo das Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas (Fernandes & Bezerra 1990). A análise de conexões florísticas realizada no trabalho de Oliveira-Filho & Fontes (2000) é mais condizente com esta delimitação. De acordo com Morellato & Haddad (2000), também adeptos dessa abordagem mais ampla, a Floresta Atlântica é composta por duas formações predominantes: as Florestas Costeiras (sinônimo, para alguns autores, de Floresta Ombrófila Densa) e a Floresta Atlântica Semidecídua (ou Florestas Estacionais Semidecíduas Atlânticas). Na primeira, o clima apresenta-se quente e úmido, sem uma estação seca; já um clima sazonal com uma estação seca relativamente severa de abril a setembro predomina ao longo da distribuição da Floresta Atlântica Semidecídua.

Em relação às conexões da Floresta Atlântica com outros biomas do país, Oliveira-Filho & Fontes (2000) detectaram, por exemplo, que os Cerrados dividiriam uma proporção muito maior de sua flora com as Florestas Atlânticas (55%) do que com as Florestas Amazônicas (20%). Em relação a este aspecto, Méio *et al.* (2003) observaram que existe uma maior proporção, no Cerrado *sensu stricto*, de espécies oriundas das Florestas Atlânticas (44,8%) do que das Florestas Amazônicas (1,4%). A flora do Cerrado estaria, ainda, muito mais relacionada com as Florestas Atlânticas Semidecíduas do que com as Florestas Ombrófilas Densas (Oliveira-Filho & Fontes 2000). A diferenciação fisionômica bem estabelecida entre essas duas formações Atlânticas foi floristicamente consistente nos níveis de espécie, gênero e família. Oliveira-Filho & Fontes (2000) afirmaram, adicionalmente, que a transição entre Florestas Pluviais (Ombrófilas) e Semidecíduas pode, em alguns pontos, ser gradual e complexa, e não necessariamente ligada aos gradientes climáticos costa-interior do continente. A sazonalidade das chuvas foi, aparentemente, mais importante do que a precipitação anual para a distinção entre Florestas Ombrófilas e Semidecíduas; o aumento nessa sazonalidade com o aumento da distância do oceano mostrou-se um fator relevante para a diferenciação entre as Florestas Semidecíduas. Estes fatos, segundo aqueles autores, reforçam a visão de que as Florestas Estacionais Semidecíduas e as Ombrófilas no Sudeste do Brasil formam um contínuo de distribuição de espécies arbóreas determinado basicamente pelo regime de chuvas. Oliveira-Filho & Fontes (2000) ainda consideraram que, em uma extensão considerável, a flora arbórea das Florestas Semidecíduas seria uma fração de uma flora muito mais

rica (a das Florestas Ombrófilas), e provavelmente seria composta por espécies aptas a habitar e se reproduzir em estações secas relativamente longas. A definição de Floresta Atlântica deveria abranger, assim, todas as fisionomias florestais a leste do “corredor xérico”.

A visão *sensu lato* para as Florestas Atlânticas será adotada no presente trabalho, por ser comprovadamente consistente em termos florísticos. As formações em estudo nesta contribuição, portanto, serão tratadas como uma única entidade, a Floresta Atlântica *sensu lato*, doravante denominada Floresta Atlântica ou Bioma Atlântico. Na Floresta Atlântica, das três formações reconhecidas na visão *lato* apresentada por Oliveira-Filho & Fontes (2000), as principais são a Ombrófila Densa e a Estacional Semidecídua, tratadas mais adiante.

Torna-se necessário, também, compreender-se o que diz a lei. O Decreto 750/93 afirma, em seu Artigo 3º, que se entende por Mata Atlântica “as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no Domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE, 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais no Nordeste” (Figura 4). O mesmo Decreto afirma, ainda, que “ficam proibidos o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica”.

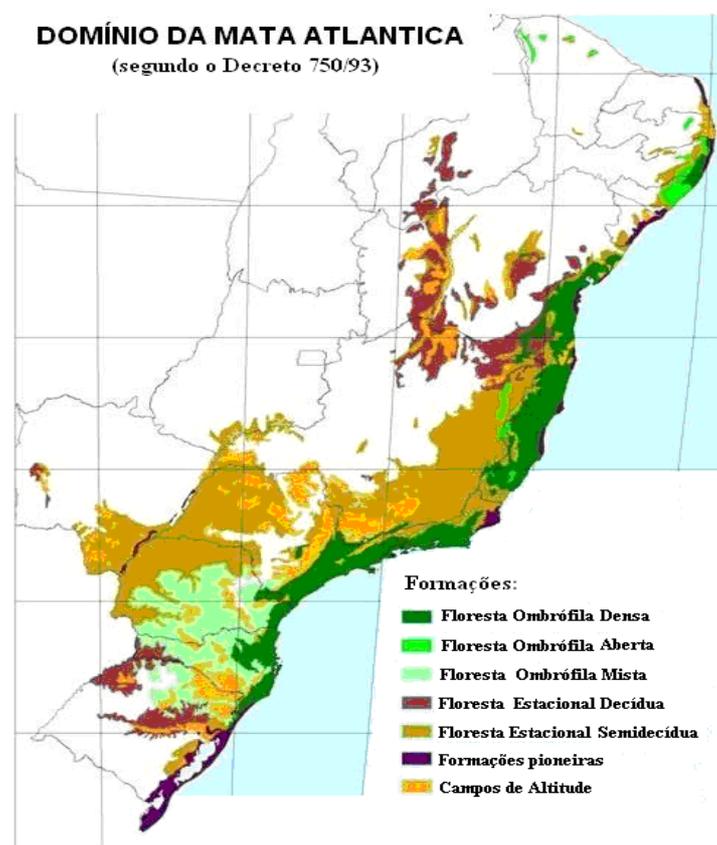


Figura 4. Domínio da Mata Atlântica. Adaptada da Fundação SOS Mata Atlântica (2002).

## Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas

### Definição, Localização e Caracterização

As Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas apresentavam, na época da colonização, um contínuo que tinha áreas de contato com a Floresta Amazônica ao norte, com a Caatinga a nordeste e com o Cerrado e Florestas Semidecíduas ao sul e a sudeste (Leitão-Filho 1994). Tais interfaces, segundo o autor, associadas a climas e condições de solo distintas, proporcionaram o desenvolvimento de uma flora exuberante em riqueza e diversidade. Rizzini (1979) chamou a atenção para esta exuberância ao nomear as florestas do sul da Bahia como a “Hiléia Baiana”, comparando, assim, esta região com a Amazônia.

A Floresta Ombrófila Densa Atlântica é uma típica floresta pluvial tropical, estendendo-se por toda a costa brasileira (Figura 5).



Figura 5. Distribuição das Florestas Ombrófilas Densas - Amazônica e Atlântica - no território brasileiro. Adaptada do Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (2004).

Veloso *et al.* (1991), sobre a denominação mais apropriada para essa formação, afirmaram que “(...) o termo Floresta Ombrófila Densa, criado por Ellenberg & Mueller-Dombois (...) substitui Pluvial (de origem latina) por Ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado ‘amigo das chuvas’. Além disso, empregaram pela primeira vez os termos Densa e Aberta como divisão das florestas dentro do espaço intertropical, muito embora este tipo de vegetação seja conhecido também pelo seu nome original dado por Schimper (...) e reafirmado por Richards (...) de ‘Floresta Pluvial Tropical’. Aceitou-se a designação de Ellenberg & Mueller-Dombois, porque

apresenta as duas fisionomias ecológicas tanto na Amazônia como nas áreas costeiras, justificando-se assim o uso da terminologia mais recente”.

Hueck (1972) caracterizou essa formação como sendo um local de temperaturas sempre altas e com chuvas freqüentes, com pluviosidade anual de pelo menos 1.800 mm. A Serra do Mar, que se constitui a essência da Floresta Ombrófila Densa e é representada por uma cadeia de montanhas costeiras, apresenta uma série de interrupções, onde o cinturão das matas pluviais também se interrompe (Almeida & Carneiro 1998).

Para Câmara (1991), dois grupos principais de Florestas Ombrófilas Densas podem ser reconhecidos: as matas de planície, que crescem no solo arenoso e pobre das áreas costeiras onde as inundações são freqüentes; e as matas de encosta, com maior precipitação e contendo a maior diversidade florística dentre todas as formações que compõem o Domínio Atlântico. Tabarelli & Mantovani (1999), por sua vez, entendem ser sinônimos os termos Floresta Atlântica de Encosta e Floresta Ombrófila Densa, exemplificando a variação no emprego desses termos por diferentes autores.

Mantovani *et al.* (2005), respaldando-se em Reis *et al.* (1993), consideraram que a Floresta Ombrófila Densa caracteriza-se pela formação de um dossel uniforme quanto ao seu colorido, forma das copas e altura, representando uma fitofisionomia muito característica e com poucas variações durante todo o ano. Porém, observações de campo têm mostrado que nem sempre são poucas essas variações. A maior parte dessa fisionomia seria resultante da presença das grandes árvores que dificilmente se sobressaem entre si (Klein 1980).

As Florestas Ombrófilas Densas representavam, originalmente, 15% da cobertura florestal no território nacional (GEO Brasil 2002) e, atualmente, a cobertura remanescente desta floresta restringe-se a 7,3% de sua área original (Fundação SOS Mata Atlântica 2002).

O sistema de classificação do IBGE (Veloso *et al.* 1991) considera como pertencentes à Floresta Ombrófila Densa as seguintes formações:

- Floresta Ombrófila Densa Aluvial, situada dentro dos terraços aluviais dos flúvios.
- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: quando entre 16 e 24° de latitude Sul, encontra-se situada entre 5 e 50 m de altitude.
- Floresta Ombrófila Densa Submontana: quando entre 16 e 24° de latitude Sul, encontra-se entre 50 e 500 m de altitude.
- Floresta Ombrófila Densa Montana: quando entre 16 e 24° de latitude Sul, encontra-se situada entre 500 e 1.500 m de altitude.

- Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana, situada acima dos limites estabelecidos para a formação montana.

França & Stehmann (2004), sobre o conceito controverso de florestas montanas, afirmaram que as florestas montanas *sensu lato* ou de altitude ocorrem no alto dos planaltos ou serras, atingindo até 2.200 m, sendo comumente divididas entre “montanas *sensu stricto*” (de 500 a 1.500 m, quando entre 16 e 24° de latitude sul) e “altimontanas” (acima desse limite). Nesta última, estariam incluídas as matas nuvígenas, localizadas no cume das altas montanhas.

## Vegetação e Flora

Leitão-Filho (1994) afirmou haver uma sensível “lacuna de similaridade florística” entre os levantamentos florísticos realizados nessa formação vegetal, principalmente com relação às espécies arbóreas. O mesmo autor defendeu a teoria de que a heterogeneidade e a diversidade da Floresta Ombrófila Densa Atlântica seriam comparáveis às da Amazônia.

A diversidade verificada ao longo dessa formação encontra forte correspondência com o seu alto nível de endemismo. O nível de endemismo de espécies arbóreas encontrado por Leitão-Filho (1993) em Cubatão, por exemplo, foi de 56%. Um grande número de espécies de distribuição restrita, ocorrendo em regiões bem delimitadas, seria uma das razões para as extraordinárias riqueza e diversidade vegetais ali encontradas. Além disso, Leitão-Filho (1987) constatou que, mesmo no nível de família, diferenças marcantes ocorrem na composição florística ao longo da Floresta Atlântica *sensu stricto*.

Árvores de grande porte e enorme riqueza de lianas e epífitas são aspectos comuns às Florestas Ombrófilas Densas Atlânticas. Porém, Mantovani (1993) e Oliveira-Filho & Fontes (2000) ressaltaram que ocorrem variações acentuadas na flora ao longo de sua extensão, resultado da heterogeneidade no regime de chuvas e da temperatura.

Scudeller *et al.* (2001) encontraram dois conjuntos principais de grupos florísticos para a Floresta Ombrófila Densa do Estado de São Paulo: a Província Costeira e o Planalto Atlântico. A primeira constitui-se um contínuo de montanhas com altitudes máximas entre 400 e 1.100 m, apresentando algumas interrupções formadas por baixadas de diferentes origens e idades geológicas (geralmente Cenozóica). Já o Planalto Atlântico caracteriza-se por sítios de elevada altitude (entre 650 e 2.770 m, a maioria entre 700 e 1.100 m), estando formado basicamente por rochas de idade pré-cambriana e cambrio-ordoviciana (Scudeller *et al.* 2001). O gradiente observado pelos autores relacionou-se, de forma inequívoca, com a distância em relação ao oceano, e também com a altitude, a temperatura e a precipitação.

Oliveira (2006) destacou, ainda para o Estado de São Paulo, que as Florestas Ombrófilas Densas apresentam maior estoque regional de espécies e maior diversidade média local do que as Estacionais Semidecíduas. Para a autora, a dominância de famílias típicas da submata, como Myrtaceae, Rubiaceae e Sapotaceae, explica, pelo menos em parte, esse resultado.

### **Florestas Estacionais Semidecíduas Atlânticas**

#### **Definição, Localização e Caracterização**

As Florestas Estacionais Semidecíduas brasileiras, de modo geral, constituem uma formação bastante descontínua e situada, em toda a sua extensão, entre áreas de climas úmido e árido (Velo *et al.* 1991), encontra-se predominantemente no estado de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 6). Já as Estacionais Semidecíduas Atlânticas encontram-se predominantemente no estado de Minas Gerais (Figura 6).

Para Velo *et al.* (1991), o conceito de Floresta Estacional Semidecídua está condicionado à existência de uma dupla estacionalidade climática: uma tropical, com intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas; e a outra, subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada por temperaturas muito baixas de inverno. Ainda segundo os mesmos autores, neste tipo de vegetação a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal (e não a porcentagem de espécies, como muitos se referem de forma errônea) encontra-se entre 20 e 50%.

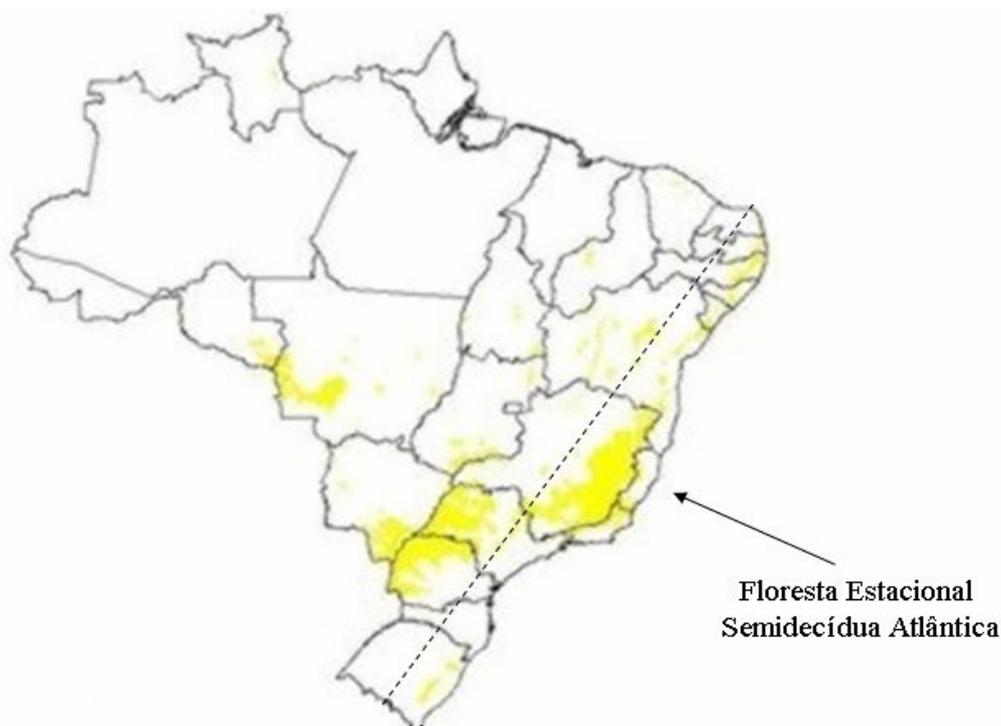


Figura 6. Distribuição das Florestas Estacionais Semidecíduas no território brasileiro, com destaque para as da Floresta Atlântica *sensu lato* (faixa à direita da linha tracejada). O tracejado indica um limite artificial. Adaptada do Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (2004).

Segundo Rizzini (1979), as Florestas Estacionais podem representar uma forma floristicamente empobrecida das florestas úmidas (Ombrófilas) ou constituir conjuntos florísticos à parte. A primeira possibilidade é corroborada pelas observações de Oliveira-Filho & Fontes (2000); no entanto, Leitão-Filho (1987) sugeriu que estas florestas, denominadas por ele de Florestas de Planalto ou Florestas Mesófilas Semidecíduas, formem um conjunto florístico absolutamente distinto das Florestas Ombrófilas. Os autores afirmaram que a composição florística e a diversidade das Florestas Mesófilas Semidecíduas diferem substancialmente das outras duas grandes formações florestais brasileiras, seja pela origem distinta ou pelas diferentes condições climáticas. Para o autor, a diversidade das Florestas de Planalto (isto é, Florestas Estacionais Semidecíduas) seria, em geral, menor que aquelas observadas para a Floresta Amazônica e para a Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Leitão-Filho (1987), dessa forma, definiu a existência de três grandes ecossistemas florestais para o Brasil: Floresta Amazônica, Floresta Atlântica e Floresta de Planalto. Estas, apesar do contato que tiveram no passado, experimentaram um processo de especiação mais ou menos independente. Isto explicaria as contundentes diferenças florísticas, faunísticas, edáficas e fisionômicas - apesar de algumas semelhanças - encontradas entre esses três grandes ecossistemas. Assim, aquele autor preferiu o conceito estrito (*sensu stricto*) para a Floresta Atlântica, opinião compartilhada por Joly *et al.* (1991), mas divergente em relação a Oliveira-Filho & Fontes (2000) e Morellato & Haddad (2000).

Pennington *et al.* (2000) definiram dois grandes blocos de Florestas Estacionais Neotropicais: as Florestas Secas, ecossistemas dominados essencialmente por árvores, e as Savanas abertas, ambientes tipicamente xeromórficos. Esses autores, assim, agrupam as florestas estacionais dentro do conceito de florestas secas *sensu lato*. Para Gentry (1995), as Florestas Secas Neotropicais ocorrem em áreas com precipitação entre 700 e 1.600 mm ao ano, com um período de pelo menos cinco a seis meses de precipitação inferior a 100 mm.

Segundo a classificação proposta pelo IBGE (Veloso *et al.* 1991), quatro formações seriam delimitadas no Brasil para as Florestas Estacionais Semidecíduas: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana, sendo estas definidas segundo cotas altimétricas e latitudinais de forma semelhante à subdivisão das Florestas Ombrófilas Densas. De especial interesse para o presente trabalho, a formação Montana encontra-se entre acima dos 500 m de altitude quando entre 16° e 24° S. Esse limite entre submontanas e montanas, segundo Oliveira-Filho *et al.* (1994), apresenta controvérsias: o IBGE assume 500 m; para Meira-Neto *et al.* (1989), seria 1.000 m; e para Torres *et al.* (1992) *apud* Oliveira-Filho *et al.* (1994), 750 m. Oliveira-Filho *et al.* (1994) afirmaram, em relação a isso, que as transições entre as duas formações ocorrem de maneira gradual, sendo qualquer limite traçado, artificial.

As Florestas Estacionais Semidecíduas constituem-se o ecossistema tropical mais degradado na região de terras baixas (Gillespie *et al.* 2000). Veloso *et al.* (1991) consideraram tais florestas como ocorrentes nos dois domínios de florestas úmidas no Brasil, o Atlântico e o Amazônico. Rodal *et al.* (2005) citaram o trabalho de Koslowski *et al.* (1991) ao afirmarem que “as Florestas Estacionais estão sob influência de um período chuvoso e outro seco, determinando uma sazonalidade das espécies arbóreas dominantes, que pode ser considerada uma adaptação à deficiência hídrica”. Para Rizzini (1979), existe um gradiente de comunidades cada vez mais simples estruturalmente em função do grau de dessecação ao qual as plantas são submetidas.

A característica mais notável da vegetação de uma Floresta Estacional Semidecídua, e certamente a mais decisiva para a sua caracterização, é o comportamento decíduo. Poderíamos começar pela pergunta mais elementar: qual é a razão para a queda das folhas? Trabalhos que abordam o assunto, como o de Mikich & Silva (2001), afirmam, em geral, que a queda das folhas é uma resposta ao clima seco de certos meses do ano. No entanto, Janzen (1980) ressaltou que pode haver outros fatores causando o fenômeno da caducifolia, como um aumento de sombra associado à competição dentro e entre copas e prejuízos causados por herbívoros, vento ou queda de objetos.

Segundo Janzen (1980), (1) para muitas árvores decíduas, a retenção das folhas tornar-se-ia antieconômica com a redução na umidade do ambiente; (2) na medida em que as várias espécies se tornam decíduas com a estação seca, reduz-se a necessidade competitiva de uma planta manter suas folhas para competir por espaço na copa; (3) na medida em que diminui a proporção de folhas na comunidade, nas plantas onde este fenômeno não ocorrer haverá maior exposição à ação danosa de herbívoros, salvo se estas mesmas plantas possuírem mecanismos eficientes de defesa. Muitas plantas “preferem” perder suas folhas a deixá-las expostas à herbivoria, provavelmente porque, no primeiro caso, a planta não perde a chance de extrair os nutrientes das folhas antes da queda das mesmas. O segundo caso representaria um “elemento-surpresa”, que acarretaria em sensíveis perdas nutricionais para a planta, e uma concomitante exigência e demanda energéticas para repor essas perdas.

Em termos de composição florística e estrutura, as floras arbóreas das Florestas Estacionais Semidecíduas da região Neotropical, de modo geral, são dominadas por espécies das famílias Leguminosae e Bignoniaceae (Pennington *et al.* 2000).

## Diversidade e distribuição de espécies vegetais nas Florestas Tropicais

### Aspectos gerais

As Florestas Tropicais são muito mais diversas do que as temperadas, havendo, na região neotropical, correlação positiva entre riqueza de espécies e aumento de precipitação (Gentry 1988).

As espécies vegetais que compõem as formações tropicais se distribuem de duas maneiras: estrutura horizontal, relacionada com a determinação das espécies que compõem a vegetação, sua diversidade e ocorrência na área estudada; e estrutura vertical, que são os estratos formados pelas plantas que compõem a floresta e que possibilitam estudos sobre a ocorrência e influência de fatores ambientais, como luz e umidade, na composição da floresta.

Na porção superior das Florestas Tropicais, encontram-se as árvores emergentes, cuja copa encontra-se sempre acima do dossel. Logo abaixo, encontra-se o dossel, uma camada contínua de árvores que consiste em três sub-camadas: dossel superior, médio e inferior. O estrato encontrado abaixo do dossel inferior é denominado sub-bosque, sendo constituído por árvores jovens ou de pequeno porte quando adultas (algumas pertencentes a espécies típicas desse estrato), arbustos, plântulas e ervas.

A relação florístico-estrutural entre diferentes formações é parte importante do entendimento dos padrões de diversidade nos trópicos. Essa relação, no caso das florestas brasileiras em particular, vem ganhando notoriedade da década de 1980 para cá, com os trabalhos de Silva & Shepherd (1986), Tabarelli & Mantovani (1999), Oliveira-Filho & Fontes (2000), Méio *et al.* (2003) e Oliveira (2006), entre outros. Segundo Silva & Shepherd (1986), esse tipo de trabalho tende a encontrar profundos obstáculos, já que nas Florestas Tropicais, ao contrário das Temperadas, a complexidade da vegetação impossibilita uma delimitação segura das comunidades envolvidas. Para os mesmos autores, a utilização de métodos numéricos pode ser uma alternativa interessante e oferecer valiosa contribuição aos estudos fitogeográficos e fitossociológicos no Brasil.

### Tipos de Diversidade

Diversidade, de forma geral, refere-se à riqueza de espécies, ou seja, o número de espécies encontrado em um determinado local, e à equabilidade, isto é, a distribuição dos indivíduos nas

variadas espécies encontradas em uma área. Porém, costuma-se falar, academicamente, em pelo menos três tipos de Diversidade: Alfa, Beta e Gama. As definições a seguir seguem Whittaker (1977).

A Diversidade Alfa refere-se à diversidade encontrada em uma área determinada, em uma comunidade biótica ou ainda em um local. Exemplo: diversidade de espécies na Mata da Biologia, em Viçosa, MG.

A Diversidade Beta, por sua vez, é a diversidade entre habitats ou entre gradientes, evidenciando diferenças na composição das espécies entre diferentes áreas ou meios. Exemplo: diversidade entre uma fisionomia densa e outra mais aberta em um fragmento florestal.

Por fim, a Diversidade Gama é a diversidade de paisagem (grande área regional, bioma, continente ou ilha), refletindo mais os processos evolutivos do que os ecológicos. Representa a diversidade em uma determinada região, considerando todas as comunidades presentes. Exemplo: diversidade das Florestas Atlânticas do Estado de Minas Gerais.

#### Possíveis causas da elevada diversidade tropical

Por que as Florestas Tropicais são tão diversas? Esta é uma pergunta que muitos autores vêm procurando responder desde a época em que Alfred Russell Wallace e Charles Darwin propuseram a teoria da Evolução, no século XIX. Aspectos que imediatamente chamam a atenção do observador, em uma Floresta Tropical típica, são a grande riqueza de espécies e a reduzida repetição (alta equabilidade) de indivíduos da mesma espécie no espaço florestal, o que, em conjunto, determinam o que chamamos de elevada diversidade, como definido anteriormente nesta revisão.

A razão dessa grande diversidade não encontra consenso entre os autores; no entanto, algumas possíveis explicações são listadas a seguir (Townsend *et al.* 2006):

- sendo a competição interespecífica mais intensa nos trópicos, haveria uma redução no tamanho dos nichos, levando à maior riqueza de espécies;
- altos níveis de predação e/ou parasitismo levariam à limitação da dominância ecológica, impedindo o predomínio de algumas poucas espécies com alto potencial de desenvolvimento, facilitando a coexistência de várias espécies;

- sendo a área física e a longevidade maiores nos trópicos, naturalmente haveria maiores chances de especiação e espaços para preenchimento de diferentes nichos;
- maiores quantidades de energia e umidade disponíveis nos trópicos levariam à existência e desenvolvimento de sistemas mais produtivos, implicando em maior espectro de recursos disponíveis para exploração por diferentes espécies.

A falta de consenso entre os diferentes autores deve-se, principalmente, à dificuldade de se testar as hipóteses levantadas. Porém, todos concordam que determinados fatores, como o clima e a abertura de clareiras, são decisivos para que se tenha uma alta diversidade nas Florestas Tropicais (Lima 2005).

## **Fragmentos Florestais**

### Definição e caracterização geral

Viana (1990) definiu fragmento florestal como qualquer área de vegetação natural contínua interrompida por barreiras antrópicas ou naturais capazes de reduzir significativamente o fluxo de animais, pólen e/ou sementes.

Laurance *et al.* (2002) e Tonhasca-Júnior (2005) consideraram que o efeito mais evidente da fragmentação é a redução do número de espécies, e propuseram duas razões principais para explicar o fato: 1) o número de espécies costuma ser baixo em fragmentos, porque a área amostral encontra-se reduzida; 2) o isolamento reduz o tamanho de populações raras.

Espírito-Santo *et al.* (2002) afirmaram que o efeito da fragmentação florestal pode ser sentido nos níveis biótico e abiótico. Os autores citaram os trabalhos de Kapos (1989) e de Laurence & Yensen (1991) para listar alguns efeitos abióticos relativos a esse processo: aumento da temperatura, radiação solar e evapotranspiração, diminuição da umidade relativa e aumento do risco de erosão. Já a manifestação biótica compreende modificações na estrutura e dinâmica da comunidade vegetal, na diversidade e abundância da fauna, no aumento da infestação por cipós e da mortalidade de plantas e animais, e na interrupção do fluxo gênico (Lovejoy & Bierregaard 1990, Murcia 1995). Viana (1990) ainda acrescentou a deterioração da qualidade de vida das populações humanas tradicionais como um dos efeitos bióticos da fragmentação.

Para Saunders *et al.* (1991), existe um importante agravante nesse processo: remanescentes da fragmentação, muitas vezes, são utilizados com fins agrícolas, danificando e alterando os nutrientes do solo, entre outras graves conseqüências. Assim, para um manejo eficiente dos

fragmentos florestais, visando à sua conservação, há necessidade de se planejar sistemas adequados às Florestas Tropicais, sendo imprescindível que se conheça, de forma rigorosa, seus processos biológicos e ecológicos (Silva & Soares 2002).

#### Efeito de Borda

Torna-se necessário, antes de qualquer consideração sobre o assunto, separar os conceitos de ‘Efeito de Borda’ e ‘Efeito de Trilha’. O primeiro corresponde a modificações causadas na região de contato de fragmentos florestais com ambientes externos a estes fragmentos; já o último refere-se à região de contato de trilhas abertas dentro de fragmentos com a vegetação a elas adjacente – assim, certas áreas, consideradas como “borda de trilha” não são, necessariamente, áreas de borda dos fragmentos considerados. O inverso, evidentemente, também é válido.

As bordas oriundas da fragmentação modificam as condições ambientais, podendo elevar a mortalidade de árvores e favorecer o estabelecimento de espécies que não sejam próprias daquele ecossistema (Antunes *et al.* 2000). Tabarelli & Mantovani (1997) caracterizaram borda como um local de substrato relativamente limpo, sub-bosque denso e dossel descontínuo, com baixa altura média em relação ao interior da floresta. Para Laurance *et al.* (1997), o efeito de borda pode atingir até cerca de 400 m de distância em direção ao interior da floresta.

Rocha-Mendes *et al.* (2003) afirmaram que podem ser reconhecidos, segundo a classificação de Bierregaard (1995), três principais tipos de efeito de borda: 1) os abióticos, relacionados com alterações em fatores microclimáticos (vento, temperatura, umidade, luminosidade); 2) os biológicos diretos, que envolvem mudanças na distribuição e abundância das espécies; e 3) os biológicos indiretos, relacionados às alterações que se verificam entre as espécies (herbivoria, predação, parasitismo, dispersão, polinização). Os autores afirmaram haver influência negativa da borda florestal na densidade e conseqüentemente na riqueza de plântulas, o que pode ser explicado por uma falha na dispersão de sementes para a borda na comunidade (Benitez-Malvido 2001, Ganade 2001) e pela competição que as plântulas tolerantes à sombra ao longo da borda mantêm com as espécies pioneiras, que possuem crescimento muito rápido (Benitez-Malvido 2001). Interessante notar que certos animais bem orientados visualmente, como pequenos mamíferos terrestres e lagartos, utilizam-se de bordas e clareiras para a predação de ovos de aves que nidificam no chão de florestas (Antunes *et al.* 2000). Ora, uma vez que as aves são importantes agentes dispersores em florestas, não é difícil inferir que esta atividade predatória deve estar comprometendo a dispersão de sementes em áreas de borda.

## Clareiras

As clareiras, por sua vez, podem ser consideradas como distúrbios que atuam, de modo geral, na manutenção da biodiversidade das comunidades florestais (Tabarelli & Mantovani 1999, Martins & Rodrigues 2002, Lima 2005). Existem causas naturais e artificiais para a formação de clareiras. O fator que responde pela maior parte das clareiras formadas por causas naturais é a queda de árvores, mas cabe ressaltar outros fatores interessantes. Na Amazônia, os raios e ventos são responsáveis pela origem de grande parte das clareiras abertas na floresta por causas naturais (Magnusson *et al.* 1996). Para a Mata Atlântica, foi relatado por Rolim *et al.* (1999) um grande episódio de seca acentuada que causou cerca de 20% da mortalidade de árvores em um período de 15 anos. Segundo os autores, as taxas de mortalidade sofrem um acréscimo com o estágio sucessional e, em períodos de seca mais prolongada, devido ao declínio no vigor e crescimento do indivíduo, a tendência é que os mesmos tornem-se menos resistentes a ventos, patógenos, senescência, competição e estresse ambiental (Franklin *et al.* 1987 *apud* Rolim *et al.* 1999).

Tabarelli & Mantovani (1997) afirmaram que a contribuição das clareiras para a biodiversidade fundamenta-se, principalmente, pelo favorecimento que proporciona às espécies que dela dependem para crescimento e regeneração. Nesse aspecto, o relevo montanhoso típico das Florestas Atlânticas do Sul e Sudeste do Brasil faz com que estas formações recebam menor radiação direta, com uma conseqüente alteração na dinâmica de regeneração das espécies dependentes da abertura de clareiras.

As clareiras naturais estão entre as mais importantes fontes naturais de perturbação nas Florestas Tropicais (Uhl *et al.* 1988 *apud* Tabarelli 1994, Lima 2005), atuando, embora com exceções, na manutenção e incremento da biodiversidade vegetal (Hubbel & Foster 1986); modificam, de forma mais ou menos intensa, os condicionantes abióticos em sua área de ocorrência e proximidade (Denslow & Hartshorn 1994). O aumento da radiação fotossinteticamente ativa no sub-bosque é considerado por diversos autores, como Brown (1993), o principal fator ambiental originado da abertura de clareiras a interferir na biologia dessas áreas. Assim, o conhecimento tanto dos processos de regeneração natural que ocorrem a partir da abertura do dossel florestal como das características físicas, florísticas e estruturais das clareiras formadas, é essencial nos estudos de dinâmica florestal (Martins & Rodrigues 2002).

O conceito de clareira natural tem variado segundo os diferentes autores (Tabarelli 1994). Uma das definições mais difundidas é a de Brokaw (1982), que conceitua o fenômeno como sendo uma abertura no dossel da floresta, estando delimitado pelas extremidades das copas das árvores vizinhas e estendendo-se através de todos os estratos da floresta até a altura média de dois metros. Porém, Popma *et al.* (1988) propuseram a ampliação do conceito para áreas florestais adjacentes às

clareiras, pois a área de influência desse distúrbio vai muito além do limite físico proposto por Brokaw (1982).

O tamanho das clareiras formadas pela queda de árvores ou partes das mesmas, condicionado por variáveis ambientais como sazonalidade climática e ocorrência de ventos, tempestades ou furacões (Brokaw 1985, Whitmore 1990), influencia sensivelmente a dinâmica de regeneração nestes habitats. Lima (2005), respaldando-se nos trabalhos de Brown (1993) e de Whitmore (1990), alertou para o fato de que grandes clareiras compartilham características com a região imediatamente acima, no dossel das florestas, enquanto as pequenas clareiras guardam maiores semelhanças com o interior de mata.

Enquanto as clareiras naturais vêm sendo amplamente estudadas nas últimas décadas (ver Lima 2005), aquelas originadas por ação antrópica encontram enorme lacuna de conhecimentos básicos. Clareiras antrópicas podem ser originadas por corte com fins madeireiros ou de lazer ou, ainda, geradas de forma não-intencional, como no caso do acidente do avião da Companhia Gol em 2006, na Amazônia.

Por fim, resta questionar se as trilhas podem ser vistas como clareiras antrópicas, modificando fatores abióticos em sua área de ocorrência e proximidades, e trazendo conseqüências para a vegetação adjacente. Não se conhece, na literatura, qualquer trabalho que tenha realizado essa abordagem, mesmo porque levantamentos em clareiras e em trilhas (principalmente nestas últimas) são raríssimos. Uma contribuição interessante para esse entendimento seria a comparação florística e estrutural entre esses dois tipos de levantamentos, no mesmo fragmento ou em fragmentos próximos, verificando a possibilidade de existir alguma resposta comum da vegetação a essas interferências.

### **Considerações Finais**

O conhecimento da vegetação da Floresta Atlântica, em suas formações Ombrófila e Estacional, tem apresentado considerável avanço nos últimos anos. Parece que o próximo passo é compreender, de forma mais profunda, os processos que mantêm essa enorme diversidade e os gradientes ambientais responsáveis pela diferenciação florística, estrutural e fisionômica das nossas florestas. Nesse sentido, estudos básicos e aplicados envolvendo as diferentes formas de “perturbação” dos ecossistemas, como clareiras e trilhas, revestem-se de importância, sobretudo se vierem acompanhados de trabalhos comparativos e de abrangência regional ou nacional.

## Literatura Citada

- Ab'Saber, A.N.** 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.
- Almeida, F.F.M. & Carneiro, C.D.** 1998. Origem e Evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências* 28 (2): 135-150.
- Alves-Júnior, F.T., Brandão, C.F.L.S, Rocha, K.D., Marangon, L.C. & Ferreira, R.L.C.** 2006. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Recife, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 1: 49-56.
- Antunes, D.F., Silva, M.A.M. & Albuquerque, A.L.E.** 2000. Predação de ovos em um fragmento de floresta atlântica, PE, Brasil. *Biota* 1 (1):14-18.
- Benitez-Malvido, J.** 2001. Regeneration in tropical rainforests fragments. *In*: R.O.Bierregaard-Jr, C.Gascon, L-T.E. Lovejoy & C.G. Mesquita. *Lessons from Amazonia – The ecology and conservation of a fragmented forest.* Yale University Press, New Haven & London.
- Bierregaard, Jr., R.O., Lovejoy, T.E., Kapos, V., Santos, A.A. & Hutchings R.W.** 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience* 42 (11): 859–869.
- Bierregaard, Jr., R.O.** 1995. The biology and conservation status of Central and South American Falconiformes: a survey of current knowledge. *Bird Conservation International* 5: 325-340.
- Brokaw, N.V.L.** 1982. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. *Biotropica* 14: 158-160.
- Brokaw, N.V.L.** 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66 (3): 682-687.
- Brown, N.** 1993. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland forest. *Journal of Tropical Ecology* 9: 153-168.
- Câmara, I.G.** 1991. Plano de ação para a Mata Atlântica. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- Chavéz, E.S. & Middleton, J.** 1998. Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. Disponível em: <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>.
- Cole, D.N.** 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration. *The Journal of Applied Ecology* 15 (1): 281-286.
- Cole, D.N.** 1989. *Low-Impact Recreational Practices for Wilderness and Backcountry.* United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Cole, D.N.** 1995a. Experimental trampling of vegetation I: relationship between trampling intensity and vegetation response. *Journal of Applied Ecology* 32: 203-214.
- Cole, D.N.** 1995b. Experimental trampling of vegetation II: predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology* 32: 215-224.
- Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.** 2004. Disponível em: [www.rbma.org.br](http://www.rbma.org.br).

- Coutinho, L.M.** 2006. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20 (1): 13-23.
- Denslow, J.S. & Hartshorn, G.S.** 1994. Tree-fall gap environments and forest dynamic processes. *In: L.A. McDade, K.S. Bawa, H. Hespdenheide & G.S. Hartshorn (eds.). La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest.* University of Chicago Press, Illinois. pp. 120-127.
- Espírito-Santo, F.D.B., Oliveira-Filho, A.T., Machado, E.L.M., Souza, J.S., Fontes, M.A.L. & Marques, J.J.G.S.M.** 2002. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botanica Brasílica* 16 (3): 331-356.
- Fernandes, A. & Bezerra, P.** 1990. Estudo fitogeográfico do Brasil. Stylus Comunicações, Fortaleza.
- França, G.S. & Stehmann, J.R.** 2004. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27 (1): 19-30.
- Fundação SOS Mata Atlântica.** 2002. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000. SOS Mata Atlântica/INPE/ISA, São Paulo.
- Ganade, G.** 2001. Forest Restoration in abandoned pastures of central Amazonia. *In: R.O. Bierregaard-Jr, C. Gascon, L-T.E. Lovejoy & C.G. Mesquita. Lessons from Amazonia – The ecology and conservation of a fragmented forest.* Yale University Press, New Haven & London.
- Gentry, A.H.** 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Gentry, A.H.** 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *In: S.H. Bullock, H.A. Mooney, and E. Medina (eds.). Seasonally dry tropical forests.* Cambridge University Press, Cambridge. pp. 146-194.
- GEO BRASIL.** 2002. Perspectivas do meio ambiente no Brasil. Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. Edições IBAMA, Brasília.
- Gillespie, T.W., Grijalva, A. & Farris, C.N.** 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147: 37-47.
- Hubbell, S.P. & Foster, R.B.** 1986. Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. *In: M.J. Crawley (ed.). Plant Ecology.* Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 77-96.
- Hueck, K.** 1972. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. Polígono, São Paulo.
- IBGE.** 2004. Mapa da Vegetação do Brasil. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)
- Janzen, D.H.** 1980. Ecologia vegetal nos trópicos. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Joly, C.A., Leitão-Filho, H.F. & Silva, S.M.** 1991. O patrimônio florístico - The floristic heritage. *In: I.G. Câmara. (Ed.), Mata Atlântica - Atlantic Rain Forest. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo. pp. 96-107.*
- Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A.G., Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A.A., Pott, A., Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B.** 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51(5/6): 331-348.
- Kapos, V.** 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5 (2): 173-185.
- Klein, R.M.** 1980. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia* 32: 165-389.
- Klein, R.M.** 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia* 36: 5-54.
- Koslowski, T.T., Kramer, P.J. & Pallardy, S.G.** 1991. *Physiological ecology of woody plants.* Academic Press, New York.
- Laurance, W.F. & Yensen, E.** 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55: 77-92.
- Laurance, W.F., Bierregaard, Jr, R.O., Gascon, C., Dirham, R.K., Smith, A.P., Lynam, A.J., Viana, V.M., Lovejoy, T.E., Sieving, K.E., Sites, Jr., J.W., Andersen, M., Tocher, M.D., Kramer, E.A., Restrepo, C. & Moritz, C.** 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. *In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard Jr. (eds.). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.* University of Chicago Press, Chicago. pp. 502-514.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stoufer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G. & Sampaio, E.** 2002. Ecosystem decay of Amazonian Forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*: 16: 605-618.
- Leitão-Filho, H.F.** 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.
- Leitão-Filho, H.F.** (org.) 1993. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão.* Editora UNESP da Fundação para o Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista e Editora da Universidade de Campinas, Campinas.
- Leitão-Filho, H.F.** 1994. Diversity of arboreal species in Atlantic Rain Forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 66 (suplemento 1): 91-96.
- Lima, R.A.F.** 2005. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* 28 (4): 651-670.
- Lovejoy, T.E. & Bierregaard, Jr., R.O.** 1990. Central amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. *In: A.H. Gentry (ed.) Four neotropical rainforests.* Yale University Press, New Haven. pp. 60-71.

- Magnusson, W.E., Lima, A.P. & Lima, O.** 1996. Group lightning mortality of trees in a Neotropical forest. *Journal of Tropical Ecology* 12: 899-903.
- Mantovani, W.** 1993. Estrutura e dinâmica da floresta atlântica na Juréia, Iguape - SP. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mantovani, M., Ruschel, A.R., Puchalski, A., Silva, J.Z., Reis, M.S. & Nodari, R.O.** 2005. Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da Floresta Ombrófila densa. *Scientia Florestalis* 67: 14-26.
- Martins, S.V. & Rodrigues, R.R.** 2002. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. *Plant Ecology* 00:1-12.
- Méio, B.B., Freitas, C.Y., Jatobá, L., Silva, M.E.F., Ribeiro, J.F. & Henriques, R.P.B.** 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado *sensu stricto*. *Revista Brasileira de Botânica* 26 (4): 437-444.
- Meira-Neto, J.A.A., Bernacci, L.C., Grombone, M.T., Tamashiro, J.Y. & Leitão-Filho, H.F.** 1989. Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda, Atibaia, Estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 3: 51-74.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M.** 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15 (1): 89-113.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B.** 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32 (4b): 786-792.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10 (1): 58-62.
- Oliveira, R.J.** 2006. Variação da composição florística e da diversidade alfa das florestas atlânticas do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Oliveira-Filho, A.T., Almeida, R.J., Mello, J.M. & Gavilanes, M.L.** 1994. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 17 (2): 167-182.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L.** 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T., Carvalho, W.A.C., Machado, E.L.M., Higuchi, P.; Appolinário, V., Castro, G.C., Silva, A.C.; Santos, R.M.; Borges, L.F., Corrêa, B.S. & Bueno, J.M.A.** 2007. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999–2004). *Revista Brasileira de Botânica* 30 (1): 149-161.
- Pennington, R.T., Prado, D.E. & Pendry, C.A.** 2000. Neotropical seasonally dry forests and quarternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.

- Popma, J., Bongers, F., Martínez-Ramos, M. & Veneklaas, E.** 1988. Pioneer species distribution in treefall gaps in Neotropical rain forest, a gap definition and its consequences. *Journal of Tropical Ecology* 4: 77-88.
- Reis, A., Fantini, A.C., Reis, M.S., Nodari, R.O. & Guerra, M.P.** 1993. Experiências silviculturais para o manejo sustentado dentro do domínio da Floresta Tropical Atlântica. *In: Congresso Florestal Brasileiro, 7, Campos do Jordão, 1993. Anais... SBS / SBEF, Campos do Jordão* 1: 197-201.
- Rizzini, C.T.** 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil – Aspectos sociológicos e florísticos. v.2.* Hucitec, Edusp, São Paulo.
- Rizzini, C.T.** 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.* Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.
- Rocha-Mendes, F., Araújo, F.G.D., Pezzato, M.M., Ribeiro, O.M., Campos, R.I. & Portela, R.C.Q.** 2003. Influência de uma borda florestal sobre a riqueza e densidade de plântulas. *Curso de Campo Ecologia da Floresta Amazônica, Série Técnica* 1.
- Rodal, M.J.N., Lucena, M.F.A. Andrade, K.V.S. & Melo, A.L.** 2005. Mata do Toró: uma Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas no nordeste do Brasil. *Hoehnea* 32 (2): 283-294.
- Rolim, S.G., Couto, H.T.Z. & Jesus, R.M.** 1999. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). *Scientia Florestalis* 55: 49-69.
- Roovers, P. Baeten, S. & Hermy, M.** 2004. Plant species variation across path ecotones in a variety of common vegetation types. *Plant Ecology* 170: 107-119.
- São Paulo.** 1997. Decreto 759 - Mata Atlântica. Regulamentação para o Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margules, C.R.** 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Scudeller, V.V., Martins, F.R. & Shepherd, G.J.** 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152: 185-199.
- Silva, A.F. & Shepherd, G.J.** 1986. Comparações florísticas entre algumas matas brasileiras utilizando análise de agrupamento. *Revista Brasileira de Botânica* 9 (2): 81-86.
- Silva, L.A. & Soares, J.J.** 2002. Levantamento fitossociológico em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, no município de São Carlos, SP. *Acta Botanica Brasílica* 16 (2): 205-216.
- Tabarelli, M.** 1994. Clareiras naturais e a dinâmica sucessional em um trecho de floresta na Serra da Cantareira, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1997. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista brasileira de botânica* 20 (1): 57-66.

- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1999. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 22 (2): 217-223.
- Tonhasca-Júnior, A.** 2005. *Ecologia e História Natural da Mata Atlântica*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Townsend, C.R., Begon, M. & Harper, J.L.** 2006. *Fundamentos em Ecologia*. 2.ed. Artmed, Porto Alegre.
- Veloso, H.P.** 1962. Os grandes climaxes do Brasil. *Memórias do Instituto Osvaldo Cruz* 60 (2): 175-193.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A.** 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Viana, V.M.** 1990. Biologia e manejo de fragmentos florestais. *In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais... Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, Curitiba*. pp. 113-118.
- Viana, V.M., Tabanez, A.A.J. & Martins, J.L.A.** 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *In: Congresso Nacional sobre essências nativas, 2, São Paulo, 1992. Anais... Instituto Florestal de São Paulo*. pp. 400-407.
- Viana, V.M. & Tabanez, A.A.J.** 1996. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. *In: Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington. pp. 151-167.
- Walter, H.** 1986. *Vegetação e Zonas Climáticas: Tratado de Ecologia Global*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., São Paulo.
- Whitmore, T.C.** 1990. *An Introduction to tropical rain forests*. Oxford University Press, New York.
- Whittaker, R.H.** 1977. Species diversity in land communities. *Evolutionary Biology* 10: 1-67.
- Whittaker, R.J., Willis, K.J. & Field, R.** 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28 (4): 453-470.

## **CAPÍTULO 2**

**Variações florísticas e estruturais de comunidades arbóreas em diferentes níveis de exposição a uma trilha de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, Brasil**

ABSTRACT – (Floristic and structural variations of tree communities in different levels of exposition by trails in a Semideciduous Seasonal Forest, Viçosa, Minas Gerais State, Brazil). The opening and use of trails can modify parameters used in forest vegetation analysis, because they modify the light radiation, the temperature and the dynamics of seed dispersal in this site and neighboring areas. The present chapter proposes a pioneer study of the plant communities alterations caused by trails in a Semideciduous Seasonal Forest in Viçosa, Minas Gerais state, Brazil. Our hypothesis was that the samples would differentiate in diversity ( $H'$ ), species richness, recent and parcial death of plants, total density (averages) and ecological groups proportion, and could present alterations in floristic groups and in abundance value. We studied 10 plots in a forest area supposedly affected by trail: five in edge and other five at a distance of seven meters. We used, as a control, 10 plots in the closed area of the forest, at the same soil and topographic contexts like the first plots. The last stand (10 plots too) represented the entire fragment, enclosing different soil and topographic contexts. The results indicated alterations in the recent and parcial death of plants and total density averages, and the establishment of floristic groups and quantitative differentiation of the vegetation forest as it could expected by the interference of trail.

Key words: phytosociology, quantitative parameters, vegetation

RESUMO – (Variações florísticas e estruturais de comunidades arbóreas em diferentes níveis de exposição a uma trilha de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, Brasil). A abertura e utilização de trilhas, por modificarem a luminosidade, a temperatura e a dinâmica de dispersão de sementes em seu local de ocorrência e proximidades, podem alterar determinados parâmetros utilizados na análise da vegetação de uma floresta. Este capítulo propõe um estudo pioneiro sobre a interferência de uma trilha sobre a vegetação arbórea adjacente em Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A hipótese testada foi a de que os setores amostrais em análise variam em suas médias de diversidade ( $H'$ ), riqueza, mortalidade parcial recente (mortas em pé), densidade total e proporção de grupos ecológicos e apresentam alterações na formação de grupos florísticos e nos valores de abundância das espécies. Foram amostradas 10 parcelas em área presumivelmente influenciada pela trilha, sendo cinco na borda e outras cinco à distância de sete metros da trilha. Como controle amostral, 10 parcelas foram alocadas no interior do fragmento, em igual contexto edáfico e topográfico das parcelas próximas à trilha; o quarto setor amostral, também composto por 10 parcelas, representou a natureza do fragmento como um todo, abrangendo diferentes posições topográficas e classes de solos. Os resultados indicam alterações nos parâmetros mortalidade parcial recente e densidade total médias e formação de grupos florísticos e diferenciação quantitativa da vegetação de acordo com o nível predito de interferência da trilha.

Palavras-chave: fitossociologia, descritores quantitativos, vegetação

## Introdução

A utilização de áreas de recreação no interior de florestas vem se tornando uma prática bastante freqüente na vida contemporânea, o que pode facilmente ser explicado por fatores como aumento da população urbana, redução no número de horas de trabalho, desenvolvimento dos meios de transporte e maior investimento em lazer (Lima 1972). Atualmente, percebe-se a existência de muitas trilhas abertas com fins de visitação e lazer em fragmentos florestais brasileiros. Hoje, é consenso que o uso de trilhas interpretativas em Unidades de Conservação favorece a maior aproximação do homem com a natureza e possibilita a realização de atividades bastante didáticas na área de Educação Ambiental (Oliveira *et al.* 1999).

