

Varição espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil

WARLEY A. C. CARVALHO¹, ARY TEIXEIRA DE OLIVEIRA FILHO^{1,3},
MARCO A. L. FONTES¹ e NILTON CURI²

(recebido: 21 de janeiro de 2005; aceito: 10 de maio de 2007)

ABSTRACT – (Spatial variation of tree community structure in a fragment of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, Minas Gerais State, Brazil). A survey of the tree community, topography and soils of a fragment of tropical semideciduous forest was carried out with the objective of assessing alleged correlations between the variations in community structure and species composition and variations in edge effect and soil water regime and chemical fertility. The fragment (30 ha of area) is situated at 21°29'03" S and 44°06'05" W, in Piedade do Rio Grande, Minas Gerais State, SE Brazil. A topographic survey and a detailed soil classification were accomplished in the forest area. Individual trees with diameter at breast height (dbh) \geq 5 cm were sampled in 30 plots with 400 m², 12 of which were placed at the forest edges and 18 in the forest interior. Samples of surface soil (0-20 cm of depth) were collected from each plot for analyses of chemical and textural properties. The survey registered 1,778 individuals belonging to 174 species, and three soil subgroups. Tree density and species diversity was higher in edge than in interior plots, but no difference was found for basal area. An interactive canonical correspondence analysis (CCA) of the patterns emerging from the environmental variables, spatial variables and species abundances indicated that these are distributed in the fragment under a strong influence of spatial proximity, edge effects, soil water regime expressed by topographical elevation and soil chemical fertility expressed by the bases saturation.

Key words - edge effect, environment-vegetation relationship, forest fragmentation, multivariate analysis, tree community structure, tropical semideciduous forest

RESUMO – (Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil). Foi realizado um levantamento da comunidade arbórea, do relevo e solos de um fragmento de floresta semidecídua com objetivo de verificar as possíveis correlações entre variações da estrutura comunitária e composição de espécies e variações do efeito borda e do regime de água e fertilidade dos solos. O fragmento possui 30 ha, com coordenadas 21°29'03" S e 44°06'05" W, em Piedade do Rio Grande, MG. Foram realizados um levantamento plani-altimétrico e uma classificação detalhada dos solos da floresta. Indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito \geq 5 cm foram amostrados em 30 parcelas de 400 m², sendo 12 parcelas situadas na borda do fragmento e 18 no interior do fragmento. Amostras do solo superficial (0 a 20 cm de profundidade) foram coletadas nas parcelas para análises das propriedades químicas e texturais. Foram registrados 1.778 indivíduos pertencentes a 174 espécies e três subgrupos de solos. A densidade de árvores e a diversidade de espécies foram mais elevadas nas parcelas de borda que nas de interior, mas nenhuma diferença foi detectada para área basal. Uma análise de correspondência canônica interativa dos padrões emergentes das variáveis ambientais, variáveis espaciais e abundância das espécies indicou que estas se distribuem no fragmento sob forte influência da proximidade espacial, do efeito borda, do regime de água do solo expresso pela cota topográfica e da fertilidade química dos solos expressa pela saturação por bases.

Palavras-chave - análise multivariada, correlação ambiente-vegetação, efeito borda, estrutura da comunidade arbórea, floresta tropical semidecídua, florística, fragmentação florestal

Introdução

Nas últimas décadas foi crescente o avanço nos estudos descritivos de comunidades florestais tropicais em todo mundo, de imprescindível importância para a conservação da biodiversidade. No Brasil, estas iniciativas têm sido cada vez mais encorajadas devido

ao processo desordenado de ocupação do solo que, nas mais diversas regiões, têm transformado extensões florestais contínuas em fragmentos isolados (Botrel *et al.* 2002). Sendo o quinto maior país em extensão territorial, o Brasil apresenta grande variação em clima e solo, proporcionando vegetação variada com alta diversidade de habitats. O Estado de Minas Gerais, em particular, possui a maior variedade de formações vegetais do país, explicada por sua extensão e diversidade de condições geológicas, topográficas e climáticas. Porém, apesar da crescente constatação da necessidade da conservação dos recursos naturais, a cobertura vegetal primitiva foi reduzida a fragmentos

1. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, 37200-000 Lavras, MG.
2. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências do Solo, 37200-000 Lavras, MG.
3. Autor para correspondência: ary@ufla.br

esparcos recobrando cerca de apenas 2% do território mineiro (CETEC 1983). A região do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, encontra-se com sua cobertura vegetal reduzida a fragmentos de florestas e cerrados, a maioria deles muito perturbada por fogo, pecuária extensiva ou retirada seletiva de madeira para fins múltiplos (Botrel *et al.* 2002). As florestas semidecíduas desta região foram particularmente alteradas e reduzidas por conseqüência de quase sempre ocuparem os solos mais férteis e úmidos, mais propícios à agropecuária (Oliveira Filho *et al.* 1994).