Para Andrade (2003), as trilhas, atravessando ou estando circunscritas às Unidades de Conservação, passam normalmente por ambientes naturais muitas vezes frágeis ou carentes de proteção. Segundo Cole (1978), o uso irrestrito de recreação em áreas naturais tende a prejudicar as comunidades vegetais que têm sido selecionadas nesses ambientes. Os responsáveis pelo planejamento da instalação de trilhas necessitam, segundo o autor, ter à sua disposição maiores informações a respeito da susceptibilidade de diferentes comunidades às mudanças resultantes da construção e uso dessas trilhas. Com esse conhecimento, poder-se-ia conceber e planejar, racionalmente, sistemas de trilhas que causassem menos impacto às comunidades vegetais mais susceptíveis.

A remoção da vegetação nativa para abertura de trilhas acarreta aumento na precipitação direta e na intensidade de luz, levando também a alterações nas condições de drenagem, no ciclo de nutrientes e na dispersão por vetores. Comparações entre análises da vegetação no momento da abertura de trilhas e em estágio posterior revelam respostas de longo prazo, pois as plantas teriam tido tempo para se adaptar (Cole 1978). Segundo este autor, possíveis alterações na vegetação podem ser mensuradas diretamente, dentro da mesma formação vegetal, por meio da comparação entre a vegetação imediatamente adjacente a trilhas e a vegetação mais distante da mesma.

Devido à escassez de estudos em áreas florestais atravessadas por trilhas, não se sabe, ainda, se o efeito resultante seria similar àquele causado por clareiras e por bordas de fragmentos. Esta é uma questão extremamente interessante sob o ponto de vista de manejo e conservação, já que os efeitos de borda e de clareiras são razoavelmente bem conhecidos. Estudos que possam indicar semelhanças entre as conseqüências causadas por trilhas e clareiras ou entre trilhas e borda seriam muito bem-vindos para o gerenciamento ambiental dos nossos ecossistemas. Levantar a composição e a estrutura da vegetação que acompanha as trilhas pode significar o levantamento da vegetação adjacente a uma enorme clareira longitudinal de origem antrópica?

Uma questão que se coloca, ao comparar o efeito de borda ao efeito de uma trilha, é a magnitude das respostas vegetacionais à perturbação imposta. Inegavelmente, a borda de um fragmento apresenta-se muito mais exposta à ação externa, com ventos mais fortes e maior incremento em luminosidade e temperatura do que a vegetação próxima a uma trilha. Porém, dependendo da largura da trilha e da situação do fragmento em questão, efeitos próximos ou tão sérios quanto os de borda poderiam se fazer sentir na composição e estrutura florestais.

As trilhas poderiam, em certos casos, elevar a diversidade, a riqueza e a densidade total na área florestal adjacente? Considerando a premissa de que a interferência das trilhas assemelha-se, em diversos aspectos, às clareiras e ao efeito de borda, essa possibilidade é concreta. Por outro lado, ao cortar uma parte considerável do fragmento, as trilhas estariam impondo condições mais restritivas àquele habitat e, talvez, reduzindo a chance de estabelecimento de novas espécies e novos indivíduos a partir da matriz, e simultaneamente, poderiam estar causando extinção local por alterações, por exemplo, em sua dinâmica de dispersão de propágulos. Dada a escassez de estudos sobre esse tema, faz-se necessário testar hipóteses que considerem essas possibilidades, a fim de direcionar novos estudos que venham a favorecer embasamento científico para a conservação dessas áreas.

Adicionalmente, ao se comparar a vegetação sob efeito predito da trilha e a vegetação em variados habitats em uma mesma região da floresta, o que se poderia esperar? Não há dúvidas de que ambientes mais heterogêneos podem acomodar mais espécies, seja por proporcionar microclimas distintos, seja por elevar a extensão do espectro de recursos utilizados (Townsend *et al.* 2006). Espera-se, portanto, que a diversidade e a riqueza de espécies sejam elevadas em variadas condições de topografia e solos, por exemplo, mas ainda não se tem condições de supor - e prever - que esses parâmetros sejam superiores às áreas adjacentes a trilhas na mesma região da floresta. O que se tem condições de acreditar, no atual estágio de conhecimento disponível, é que a composição florística varia substancialmente entre essas diferentes áreas, pois tendem a responder a condições ambientais distintas.

Essas predições, evidentemente, dependerão ainda de fatores como forma, tamanho, histórico, situação ambiental e utilização presente e pretérita da floresta em estudo. Além disso, outros parâmetros, além da diversidade e da riqueza, devem ser colocados em pauta, tais como mortalidade e proporção de grupos ecológicos. Em relação a esse último, poderíamos esperar, por um lado, que a vegetação mais próxima das trilhas apresentasse maior proporção de espécies e de indivíduos anemocóricos em relação aos zoocóricos, por se tratar de uma área mais aberta da floresta, e maior proporção de espécies e de indivíduos em estágios iniciais de sucessão, em razão

de características como maior luminosidade, por exemplo. Por outro lado, a facilidade que as trilhas apresentam para a passagem de animais tende a favorecer a ocorrência de zoocoria. Assim, uma hipótese a ser testada seria a de que a trilha determinaria uma distribuição de frequência de zoocoria similar à de ocorrência de anemocoria.

Uma região de particular interesse conservacionista, e que poderia servir muito bem a um projeto piloto envolvendo trilhas, situa-se no sudeste de Minas Gerais. De acordo com Ab'Saber (2003), a região apresentava uma faixa contínua de florestas em áreas geomorfologicamente típicas de “mares de morros”, tendo sido denominada, por possuir esta configuração, Zona da Mata Mineira. As Florestas Estacionais Semidecíduas da região, em particular, foram bastante modificadas pelo ciclo do café e pela pecuária extensiva e, mais recentemente, pelo plantio da cana-de-açúcar (Valverde 1958, Meira-Neto & Silva 1995). Ao contrário do que ocorria até poucos anos atrás, elas vêm sendo estudadas de forma intensiva, com levantamentos florísticos e fitossociológicos de grande importância para o entendimento da dinâmica dos fragmentos desta região (Almeida & Souza 1997, Meira-Neto *et al.* 1997, Meira-Neto & Martins 2000, Senra 2000, Silva *et al.* 2000, Soares-Júnior 2000, Irsigler 2002, Paula *et al.* 2002, Marangon *et al.* 2003). Esses fragmentos requerem práticas conservacionistas urgentes, não estando, portanto, em situação diferente da de outros ecossistemas brasileiros (Marangon *et al.* 2003).

Embora se reconheça, amplamente, a importância de estudos básicos envolvendo essas florestas, áreas atravessadas por trilhas ainda não foram avaliadas quanto ao possível impacto a que estão sujeitas. Dada a importância deste tipo de estudo como parte dos esforços empreendidos no sentido da manutenção da biodiversidade vegetal e da recomposição de áreas nativas, o estudo da vegetação próxima a trilhas de uso público torna-se uma necessidade cada vez mais evidente. Para que se possa planejar corretamente e compreender a dinâmica e o funcionamento da vegetação em uma área tão peculiar das nossas florestas, faz-se necessário um amplo programa de estudos florísticos e fitossociológicos, além da aplicação de estudos relacionados a fatores abióticos como solo, clima e relevo.

O presente trabalho teve por objetivos caracterizar, florística e estruturalmente, quatro setores da Mata da Biologia, em Viçosa, MG, em área cortada por uma trilha. Os setores foram denominados Borda (junto à trilha), Distância Média (a 7 m da trilha), Controle (área no interior da floresta em igual situação edáfica e topográfica dos setores Borda e Distância Média) e Floresta (área com diferentes situações edáficas e topográficas).

Cabe esclarecer que não foi objetivo deste trabalho apresentar um levantamento clássico, no qual se pretendia contribuir para o conhecimento florístico e fitossociológico da vegetação de um

fragmento florestal. A Mata da Biologia, em Viçosa, é razoavelmente bem conhecida, e acredita-se que estudos que objetivem levantamentos devam ser focados para áreas menos conhecidas floristicamente. Na Zona da Mata de Minas Gerais, por exemplo, há localidades em que, quando muito, raros estudos florísticos e fitossociológicos foram realizados até o presente momento. Nestas localidades, um estudo como o proposto aqui não seria o ideal no presente momento.

As perguntas que nortearam o presente trabalho foram:

- 1) Há variação florística e estrutural entre os setores Borda, Distância Média, Controle e Floresta?
- 2) Como varia a proporção de espécies anemocóricas e zoocóricas entre esses quatro setores?
- 3) Como varia a proporção de espécies pioneiras e tardias entre esses quatro setores?
- 4) Como variam diversidade, equabilidade, riqueza de espécies, densidade total e mortalidade recente entre esses quatro setores?

A hipótese central foi a de que a vegetação apresenta diferenças florísticas e estruturais nos diferentes setores amostrados. Esta hipótese foi subdividida, didaticamente, em quatro:

- 1) A vegetação arbórea dos setores Borda e Distância Média possui diversidade, riqueza média e densidade média diferentes do que esses valores para a vegetação arbórea no Controle.
- 2) O setor Floresta possui a diversidade mais alta entre os quatro setores amostrados.
- 3) A vegetação arbórea do setor Borda possui maior proporção de espécies de estágio inicial de sucessão do que a vegetação arbórea dos setores Distância Média e do interior da floresta, mas o mesmo não se pode dizer para a proporção de espécies anemocóricas e zoocóricas, situação em que se testará a hipótese de igualdade entre as médias.
- 4) A similaridade florística entre os quatro setores é baixa, havendo a formação de dois grupos bem distintos: o da vegetação adjacente à trilha (setores Borda e Distância Média) e o da vegetação presumivelmente sem interferência das trilhas (setores Controle e Floresta).

## Material e Métodos

### Área de estudo

A Mata da Biologia, pertencente ao *campus* da Universidade Federal de Viçosa, configura-se como um fragmento de Floresta Atlântica com área total de aproximadamente 75 ha (Paula *et al.* 2002) e enquadra-se, segundo a classificação de Veloso *et al.* (1991), no grupo das Florestas Estacionais Semidecíduas Montanas. O município de Viçosa encontra-se localizado nas coordenadas geográficas 20°45'S e 42°51'W, a uma altitude média de 650 m, no sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 1). O clima da região é do tipo C<sub>wa</sub> (mesotérmico úmido, com verões quentes), segundo a classificação de Köppen, com déficit hídrico entre maio e setembro e excedente de precipitação entre dezembro e março (Golfari 1975).

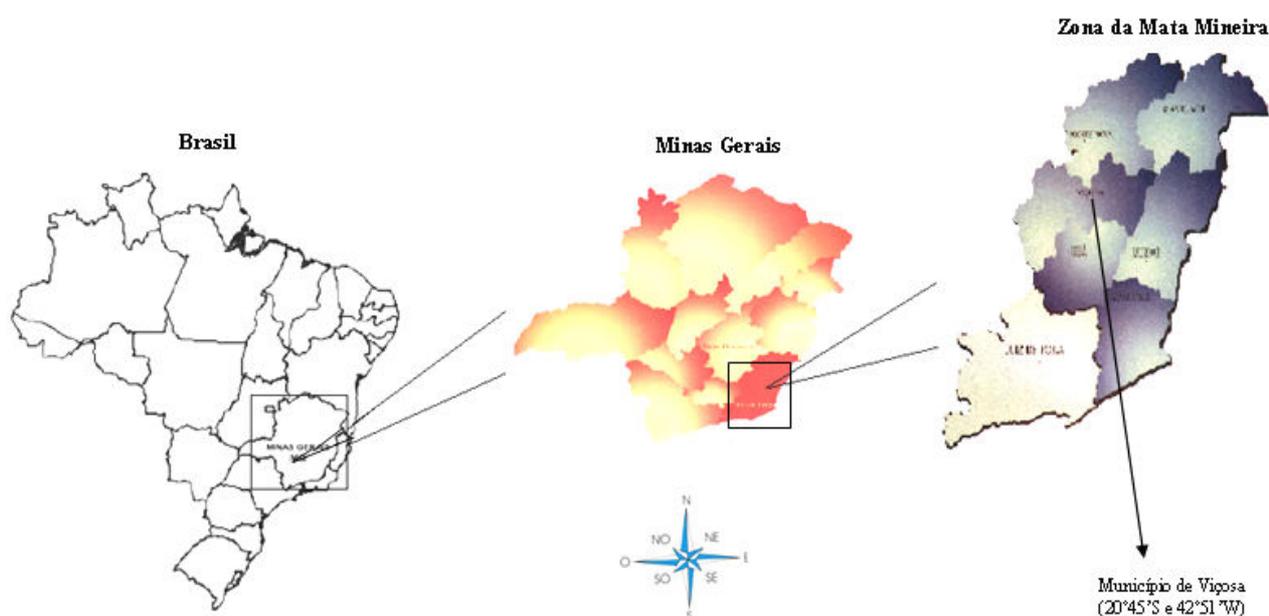


Figura 1. Localização do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

O município de Viçosa compreende uma área deprimida entre o Planalto do Alto Rio Grande, na Serra da Mantiqueira, e prolongamentos da Serra do Caparaó. O relevo é 85% montanhoso, 12% ondulado e 3% plano, e em seu embasamento rochoso, predominam rochas gnáissicas do Pré-Cambriano. Pertence à Bacia do Rio Doce e o principal curso d'água é o Ribeirão São Bartolomeu, afluente do Rio Turvo Sujo. A agricultura, no município, é praticada principalmente nos vales, onde também ocorre a maior concentração urbana; as encostas são utilizadas, predominantemente, para pastagens, reflorestamentos e cultivo de café (Viçosa 2007).

O solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, embora também sejam encontrados o Argissolo Vermelho-Amarelo e o Cambissolo (Embrapa Solos 2006; Ferreira-Júnior *et al.* 2007).

O fragmento em estudo possui fisionomia irregular, com diferentes posições topográficas e níveis de exposição solar em áreas relativamente próximas, sendo atravessado por algumas trilhas de uso público, dentre as quais se destaca a do Sauá, escolhida como referência para o presente levantamento.

## Amostragem

### Escolha da área e método empregado

Procurou-se, na escolha da área a ser amostrada, evitar o efeito de borda mais agressivo (*sensu* Laurance *et al.* 1997) da parte externa do fragmento. Assim, tendo sido empregado o método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), as unidades amostrais foram instaladas na porção central da trilha em estudo (Figura 2), a qual apresentava, nesta área, fisionomia relativamente homogênea.

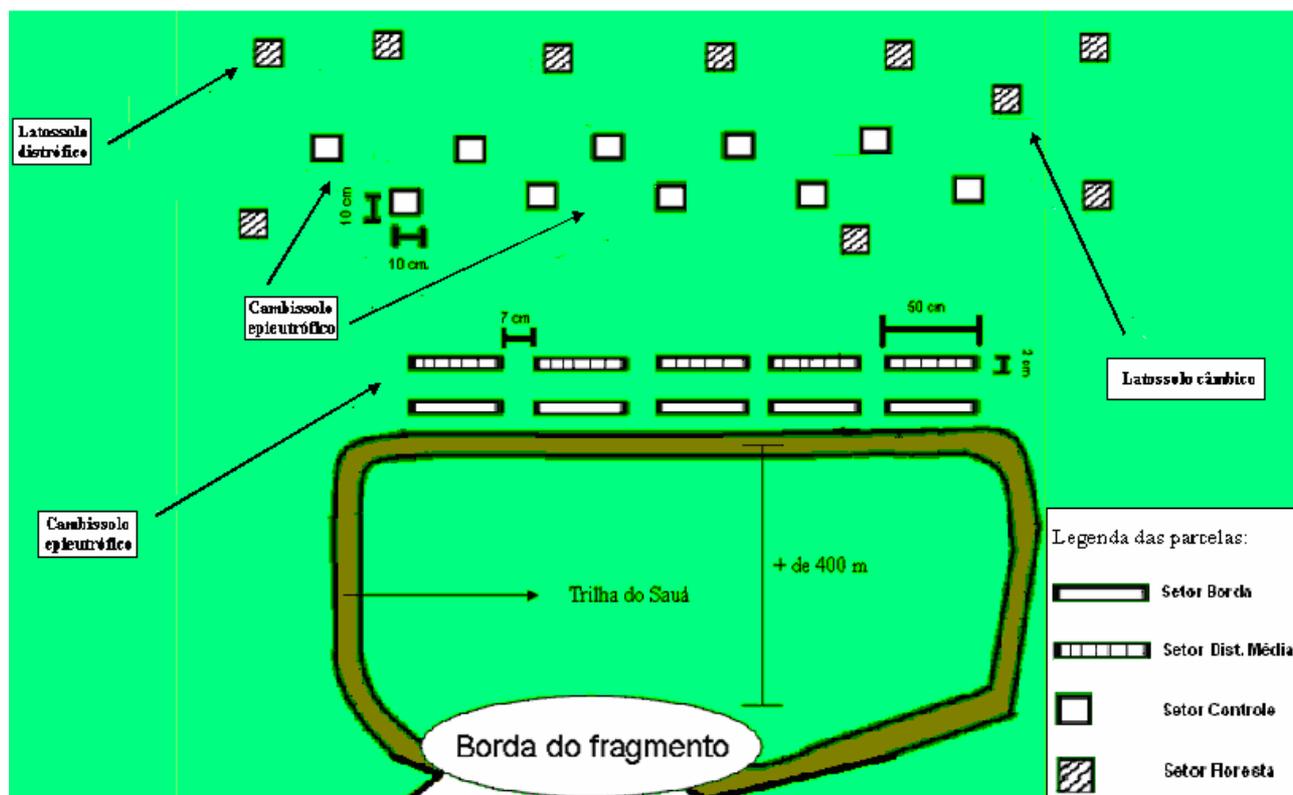


Figura 2. Desenho amostral do levantamento realizado na região central da trilha do Sauá, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. A distância entre a borda do fragmento e a área amostrada não se encontra em escala. Toda a área em verde refere-se à vegetação florestal nativa.

A área amostrada foi previamente dividida em quatro setores (Figura 2), os quais foram, após a obtenção dos dados florísticos e dos parâmetros fitossociológicos, comparados entre si. Para a caracterização edáfica desses quatro setores utilizou-se o croqui apresentado por Ferreira-Júnior *et al.* (2007). Os quatro setores foram denominados Borda, Distância Média, Controle e Floresta. Os três primeiros apresentam vegetação situada sobre Cambissolo Epieutrófico, e o último, sobre Latossolo Distrófico, Latossolo Câmbico e Cambissolo Epieutrófico. Os três primeiros encontram-se na mesma posição topográfica e, conforme dito acima, sua vegetação repousa sobre o mesmo tipo de solo. A decisão de se amostrar mais um nível de interior de mata (o setor Floresta) deveu-se ao interesse de que este pudesse representar as diferentes situações edáficas e topográficas da floresta estudada, contribuindo para a caracterização ampla daquela região do fragmento e propiciando mais um nível de investigação sobre as similaridades florísticas e estruturais da floresta estudada.

#### Tamanho e alocação das unidades amostrais

Foram alocadas dez parcelas na região presumivelmente sob interferência da trilha, sendo cinco no setor Borda e outras cinco parcelas no setor Distância Média, emparelhadas entre si (Figura 2). Cada parcela fez uma área de 100 m<sup>2</sup> (2 x 50 m). O maior lado das parcelas acompanhou o comprimento da trilha, de maneira a reproduzir com fidelidade a estrutura vegetacional arbórea que a acompanha.

No momento de se delinear a amostragem dos setores Controle e Floresta - áreas presumivelmente livres da interferência da trilha - optou-se, em um primeiro momento, por amostrar o mesmo número de parcelas dos demais setores. Isto garantiria maior confiabilidade em análises comparativas envolvendo diversidade e similaridade florística. Esta amostragem compreendeu o que se convencionou denominar 1º nível de análise. Porém, a restrição imposta pelo ambiente ao tamanho da área amostral dos setores Borda e Distância Média (ver considerações mais aprofundadas no Capítulo 4) não se aplicava às áreas de interior de mata; além disso, o tratamento estatístico permite que se analisem tratamentos com número diferente de repetições (Vieira 1980). Maior amostragem nos setores Controle e Floresta traria vantagens no sentido de se caracterizar com maior propriedade e profundidade a estrutura da vegetação florestal sem influência predita de trilhas.

Assim, foram amostradas, no 2º nível de análise, 10 parcelas de 100 m<sup>2</sup> no setor Controle e outras 10, de mesma área, no setor Floresta – sendo, para cada setor, as cinco já amostradas no primeiro nível de análise mais cinco novas parcelas. No setor Floresta, houve aleatorização na

escolha das 10 parcelas, de forma a contemplar diferentes condições edáficas e topográficas sem tendenciosidade. Seguindo as orientações clássicas de Fitossociologia para áreas de interior de mata, as parcelas nesses setores foram de 10 x 10 m, já que parcelas retangulares tendem a agregar heterogeneidade e captar efeito de gradientes às amostras (Felfili & Rezende 2003), o que não se desejava para áreas “neutras” deste estudo. Assim, as dimensões das parcelas em cada setor foram adaptadas aos respectivos contextos, sendo, porém, de áreas iguais (100 m<sup>2</sup>). Hirata (2006) assumiu outro pressuposto para o estudo de sua área controle, no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo: a autora manteve as dimensões 2 x 50 m por assumir a existência de uma “trilha imaginária” naquela região da floresta, simulando o que se encontraria antes da abertura e utilização de uma trilha.

As duas áreas do interior de mata, somadas, contribuíram com 0,2 ha, que adicionados aos 0,1 ha dos setores Borda e Distância Média, totalizaram 0,3 ha de vegetação amostrada no presente estudo.

#### Composição e Estrutura

Foram amostrados todos os indivíduos com diâmetro do caule a 1,30 m de altura do solo (DAP) igual ou superior a 2,5 cm. A medição foi realizada com fita métrica, obtendo-se assim a circunferência a 1,30 m de altura do solo (CAP), sendo esse valor posteriormente convertido para DAP. Nas áreas com declividade, o CAP foi mensurado tendo como referência o lado mais alto do terreno. Nos indivíduos em que a ramificação do caule ocorreu a menos de 1,30 m de altura do solo, tomou-se a medida de cada um dos perfilhos; indivíduos em que pelo menos um dos perfilhos estivesse dentro do critério de inclusão foram incluídos na amostragem, e os CAP de todos os perfilhos foram anotados. Cada indivíduo amostrado foi marcado com um número, sendo utilizados prego e plaquetas de alumínio. Os indivíduos mortos em pé também foram plaqueados e seus CAP mensurados para análise.

Os indivíduos amostrados foram coletados seguindo as orientações de Fidalgo & Bononi (1989) e identificados em níveis de classe e de família, segundo a classificação proposta pela APG II (2003), e de gênero e de espécie, segundo publicações taxonômicas e consultas a especialistas. Recorreu-se, ainda, aos acervos dos herbários do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (VIC) e do Instituto de Botânica de São Paulo (SP). Para a correta grafia dos nomes genéricos e específicos, consultou-se o banco de dados do W3Trópicos do MOBOT (2007).

## Descritores quantitativos

Foram calculados, com base nos dados das planilhas de campo, os seguintes descritores quantitativos:

*Densidade absoluta (DA)* (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974): refere-se ao número de indivíduos de uma espécie por área.

$$DA = n_i / A$$

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$A$  = área considerada na amostragem

*Densidade relativa (DR)* (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974): refere-se à relação entre o número de indivíduos de uma espécie e a soma dos indivíduos de todas as espécies consideradas na amostragem, sendo expressa em porcentagem.

$$DR = (n_i / N) \times 100$$

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = total de indivíduos de todas as espécies amostradas

*Frequência absoluta (FA)* (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974): é a relação entre o número de unidades amostrais em que uma determinada espécie ocorreu e o número total de parcelas amostradas. Parâmetro expresso em porcentagem.

$$FA_i = (P_i / P) \times 100$$

$P_i$  = número de parcelas em que a espécie  $i$  ocorreu

$P$  = número total de parcelas

*Frequência relativa (FR)* (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974): é a relação entre a FA de uma espécie e a soma das FA de todas as espécies amostradas.

$$FR_i = (FA_i / FAT) \times 100$$

$FA_i$  = frequência absoluta da espécie  $i$

$FAT$  = soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas

*Dominância absoluta (DoA) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974)*: expressa a área basal de uma espécie na área. A área basal é calculada a partir dos DAP mensurados em campo para cada indivíduo da espécie.

$$DoA_i = g_i \times 10000 / A$$

$g_i$  = soma da área transversal do caule a 1,30 m do solo de todos os indivíduos da espécie  $i$

*Dominância relativa (DoR) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974)*: compreende a relação entre a área basal total de uma espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas.

$$DoR_i = (DoA_i / DoAT) \times 100$$

$DoA_i$  = dominância absoluta da espécie  $i$

$DoAT$  = dominância absoluta total =  $\sum DoA$

*Valor de Importância (VI) (modificado de Matteucci & Colma 1982)*: revela a posição sociológica de uma espécie dentro da comunidade. Compreende a soma de Densidade, Frequência e Dominância Relativas (DR, FR e DoR, respectivamente) para uma determinada espécie. O valor máximo que o VI pode atingir é 300. Esse parâmetro também pode ser expresso em porcentagem, conforme se optou para as tabelas fitossociológicas do presente estudo.

$$VI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$$

Para estimar a diversidade total e em cada setor amostrado, foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) (Pielou 1975), o qual se caracteriza por não ser paramétrico e por atribuir maior valor às espécies raras. Uma denominação também aceita para  $H'$  é Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, devido ao fato de o pesquisador Wiener ter desenvolvido, paralelamente, essa mesma fórmula. No entanto, “Índice de Diversidade de Shannon-Weaver”, encontrado em certas referências, apresenta incorreção, pois, como afirma Magurran (1988), Weaver foi co-autor de Shannon em um livro no qual o índice foi apresentado, mas não co-autor da equação.

$$H' = (- \sum p_i \ln p_i)$$

$p_i$  = estimativa da proporção de indivíduos ( $i$ ) encontrados de cada espécie.

Para estimar a Equabilidade, foi utilizado o Índice de Pielou ( $J$ ) (Pielou 1975).

$$J = H' / \ln S = H' / H_{max}$$

$H'$  = Índice de Diversidade de Shannon

$S$  = número total de espécies amostradas

Para o cálculo desses parâmetros e índices, foi utilizado o programa MATA NATIVA versão 2.0 (Cientec 2004).

### **Classificação ecológica das espécies**

As espécies identificadas no presente estudo foram classificadas ecologicamente segundo sua categoria sucessional e segundo sua síndrome de dispersão.

Classificação sucessional - seguiu-se, no presente trabalho, a classificação de Gandolfi *et al.* (1995), que agrupam as espécies em uma das seguintes categorias: pioneira, secundária inicial ou secundária tardia. Para a determinação sobre a qual categoria sucessional pertenceria cada uma das espécies amostradas no presente estudo, procedeu-se a um levantamento na literatura, sendo consultados alguns trabalhos desenvolvidos na região de Viçosa. Quando a determinação foi unânime para todos os autores ou nos casos de largo predomínio de uma das categorias, a consulta foi encerrada; porém, em situações de evidente discordância entre os autores, referências de trabalhos desenvolvidos em outras áreas foram consultadas para se dirimir qualquer dúvida. Nestes casos, observações de campo também foram consideradas. Espécies exóticas não foram classificadas. Para as análises de variância (ANOVA), espécies pioneiras e secundárias iniciais receberam a denominação de “iniciais”, enquanto as secundárias tardias foram definidas como “tardias”.

Classificação em Síndromes de Dispersão - as espécies foram classificadas, quanto à síndrome de dispersão, em anemocórica, zoocórica ou autocórica, seguindo Pijl (1982). Nos casos em que se verificou grande controvérsia entre os diversos autores consultados, ou quando a literatura simplesmente não apresentava a síndrome, optou-se por não classificar a espécie em questão. Foram de especial relevância para esta etapa as seguintes referências: Morellato & Leitão-Filho (1992), Mikich & Silva (2001) e Nappo *et al.* (2004).

### **Análise estatística dos dados**

A) Análise de Variância (ANOVA): a fim de se estabelecer se haveria ou não diferença estatisticamente significativa entre os descritores utilizados para se avaliar a interferência das trilhas nas diferentes situações amostradas, foi aplicada ANOVA e, quando necessário, teste *a posteriori* de Tukey, para: equabilidade; densidade média total; indivíduos mortos em pé (mortalidade recente

parcial); proporção entre espécies (e entre indivíduos de espécies) anemocóricas e zoocóricas; proporção entre espécies (e entre indivíduos de espécies) de estágio inicial e tardio de sucessão. Os parâmetros riqueza e diversidade foram analisados com base em seus valores absolutos.

B) Análise de Agrupamento: para se avaliar o nível de ligação florística entre os quatro setores amostrados, foram construídas duas matrizes, uma de dados florísticos binários (presença x ausência) e outra, de abundância. Para a matriz de abundância, espécies raras – com apenas um indivíduo – foram eliminadas. As espécies constituíram os descritores (colunas) e os setores, os objetos (linhas).

Utilizou-se, para os dados binários, o Índice de Jaccard, pois este, além de eliminar a dupla-ausência, dá maior peso às espécies exclusivas (Valentin 2000); para a matriz de abundância, aplicou-se o Índice de Morisita. Aplicou-se a metodologia de análise de agrupamento por média de grupo (UPGMA), sendo obtido um dendrograma de similaridade e uma tabela de similaridade “em escada” por meio do software PAST (Hammer *et al.* 2001).

C) Ordenação: para se estabelecer o posicionamento das espécies ao longo de eixos representativos de valores de abundância, foram empregados os métodos de ordenação PCA (*Principal Component Analysis*, Análise em Componentes Principais, segundo Jolliffe 1986) e CA (*Correspondence Analysis*, Análise de Correspondência, segundo Hill 1973, 1974), os quais desconsideram, *a priori*, o controle de fatores ambientais. A PCA foi empregada em dois níveis: 1) apenas com dados totais para os setores em estudo, a fim de proporcionar uma visão ampla sobre as semelhanças ou dessemelhanças ecológicas entre Borda, Distância Média, Controle e Floresta; 2) com dados para cada uma das 30 parcelas amostradas e incluindo a função “biplot”, apresentando, assim, informações sobre o nível de associação entre as espécies e as parcelas. Justifica-se o uso da PCA por ser um método amplamente utilizado em Ecologia e proporcionar um sistema reduzido de coordenadas, resultando em informações sobre as semelhanças ecológicas das amostras (Valentin 2000). Já a CA possui como grande vantagem o fato de que as ordenações das espécies e das amostras são obtidas simultaneamente, permitindo a análise das relações entre amostras e espécies de modo rápido e prático (Valentin 2000).

Para o processamento dos dados por meio desses métodos, matrizes de abundância de espécies (correlação) foram construídas, tendo sido eliminadas as espécies representadas por menos de 10 indivíduos na amostragem, por não contribuírem significativamente com a análise total dos dados, além de potencializarem a chance de erros de interpretação (Gauch 1982). Os setores ou as parcelas constituíram-se os objetos (linhas), e as espécies, os descritores (colunas). Por questão de espaço, as espécies foram inseridas no gráfico contendo apenas as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico. Optou-se por utilizar o programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para o processamento dos dados e obtenção dos gráficos e autovalores.

## Resultados e Discussão

### Composição Florística

Os quatro setores amostrados resultaram em uma listagem florística composta por 130 espécies, distribuídas em 34 famílias mais as categorias “Indeterminadas” e “Mortas”, perfazendo um total de 1104 indivíduos (Tabela 1). Esses valores surpreendem dada a área relativamente reduzida de amostragem (0,3 ha), podendo ser explicado tanto pelo critério de inclusão adotado no presente estudo ( $DAP \geq 2,5$  cm) como pela alta densidade de indivíduos principalmente nas áreas próximas à trilha. Assim, tanto o desenho amostral como o esforço de campo empregados no presente estudo podem ser avaliados de forma positiva e, sobretudo, adequados ao fragmento florestal em questão.

Todas as espécies amostradas são angiospermas, sendo 122 delas “dicotiledôneas” - Eudicotiledôneas ou Magnolídeas (*sensu* APG II 2003) - e apenas duas monocotiledôneas: *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana*, ambas pertencentes à mesma família, Arecaceae. Cinco espécies não puderam ser determinadas, recebendo a condição provisória de Indeterminadas.

A família com maior riqueza de espécies foi Fabaceae (Leguminosae), com 21 espécies (Figura 3). Lauraceae e Rubiaceae vieram a seguir, com 14 cada, à frente de Annonaceae (8), Meliaceae (7) e Myrtaceae (6). A predominância das três primeiras, especialmente Fabaceae, em levantamentos realizados na região já havia sido documentada por vários autores (*e.g.*, Meira-Neto & Martins 2002, Marangon *et al.* 2003).

O Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi de 3,7, e o Índice de Equabilidade de Pielou ( $J$ ), de 0,76, considerado os dados de todas as 30 parcelas analisadas. Em relação aos levantamentos fitossociológicos realizados na região de Viçosa (*e.g.*, Ribas 2001, Silva-Júnior 2002, Meira-Neto & Martins 2003, Gasparini-Júnior 2004), o  $H'$  encontrado no presente estudo pode ser considerado elevado, assim como o obtido por Ferreira-Júnior (2005) em área bastante próxima da amostrada no presente estudo. Segundo Meira-Neto & Martins (2000), o  $H'$  nas florestas estacionais da Zona da Mata de Minas Gerais situa-se, em geral, entre 3,2 e 4,02, e o  $J$ , entre 0,73 a 0,88. Ambos os índices apresentados neste levantamento, portanto, encontram-se dentro do esperado para um fragmento da região.

O setor Borda apresentou 59 espécies, pertencentes a 22 famílias, perfazendo um total de 250 indivíduos. A família mais rica foi Fabaceae (10 espécies), seguida por Lauraceae (8) (Figura 4). O  $H'$  encontrado foi de 3,23, e o  $J$ , de 0,79.

O setor Distância Média apresentou 56 espécies, distribuídas em 24 famílias, com 181 indivíduos presentes. A família Rubiaceae destacou-se pelo número de espécies (10), seguida por Lauraceae (7) (Figura 5). O  $H'$  encontrado foi de 3,21, o  $J$ , de 0,8, muito próximos, portanto, do setor Borda.

No primeiro nível de análise, envolvendo áreas amostrais iguais entre os quatro setores, o setor Controle apresentou 41 espécies, 21 famílias (dentre as quais destacaram-se Meliaceae, com seis espécies, Rubiaceae, Lauraceae e Fabaceae, com cinco cada, conforme mostra a Figura 6) e 149 indivíduos, e o setor Floresta, 57 espécies distribuídas entre seus 180 indivíduos, pertencentes a 28 famílias (a mais rica destas foi Fabaceae, com 10 espécies, seguida por Meliaceae, com cinco – Figura 7). O Controle apresentou  $H'$  de 2,99, e o setor Floresta, de 3,48. Em relação ao  $J$ , este valor foi de 0,81 para o Controle e de 0,86 para o setor Floresta.

No segundo nível de análise, envolvendo 10 repetições para os setores teoricamente livres da interferência da trilha, foram encontradas 63 espécies, 27 famílias e 330 indivíduos no setor Controle, e 68 espécies, 30 famílias e 343 indivíduos no setor Floresta. No Controle, as famílias Fabaceae e Rubiaceae foram as mais ricas, com nove e oito espécies, respectivamente (Figura 8); no setor Floresta, quem liderou no número de espécies foi Fabaceae (13), seguida por Rubiaceae (6) (Figura 9). Com relação ao  $H'$ , obteve-se o mesmo valor (3,42) para cada um desses setores. O  $J$  variou ligeiramente: 0,83 no Controle e 0,81 no setor Floresta.

O setor Floresta comprovou, em valores absolutos, o que dele se esperaria, em razão de sua vegetação repousar sobre variados tipos de solos e localizar-se em diferentes posições topográficas, ou seja, seu habitat bastante heterogêneo naturalmente favorece a existência e coexistência de um elevado número de espécies (Townsend *et al.* 2006).

Excluindo o setor Floresta da interpretação dos valores absolutos, a tendência à maior riqueza na borda da trilha, ao que se soma o maior valor de  $H'$  para o setor (Tabela 2), vai ao encontro do que afirmam as clássicas teorias sobre o efeito de clareiras (Brokaw 1985, Denslow 1987). As alterações ambientais proporcionadas pelas clareiras tendem a ter grande relevância no estabelecimento e crescimento de muitas espécies vegetais, produzir habitats favoráveis para espécies que requerem luminosidade elevada, promover altas taxas de crescimento, proporcionar resistência a herbívoros e patógenos e reduzir a dominância de poucas espécies na comunidade (Hartshorn 1978, Huston 1979, Coley 1983, Hubbel & Foster 1990, Denslow 1995). Assim, para o parâmetro riqueza, a interferência da trilha do Sauá apresenta semelhanças nítidas com o efeito causado por clareiras.

Tabela 1. Listagem florística do levantamento realizado em um trecho da Mata da Biologia, em Viçosa, MG, Brasil, apresentando categoria sucessional (CS), síndrome de dispersão (SD) e presença ou não das espécies nos quatro diferentes setores amostrados. P: Pioneira; SI: Secundária Inicial; ST: Secundária Tardia; ANE: anemocórica; ZOO: Zoocórica; AUT: Autocórica; NC: não classificada.

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
ANNONACEAE						
<i>Annona cacans</i> Warm.	NC	ZOO		X	X	X
<i>Guatteria cf. ferruginea</i>	NC	ZOO	X			
<i>Guatteria sellowiana</i> Schltld.	SI	ZOO	X			
<i>Guatteria</i> sp.	NC	ZOO	X	X		
<i>Guatteria villosissima</i> Saint-Hilaire	SI	ZOO	X			X
<i>Rollinia laurifolia</i> Schltld.	SI	ZOO			X	X
<i>Rollinia sericea</i> (R.E. Fr.) R.E. Fr.	SI	ZOO			X	X
<i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hil.) Martius	SI	ZOO			X	
ARECACEAE						
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	ST	ZOO	X	X		
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	SI	ZOO		X	X	X
BIGNONIACEAE						
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	SI	ANE				X
BURSERACEAE						
<i>Protium warmingiana</i> March,L.	ST	ZOO	X	X	X	X
CARDIOPTERIDACEAE						
<i>Citronella megaphylla</i> (Miers) R.A. Howard	SI	ZOO	X	X	X	X
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	ST	ZOO	X			X

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
CATEGORIA DAS MORTAS						
Morta	NC	NC	X	X	X	X
CLUSIACEAE						
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana	ST	ZOO		X		X
ERYTHROXYLACEAE						
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	SI	ZOO				X
EUPHORBIACEAE						
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	SI	ZOO	X	X		
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	P	ZOO				X
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	P	AUT			X	
FABACEAE						
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	SI	ANE				X
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	SI	ANE	X	X	X	X
<i>Bauhinia forficata</i> Link	SI	AUT			X	X
<i>Cassia ferruginea</i> (SCHRADER) Schrader ex DC.	SI	AUT				X
<i>Copaifera</i> sp.	NC	NC	X	X		
<i>Dalbergia cf. foliolosa</i>	NC	ANE			X	
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	SI	ANE	X	X		X
Fabaceae 1	NC	NC	X			
Fabaceae 2	NC	NC	X			

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
<i>Inga affinis</i> DC.	SI	ZOO			X	X
<i>Inga marginata</i> Willd.	SI	ZOO				X
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	SI	ANE				X
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	SI	ANE		X		X
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	SI	ANE	X	X	X	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	SI	ANE	X	X	X	X
<i>Pithecellobium langsdorffii</i> Benth.	SI	ANE			X	X
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	SI	ANE	X		X	X
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima	SI	ANE	X			
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	P	AUT			X	
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	SI	AUT	X			
<i>Swartzia elegans</i> Schott	ST	ZOO				X
LACISTEMATACEAE						
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	SI	ZOO		X		
LAURACEAE						
<i>Aniba firmula</i> (Nees & C. Mart.) Mez	ST	ZOO				X
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	ST	ZOO	X	X	X	X
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	ST	ZOO	X	X	X	X
<i>Nectandra rigida</i> (Kunth) Nees	SI	ZOO		X		
<i>Nectandra</i> sp.1	NC	ZOO	X			

continua

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
<i>Nectandra</i> sp.2	NC	ZOO	X			
<i>Ocotea cf. pubescens</i>	ST	ZOO		X		
<i>Ocotea cf. pulchella</i>	SI	ZOO	X			
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	ST	ZOO		X		
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	SI	ZOO	X	X	X	X
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	ST	ZOO	X			
<i>Ocotea</i> sp.	NC	ZOO	X			
<i>Ocotea</i> sp. 1	NC	ZOO			X	
<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	ST	ZOO		X	X	
LECYTHIDACEAE						
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	ST	ANE		X	X	X
MALVACEAE						
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	SI	ANE			X	
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	P	ANE	X	X	X	X
<i>Pachira stenopetala</i> Casar.	NC	ZOO		X		
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	SI	ANE	X	X	X	X
MELASTOMATACEAE						
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	SI	ZOO			X	X
MELIACEAE						
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	SI	ZOO	X	X	X	X

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	SI	ANE	X		X	X
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	ST	ZOO			X	X
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	ST	ZOO			X	
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	ST	ZOO		X		
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	ST	ZOO	X	X	X	X
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	ST	ZOO	X	X	X	X
MONIMIACEAE						
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	SI	ZOO			X	X
MORACEAE						
<i>Acanthinophyllum ilicifolia</i> (Spreng.) W.C. Burger	SI	ZOO			X	
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	NC	ZOO				X
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	SI	ZOO			X	X
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Bôer	SI	ZOO	X	X		X
MYRTACEAE						
<i>Eugenia leptoclada</i> O. Berg	ST	ZOO	X	X		
<i>Eugenia</i> sp. 1	NC	ZOO				X
<i>Eugenia stictosepala</i> Kiaersk.	ST	ZOO	X	X		
<i>Marlierea teuscheriana</i> (O. Berg) D. Legrand	ST	ZOO			X	X
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	SI	ZOO	X		X	X
<i>Plinia glomerata</i> (O. Berg) Amshoff	ST	ZOO		X	X	X

continua

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	SI	ZOO				X
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	SI	ZOO			X	X
PHYTOLACCACEAE						
<i>Seguiera americana</i> L.	P	ANE				X
PIPERACEAE						
<i>Piper aduncum</i> L.	P	ZOO			X	
<i>Piper cernuum</i> Vell.	ST	ZOO				X
<i>Piper</i> sp.1	NC	NC		X		
<i>Piper</i> sp.2	NC	NC	X			
ROSACEAE						
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	SI	ZOO	X	X	X	X
RUBIACEAE						
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	SI	ZOO		X	X	
<i>Amaioua</i> sp.	NC	ZOO	X			
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	SI	NC	X	X		
<i>Coffea arabica</i> L.	NC	ZOO	X	X	X	X
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	SI	ANE	X	X	X	X
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltldl.	SI	ZOO	X	X	X	
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	SI	ZOO		X		

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
<i>Psychotria conjugens</i> Müll. Arg.	ST	ZOO		X	X	X
<i>Psychotria myriantha</i> Müll. Arg.	ST	ZOO	X	X	X	X
<i>Psychotria sessilis</i> Vell.	SI	ZOO			X	X
<i>Psychotria</i> sp..	NC	ZOO			X	
<i>Randia</i> sp.	NC	ZOO		X		
<i>Randia spinosa</i> (Thunb.) Poir.	SI	ZOO				X
Rubiaceae sp.	NC	ZOO		X		
RUTACEAE						
<i>Citrus</i> sp.	NC	ZOO	X	X		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	P	ZOO	X	X		
SALICACEAE						
<i>Casearia cf. gossypiosperma</i>	SI	ZOO		X		
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	SI	ZOO	X		X	X
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	SI	ZOO		X		
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	SI	ZOO	X	X	X	X
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	SI	ZOO	X	X	X	X
<i>Allophylus sericeus</i> Radlk.	SI	ZOO			X	
<i>Cupania</i> sp.	NC	ZOO			X	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	SI	ZOO			X	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	SI	ZOO				X

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	CS	SD	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
SAPOTACEAE						
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	ST	ZOO	X	X	X	X
<i>Chrysophyllum</i> sp.	NC	ZOO		X		
SIMAROUBACEAE						
<i>Picramnia regnelli</i> Engl.	ST	ZOO			X	
SIPARUNACEAE						
<i>Siparuna cujabana</i> (Mart. ex Tul.) A. DC.	SI	ZOO	X			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	SI	ZOO	X	X	X	X
SOLANACEAE						
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	ST	ZOO			X	
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	P	ZOO				X
SYMPLOCACEAE						
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	SI	ZOO			X	
ULMACEAE						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P	ZOO			X	
URTICACEAE						
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	P	ZOO				X
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	P	ZOO	X			
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	P	ZOO				X
INDETERMINADAS						
Indeterminada 1	NC	NC	X			
Indeterminada 2	NC	NC	X			
Indeterminada 3	NC	NC	X			
Indeterminada 4	NC	NC	X			
Indeterminada 5	NC	NC				X

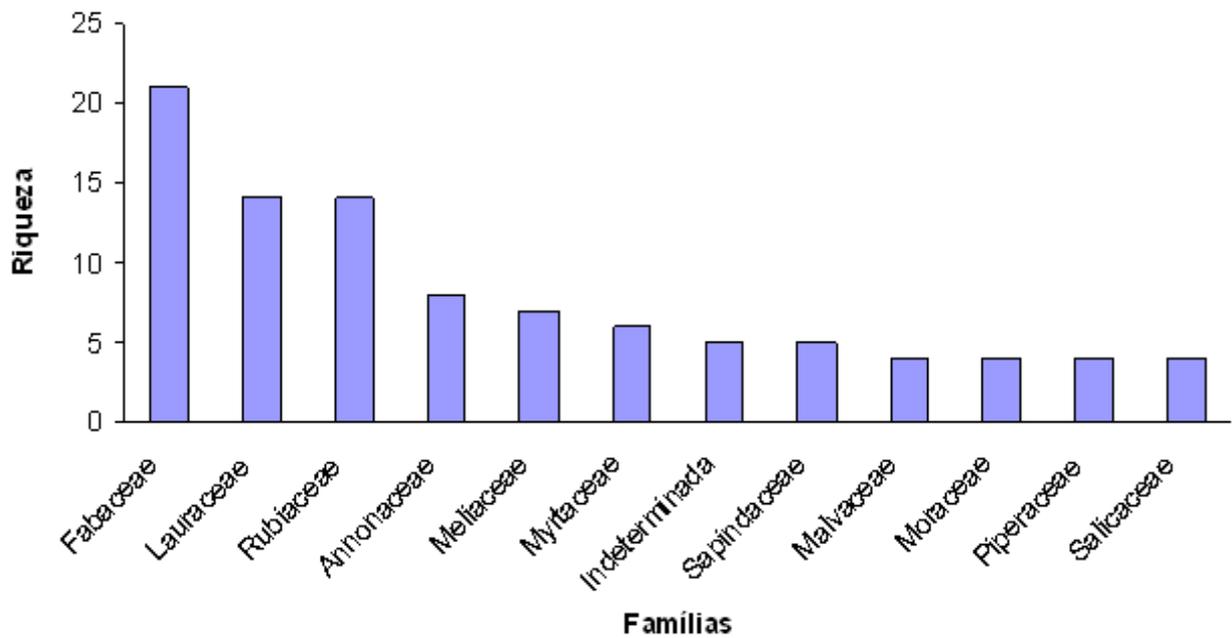


Figura 3. Riqueza de espécies por família na amostragem total realizada na Mata da Biologia, em Viçosa, MG, Brasil. As famílias com três ou menos espécies não foram incluídas no gráfico.

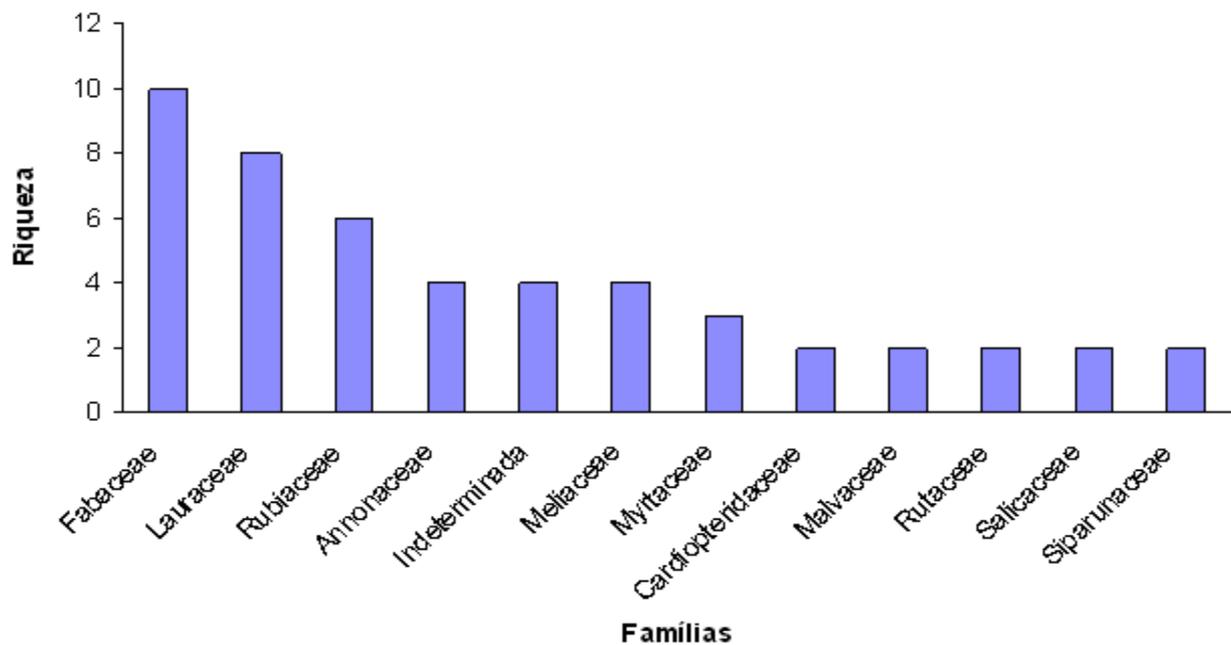


Figura 4. Riqueza de espécies por família no setor Borda, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

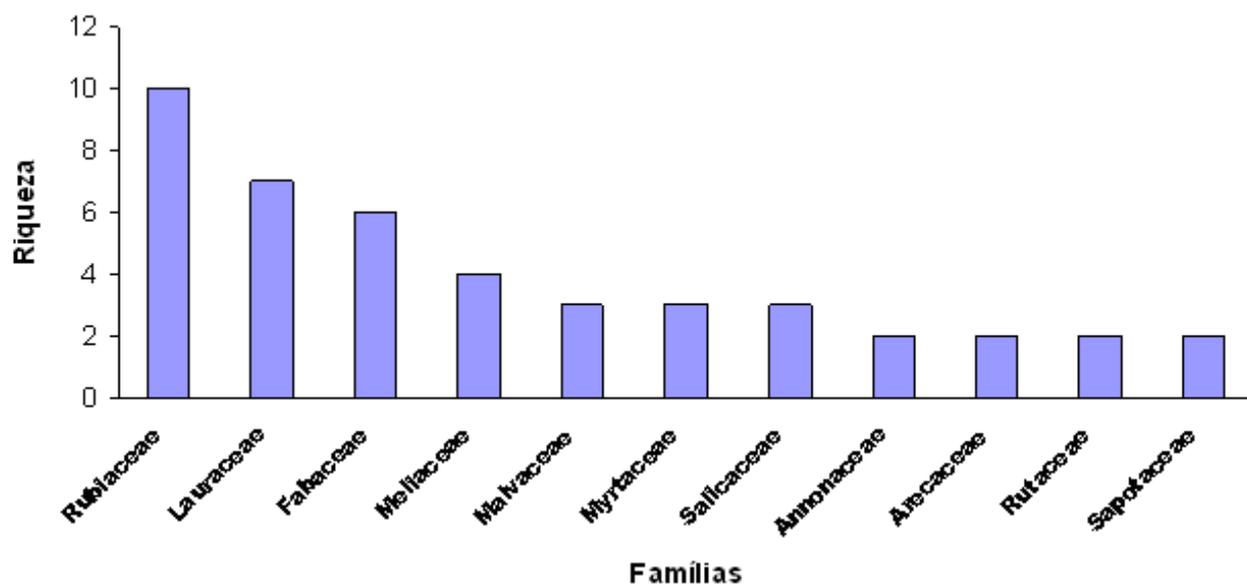


Figura 5. Riqueza de espécies por família no setor Distância Média, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

As figuras 6 a 9 apresentam a riqueza de espécie por família, no 1º e 2º níveis de análise, para os setores Controle e Floresta.

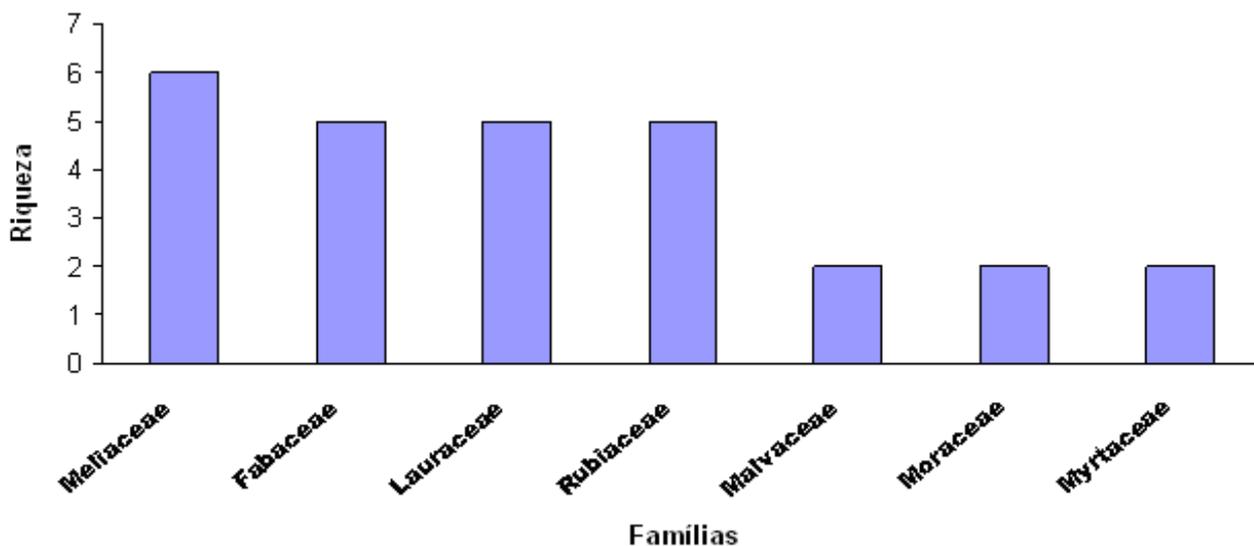


Figura 6. Riqueza de espécies por família no setor Controle (1º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

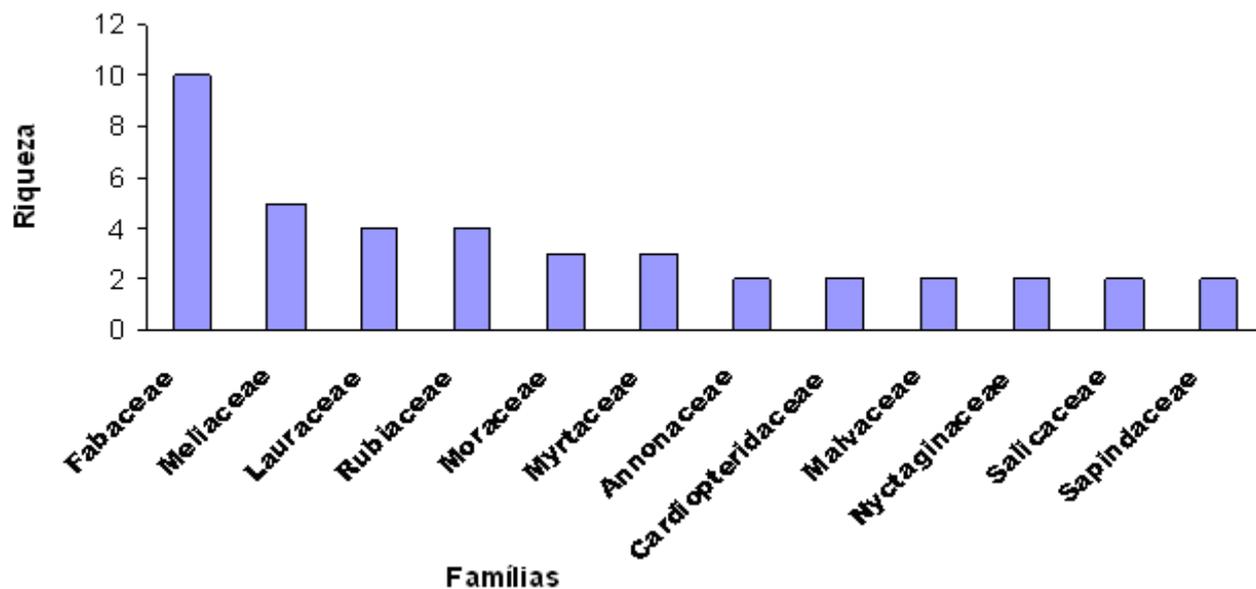


Figura 7. Riqueza de espécies por família no setor Floresta (1º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

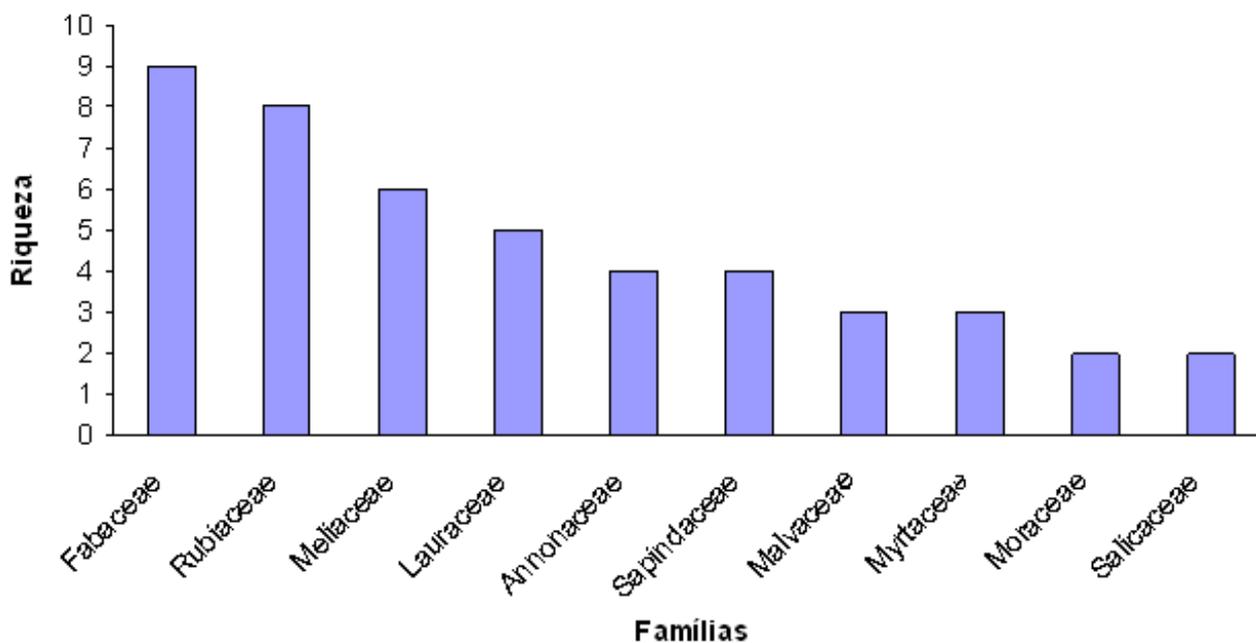


Figura 8. Riqueza de espécies por família no setor Controle (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

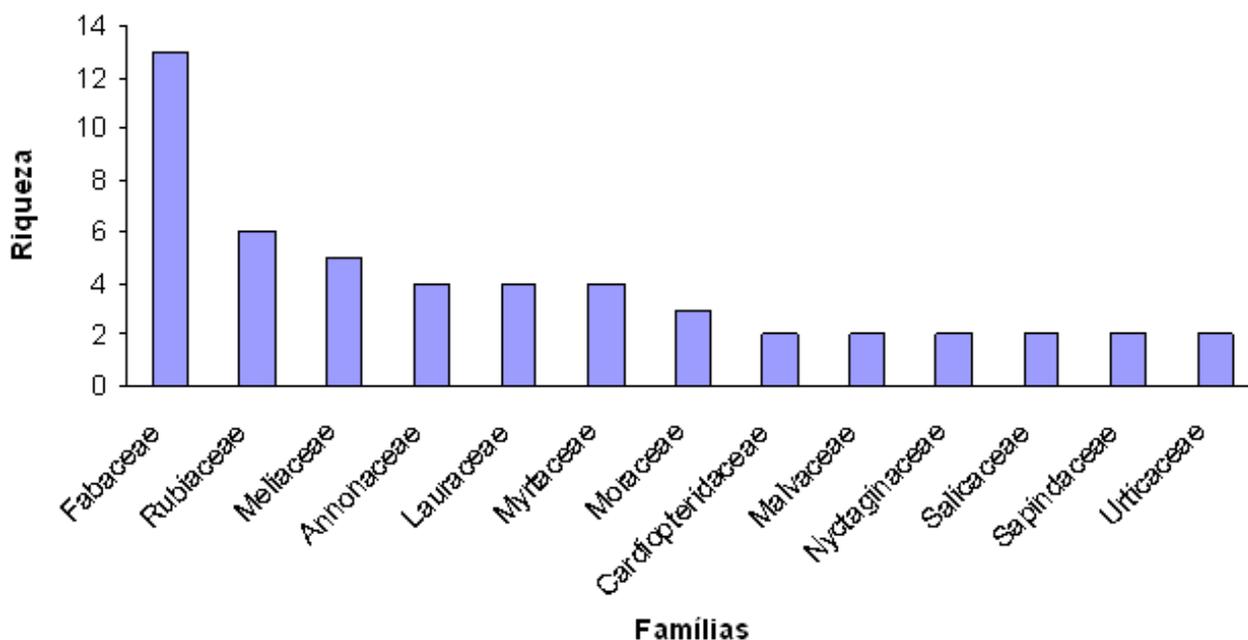


Figura 9. Riqueza de espécies por família no setor Floresta (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As famílias com apenas uma espécie não foram incluídas no gráfico.

A tabela 2 apresenta o resumo dos dados obtidos em cada setor.

Tabela 2. Resumo dos dados obtidos nos quatro setores amostrados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. H': Índice de Diversidade de Shannon; J: Índice de Equabilidade de Pielou.

Setor	Nº de parcelas	Riqueza	Famílias	Indivíduos	H'	J
Borda	5	59	22	250	3,23	0,79
Distância Média	5	56	24	181	3,21	0,80
Controle 1º nível	5	41	21	149	2,99	0,81
Floresta 1º nível	5	57	28	180	3,48	0,86
Controle 2º nível	10	63	27	330	3,42	0,83
Floresta 2º nível	10	68	30	343	3,42	0,81

## Estrutura horizontal

### Dados gerais

A Tabela 3 fornece a listagem florística da amostragem total na Trilha do Sauá com seus respectivos descritores quantitativos.

Tabela 3. Estrutura de quatro setores de um trecho amostrado na Mata da Biologia, em Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em percentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	142	473,33	12,86	63,33	3,68	2,25	9,06	8,54
<i>Coffea arábica</i>	152	506,67	13,77	83,33	4,84	0,29	1,16	6,59
<i>Nectandra lanceolata</i>	25	83,33	2,26	53,33	3,10	2,85	11,46	5,61
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	18	60,00	1,63	40,00	2,33	3,11	12,52	5,49
Morta	62	206,67	5,62	80,00	4,65	1,14	4,58	4,95
<i>Trichilia lepidota</i>	44	146,67	3,99	66,67	3,88	1,21	4,87	4,24
<i>Prunus sellowii</i>	54	180,00	4,89	70,00	4,07	0,67	2,69	3,88
<i>Allophylus edulis</i>	16	53,33	1,45	40,00	2,33	1,25	5,05	2,94
<i>Trichilia pallida</i>	43	143,33	3,89	63,33	3,68	0,27	1,08	2,89
<i>Anadenanthera peregrina</i>	25	83,33	2,26	46,67	2,71	0,89	3,59	2,85
<i>Xylosma prockia</i>	32	106,67	2,90	46,67	2,71	0,57	2,28	2,63
<i>Citronela megaphylla</i>	35	116,67	3,17	40,00	2,33	0,14	0,56	2,02
<i>Sorocea bonplandii</i>	32	106,67	2,90	30,00	1,74	0,27	1,10	1,91
<i>Platypodium elegans</i>	5	16,67	0,45	10,00	0,58	1,16	4,68	1,91
<i>Ocotea dispersa</i>	21	70,00	1,90	43,33	2,52	0,20	0,81	1,74
<i>Cabralea canjerana</i>	22	73,33	1,99	43,33	2,52	0,15	0,61	1,71
<i>Machaerium stipitatum</i>	15	50,00	1,36	13,33	0,78	0,75	3,01	1,71
<i>Protium warmingianum</i>	18	60,00	1,63	40,00	2,33	0,19	0,77	1,58
<i>Endlicheria paniculata</i>	15	50,00	1,36	33,33	1,94	0,36	1,44	1,58
<i>Siparuna guianensis</i>	24	80,00	2,17	30,00	1,74	0,12	0,48	1,46
<i>Alchornea glandulosa</i>	6	20,00	0,54	13,33	0,78	0,71	2,87	1,40
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	9	30,00	0,82	30,00	1,74	0,31	1,27	1,28
<i>Dalbergia nigra</i>	16	53,33	1,45	23,33	1,36	0,25	1,01	1,27
<i>Guapira opposita</i>	13	43,33	1,18	30,00	1,74	0,08	0,31	1,08
<i>Luehea grandiflora</i>	8	26,67	0,72	20,00	1,16	0,31	1,24	1,04

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Cariniana estrellensis</i>	4	13,33	0,36	13,33	0,78	0,47	1,90	1,01
<i>Copaifera</i> sp.	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,54	2,19	0,92
<i>Plinia glomerata</i>	18	60,00	1,63	13,33	0,78	0,06	0,23	0,88
<i>Psychotria myriantha</i>	11	36,67	1,00	26,67	1,55	0,02	0,07	0,87
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	4	13,33	0,36	13,33	0,78	0,29	1,16	0,77
<i>Coutarea hexandra</i>	7	23,33	0,63	20,00	1,16	0,12	0,48	0,76
<i>Bauhinia forficata</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,33	1,33	0,73
<i>Cedrela fissilis</i>	8	26,67	0,72	20,00	1,16	0,04	0,15	0,68
<i>Guettarda viburnoides</i>	5	16,67	0,45	13,33	0,78	0,19	0,74	0,66
<i>Psychotria conjugens</i>	10	33,33	0,91	16,67	0,97	0,02	0,08	0,65
<i>Psychotria sessilis</i>	8	26,67	0,72	20,00	1,16	0,02	0,06	0,65
<i>Myrcia fallax</i>	4	13,33	0,36	13,33	0,78	0,16	0,63	0,59
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	5	16,67	0,45	13,33	0,78	0,03	0,12	0,45
<i>Senna multijuga</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,27	1,07	0,45
<i>Miconia chamissois</i>	5	16,67	0,45	13,33	0,78	0,02	0,10	0,44
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,11	0,43	0,43
<i>Maclura tinctoria</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,17	0,69	0,42
<i>Casearia decandra</i>	6	20,00	0,54	10,00	0,58	0,02	0,07	0,40
<i>Bathysa nicholsonii</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,09	0,34	0,40
<i>Mollinedia schottiana</i>	4	13,33	0,36	13,33	0,78	0,00	0,01	0,38
<i>Sapium glandulatum</i>	5	16,67	0,45	10,00	0,58	0,02	0,07	0,37
<i>Annona cacans</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,06	0,26	0,37
<i>Cecropia glaziovi</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,19	0,76	0,35
<i>Peltophorum dubium</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,04	0,16	0,34
<i>Machaerium brasiliense</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,11	0,42	0,33
<i>Eugenia</i> sp. 1	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,10	0,39	0,32
<i>Jacaranda macrantha</i>	4	13,33	0,36	6,67	0,39	0,05	0,19	0,31
<i>Citrus</i> sp.	4	13,33	0,36	6,67	0,39	0,04	0,17	0,31
Fabaceae 1	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,16	0,66	0,31
Indeterminada 2	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,16	0,66	0,31
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,16	0,65	0,31
<i>Ocotea corymbosa</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,01	0,06	0,30
<i>Guarea kunthiana</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,01	0,03	0,30

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Picramia regnellii</i>	3	10,00	0,27	10,00	0,58	0,00	0,00	0,29
<i>Pithecellobium langsdorffii</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,03	0,14	0,27
<i>Guatteria cf. ferruginea</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,13	0,52	0,27
<i>Citronela paniculata</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,03	0,12	0,26
<i>Cassia ferruginea</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,02	0,08	0,25
<i>Euterpe edulis</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,04	0,17	0,25
Fabaceae 2	2	6,67	0,18	3,33	0,19	0,10	0,38	0,25
<i>Rollinia sylvatica</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,02	0,07	0,24
<i>Guatteria</i> sp.	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,04	0,16	0,24
<i>Ceiba speciosa</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,04	0,14	0,24
<i>Inga affinis</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,01	0,04	0,23
<i>Rollinia laurifolia</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,03	0,12	0,23
<i>Guatteria villosissima</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,03	0,11	0,23
<i>Inga marginata</i>	4	13,33	0,36	3,33	0,19	0,03	0,10	0,22
<i>Acanthinophyllum ilicifolium</i>	3	10,00	0,27	6,67	0,39	0,00	0,00	0,22
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,09	0,37	0,22
<i>Rollinia sericea</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,05	0,21
<i>Eugenia strictosepala</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,03	0,20
<i>Amaioua guianensis</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,03	0,20
<i>Marlierea teuscheriana</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,03	0,20
<i>Eugenia leptoclada</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,00	0,02	0,20
<i>Psychotria carthagenensis</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,02	0,20
<i>Rheedia gardneriana</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,01	0,02	0,20
<i>Ocotea teleiandra</i>	2	6,67	0,18	6,67	0,39	0,00	0,01	0,19
Indeterminada 4	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,06	0,23	0,17
<i>Ocotea</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,06	0,22	0,17
<i>Aniba firmula</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,06	0,22	0,17
<i>Trichilia elegans</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,05	0,21	0,16
<i>Chrysophyllum</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,04	0,18	0,15
Indeterminada 3	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,03	0,13	0,14
Rubiaceae sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,03	0,13	0,14
<i>Laportea aestuans</i>	2	6,67	0,18	3,33	0,19	0,01	0,02	0,13
<i>Piper</i> sp.1	2	6,67	0,18	3,33	0,19	0,01	0,02	0,13

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Clarisia ilicifolia</i>	2	6,67	0,18	3,33	0,19	0,01	0,02	0,13
<i>Casearia</i> cf. <i>gossypiosperma</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,03	0,11	0,13
<i>Guapira hirsuta</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,09	0,13
Indeterminada 1	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,08	0,12
<i>Mabea fistulifera</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,08	0,12
<i>Seguiera americana</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,07	0,12
<i>Guatteria sellowiana</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,06	0,11
<i>Pachira stenopetala</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,06	0,11
<i>Swartzia elegans</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,02	0,06	0,11
<i>Nectandra rigida</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,05	0,11
<i>Symplocus pubescens</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,04	0,11
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,03	0,11
<i>Allophylus sericeus</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,03	0,11
<i>Randia spinosa</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,03	0,10
<i>Nectandra</i> sp.2	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
<i>Ocotea divaricata</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
<i>Lacistema pubescens</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
<i>Ocotea</i> cf. <i>pubescens</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
<i>Urera baccifera</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,01	0,02	0,10
Indeterminada 5	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,02	0,10
<i>Nectandra</i> sp.1	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Siparuna kujabana</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Piper</i> sp.2	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Ocotea</i> cf. <i>pulchella</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Amaioua</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Casearia sylvestris</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Randia</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Piper cernuum</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,01	0,10
<i>Celtis iguanae</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Psychotria</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Guarea macrophylla</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Senna macranthera</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Piper aduncum</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Cupania vernalis</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Dalbergia cf. foliolosa</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Cupania</i> sp.	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Brunfelsia uniflora</i>	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	3,33	0,09	3,33	0,19	0,00	0,00	0,10
Total	1104	3680,00	100,00	1720,00	100,00	24,84	100,00	100,00

A espécie *Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae) apresentou o maior VI entre as 130 amostradas no presente estudo, perfazendo 8,54% do total. Na seqüência, aparecem *Coffea arabica*, com 6,59%, *Nectandra lanceolata* (Lauraceae), com 5,61%, *Piptadenia gonoacantha* (Fabaceae), com 5,49%, e a Categoria das Mortas, com 4,95%.

Quanto ao número total de indivíduos, as primeiras posições foram ocupadas por *Coffea arabica* (Rubiaceae, exótica), com 152 espécimes, *Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae), representado por 142 espécimes, e a Categoria das Mortas, por 62. Em quarto lugar, aparece *Prunus sellowii* (Rosaceae), com 54, à frente de *Trichilia lepidota* (Meliaceae), com 44. Quanto à Dominância Relativa (DoR), *Piptadenia gonoacantha* (Fabaceae) obteve o mais alto valor, seguida por *Nectandra lanceolata*, *Chrysophyllum flexuosum*, *Allophylus edulis* e *Trichilia lepidota*. *Coffea arabica* liderou o ranking para o descritor Frequência Relativa (FR), seguida pela Categoria das Mortas, *Prunus sellowii*, *Trichilia lepidota* (Meliaceae) e *Chrysophyllum flexuosum*.

Para Densidade Relativa (DR), a mesma seqüência apresentada quanto ao número de indivíduos foi encontrada.

A seguir, são apresentados e discutidos os dados gerais de estrutura obtidos em cada setor amostrado.

#### Setor Borda

A tabela 4 apresenta os dados fitossociológicos obtidos na amostragem realizada no setor presumivelmente sob maior interferência da trilha, o setor Borda.

Tabela 4. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Borda, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em porcentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	56	1120,00	22,40	100,00	4,76	5,52	9,97	12,38
<i>Nectandra lanceolata</i>	9	180,00	3,60	80,00	3,81	9,44	17,05	8,15
Morta	22	440,00	8,80	100,00	4,76	4,60	8,32	7,29
<i>Sorocea bonplandii</i>	23	460,00	9,20	80,00	3,81	0,94	1,69	4,90
<i>Trichilia lepidota</i>	10	200,00	4,00	60,00	2,86	3,16	5,71	4,19
<i>Alchornea glandulosa</i>	5	100,00	2,00	60,00	2,86	4,24	7,67	4,18
<i>Anadenanthera peregrina</i>	4	80,00	1,60	60,00	2,86	4,08	7,38	3,94
<i>Trichilia pallida</i>	13	260,00	5,20	100,00	4,76	0,81	1,47	3,81
<i>Prunus sellowii</i>	12	240,00	4,80	60,00	2,86	1,68	3,04	3,57
<i>Xylosma prockia</i>	9	180,00	3,60	60,00	2,86	1,69	3,06	3,17
<i>Platypodium elegans</i>	3	60,00	1,20	20,00	0,95	4,05	7,32	3,16
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	4	80,00	1,60	40,00	1,90	2,77	5,00	2,84
<i>Dalbergia nigra</i>	5	100,00	2,00	80,00	3,81	0,34	0,61	2,14
<i>Cabralea canjerana</i>	8	160,00	3,20	40,00	1,90	0,43	0,77	1,96
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	3	60,00	1,20	60,00	2,86	0,58	1,05	1,70
<i>Coffea arábica</i>	4	80,00	1,60	60,00	2,86	0,07	0,12	1,53
<i>Senna multijuga</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	1,60	2,89	1,42
<i>Guettarda viburnoides</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,61	1,11	1,27
<i>Allophylus edulis</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,60	1,09	1,26
<i>Coutarea hexandra</i>	3	60,00	1,20	40,00	1,90	0,36	0,65	1,25
<i>Endlicheria paniculata</i>	3	60,00	1,20	40,00	1,90	0,33	0,59	1,23
<i>Cedrela fissilis</i>	3	60,00	1,20	40,00	1,90	0,08	0,15	1,09
Fabaceae 1	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,98	1,78	1,04
Indeterminada 2	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,98	1,77	1,04
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,97	1,75	1,03
<i>Ocotea dispersa</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,13	0,24	0,98
<i>Siparuna guianensis</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,12	0,22	0,98
<i>Protium warmingianum</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,09	0,15	0,95
<i>Myrcia fallax</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,79	1,43	0,93
Fabaceae 2	2	40,00	0,80	20,00	0,95	0,57	1,03	0,93
<i>Bathysa nicholsonii</i>	2	40,00	0,80	40,00	1,90	0,05	0,09	0,93

continua

Tabela 4 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Guatteria cf. ferruginea</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,77	1,39	0,91
<i>Citrus</i> sp.	2	40,00	0,80	20,00	0,95	0,22	0,40	0,72
Indeterminada 4	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,34	0,61	0,66
<i>Ocotea</i> sp.	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,33	0,60	0,65
<i>Laportea aestuans</i>	2	40,00	0,80	20,00	0,95	0,04	0,07	0,61
<i>Citronella paniculata</i>	2	40,00	0,80	20,00	0,95	0,03	0,06	0,60
<i>Casearia decandra</i>	2	40,00	0,80	20,00	0,95	0,02	0,04	0,60
Indeterminada 3	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,20	0,36	0,57
Indeterminada 1	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,12	0,21	0,52
<i>Luehea grandiflora</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,10	0,17	0,51
<i>Guatteria sellowiana</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,09	0,16	0,51
<i>Euterpe edulis</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,06	0,10	0,48
<i>Guatteria vilosissima</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,04	0,08	0,48
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,04	0,07	0,47
<i>Eugenia strictosepala</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,03	0,06	0,47
<i>Ocotea divaricata</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,04	0,06	0,47
<i>Nectandra</i> sp.2	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,03	0,05	0,47
<i>Citronella megaphylla</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,04	0,46
<i>Guatteria</i> sp.	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,04	0,46
<i>Amaioua</i> sp.	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,04	0,46
<i>Siparuna kujabana</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,03	0,46
<i>Ocotea cf. pulchella</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,03	0,46
<i>Copaifera</i> sp.	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,02	0,03	0,46
<i>Psychotria myriantha</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,01	0,02	0,46
<i>Nectandra</i> sp.1	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,01	0,02	0,46
<i>Peltophorum dubium</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,01	0,02	0,46
<i>Eugenia leptoclada</i>	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,01	0,02	0,46
<i>Piper</i> sp.2	1	20,00	0,40	20,00	0,95	0,01	0,02	0,46
Total	250	5000,00	100,00	2100,00	100,00	55,34	100,00	100,00

*Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae) obteve grande destaque nos descritores quantitativos analisados. Coube a esta espécie: a) o maior número de indivíduos (56), seguida por *Sorocea bonplandii*, Categoria das Mortas, *Trichilia lepidota* e *Prunus sellowii*; (b) o maior VI (12,38%), à

frente de *Nectandra lanceolata* Nees (8,15%), Categoria das Mortas (7,29%), *Sorocea bonplandii* (4,90%) e *Trichilia lepidota* (4,19%); c) a maior Densidade Relativa; e d) a maior Frequência Relativa, neste último caso juntamente com a Categoria das Mortas e *Trichilia lepidota*. A espécie *Chrysophyllum flexuosum* apenas perdeu no ranking de Dominância Relativa, ficando atrás de *Nectandra lanceolata* (Figura 10). A família com maior abundância de indivíduos foi Sapotaceae, com 22,40% do total.

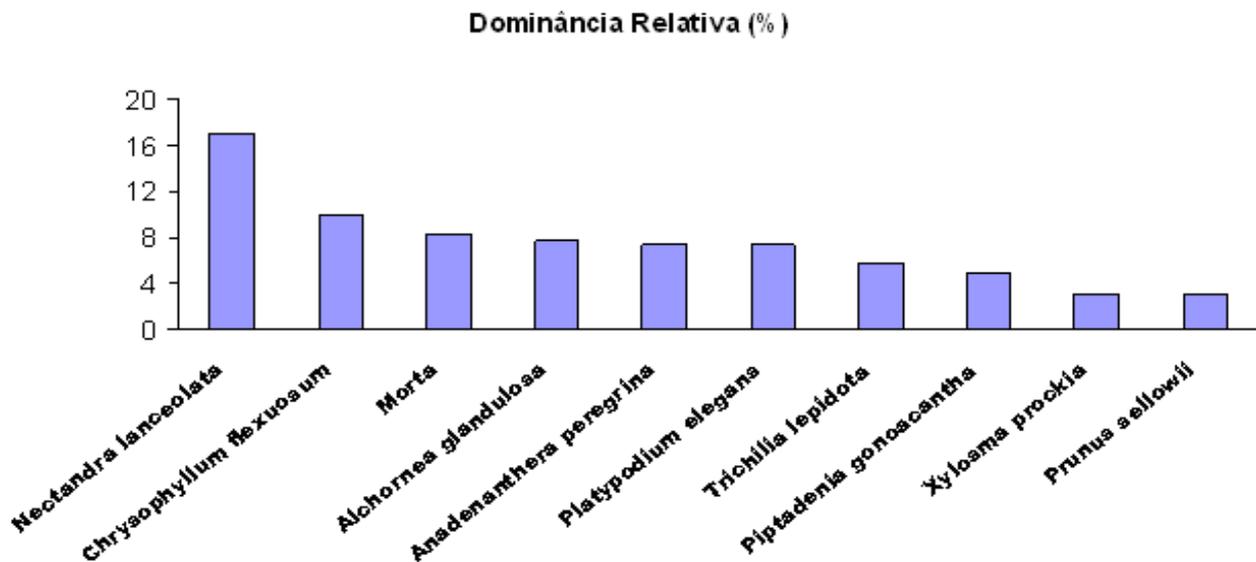


Figura 10. Histograma apresentando as espécies com maior Dominância Relativa no setor Borda, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

A Figura 11 apresenta a distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados no setor Borda. A forma de J invertido corresponde à estrutura esperada para florestas inequianas, com maior recrutamento para as espécies tipicamente jovens (Oliveira-Filho *et al.* 1994). Este dado, por si só, não sugere interferência da trilha na dinâmica sucessional dessa área. Porém, há ganho de indivíduos nas classes 35,0 e 50,0 m em relação a outras da metade direita do gráfico, ou seja, as maiores classes de diâmetro não apresentam barras achatadas uniformemente, o que certamente é devido aos indivíduos antigos e pertencentes a espécies bem estabelecidas no fragmento.

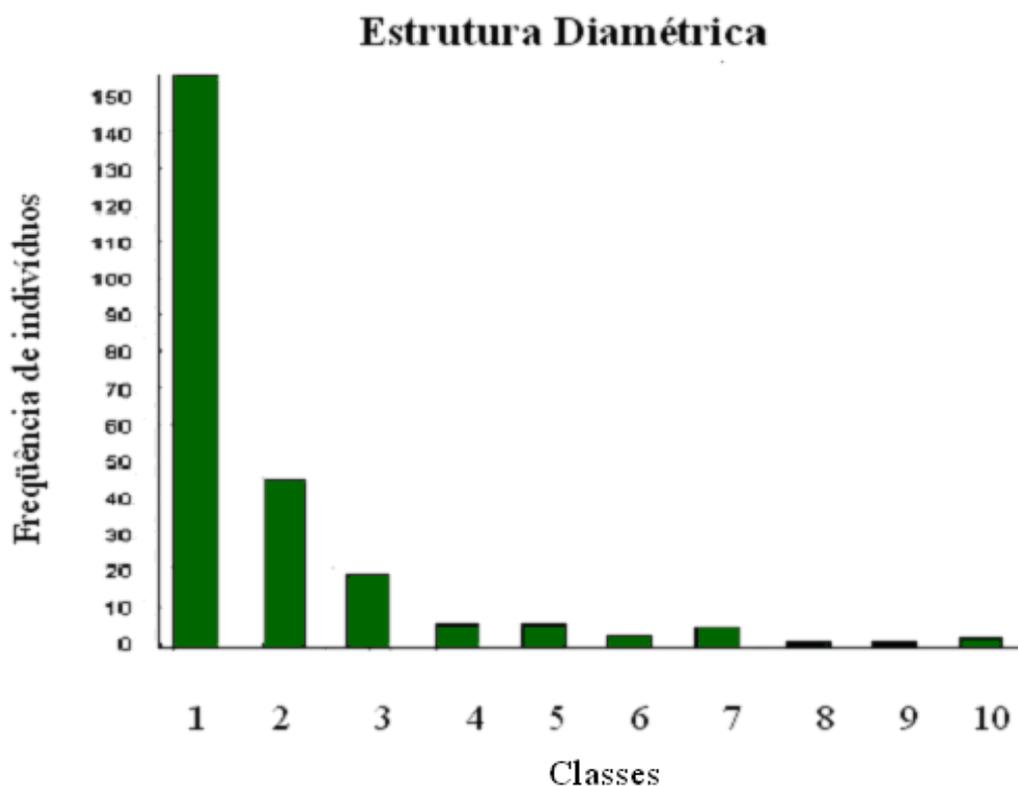


Figura 11. Estrutura Diamétrica considerando o número de indivíduos por classe, para o setor Borda, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os valores do eixo das abscissas referem-se às classes de diâmetro, sendo: 1: 2,5 cm ≤ DAP < 7,5 cm; 2: 7,5 cm ≤ DAP < 12,5 cm; 3: 12,5 cm ≤ DAP < 17,5 cm; 4: 17,5 cm ≤ DAP < 22,5 cm; 5: 22,5 cm ≤ DAP < 27,5 cm; 6: 27,5 cm ≤ DAP < 32,5 cm; 7: 32,5 cm ≤ DAP < 37,5 cm; 8: 37,5 cm ≤ DAP < 42,5 cm; 9: 42,5 cm ≤ DAP < 47,5 cm; 10: 47,5 cm ≤ DAP < 52,5 cm.

#### Setor Distância Média

Pela tabela 5, que apresenta os dados estruturais obtidos para o setor Distância Média, percebe-se que, novamente, *Chrysophyllum flexuosum* obteve larga vantagem sobre as demais espécies no parâmetro VI, com 16,49% do total. Seguiram-se *Piptadenia gonoacantha* (7,89%), *Trichilia lepidota* (4,86%), *Machaerium stipitatum* (Fabaceae) (4,83%) e *Nectandra lanceolata* (4,39%).

Quanto à ordenação por número de indivíduos, a situação é outra, exceto pela primeira posição. *Chrysophyllum flexuosum* foi representada por 53 indivíduos, a Categoria das Mortas, por 10, e por fim, aparecem *Trichilia lepidota*, *Xylosma prockia* (Salicaceae), *Coffea arabica* e *Siparuna guianensis* (Siparunaceae), todas com sete indivíduos. Em relação à Dominância Relativa, *Piptadenia gonoacantha* obteve o mais alto valor (Figura 12). Já em relação à Frequência Relativa e à Densidade Relativa, esse posto foi ocupado por *Chrysophyllum flexuosum*. A família com maior abundância de indivíduos foi novamente Sapotaceae, com 29,83%.

Tabela 5. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Distância Média, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em porcentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	53	1060,00	29,28	100,00	5,26	5,56	14,93	16,49
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	3	60,00	1,66	40,00	2,11	7,41	19,90	7,89
<i>Trichilia lepidota</i>	7	140,00	3,87	80,00	4,21	2,42	6,50	4,86
<i>Machaerium stipitatum</i>	5	100,00	2,76	60,00	3,16	3,20	8,58	4,83
<i>Nectandra lanceolata</i>	3	60,00	1,66	60,00	3,16	3,12	8,37	4,39
<i>Categoria das Mortas</i>	10	200,00	5,52	80,00	4,21	1,06	2,86	4,20
<i>Copaifera</i> sp.	1	20,00	0,55	20,00	1,05	3,25	8,71	3,44
<i>Xylosma prockia</i>	7	140,00	3,87	80,00	4,21	0,80	2,13	3,40
<i>Sorocea bonplandii</i>	6	120,00	3,31	60,00	3,16	0,64	1,71	2,73
<i>Protium warmingianum</i>	6	120,00	3,31	60,00	3,16	0,62	1,66	2,71
<i>Coffea arábica</i>	7	140,00	3,87	60,00	3,16	0,11	0,31	2,44
<i>Siparuna guianensis</i>	7	140,00	3,87	40,00	2,11	0,18	0,48	2,15
<i>Prunus sellowii</i>	4	80,00	2,21	40,00	2,11	0,70	1,87	2,06
<i>Ocotea corymbosa</i>	3	60,00	1,66	60,00	3,16	0,08	0,22	1,68
<i>Trichilia pallida</i>	3	60,00	1,66	60,00	3,16	0,05	0,14	1,65
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	40,00	1,10	40,00	2,11	0,60	1,62	1,61
<i>Pseudobombax grandiflora</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	1,19	3,18	1,60
<i>Allophylus edulis</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	1,11	2,98	1,53
<i>Psychotria conjugens</i>	4	80,00	2,21	40,00	2,11	0,08	0,21	1,51
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	1,04	2,80	1,47
<i>Endlicheria paniculata</i>	3	60,00	1,66	40,00	2,11	0,06	0,15	1,30
<i>Ocotea dispersa</i>	2	40,00	1,10	40,00	2,11	0,04	0,11	1,11
<i>Psychotria mirianta</i>	2	40,00	1,10	40,00	2,11	0,04	0,10	1,10
<i>Citronella megaphylla</i>	2	40,00	1,10	40,00	2,11	0,04	0,10	1,10
<i>Guettarda viburnoides</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,49	1,31	0,97
<i>Dalbergia nigra</i>	2	40,00	1,10	20,00	1,05	0,26	0,70	0,95
<i>Bathysa cf. nicholsoni</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,46	1,22	0,94
<i>Chrysophyllum</i> sp.	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,26	0,70	0,77
<i>Trichilia elegans</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,31	0,83	0,81
<i>Piper</i> sp.	2	40,00	1,10	20,00	1,05	0,03	0,08	0,75
<i>Citrus</i> sp.	2	40,00	1,10	20,00	1,05	0,03	0,08	0,75

continua

Tabela 5 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Peltophorum dubium</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,22	0,60	0,74
<i>Guatteria</i> sp.	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,21	0,57	0,72
<i>Euterpe edulis</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,20	0,54	0,71
<i>Rubiaceae</i> sp.	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,20	0,54	0,71
<i>Coutarea hexandra</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,17	0,46	0,69
<i>Casearia</i> cf. <i>gossypiosperma</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,16	0,42	0,68
<i>Luehea grandiflora</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,15	0,39	0,66
<i>Trichilia pallida</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,11	0,30	0,64
<i>Pachira stenopetala</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,08	0,22	0,61
<i>Nectandra rígida</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,08	0,21	0,60
<i>Cabralea canjerana</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,05	0,14	0,58
<i>Anadenanthera peregrina</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,05	0,12	0,58
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,05	0,13	0,58
<i>Amaioua guianense</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,04	0,12	0,57
<i>Lacistema pubescens</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,03	0,08	0,56
<i>Ocotea</i> cf. <i>pubescens</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,03	0,08	0,56
<i>Pseudobombax grandiflora</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,03	0,07	0,56
<i>Alchornea glandulosa</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,03	0,08	0,56
<i>Psychotria cartagenense</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,02	0,04	0,55
<i>Casearia sylvestris</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,03	0,55
<i>Annona cacans</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,02	0,06	0,55
<i>Rheedia gardneriana</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,02	0,04	0,55
<i>Eugenia leptoclada</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,04	0,55
<i>Plinia glomerata</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,03	0,55
<i>Psychotria carthagenensis</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,04	0,55
<i>Randia</i> sp.	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,04	0,55
<i>Eugenia strictosepala</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,04	0,55
<i>Ocotea teleiandra</i>	1	20,00	0,55	20,00	1,05	0,01	0,03	0,55
Total	181	3620,00	100,00	1900,00	100,00	37,25	100,00	100,00

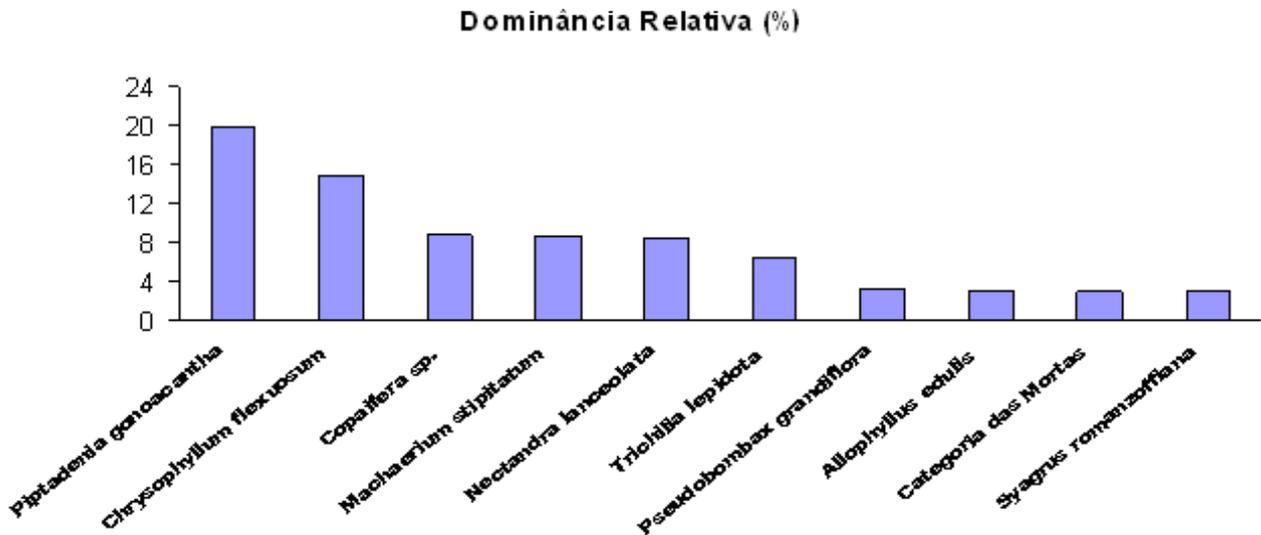


Figura 12. Histograma apresentando as espécies com maior Dominância Relativa no setor Distância Média, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

A Figura 13 apresenta a Estrutura Diamétrica para o setor Distância Média, e a interpretação de sua disposição em J invertido é essencialmente a mesma realizada para o setor Borda. Uma importante observação deve ser enfatizada: aqui, não há nenhum ganho significativo de indivíduos a partir da classe de 30,0 cm, o que significa afirmar que o setor não apresenta, a partir da análise desses dados, tendências a reverter seu quadro de recrutamento.

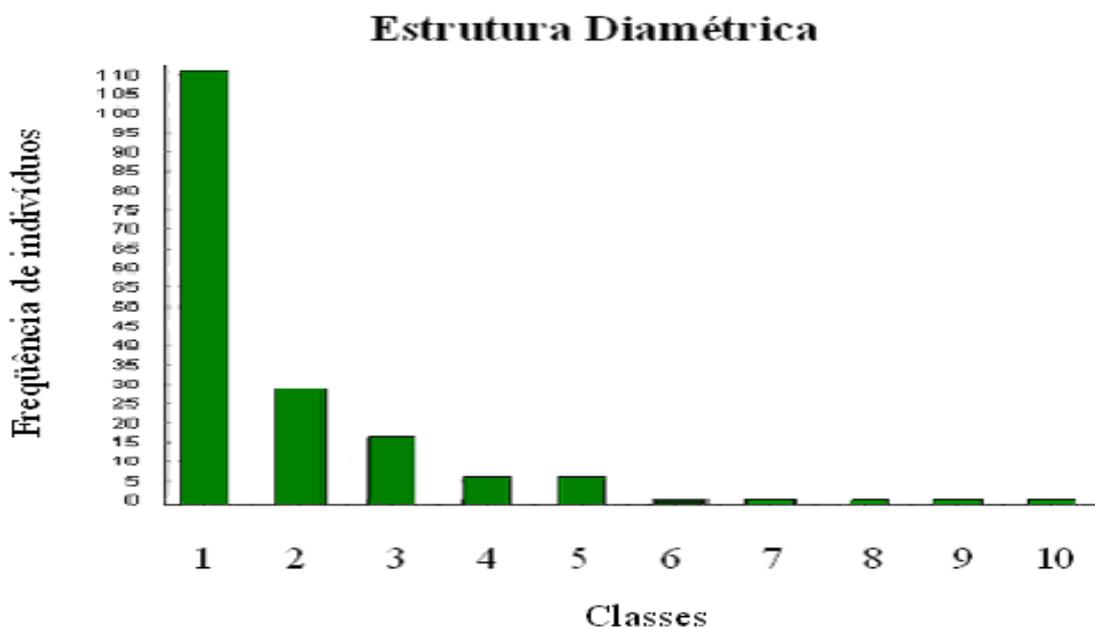


Figura 13. Estrutura Diamétrica considerando o número de indivíduos por classe, para o setor Distância Média, em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os valores do eixo das abscissas referem-se às classes de diâmetro, sendo: 1: 2,5 cm  $\leq$  DAP < 7,5 cm; 2: 7,5 cm  $\leq$  DAP < 12,5 cm; 3: 12,5 cm  $\leq$  DAP < 17,5 cm; 4: 17,5 cm  $\leq$  DAP < 22,5 cm; 5: 22,5 cm  $\leq$  DAP < 27,5 cm; 6: 27,5 cm  $\leq$  DAP < 32,5 cm; 7: 32,5 cm  $\leq$  DAP < 37,5 cm; 8: 37,5 cm  $\leq$  DAP < 42,5 cm; 9: 42,5 cm  $\leq$  DAP < 47,5 cm; 10: 47,5 cm  $\leq$  DAP < 52,5 cm.

## Setor Controle

O café (*Coffea arabica*) surge em primeiro lugar em VI no setor Controle – 1º nível de análise (para cinco parcelas), com 13,2% do total, seguido por *Nectandra lanceolata* (8,11%), *Trichilia lepidota* (7,63%), *Anadenanthera peregrina* (5,5%) e *Chrysophyllum flexuosum* (5,37%), como pode ser visto na Tabela 6.

*Coffea arabica* também prevaleceu quanto ao número de indivíduos (42), ficando à frente de *Chrysophyllum flexuosum* (14), *Anadenanthera peregrina* (8), *Trichilia lepidota* (7) e *Prunus sellowii* (7). Porém, quando observamos o parâmetro Dominância Relativa, *C. arabica* não aparece sequer entre as cinco primeiras espécies. Estas posições couberam a *Nectandra lanceolata*, *Trichilia lepidota*, *Luehea grandiflora*, *Rollinia laurifolia* e *Allophylus edulis*. No entanto, *C. arabica* ocupa novamente a liderança no ranking de Densidade Relativa e de Frequência Relativa, evidenciando seu papel de destaque na amostragem.

Com relação à abundância de indivíduos por família, Rubiaceae assumiu a primeira posição, com 24,85% do total.

Tabela 6. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Controle – 1º nível de análise, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em percentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Coffea arabica</i>	42	840,00	28,19	100,00	6,85	0,80	4,58	13,20
<i>Nectandra lanceolata</i>	6	120,00	4,03	80,00	5,48	2,60	14,82	8,11
<i>Trichilia lepidota</i>	7	140,00	4,70	60,00	4,11	2,47	14,10	7,63
<i>Anadenanthera peregrina</i>	8	160,00	5,37	100,00	6,85	0,75	4,27	5,50
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	14	280,00	9,40	40,00	2,74	0,70	3,98	5,37
<i>Luehea grandiflora</i>	3	60,00	2,01	40,00	2,74	1,81	10,32	5,02
<i>Prunus sellowii</i>	7	140,00	4,70	100,00	6,85	0,48	2,73	4,76
Morta	5	100,00	3,36	60,00	4,11	0,60	3,45	3,64
<i>Cabralea canjerana</i>	5	100,00	3,36	60,00	4,11	0,42	2,41	3,29
<i>Rollinia laurifolia</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	1,10	6,28	2,77
<i>Cedrela fissilis</i>	3	60,00	2,01	40,00	2,74	0,59	3,35	2,70
<i>Endlicheria paniculata</i>	4	80,00	2,68	40,00	2,74	0,46	2,63	2,69
<i>Trichilia pallida</i>	3	60,00	2,01	60,00	4,11	0,24	1,38	2,50
<i>Allophylus edulis</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,85	4,84	2,29
<i>Maclura tinctoria</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,77	4,40	2,15

continua

Tabela 6 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Bauhinia forficata</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,70	4,02	2,02
<i>Psychotria myriantha</i>	4	80,00	2,68	40,00	2,74	0,10	0,55	1,99
<i>Xylosma salzmannii</i>	3	60,00	2,01	40,00	2,74	0,19	1,07	1,94
<i>Sapium glandulatum</i>	2	40,00	1,34	20,00	1,37	0,52	2,96	1,89
<i>Miconia chamissois</i>	2	40,00	1,34	40,00	2,74	0,24	1,35	1,81
<i>Protium warmingianum</i>	2	40,00	1,34	40,00	2,74	0,10	0,57	1,55
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	2	40,00	1,34	40,00	2,74	0,05	0,27	1,45
<i>Inga affinis</i>	2	40,00	1,34	20,00	1,37	0,20	1,16	1,29
<i>Ocotea dispersa</i>	3	60,00	2,01	20,00	1,37	0,07	0,38	1,25
<i>Guettarda viburnoides</i>	2	40,00	1,34	20,00	1,37	0,08	0,46	1,06
<i>Guarea kunthiana</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,10	0,55	0,86
<i>Citronella megaphylla</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,09	0,49	0,84
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,08	0,46	0,83
<i>Amaioua guianensis</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,07	0,39	0,81
<i>Celtis iguanae</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,07	0,38	0,81
<i>Ocotea teleiandra</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,06	0,33	0,79
<i>Piper aduncum</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,04	0,21	0,75
<i>Acanthinophyllum ilicifolium</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,03	0,18	0,74
<i>Picramia regnellii</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,03	0,15	0,73
<i>Myrcia fallax</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,02	0,10	0,72
<i>Guarea macrophylla</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,02	0,09	0,71
<i>Plinia glomerata</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,02	0,09	0,71
<i>Senna macranthera</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,01	0,08	0,71
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,01	0,07	0,70
<i>Psychotria</i> sp.	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,01	0,06	0,70
<i>Siparuna guianensis</i>	1	20,00	0,67	20,00	1,37	0,01	0,06	0,70
Total	149	2980,00	100,00	1460,00	100,00	17,51	100,00	100,00

A estrutura para o 2º nível de análise do setor Controle é apresentada na Tabela 7. Percebe-se, pelo VI, a importância de *Coffea arabica* L. para as comunidades estudadas nessa região do fragmento, embora não se destaque quanto à DoR (Figura 14). A presença dessa espécie é considerada negativa tanto para os representantes dos estratos herbáceo e arbustivo como para a regeneração das espécies arbóreas dos demais estratos da floresta (Lopes *et al.* 2002), podendo inclusive haver inibição química de germinação e crescimento de espécies sensíveis (Martins 1991).