A fragmentação florestal ocorre, na maioria das vezes, devido à substituição de parte da floresta por pastagens ou atividades agrícolas. As pressões antrópicas sobre estas fisionomias têm graves conseqüências, principalmente numa das mais antigas regiões de ocupação por colonizadores europeus e seus escravos africanos, como é a região do Alto Rio Grande. Portanto, é extremamente importante ampliar o conhecimento sobre a diversidade biológica remanescente nos atuais fragmentos florestais da região e sobre a organização espacial das comunidades vegetais e suas respostas à fragmentação da paisagem. Este conhecimento poderá gerar subsídios para o manejo e a conservação dos recursos naturais no longo prazo.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma comunidade arbórea de um fragmento de floresta

semidecídua no Município de Piedade do Rio Grande, sul de Minas Gerais. O objetivo foi verificar as possíveis correlações entre as variações da estrutura, da diversidade de espécies e da distribuição espacial das mesmas com a influência da borda do fragmento e de variações do substrato, aqui compreendido como o conjunto de variáveis topográficas e edáficas que determinam o status nutricional mineral e o regime de água dos solos. Também foi avaliada a autocorrelação espacial, ou seja os padrões de distribuição vinculados à mera proximidade entre indivíduos.

Material e métodos

Foi estudado um remanescente de floresta nativa com área de 30,2 ha, localizado no Município de Piedade do Rio Grande, MG, nas coordenadas 21°29'03" S e 44°06'04" WG (figura 1). O relevo é acidentado, com declividades entre 25 e 40° e altitudes variando entre 1.050 e 1.150 m. O embasamento rochoso é o gnaíse granítico. O clima é do tipo Cwb de Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). As médias anuais de precipitação e temperatura são 1.510 mm e 17,9 °C, respectivamente, valores estes registrados para Barbacena (Brasil 1992), cidade a cerca de 50 km da área de estudos e altitude de 1.126 m. A vegetação é classificada como floresta semidecídua alto-montana a baixo-montana (segundo Oliveira Filho & Fontes 2000) ou floresta estacional semidecidual montana (segundo Veloso *et al.* 1991). Os poucos

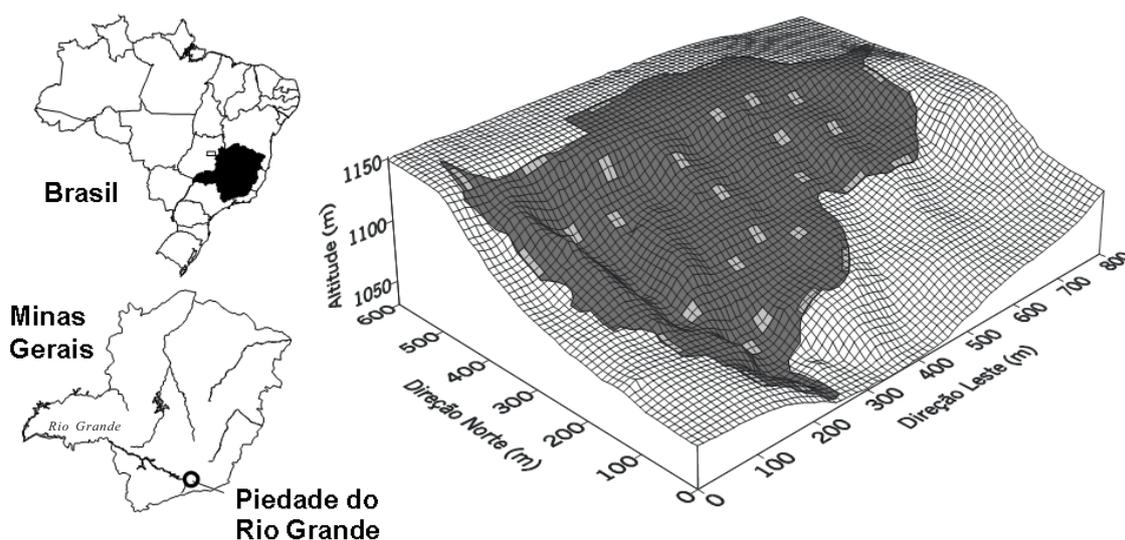


Figura 1. Piedade do Rio Grande no Estado de Minas Gerais, Brasil. Grade de superfície mostrando o relevo do fragmento florestal e a distribuição das 30 parcelas. Espaçamento entre linhas = 10 m.