Tabela 7. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Controle – 2º nível de análise, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em percentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Coffea arabica</i>	65	650,00	19,70	90,00	5,33	0,63	2,42	9,15
<i>Nectandra lanceolata</i>	10	100,00	3,03	60,00	3,55	3,50	13,34	6,64
<i>Prunus sellowii</i>	22	220,00	6,67	90,00	5,33	1,64	6,27	6,09
<i>Allophylus edulis</i>	6	60,00	1,82	40,00	2,37	3,55	13,53	5,90
<i>Trichilia lepidota</i>	14	140,00	4,24	60,00	3,55	1,62	6,18	4,66
<i>Trichilia pallida</i>	18	180,00	5,45	80,00	4,73	0,72	2,75	4,31
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	18	180,00	5,45	50,00	2,96	0,53	2,02	3,48
<i>Cabralea canjerana</i>	8	80,00	2,42	60,00	3,55	1,02	3,88	3,28
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	6	60,00	1,82	50,00	2,96	1,31	4,99	3,26
<i>Citronella megaphylla</i>	16	160,00	4,85	50,00	2,96	0,43	1,63	3,15
Morta	9	90,00	2,73	60,00	3,55	0,43	1,63	2,64
<i>Anadenanthera peregrina</i>	9	90,00	2,73	60,00	3,55	0,38	1,46	2,58
<i>Xylosma salzmannii</i>	9	90,00	2,73	50,00	2,96	0,53	2,03	2,57
<i>Ocotea dispersa</i>	9	90,00	2,73	50,00	2,96	0,38	1,46	2,38
<i>Guapira opposita</i>	8	80,00	2,42	50,00	2,96	0,38	1,44	2,28
<i>Endlicheria paniculata</i>	6	60,00	1,82	40,00	2,37	0,43	1,63	1,94
<i>Ceiba speciosa</i>	2	20,00	0,61	20,00	1,18	1,06	4,03	1,94
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	1,25	4,78	1,89
<i>Luehea grandiflora</i>	3	30,00	0,91	20,00	1,18	0,90	3,45	1,85
<i>Sapium glandulatum</i>	5	50,00	1,52	30,00	1,78	0,54	2,05	1,78
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	20,00	0,61	20,00	1,18	0,72	2,73	1,51
<i>Plinia glomerata</i>	9	90,00	2,73	20,00	1,18	0,13	0,49	1,47
<i>Cedrela fissilis</i>	4	40,00	1,21	30,00	1,78	0,35	1,33	1,44
<i>Protium warmingianum</i>	4	40,00	1,21	40,00	2,37	0,12	0,46	1,35
<i>Rollinia sylvatica</i>	3	30,00	0,91	20,00	1,18	0,49	1,87	1,32
<i>Psychotria myriantha</i>	6	60,00	1,82	30,00	1,78	0,08	0,31	1,30
<i>Bauhinia forficata</i>	2	20,00	0,61	20,00	1,18	0,44	1,67	1,15
<i>Miconia chamissois</i>	3	30,00	0,91	30,00	1,78	0,13	0,49	1,06
<i>Siparuna guianensis</i>	3	30,00	0,91	30,00	1,78	0,09	0,33	1,01
<i>Rollinia laurifolia</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,55	2,10	1,00
<i>Picramnia regnellii</i>	3	30,00	0,91	30,00	1,78	0,04	0,13	0,94

continua

Tabela 7 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	3	30,00	0,91	30,00	1,78	0,03	0,12	0,93
<i>Mollinedia schottiana</i>	3	30,00	0,91	30,00	1,78	0,02	0,07	0,92
<i>Maclura tinctoria</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,39	1,47	0,79
<i>Acanthinophyllum ilicifolium</i>	3	30,00	0,91	20,00	1,18	0,03	0,11	0,73
<i>Psychotria conjugens</i>	3	30,00	0,91	20,00	1,18	0,02	0,06	0,72
<i>Psychotria sessilis</i>	3	30,00	0,91	20,00	1,18	0,02	0,08	0,72
<i>Symplocos pubescens</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,26	1,00	0,63
<i>Allophylus sericeus</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,24	0,92	0,61
<i>Pithecelobium langsdorffii</i>	2	20,00	0,61	10,00	0,59	0,16	0,61	0,60
<i>Inga affinis</i>	2	20,00	0,61	10,00	0,59	0,10	0,39	0,53
<i>Annona cacans</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,15	0,59	0,49
<i>Guettarda viburnoides</i>	2	20,00	0,61	10,00	0,59	0,04	0,15	0,45
<i>Casearia decandra</i>	2	20,00	0,61	10,00	0,59	0,04	0,14	0,45
<i>Guarea kunthiana</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,05	0,18	0,36
<i>Celtis iguanae</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,03	0,13	0,34
<i>Rollinia sericea</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,04	0,14	0,34
<i>Cupania sp.</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,04	0,14	0,34
<i>Amaioua guianensis</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,03	0,13	0,34
<i>Platypodium elegans</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,03	0,10	0,33
<i>Ocotea teleiandra</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,03	0,11	0,33
<i>Brunfelsia uniflora</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,02	0,08	0,33
<i>Piper aduncum</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,02	0,07	0,32
<i>Cupania vernalis</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,05	0,32
<i>Marlierea tenscheriana</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,02	0,06	0,32
<i>Coutarea hexandra</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,05	0,31
<i>Psychotria sp.</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,02	0,31
<i>Guarea macrophylla</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,03	0,31
<i>Myrcia fallax</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,03	0,31
<i>Senna macranthera</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,03	0,31
<i>Dalbergia cf. foliolosa</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,03	0,31
<i>Ocotea sp. 1</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,02	0,31
<i>Peltophorum dubium</i>	1	10,00	0,30	10,00	0,59	0,01	0,02	0,30
Total	330	3300,00	100,00	1690,00	100,00	26,21	100,00	100,00

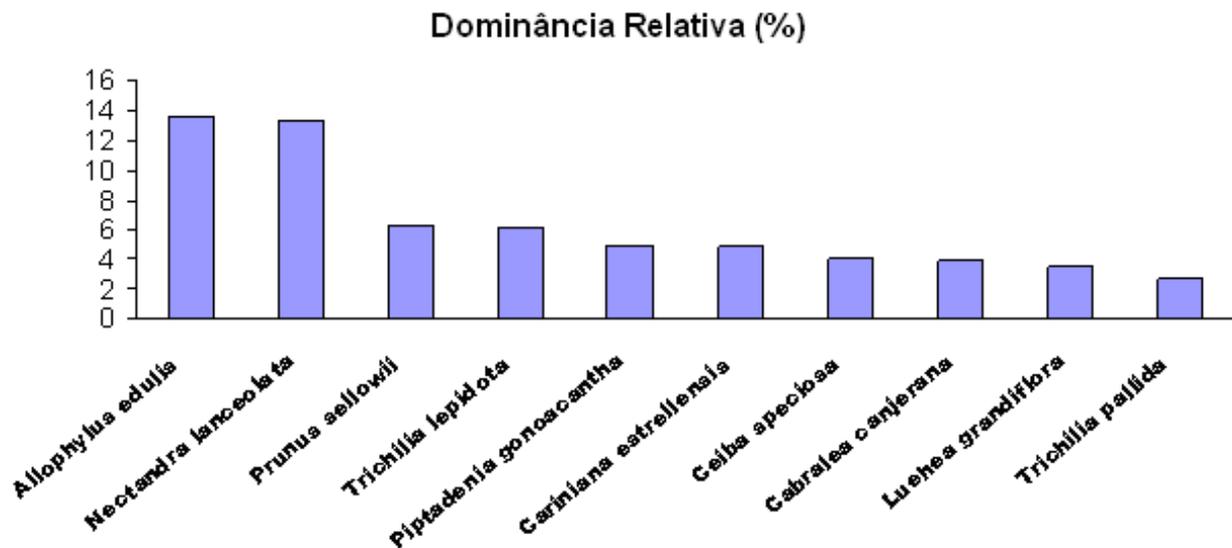


Figura 14. Histograma apresentando as espécies com maior Dominância Relativa no setor Controle (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

Em relação à estrutura diamétrica, o J invertido, com “achatamento” da metade direita do gráfico, é mantido para esse setor (Figura 15).

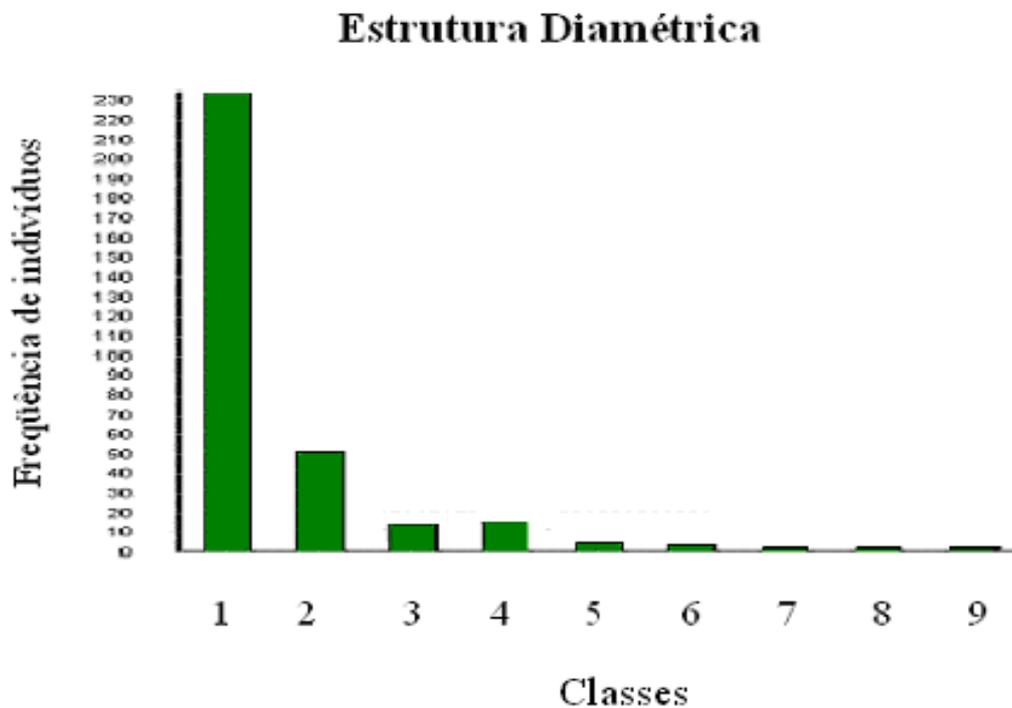


Figura 15. Estrutura Diamétrica considerando o número de indivíduos por classe, para o setor Controle (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os valores do eixo das abscissas referem-se às classes de diâmetro, sendo: 1: 2,5 cm ≤ DAP < 7,5 cm; 2: 7,5 cm ≤ DAP < 12,5 cm; 3: 12,5 cm ≤ DAP < 17,5 cm; 4: 17,5 cm ≤ DAP < 22,5 cm; 5: 22,5 cm ≤ DAP < 27,5 cm; 6: 27,5 cm ≤ DAP < 32,5 cm; 7: 32,5 cm ≤ DAP < 37,5 cm; 8: 37,5 cm ≤ DAP < 42,5 cm; 9: 42,5 cm ≤ DAP < 47,5 cm.

## Setor Floresta

*Coffea arabica* também recebeu destaque no setor Floresta – 1º nível de análise (Tabela 8), o qual envolvia diferentes contextos edáficos e topográficos. Seu VI foi o maior (8,07%), superando a Categoria das Mortas, com 5,63%, *Cariniana estrellensis* com 4,89%, *Platypodium elegans*, com 4,87% e *Chrysophyllum flexuosum*, com 4,18%. *C. arabica* também aparece em primeiro quanto ao número de indivíduos (30), muito superior à Categoria das Mortas (15), quanto à Densidade Relativa e quanto à Frequência Relativa, neste caso empatado com a Categoria das Mortas. Quanto à Dominância Relativa, mais uma vez a espécie não figura entre os primeiros; esses foram: *Platypodium elegans*, *Cariniana estrellensis*, *Bauhinia forficata*, *Piptadenia gonoacantha* e *Allophylus edulis*.

Tabela 8. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Floresta – 1º nível de análise, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em percentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Coffea arábica</i>	30	600,00	16,67	80,00	5,00	0,58	2,56	8,07
Mortas	15	300,00	8,33	80,00	5,00	0,81	3,56	5,63
<i>Cariniana estrellensis</i>	2	40,00	1,11	40,00	2,50	2,52	11,06	4,89
<i>Platypodium elegans</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	2,92	12,81	4,87
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	8	160,00	4,44	40,00	2,50	1,28	5,60	4,18
<i>Citronela megaphylla</i>	11	220,00	6,11	40,00	2,50	0,44	1,92	3,51
<i>Bauhinia forficata</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	1,89	8,29	3,36
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	1,64	7,17	3,18
<i>Prunus sellowii</i>	6	120,00	3,33	60,00	3,75	0,43	1,88	2,99
<i>Allophylus edulis</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	1,42	6,22	2,86
<i>Dalbergia nigra</i>	6	120,00	3,33	20,00	1,25	0,70	3,06	2,55
<i>Guapira opposita</i>	4	80,00	2,22	60,00	3,75	0,34	1,47	2,48
<i>Siparuna guianensis</i>	9	180,00	5,00	20,00	1,25	0,21	0,92	2,39
<i>Plinia glomerata</i>	8	160,00	4,44	20,00	1,25	0,31	1,37	2,35
<i>Cabralea canjerana</i>	4	80,00	2,22	60,00	3,75	0,20	0,89	2,29
<i>Xylosma prockia</i>	4	80,00	2,22	40,00	2,50	0,48	2,12	2,28
<i>Ocotea dispersa</i>	4	80,00	2,22	40,00	2,50	0,43	1,87	2,20
<i>Luehea grandiflora</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,96	4,19	2,18
<i>Maclura tinctoria</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,95	4,18	1,99
<i>Jacaranda macrantha</i>	4	80,00	2,22	40,00	2,50	0,28	1,24	1,99
<i>Trichilia lepidota</i>	4	80,00	2,22	40,00	2,50	0,10	0,45	1,72

continua

Tabela 8 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Anadenanthera peregrina</i>	3	60,00	1,67	40,00	2,50	0,20	0,89	1,69
<i>Trichilia pallida</i>	4	80,00	2,22	20,00	1,25	0,30	1,31	1,59
<i>Cassia ferruginea</i>	3	60,00	1,67	40,00	2,50	0,11	0,50	1,56
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	3	60,00	1,67	40,00	2,50	0,07	0,30	1,49
<i>Psychotria sessilis</i>	3	60,00	1,67	40,00	2,50	0,04	0,16	1,44
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,55	2,40	1,40
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,54	2,37	1,39
<i>Aniba firmula</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,33	1,44	1,08
<i>Miconia chamissois</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,12	0,51	0,96
<i>Endlicheria paniculata</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,10	0,43	0,93
<i>Casearia decandra</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,07	0,32	0,89
<i>Sorocea bonplandii</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,06	0,24	0,87
<i>Pithecellobium langsdorfii</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,17	0,76	0,86
<i>Clarisia ilicifolia</i>	2	40,00	1,11	20,00	1,25	0,03	0,14	0,83
<i>Citronela paniculata</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,15	0,66	0,82
<i>Guapira hirsuta</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,14	0,61	0,81
<i>Coutarea hexandra</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,13	0,58	0,80
<i>Mabea fistulifera</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,12	0,54	0,78
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,09	0,39	0,73
<i>Rollinia sericea</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,07	0,31	0,71
<i>Cedrela fissilis</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,06	0,28	0,69
<i>Rollinia laurifolia</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,06	0,27	0,69
<i>Nectandra lanceolata</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,05	0,24	0,68
<i>Marlierea teuscheriana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,04	0,19	0,67
<i>Protium warmingiana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,05	0,22	0,67
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,05	0,20	0,67
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,04	0,16	0,66
<i>Inga affinis</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,04	0,16	0,66
Indeterminada 1	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,03	0,12	0,64
<i>Piper cernuum</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,02	0,09	0,63
<i>Rheedia gardineriana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,02	0,08	0,63
<i>Guarea kunthiana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,02	0,08	0,63
<i>Mollinedia schottiana</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,01	0,06	0,62

continua

Tabela 8 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Myrcia fallax</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,01	0,05	0,62
<i>Machaerium brasiliense</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,01	0,06	0,62
<i>Psychotria conjugens</i>	1	20,00	0,56	20,00	1,25	0,01	0,06	0,62
Total	180	3600,00	100,00	1600,00	100,00	22,81	100,00	100,00

A estrutura para o 2º nível de análise do setor Floresta é apresentada na Tabela 9. Percebe-se novamente que *Coffea arabica* responde por grande parte do VI nesse setor. A despeito da localização no interior da floresta, distante de bordas e trilhas, *Piptadenia gonoacantha*, espécie tipicamente pioneira, apresentou o segundo maior VI.

Tabela 9. Descritores quantitativos para as espécies amostradas no setor Floresta – 2º nível de análise, na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Freqüência Absoluta; FR: Freqüência Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI (%): Valor de Importância em percentagem.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Coffea arabica</i>	76	760,00	22,16	90,00	6,00	0,71	2,77	10,31
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	5	50,00	1,46	30,00	2,00	4,11	16,07	6,51
<i>Allophylus edulis</i>	7	70,00	2,04	50,00	3,33	2,55	9,97	5,11
Mortas	21	210,00	6,12	80,00	5,33	0,54	2,11	4,52
<i>Prunus sellowii</i>	16	160,00	4,66	70,00	4,67	0,65	2,54	3,96
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	15	150,00	4,37	40,00	2,67	1,16	4,54	3,86
<i>Trichilia lepidota</i>	13	130,00	3,79	70,00	4,67	0,67	2,63	3,70
<i>Nectandra lanceolata</i>	3	30,00	0,87	30,00	2,00	1,91	7,48	3,45
<i>Citronela megaphylla</i>	16	160,00	4,66	40,00	2,67	0,34	1,34	2,89
<i>Anadenanthera peregrina</i>	11	110,00	3,21	40,00	2,67	0,57	2,23	2,70
<i>Ocotea dispersa</i>	8	80,00	2,33	50,00	3,33	0,48	1,86	2,51
<i>Cariniana estrellensis</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	1,26	4,94	2,28
<i>Platypodium elegans</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	1,46	5,72	2,22
<i>Machaerium stipitatum</i>	10	100,00	2,92	10,00	0,67	0,64	2,52	2,03
<i>Dalbergia nigra</i>	9	90,00	2,62	20,00	1,33	0,45	1,77	1,91
<i>Xylosma prockia</i>	7	70,00	2,04	30,00	2,00	0,40	1,57	1,87
<i>Siparuna guianensis</i>	12	120,00	3,50	20,00	1,33	0,20	0,77	1,87
<i>Endlicheria paniculata</i>	3	30,00	0,87	20,00	1,33	0,84	3,27	1,83
<i>Trichilia pallida</i>	8	80,00	2,33	30,00	2,00	0,24	0,94	1,76
<i>Protium warmingiana</i>	6	60,00	1,75	40,00	2,67	0,21	0,82	1,75

continua

Tabela 9 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Luehea grandiflora</i>	3	30,00	0,87	20,00	1,33	0,72	2,80	1,67
<i>Guapira opposita</i>	5	50,00	1,46	40,00	2,67	0,19	0,76	1,63
<i>Bauhinia forficata</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,95	3,70	1,55
<i>Cabralea canjerana</i>	5	50,00	1,46	40,00	2,67	0,12	0,45	1,53
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	5	50,00	1,46	40,00	2,67	0,09	0,35	1,49
<i>Psychotria sessilis</i>	5	50,00	1,46	40,00	2,67	0,05	0,18	1,44
<i>Plinia glomerata</i>	8	80,00	2,33	10,00	0,67	0,16	0,61	1,20
<i>Machaerium brasiliense</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,31	1,23	1,05
<i>Cecropia glaziovii</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,56	2,20	1,05
<i>Jacaranda macrantha</i>	4	40,00	1,17	20,00	1,33	0,14	0,55	1,02
<i>Eugenia sp. 1</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,29	1,15	1,02
<i>Maclura tinctoria</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,48	1,86	0,94
<i>Cassia ferruginea</i>	3	30,00	0,87	20,00	1,33	0,06	0,22	0,81
<i>Sorocea bonplandii</i>	3	30,00	0,87	20,00	1,33	0,03	0,13	0,78
<i>Psychotria conjugens</i>	3	30,00	0,87	20,00	1,33	0,02	0,08	0,76
<i>Coutarea hexandra</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,09	0,35	0,76
<i>Myrcia fallax</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,08	0,29	0,74
<i>Inga marginata</i>	4	40,00	1,17	10,00	0,67	0,07	0,29	0,71
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,27	1,07	0,68
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,27	1,06	0,67
<i>Guarea kunthiana</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,02	0,08	0,66
<i>Psychotria myriantha</i>	2	20,00	0,58	20,00	1,33	0,02	0,06	0,66
<i>Annona cacans</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,17	0,65	0,54
<i>Aniba firmula</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,17	0,64	0,53
<i>Miconia chamissois</i>	2	20,00	0,58	10,00	0,67	0,06	0,23	0,49
<i>Casearia decandra</i>	2	20,00	0,58	10,00	0,67	0,04	0,14	0,46
<i>Clarisia ilicifolia</i>	2	20,00	0,58	10,00	0,67	0,02	0,06	0,44
<i>Pithecellobium langsdorfii</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,09	0,34	0,43
<i>Citronela paniculata</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,08	0,29	0,42
<i>Guapira hirsuta</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,07	0,27	0,41
<i>Guatteria villosissima</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,06	0,24	0,40
<i>Mabea fistulifera</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,06	0,24	0,40
<i>Seguieria americana</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,05	0,21	0,39

continua

Tabela 9 (continuação)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI (%)
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,04	0,17	0,38
<i>Swartzia elegans</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,05	0,18	0,38
<i>Rollinia sericea</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,04	0,14	0,37
<i>Cedrela fissilis</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,03	0,12	0,36
<i>Rollinia laurifolia</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,03	0,12	0,36
<i>Marlierea teuscheriana</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,09	0,35
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,09	0,35
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,07	0,34
<i>Randia spinosa</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,08	0,34
<i>Inga affinis</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,07	0,34
<i>Urera baccifera</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,02	0,06	0,34
Indeterminada 1	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,01	0,05	0,34
<i>Mollinedia schottiana</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,01	0,03	0,33
<i>Piper cernuum</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,01	0,04	0,33
<i>Rheedia gardneriana</i>	1	10,00	0,29	10,00	0,67	0,01	0,04	0,33
Total	343	3430,00	100,00	1500,00	100,00	25,56	100,00	100,00

Por fim, Rubiaceae, a exemplo do que já havia apresentado no setor Controle, apresentou a maior abundância de indivíduos, com 25,95% do total.

*Allophylus edulis*, assim como ocorreu no Controle, foi uma das duas espécies com maior Dominância Relativa (DoR) (Figura 16). A espécie com maior DoR, porém, foi a pioneira *Piptadenia gonoacantha*. Como nos setores próximos à trilha houve altos valores de DoR para *Chrysophyllum flexuosum* e *Nectandra lanceolata*, fica claro que há um revezamento de espécies quanto à liderança nesse parâmetro nos diferentes setores, e é provável que este fato esteja associado às diferentes situações amostradas, incluindo o nível de interferência da trilha a que a vegetação está sujeita.

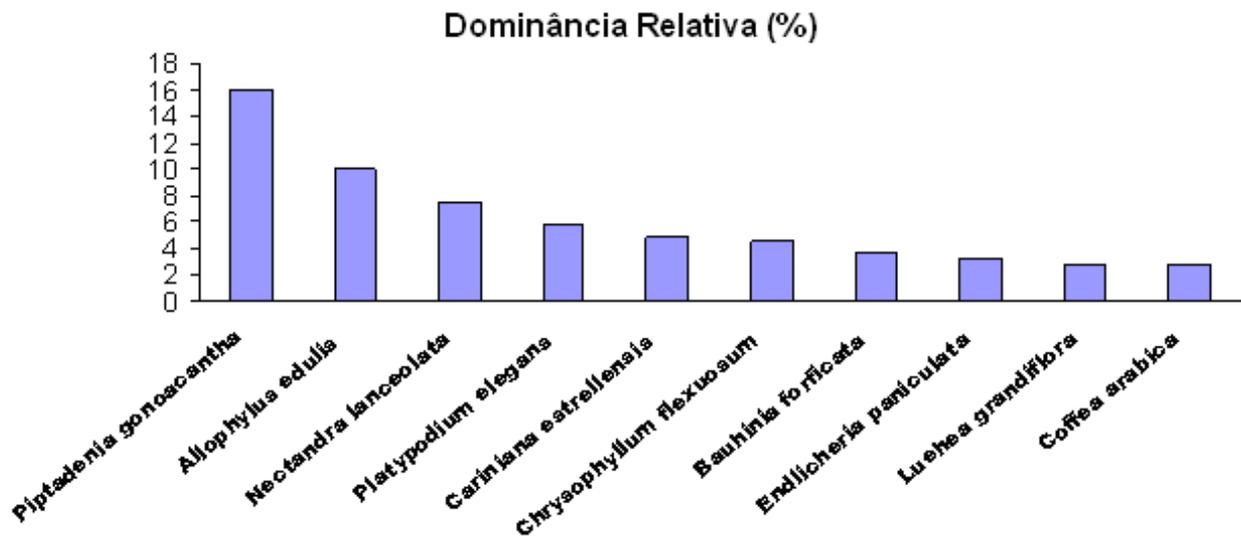


Figura 16. Histograma apresentando as espécies com maior Dominância Relativa no setor Floresta (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

A estrutura diamétrica apresentou, mais uma vez, a disposição em J invertido, com “achatamento” típico na metade direita do histograma (Figura 17). Assim, salvo em parte o setor Borda, que não apresenta esse “achatamento” completo, todos os setores estudados indicam bom nível de recrutamento.

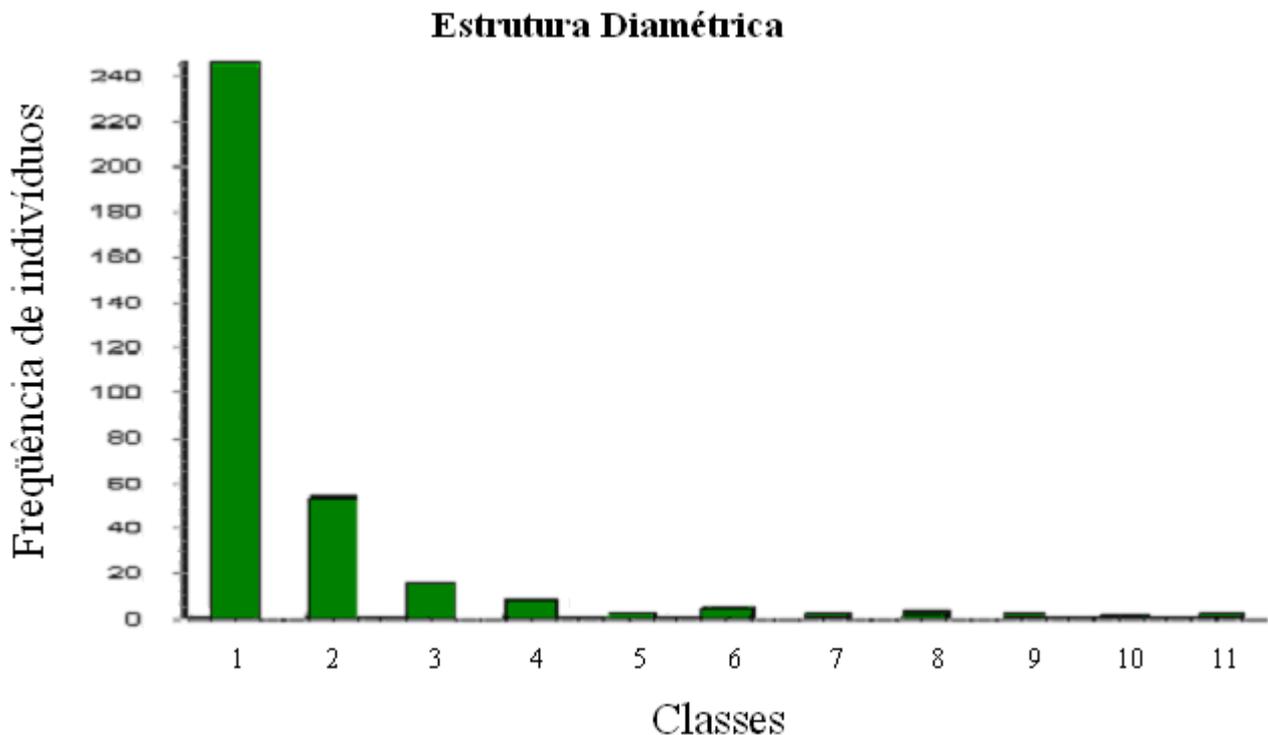


Figura 17. Estrutura Diamétrica considerando o número de indivíduos por classe, para o setor Floresta (2º nível de análise), em levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os valores do eixo das abscissas referem-se às classes de diâmetro, sendo: 1: 2,5 cm ≤ DAP < 7,5 cm; 2: 7,5 cm ≤ DAP < 12,5 cm; 3: 12,5 cm ≤ DAP < 17,5 cm; 4: 17,5 cm ≤ DAP < 22,5 cm; 5: 22,5 cm ≤ DAP < 27,5 cm; 6: 27,5 cm ≤ DAP < 32,5 cm; 7: 32,5 cm ≤ DAP < 37,5 cm; 8: 37,5 cm ≤ DAP < 42,5 cm; 9: 42,5 cm ≤ DAP < 47,5 cm; 10: 47,5 cm ≤ DAP < 52,5 cm; 11: 52,5 ≤ DAP < 57,5.

## Análise de Variância (ANOVA)

Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) encontram-se na Tabela 10.

Em relação à equabilidade, não houve diferença estatisticamente significativa entre os setores (ANOVA;  $F = 0,18$ ;  $p > 0,05$ ). Até mesmo os valores absolutos apresentaram reduzida variação. Assim, a trilha não parece estar influenciando na distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies.

Quanto às mortas em pé (mortalidade recente parcial), apenas os setores Borda e Controle apresentaram variação significativa (ANOVA;  $F = 5,13$ ;  $p = 0,0064$ , com teste *a posteriori* de Tukey). Não houve qualquer evidência sobre a existência de um gradiente de mortalidade recente parcial entre os setores, mas a borda da trilha mostrou-se mais susceptível. Esse resultado poderia indicar, ainda, tendência natural de renovação da floresta na região da trilha, mas boa parte dos indivíduos mortos em pé no presente estudo era jovem. Dados sobre mortalidade recente total, que incluiriam árvores caídas, teriam grande relevância para essa etapa de investigações, e poderiam responder a perguntas relativas à maior incidência de ventos na borda da trilha, por exemplo. As mortas em pé, assim, explicam apenas uma parte da questão.

Para densidade total, os dados evidenciaram haver diferença entre os setores (ANOVA;  $F = 6,48$ ;  $p = 0,0020$ ). Investigando onde se encontraria essa diferença, verificou-se que o setor Borda apresentou variação em relação aos demais (Figura 18). Luminosidade e temperatura relativamente elevadas na trilha certamente têm promovido maior velocidade de germinação, crescimento, reprodução e defesa contra patógenos e herbívoros, a exemplo das observações realizadas anteriormente para o comportamento de clareiras e sua influência no parâmetro riqueza.

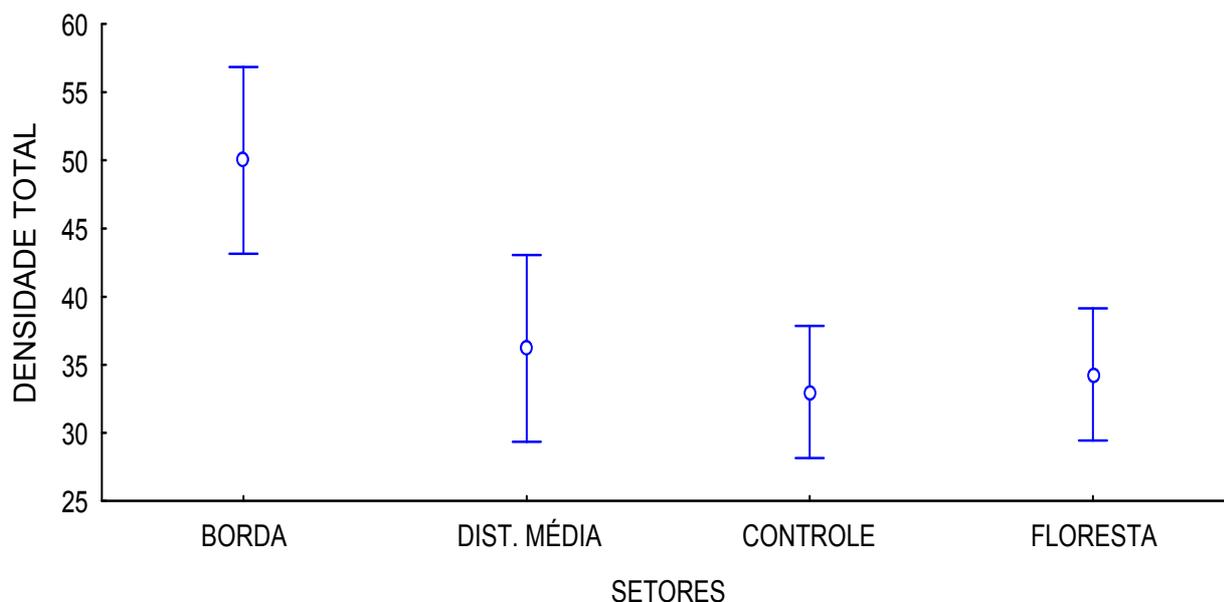


Figura 18. Distribuição de valores médios para Densidade Total na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Para a proporção entre espécies de estágio inicial de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) e espécies de estágio tardio (secundárias tardias), não houve diferença significativa entre os setores (ANOVA;  $F = 1,74$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 19). Porém, um fato chamou a atenção: houve altíssima variância no setor Floresta (20,47, para uma média de 4,22).

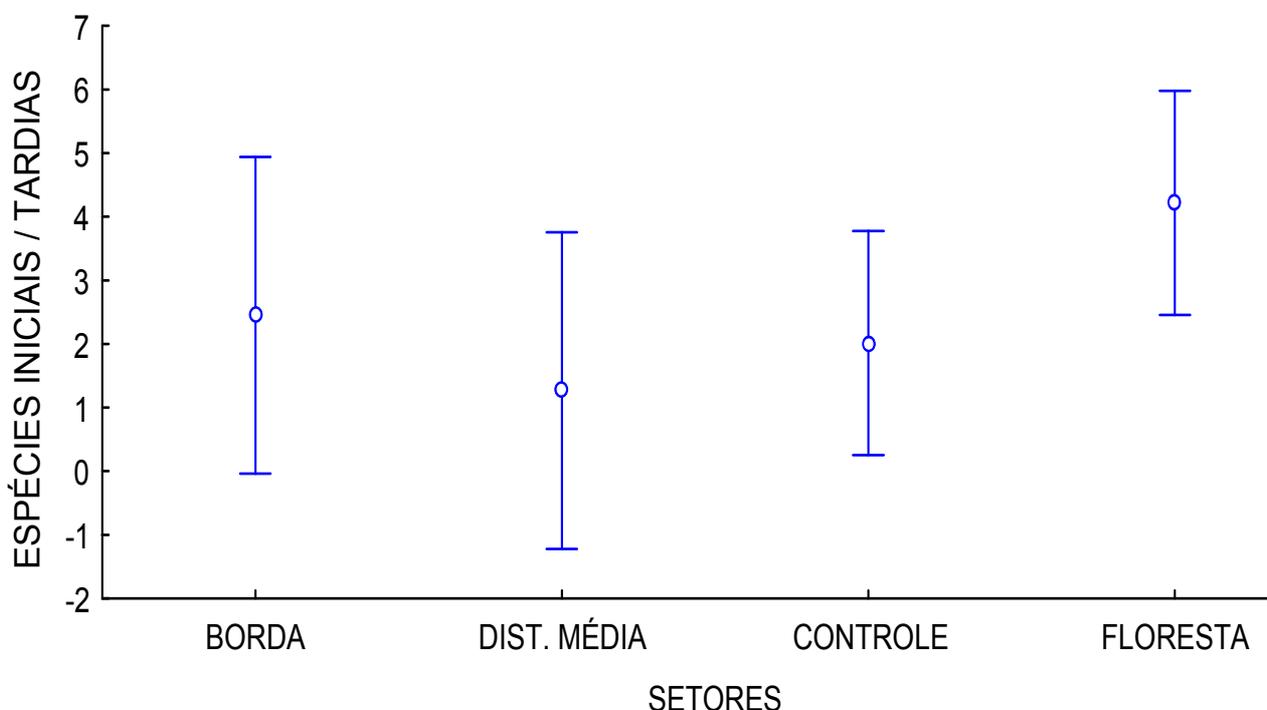


Figura 19. Distribuição de valores médios para proporção entre espécies iniciais e tardias na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Em vista de tais resultados, não foi possível associar a presença da trilha com a variação desse parâmetro. Uma alternativa para confirmar essa não-associação entre categorias sucessionais e interferência da trilha para a totalidade da vegetação analisada seria uma ANOVA para o parâmetro Proporção média de indivíduos entre as categorias sucessionais. O resultado, porém, novamente apontou que não há essa relação (ANOVA;  $F = 1,75$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 20). Assim, pode-se afirmar que a magnitude dos fatores abióticos condicionados pela trilha do Sauá não se mostrou suficiente para alterar essa proporção; adicionalmente, algumas espécies provavelmente já habitavam o local antes da abertura da trilha e não foram eliminadas localmente, provavelmente por boa resistência às modificações microclimáticas ou por terem sido favorecidas pelas mesmas.

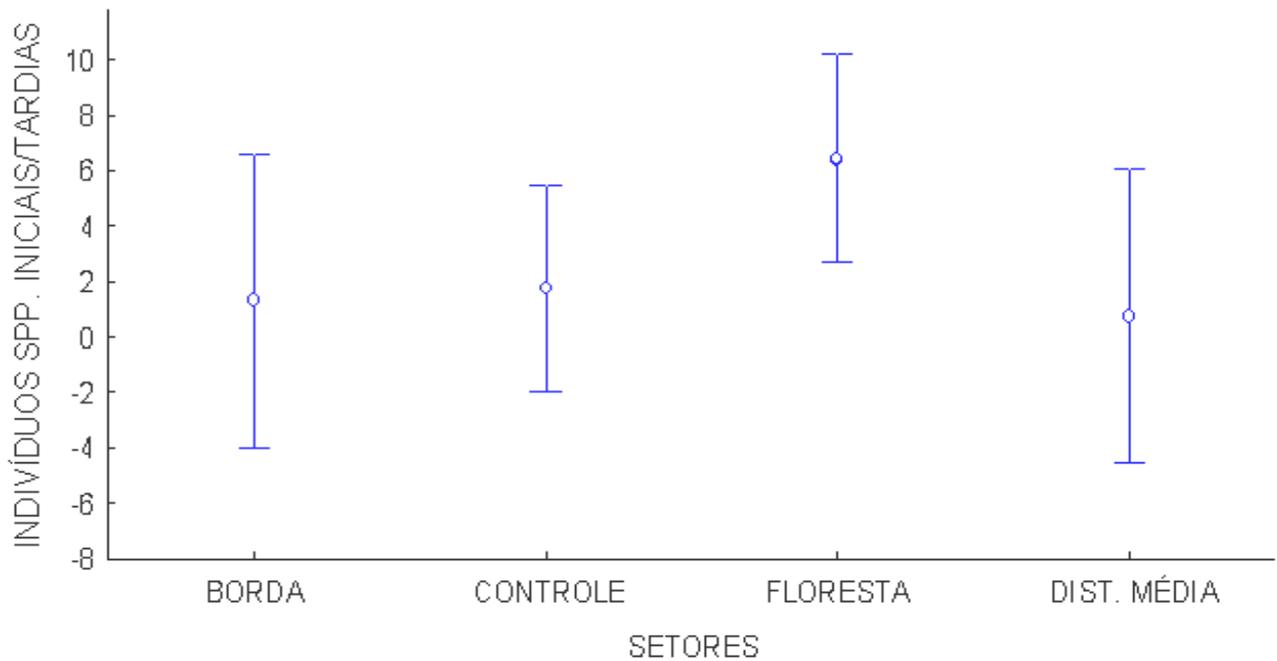


Figura 20. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Quanto à proporção entre espécies anemocóricas e zoocóricas, não houve diferença entre as médias (ANOVA;  $F = 0,51$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 21). Aqui, a variação dentro dos grupos (variação devido ao acaso) foi superior à variação entre os grupos (variação devido ao tratamento), ressaltando-se que os dados do setor Floresta foram determinantes para esse resultado (Tabela 10).

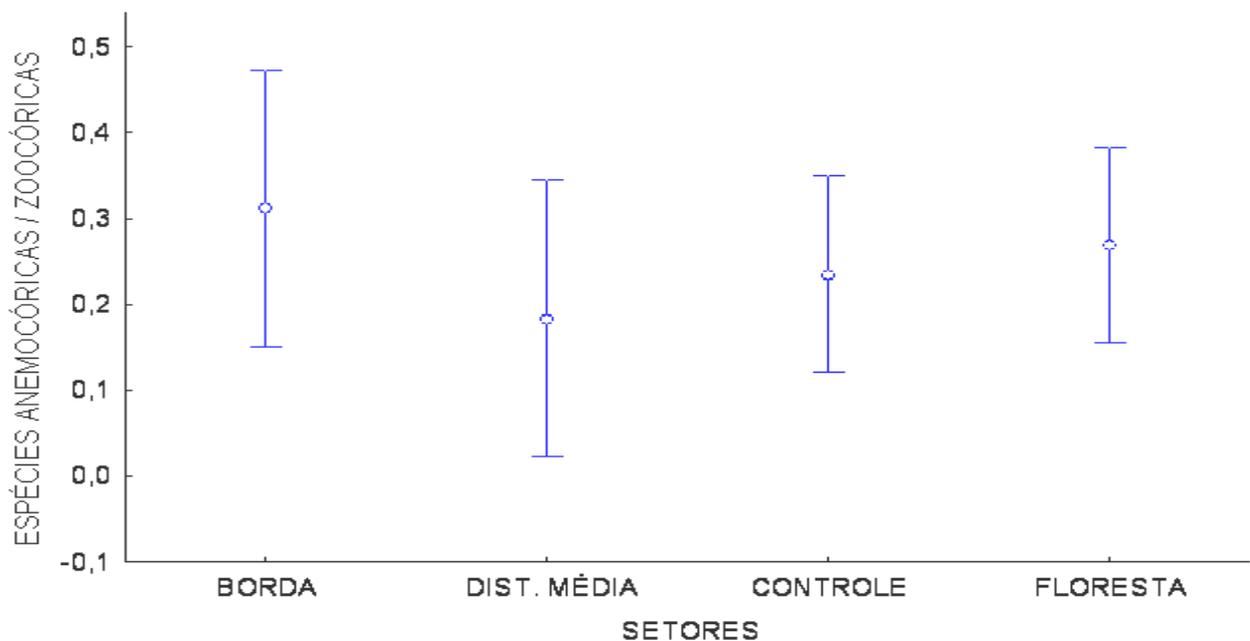


Figura 21. Distribuição de valores médios para proporção entre espécies anemocóricas e zoocóricas na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

A proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os quatro setores (ANOVA;  $F = 1,19$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 22). A média, embora não significativamente, foi maior na Borda do que na Distância Média e no Controle. Maior proporção de indivíduos anemocóricos na borda, ainda que não significativa estatisticamente, pode indicar seletividade ambiental imposta pelas trilhas, a qual apresenta maior exposição ao vento, agente dispersor das espécies que apresentam essa síndrome (Pijl 1982). Espera-se que novos estudos encontrem variação significativa por ANOVA, a fim de confirmar essa hipótese.

Os dados do setor Floresta (Tabela 10), mais uma vez, evidenciaram a elevada heterogeneidade ambiental desse setor, rompendo qualquer tendência à formação de gradientes com base nesse parâmetro.

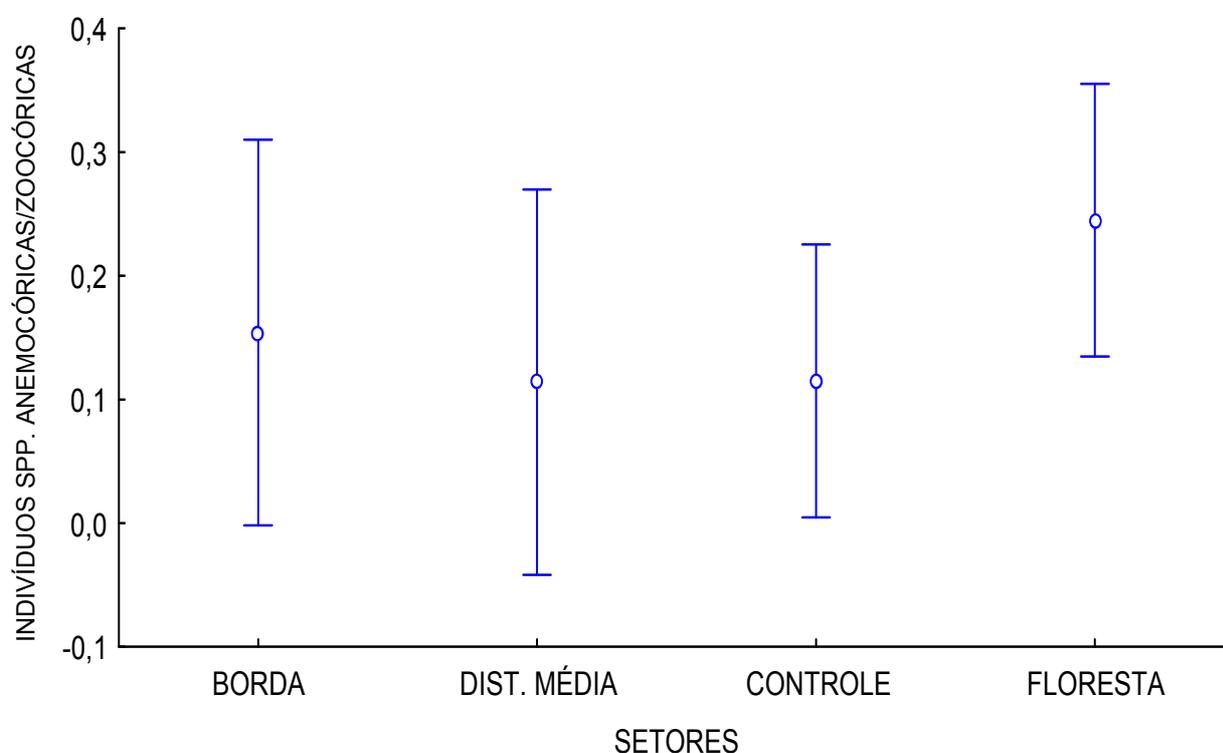


Figura 22. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Tabela 10. Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros analisados em estudo realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil, considerando os valores médios para cada parcela. Entre parênteses: desvio-padrão da média. Letras iguais representam médias que não diferem estatisticamente pelo teste *a posteriori* de Tukey; letras diferentes indicam variação estatisticamente significativa pelo mesmo teste.

Parâmetros	Borda	Distância Média	Controle	Floresta	F	Valor-p
Equilibrabilidade	0,85 ( $\pm 0,04$ ) <sup>a</sup>	0,85 ( $\pm 0,1$ ) <sup>a</sup>	0,88 ( $\pm 0,11$ ) <sup>a</sup>	0,86 ( $\pm 0,08$ ) <sup>a</sup>	0,1831	0,9069
Mortas em pé	4,40 ( $\pm 2,41$ ) <sup>a</sup>	2,00 ( $\pm 1,0$ ) <sup>ab</sup>	0,90 ( $\pm 0,88$ ) <sup>b</sup>	2,10 ( $\pm 1,97$ ) <sup>ab</sup>	5,1330	0,0064
Densidade Total	50,00 ( $\pm 7,84$ ) <sup>a</sup>	36,20 ( $\pm 3,03$ ) <sup>b</sup>	33,00 ( $\pm 7,54$ ) <sup>b</sup>	34,30 ( $\pm 8,50$ ) <sup>b</sup>	6,4774	0,0020
Espécies Iniciais / Tardias	2,45 ( $\pm 1,33$ ) <sup>a</sup>	1,27 ( $\pm 0,14$ ) <sup>a</sup>	2,01 ( $\pm 0,15$ ) <sup>a</sup>	4,21 ( $\pm 20,47$ ) <sup>a</sup>	1,7438	0,1827
Indivíduos de Espécies Iniciais / Indiv. Esp. Tardias	1,28 ( $\pm 0,78$ ) <sup>a</sup>	0,73 ( $\pm 0,63$ ) <sup>a</sup>	1,75 ( $\pm 1,03$ ) <sup>a</sup>	6,43 ( $\pm 9,72$ ) <sup>a</sup>	1,7468	0,1821
Espécies Anemocóricas / Zoocóricas	0,31 ( $\pm 0,14$ ) <sup>a</sup>	0,18 ( $\pm 0,11$ ) <sup>a</sup>	0,24 ( $\pm 0,12$ ) <sup>a</sup>	0,27 ( $\pm 0,24$ ) <sup>a</sup>	0,5140	0,6763
Indiv. de Espécies Anemocóricas / Indiv. Esp. Zoocóricas	0,15 ( $\pm 0,10$ ) <sup>a</sup>	0,11 ( $\pm 0,09$ ) <sup>a</sup>	0,12 ( $\pm 0,05$ ) <sup>a</sup>	0,25 ( $\pm 0,27$ ) <sup>a</sup>	1,1893	0,332

## Análise de Agrupamento – Dados qualitativos (binários) e quantitativos (abundância)

De fácil visualização e análise, os dendrogramas de similaridade para os quatro setores (Figura 23), a partir de dados binários, não deixam dúvidas: as áreas sob interferência da trilha (setores Borda e Distância Média) formam um grupo florístico único, com cerca de 42% de similaridade entre si, enquanto os setores presumivelmente sem interferência da trilha (setores Controle e Floresta) formam outro grupo florístico, com aproximadamente 39% de similaridade entre si. Os dois grupos florísticos assemelharam-se entre si pouco mais de 30%.

A análise de agrupamento para dados de abundância indicou o mesmo padrão observado no item anterior, isto é, as áreas sob interferência da trilha formam um grupo único, e as áreas do interior da floresta formam outro grupo (Figura 24).

Assim, parece muito claro que a trilha tem alterado significativamente os padrões florísticos da região estudada, tanto em termos de composição como de abundância.

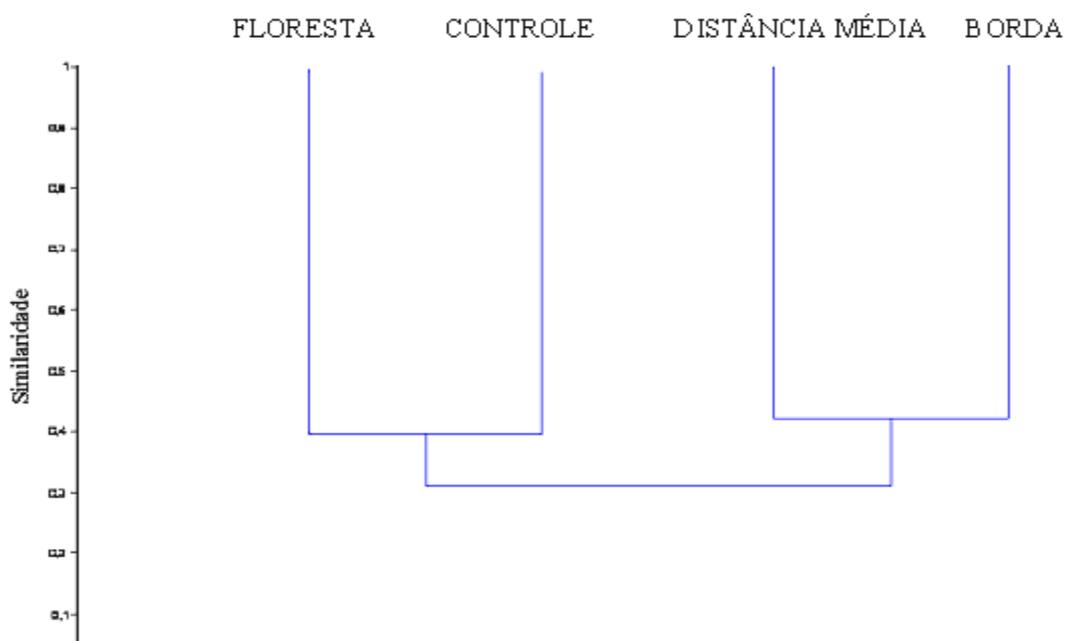


Figura 23. Dendrograma de similaridade florística por análise de agrupamento (UPGMA, Jaccard, Binário,  $r = 0,9818$ ) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

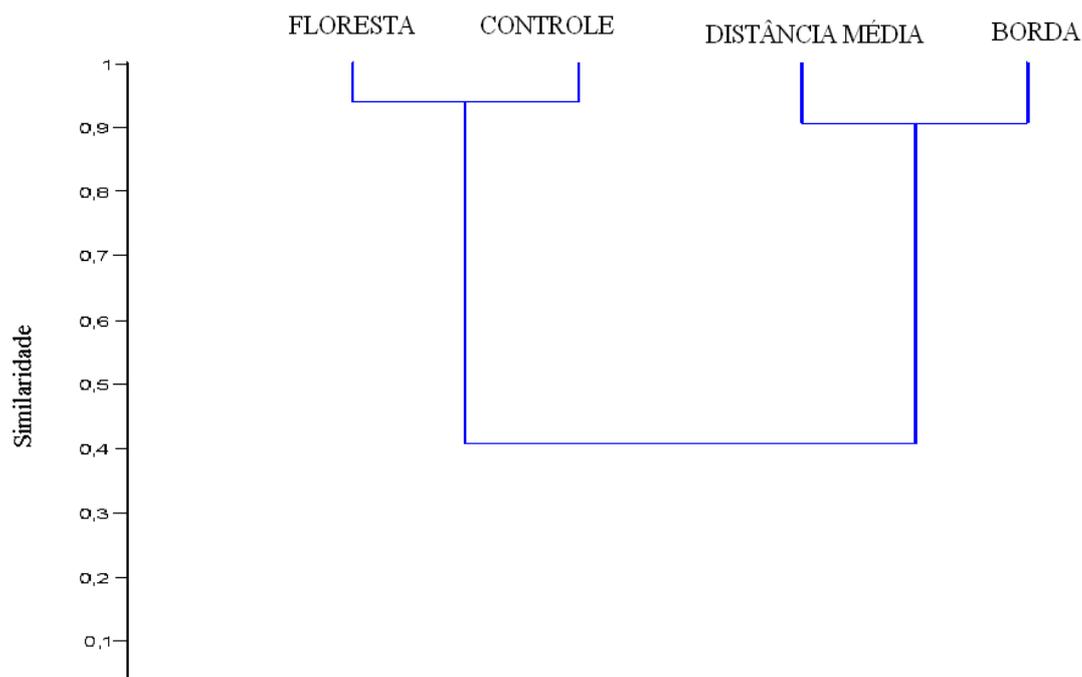


Figura 24. Dendrograma de similaridade por análise de agrupamento (UPGMA, Morisita, Abundância,  $r = 0,9983$ ) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

## Ordenação

A interpretação de uma PCA consiste, segundo Valentin (2000), em definir a representatividade de cada eixo em relação ao (s) fator (es) ecológico (s) responsável (is) pela ordenação das amostras. Assim, no diagrama de ordenação da PCA para dados totais de abundância das espécies (Figura 25), é evidenciada a contraposição, no eixo 1, entre os setores Distância Média e Borda, de um lado do gradiente, e os do Controle e Floresta, no outro extremo do gradiente.

Além da interpretação do diagrama de PCA para os dados gerais de cada setor, é importante entender como as diferentes parcelas e as diferentes espécies amostradas estão ordenadas, a partir da matriz de abundância das espécies. O diagrama da Figura 26 provê elementos para essa análise. Verifica-se que *Sorocea bonplandii*, *Anadenanthera peregrina*, *Dalbergia nigra*, *Siparuna guianensis*, *Nectandra lanceolata* e *Chrysophyllum flexuosum* associaram-se com altos valores, em média, às parcelas dos setores Borda e Distância Média, ambas próximas à trilha. Por sua vez, *Prunus sellowii*, *Xylosma prockia*, *Trichilia pallida* e *Allophylus edulis* obtiveram elevada abundância nas parcelas do interior da floresta.

A ordenação das espécies produzidas pela Análise de Correspondência (CA), apresentada no diagrama da Figura 27, permite algumas considerações interessantes. *Sorocea bonplandii* e *Chrysophyllum flexuosum*, principalmente a segunda, associam-se fortemente aos setores Borda e Distância Média. Este dado, aliado a outros resultantes das análises realizadas neste estudo, indicam a clara “preferência” dessas espécies pelo cenário ambiental proporcionado pela proximidade da trilha.

Se por um lado essas espécies parecem estar mais associadas à trilha, outras seguem a tendência contrária. *Piptadenia gonoacantha*, *Endlicheria paniculata*, *Xylosma prockia*, *Trichilia pallida*, *Ocotea dispersa*, *Guapira opposita*, *Allophylus edulis* e *Protium warmingiana* mostraram elevada ligação com parcelas do controle da amostragem (Figura 27). Além disso, *Dalbergia nigra*, *Siparuna guianensis* e *Anadenanthera peregrina* ocorrem com maior abundância nas parcelas do setor Floresta, e *Coffea arabica* confirma-se como espécie típica do interior da Mata da Biologia (Figura 27).

Esses dados confirmam a tendência de não haver qualquer ligação entre grupos sucessionais e sucesso das espécies nos diferentes setores estudados. Enquanto uma espécie tardia (*Chrysophyllum flexuosum*) juntamente com uma inicial (*Sorocea bonplandii*) têm se apresentado intensamente associadas à área próxima da trilha, *Piptadenia gonoacantha* e *Protium warmingiana* (inicial e tardia, respectivamente), por exemplo, têm ocorrido com muito mais representatividade no interior da floresta.

Além disso, pouca associação entre o grau de interferência da trilha e a ocorrência de síndromes de dispersão pode ser verificada nas análises de ordenação; ocorreram tanto espécies anemocóricas como zoocóricas com elevada associação tanto às parcelas de interior da floresta como às de borda de trilha.

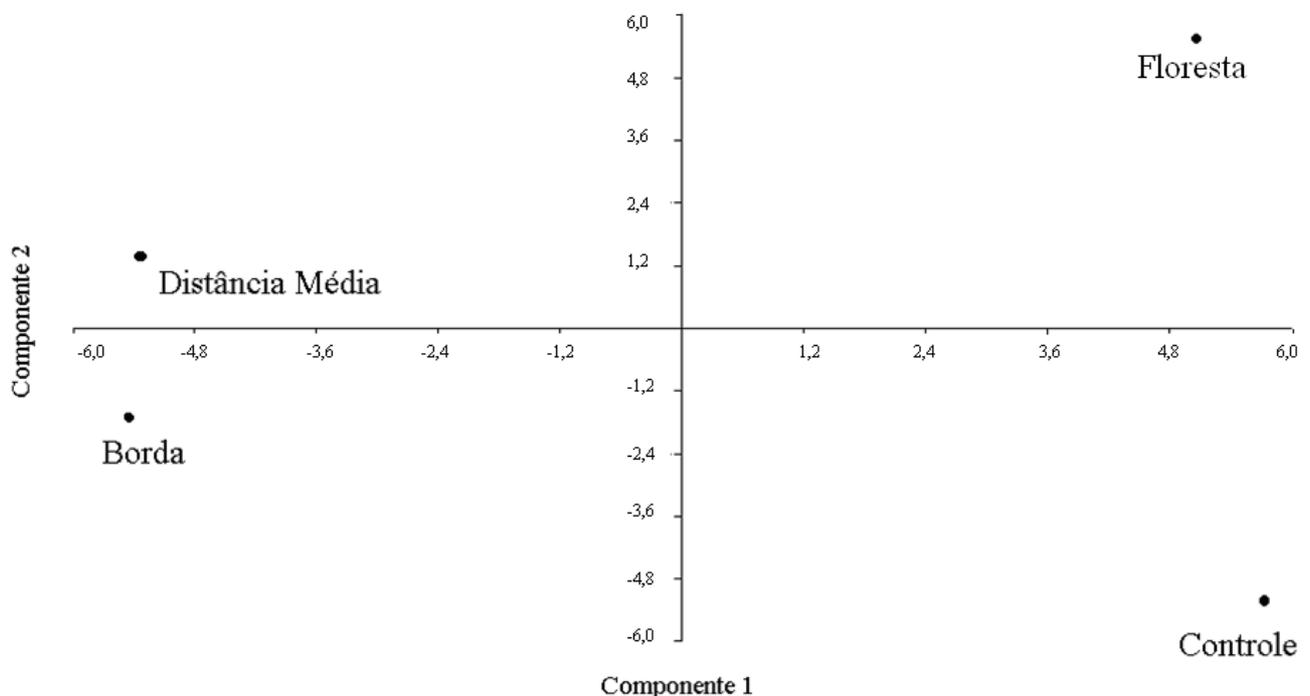


Figura 25. Diagrama de Ordenação produzido pela Análise em Componentes Principais (PCA) para dados de abundância totais obtidos em cada setor da amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

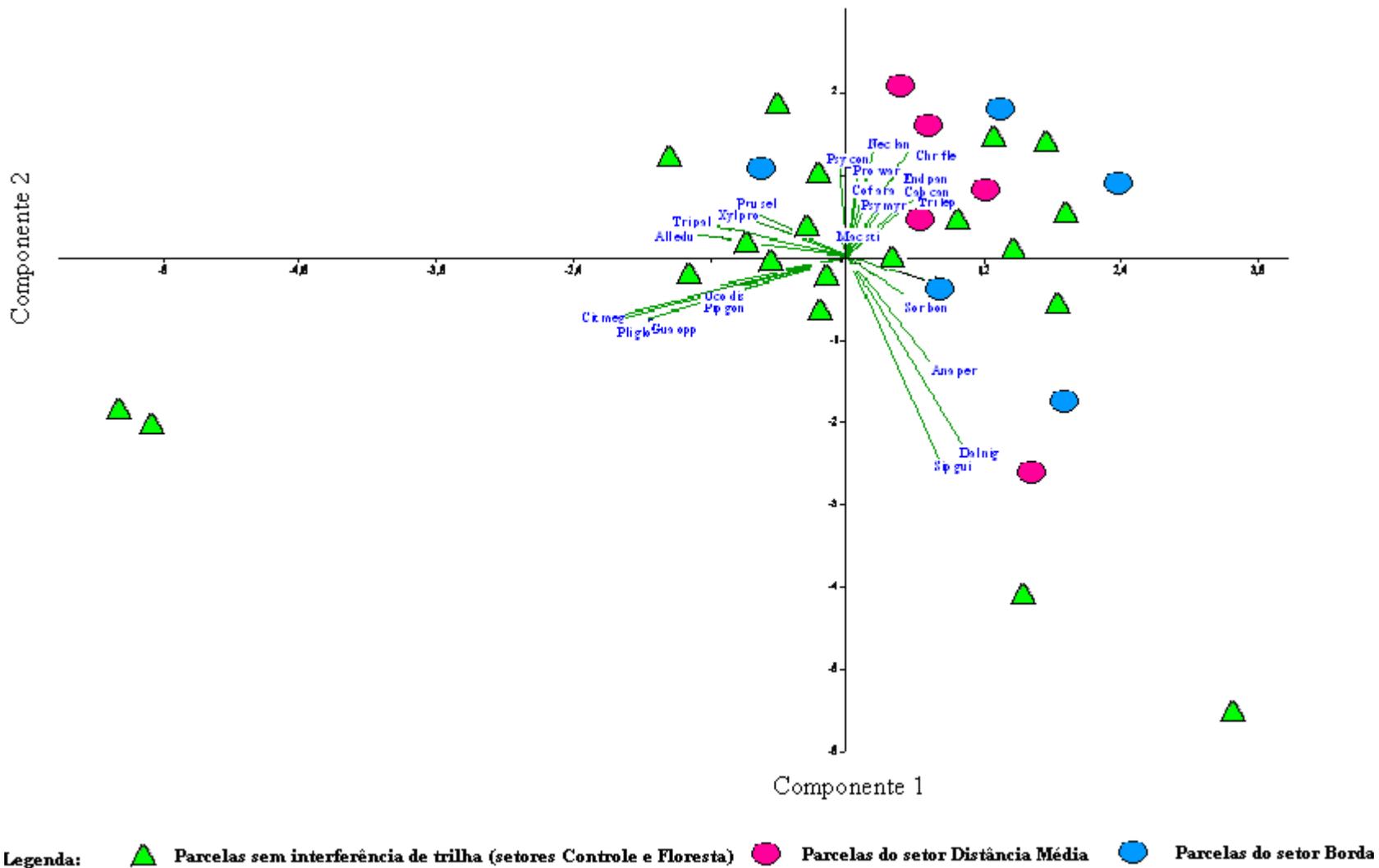


Figura 26. Diagrama “biplot” de Ordenação produzida pela Análise em Componentes Principais (PCA) para abundância das espécies amostradas nos quatro setores do levantamento realizado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os binômios estão grafados com as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico.

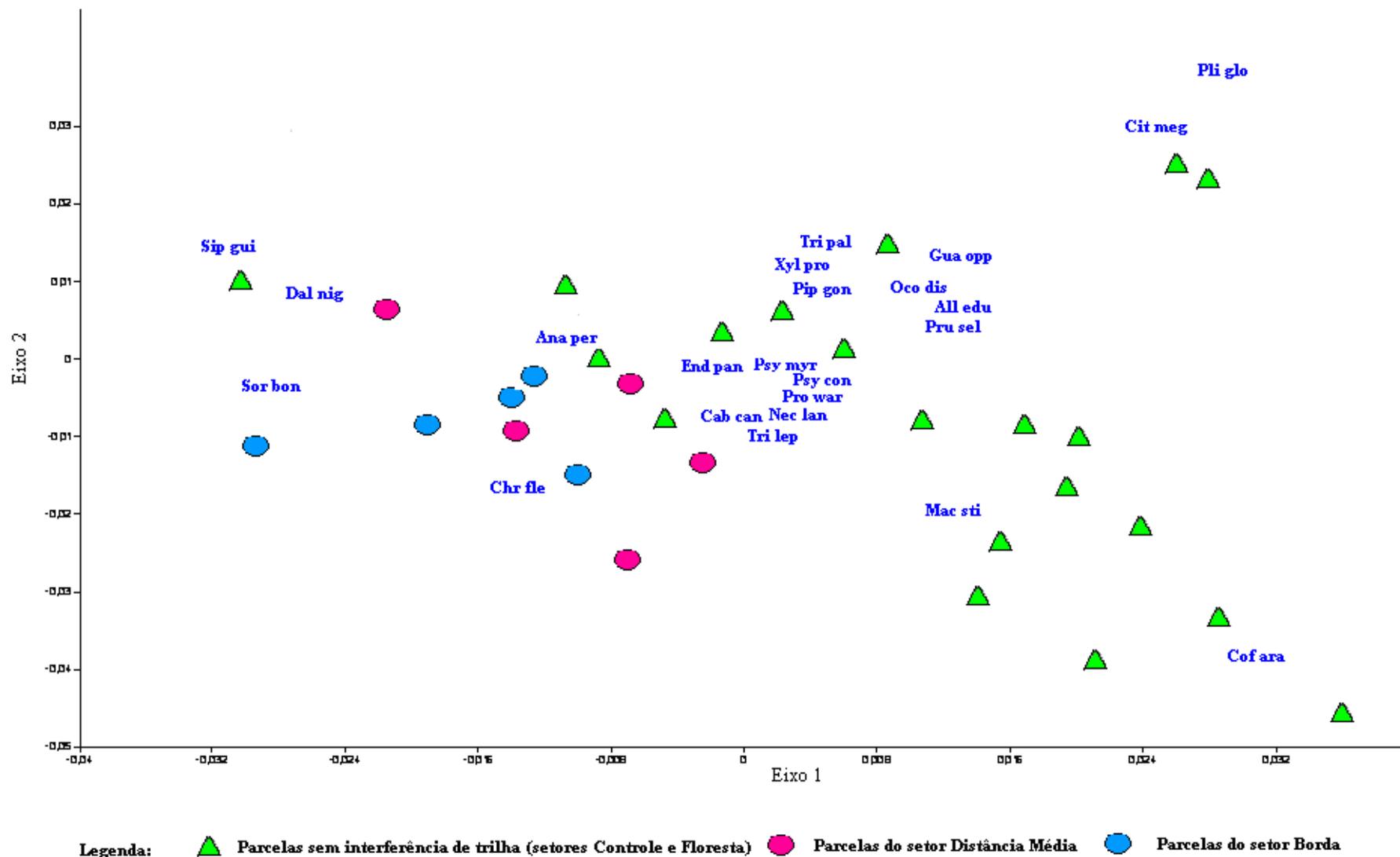


Figura 27. Diagrama de Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados totais de abundância de cada espécie em cada um dos quatro setores amostrados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Os binômios estão grafados com as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico.

## Considerações Finais

A hipótese central foi aceita, ou seja, verificaram-se diferenças florísticas e estruturais nos diferentes setores amostrados. Porém, determinados parâmetros, como proporção de grupos ecológicos, mostraram-se menos influenciados pela trilha, enquanto outros, como densidade total e formação de grupos florísticos, mostraram-se intimamente associados com o grau de proximidade da trilha.

O setor Floresta mostrou-se inadequado como controle amostral da interferência da trilha, mas evidenciou estratégias utilizadas pelas espécies da Mata da Biologia, comprovando o que seria esperado para áreas em diferentes contextos topográficos e edáficos. Além disso, o presente estudo evidenciou, por meio dos resultados desse setor a necessidade de um bom conhecimento do contexto de amostragem para trabalhos envolvendo trilhas.

Trilhas e clareiras pequenas parecem compartilhar alguns de seus efeitos sobre a vegetação, como a maior riqueza nas áreas de maior exposição aos efeitos causados por ambas, indicando que se apresentam tipicamente como sítios de regeneração para as florestas.

## Literatura Citada

- Ab'Saber, A.N.** 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.
- Almeida, D.S. & Souza, A.L.** 1997. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Revista Árvore* 21: 221-230.
- Andrade, W.J.** 2003. Implantação e manejo de trilhas. *In*: S. Mitraud (org.). M294 e Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: ferramentas para um planejamento responsável. WWF-Brasil, Brasília.
- APG II.** 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Brokaw, N.V.L.** 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66 (3): 682-687.
- CIENTEC.** 2004. Mata Nativa 2.0: sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. [S.l.:s.n.].
- Cole, D.N.** 1978. Estimating the susceptibility of Wildland vegetation to trailside alteration. *The Journal of Applied Ecology* 15 (1): 281-286.
- Coley, P.D.** 1983. Gap size and plant defenses. *Trends in Ecology and Evolution* 8:1-2.

- Denslow, J.S.** 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 431-451.
- Denslow, J.S.** 1995. Disturbance and diversity in tropical rain forests: the density effect. *Ecological Applications* 5 (4): 962-968.
- Embrapa Solos.** 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- Felfili, J.M. & Rezende, R.P.** 2003. Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Comunicações Técnicas Florestais. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Ferreira-Júnior, W.G.** 2005. Composição, estrutura e análise de gradientes em Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Ferreira-Júnior, W.G., Silva, A.F., Schaefer, C.E.G.R., Meira-Neto, J.A.A., Dias, A.S., Ignácio, M. & Medeiros, M.C.M.P.** 2007. Influence of soil and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64 (2): 137-157.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R.** 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H.F. & Bezerra, C.L.E.** 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55 (4): 753-767.
- Gasparini-Júnior, A.J.** 2004. Estrutura e dinâmica de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no campus da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Gauch, H.G.** 1982. *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, New York.
- Golfari, L.** 1975. Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento. Série Técnica 3. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF/Bra-45.
- Hammer, Ø, Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica electronica* 4 (1): 9 pp.
- Hartshorn, G.S.** 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. *In*: P.B. Tomlinson & M.H. Zimmermann (eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, London. pp.617-638.
- Hill, M.O.** 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. *Journal of Ecology* 61: 237-249.

- Hill, M.O.** 1974. Correspondence Analysis: a neglected multivariate analysis. *Applied Statistics* 23: 340-354.
- Hubbell, S.P. & Foster, R.B.** 1990. Structure, dynamics, and equilibrium status of old-growth forest on Barro Colorado Island. *In*: A.H. Gentry (ed.). *Four neotropical forests*. Yale University Press, New Haven. pp.522-541.
- Huston, M.** 1979. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* 113 (1): 81-101.
- Irsigler, D.T.** 2002. Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Jolliffe, I.T.** 1986. *Principal Component Analysis*. Springer, New York.
- Laurance, W.F., Bierregaard, Jr, R.O., Gascon, C., Dirham, R.K., Smith, A.P., Lynam, A.J., Viana, V.M., Lovejoy, T.E., Sieving, K.E., Sites, Jr., J.W., Andersen, M., Tocher, M.D., Kramer, E.A., Restrepo, C. & Moritz, C.** 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. *In*: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard Jr. (eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 502-514.
- Lima, W.P.** 1972. Pressão urbana sobre a floresta. *IPEF* 5: 71-77.
- Lopes, W.P., Paula, A., Sevilha, A.C. e Silva, A.F.** 2002. 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* 26 (3): 339-347.
- Magurran, A.E.** 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Marangon, L.C., Soares, J.J. & Feliciano, A.L.P.** 2003. Florística arbórea da Mata da Pedreira, Município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 27 (2): 207-215.
- Martins, F.R.** 1991. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Editora da UNICAMP, Campinas. 246p.
- Matteucci, S. D. & Colma, A.** 1982. *Metodologia para el estudio de la vegetacion*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington.
- Meira-Neto, J.A.A. & Silva, A.F.** 1995. Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetada da UHE de Pilar, Vale do rio Piranga, Zona da Mata de Minas Gerais. FUNARBE - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Meira-Neto, J.A.A., Souza, A.L., Silva, A.F. & Paula, A.** 1997. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual submontana em área diretamente afetada pela Usina Hidroelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Árvore* 21 (3): 337-344.
- Meira-Neto, J.A.A. & Martins, F.R.** 2000. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. *Revista Árvore* 24 (2): 151-160.

- Meira-Neto, J.A.A. & Martins, F.R.** 2002. Composição florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa-MG. *Revista Árvore* 26 (4): 437-446.
- Meira-Neto, J.A.A. & Martins, F.R.** 2003. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da mata da silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa-MG. *Revista Árvore* 27 (4): 459-471.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M.** 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 15 (1): 89-113.
- MOBOT.** 2007. Missouri Botanical Garden Plant Science. Database – W3 TRÓPICOS. Disponível em: <<http://www.mobot.org>>.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F.** 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In:* L.P.C. Morellato (org.). *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. pp. 112-141.
- Müeller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Nappo, M.E., Griffith, J.J., Martins, S.V., De Marco Jr., P., Souza, A.L. & Oliveira-Filho, A.T.** 2004. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Benthem em área minerada, em Poços de Caldas, MG. *Revista Árvore* 28 (6): 811-829.
- Oliveira, R.T., Bloomfield, V.K. & Magalhães, L.M.S.** 1999. Trilha auto-guiada: proposta de implantação e interpretação na Floresta Nacional Mário Xavier Sandra Regina da Costa. *Floresta e Ambiente* 6 (1): 138-143.
- Oliveira-Filho, A.T., Almeida, R.J., Mello, J.M. & Gavilanes, M.L.** 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica* 17 (1): 67-85.
- Paula, A., Silva, A.F., Souza, A.L. & Santos, F.A.M.** 2002. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. *Revista Árvore* 26 (6): 743-749.
- Pielou, E.C.** 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons, New York.
- Pijl, L.V.D.** 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. 3. ed. Springer-Verlag, New York.
- Ribas, R.F.** 2001. *Fitossociologia e Grupos Ecológicos em uma Floresta Estacional Semidecidual de Viçosa – MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Rocha-Mendes, F., Araújo, F.G.D., Pezzato, M.M., Ribeiro, O.M., Campos, R.I. & Portela, R.C.Q.** 2003. Influência de uma borda florestal sobre a riqueza e densidade de plântulas. Curso de Campo Ecologia da Floresta Amazônica.

- Senra, L.C.** 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento florestal da Fazenda Rancho Fundo, na Zona da Mata – Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Silva, A.F., Fontes, N.R.L. & Leitão-Filho, H.F.** 2000. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Árvore* 24 (4): 397-405.
- Silva-Júnior, W.M.** 2002. Caracterização florística e fitossociológica da regeneração natural em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Soares-Júnior, F.J.** 2000. Composição florística e estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda Tico-Tico, Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Townsend, C.R., Begon, M. & Harper, J.L.** 2006. *Fundamentos em Ecologia*. 2.ed. Artmed, Porto Alegre.
- Valentin, J.L.** 2000. *Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Valverde, O.** 1958. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia* 20 (1): 1-82.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A.** 1991. *Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Viçosa.** 2007. Prefeitura Municipal de Viçosa: Território – Paisagem. Disponível em: <http://www.vicosa.mg.gov.br/?area=conteudo&secao=3>.
- Vieira, S.** 1980. *Introdução à Bioestatística*. 3.ed. Elsevier, Rio de Janeiro.

## **CAPÍTULO 3**

**Interferência de trilhas na vegetação arbórea: um estudo comparativo entre dois fragmentos de Floresta Atlântica na Região Sudeste do Brasil**

ABSTRACT – (Interference of trails on arboreal communities: a comparative analysis between two forest fragments in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil). Trails, despite their rare studies, can influence significantly the floristic composition and structure of plant communities. In the Atlantic Forest, this effect should be investigated, including vegetation forms like the Atlantic Rainforests and the Semideciduous Seasonal Forests. This Chapter aims to verify how forest trails interfere in plant communities, considering two different Brazilian Atlantic fragments: Parque Estadual Fontes do Ipiranga Biological Reserve (PEFI), in Sao Paulo, Sao Paulo State (23°38'S e 46°38'W), and the Federal University of Viçosa Biological Reserve, in Viçosa, Minas Gerais State (20°45'S e 42°07'W). The same basic methodology was used to collect and analyze data, and the experimental design was adapted to the reality of each study area. We observed that each fragment shows different kinds of response to trails. Both fragments indicated that restricted and small trails could be positively correlated with plant recruitment and coexistence, while large and non-restricted ones tend to reduce diversity and the development of new populations.

Key words: Biological Reserve, PEFI, phytosociology

RESUMO – (Interferência de trilhas na vegetação arbórea: um estudo comparativo entre dois fragmentos de Floresta Atlântica na Região Sudeste do Brasil). As trilhas, a despeito dos raros estudos já desenvolvidos, podem influenciar sensivelmente a composição e a estrutura de comunidades vegetais. Particularmente para a Mata Atlântica, esse efeito necessita ser estudado, abrangendo variadas formações, como as Florestas Ombrófilas Densas e Estacionais Semidecíduas. Assim, o objetivo do presente capítulo é verificar o nível de interferência que as trilhas podem causar na floresta, considerando diferentes fragmentos Atlânticos brasileiros: o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo, SP (23°38'S e 46°38'W), e a Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG (20°45'S e 42°07'W). A mesma metodologia de coleta e análise de dados foi empregada para os dois estudos, sendo os respectivos desenhos amostrais adaptados à realidade de cada área. Verificou-se que a vegetação de cada fragmento responde de uma determinada forma à presença e utilização de trilhas. Ambos os levantamentos indicaram que trilhas pequenas e de uso restrito podem favorecer o recrutamento e a coexistência de espécies, enquanto trilhas largas e de uso intensivo apresentam a tendência de reduzir a diversidade e dificultar o desenvolvimento de novas populações.

Palavras-chave: Mata da Biologia, PEFI, fitossociologia

## Introdução

A Floresta Atlântica faz parte do conjunto das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo. A maioria de seus remanescentes são fragmentos pequenos e perturbados, ou áreas protegidas que se encontram sob relevo íngreme (Viana & Tabanez 1996); abriga numerosas espécies endêmicas e constitui-se o habitat natural de diversas espécies ameaçadas de extinção (Borém & Oliveira-Filho 2002). Dada a sua importância e o grau de devastação a que já foi submetida, desde o período da colonização pelos portugueses, a Floresta Atlântica necessita urgentemente de estudos que relacionem atividades humanas à degradação de suas formações florestais.

A principal formação deste bioma são as Florestas Ombrófilas Densas, as quais se estendem por grande parte da área costeira do Brasil. Com uma vegetação exuberante em termos de riqueza e diversidade, atualmente encontra-se reduzida a cerca de 10% de sua formação original (Fundação SOS Mata Atlântica 2002). Juntamente com as Florestas Estacionais Semidecíduas e as Ombrófilas Mistas, compõem o que modernamente se convencionou chamar de Floresta Atlântica *sensu lato* (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Ao contrário de alguns trabalhos envolvendo a vegetação desse bioma (*e.g.*, Leitão-Filho 1987, Joly *et al.* 1991), tem se tornado cada vez mais evidente que a Floresta Atlântica constitui uma rede florística intrinsecamente relacionada. Segundo esse novo paradigma, as Florestas Estacionais e Ombrófilas tiveram a mesma origem, e foram se modificando no decorrer do processo evolutivo. Ainda nesse contexto, estudos revelaram que houve intensa troca gênica entre as diferentes formações vegetais encontradas no bioma atlântico, e estudos palinológicos corroboram a hipótese de mesma origem dessas formações (Joly *et al.* 1999).

As Florestas Estacionais Semidecíduas, encontradas em parte considerável do interior do país, abrigam um subgrupo de uma flora muito mais rica, a das Florestas Ombrófilas Densas (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Certamente, as condições de seca estacional a que a vegetação das Florestas Estacionais está submetida atuam como forte pressão seletiva no sentido de reduzir a riqueza e a diversidade de espécies nessa formação. Por sua vez, a vegetação que ocorre nas Florestas Ombrófilas Densas dispõe de calor, umidade e precipitação durante todo o ano, de forma bem distribuída, fator que ajuda a explicar sua fisionomia e composição únicas. Dessa forma, a flora encontrada nos levantamentos realizados nas duas formações difere significativamente (Leitão-Filho 1987), embora estejam intimamente relacionadas (Oliveira-Filho & Fontes 2000).

Do ponto de vista da conservação da Floresta Atlântica, somente por meio de um conhecimento sólido que contemple as diversas formações desse bioma tornar-se-ia possível o estabelecimento de

políticas robustas e sólidas, pois como afirmaram Joly *et al.* (1999), tais formações fazem parte de um corpo único, indissociável, que não deve ser estudado e analisado de forma fragmentada. Estudos recentes, como os de Oliveira-Filho & Fontes (2000) e de Oliveira (2006), comprovaram fortes conexões florísticas entre as Florestas Estacionais e Ombrófilas Atlânticas, e dessa forma, não há sentido em não estudá-las como uma unidade florística e estrutural.

De importância ainda desconhecida para a conservação da biodiversidade florestal atlântica, a abertura de trilhas pode interferir na estrutura e na composição da vegetação adjacente por modificar a luminosidade e temperatura locais, e assim constituir-se em um fator de perturbação. Além disso, a utilização das trilhas por visitantes pode acarretar em modificação na dispersão de sementes e propágulos, além de ocasionar impactos físicos ao solo. O pisoteio é uma fonte potencial de impacto dos ecossistemas florestais nativos (M.F.R.Siles, comunicação pessoal).

Segundo Cole (1978), o uso irrestrito de recreação em áreas naturais tende a prejudicar as comunidades vegetais que têm sido selecionadas nesses ambientes. Cumpre destacar que a utilização de áreas de recreação no interior de florestas vem se tornando uma prática bastante freqüente na vida contemporânea, o que pode facilmente ser explicado por fatores como aumento da população urbana, redução no número de horas de trabalho, desenvolvimento de meios de transporte e maior investimento em lazer (Lima 1972). De forma inequívoca, a popularização desse tipo de atividade tem levado a um substancial aumento no volume de turistas visitando áreas protegidas, os quais procuram descanso e fuga da rotina (IUCN 1993 *apud* Robim *et al.* 2004).

Para Andrade (2003), as trilhas, circunscritas ou atravessando Unidades de Conservação, o fazem em ambientes naturais muitas vezes frágeis ou carentes de proteção. Quanto a isso, Pires *et al.* (2004a) afirmaram que os efeitos das atividades humanas nos ecossistemas são os principais responsáveis por uma biorregião ser ou não sustentável. A integridade ecológica dos ecossistemas naturais implica, necessariamente, na manutenção de suas áreas naturais em condições satisfatórias de qualidade ambiental, de forma a garantir a continuidade dos processos ecológicos ao longo do tempo (Pires *et al.* 2004b).

Um conceito importante no estudo de possíveis interferências causadas por trilhas é a “capacidade de carga”. Sobre o assunto, Robim *et al.* (2004), respaldando-se no trabalho de Takahashi (1998), afirmaram que se trata do “tipo e o nível de uso que pode ser conciliado enquanto sustenta os recursos desejados e as condições recreativas que integram os objetos de manejo”, podendo, ou não, especificar o número de visitantes. Além disso, os autores ressaltaram que a capacidade de carga deve ser determinada para cada sítio de uso público, pois depende das características biofísicas locais.

A tomada de decisão favorável à abertura de trilhas, em geral, não se baseia em análises científicas sobre os processos ecológicos envolvidos (Cole 1978). Este autor sugeriu, assim, que as diferentes formações vegetais passassem a dispor de mais informações sobre a susceptibilidade às mudanças resultantes da construção e uso das trilhas, pois, com esse conhecimento, poder-se-ia conceber sistemas de trilhas que evitassem regiões mais frágeis. Roovers *et al.* (2004) alertaram para os efeitos da visitação intensiva sobre a compactação do solo, e sobre os efeitos desta sobre a cobertura e a composição florística da área, ressaltando que outros fatores bióticos e abióticos podem vir a ser fortemente alterados como resultado desse processo.

Segundo Cole (1978), possíveis sinais de estresse da vegetação podem ser mensurados diretamente, por meio da comparação entre a vegetação imediatamente adjacente a trilhas e a vegetação mais distante da mesma, dentro da mesma formação vegetal. Além de sugerir esse método para estudos dentro da mesma formação, o autor desenvolveu um estudo no sub-bosque próximo a trilhas em diferentes formações vegetais, tendo encontrado diferenças significativas no comportamento estrutural e florístico entre elas. Formações com dossel mais fechado apresentaram as mais drásticas alterações entre a vegetação próxima e a relativamente distante de trilhas - espécies que foram favorecidas com a abertura e utilização das mesmas apresentam tecidos permanentemente protegidos ou folhas ao nível do solo, fatores que facilitam a sobrevivência nestas condições de estresse [(Bates 1935, Dale & Weaver 1974, Liddle & Greg-Smith 1975) *apud* Cole 1978]. Já as formações mais abertas mostraram menor susceptibilidade a esse tipo de impacto; os valores sociológicos das espécies dominantes, embora tenham decrescido um pouco com a proximidade da trilha, mantiveram o seu alto valor. Conseqüentemente, a mudança na composição florística foi menos extrema, e a região adjacente à trilha manteve uma cobertura relativamente densa.

Estudos comparativos como o de Cole (1978), no Brasil, são inexistentes. A Floresta Atlântica constitui um bioma de especial interesse para estudos comparativos envolvendo vegetação próxima a trilhas, dada a existência de diferentes formações com características próprias de composição, estrutura, clima, relevo e ocupação. Porém, essa heterogeneidade também traz problemas em estudos comparativos, uma vez que é virtualmente impossível mensurar todas as características – evolutivas, ecológicas, geomorfológicas e de ocupação do espaço – que concorreram, juntamente com as trilhas, para que dada vegetação apresentasse, hoje, determinada composição e estrutura. A abertura de clareiras em pontos desconhecidos e tempos diferentes decorridos desde a abertura das trilhas nos diferentes fragmentos são alguns dos fatores que impossibilitam uma comparação precisa entre respostas vegetacionais. Outro problema diz respeito à adaptação que necessita ser realizada, em cada fragmento, para estudos com trilhas, o que dificulta o estabelecimento de perfeitas analogias.

Assim, respaldado neste princípio de heterogeneidade da Floresta Atlântica, o que se pretendeu neste trabalho não foi responder se há diferenças estruturais e florísticas entre as diferentes formações atlânticas em áreas atravessadas por trilhas. A resposta positiva a uma questão como essa é naturalmente óbvia. O objetivo, aqui, foi começar a gerar conhecimento acerca de características estruturais e florísticas da vegetação adjacente a trilhas em diferentes formações atlânticas, com metodologias adaptadas a cada um dos fragmentos em questão, para que uma caracterização mais abrangente desse fenômeno possa ser fornecida e venha a facilitar futuros programas de manejo e conservação em áreas cortadas por trilhas. Como as analogias não puderam ser estabelecidas de forma perfeita, dadas as limitações apresentadas em “Material e Métodos”, considerou-se mais seguro apenas estabelecer a predição de haver diferenças entre as respostas da vegetação dos dois fragmentos, sem a preocupação com a pergunta “qual dos dois sofreria maior interferência por trilhas?”.

Assim, foram estudados, comparativamente, dois levantamentos realizados na Floresta Atlântica do Sudeste: um, no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo, SP (Hirata 2006), e o outro, na Mata da Biologia, em Viçosa, MG (2º capítulo desta Dissertação).

As principais perguntas que nortearam a presente contribuição foram:

- 1) Como a vegetação adjacente às trilhas estudadas na Mata da Biologia e no PEFI está caracterizada, estrutural e floristicamente?
- 2) Existem espécies que “preferem” as áreas mais próximas às trilhas? Quais seriam?
- 3) As análises de agrupamento e ordenação para parcelas e setores, em cada levantamento, refletem a distância que possuem em relação às respectivas trilhas?

Foram testadas as seguintes hipóteses:

- 1) as trilhas influenciam a estrutura e a composição florística em ambos os levantamentos, por alterações nos parâmetros diversidade, riqueza, densidade, proporção entre espécies anemocóricas e zoocóricas, e entre espécies de estágio inicial e estágio tardio de sucessão.
- 2) a vegetação do PEFI e da Mata da Biologia, por serem fitoecológica e historicamente distintos, respondem, cada um, de forma peculiar à presença e utilização de trilhas, o que se refletirá em diferenças na riqueza, diversidade, proporção de grupos ecológicos e nas configurações dos dendrogramas de similaridade e dos diagramas de ordenação.

## Material e Métodos

### Áreas de estudo

Mata da Biologia, Viçosa, MG

#### *Aspectos gerais de Viçosa, MG*

A microrregião de Viçosa possui área de 4.826,1 km<sup>2</sup> e população de 225.396 habitantes, distribuída em 20 municípios. Sedia porção considerável de uma das mais importantes unidades de conservação do país, o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB). Distante cerca de 50 km a oeste do PESB, o município de Viçosa é o principal dessa microrregião; possui população de cerca de 75.000 habitantes e área de 299,4 km<sup>2</sup>.

A topografia da região é fortemente acidentada, com vales estreitos e úmidos. Ocorre dominância de encostas de perfil côncavo-convexo e, geologicamente, encontra-se embasada em substrato gnáissico-granítico. Predominam, em seus solos, as seguintes classes: Latossolo Amarelo, nos topos convexos; Latossolo Vermelho-Amarelo, nas encostas das elevações; Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico nos terraços; Solos Aluviais associados aos Hidromórficos, nos fundos de vales (Almeida-Júnior 1999).

O clima da região é do tipo C<sub>wa</sub> (subtropical úmido com verões quentes), segundo a classificação de Köppen, com déficit hídrico entre maio e setembro, e excedente de precipitação entre dezembro e março (Golfari 1975). Caracteriza-se por uma dupla estacionalidade climática associada às chuvas; entre maio e outubro, ocorre uma estação tipicamente seca, e os verões são quentes e chuvosos.

#### *Caracterização histórica da Zona da Mata Mineira*

A Zona da Mata Mineira, em suas condições originais, formava um *continuum* com a floresta do médio Rio Paraíba ao Sul, do vale do Rio Doce ao norte, sendo a oeste limitada pelos campos naturais do centro e do sul de Minas Gerais (Valverde 1958). De acordo com Ab'Saber (2003), a porção sudeste de Minas Gerais apresentava uma faixa contínua de florestas em áreas geomorfologicamente típicas de “mares de morros”, tendo sido denominada, por possuir esta configuração, Zona da Mata Mineira. As Florestas Estacionais Semidecíduas da região, em particular, foram severamente modificadas pelo ciclo do café e pela pecuária extensiva e, mais recentemente, pelo

plântio da cana-de-açúcar (Valverde 1958, Meira-Neto & Silva 1995).

O histórico de ocupação do município de Viçosa deve ser analisado com base na expansão cafeeira e no declínio da mineração na região de Ouro Preto e Mariana (Paniago 1990). Segundo a autora, o café, embora tenha garantido por muito tempo a maior fonte de renda de Viçosa, teve a mecanização intensiva de sua lavoura prejudicada pela configuração geográfica e relevo acidentado típicos do município. Na área correspondente à Mata da Biologia, por exemplo, existiu um cafezal entre 1922 e 1926.

### *Caracterização vegetacional e florística de Viçosa e adjacências*

A região de Viçosa possui a particularidade de abrigar uma série de pequenos fragmentos, alguns deles praticamente contínuos entre si. Três remanescentes florestais que representam tipicamente esta constatação são a Fazenda Bom Sucesso (conhecida na região como Mata do Seu Nico), com 35 ha; a Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental – EPTEA Mata do Paraíso, com 196 ha; e a Mata da Biologia, com 75 ha. Análise de agrupamento realizada por Irsigler (2002) mostra maior similaridade florística entre os fragmentos de Viçosa em relação a outros da Zona da Mata de Minas Gerais. Levantamentos realizados nesses três fragmentos representam uma considerável parcela dos estudos de estrutura e composição já realizados no município, destacando-se ainda na totalidade dos levantamentos desta natureza realizados em Minas Gerais, colocando Viçosa em primeiro lugar no Estado (Oliveira-Filho 2006).

De modo geral, na região predominam as famílias Euphorbiaceae, Flacourtiaceae (*sensu* Cronquist), Lauraceae, Fabaceae (Leguminosae), Myrtaceae e Rubiaceae (Almeida & Souza 1997, Meira-Neto *et al.* 1997, Meira-Neto & Martins 2000, Senra 2000, Silva *et al.* 2000, Soares-Júnior 2000, Irsigler 2002, Paula *et al.* 2002 e Marangon *et al.* 2003). Segundo esses mesmos autores, Leguminosae destaca-se tipicamente por sua altíssima riqueza de espécies, enquanto Rubiaceae e Myrtaceae contribuem particularmente com a composição do sub-bosque florestal.

Interessante destacar que Irsigler (2002) encontrou, em área de 1 ha amostrada na Fazenda Bom Sucesso, com critério de inclusão CAP  $\geq 10$  cm, Índice de Diversidade de Shannon (H') de 4,44, Equabilidade de 0,815, e riqueza de espécies (S), de 233, valores comparáveis aos encontrados para a Floresta Amazônica (Leitão-Filho 1987).

### *Caracterização da Mata da Biologia*

A Mata da Biologia situa-se no *campus* da Universidade Federal de Viçosa, constitui-se um fragmento de Floresta Atlântica com uma área total de aproximadamente 75 ha (Paula *et al.* 2002) e enquadra-se, segundo Veloso *et al.* (1991), no grupo das Florestas Estacionais Semidecíduas Montanas. Encontra-se nas coordenadas geográficas 20°45'S e 42°07'W, estando localizada a uma altitude média de 650 m.

Na área correspondente à Mata da Biologia, um cafezal foi implantado em 1922. No entanto, o solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico predominante na região e a agricultura predatória praticada no início do século XX concorreram para a redução dos níveis de produtividade, forçando o abandono de grande parte das lavouras (Golfari 1975, Paniago 1990, Paula *et al.* 2002). Em 1926, com a fundação da ESAV – Escola Superior de Agricultura e Veterinária (hoje Universidade Federal de Viçosa), a área passou a fazer parte do *campus* e permanece protegida nos termos legais e em regeneração natural até hoje (Paula *et al.* 2002).

O fragmento possui algumas trilhas com a finalidade de fornecer à população em geral, e principalmente à comunidade universitária, acesso ao interior da floresta.

### Reserva Biológica do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP

#### *Aspectos gerais de São Paulo, SP*

A microrregião de São Paulo possui área de 2.348,2 km<sup>2</sup> e população de 13.597.629 habitantes distribuídos em oito municípios. Sedia, entre outras, as unidades de conservação Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Serra da Cantareira. O município de São Paulo é o principal dessa microrregião; possui população de 10.927.985 habitantes e área de 1.523 km<sup>2</sup>.

Do ponto de vista geomorfológico, o estado de São Paulo apresenta, segundo o IPT (1981), as seguintes divisões: Província Costeira, Planalto Atlântico, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental. Para Ross & Moroz (1997), o estado estaria constituído por três unidades morfoestruturais, de acordo com suas gêneses e idades: o Cinturão Orogênico do Atlântico, a Bacia Sedimentar do Paraná e as Bacias Sedimentares Cenozóicas. Estas últimas incluem as planícies litorâneas e fluviais, a Depressão do Baixo Ribeira e Médio Paraíba e o Planalto Paulistano.

O município de São Paulo encontra-se na Bacia de São Paulo, a qual é formada por depósitos do Terciário e do Quaternário (Joly 1950 *apud* Dislich *et al.* 2001). Essa bacia é dominante na região

centro-norte da bacia hidrográfica do Tietê, a qual se encontra sobre os terrenos cristalinos do Planalto Atlântico Brasileiro (Gomes 1992).

Em relação aos solos da Grande São Paulo, Setzer (1955) *apud* Gomes (1992) afirmou serem muito pobres e ácidos para a atividade agrícola; possuem, no entanto, boas propriedades físicas. Gomes (1992) listou os seguintes tipos de solos para a região metropolitana: Latossolo Vermelho-Amarelo fase rasa, de baixa fertilidade; Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico; Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo húmico álico; Latossolo Vermelho-Amarelo álico (ou distrófico), nas modalidades (a) horizonte A moderado, textura argilosa, (b) pouco profundo, textura argilosa, (c) horizonte A moderado, textura média, (d) horizonte A moderado, textura argilosa.

O clima da região apresenta-se influenciado por quatro massas de ar: Massa Tropical Atlântica (quente e úmida, interferindo diretamente sobre os avanços da Massa Polar Atlântica durante o inverno), Massa Polar Atlântica (fria e úmida, manifestando-se por meio de “jatos” de ar frio), Massa Equatorial Continental (quente e úmida, que tende a trazer instabilidade ao tempo) e Massa Tropical Continental (atuando apenas esporadicamente no estado de São Paulo); as Massas Atlânticas (Tropical e Polar) originam-se no oceano e são modificadas no continente, pois encontram as escarpas da Serra do Mar (Gomes 1992).

Na Grande São Paulo, o regime pluviométrico é tipicamente tropical, com maior incidência de precipitação de dezembro a fevereiro, época em que ocorrem grandes tempestades rápidas no período da tarde.

#### *Caracterização histórica do Planalto Paulistano*

Segundo Dislich *et al.* (2001), a região do Planalto Paulistano sofreu influências antrópicas desde o início de sua ocupação, no século XVI, fato explicado pela colonização europeia. Os autores acima, no entanto, ressaltaram que antes mesmo da chegada dos europeus, a região já era um núcleo de povoamento importante para os índios tupiniquins.

A região tem sua história bastante ligada à colonização europeia e ao ciclo do café, sendo este último o determinante para que ali se desse a ocupação humana de maneira mais efetiva. A partir da construção de estradas de ferro, a industrialização passou a determinar a configuração dos espaços paulistanos (Catharino 2006) e, hoje, São Paulo é uma das maiores e mais importantes cidades do mundo. Segundo esse último autor, tal desenvolvimento acarretou, nos últimos 150 anos, uma grande catástrofe ambiental para as florestas da região, fazendo com que grandes áreas contínuas de Mata Atlântica fossem removidas, comprometendo a sua biodiversidade florística e faunística.

### *Caracterização vegetacional e florística de São Paulo e adjacências*

A classificação vegetacional da região metropolitana de São Paulo apresenta controvérsias históricas (Ivanauskas 1997, Catharino *et al.* 2006). Enquanto, por um lado, Pivello & Peccinini (2002) e Gandolfi *et al.* (1995) definiram a existência de Florestas Estacionais Semidecíduas para a cobertura vegetal da Grande São Paulo, Roizman (1993), Aragaki (1997) e Gomes (1998) consideraram mais adequado denominar tais florestas de “Ombrófilas Densas de Transição”.

A paisagem original da região, segundo Ab’Saber (1970), era composta, predominantemente, por florestas, podendo ainda ocorrer vegetação de cerrado e campos em certas regiões com características particulares de solo. A remoção das florestas paulistas, segundo Catharino (2006), ocorreu tardiamente, após a expansão da cultura do café e colonização de regiões do interior. Atualmente, apenas uma pequena parcela de matas nativas mantém-se, e mesmo assim, sempre localizada em fragmentos altamente perturbados e com pouca, ou nenhuma, conectividade entre si. Interessante notar, entretanto, que alguns trabalhos realizados em tais fragmentos apontam para a existência de uma diversidade florística e estrutural elevada, tanto entre como dentro dos trechos estudados (Dislich *et al.* 2001).