Figure 1. Piedade do Rio Grande in the State of Minas Gerais, Brazil. Surface grid showing the topography of the forest fragment and the distribution of the 30 plots. Gridline spacing = 10 m.

indivíduos de *Araucaria angustifolia* não são suficientes para caracterizar nem mesmo uma transição para florestas ombrófilas mistas. A floresta encontra-se em fase madura pois, segundo levantamento histórico, não houve corte raso ou retirada seletiva de grandes árvores nos últimos 150 anos.

O procedimento amostral foi estratificado e aleatório. A área amostral foi de 1,2 ha, constituída de 30 parcelas de 400 m² distribuídas aleatoriamente por sorteio sobre ortofotocarta 1:10.000, sendo alocadas 18 parcelas de 20 × 20 m no interior do fragmento (estrato Interior) e 13 parcelas de 10 × 40 m nas bordas (estrato Borda). A localização das parcelas do Interior foi sorteada entre as coordenadas de uma grade de pontos de 20 × 20 m ajustada ao acaso à ortofotocarta. A situação das parcelas de Borda foi sorteada ao longo do perímetro da borda do fragmento e seu lado maior foi justaposto à borda de forma a maximizar a representação deste ambiente. Todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito ou a 1,30 m de altura) ≥ 5 cm equivalente a uma circunferência à altura do peito, CAP ≥ 15,71 cm foram marcados e medidos em circunferência e altura. Indivíduos com caules múltiplos foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados dos perímetros era ≥ 15,71 cm, o que implica em uma área basal equivalente (Scolforo & Mello 2006). Nestes casos, caules CAP < 1 cm foram desprezados e, quando o resultado do cálculo era duvidoso no campo, o indivíduo era medido e, depois de feitos os cálculos, preservado na planilha ou então eliminado. Não foram incluídos indivíduos mortos e lianas. O levantamento florístico resultou de amostras de material botânico coletadas nos levantamentos das parcelas e em caminhamentos pelo fragmento, em visitas mensais de janeiro de 1999 a outubro de 2000. O material testemunho encontra-se depositado no herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL). A classificação nas famílias seguiu o sistema APG II (2003).

Para descrição da estrutura das comunidades arbóreas do Interior e da Borda, foram extraídos, para cada espécie em cada estrato amostral, os valores de número de indivíduos, área basal total e número de parcelas onde ocorre. Testes de *t* de Student para amostras independentes foram empregados para comparar as médias de várias características da comunidade arbórea nas parcelas de Borda e Interior. Os pressupostos de populações independentes, normais e com variâncias iguais foram deliberadamente assumidos para realizar os testes de *t*, pois, de acordo com Zar (1996), “o pesquisador na área biológica não pode (...) ter sempre certeza de que estes pressupostos são corretos. Felizmente, muitos estudos têm mostrado que o teste de *t* é robusto o bastante para suportar consideráveis desvios de suas premissas teóricas”. As variáveis estruturais comparadas foram densidade, área basal, diâmetros médio e máximo e alturas média e máxima. Foram preparadas distribuições de densidade de árvores por classes de diâmetro e altura para as subamostras de Borda e Interior, sendo utilizados intervalos de classe com amplitudes crescentes para compensar o decréscimo da densidade nas classes de tamanho maiores, conforme Botrel *et al.* (2002). O teste de *t* também foi

empregado para comparar a densidade de árvores em cada classe de diâmetro e altura nos dois estratos amostrais.

Foram calculados, para a amostra total e seus dois estratos, o índice de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou (Brower & Zar 1984) e os estimadores *jackknife* (de primeira e segunda ordem) do total de espécies (Heltsche & Forrester 1983, Palmer 1991). A densidade de espécies e o índice de Shannon na Borda e Interior foram comparados pelo teste de *t* para amostras independentes e pelo teste de *t* de Hutcheson, respectivamente (Zar 1996).