### *Caracterização da Reserva Biológica do PEFI*

O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) é um dos poucos fragmentos que restaram da Floresta Atlântica de Planalto (Pivello & Peccinini 2002). Segundo estes autores, como o PEFI abriga também instituições de pesquisa, serviços e lazer, torna-se um centro de referência para o município de São Paulo e região circunvizinha, sendo, portanto, um local de grande circulação humana. Assim, tanto o processo de fragmentação quanto as atividades humanas realizadas em seu entorno e em seu interior levam a uma situação de degradação da floresta ali existente.

A importância do PEFI é histórica na conservação de mananciais e de espécies nativas (Hoehne *et al.* 1941) e possui reconhecida atuação na regulação do microclima regional (São Paulo 1999). Constitui uma Unidade de Conservação administrada pelo Instituto de Botânica, da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. A região encontra-se coberta em grande parte pela área urbana da metrópole. O Parque surgiu a partir da desapropriação dos terrenos da Bacia do Ribeirão do

Ipiranga, declarados como de utilidade pública em 1883; recebeu o nome que possui hoje por ocasião do Decreto número 52.281, de agosto de 1969 (Struffaldi-De-Vuono 1985).

A vegetação do PEFI pertence às Florestas Atlânticas e, mais especificamente, segundo Veloso *et al.* (1991), ao grupo das Florestas Ombrófilas Densas Montanas. Como dito anteriormente, uma denominação alternativa - “Florestas Ombrófilas de Transição” - também é aceita. Geomorfologicamente, faz parte da Zona do Planalto Paulistano, e assim, encontra-se inserido na Província do Planalto Atlântico, o qual é constituído por terras altas, constituídas basicamente por rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas (Fernandes *et al.* 2002). Segundo os mesmos autores, a Zona do Planalto Paulistano apresenta relevo suavizado, com morros e espigões de altitudes entre 715 e 900 m. Segundo Ab’Saber (1970), o contexto regional é definido pelo Domínio de Mares de Morros, caracterizado por ondulações com topos convexos e topografia pouco movimentada.

O PEFI localiza-se ao sul da cidade de São Paulo, nas coordenadas geográficas 23°38’S e 46°38’W, em uma altitude entre 770 m e 825 m, ocupando uma área total de 526,38 ha, sendo 357 ha de Reserva Biológica (Melhem *et al.* 1981, Nastri *et al.* 1992). Struffaldi-De-Vuono (1985) classificou o clima do PEFI como sendo do tipo C<sub>wb</sub>, dentro do Sistema de Kööpen. No entanto, se considerarmos a classificação climática de São Paulo, pode ocorrer uma variação para C<sub>wa</sub> ou C<sub>fa</sub> conforme o período selecionado para avaliação climática, devido às grandes variações de temperatura média anual na cidade (Aragaki & Mantovani 1998). O solo, segundo Struffaldi-De-Vuono (1985), é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, relativamente pobre em nutrientes. Atualmente, a área do PEFI abrange as seguintes instituições (Figura 1): Jardim Botânico, Instituto de Botânica, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Zôo Safári, Secretaria de Cultura e Abastecimento do Estado, Parque da Ciência e Tecnologia (CienTec/USP), Hospital Psiquiátrico, 3º Batalhão da Polícia Militar, 97º Departamento de Polícia Civil, Agrocentro – Parque de Exposições Imigrantes e CELEX (Bicudo *et al.* 2002). Em razão da proximidade geográfica de municípios que apresentam intensa industrialização, como Diadema e São Bernardo do Campo, o PEFI vem sendo fortemente impactado por poluentes atmosféricos. Outra fonte importante de perturbação em potencial é o Aeroporto de Congonhas, situado nas imediações do Parque.

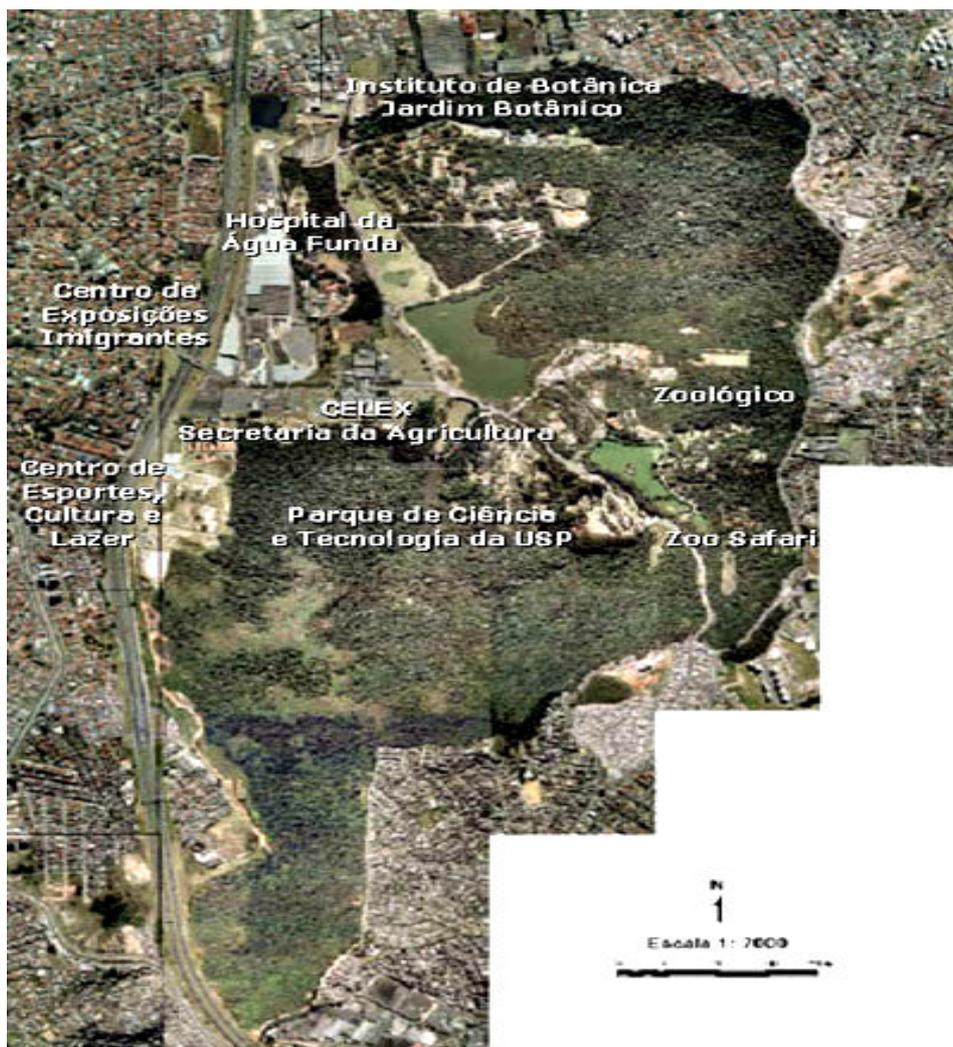


Figura 1. Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo, SP, Brasil, com suas unidades administrativas. Reproduzida de Hirata (2006).

### **Amostragem**

A metodologia empregada nos dois levantamentos foi muito semelhante: o mesmo critério de inclusão ( $DAP \geq 2,5$  cm) e o mesmo tamanho das unidades amostrais foram estabelecidos. No PEFI, foram realizadas 10 repetições, ou seja, 10 unidades amostrais (parcelas) foram instaladas em cada um dos setores amostrados, a saber: setor Trilha de Terra Batida, setor Trilha das Nascentes e setor Trilha Imaginária. Em Viçosa, dadas as condições estabelecidas no Capítulo 2 e as observações pormenorizadas realizadas no Capítulo 4, o número de repetições foi reduzido à metade nos setores Borda e Distância Média. Os setores de interior de mata, em Viçosa, contribuíram com 10 parcelas

cada, em dois níveis de análise (Capítulo 2). Assim, essa diferença e outras discutidas a seguir são justificadas pela necessidade de se adaptar o desenho amostral proposto às diferentes situações observadas em campo.

Os setores amostrados em cada levantamento foram classificados em níveis de interferência potencial causada pela abertura de trilhas (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis preditos de interferência causada por trilhas e respectivos setores amostrados em Viçosa, MG (este estudo) e em São Paulo, SP (Hirata 2006), Brasil.

Nível predito de interferência causada por trilha	Setor amostrado em Viçosa, MG	Setor amostrado em São Paulo, SP
Elevado	Borda da Trilha do Sauá (Setor Borda)	Distância de 7 m da Trilha de Terra Batida (Setor Terra Batida)
Médio a Baixo	Distância de 7 m da Trilha do Sauá (Setor Distância Média)	Distância de 7 m da Trilha das Nascentes (Setor Trilha das Nascentes)
Nulo	Trilha Imaginária (Setor Controle)	Trilha Imaginária (Setor Controle)

Em Viçosa, dada a proximidade de ocorrência de variadas situações edáficas e topográficas na área estudada, optou-se por amostrar um quarto setor, denominado Floresta. Assim, foi possível testar relações entre quatro diferentes situações ambientais, o que contribuiu significativamente para os objetivos desta Dissertação.

Importa, aqui, justificar o motivo de não ter sido realizado um estudo na borda da trilha de médio impacto (a Trilha das Nascentes) em São Paulo, o que facilitaria a analogia proposta para os setores estudados nos dois fragmentos. A vegetação arbórea próxima a essa trilha foi amostrada por Hirata (2006) ao longo dos anos de 2004 e 2005. No início de 2006, a área foi totalmente modificada para a abertura de uma trilha suspensa em madeira. Houve uma enorme desconfiguração das condições originais da trilha, e descobriu-se que, no caso de um novo levantamento, desta vez na borda, parte da vegetação já amostrada por Hirata (2006) seria incluída na nova amostragem. Não seria mais possível, assim, amostrar a vegetação nas condições encontradas por aquela autora, o que inviabilizou o estudo da vegetação situada na borda desta trilha. Uma alternativa, *a priori*, seria estudar outra trilha em

Viçosa, análoga à de Terra Batida do Jardim Botânico de São Paulo. Porém, outro problema surgiria: a Trilha de Terra Batida de Viçosa situava-se em condições de solo, relevo e exposição à luz solar bastante distintos da Trilha do Sauá, situada, inclusive, em área muito acidentada – variando bastante em relação à sua homônima do Jardim Botânico de São Paulo. Corria-se o risco, portanto, de se atribuir possíveis variações florísticas e estruturais ao fator “trilha”, sendo que o fator decisivo poderia ser outro, não mensurado. Em São Paulo, a semi-continuidade entre a Trilha de Terra Batida e a Trilha das Nascentes, fato não encontrado em Viçosa, tornou possível o estudo nas duas trilhas, não havendo diferenças significativas nos fatores listados anteriormente (solo, relevo e exposição à luz solar).

No entanto, dada as condições extremamente distintas entre as duas amostragens e a impossibilidade de um fiel procedimento comparativo envolvendo cada par de situações, considerou-se inexistente o comprometimento das condições analisadas. A alternativa mais razoável, assim, foi analisar cada levantamento, caracterizando e procurando explicar a influência que cada uma das trilhas estaria exercendo sobre a vegetação adjacente, sem demasiada preocupação com comparações precipitadas. No caso de similaridades (ou dissimilaridades) evidentes entre o comportamento vegetacional dos dois fragmentos, uma discussão seria proposta *a posteriori*.

Para cada levantamento, os dados de campo, incluindo espécies, foram processados no programa Mata Nativa 2.0 (Cientec 2004), sendo gerados os parâmetros fitossociológicos usuais (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), além de índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J$ ).

Cada espécie identificada foi classificada quanto à síndrome de dispersão, segundo Pijl (1982), e quanto à categoria sucessional, segundo Gandolfi *et al.* (1995).

Não serão apresentadas informações pormenorizadas sobre cada levantamento, pois a amostragem do PEFI encontra-se em Hirata (2006) e a da Mata da Biologia, no Capítulo 2 desta Dissertação. Dar-se-á preferência, portanto, às análises gerais de cada levantamento e ao confronto dos dados, de forma comparativa.

## **Análises estatísticas**

### Análise de Variância (ANOVA)

Para cada conjunto de dados gerados, a fim de se estabelecer se haveria ou não diferença estatisticamente significativa entre os descritores utilizados para se avaliar a interferência das trilhas nas diferentes situações amostradas, foi aplicada ANOVA ( $\alpha = 5\%$ ) e, quando necessário, teste *a posteriori* de Tukey-Kramer, para as médias de: equabilidade, mortalidade recente parcial (mortas em pé) e densidade total; proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas e proporção entre indivíduos de espécies iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) e tardias (secundárias tardias). Os parâmetros riqueza e diversidade foram analisados com base em seus valores absolutos, já que ambos devem ser considerados no âmbito geral da amostragem.

### Análise de Agrupamento

Para o estabelecimento dos grupos florísticos formados em cada levantamento, matrizes qualitativas (presença/ausência) e quantitativas (abundância) geraram dendrogramas de similaridade a partir do método UPGMA (agrupamento por média de grupo) juntamente com o Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ). Nessa etapa, foi utilizado o índice de Jaccard para dados qualitativos, e o índice de Morisita para os quantitativos. Empregou-se o programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para o processamento desses dados.

### Ordenação

Ordenação para dados quantitativos foi realizada para cada levantamento, objetivando posicionar as amostras ao longo de eixos representativos da escala de abundância das espécies presentes. Os seguintes métodos foram empregados para esse fim: PCA – Análise em Componentes Principais (Jolliffe 1986) e CA – Análise de Correspondência (Hill 1974), muito utilizados em Ecologia, que permitem interpretações sobre as semelhanças ecológicas das amostras e sobre as relações entre amostras e espécies, respectivamente (Valentin 2000). Matrizes de correlação foram

preparadas e os dados, processados no programa PAST (Hammer *et al.* 2001), sendo obtidos diagramas e relação de autovalores. Foram eliminadas, da matriz, as espécies representadas por menos de 10 indivíduos, pois as mesmas não contribuem para a análise geral dos dados. Em todas as matrizes, os setores ou as parcelas constituíram-se os objetos (linhas), e as espécies, os descritores (colunas).

## Resultados e Discussão

### Composição florística e Estrutura

O resultado da amostragem realizada por Hirata (2006), no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, em São Paulo, pode ser resumido na Tabela 2.

A diversidade, expressa por  $H'$ , mostra um notável crescimento à medida que a vegetação amostrada passa a sofrer menor interferência da trilha. A equabilidade ( $J$ ) obedece a essa regra para os dois primeiros setores, isto é, aqueles presumivelmente sob interferência de trilha. A riqueza, por sua vez, mostra-se, em números absolutos, maior no setor cuja trilha teoricamente deve interferir mais sobre a floresta, mas o interior desta apresenta um valor próximo e intermediário entre as três situações. Da mesma forma, o número de indivíduos não mostra tendências claras. Portanto, dentre estes e considerando apenas dados absolutos, somente o parâmetro  $H'$  parece obedecer a um gradiente promovido pelas trilhas.

Cabe destacar o papel da espécie exótica *Archontophoenix cunninghamii* na amostragem, principalmente no setor Terra Batida. A espécie, segundo Hirata (2006), pode estar sendo favorecida pelas condições proporcionadas pela trilha.

A predominância das mortas em pé no setor Trilha das Nascentes constitui-se em um fato interessante, mas de difícil explicação. A mortalidade decorrente da maior exposição ao vento, a temperaturas mais altas e umidade menor, tem sido correlacionada com efeito de borda (Matlack 1994, Rodrigues & Nascimento 2006), e a trilha possui elementos que a tornam semelhante à borda de um fragmento, embora a magnitude das modificações abióticas seja, certamente, muito superior nesta última. Estariam as trilhas diretamente relacionadas com uma maior importância sociológica da

Categoria das Mortas, assim como ocorre com o Efeito de Borda? Se isso for verdade, esperaríamos encontrar essa mesma categoria em uma posição de destaque no setor Terra Batida. Observando a tabela fitossociológica para esse setor (Hirata 2006), constatamos que as mortas encontram-se apenas na 4ª posição para esse parâmetro. O maior valor sociológico ocupado pelas mortas na amostragem total pode indicar que o PEFI, particularmente no sítio amostrado por Hirata (2006), encontra-se em situação delicada, provavelmente por estar susceptível à interferência antrópica não só pela existência e utilização de trilhas, mas por todo o entorno densamente habitado, poluído e com nenhuma conexão com outros fragmentos. É natural que se questione: o número de árvores mortas em pé, assim como o VI anteriormente discutido, pode estar associado ao habitat proporcionado pelas trilhas?

Outra abordagem poderia, ainda, ser realizada para explicar a participação das mortas em pé. Dependendo da idade da planta e de sua categoria sucessional, um elevado número de indivíduos dessa categoria estaria indicando uma renovação natural da floresta (Oliveira-Filho *et al.* 1994). Porém, no PEFI, uma parte considerável das mortas em pé, principalmente no setor Terra Batida, era jovem e de estágios iniciais de sucessão. Além disso, informações sobre as mortas caídas ajudariam a se traçar um perfil completo da Categoria das Mortas, pois as mortas em pé explicam apenas uma parte dessa questão.

A amostragem em trecho cortado por trilha na Mata da Biologia, em Viçosa, MG, obteve os resultados gerais apresentados na Tabela 3. Analisando apenas as três primeiras linhas desta tabela, uma relação direta entre aumento de riqueza, abundância e diversidade faz-se evidente à medida que a amostragem aproxima-se da trilha em estudo. A tendência para diversidade, assim, mostra-se oposta à apresentada no PEFI.

O setor Floresta (1º nível) apresenta  $H'$  superior a todos os outros setores amostrados, o que pode estar relacionado aos diferentes habitats proporcionados pela heterogeneidade ambiental do sítio em que ele se encontra (Townsend *et al.* 2006). Porém, com relação à riqueza, apresenta um valor muito próximo ao do setor Borda e do Setor Distância Média.

Tabela 2. Resumo dos dados obtidos por Hirata (2006) no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

Setor	Nível predito de interferência da trilha	Número de unidades amostrais	Riqueza	Número de indivíduos	Diversidade (H')	Equabilidade (J)	Espécie mais abundante	Espécie de maior VI
Terra Batida	Alto	10	66	224	3,68	0,88	<i>Archontophoenix cunninghamii</i>	<i>Archontophoenix cunninghamii</i>
Trilha das Nascentes	Médio	10	56	321	3,74	0,93	Categoria das Mortas	Categoria das Mortas
Controle	Nulo	10	62	257	3,83	0,93	<i>Cupania emarginata</i>	<i>Actinostemon klotzschii</i>
Geral	-	30	116	802	4,25	0,89	Categoria das Mortas	Categoria das Mortas

Tabela 3. Resumo dos dados obtidos na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

Setor	Nível predito de interferência da trilha	Número de unidades amostrais	Riqueza	Número de indivíduos	Diversidade (H')	Equabilidade (J)	Espécie mais abundante	Espécie de maior VI
Borda	Alto	5	59	250	3,23	0,79	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>
Distância Média	Médio	5	56	181	3,21	0,80	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>
Controle – 1º nível	Nula	5	41	149	2,99	0,81	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>
Floresta – 1º nível	Nula	5	57	180	3,48	0,86	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>
Controle – 2º nível	Nula	10	63	330	3,42	0,83	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>
Floresta – 2º nível	Nula	10	68	343	3,42	0,81	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>
Geral	-	30	130	1104	3,7	0,76	<i>Coffea arabica</i>	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>

## **Análise de Variância (ANOVA)**

Sendo realizada a comparação estatística entre médias obtidas para os parâmetros equabilidade, mortalidade recente parcial (número de mortas em pé), proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias e proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas, os resultados encontram-se nas tabelas 4 e 5.

### **Equabilidade**

Não houve diferença estatisticamente significativa para a variável equabilidade, tanto em São Paulo (ANOVA;  $F = 5,54$ ;  $p > 0,05$ ), como em Viçosa (ANOVA;  $F = 0,18$ ;  $p > 0,05$ ). Aliado aos dados gerais para cada setor (Tabelas 2 e 3), fica evidenciado que as trilhas interferem muito pouco nesse parâmetro, independentemente do fragmento florestal considerado.

### **Mortas em pé**

A amostragem no PEFI apresentou diferença significativa entre as médias de indivíduos mortos em pé nos setores Controle e Nascentes (ANOVA;  $F = 4,43$ ;  $p = 0,0217$ ). O mesmo pode ser dito para a Mata da Biologia, na qual houve diferença entre as médias os setores Borda e Controle (ANOVA;  $F = 5,13$ ;  $p = 0,0064$ ). Em ambos, maior mortalidade nos setores presumivelmente mais influenciados pela trilha pode, por um lado, indicar maior vulnerabilidade da vegetação e, por outro, maior taxa de renovação das comunidades vegetais. Uma questão-chave é: quem são essas mortas? Indivíduos jovens ou velhos, de espécies tardias ou iniciais?

Os dados de riqueza e diversidade, analisados em conjunto com o índice de mortas e a qualificação destas, ajudam a entender o processo que provavelmente vem se dando em cada fragmento florestal estudado. Na Mata da Biologia, constatou-se maior riqueza, maior diversidade e maior índice de mortas em pé (representadas tipicamente por indivíduos velhos e de estágio tardio de sucessão) no setor Borda, o que, em conjunto, parece indicar maior taxa de renovação e coexistência de espécies do que os demais setores daquela floresta. Este efeito da trilha da Mata da Biologia encontra forte correspondência com o efeito de clareiras pequenas (Lima 2005). No setor Terra Batida do PEFI (o de maior interferência predita), a diversidade é menor, e as mortas em pé são tipicamente indivíduos jovens. Estes dados levam à constatação de que muitos novos indivíduos que ali germinam vêm encontrando dificuldades de se estabelecer. A semelhança com clareiras, aqui, parece ser inexistente.

Tabela 4. Comparação entre as médias dos parâmetros equabilidade, mortalidade recente parcial (mortas em pé), densidade e proporção de indivíduos por categoria sucessional e síndrome de dispersão das espécies amostradas no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil (Hirata 2006). Valores entre parênteses representam os desvios-padrão.

Parâmetros	Controle	Nascentes	Terra Batida	F	Valor-p
Equabilidade	0,95 ( $\pm 0,03$ ) <sup>a</sup>	0,95 ( $\pm 0,03$ ) <sup>a</sup>	0,95 ( $\pm 0,04$ ) <sup>a</sup>	0,0533	0,9482
Mortas em pé	1,00 ( $\pm 1,41$ ) <sup>a</sup>	2,70 ( $\pm 1,42$ ) <sup>b</sup>	1,30 ( $\pm 1,25$ ) <sup>ab</sup>	4,4283	0,0217
Densidade	25,70 ( $\pm 7,07$ ) <sup>ab</sup>	32,10 ( $\pm 6,94$ ) <sup>a</sup>	22,40 ( $\pm 8,28$ ) <sup>b</sup>	4,3800	0,0225
Indivíduos de espécies iniciais / tardios	0,71 ( $\pm 0,41$ ) <sup>a</sup>	1,41 ( $\pm 0,68$ ) <sup>ab</sup>	2,08 ( $\pm 1,48$ ) <sup>b</sup>	5,014	0,014
Indivíduos de espécies anemocóricas / zoocóricas	0,11 ( $\pm 0,09$ ) <sup>a</sup>	0,10 ( $\pm 0,06$ ) <sup>a</sup>	0,07 ( $\pm 0,07$ ) <sup>a</sup>	0,8494	0,4388

*Letras distintas representam diferença entre as médias e letras iguais representam médias semelhantes estatisticamente para o teste a posteriori de Tukey. Valor-p inferior a 0,05 indica significância estatística para o parâmetro considerado.*

Tabela 5. Comparação entre as médias dos parâmetros equabilidade, mortalidade recente parcial (mortas em pé), densidade e proporção de espécies por categoria sucessional e síndrome de dispersão para o trecho amostrado na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. Valores entre parênteses representam os desvios-padrão.

Parâmetros	Borda	Distância Média	Controle (2º nível)	Floresta (2º nível)	F	Valor-p
Equabilidade	0,85 ( $\pm 0,04$ ) <sup>a</sup>	0,85 ( $\pm 0,1$ ) <sup>a</sup>	0,88 ( $\pm 0,11$ ) <sup>a</sup>	0,86 ( $\pm 0,08$ ) <sup>a</sup>	0,1831	0,9069
Mortas em pé	4,40 ( $\pm 2,41$ ) <sup>a</sup>	2,00 ( $\pm 1,0$ ) <sup>ab</sup>	0,90 ( $\pm 0,88$ ) <sup>b</sup>	2,10 ( $\pm 1,97$ ) <sup>ab</sup>	5,1330	0,0064
Densidade	50,00 ( $\pm 7,84$ ) <sup>a</sup>	36,20 ( $\pm 3,03$ ) <sup>b</sup>	33,00 ( $\pm 7,54$ ) <sup>b</sup>	34,30 ( $\pm 8,50$ ) <sup>b</sup>	6,4774	0,0020
Indivíduos de espécies iniciais / tardios	1,28 ( $\pm 0,78$ ) <sup>a</sup>	0,73 ( $\pm 0,63$ ) <sup>a</sup>	1,75 ( $\pm 1,03$ ) <sup>a</sup>	6,43 ( $\pm 9,72$ ) <sup>a</sup>	1,7468	0,1821
Indivíduos de espécies anemocóricas / zoocóricas	0,15 ( $\pm 0,10$ ) <sup>a</sup>	0,11 ( $\pm 0,09$ ) <sup>a</sup>	0,12 ( $\pm 0,05$ ) <sup>a</sup>	0,25 ( $\pm 0,27$ ) <sup>a</sup>	1,1893	0,332

*Letras distintas representam diferença entre as médias e letras iguais representam médias semelhantes estatisticamente para o teste a posteriori de Tukey. Valor-p inferior a 0,05 indica significância estatística para o parâmetro considerado.*

## Densidade

Os setores das Nascentes e Terra Batida apresentaram, no PEFI, variação significativa no parâmetro densidade (ANOVA;  $F = 4,38$ ;  $p = 0,0225$ ) (Figura 2). A maior densidade no setor das Nascentes, se consideradas sua alta diversidade e a alta mortalidade de indivíduos velhos, indica que essa trilha poderia estar tendo um papel de grande importância na floresta, favorecendo o recrutamento e a germinação de novos indivíduos. Porém, alta densidade também poderia estar associada à maior nível de exposição a uma borda (Rodrigues & Nascimento 2006), o que no presente caso não se verifica, pois a trilha de Terra Batida, que proporciona a maior borda entre todos os setores amostrados no PEFI, apresentou menor densidade total.

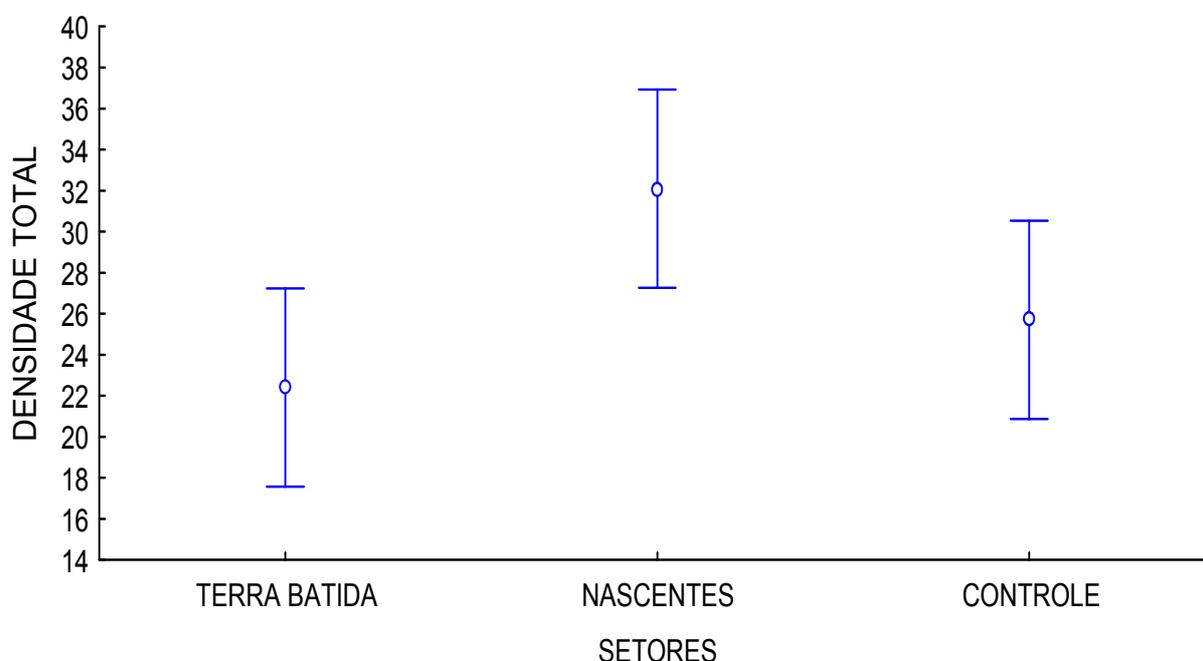


Figura 2. Distribuição de valores médios para o parâmetro densidade na amostragem realizada no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Para esse parâmetro, na Mata da Biologia, o setor Borda diferiu significativamente em relação a todos os outros três (ANOVA;  $F = 6,48$ ;  $p = 0,0020$ ) (Figura 3). Luminosidade e temperatura relativamente elevadas na trilha certamente têm promovido maior velocidade de germinação,

crescimento, reprodução e defesa contra patógenos e herbívoros, a exemplo das observações ora realizadas para o comportamento de clareiras (Denslow 1987).

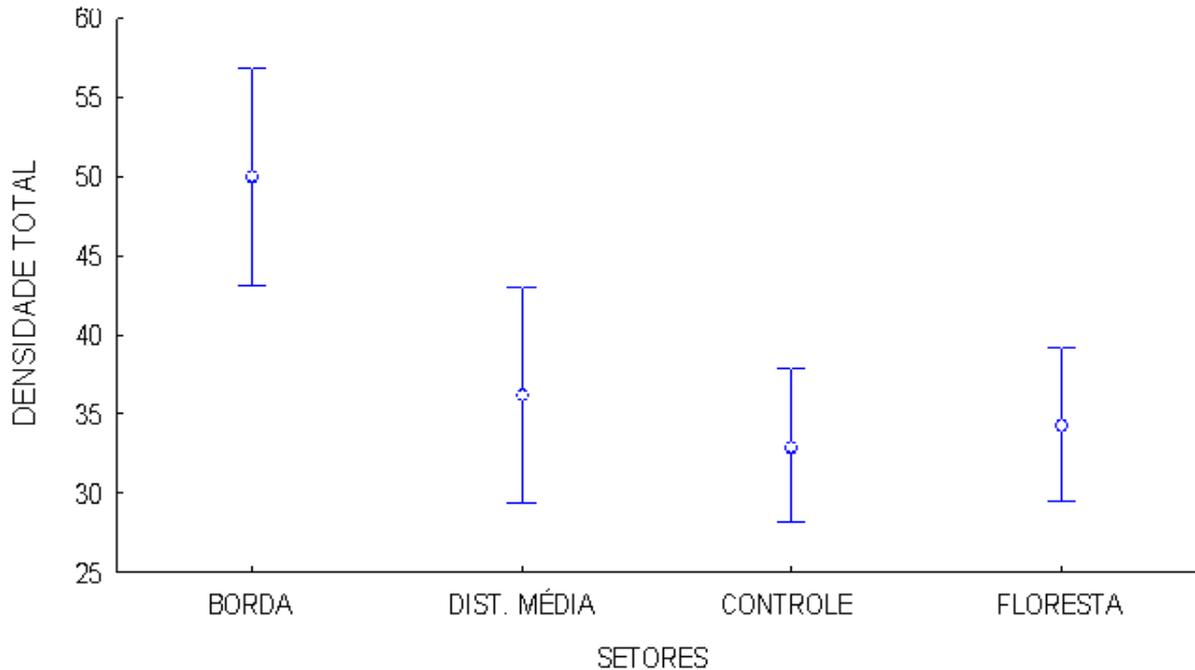


Figura 3. Distribuição de valores médios para o parâmetro densidade na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

#### Proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias

Pela Figura 4, observa-se que houve diferença, no PEFI, entre as médias do parâmetro proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias (ANOVA;  $F = 5,01$ ;  $p = 0,01406$ ) para os setores Terra Batida e Controle. Observando-se o gráfico da Figura 4, há tendência para formação de um gradiente promovido por níveis diferenciados de exposição à borda de trilha. Assim, deu-se o que se esperava para áreas mais expostas à maior luminosidade, ou seja, mais indivíduos de estágios iniciais de sucessão (Budowski 1965, Gandolfi *et al.* 1995).

Na Mata da Biologia, não houve diferença significativa entre as médias (ANOVA;  $F = 0,51$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 5). Ali, a trilha não parece estar interferindo nesse parâmetro. Além disso, algumas espécies provavelmente já habitavam o local antes da abertura da trilha e não foram eliminadas localmente, provavelmente por apresentarem boa resistência às modificações microclimáticas surgidas ou mesmo por terem sido favorecidas pelas mesmas.

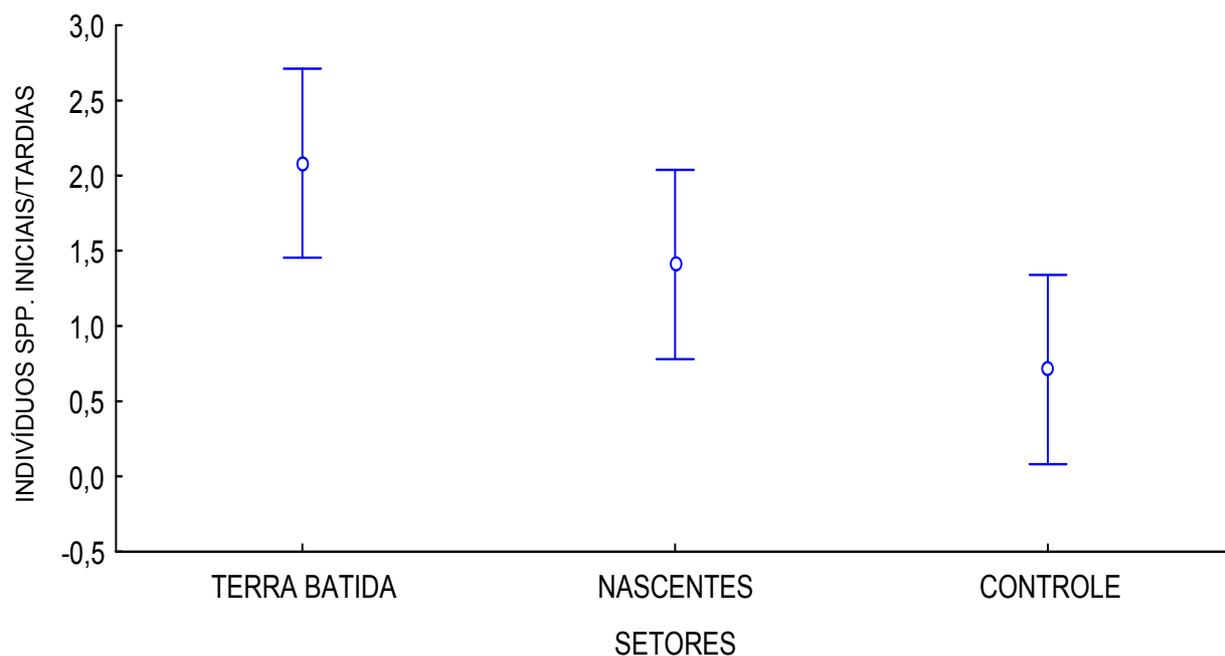


Figura 4. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias na amostragem realizada no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

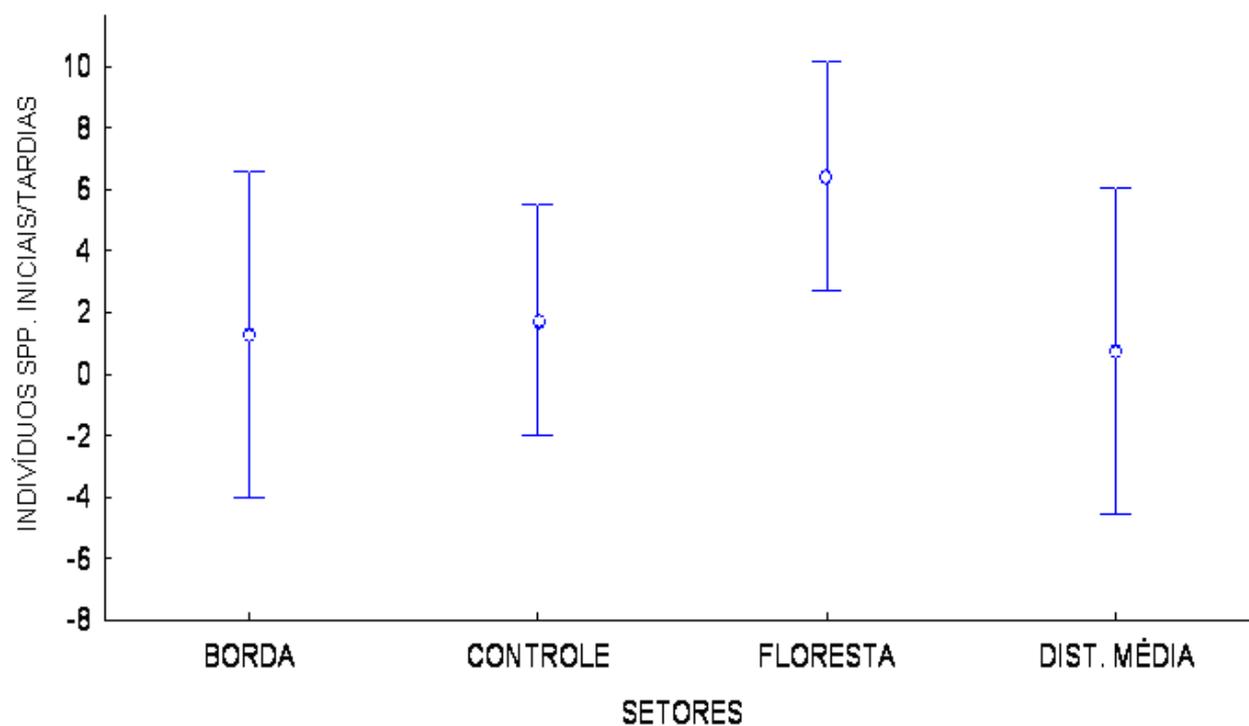


Figura 5. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies iniciais e tardias na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

## Proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas

Tanto no PEFI (ANOVA;  $F = 0,85$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 6) como na Mata da Biologia (ANOVA;  $F = 1,19$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 7), não houve associação entre grau de exposição à borda de trilha e variação na proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas. A anemocoria tende a ser favorecida em fisionomias vegetais mais abertas e secas, nas quais se verifica ausência de um dossel contínuo (Howe & Smallwood 1982). Essa síndrome, embora possa prover escape e colonização de novas áreas, constitui-se em meio muito pouco efetivo na busca de sítios específicos para germinação (Vander Wall & Longland 2004). Já a zoocoria predomina amplamente nas florestas tropicais de modo geral, ocorrendo em 75,4% das espécies deste domínio (Campassi 2006, utilizando a compilação apresentada por Oliveira-Filho & Fontes 2000). Assim, para as áreas analisadas neste trabalho, as trilhas não se mostraram suficientes para causar alterações nas estratégias gerais (síndromes) de dispersão das plantas.

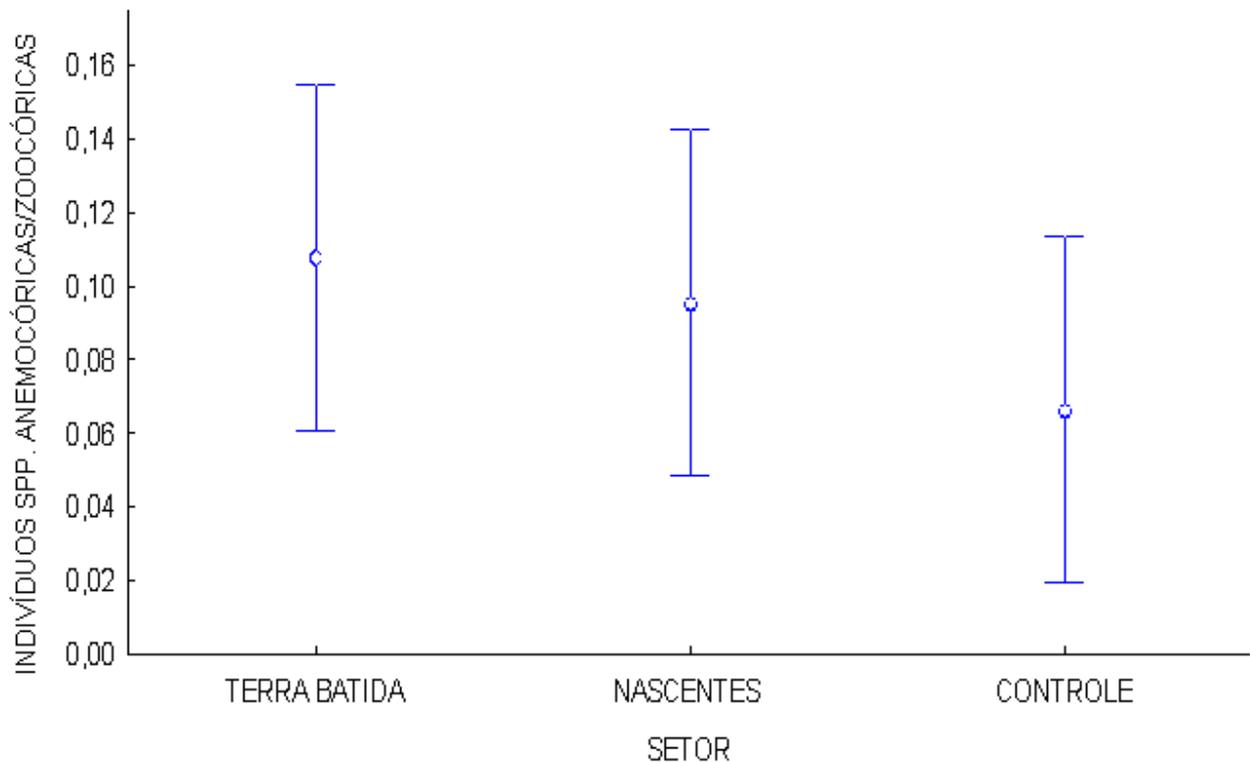


Figura 6. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas na amostragem realizada no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

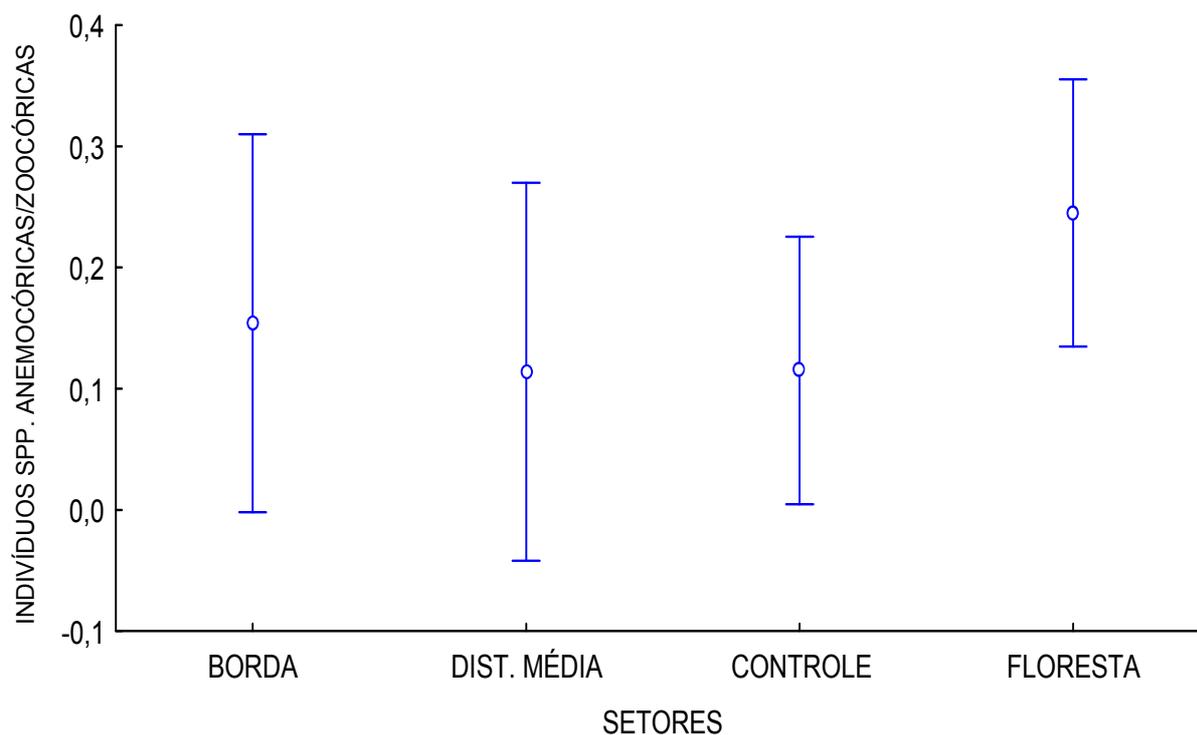


Figura 7. Distribuição de valores médios para proporção entre indivíduos de espécies anemocóricas e zoocóricas na amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. As barras verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Os resultados das Análises de Variância e dos dados gerais das amostragens sugerem que a vegetação arbórea adjacente a trilhas da Mata da Biologia e da Reserva Biológica do PEFI responde de forma distinta à abertura e utilização de trilhas. Os gradientes inversos de diversidade, somados à modificação, no PEFI, na proporção da taxa de indivíduos de espécies iniciais e tardias em níveis variados de exposição ao efeito de trilha, evidenciam essa constatação. Além disso, trilhas de diferentes larguras e intensidades de uso parecem influenciar de modos distintos a floresta - a trilha de Terra Batida do PEFI, possivelmente pelo uso intensivo e certamente prejudicial à vegetação, reduz diversidade e dificulta o recrutamento e o estabelecimento de espécies e indivíduos. A trilha das Nascentes e a trilha de Viçosa, pela largura e uso reduzidos, devem atuar de forma semelhante a uma clareira, contribuindo para o recrutamento de novas espécies. As alterações abióticas (maior luminosidade e temperatura, principalmente) que causam seriam, portanto, insuficientes para causar extinção local e migração de espécies nativas.

Os resultados apresentados nesta etapa do trabalho sugerem, assim, que trilhas pequenas podem estar favorecendo as comunidades vegetais próximas, enquanto trilhas de uso intensivo podem estar resultando no inverso.

## Análise de Agrupamento

### Análise de Agrupamento para dados qualitativos

A análise de agrupamento realizada para os dados binários gerais de cada setor amostrado, em cada um dos levantamentos, evidencia configurações distintas (Figuras 8 e 9). Enquanto na Mata da Biologia dois grupos florísticos muito nítidos e correspondentes ao que se esperava em relação ao grau de interferência da trilha foram formados, no PEFI não pode se detectar um padrão que demonstrasse qualquer efeito determinante da trilha nas similaridades florísticas. Poderíamos esperar que um dos setores de extremo (Controle ou Terra Batida) aparecesse bastante isolado no dendrograma, mas o que se observa é que houve pouca associação geral entre os setores.

A leitura dessas análises, portanto, indica que os dois fragmentos em estudo estão respondendo de forma distinta, do ponto de vista florístico, à presença e utilização de suas trilhas.

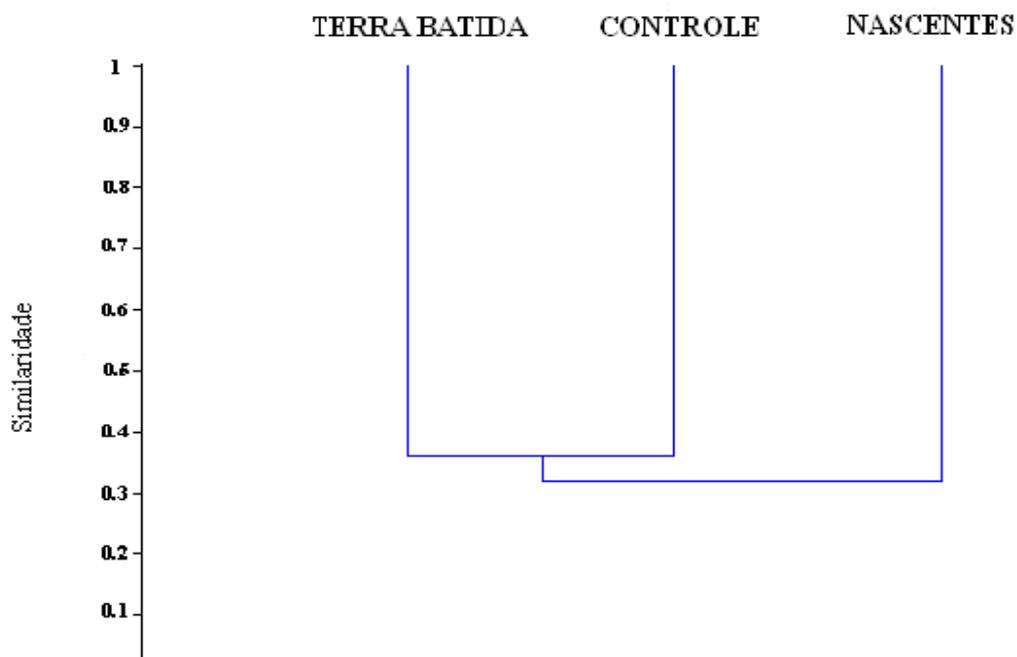


Figura 8. Dendrograma de similaridade florística por análise de agrupamento (Jaccard, Binário,  $r = 0,7703$ ) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

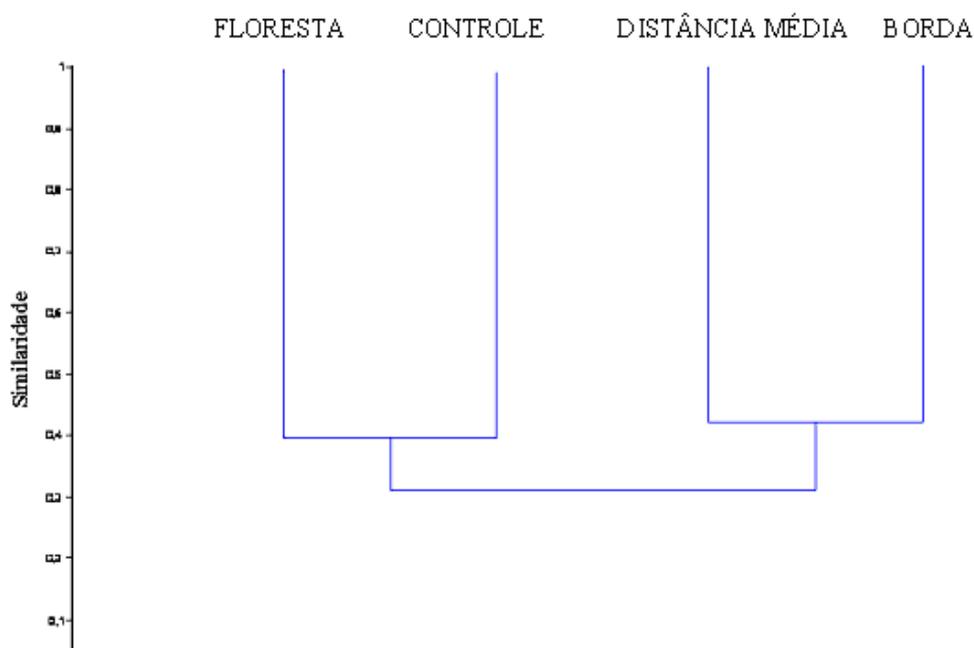


Figura 9. Dendrograma de similaridade florística por análise de agrupamento (Jaccard, Binário,  $r = 0,9818$ ) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

#### Análise de Agrupamento para dados quantitativos

A análise de agrupamentos para abundância (Figura 10), ao contrário da análise binária, transparece a associação, no PEFI, entre a similaridade quantitativa e o nível predito de interferência das trilhas. Aqui, os setores das Nascentes e Terra Batida apresentaram similaridade de quase 70%, e o setor Controle apareceu isolado no dendrograma, associando-se em cerca de 40% com o grupo formado pelos demais setores. Para a Mata da Biologia, configuração bastante semelhante em relação ao dendrograma anterior foi evidenciada (Figura 11).