O solo de cada parcela foi classificado segundo o sistema da Embrapa (1999) até o nível de subgrupo (4º nível categórico), incluindo também os agrupamentos texturais e classes de drenagem. No centro de cada parcela, foram coletadas amostras de solo (0 a 20 cm de profundidade), as quais foram levadas ao Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA para análises químicas e texturais. Foram obtidas as variáveis: pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, saturação por bases (V), carbono (C), matéria orgânica (MO) e teores de areia, silte e argila, seguindo o protocolo da Embrapa (1997). Foram comparadas as variáveis químicas e texturais entre os três subgrupos de solos encontrados, por análises de variância complementadas por testes de Tukey-Kramer (Zar 1996). Foi realizado um levantamento planialtimétrico do fragmento que permitiu obter duas variáveis topográficas, cota média e desnível máximo, as quais foram utilizadas como meio de avaliação indireta das variáveis hidrológicas do solo (Oliveira Filho *et al.* 1994). Para avaliar a influência da borda na distribuição das espécies foi produzido um “fator de borda” para cada parcela, de acordo com o método utilizado por Espírito-Santo *et al.* (2002) e Souza *et al.* (2003), onde este é definido pelo comprimento linear do contorno da borda medido entre dois ou mais pontos de intercessão com o perímetro de um círculo cujo raio de 100 m tem origem no centro da parcela em questão.

Para correlacionar as variações quantitativas das espécies arbóreas nas parcelas com variáveis ambientais e espaciais, foi adotada a análise de correspondência canônica (CCA, ter Braak 1987) executada seguindo o procedimento iterativo de Borcard *et al.* (1992), que exige a preparação de três matrizes. A primeira delas é a matriz das espécies que, no presente caso, consistiu do número de indivíduos (*n*) por parcela das 46 espécies com 10 ou mais indivíduos na amostra total. Os valores foram transformados em ln (*n* + 1) para compensar desvios causados pela baixa frequência dos valores mais elevados (ter Braak 1995). A segunda é a matriz de variáveis ambientais que incluiu todas as variáveis topográficas e edáficas acrescidas do fator borda. A terceira é a matriz de variáveis espaciais que consistiu das coordenadas binárias do centro geométrico das parcelas, *x* e *y*, mais sete variáveis delas derivadas – *x*², *x*³, *y*², *y*³, *x***y*, *x*²**y* e *x***y*² – seguindo um modelo polinomial proposto por Borcard *et al.* (1992).

O passo seguinte foi a realização de quatro CCAs relacionando a matriz de espécies com (CCA1) variáveis ambientais, (CCA2) variáveis espaciais, (CCA3) variáveis

ambientais e co-variáveis espaciais e (CCA4) variáveis espaciais e co-variáveis ambientais. Para tanto, foi utilizado o programa CANOCO 4.5 (ter Braak & Smilauer 2002). Nas duas primeiras CCAs, foi utilizada a rotina de seleção progressiva de variáveis ambientais associada a testes de permutação de Monte Carlo para verificar significância das mesmas. No caso das variáveis ambientais, apenas três permaneceram – cota, fator borda e saturação por bases – e, no das variáveis espaciais, só duas foram preservadas – y^2 e y^3 . As mesmas variáveis foram utilizadas nas duas outras CCAs. Testes de permutação Monte Carlo foram aplicados às quatro CCAs e seus resultados foram empregados para estimar a proporção da variação dos dados das espécies que é explicada distintamente pelas variáveis ambientais e espaciais, bem como a proporção explicada indistintamente pelos dois conjuntos de variáveis e a variação remanescente que não é explicável por nenhuma das variáveis em questão.

As três variáveis ambientais foram também utilizadas para analisar a distribuição das abundâncias de cada uma das mesmas 46 espécies nas parcelas. Para comparar as abundâncias entre parcelas de Borda e Interior, foi utilizado o teste de t para amostras independentes e, no caso da cota média e saturação por bases, foram calculadas correlações de Pearson (Zar 1996). Os valores de abundância foram transformados pela função logarítmica porque esta aproximou sua distribuição do modelo normal.

Resultados

O levantamento florístico geral, que incluiu coletas fora das parcelas, registrou 65 famílias, 156 gêneros e 269 espécies, 174 das quais foram exclusivas das parcelas (tabelas 1 e 3). A família Fabaceae destacou-se pela maior riqueza de espécies (26) e gêneros (19), representando 9,7% do total de espécies registradas. Na segunda posição, as famílias Myrtaceae e Lauraceae apresentaram ambas 21 espécies. Outras famílias expressivas foram: Melastomataceae (15 espécies), Euphorbiaceae, Meliaceae e Rubiaceae (as três com 10 espécies). Na Borda, as cinco espécies de maior área basal foram *Piptadenia gonoacantha*, *Machaerium villosum*, *Croton floribundus*, *Bauhinia forficata* e *Araucaria angustifolia*; as mais numerosas foram *P. gonoacantha*, *C. floribundus*, *B. forficata*, *Mollinedia widgrenii* e *Rollinia dolabripetala*; as mais freqüentes foram *M. widgrenii*, *Jacaranda macrantha*, *R. dolabripetala*, *P. gonoacantha* e *B. forficata*. No Interior, exibiram maiores áreas basais *Cariniana legalis*, *Coussapoa microcarpa*, *Metrodorea stipularis*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Virola bicuhyba*; apresentaram maiores densidades *Galipea jasminiflora*, *M. stipularis*, *Anaxagorea silvatica*, *V. bicuhyba* e *Prunus myrtifolia*; e foram mais freqüentes *M. stipularis*, *A. silvatica*, *V. bicuhyba*, *Rollinia sylvatica* e *J. macrantha*.

Foram registrados 1778 indivíduos com DAP ≥ 5 cm, somando uma área basal de 50,73 m². Dentre os parâmetros estruturais comparados, somente área basal não diferiu estatisticamente entre borda e interior do fragmento (tabela 2). A densidade foi significativamente maior na borda, enquanto os maiores diâmetros e alturas ocorreram no interior. As distribuições de densidade por classes de diâmetro e altura (figura 2) mostram valores estatisticamente superiores na borda para as menores classes de tamanho, com diferenças pronunciadas nas classes de 0 a 10 m de altura e de 5 a 33 cm de diâmetro. O índice de Shannon (H') da amostra total foi de 4,415 nats indivíduo⁻¹ e a equabilidade de Pielou (J') foi de 0,855. Foram encontradas diferenças significativas entre Borda e Interior, tanto para H' como para a densidade de espécies por parcelas, ambos mais elevados na Borda (tabela 3), que também exibiu maior J' , ou seja, menor dominância ecológica, e maiores projeções da riqueza de espécies pelos estimadores “jack-knife”. Observe-se, porém, que estes estimadores foram ambos superados pelo levantamento florístico.

Os subgrupos de solos encontrados foram Latossolos Vermelho-Amarelos Ácricos típicos, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos, doravante referidos apenas como Latossolo, Argissolo D e Argissolo E. A distribuição dos solos no fragmento encontra-se na figura 3. As variáveis topográficas e edáficas das parcelas correspondentes aos três subgrupos de solo são fornecidas na tabela 4. A cota média foi significativamente mais elevada no Latossolo, que é acentuadamente drenado e concentrado no alto da encosta. Os bem drenados Argissolos se distribuem na encosta. O desnível do terreno não diferiu significativamente entre os solos. O pH e os teores de K e Ca foram significativamente mais altos no Argissolo E, enquanto Mg foi mais baixo no Argissolo D. Os teores de Al diminuíram significativamente do Latossolo para o Argissolo D e deste para o Argissolo E, enquanto a saturação por bases aumentou no sentido oposto. A matéria orgânica diferiu entre os extremos, mais alta nos Latossolos e mais baixa nos Argissolos D. Os Argissolos apresentaram mais areia e menos argila que o Latossolo e o silte foi mais elevado no Argissolo E. Em síntese, a microbacia apresenta um gradiente edáfico caracterizado por status nutricional com riqueza crescente do Latossolo para o Argissolo D e deste para Argissolo E, enquanto a textura evoluiu, no mesmo sentido, de maiores concentrações de argila e menores de areia (Latossolo) para concentrações crescentes de areia (Argissolos) e silte (Argissolo E).

Tabela 1. Espécies arbóreas do fragmento de floresta semidecídua inventariado em Piedade do Rio Grande, MG. Parâmetros quantitativos das árvores individuais registradas nas parcelas de Interior e Borda. N = número de indivíduos, P = número de parcelas com ocorrência da espécie, AB = área basal (m²). Nr = número de registro no Herbário ESAL.