O conflito entre as análises de similaridade qualitativa e quantitativa do PEFI constitui-se em uma etapa de difícil interpretação no entendimento da interferência da trilha nesse fragmento. Haveria uma instabilidade nas respostas vegetacionais à presença e utilização das trilhas, pois por um lado (qualitativo) essa interferência não se dá de modo claro, enquanto por outro (quantitativo) o quadro se mostra muito mais evidente? A vegetação ainda estaria adaptando-se à situação ambiental gerada pela abertura das trilhas, por meio de coexistência, colonização de novos habitats e otimização no uso de recursos e na tolerância às condições? Novos estudos são necessários para se responder com segurança a essa importante questão.

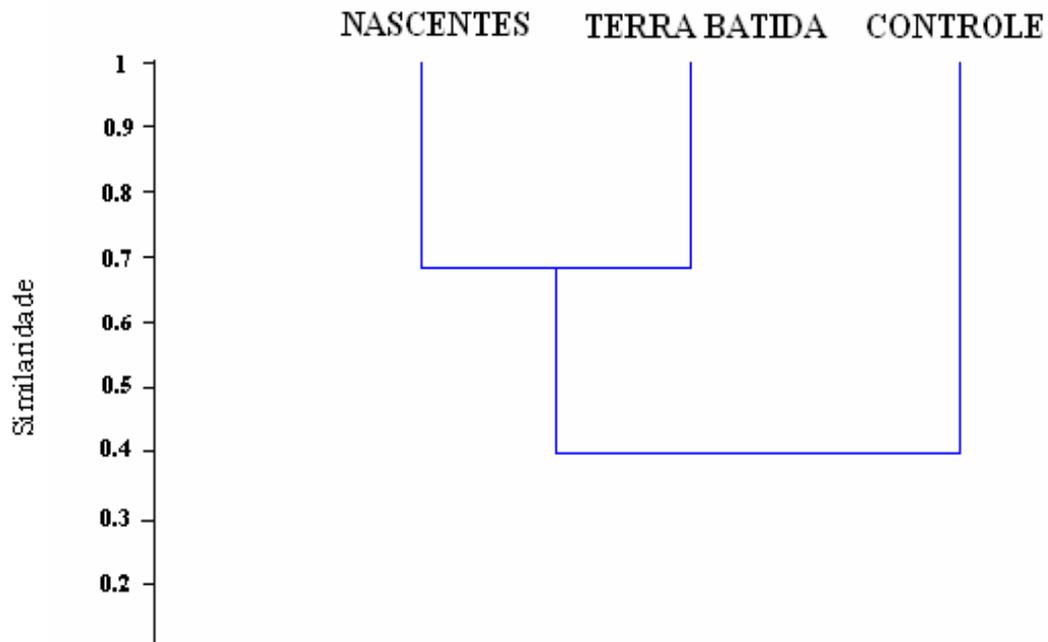


Figura 10. Dendrograma de similaridade florística por análise de agrupamento (Morisita, Abundância,  $r = 0,9133$ ) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

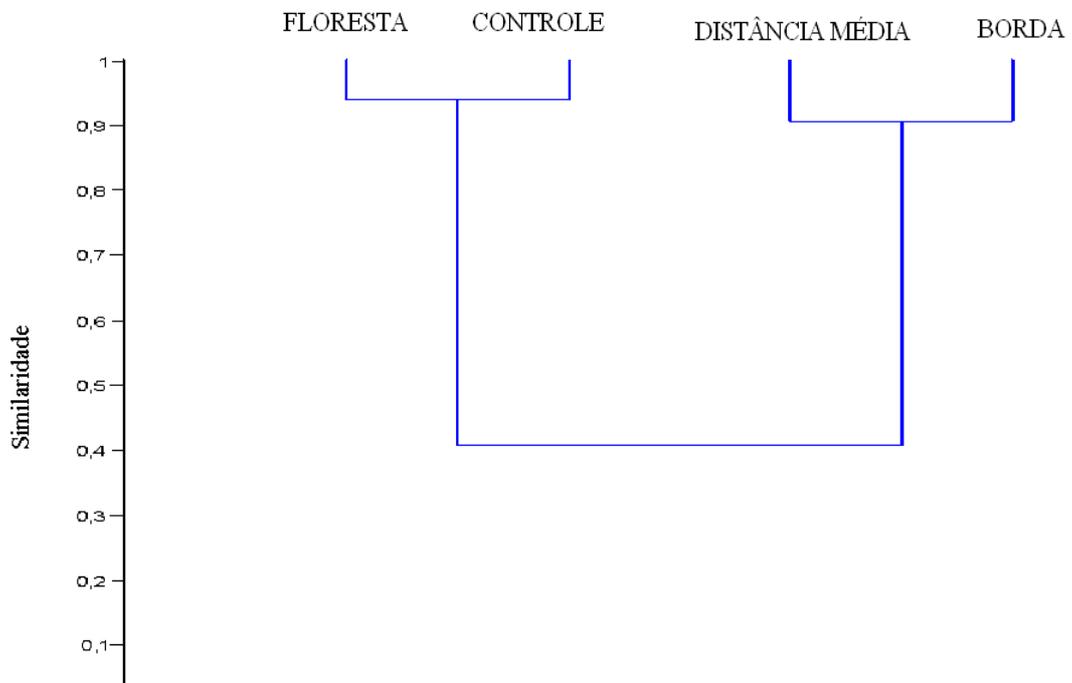


Figura 11. Dendrograma de similaridade por análise de agrupamento (UPGMA, Morisita, Abundância,  $r = 0,9983$ ) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

## Ordenação

Os diagramas das figuras 12 e 13 (PCA e CA), com os dados do levantamento realizado no PEFI, permitem indicar alguns padrões gerais:

1) As espécies *Sorocea bonplandii*, *Posoqueria acutifolia* e *Actinostemon klotzschii* apresentam elevada associação com parcelas do interior da floresta (área controle), posicionando-se no lado positivo do componente 1 da PCA. Esta associação também é evidenciada pelo diagrama da CA, na região negativa do eixo 1.

2) No lado negativo do componente 1 da PCA, temos a associação inequívoca de *Archontophoenix cunninghamii* com parcelas próximas a trilhas. A forte associação com a parcela 28 (não mostrada) (setor Terra Batida), em particular, é comprovada pelo diagrama da CA.

3) Ainda no lado negativo do componente 1 da PCA, as espécies *Guarea macrophylla* e *Machaerium brasiliense* apresentam forte associação com parcelas do setor das Nascentes.

Assim, as mais fortes associações entre pontos x espécies e pontos x amostras, para os setores sob interferência e sem interferência da trilha, ocorreram em lados opostos do gradiente apresentado pelos diagramas.

Na Mata da Biologia, nota-se, pelos diagramas de ordenação das figuras 14 e 15, elevada associação entre *Sorocea bonplandii*, *Anadenanthera peregrina*, *Dalbergia nigra*, *Siparuna guianensis*, *Nectandra lanceolata* e *Chrysophyllum flexuosum* e as parcelas dos setores Borda e Distância Média. Por sua vez, *Prunus sellowii*, *Xylosma prockia*, *Trichilia pallida* e *Allophylus edulis* tiveram elevada abundância nas parcelas do interior da floresta. Interessante notar que *Sorocea bonplandii* apresenta comportamento oposto em relação ao observado em São Paulo. Sobre essa espécie e sua classificação sucessional, a literatura mostra-se muito controversa; no presente estudo, optou-se por classificá-la como secundária inicial. Assim, o habitat proporcionado pela trilha estaria, teoricamente, muito mais de acordo com essa categoria, o que de fato ocorre na amostragem de Viçosa. Tanto na Mata da Biologia como no PEFI, essa espécie apresentou padrão fortemente agregado, tornando difícil atribuir à trilha uma fonte potencial para esse comportamento, haja vista os resultados opostos obtidos. Nesse sentido, um estudo sobre a dinâmica da população de *Sorocea bonplandii* traria profundas contribuições no sentido de se compreender a associação ou não desta espécie com ambientes proporcionados por trilhas.

Buscando compreender de modo mais claro a posição de cada setor em relação aos demais, ainda utilizando o critério de abundância das espécies, procedeu-se à obtenção dos diagramas

apresentados nas figuras 16 e 17. O primeiro diagrama (Figura 16) posiciona, no componente 1 (o que mais explica as variações observadas) da PCA para o PEFI, os setores Terra Batida e das Nascentes de um lado (o positivo) e o setor Controle no outro lado do gradiente (o negativo). Particularmente, os setores Controle e Terra Batida situaram-se nos extremos desse componente. Neste ponto das análises, parece haver convergência entre as amostragens de São Paulo e Viçosa, pois se percebe, pela figura 17, que na Mata da Biologia também há o posicionamento dos setores sob influência da trilha de um lado do gradiente da PCA e dos setores sem influência da trilha no extremo oposto do gradiente.

Os resultados acima indicam uma possível “preferência” de algumas espécies pelos microsítios proporcionados por trilhas; no entanto, tais informações são pouco conclusivas, pois como ficou evidenciado pela *Sorocea bonplandii*, determinadas espécies podem “preferir” certas trilhas e “fugir” de outras, dependendo do contexto do fragmento em análise. Fragmentos menores e/ou com entorno menos antropizado poderiam favorecer a “preferência” de *Sorocea bonplandii* às trilhas, enquanto fragmentos maiores e/ou mais antropizados no entorno poderiam causar o efeito oposto? Essas são apenas suposições, que necessitariam de estudos de dinâmica de populações para serem ou não comprovadas.

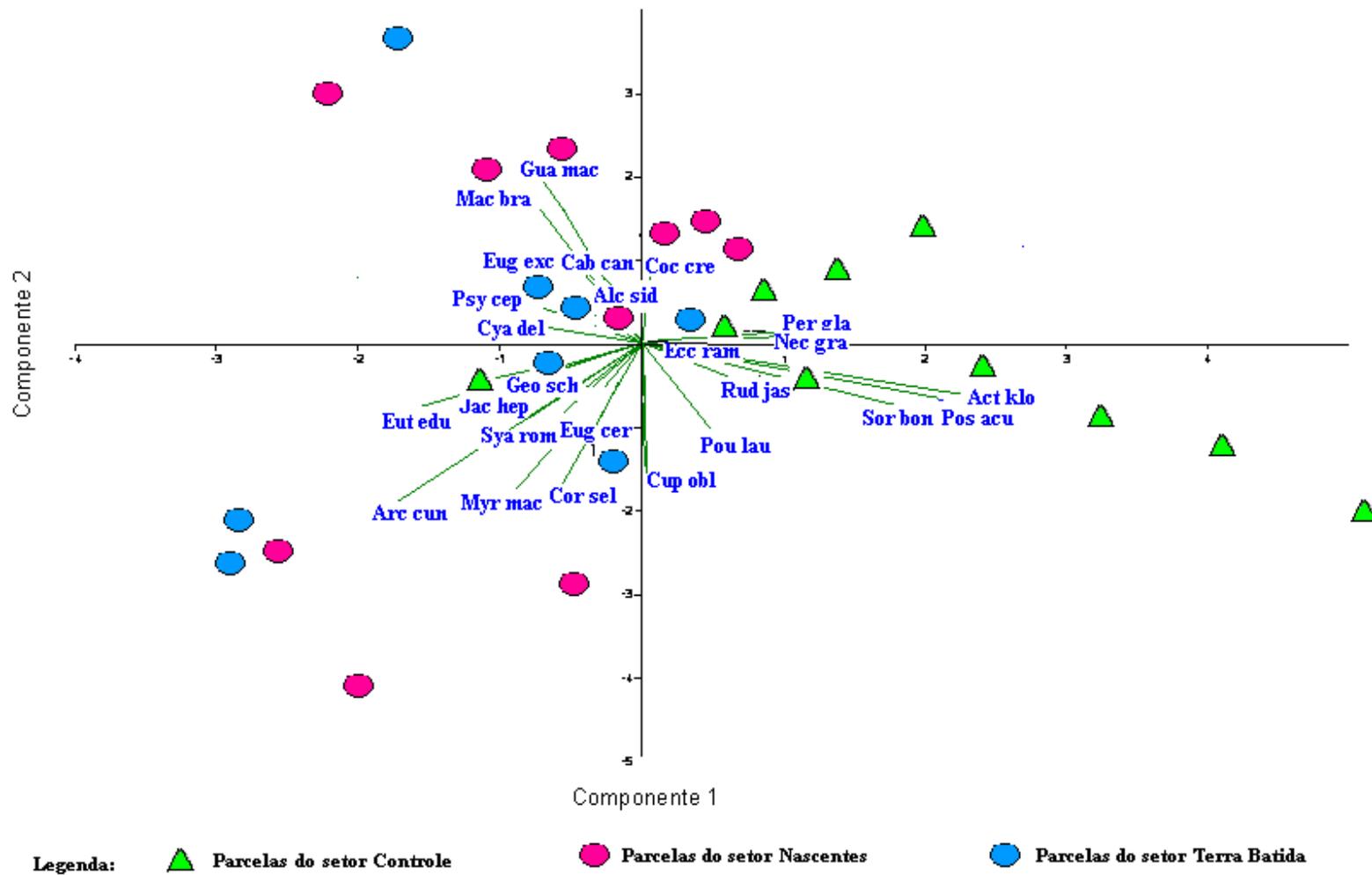


Figura 12. Diagrama “biplot” de Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados de abundância das espécies amostradas no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil (componentes 1 e 2). Os binômios estão grafados com as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico.

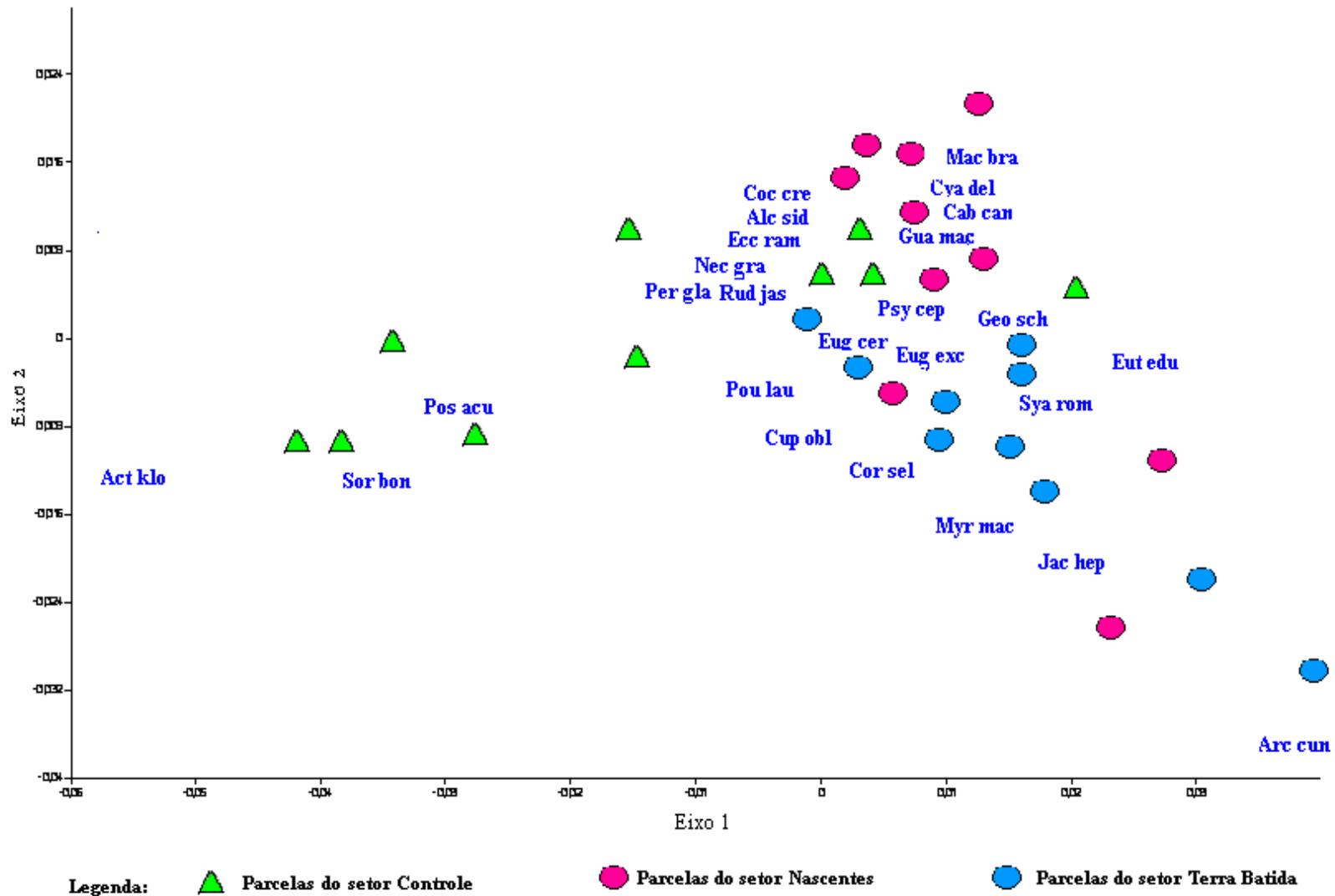


Figura 13. Diagrama de Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados de abundância das espécies amostradas nos três setores estudados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil (eixos 1 e 2). Os binômios estão grafados com as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico.

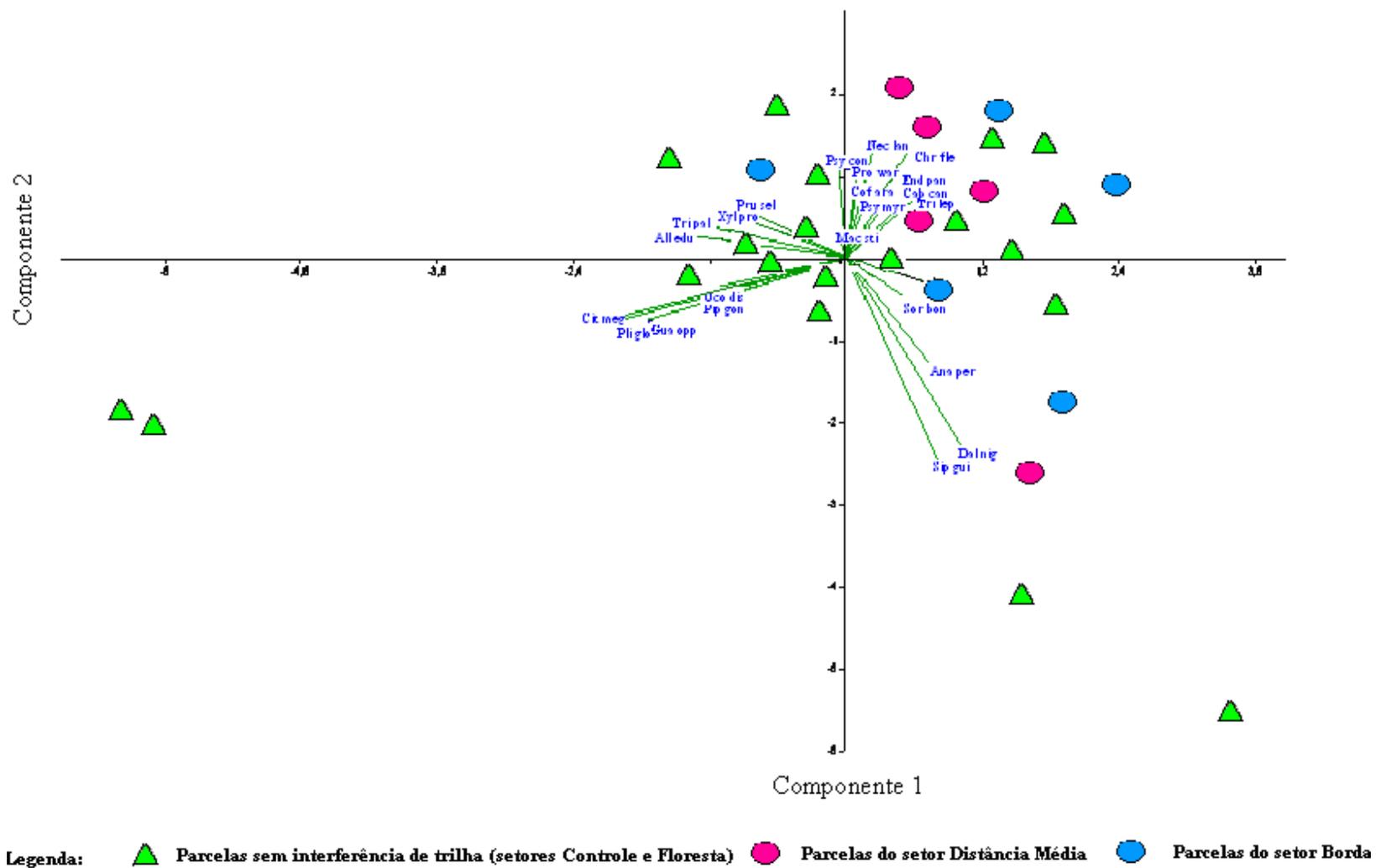
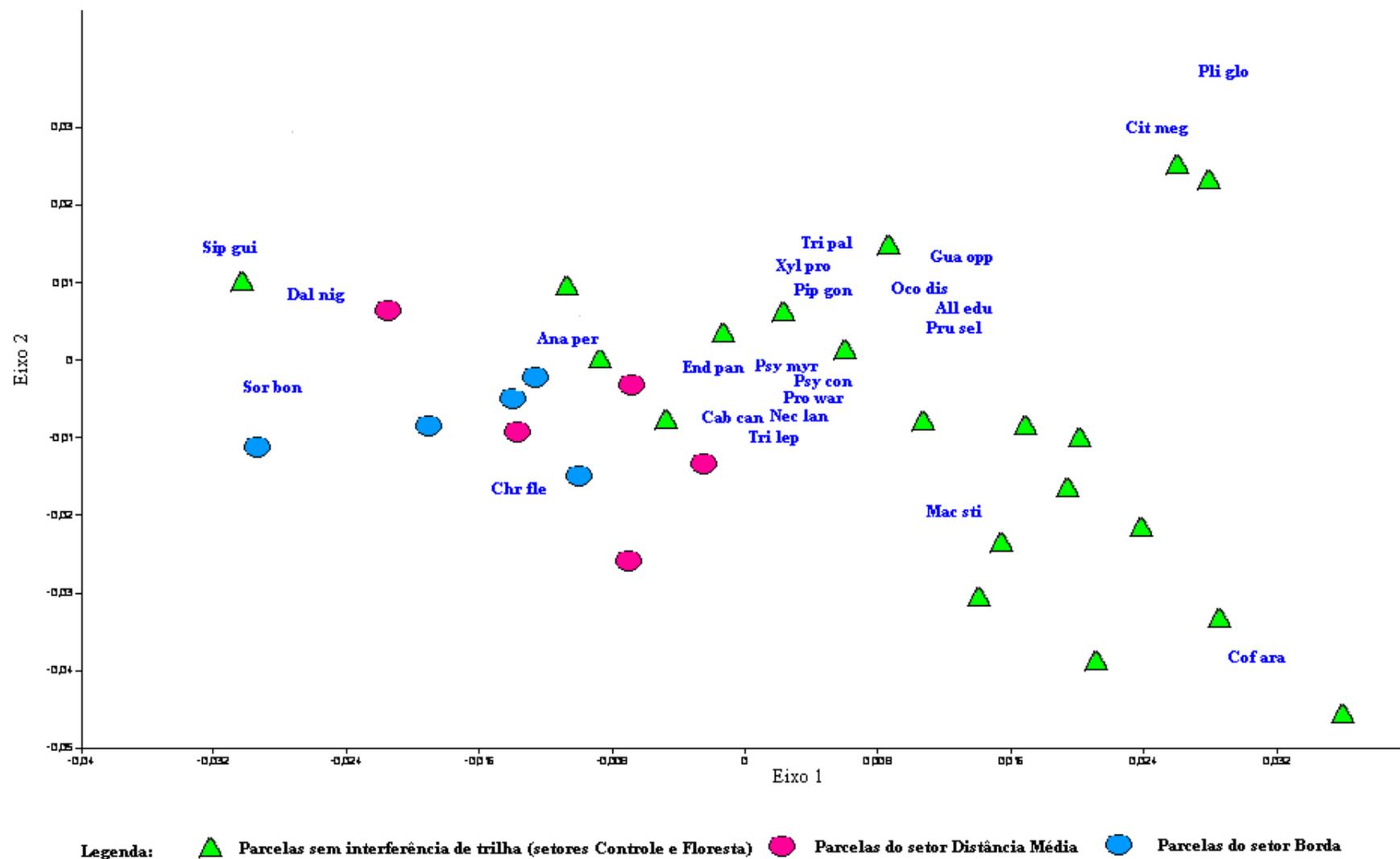


Figura 14. Diagrama “biplot” de Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados gerais de abundância dos quatro setores amostrados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil (componentes 1 e 2). Os binômios estão grafados com as três primeiras letras do gênero e as três primeiras do epíteto específico.



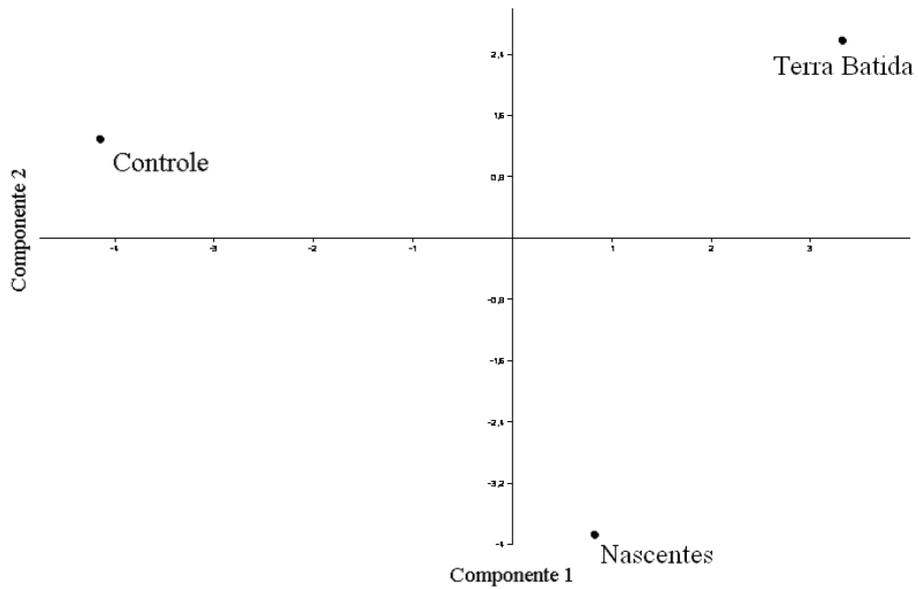


Figura 16. Diagrama de Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados totais de abundância das espécies amostradas no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil (componentes 1 e 2).

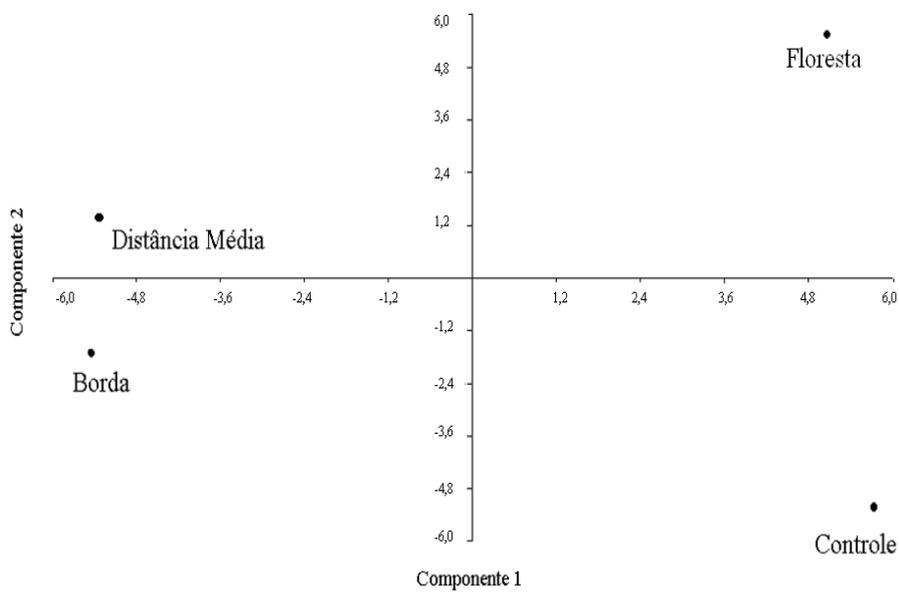


Figura 17. Diagrama de Ordenação produzido pela Análise em Componentes Principais (PCA) para dados totais de abundância obtidos em cada setor da amostragem realizada na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil (componentes 1 e 2).

## Considerações Finais

A vegetação arbórea mostrou-se sensível às modificações ambientais causadas pela abertura e utilização das trilhas, em termos estruturais e florísticos. A interferência das trilhas, porém, mostrou diferenças nos dois fragmentos florestais estudados, sendo possivelmente importante na redução de diversidade e nas alterações de grupos ecológicos no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI). Trilhas de maior largura e uso mais intensivo, como a representada pelo setor Terra Batida (PEFI), parecem interferir negativamente na vegetação adjacente, ao passo que trilhas reduzidas, como a do Sauá (Mata da Biologia) e a das Nascentes (PEFI), podem favorecer o recrutamento e estabelecimento de novos indivíduos e novas espécies, incrementando diversidade, riqueza e conservação dessas áreas.

As hipóteses, assim, foram parcialmente aceitas: há, indubitavelmente, interferência causada por trilhas na vegetação arbórea; porém, informações como riqueza, no PEFI, e proporção entre grupos sucessionais, na Mata da Biologia, apresentaram resultados não relacionados às trilhas.

## Literatura Citada

- Ab'Saber, A.N.** 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. IGEOG/USP, São Paulo.
- Ab'Saber, A.N.** 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.
- Almeida, D.S. & Souza, A.L.** 1997. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Revista Árvore* 21: 221-230.
- Almeida-Júnior, J.S.** 1999. Florística e Fitossociologia de fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Andrade, W.J.** 2003. Implantação e manejo de trilhas. *In*: S. Mitraud (org.). M294 e Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: ferramentas para um planejamento responsável. WWF-Brasil, Brasília.
- Aragaki, S.** 1997. Florística e estrutura de trecho remanescente de floresta no Planalto Paulistano (SP). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Aragaki, S. & Mantovani, W.** 1998. Caracterização do clima e da vegetação de remanescente de floresta no Planalto Paulistano. *In*: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Aciesp, São Paulo, pp.25-36.

- Bicudo, D.C., Forti, M.C. & Bicudo, C.E.M.** (orgs.). 2002. Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio-Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Borém, R.A.T. & Oliveira-Filho, A.T.** 2002. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim, RJ, Brasil. *Revista Árvore* 26 (6): 727-742.
- Budowski, G.** 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional process. *Turrialba* 15 (1): 40-42.
- Campassi, F.** 2006. Padrões geográficos das síndromes de dispersão e características dos frutos de espécies arbustivo-arbóreas em comunidades vegetais da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Catharino, E.L.M.** 2006. As florestas montanas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Catharino, E.L.M., Bernacci, L.C., Franco, G.A.D.C., Durigan, G. & Metzger, J.P.** 2006. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica* 6 (2). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006>.
- CIENTEC.** 2004. MATA NATIVA 2.0: sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. [S.l.:s.n.].
- Cole, D.N.** 1978. Estimating the susceptibility of Wildland vegetation to trailside alteration. *The Journal of Applied Ecology* 15 (1): 281-286.
- Denslow, J.S.** 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 431-451.
- Dislich, R., Cersósimo, L. & Mantovani, W.** 2001. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano – SP. *Revista Brasileira de Botânica* 24 (3): 321-332.
- Fernandes, A.J., Reis, L.A.M. & Carvalho, A.** 2002. Caracterização do meio físico. *In*: D.C. Bicudo, M.C. Forti, & C.E.M. Bicudo (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. pp. 50-74.
- Fundação SOS Mata Atlântica.** 2002. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000. SOS Mata Atlântica/INPE/ISA, São Paulo.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H.F. & Bezerra, C.L.E.** 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município

- de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55 (4): 753-767.
- Golfari, L.** 1975. Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento. Série Técnica 3. PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF/Bra-45, Belo Horizonte.
- Gomes, E.P.C.** 1992. Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gomes, E.P.C.** 1998. Dinâmica do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Hammer, Ø, Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica electronica* 4 (1): 9 pp.
- Hill, M.O.** 1974. Correspondence Analysis: a neglected multivariate analysis. *Applied Statistics* 23: 340-354.
- Hirata, J.K.R.** 2006. Florística e Estrutura do componente arbóreo de trilhas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Hoehne, F.C., Kuhlmann, M. & Handro, O.** 1941. O Jardim Botânico de São Paulo. Departamento de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Howe, H.F. & Smallwood, J.** 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 13:201-228.
- IPT.** 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo - Escala de 1:500.000. v.2. Pró Minério, São Paulo.
- Irsigler, D.T.** 2002. Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Ivanauskas, N.M.** 1997. Caracterização florística e fisionômica da Floresta Atlântica sobre a formação Pariquera-Açu, na Zona da Morraria Costeira do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Jolliffe, I.T.** 1986. *Principal Component Analysis*. Springer, New York.
- Joly, C.A., Leitão-Filho, H.F. & Silva, S.M.** 1991. O patrimônio florístico - The floristic heritage. *In*: I. de G. Câmara. (Ed.), *Mata Atlântica - Atlantic Rain Forest*. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo.
- Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A.G., Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A.A., Pott, A., Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B.** 1999. Evolution

of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51 (5/6): 331-348.

**Leitão-Filho, H.F.** 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.

**Lima, W.P.** 1972. Pressão urbana sobre a floresta. *IPEF* 5: 71-77.

**Lima, R.A.F.** 2005. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* 28 (4): 651-670.

**Marangon, L.C., Soares, J.J. & Feliciano, A.L.P.** 2003. Florística arbórea da Mata da Pedreira, Município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 27 (2): 207-215.

**Matlack, G. R.** 1994. Vegetation dynamics of the forest edge: trends in space and successional time. *Journal of Ecology* 82: 113-123.

**Meira-Neto, J.A.A. & Silva, A.F.** 1995. Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetada da UHE de Pilar, Vale do rio Piranga, Zona da Mata de Minas Gerais. *FUNARBE - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa*.

**Meira-Neto, J.A.A., Souza, A.L., Silva, A.F. & Paula, A.** 1997. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual aluvial em área diretamente afetada pela Usina Hidroelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Árvore* 21(2): 213-219.

**Meira-Neto, J.A.A. & Martins, F.R.** 2000. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. *Revista Árvore* 24 (2): 151-160.

**Melhem, T.S., Giullieti, A.M., Forero, E., Barroso, G.M., Silvestre, M.S.F., Jung, S.L., Makino, H., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.C., Wanderley, M.G.L., Kirizawa, M. & Muniz, C.** 1981. Planejamento para a elaboração da Flora Fanerogâmica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 9: 63-74.

**Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.A.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. J. Wiley, New York.

**Nastri, V.D.F., Catharino, E.L.M., Rossi, L., Barbosa, L.M., Pirré, E., Bedinelli, C., Asperti, L.M., Dorta, R.O. & Costa, M.P.** 1992. Estudos fitossociológicos em uma área do Instituto de Botânica de São Paulo utilizados em programas de educação ambiental. *Revista do Instituto Florestal* 4: 219-225.

**Oliveira, R.J.** 2006. Variação da composição florística e da diversidade alfa das florestas atlânticas do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

**Oliveira-Filho, A.T., Almeida, R.J., Mello, J.M. & Gavilanes, M.L.** 1994. Estrutura

fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica* 17 (1): 67-85.

**Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L.** 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.

**Oliveira-Filho, A.T.** 2006. Catálogo das Árvores Nativas de Minas Gerais. Editora UFLA, Lavras.

**Paniago, M.C.T.** 1990. Viçosa – mudanças socioculturais; evolução histórica e tendências. Imprensa Universitária, Viçosa.

**Paula, A., Silva, A.F., Souza, A.L. & Santos, F.A.M.** 2002. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. *Revista Árvore* 26 (6): 743-749.

**Pijl, L.V.D.** 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3. ed. Springer-Verlag, New York.

**Pires, J.S.R., Santos, J.E., Pires & A.M.Z.C.R.** 2004a. Gestão Biorregional. Uma abordagem conceitual para o manejo de paisagens. *In:* J.E. Santos; F. Cavalheiro, J.S.R. Pires, C.H. Oliveira & A.M.Z.C.R. Pires (org.). Faces da Polisssemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção. 1 ed. RIMA Editora, São Carlos, v. 1. pp. 23-34.

**Pires, A.M.Z.C.R., Pires, J.S.R. & Santos, J.E.** 2004b. Avaliação da Integridade Ecológica de Bacias Hidrográficas *In:* J.E. Santos; F. Cavalheiro, J.S.R. Pires, C.H. Oliveira & A.M.Z.C.R. Pires (org.). Faces da Polisssemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção. 1 ed. RIMA Editora, São Carlos, v. 1. pp. 123-154.

**Pivello, V.R. & Peccinini, A.A.** 2002. A vegetação do PEFI. *In:* Bicudo, D.C., Forti, M.R. & Bicudo, C.E.M. (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. pp. 75-92.

**Robim, M.J., Fonte, M.A. & Cavalheiro, F.** 2004. Determinação da capacidade de carga da Trilha da Praia do Sul no Parque Estadual da Ilha Anchieta: uma aplicação do método de Cinfontes. *In:* J.E. Santos *et al.* (orgs.). Faces da Polisssemia da Paisagem - Ecologia, Planejamento e Percepção. RIMA, São Carlos.

**Rodrigues, P.J.F.P. & Nascimento, M.T.** 2006. Fragmentação florestal: breves considerações sobre efeito de borda. *Rodriguésia* 57 (1): 63-74.

**Roizman, L.G.** 1993. Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Roovers, P. Baeten, S. & Hermy, M.** 2004. Plant species variation across path ecotones in a variety of common vegetation types. *Plant Ecology* 170: 107-119.

- Ross, J.L.S. & Moroz, I.C.** 1997. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1: 500.000. FFLCH/IPT/FAPESP.
- São Paulo.** 1999. Conhecer para conservar: as unidades de conservação do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Senra, L.C.** 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento florestal da Fazenda Rancho Fundo, Zona da Mata – Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Silva, A.F., Fontes, N.R.L. & Leitão-Filho, H.F.** 2000. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Árvore* 24 (4): 397-405.
- Soares-Júnior, F.J.** 2000. Composição florística e estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda Tico-Tico, Viçosa, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Struffaldi-de-Vuono, Y.** 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva do Instituto de Botânica (São Paulo, SP). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Takahashi, L.Y.** 1998. Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em unidades de conservação do Estado do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Townsend, C.R., Begon, M. & Harper, J.L.** 2006. Fundamentos em Ecologia. 2.ed. Artmed, Porto Alegre.
- Valentin, J.L.** 2000. Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Interciência, Rio de Janeiro.
- Valverde, O.** 1958. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia*, ano XX, 1:
- Vander Wall, S.B. & Longland, W.S.** 2004. Diplochory: are two seed dispersers better than one? *Trends in Ecology and Evolution* 19 (3): 155-161.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R., Lima, J.C.A.** 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- Viana, V.M. & Tabanez, A.A.J.** 1996. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. *In: J. Schelhas & R. Greenberg (eds.). Forest patches in tropical landscapes.* Island Press, Washington. pp. 151-167.

## **CAPÍTULO 4**

### **Métodos para avaliação da interferência causada por trilhas em fragmentos florestais: uma nova abordagem conservacionista**

ABSTRACT – (Methods to evaluate the interference by trails: a new conservational approach). Researches on the susceptibility of vegetation under direct and indirect trail effects are a low spread area, mainly in Brazil. This Chapter contributes to the search for appropriate methodology to investigate this kind of interference, through a reflective and critical approach based in literature and experiences of research teams in the Botanical Institute, Sao Paulo, Sao Paulo State, and the Federal University of Viçosa, Minas Gerais State. Aspects like “floristic representativeness” and size of plots are analyzed in a practical and direct perspective. In addition, we present important data in order to analyze data obtained in studies like this. How can we obtain trustworthiness? What kind of statistical treatment can be used? What limitations can be established to evaluate the interference caused by a trail? Finally, phenomena like edge effects and gaps are confronted with “trail effect”, contributing to the formation of partnerships between researchers of these study areas of vegetation science.

Key words: sample design, methodology, data analysis

RESUMO – (Métodos para avaliação da interferência causada por trilhas em fragmentos florestais: uma nova abordagem conservacionista). Estudos sobre a vegetação susceptível à ação direta e indireta das trilhas que cortam os fragmentos florestais constituem uma área de pesquisa ainda pouco difundida, principalmente no Brasil. Este Capítulo visa a contribuir com a busca de metodologias apropriadas à investigação desse tipo de perturbação, por meio de uma abordagem reflexiva e crítica baseada na literatura e nas experiências das equipes de pesquisa do Instituto de Botânica, São Paulo, SP, e da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Aspectos como representatividade florística, escolha da área amostral, método utilizado e tamanho das unidades amostrais são analisados de forma prática e direta. Adicionalmente, apresentam-se informações úteis para a análise de dados gerados em estudos dessa natureza. Como obter confiabilidade nos dados? Que tipo de tratamento estatístico pode ser realizado? Que limites existem para se avaliar a interferência de uma trilha sobre a floresta? Por fim, fenômenos como efeito de borda e clareiras são confrontados com o “efeito de trilha”, de forma a propor parcerias entre estudiosos desses tópicos da ciência da vegetação.

Palavras-chave: delineamento, metodologia, análise de dados

## Introdução

A Fitossociologia é a parte da Ecologia Vegetal que cuida da estrutura, composição e fisionomia da vegetação, de forma descritiva e quantitativa, enfatizando as relações de co-ocorrência de espécies vegetais nas comunidades (Ewald 2003). Nos seus primórdios no Brasil, essa ciência ocupou-se do levantamento e da descrição de grandes extensões de florestas, no intuito de conhecer a vegetação nativa. Segundo Martins (1991), a primeira tentativa nesse sentido foi motivada pela necessidade de estudos epidemiológicos da febre amarela silvestre, em que se procurou estabelecer relações entre o ambiente da floresta, os hospedeiros, os vetores e o vírus daquela febre em Teresópolis, RJ. Os pesquisadores, naquela época, impressionavam-se com a grande quantidade de espécies existentes em áreas relativamente pequenas.

Passada essa fase, pesquisadores voltaram-se para investigar as causas da composição e da estrutura das comunidades vegetais. Hoje, estando evidente a necessidade de conservação dos ecossistemas, tornou-se necessário compreender toda e qualquer fonte de perturbação que possa alterar, no tempo e no espaço, as configurações vegetacionais de uma área. Iniciava-se, então, a preocupação com o declínio das formações florestais, as quais se apresentavam, tipicamente, na forma de fragmentos com pouca ou nenhuma conectividade entre si, salvo grandes redutos de conservação como a Serra do Mar. Infelizmente, esse processo de fragmentação foi intensificado desde então, trazendo consigo sérias implicações para a conservação dos ecossistemas florestais brasileiros (Aponte *et al.* 2003, Maldonado-Coelho & Marini 2003, Cabral & Fiszon 2004).

O efeito de borda resultante da fragmentação florestal vem sendo tratado com ênfase nas publicações mais recentes, tanto em periódicos nacionais como internacionais (*e.g.*, Viana & Pinheiro 1998, Antunes *et al.* 2000, Benitez-Malvido & Martinez-Ramos 2003, Alves-Júnior *et al.* 2006). Rodrigues & Nascimento (2006) ressaltaram a possibilidade de se comparar as conseqüências do efeito de borda com as de clareiras naturais. Para estes autores, o efeito de borda, por ser de origem antrópica e possuir maior superfície de contato com o meio externo, causa alterações mais profundas na dinâmica dos processos ecológicos florestais.

No contexto das formas de perturbação antrópica, pouca atenção vem sendo conferida à abertura e utilização de trilhas, que cortam freqüentemente grandes extensões de áreas nativas e podem causar modificações estruturais e florísticas na vegetação a elas adjacente (Hirata 2006 e o Capítulo 2 desta Dissertação). Cole (1978, 1989) alertou para o fato de que as trilhas deveriam ser consideradas uma fonte potencial de impacto em várias florestas dos Estados Unidos, ressaltando que diferentes intensidades de perturbação poderiam ser sentidas pela floresta de acordo com a formação vegetal e a intensidade de visitação. A revisão realizada por Liddle (1975) corrobora a abordagem acima, e adicionalmente, leva a crer que o efeito da recreação e das trilhas sobre a

vegetação nativa pode ser tanto direto, por proporcionar acesso ao interior da floresta e assim, causar danos mecânicos às plantas, como indireto, relacionado à compactação do solo. Este último aspecto mostrou-se, em uma floresta belga, altamente correlacionado com a cobertura e composição florística do seu entorno (Roovers *et al.* 2004).

Se, por um lado, é clara a influência que as trilhas podem exercer sobre as florestas, por outro elas proporcionam um importante incremento na relação homem-natureza e favorecem o estabelecimento de políticas de educação ambiental. Lima (1972) atribuiu a maior busca do homem por ambientes naturais à necessidade de restabelecer seu equilíbrio físico e mental, dadas as proporções com que as pressões da vida moderna estavam se dando, já àquela época (década de 1970) e, certamente, agravadas hoje em dia. Assim, não restam dúvidas de que a questão constitui-se em um sério dilema sócio-ambiental.

A forma marginalizada com que estudos conservacionistas vêm sendo direcionados para as trilhas reflete-se na carência de abordagens metodológicas necessárias para avaliações corretas da extensão do “problema”. Seriam as trilhas modificadoras severas da vegetação florestal a elas adjacente? As conseqüências de um uso intensivo em condições não apropriadas poderiam ser equiparadas às apresentadas pelo efeito de borda? Haveria favorecimento à diversidade e à riqueza de espécies em determinadas situações? Respostas a essas e outras muitas questões passam, indubitavelmente, pela formulação de um amplo e robusto programa de levantamentos florísticos e fitossociológicos nas áreas sujeitas a essas interferências. Acredita-se que o pouco interesse demonstrado por pesquisadores brasileiros para áreas cortadas por trilhas possa ser explicado, pelo menos em parte, à deficiência de abordagens metodológicas específicas para esse fenômeno.

Assim, pretende-se, nesta contribuição, encorajar pesquisas envolvendo amostragem de vegetação adjacente a trilhas, fornecendo ferramentas úteis para que o pesquisador realize o delineamento amostral e o tratamento dos dados gerados nos trabalhos de campo.

### **Escolha da área para amostragem**

Acredita-se que um poderoso instrumento para se avaliar a abordagem metodológica correta seja a construção de “árvores de decisão”. Segundo Paese & Santos (2004), este conceito sugere que os pesquisadores, de modo geral, sejam bastante específicos sobre suas idéias, organizando-as de forma clara e precisa.

Para a escolha da área amostrada no interior da floresta, para os fins desta Dissertação, foram seguidos alguns passos, ilustrados pelo fluxograma da Figura 1. O trecho em que as cinco questões receberam resposta “Sim”, na ordem apresentada no fluxograma, foi definido como o mais indicado para os propósitos deste trabalho.

**Área do fragmento em regeneração natural avançada**

**Existem trechos da trilha que não estão sujeitos a efeitos de borda ou à interferência significativa por clareiras.**

**O trecho escolhido permite a instalação de pelo menos 5 unidades amostrais por setor, com intervalo de 7 metros entre cada par de unidades.**

**O terreno que margeia a trilha não apresenta uma inclinação acima de 30 graus, e não há desníveis acentuados.**

**A vegetação não mostra sinais visíveis de interferência por espécies invasoras, e há estratificação vertical facilmente identificável.**

Figura 1. Fluxograma de tomada de decisão para levantamento fitossociológico em área cortada por trilha na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

Dizer “sim” ao primeiro passo é importante para se garantir que a área constitua um modelo mínimo para estudos em trilhas. Áreas com regeneração avançada facilitam o entendimento da realidade da floresta, enquanto áreas cuja vegetação seja recém-regenerante evidenciam uma fase ainda de adaptação morfo-ecológica, o que fatalmente mascararia as análises acerca da interferência de uma trilha. O segundo passo auxilia a manter a neutralidade dos fatores em ação na paisagem: sem efeito de borda e/ou efeito de clareiras significativos, em área com boa regeneração ou no interior de floresta primária, garante-se o mínimo de condições ambientais para se inferir que os parâmetros em análise estejam respondendo à presença da trilha. Porém, ainda restam outros passos, conforme se segue.

Após receber resposta positiva no 2º passo, é importante que, dentro do novo universo amostral considerado, a primeira parcela da amostragem deva ter chance de ser posicionada em qualquer ponto, desde que respeitado o desenho amostral proposto. É importante ressaltar que essa casualização só é possível em ambientes uniformes, com mesma fisionomia de vegetação (Felfili & Rezende 2003). No entanto, uma vez escolhido o primeiro ponto, as demais parcelas devem ser instaladas a intervalos regulares (amostragem sistemática). Apesar de haver uma forte limitação

estatística neste princípio de amostragem, pois não é possível calcular variância por não se tratar de uma amostra casualizada, utiliza-se freqüentemente o paliativo do cálculo de variância estimada.

É certo que o número de cinco unidades amostrais (3º passo) foi escolhido com base na realidade do fragmento florestal em estudo no 2º capítulo desta Dissertação. Para trilhas maiores e/ou pertencentes a fragmentos maiores, maior quantidade de parcelas poderá ser alocada (desde que não incluam significativamente outras variáveis), contribuindo para o aumento da confiabilidade e possibilidades de extrapolação dos dados gerados (Townsend *et al.* 2006). Para maiores detalhes sobre essa questão, veja adiante o tópico “Representatividade Florística”.

Quanto à inclinação do terreno (4º passo), é importante que se evite um potencial efeito do relevo e da altitude sobre as condições amostrais. Com relação à presença de espécies invasoras (5º passo), esta pode ser, em certos casos, uma característica atribuída à presença de trilhas, mas optou-se por evitar esses trechos, já que outros fatores - não mensurados - poderiam ter concorrido para ocasionar a invasão verificada. Ainda no passo 5, estratificação vertical facilmente identificável é uma característica que favorece abordagens interessantes sobre a estrutura da floresta naquela área, e ao mesmo tempo atesta a existência, de fato, de uma autêntica floresta tropical. Estudos em formações abertas (campo limpo de cerrado, por exemplo) são muito bem-vindas, e para estes casos, recomenda-se desconsiderar a necessidade de estratificação vertical, sugerindo-se verificar se a região escolhida atenda ao mínimo de características próprias da fisionomia em questão.