Table 1. Tree species of the fragment of tropical semideciduous forest surveyed in Piedade do Rio Grande, SE Brazil. Quantitative parameters of individual trees registered in the Interior and Edge plots: N = number of individuals, P = number of plots where the species occurred, AB = basal area (m²). Nr = registration number (Nr) at the ESAL Herbarium.

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
ANACARDIACEAE							
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.*	17969	–	–	–	–	–	–
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	17434	–	–	–	7	4	0,086
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	17056	–	–	–	3	2	0,007
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	17435	–	–	–	1	1	0,002
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	17057	4	2	0,191	17	5	0,156
ANNONACEAE							
<i>Anaxagorea silvatica</i> R.E.Fr.	17060	48	14	0,716	–	–	–
<i>Annona cacans</i> Warm.	17058	2	2	0,160	1	1	0,080
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.*	14936	–	–	–	–	–	–
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	17061	–	–	–	3	3	0,047
<i>Rollinia dolabripetala</i> (Raddi) R.E.Fr.	16221	16	11	0,318	32	10	0,277
<i>Rollinia laurifolia</i> Schldl.	17062	13	8	0,252	25	8	0,425
<i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart.	17442	15	11	0,105	1	1	0,021
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	17063	3	3	0,120	2	1	0,010
APOCYNACEAE							
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	17065	8	6	0,246	–	–	–
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.*	17064	–	–	–	–	–	–
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	16377	5	4	0,555	1	1	0,179
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg.*	17066	–	–	–	–	–	–
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	17976	–	–	–	1	1	0,022
AQUIFOLIACEAE							
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	17067	1	1	0,003	1	1	0,004
ARALIACEAE							
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	18003	–	–	–	1	1	0,003
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	17646	3	3	0,095	–	–	–
ARAUCARIACEAE							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze	17068	–	–	–	2	1	0,700
ARECACEAE							
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	16385	4	2	0,010	3	2	0,007
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	16903	–	–	–	4	2	0,032
ASTERACEAE							
<i>Austrocritonia angulicaulis</i> (Sch.Bip.) R.M.King & H.Rob.		–	–	–	–	–	–
<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	17069	–	–	–	5	2	0,092
<i>Gochnatia paniculata</i> (Less.) Cabrera*	17070	–	–	–	–	–	–
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	17088	–	–	–	7	3	0,142
<i>Piptocarpha macropoda</i> Baker	17071	1	1	0,089	–	–	–
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	17072	1	1	0,079	3	3	0,024
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.*	17250	–	–	–	–	–	–
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.*	17073	–	–	–	–	–	–

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
BIGNONIACEAE							
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	17074	24	10	0,728	21	10	0,461
<i>Jacaranda subalpina</i> W.Morawetz*	16233	–	–	–	–	–	–
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart.) Standl.*	16751	–	–	–	–	–	–
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols*	17075	–	–	–	–	–	–
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau*	14854	–	–	–	–	–	–
BORAGINACEAE							
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.*	17078	–	–	–	–	–	–
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	17079	4	3	0,114	6	3	0,206
<i>Cordia superba</i> Cham.	14618	–	–	–	6	1	0,082
BURSERACEAE							
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.*	16759	–	–	–	–	–	–
<i>Protium widgrenii</i> Engl.	17080	1	1	0,002	25	5	0,381
CANELLACEAE							
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	17081	1	1	0,030	2	1	0,038
CANNABACEAE							
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	16940	1	1	0,014	–	–	–
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	17223	1	1	0,016	1	1	0,019
CARDIOPTERIDACEAE							
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	17110	–	–	–	1	1	0,005
CELASTRACEAE							
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	17084	–	–	–	5	2	0,038
<i>Maytenus glazioviana</i> Loes.	17452	–	–	–	1	1	0,003
<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek*	17085	–	–	–	–	–	–
<i>Plenckia populnea</i> Reissek*	17083	–	–	–	–	–	–
CLETHRACEAE							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	17086	–	–	–	16	4	0,238
CLUSIACEAE							
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.*	12698	–	–	–	–	–	–
<i>Chrysochlamys saldanhae</i> (Engl.) Oliveira-Filho	17087	2	2	0,249	–	–	–
COMBRETACEAE							
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.*	16410	–	–	–	–	–	–
CONNARACEAE							
<i>Connarus regnellii</i> G.Schellenb.	17088	6	6	0,414	1	1	0,004
CUNONIACEAE							
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	17090	–	–	–	8	5	0,420
CYATHEACEAE							
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.*	17263	–	–	–	–	–	–
EBENACEAE							
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.*	12654	–	–	–	–	–	–
ELAEOCARPACEAE							
<i>Sloanea guianensis</i> (Aublet) Benth.*	17266	–	–	–	–	–	–
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	17091	1	1	0,004	–	–	–
ERYTHROXYLACEAE							
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	17092	–	–	–	1	1	0,002
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	17093	1	1	0,015	–	–	–
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.*	17094	–	–	–	–	–	–

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
EUPHORBIACEAE							
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	17096	2	2	0,011	1	1	0,014
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.*	17268	–	–	–	–	–	–
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	17097	4	4	0,190	–	–	–
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	17099	5	2	0,197	50	6	0,884
<i>Croton urucurana</i> Baill.*	12357	–	–	–	–	–	–
<i>Croton verrucosus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts	17098	10	7	0,394	23	5	0,636
<i>Manihot grahamii</i> Hook.	17102	–	–	–	1	1	0,003
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	17104	2	2	0,044	2	2	0,088
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong*	16787	–	–	–	–	–	–
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	17095	5	2	0,032	–	–	–
FABACEAE CAESALPINIOIDEAE							
<i>Bauhinia forficata</i> Link	17125	5	5	0,216	50	8	0,756
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	17126	1	1	0,093	2	2	0,117
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	17475	2	2	0,010	3	2	0,234
<i>Hymenaea courbaril</i> L.*	18023	–	–	–	–	–	–
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S.Irwin & Barneby	17476	–	–	–	2	2	0,013
<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly*	16819	–	–	–	–	–	–
FABACEAE FABOIDEAE							
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel*	15036	–	–	–	–	–	–
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.*	17129	–	–	–	–	–	–
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.*	18028	–	–	–	–	–	–
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	17130	1	1	0,044	–	–	–
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	16517	–	–	–	1	1	0,002
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	17127	7	6	0,632	12	7	0,143
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	17131	1	1	0,013	3	2	0,014
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	17484	1	1	0,079	18	4	1,449
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.*	17128	–	–	–	–	–	–
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms*	18034	–	–	–	–	–	–
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	16843	9	6	0,474	1	1	0,010
<i>Platypodium elegans</i> Vogel*	17132	–	–	–	–	–	–
FABACEAE MIMOSOIDEAE							
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	17133	2	2	0,013	3	1	0,061
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	17134	3	3	0,084	3	1	0,057
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	17935	–	–	–	2	1	0,006
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	17489	1	1	0,010	1	1	0,020
<i>Inga marginata</i> Willd.	17136	6	5	0,069	2	2	0,015
<i>Inga striata</i> Benth.	17137	1	1	0,008	1	1	0,006
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	18042	–	–	–	8	2	0,201
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	17135	7	5	0,867	67	8	2,555
HYPERICACEAE							
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	17652	–	–	–	6	3	0,044
LACISTEMATAACEAE							
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat*	12644	–	–	–	–	–	–
LAMIACEAE							
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	17192	1	1	0,007	7	2	0,113
<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Epling) Harley	17111	–	–	–	19	5	0,426
<i>Vitex polygama</i> Cham.	17193	–	–	–	2	2	0,007
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	17773	–	–	–	1	1	0,003