No PEFI, Hirata (2006) constatou que as trilhas pouco influenciavam a estrutura e a composição florística do fragmento, pois o Parque, como um todo, apresentava fortes evidências de declínio. Assim, é de se questionar se estudos direcionados a entender a interferência de trilhas devam ser realizados em fragmentos com potentes fontes de perturbação externa. Recomenda-se, aqui, um estudo fitossociológico com vegetação adjacente a trilhas em florestas bastante conservadas, se possível primárias. No entanto, como estas são muito raras na atualidade, florestas secundárias em estágio avançado de regeneração também podem servir a esse propósito. Fragmentos florestais de grandes extensões, com reduzido efeito de borda, também forneceriam elementos indispensáveis ao entendimento de possíveis interferências das trilhas.

### **Representatividade Florística**

A amostragem é necessária porque freqüentemente não é possível ou não é conveniente obter a totalidade de um dado universo amostral ou população (Pillar 1996). Assim, tomam-se informações sobre uma parte deste - uma amostra - para inferir atributos sobre o todo. Quanto maior o número de unidades amostrais, maior é a probabilidade de que novas amostras tomadas do mesmo universo amostral permitirão as mesmas conclusões em relação àquelas tiradas a partir de uma

amostra preliminar; assim, em qualquer levantamento será sempre necessário avaliar se o tamanho da área amostral é suficiente para uma dada precisão requerida (Pillar 1998).

Portanto, deve-se proceder a uma importante consideração com relação ao tamanho da área amostral definida para trabalhos realizados com o intuito de se avaliar interferência das trilhas na vegetação de florestas brasileiras. Quando freqüentemente encontram-se valores próximos, iguais ou até superiores a 1 ha de amostragem fitossociológica nas matas brasileiras, as áreas apresentadas nos estudos em trilhas podem ser consideradas pequenas. Porém, um método que possa estar sendo adequado para se amostrar uma área de interior de floresta não necessariamente se mostrará adequado para estudos envolvendo áreas adjacentes a trilhas. É preciso enfatizar-se que, sendo os estudos em trilhas ainda incipientes no Brasil, tem-se testado metodologias que sejam as mais adequadas para explicar o comportamento da vegetação sob sua influência. Assim, ainda não existe uma decisão sobre a área mínima a ser amostrada.

As “questões de escala”, quando se aplicam a estudos de paisagem, podem ser empregadas em referência ao espaço e ao tempo de uma amostragem, e incluem desde considerações sobre o tamanho da área em estudo até a extrapolação das informações geradas (Paese & Santos 2004). O claro entendimento das “questões de escala” envolvendo trilhas, clareiras e borda reveste-se de importância, pois, dependendo do objetivo do pesquisador, a representatividade florística poderá não ser obtida. Pillar (1996) sugeriu que, se o objetivo é estimar a média de uma variável, unidades amostrais maiores e mais heterogêneas internamente permitem atingir representatividade florística com um menor número de unidades amostrais. Isto, no entanto, só se aplica às amostragens que visam a estimar atributos simples, e não a estudar padrões.

A curva do coletor, que é muito usada para o pesquisador saber se atingiu o tamanho da área amostral suficiente para que se apresente representatividade florística em um determinado levantamento (suficiência amostral), deve ser vista com cautela para estudos envolvendo trilhas. Esse procedimento implicaria na obrigatoriedade de obtenção de esforço amostral, o qual poderia, dependendo do contexto em análise, mascarar resultados. Quais seriam as implicações práticas de uma insuficiência amostral (ausência de representatividade florística)? Haveria confiabilidade nos dados gerados? Os dados poderiam servir para estudos futuros e independentes daquele (metadados)? Como obter êxito experimental e estatístico em situações tão específicas, que exigem igualmente uma metodologia específica? Suponha-se que o pesquisador esteja em um fragmento pequeno, em que poucas áreas em seu interior estejam livres de efeito de borda. Esse mesmo pesquisador, após amostrar um número determinado de parcelas, procederia à obtenção da curva do coletor, não verificando a existência de um platô no gráfico. Ele deveria prosseguir com a amostragem rumo às bordas do fragmento ou encerrar sua amostragem? Certamente, a segunda

opção seria a mais acertada, mas também poderia ser resultante de um esforço amostral extremamente baixo, dependendo do fragmento. Caiafa & Martins (2007), com base em Palmer *et al.* (2000), recomendaram um mínimo de 1.000 indivíduos em uma amostragem fitossociológica. Os levantamentos do 2º capítulo desta Dissertação e de Hirata (2006) obedeceram a essa sugestão.

O município de Viçosa, MG, é composto por pequenos fragmentos florestais. A Mata da Biologia não foge à regra, e a sua susceptibilidade ao efeito de borda traz consigo um importante fator a ser considerado na escolha da área a ser amostrada. Assim, optou-se por não alocar maior quantidade de parcelas ao longo da trilha para evitar a amostragem de comunidades muito distintas e para haver um bom distanciamento do efeito de borda, o que justifica, ainda, a escolha do centro da trilha como área amostral, a qual possui uma vegetação representativa do fragmento em estudo (A.F. Silva e W.G. Ferreira-Júnior, comunicação pessoal, e observações pessoais). Aumento na área amostrada representaria maior efeito de borda atuando nas parcelas dos extremos de cada amostra, o que não era desejado no presente estudo.

### **Escolha do método fitossociológico**

A vegetação no contexto de trilhas deve ser estudada pelo método de parcelas ou pelo de pontos-quadrantes?

O método de pontos-quadrantes (área variável) é útil quando a vegetação possui seus elementos distribuídos de forma esparsa; nas florestas, pode ser utilizado em áreas de difícil penetração, fator que dificulta a instalação de parcelas (Felfili & Rezende 2003). Uma extensa e profunda revisão sobre esse método pode ser encontrada em Martins (1991).

Por outro lado, os métodos de parcelas e transecções (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) permitem a avaliação segura de uma determinada área de vegetação, podendo as unidades amostrais ser alocadas de forma temporária ou permanente. Assim, devido à possibilidade de se repetir amostragens no futuro e por servir a uma finalidade específica, sem a necessidade de se conhecer grandes extensões de vegetação, acredita-se que esse método seja o mais indicado para trilhas.

O método de parcelas também possui um diferencial: a possibilidade de se acompanhar a vegetação ao longo do tempo. Na realidade, esta é uma das grandes questões que a Fitossociologia propõe a seus pesquisadores hoje em dia. Programas voltados para a utilização de parcelas permanentes têm trazido profundos avanços no entendimento da dinâmica florestal (Rodrigues 2006, Rodrigues *et al.* 2007). Alguns parâmetros utilizados na busca de respostas nesse sentido são: ganho e perda de espécies; taxa de ganho de área basal; incremento periódico anual; e tempo de duplicação.

Outro problema metodológico que comumente surge quando se decide levantar a composição florística e a estrutura de trechos de vegetação é: qual é a melhor alternativa para se obter resultados mais confiáveis – instalar parcelas contíguas ou não contíguas? Os adeptos da primeira opção acreditam que se evita, dessa forma, um gasto excessivo de tempo demandado para a instalação de parcelas; por sua vez, a existência de intervalos entre as parcelas traz a possibilidade de que cada unidade amostral ofereça dados independentes das demais, permitindo a aplicação de uma série de análises estatísticas. Na verdade, para que se afirme categoricamente que há independência estatística entre as parcelas, faz-se necessária uma análise que vise a identificar a existência ou não de pseudoréplicas (Hurlbert 1984). Adicionalmente, parcelas não-contíguas tendem, embora não necessariamente, a oferecer uma representatividade maior da área amostrada (Durigan 2003).

Uma amostragem, fitossociológica ou de outra natureza, pode ser aleatória ou sistemática e estratificada ou não estratificada (Vieira 1980, Pillar 1996, Felfili & Rezende 2003). Amostragem aleatória simples (não estratificada) certamente não seria indicada, de modo geral, para estudos em trilhas – somente trilhas que cortam grandes áreas florestais com fisionomia razoavelmente uniforme poderiam ser amostradas dessa forma. Porém, a realidade da Floresta Atlântica é diferente, dada a existência de um grande número de pequenos e médios fragmentos. Nestes casos, a possibilidade de inclusão de uma série de variáveis, tais como efeito de borda, seria potencializada em uma amostragem completamente aleatória. Assim, a amostragem aleatória estratificada surge como uma opção viável.

Poder-se-ia, ainda, colocar as seguintes perguntas em um estudo de dinâmica em trilhas: a sucessão ecológica apresenta variação e/ou alguma tendência ao longo dos anos? O que se poderá esperar em subseqüentes amostragens? Alguns dados poderão pressupor linearidade, mas se esse fato ocorrer, deverá ser visto com cautela, pois é uma medida pobre de resiliência. Outras questões: há, de fato, necessidade de intervenção humana naquela área da floresta? Em caso positivo, seria possível recuperar essas áreas combinando plantio com regeneração natural? Em relação a isso, Scarano *et al.* (1997) afirmaram que há casos de comprometimento tal da biodiversidade que a recuperação de parte dela só se dará por meio de ações de manejo diretas e indiretas.

O emprego de parcelas permanentes em estudos com trilhas propiciará, certamente, um amplo e aprofundado conhecimento sobre possíveis modificações vegetacionais ao longo do tempo nessas áreas tão peculiares das florestas. Pretende-se, futuramente, reamostrar a vegetação cujo levantamento inicial foi apresentado nos capítulos 2 e 3 desta Dissertação. Seria possível questionar, por exemplo, quais fatores poderiam controlar possíveis modificações florísticas e estruturais ao longo do tempo.

### **Número de unidades amostrais**

O número de unidades amostrais deve ser determinado segundo critérios bem claros e adequados ao propósito do trabalho, pois desta escolha dependerá grande parte do esforço envolvido na descrição da comunidade em estudo (Pillar 1996). Para um inventário-piloto, deve-se ter em mente que são necessárias pelo menos 10 unidades amostrais (Felfili & Rezende 2003). As mesmas autoras afirmaram, ainda, que deve se procurar ter um mínimo de 30 plantas em cada parcela, valor este que poderá captar a variabilidade de espaçamentos e tamanhos para que se tenha uma representatividade mínima da vegetação.

O presente estudo adotou o número de cinco parcelas por setor analisado sob influência da trilha e 10 sem influência. Em vez de cinco, poderiam ter sido utilizadas 10 parcelas, com áreas menores em cada uma? A princípio sim, e nesse caso os resultados poderiam ter sido diferentes, com possibilidade de haver menor variabilidade intrínseca a cada setor.

Como se concluir que o número de unidades amostrais é pequeno? Pillar (1996) sugeriu que o tamanho ótimo de uma amostragem é atingido quando os atributos de interesse (por exemplo, riqueza de espécies) ganham estabilidade, e novos incrementos não alteram significativamente esses atributos. Porém, poderá não haver, em estudos com trilhas, um platô em gráfico que represente um ponto de estabilidade na amostragem, já que muitas vezes a amostragem necessita ser pequena a fim de captar somente a variável trilha. Caberá ao pesquisador, nesse caso, decidir sobre as vantagens e desvantagens de se prosseguir com a instalação de unidades amostrais, o que irá depender das variáveis encontradas adiante e dos recursos disponíveis para a pesquisa.

### **Tamanho e forma das unidades amostrais**

Cada unidade amostral de um estudo visando ao levantamento de uma área deve se constituir em um universo representativo da amostra que se está analisando. Essa premissa deve ser criteriosamente considerada no momento de se estabelecer o tamanho e a forma das parcelas em um estudo fitossociológico.

No método de parcelas, as unidades amostrais podem ser retangulares, quadradas ou circulares (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Parcelas retangulares proporcionam maior efeito de borda e “efeito de trilhas”, ou seja, são interessantes para se captar as alterações que as trilhas podem estar causando na vegetação adjacente.

Se o pesquisador decidir aumentar seu  $n$  amostral e a área disponível para alocação de parcelas for pequena, só restará um caminho: reduzir o tamanho das parcelas. Um estudo interessante que poderia ser desenvolvido em trilhas seria testar, em uma mesma área, parcelas de

diferentes tamanhos, variando o número de unidades amostrais por amostra. Os resultados seriam diferentes?

Cole (1978) optou por estabelecer dez transectos em cada floresta estudada, contendo, cada uma, três unidades de 0,5 x 1 m, com o lado maior paralelo à trilha. Como naquele estudo não foram gerados parâmetros fitossociológicos, mas somente dados de cobertura da vegetação e de similaridade florística, torna-se difícil afirmar categoricamente se foi obtido, ou não, sucesso na avaliação da interferência sobre a estrutura da floresta.

### **Unidades amostrais perpendiculares ou paralelas à trilha?**

A disposição de parcelas paralelamente à trilha, em blocos situados a diferentes distâncias da mesma, apresenta a clara vantagem de permitir amostrar comunidades que efetivamente estão associadas à variável trilha. Parcelas perpendiculares, utilizadas por Cole (1978) e por Roovers *et al.* (2004), podem implicar em uma amostragem deficiente, pois o trecho de referência da trilha seria muito restrito. Ou seja, a trilha como um todo não estaria servindo de referência para a discussão dos resultados, mas apenas poucos metros da trilha, e mesmo assim em uma forma (quadrado ou retângulo curto) que não refletiria o que ela de fato é (um retângulo alongado). Uma alternativa, neste caso, seria elevar o comprimento das parcelas (tornando-a, por exemplo, de dimensões 3 x 75 m), e amostrar, assim, um gradiente partindo da trilha em direção ao interior da floresta.

Assim, a opção por se dispor o comprimento das parcelas de forma paralela à trilha justifica-se pelo conhecimento que se deseja adquirir a respeito da flora e da estrutura de uma vegetação localizada nessa área. A disposição das parcelas de forma perpendicular à trilha não seria interessante para se atingir esse objetivo, uma vez que, além do problema citado no parágrafo anterior, estariam sendo incluídas várias situações – e comunidades - distintas do fragmento, e a caracterização da comunidade arbórea presente a distâncias específicas da trilha ficaria comprometida.

### **Importância de uma área controle**

Estando definida a área sob interferência da trilha a ser amostrada e o método a ser empregado no levantamento fitossociológico, importa estabelecer onde será amostrada a vegetação livre dessa interferência. Conhecê-la, estrutural e floristicamente, é condição importante para uma análise correta dos dados gerados no projeto. Porém, é necessário muito cuidado na escolha da área controle: para que ela sirva a essa função, recomenda-se que ela não abranja outras condições ambientais, sejam elas edáficas ou topográficas, sugestão que encontra correspondência nos

resultados apresentados no Capítulo 2 desta Dissertação. Havendo contextos bastante distintos na região, pode haver uma amostragem adicional abrangendo todas essas situações, a fim de se conhecer a realidade do fragmento na área das trilhas em estudo. É essencial deixar claro, porém, que este último nível de análise não exclui o anterior. Com essas duas amostragens além da região das trilhas, o trabalho ganha em contextualização e as análises podem ser realizadas com maior acurácia.

A quantos metros da trilha deverá ser instalada a área controle, com que tamanho e com qual número de unidades? Para responder a essa pergunta, um estudo de gradiente partindo da trilha, com parcelas perpendiculares à trilha e contendo seu lado maior paralelo à trilha (ver item anterior), poderia fornecer dados interessantes para a obtenção de uma análise de regressão linear. Com isso, teríamos condições de averiguar se existe, e nesse caso com que magnitude, interferência das trilhas em parcelas sucessivas em direção ao interior da floresta. A hipótese seria de que a estrutura e a composição florística tornam-se cada vez mais semelhantes às condições da floresta sem interferência das trilhas. O pesquisador, dispondo de tais informações, estabeleceria, assim, uma condição ideal em uma dada parcela (ou em um pequeno conjunto de parcelas) para afirmar, com certo nível de confiabilidade, que a trilha não mais exerceria qualquer influência na vegetação. O pesquisador necessitaria, nesse caso, dispor de informações consistentes sobre a estrutura e a composição florística das áreas preservadas da floresta em que está trabalhando.

### **Instalação das unidades amostrais**

Para se garantir a disposição das unidades amostrais paralelamente à trilha, três pessoas devem estar encarregadas, em cada ponto, da instalação dessas unidades amostrais: uma, permanecendo na trilha, servindo de referência para os colegas; outra, mensurando, por meio de trena, a distância entre a trilha e a parcela, em cada ponto de amostragem, a fim de não se perder a distância correta definida no delineamento amostral; e a última, estendendo o fitilho na floresta, instalando as unidades amostrais. A posição do braço aberto da primeira pessoa, acompanhando o sentido da trilha, deve sempre estar perpendicular à ligação da trena com as parcelas (segunda pessoa), pois com isto se tem a garantia de que a instalação das parcelas esteja ocorrendo paralelamente à trilha.

A instalação de parcelas a diferentes distâncias da trilha deve ser atribuída ao interesse em verificar a influência da mesma na vegetação. A distância de sete metros (Setor Distância Média, Capítulo 2), no presente estudo, foi escolhida a fim de se estabelecer uma comparação (Capítulo 3) com estudo similar realizado no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), em São Paulo, podendo também ser justificada pela diferença quase nula de altitude com relação ao setor Borda. Assim, as

parcelas não devem ser analisadas sob a óptica de uma toposequência alterada. Já a opção pela distância de 1 m (Setor Borda, Capítulo 2) deveu-se à necessidade de se averiguar efeitos mais diretos que a abertura das trilhas poderia acarretar às comunidades arbóreas adjacentes, sem, no entanto incorporar severamente a variável “impacto físico”, causado pelo fluxo de pedestres e ciclistas. Essa variável fatalmente estaria sendo incluída se não houvesse uma distância de pelo menos 1 m entre a trilha e o conjunto de parcelas, o que comprometeria a qualidade e a confiabilidade dos dados gerados.

As parcelas da borda da trilha e do interior de mata devem ser instaladas na mesma posição topográfica. No caso de terreno inclinado, a distância entre os dois setores precisa ser muito pequena, a fim de não incluir a variável altitude. No trabalho apresentado no Capítulo 2 desta Dissertação, essa distância obedeceu ao mínimo de quatro e ao máximo de oito metros, minimizando-se a interferência do nível de inclinação do terreno e da altitude na composição florística e estrutura aferidas.

### **O que amostrar?**

O critério de inclusão em Fitossociologia deve considerar o objetivo a ser atingido no levantamento. Que tipo de indivíduos vegetais o pesquisador deseja amostrar em áreas cortadas por trilhas? Indubitavelmente, a amostragem deve incluir indivíduos que gerem, no seu conjunto, informações sobre a existência ou não da interferência da trilha na estrutura e na composição florística. Indivíduos que já existiam na localidade antes da abertura da trilha devem ser incluídos na amostragem? No caso de resposta negativa, plenamente plausível, o próximo passo seria determinar a idade da planta e incluí-la ou excluí-la da amostragem. O problema, aqui, seria determinar corretamente essa idade, pois o procedimento usual para isso é a contagem dos anéis de crescimento, o que certamente causaria impacto sobre a vegetação potencialmente amostrada. A alternativa seria, assim, uma estimativa dendrológica ou, ainda, consulta a moradores antigos da região.

Outro desmembramento possível, nesse caso, seria decorrente de uma eventual decisão favorável à inclusão desses indivíduos já existentes. Poder-se-ia argumentar que a abertura e o uso da trilha poderiam ter determinado a morte daquele indivíduo, por motivos variados: vento forte, alteração na luminosidade e/ou modificação nos tipos de dispersores e vetores de polinização naquela área. Porém, antes de se tomar tal decisão, seria importante que se procurasse desenvolver um estudo sobre a dinâmica da população à que pertence o indivíduo “sobrevivente” à interferência causada pela trilha.

A escolha do critério de inclusão geralmente acarreta em aumento ou redução no esforço empreendido na coleta de informações. O DAP mínimo de inclusão, no Capítulo 2, foi de 2,5 cm; a intenção de se amostrar indivíduos com DAP baixo deve ser atribuída à necessidade de se compreender o comportamento estrutural e florístico da vegetação arbórea adjacente a trilhas como um todo, considerando tanto espécies emergentes, como do dossel e também dos estratos inferiores da floresta.

Quanto às lianas, epífitas e herbáceas, podemos nos perguntar que tipo de informação relevante estas formas de vida trariam sobre a interferência das trilhas. Cole (1978), por sua vez, além de estimar cobertura de plantas vasculares, amostrou líquens nas montanhas do norte dos Estados Unidos. Certamente, a incorporação de dados como esses tende a aprimorar as investigações iniciadas com a estrutura e composição florística de comunidades arbóreas, trazendo contextualização biológica muito maior. As Dissertações atualmente desenvolvidas por A.C. Laurenti dos Santos e B.L.P. Villagra, no Instituto de Botânica de São Paulo, certamente trarão novidades interessantes sobre as respostas florísticas e estruturais de epífitas e lianas, respectivamente, à presença de trilhas.

### **Que parâmetros e índices devem ser utilizados na análise de interferência de trilhas?**

Deve-se, ainda, empreender esforços no sentido de se responder à pergunta: que descritores quantitativos utilizar para um estudo de avaliação de interferências causadas por trilhas? É sabido que a Fitossociologia lança mão de métodos bem determinados para estudar e descrever a vegetação de uma determinada área (Martins 1991). Ao serem usados na descrição da organização da comunidade vegetal, os parâmetros fitossociológicos (*sensu* Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), ou descritores quantitativos, devem referir-se a um ou mais aspectos concretos da comunidade estudada e possibilitar análises numéricas, por meio de um tratamento estatístico. Além disso, ao serem usados para explicar a comunidade vegetal, devem ter um sentido ecológico, ou seja, estar relacionados a um aspecto sujeito à seleção natural que seja importante para a sobrevivência e aptidão do indivíduo (Martins 1991, Felfili & Rezende 2003). Assim, parâmetros são de especial interesse quando se deseja avaliar a estrutura da vegetação em um determinado momento. Roovers *et al.* (2004) avaliaram, em área submetida a diferentes níveis de impacto oriundos de visitação (principalmente pisoteio), índices de diversidade, de similaridade florística, de valor de importância, além de comparar distribuições de frequência esperadas e observadas por teste qui-quadrado. Cole (1978) também utilizou similaridade florística, mas em vez de índices, dirigiu esforços para estimar cobertura florística.

Claramente, os parâmetros utilizados para se avaliar a interferência de uma trilha devem considerar a característica ímpar desse tipo de perturbação. Porém, mesmo que se busque acertar na escolha dos parâmetros, não é trivial atribuir a um determinado valor a “responsabilidade” de estar refletindo a interferência de uma trilha na vegetação. Nesse ponto, é necessária muita cautela, pois diversos processos ecológicos decorridos de perturbações variadas poderiam concorrer com a trilha a fim de gerar, na época da amostragem, uma dada resposta. Deve-se procurar minimizar a possibilidade de gerar informações duvidosas sobre a real interferência da trilha. Ainda, deve-se, sempre que possível, assumir a predição de que a vegetação amostrada nos diferentes setores provavelmente esteja evoluindo sob pressões seletivas similares, e que o único fator potencialmente a alterar essas pressões seria a trilha em estudo. Isso é possível desde que se trabalhe em áreas localizadas na mesma região da floresta, com o mesmo grau de exposição à radiação solar, mesma inclinação de terreno e, se não a mesma, ao menos uma altitude muito próxima. Tendo sido tomados esses cuidados no delineamento amostral, e assumindo-se que tenha sido escolhido um controle adequado, é tentador afirmar que as diferenças apontadas na presente Dissertação devem-se, pelo menos em grande parte, aos diferentes níveis de exposição à trilha.

Assim, sugere-se que a densidade total, a diversidade, a riqueza e a proporção entre grupos ecológicos - por síndromes de dispersão e por categorias sucessionais – sejam utilizadas, por permitirem caracterizar a estrutura relativa entre os setores amostrados. Porém, especial cuidado deve ser tomado ao se comparar riqueza e diversidade em setores que contenham números diferentes de unidades amostrais. Análise de variância (ANOVA) não seria indicada para riqueza, pois muitas espécies repetem-se ao longo da amostragem e haveria um claro efeito do número de unidades amostrais sobre o resultado do teste. Uma saída possível para esse problema compreenderia o delineamento inteiramente casualizado para os setores que contenham maior número de unidades amostrais, de forma a selecionar um número igual de unidades que os demais setores. Isso evitaria tendenciosidade na escolha das parcelas que constariam das análises comparativas. Porém, essa escolha implicaria em uma questão de “sorte ou azar”, e em determinadas circunstâncias, poderia haver erros graves na interpretação dos dados. Análise de parcelas “outliers” poderia ser útil para reduzir essa chance. No caso de diversidade, o teste t de Magurran (1988) poderia ser aplicado a fim de se verificar se a diferença nos valores de Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) seria estatisticamente significativa ou não. Martins & Santos (1999) alertaram, porém, que não seria possível utilizar esse teste para mais de duas comunidades, sendo apropriado utilizar a Análise de Variância (Magurran 1988) para decidir se os valores de  $H'$  variam estatisticamente entre si.

## **Utilização de dados ambientais nas análises**

Trabalhos como os de Oliveira-Filho & Fontes (2000), Scudeller *et al.* (2001), Espírito-Santo *et al.* (2002) e Ferreira-Júnior *et al.* (2007) vêm confirmando a intrínseca relação entre a composição florística e a estrutura de comunidades com as variáveis ambientais. Assim, dados como características físico-químicas dos solos, temperatura, pluviosidade, latitude, longitude, altitude, inclinação do terreno e exposição à radiação solar podem ser incluídos no banco de dados de um projeto que busque avaliar interferência de trilhas na vegetação. Havendo dados a esse respeito para todas as unidades amostrais - ou para todas as amostras, no caso de trabalho que envolva uma compilação de levantamentos – pode se aplicar análises multivariadas de forma a promover uma ordenação direta e compreender como a vegetação está respondendo ao ambiente físico. Uma alternativa que vem sendo amplamente utilizada em trabalhos com o objetivo de estabelecer esse tipo de correlação (*e.g.*, Oliveira-Filho & Fontes 2000) é a Análise de Correspondência Canônica - CCA (ter Braak 1987). Na CCA, os eixos são definidos em combinação com as variáveis ambientais, produzindo diagramas "biplots" nos quais são apresentados conjuntamente espécies e amostras. As variáveis ambientais dispõem-se nesses diagramas como vetores ou flechas, indicando a direção das mudanças destas variáveis no espaço de ordenação (ter Braak 1987). Pode-se, ainda, testar a correlação entre as duas matrizes – ambiental e florística – por meio do teste de permutação de Monte Carlo (ter Braak 1988).

### **Análises multivariadas úteis para a compreensão da interferência de trilhas**

Duas formas interessantes de se utilizar as análises multivariadas em amostragens que visem a estudar efeito de trilhas são as análises de agrupamento e os métodos de ordenação. Para Valentin (2000), agrupar objetivos significa reconhecer similaridades suficientes entre eles a ponto de reuni-los em um mesmo conjunto. O procedimento para se agrupar amostras em estudos de efeito de trilha seria naturalmente o mesmo para qualquer análise de agrupamento: após a escolha dos métodos apropriados (modo de análise, coeficiente de associação e método de agrupamento), são obtidos dendrogramas de similaridade que indicam semelhanças e dessemelhanças entre as amostras. Recomenda-se a utilização do índice de Jaccard (Brower & Zar 1984; Magurran 1988) para dados de presença e ausência, pois por meio dele há maior evidência das diferenças entre as amostras.

As análises de ordenação podem ser empregadas tanto para compreender unicamente padrões quantitativos e qualitativos da vegetação (ordenação indireta), como para verificar

correlações entre a composição e/ou abundância das plantas e variáveis ambientais (ordenação direta). Ambos são interessantes de se aplicar em estudos envolvendo trilhas.

### **Confiabilidade dos resultados**

Suponhamos, agora, que após a realização de testes estatísticos apropriados para os parâmetros escolhidos para análise, chegue-se à conclusão de que a relação das trilhas com a estrutura da floresta é fraca. Em outras palavras, não existem elementos suficientes para se afirmar que houve interferência significativa da trilha sobre as comunidades vegetais estudadas. Falta de significância estatística pode evidenciar que: (1) realmente não existe efeito de importância ecológica ou (2) os dados são insuficientes para sustentar o hipotético efeito das trilhas. Neste segundo caso, seriam necessários mais dados. Porém, conforme já argumentado nesse texto, mais dados – os quais incluiriam outras variáveis - certamente trariam problemas para as análises.

Outra questão que deve ser abordada refere-se ao esforço amostral necessário para levantar dados sobre a vegetação próxima a trilhas e distante das mesmas (área controle). Townsend *et al.* (2006) afirmaram que pode haver a alocação de números diferentes de pontos amostrais em áreas com contextos ecológicos diferentes; este procedimento, além de não causar comprometimento para a análise total dos dados, favoreceria a precisão destes na medida em que identifica subgrupos distintos no universo amostral e permite tratá-los separadamente. Já foi enfatizado que a área de amostragem nas adjacências das trilhas é limitada pela existência de variáveis diversas, as quais não devem ser captadas. Isto, porém, não pode e não deve ser aplicado à área controle, pois, em tese, o interior da floresta pode ser amostrado de forma mais abrangente e com maior número de parcelas, desde que evitadas áreas que incorporem variáveis não desejadas. A amostragem ali realizada pode, ainda, adotar o princípio de casualização, já que não há necessidade de se estabelecer intervalos regulares; o objetivo é apenas conhecer a vegetação em área não influenciada por trilha. No levantamento apresentado no Capítulo 2 desta Dissertação, cinco parcelas foram alocadas na borda, cinco a distância de sete metros e, para cada uma das duas áreas controle, foi 10 o número de parcelas. Maior quantidade de dados na área controle reduz, por princípio, o intervalo de confiança e a variabilidade intrínseca. Melhora-se, assim, a precisão da amostragem na área livre de trilhas, agregando confiança aos dados gerados na região escolhida para ser uma representação das condições “naturais” da floresta.

Adicionalmente, a partir do trabalho pioneiro de Legendre & Fortin (1989), tornou-se claro que a confiabilidade dos dados gerados em uma pesquisa dependeria da avaliação da existência ou não de autocorrelação espacial. Uma variável apresenta autocorrelação espacial quando seus valores, observados em pares de locais com maior ou menor distância entre si, são mais similares ou

menos similares do que o que seria esperado para amostras escolhidas ao acaso (Legendre 1993). Do exposto até aqui, certamente pode-se dizer que há autocorrelação espacial entre as parcelas nos estudos com trilhas. Porém, Legendre & Fortin (1989) consideraram que, mesmo havendo autocorrelação - o que significaria ausência de independência espacial entre as amostras - haveria alternativas estatísticas válidas para se analisar os dados. Desde então, o Teste de Mantel e o coeficiente de Moran I passaram a ser utilizados em larga escala por pesquisadores de todas as áreas da ciência, podendo também ser utilizados pelos estudiosos do efeito de trilha.

### **Comparação entre diferentes levantamentos**

É possível comparar dados obtidos em trilhas de diferentes formações florestais? Como comparar esses dados? O que comparar? Que relevância para a conservação desempenharia um trabalho dessa natureza?

Cole (1978), em estudo pioneiro realizado nos Estados Unidos, concluiu que formações mais fechadas apresentaram as mais drásticas alterações entre a vegetação próxima e a relativamente distante de trilhas - espécies que foram favorecidas com a abertura e utilização das mesmas apresentaram tecidos permanentemente protegidos ou folhas ao nível do solo, fatores que facilitam a sobrevivência nestas condições de estresse [(Bates 1935, Dale & Weaver 1974, Liddle & Greg-Smith 1975) *apud* Cole 1978]. Já as formações mais abertas mostraram menor susceptibilidade a esse tipo de impacto: o valor sociológico das espécies dominantes, embora tenha decrescido um pouco com a proximidade da trilha, manteve-se alto. Estudos comparativos como o de Cole (1978), no Brasil, são inexistentes. Os blocos de florestas úmidas do Brasil – Amazônia e Mata Atlântica – poderiam, *a priori*, ser consideradas de especial interesse para estudos comparativos envolvendo vegetação próxima a trilhas. Porém, a existência de diferentes formações com características próprias de composição florística, estrutura, clima, relevo e ocupação, gerando forte heterogeneidade no tempo e no espaço, também traz problemas em estudos comparativos, uma vez que é virtualmente impossível mensurar todas as características – evolutivas, ecológicas, geomorfológicas e de ocupação do espaço – que, somadas à existência das trilhas, poderiam ser determinantes na atual configuração estrutural e florística.

Mesmo com essas dificuldades, trabalhos comparativos não devem ser descartados. Uma possibilidade seria direcioná-los para áreas florestais próximas entre si, com características bióticas e abióticas compartilhadas.

## Trilhas x Clareiras e Trilhas x Efeito de Borda

As trilhas possuem comportamento semelhante ao apresentado por clareiras? O efeito de trilhas seria uma modalidade de efeito de borda?

Questões como estas, se respondidas adequadamente, poderiam se constituir em poderosas ferramentas conservacionistas. Um plano de reflorestamento para um fragmento em declínio certamente seria beneficiado caso semelhanças ou diferenças significativas entre esses processos fossem diagnosticadas. Porém, responder a questões dessa natureza não nos parece um caminho fácil a ser percorrido.

As clareiras naturais estão entre as mais importantes fontes naturais de perturbação nas florestas tropicais (Uhl *et al.* 1988 *apud* Tabarelli 1994, Lima 2005), atuando na manutenção e incremento da biodiversidade vegetal (Hubbel & Foster 1986) por modificar, de forma mais ou menos intensa, os condicionantes abióticos em sua área de ocorrência e proximidades (Denslow & Hartshorn 1994). O aumento da radiação fotossinteticamente ativa no sub-bosque é considerado por diversos autores, como Brown (1993), o principal fator ambiental originado da abertura de clareiras a interferir na biologia dessas áreas. Assim, o conhecimento tanto dos processos de regeneração natural que ocorrem a partir da abertura do dossel florestal como das características físicas, florísticas e estruturais das clareiras formadas, é essencial nos estudos de dinâmica florestal (Martins & Rodrigues 2002).

As trilhas também teriam esse papel importante na promoção e manutenção da biodiversidade nos ecossistemas florestais? Que tipo de estudo poderia ser feito para se responder consistentemente a essa questão? O que uma clareira pode (ou não) acarretar que a trilha também possa (ou não)? Como avaliar as respostas ecológicas de ambas, de forma integrada?

Por sua vez, as bordas oriundas da fragmentação modificam as condições ambientais, podendo elevar a mortalidade de árvores e favorecer o estabelecimento de espécies que não sejam próprias daquele ecossistema (Antunes *et al.* 2000). Tabarelli & Mantovani (1997) caracterizaram borda como um local de substrato relativamente limpo, sub-bosque denso e dossel descontínuo, com baixa altura média em relação ao interior da floresta. Para Laurance *et al.* (1997), o efeito de borda pode atingir até cerca de 400 m de distância em direção ao interior da floresta.

Assim, considera-se pertinente que se pergunte: o efeito de borda é mais perturbador que o efeito de trilhas? A mortalidade de plantas causada pelo primeiro seria maior que a causada pelo segundo?

Há, ainda, uma série de incertezas quanto a semelhanças entre essas fontes de interferências; é certo, porém, que as respostas dependem de cada contexto. Fragmentos mais perturbados

respondem de uma determinada maneira à abertura de trilhas, clareiras e ao efeito de borda; uma resposta completamente distinta poderia ser observada em florestas primárias, sem episódios dramáticos de perturbação.

### **Considerações Finais**

Percebe-se que existe um potencial imenso para estudos que visem a compreender a interferência das trilhas sobre a vegetação florestal. A importância para a conservação de ecossistemas ameaçados, como a Mata Atlântica, torna urgente a criação de novos programas de levantamento e manejo voltados para áreas cortadas por trilhas. O delineamento amostral deve considerar tantos fatores quantos sejam necessários, a fim de gerar pesquisas adequadas que expliquem os processos observados de forma acurada e rigorosa, objetivando a tomada de decisões favoráveis à preservação da biodiversidade das florestas nativas.

### **Literatura Citada**

- Alves-Júnior, F.T., Brandão, C.F.L.S., Rocha, K.D., Marangon, L.C. & Ferreira, R.L.C.** 2006. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila densa, Recife, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 1: 49-56.
- Antunes, D.F., Silva, M.A.M. & Albuquerque, A.L.E.** 2000. Predação de ovos em um fragmento de floresta atlântica, PE, Brasil. *Biota* 1 (1): 14-18.
- Aponte, C., Barreto, G.R. & Terborgh, J.** 2003. Consequences of habitat fragmentation on age structure and life history in a tortoise population. *Biotropica* 35 (4): 550–555.
- Benitez-Malvido, J. & Martínez-Ramos, M.** 2003. Influence of edge exposure on tree seedling species recruitment in Tropical Rain Forest fragments. *Biotropica* 35 (4): 530–541.
- Brower, J.E. & Zar, J.H.** 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. 2nd ed. WCB, Dubuque.
- Brown, N.** 1993. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland forest. *Journal of Tropical Ecology* 9: 153-168.
- Cabral, D.C. & Fiszon, J.T.** 2004. Padrões sócio-espaciais de desflorestamento e suas implicações para a fragmentação florestal: estudo de caso na Bacia do Rio Macacu, RJ. *Scientia Florestalis* 66: 13-24.

- Caiafa, A.N. & Martins, F.R.** 2007. Taxonomic identification, sampling methods, and minimum size of the tree sampled: implications and perspectives for studies in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Functional Ecosystems and Communities* 1 (2): 95-104.
- Cole, D.N.** 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration. *The Journal of Applied Ecology* 15 (1): 281-286.
- Cole, D.N.** 1989. *Low-Impact Recreational Practices for Wilderness and Backcountry*. United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Denslow, J.S. & Hartshorn, G.S.** 1994. Tree-fall gap environments and forest dynamic processes. *In: L.A. McDade, K.S. Bawa, H. Hespdenheide & G.S. Hartshorn (eds.). La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest*. University of Chicago Press, Illinois. pp.120-127.
- Durigan, G.** 2003. Métodos para análise da vegetação arbórea. *In: L. Cullen-Jr., R. Rudran & C. Valladares-Padua (orgs.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Pp. 455-480.
- Espírito-Santo, F.D.B., Oliveira-Filho, A.T., Machado, E.L.M., Souza, J.S., Fontes, M.A.L. & Marques, J.J.G.S.M.** 2002. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botanica Brasílica* 16 (3): 331-356.
- Ewald, J.** 2003. A critique for phytosociology. *Journal of Vegetation Science* 14: 291-296.
- Felfili, J.M. & Rezende, R.P.** 2003. *Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Comunicações Técnicas Florestais*. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Ferreira-Júnior, W.G., Silva, A.F., Schaefer, C.E.G.R., Meira-Neto, J.A.A., Dias, A.S., Ignácio, M. & Medeiros, M.C.M.P.** 2007. Influence of soil and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64 (2): 137-157.
- Hirata, J.K.R.** 2006. *Florística e Estrutura do componente arbóreo de trilhas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Hubbell, S.P. & Foster, R.B.** 1986. Biology, chance, and history and the structure of tropical rain forest tree communities. *In: J. Diamond & T.J. Case (eds.). Community ecology*. Harper & Row, New York. pp. 314-329.
- Hurlbert, S.H.** 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54 (2): 187-211.

- Laurance, W.F., Bierregaard, Jr, R.O., Gascon, C., Dirham, R.K., Smith, A.P., Lynam, A.J., Viana, V.M., Lovejoy, T.E., Sieving, K.E., Sites, Jr., J.W., Andersen, M., Tocher, M.D., Kramer, E.A., Restrepo, C. & Moritz, C.** 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. *In*: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard Jr. (eds.). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago. pp. 502-514.
- Legendre, P. & Fortin, M-J.** 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- Legendre, P.** 1993. Spatial Autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74 (6): 1659-1673.
- Liddle, M.J.** 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biological Conservation* 7: 17-36.
- Lima, W.P.** 1972. Pressão urbana sobre a floresta. *IPEF* 5: 71-77.
- Lima, R.A.F.** 2005. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* 28 (4): 651-670.
- Magurran, E.A.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.
- Maldonado-Coelho, M. & Marini, M.A.** 2003. Mixed-species bird flocks from Brazilian Atlantic forest: the effects of forest fragmentation and seasonality on their size, richness and stability. *Biological Conservation* 116: 19-26.
- Martins, F.R.** 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Martins, F.R. & Santos, F.M.** 1999. Técnicas usuais de estimativas da Biodiversidade. *Revista Holos*, Ed. especial: 236-267.
- Martins, S.V. & Rodrigues, R.R.** 2002. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. *Plant Ecology* 00:1-12.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L.** 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- Paese, A. & Santos, J.E.** 2004. Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. *In*: J.E. Santos; F. Cavaleiro, J.S.R. Pires, C.H. Oliveira & A.M.Z.C.R. Pires (orgs.). *Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção*. 1 ed. RIMA Editora, São Carlos, v. 1. pp. 01-22.
- Palmer, M.W., Clark, D. & Clark, D.** 2000. Is the number of tree species in small tropical forest plots nonrandom? *Community Ecology* 1: 95-101.

- Pillar, V.D.** 1996. O problema da amostragem em ecologia vegetal. UFRGS, Departamento de Botânica, Porto Alegre. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.
- Pillar, V.D.** 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica* 22: 37-48.
- Rodrigues, P.J.F.P. & Nascimento, M.T.** 2006. Fragmentação florestal: breves considerações sobre efeito de borda. *Rodriguésia* 57 (1): 63-74.
- Rodrigues, R.R.** (coord.) 2006. Parcelas permanentes em 40 ha de florestas do Estado de São Paulo: uma experiência multidisciplinar. Relatório Científico. Disponível em: [www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/](http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/).
- Rodrigues, R.R., Ivanauskas, N.M., Oliveira, A.A., Franco, G.A.D.C., Durigan, G. & Souza, V.C.** 2007. Diversidade, Dinâmica e Conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes. *In*: L.M. Barbosa & N.A. Santos-Júnior (orgs.). *A Botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais*. Sociedade Botânica do Brasil, São Paulo.
- Roovers, P. Baeten, S. & Hermy, M.** 2004. Plant species variation across path ecotones in a variety of common vegetation types. *Plant Ecology* 170: 107-119.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D. & Lima, H.C.** 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in Southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 793-803.
- Scudeller, V.V., Martins, F.R. & Shepherd, G.J.** 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152: 185-199.
- Tabarelli, M.** 1994. Clareiras naturais e a dinâmica sucessional em um trecho de floresta na Serra da Cantareira, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 1997. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 20 (1): 57-66.
- ter Braak, C.J.F.** 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- ter Braak, C.J.F.** 1988. CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis, Version 2.1. Technical report LWA-88-02, TNO-Institute of Applied Computer Science, Wageningen, Germany.
- Townsend, C.R., Begon, M. & Harper, J.L.** 2006. *Fundamentos em Ecologia*. 2.ed. Artmed, Porto Alegre.

- Valentin, J.L.** 2000. Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Viana, V.M. & Pinheiro, L.A.F.V.** 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF 12 (32): 25-42.
- Vieira, S.** 1980. Introdução à Bioestatística. 3.ed. Elsevier, Rio de Janeiro.

## Considerações Finais da Dissertação

A fim de acompanhar, ao longo do tempo, as interferências verificadas em um levantamento como o apresentado na presente contribuição, sugere-se o monitoramento contínuo de uma trilha em área sem outras interferências significativas. A área controle desse trabalho, por exemplo, poderia fornecer dados referentes a um hipotético “tempo zero”. Naquela área, seria aberta uma trilha comum e, periodicamente, novos levantamentos seriam realizados, de forma a acompanhar eventuais respostas da vegetação. Dados ambientais seriam mensurados e confrontados com dados de composição florística e abundância, por análises multivariadas. Como na natureza não é possível controlar todas as variáveis, da forma como se procede em laboratórios ou em casas de vegetação, uma alternativa teria que ser pensada para que não houvesse comprometimento dos dados gerados nos levantamentos posteriores. Assim, nesse espaço de tempo entre dois levantamentos consecutivos, observações sobre formação de clareiras, queimadas e outros eventos relevantes para possíveis alterações no quadro florístico-estrutural seriam tomadas. Dependendo da intensidade do distúrbio, a vegetação sob sua influência direta e a vegetação nas proximidades também passariam a ser monitoradas ao longo do tempo; unidades amostrais que contivessem composição florística e estrutura fortemente associadas a esses distúrbios seriam consideradas ruídos (“outliers”) na análise da interferência da trilha e, assim, descartadas. Ao final do programa, com análises estatísticas aprofundadas, poder-se-ia afirmar que a trilha acarretaria, ou não, modificações substanciais na vegetação daquela área florestal. Se programas como esse fossem reproduzidos em outros fragmentos da mesma e de outras formações vegetais, seria possível construir um amplo banco de dados; esse grande volume de informações poderia ser sintetizado – também, evidentemente, por meio de análises estatísticas refinadas – e respostas contundentes poderiam ser fornecidas. A partir daí, programas de manejo, se pertinentes, poderiam ser adotados nos fragmentos florestais, servindo-se com um propósito conservacionista extremamente relevante.

Porém, um ponto importante precisa ficar claro: até hoje, muito pouco se sabe sobre o assunto. Sequer pode-se afirmar, com ampla margem de segurança, que as trilhas abertas no interior de fragmentos interferem na conservação florestal. Estudos como este indicam, certamente, formas de se pensar o assunto e, inclusive, ajudam a se determinar a relevância – e as implicações – de um amplo programa de levantamentos. Além disso, acredita-se que diversas metodologias devam ser testadas, antes de se afirmar que uma ou outra seria a melhor; no entanto, há que se ter rapidez nesse processo, pois as trilhas, principalmente as mais largas e de utilização mais intensiva, podem estar afetando regiões tidas como bem conservadas.

Assim, os gastos de um programa como o sugerido aqui devem ser confrontados, primeiramente, com a real necessidade de desenvolvê-lo.

## ANEXOS

Anexo 1. Similaridade florística (Jaccard, Binário) entre as 20 parcelas amostradas na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil. parc1 a parc5: parcelas do setor Borda; parc6 a parc10: parcelas do setor Distância Média; parc11 a parc15: parcelas do setor Controle (1º nível de análise); parc16 a parc20: parcelas do setor Floresta (1º nível de análise).

	parc1	parc2	parc3	Parc4	parc5	parc6	parc7	parc8	parc9	parc10	parc11	parc12	parc13	parc14	parc15	parc16	parc17	parc18	parc19	parc20
<b>parc1</b>	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc2</b>	0,314	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc3</b>	0,242	0,300	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc4</b>	0,250	0,263	0,194	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc5</b>	0,176	0,152	0,222	0,235	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc6</b>	0,216	0,303	0,226	0,205	0,121	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc7</b>	0,161	0,214	0,160	0,188	0,120	0,222	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc8</b>	0,379	0,226	0,269	0,200	0,143	0,276	0,120	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc9</b>	0,211	0,189	0,258	0,297	0,188	0,265	0,214	0,188	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc10</b>	0,216	0,265	0,357	0,343	0,370	0,167	0,138	0,121	0,229	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc11</b>	0,176	0,226	0,179	0,167	0,103	0,233	0,077	0,143	0,118	0,121	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc12</b>	0,263	0,243	0,171	0,22	0,143	0,216	0,200	0,290	0,179	0,154	0,212	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc13</b>	0,296	0,320	0,273	0,233	0,227	0,280	0,278	0,286	0,269	0,231	0,174	0,207	1,000	-	-	-	-	-	-	-
<b>parc14</b>	0,333	0,259	0,160	0,226	0,167	0,222	0,333	0,217	0,172	0,138	0,167	0,286	0,438	1,000	-	-	-	-	-	-
<b>parc15</b>	0,259	0,231	0,174	0,161	0,130	0,148	0,158	0,130	0,143	0,148	0,238	0,214	0,313	0,294	1,000	-	-	-	-	-
<b>parc16</b>	0,077	0,212	0,250	0,189	0,097	0,182	0,154	0,133	0,212	0,147	0,172	0,167	0,208	0,111	0,120	1,000	-	-	-	-
<b>parc17</b>	0,212	0,118	0,100	0,105	0,143	0,088	0,120	0,185	0,086	0,057	0,103	0,333	0,125	0,217	0,083	0,030	1,000	-	-	-
<b>parc18</b>	0,056	0,125	0,148	0,111	0,071	0,094	0,130	0,154	0,125	0,094	0,034	0,188	0,136	0,083	0,143	0,185	0,071	1,000	-	-
<b>parc19</b>	0,233	0,296	0,154	0,182	0,115	0,259	0,316	0,208	0,207	0,172	0,160	0,194	0,333	0,471	0,278	0,148	0,115	0,080	1,000	-
<b>parc20</b>	0,194	0,139	0,059	0,184	0,207	0,081	0,107	0,094	0,108	0,143	0,094	0,162	0,200	0,240	0,160	0,088	0,129	0,138	0,143	1,000

Anexo 2. Similaridade florística (Jaccard, Binário) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

SETORES	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
Borda	1,000	-	-	-
Distância Média	0,420	1,000	-	-
Controle	0,295	0,324	1,000	-
Floresta	0,303	0,314	0,394	1,000

Anexo 3. Similaridade (Morisita, Abundância) para os quatro setores amostrados em trecho da Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

SETORES	Borda	Distância Média	Controle	Floresta
Borda	1,000	-	-	-
Distância Média	0,906	1,000	-	-
Controle	0,429	0,416	1,000	-
Floresta	0,384	0,396	0,938	1,000

Anexo 4. Autovalores e suas respectivas percentagens para os cinco principais componentes da Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados de abundância das espécies amostradas na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

Componente Principal	Autovalores	Percentagem
1	4,570	19,04
2	2,743	11,43
3	2,356	9,82
4	2,173	9,05
5	1,798	7,49

Anexo 5. Autovalores e suas respectivas percentagens nos cinco eixos principais da Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados de abundância das espécies amostradas nos quatro setores estudados na Mata da Biologia, Viçosa, MG, Brasil.

Eixos	Autovalores	Percentagem
1	0,425	18,21
2	0,374	16,02
3	0,322	13,82
4	0,229	9,80
5	0,189	8,09

Anexo 6. Similaridade Florística (Jaccard, Binário) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

SETORES	Controle	Nascentes	Terra Batida
Controle	1,000	-	-
Nascentes	0,337	1,000	-
Terra Batida	0,359	0,298	1,000

Anexo 7. Similaridade (Morisita, Abundância) para os três setores amostrados em trecho do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

SETORES	Controle	Nascentes	Terra Batida
Controle	1,000	-	-
Nascentes	0,474	1,000	-
Terra Batida	0,328	0,683	1,000

Anexo 8. Autovalores e suas respectivas percentagens para os cinco principais componentes da Ordenação por Análise em Componentes Principais (PCA) para dados gerais de abundância dos três setores amostrados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

Componente Principal	Autovalores	Percentagem
1	3,698	14,22
2	3,078	11,84
3	2,576	9,91
4	2,313	8,89
5	2,054	7,90

Anexo 9. Autovalores e suas respectivas percentagens na Ordenação por Análise de Correspondência (CA) para dados de abundância das espécies amostradas nos três setores estudados no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil.

Eixos	Autovalores	Percentagem
1	0,489	18,60
2	0,310	11,80
3	0,225	8,57
4	0,218	8,30
5	0,196	7,45