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
LAURACEAE							
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	17112	1	1	0,168	1	1	0,005
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	17113	11	4	0,496	4	3	0,275
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.*	17114	—	—	—	—	—	—
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	17115	—	—	—	4	2	0,381
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	16248	—	—	—	2	1	0,005
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17116	6	3	0,117	—	—	—
<i>Nectandra nitidula</i> Nees	16809	1	1	0,064	4	4	0,187
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees*	17466	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez*	17467	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea brachybotra</i> (Meisn.) Mez*	17468	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	17117	9	4	0,066	7	6	0,031
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez*	17118	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea elegans</i> Mez	17119	3	3	0,020	1	1	0,007
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez*	18017	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	17120	3	1	0,043	—	—	—
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	17121	11	7	0,301	10	4	0,063
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	16632	1	1	0,018	2	1	0,012
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.*	16810	—	—	—	—	—	—
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	17730	—	—	—	5	4	0,089
<i>Persea fulva</i> L.E.Kopp*	16497	—	—	—	—	—	—
<i>Persea major</i> (Nees) L.E.Kopp	17122	—	—	—	9	5	0,351
LECYTHIDACEAE							
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	17123	3	3	0,734	3	2	0,034
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	17124	3	2	3,705	—	—	—
LOGANIACEAE							
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	17138	—	—	—	2	2	0,005
LYTHRACEAE							
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.*	11896	—	—	—	—	—	—
MAGNOLIACEAE							
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	17139	3	1	0,088	—	—	—
MALPIGHIACEAE							
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	12497	1	1	0,029	—	—	—
MALVACEAE							
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	17076	7	7	1,120	1	1	0,039
<i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A.Robyns*	16999	—	—	—	—	—	—
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.*	17222	—	—	—	—	—	—
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	17720	—	—	—	11	3	0,253
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.*	16855	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	17077	10	7	0,865	2	2	0,065
MELASTOMACEAE							
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.*	17140	—	—	—	—	—	—
<i>Leandra scabra</i> DC.*	17141	—	—	—	—	—	—
<i>Miconia albicans</i> Triana*	10895	—	—	—	—	—	—
<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	17142	3	3	0,060	2	2	0,017
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin*	17143	—	—	—	—	—	—
<i>Miconia corallina</i> Spring*	15436	—	—	—	—	—	—
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	17144	—	—	—	2	2	0,006
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin*	17145	—	—	—	—	—	—

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
<i>Miconia pepericarpa</i> DC.*	17146	–	–	–	–	–	–
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.*	17307	–	–	–	–	–	–
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin*	17312	–	–	–	–	–	–
<i>Miconia trianaei</i> Cogn.*	17147	–	–	–	–	–	–
<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.*	15099	–	–	–	–	–	–
<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.*	16258	–	–	–	–	–	–
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.*	16859	–	–	–	–	–	–
MELIACEAE							
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	12487	13	5	1,434	17	8	0,383
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	12234	–	–	–	5	3	0,126
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	17149	2	2	0,025	1	1	0,004
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl*	17728	–	–	–	–	–	–
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	17150	15	4	0,114	–	–	–
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	17151	–	–	–	2	1	0,025
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	17154	2	2	0,042	–	–	–
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C.DC.	17152	3	2	0,036	2	2	0,005
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	17153	6	5	0,038	–	–	–
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	12478	3	2	0,007	–	–	–
MONIMIACEAE							
<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	15703	–	–	–	1	1	0,005
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.*	15428	–	–	–	–	–	–
<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	17155	18	8	0,194	33	12	0,226
MORACEAE							
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott*	17159	–	–	–	–	–	–
<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.*	17162	–	–	–	–	–	–
<i>Ficus enormis</i> (Mart.) Miq.	17161	–	–	–	2	2	0,121
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché*	17158	–	–	–	–	–	–
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.*	17160	–	–	–	–	–	–
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	17163	–	–	–	1	1	0,003
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.Burger	17164	1	1	0,011	3	1	0,007
MYRISTICACEAE							
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	17165	29	13	1,648	2	1	0,004
MYRSINACEAE							
<i>Cybianthus cuneifolius</i> Mart.*	17166	–	–	–	–	–	–
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	17030	–	–	–	1	1	0,003
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	17167	–	–	–	23	6	0,090
MYRTACEAE							
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg*	17325	–	–	–	–	–	–
<i>Calyptranthes clusiiifolia</i> O.Berg	17168	3	3	0,019	16	4	0,140
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.*	16264	–	–	–	–	–	–
<i>Calyptranthes widgreniana</i> O.Berg	16265	1	1	0,005	–	–	–
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.*	17170	–	–	–	–	–	–
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	17169	1	1	0,014	1	1	0,002
<i>Eugenia acutata</i> Miq.	17032	1	1	0,015	–	–	–
<i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess.	17179	1	1	0,004	–	–	–
<i>Eugenia florida</i> DC.*	15090	–	–	–	–	–	–
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	12246	–	–	–	1	1	0,007
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	17172	3	3	0,065	1	1	0,003

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
<i>Eugenia klotzschiana</i> O.Berg*	15540	–	–	–	–	–	–
<i>Eugenia leptoclada</i> O.Berg*	17171	–	–	–	–	–	–
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	17175	6	5	0,020	–	–	–
<i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.	17174	6	2	0,047	7	4	0,042
<i>Myrcia cordiifolia</i> DC.*	17173	–	–	–	–	–	–
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	17779	2	2	0,008	24	7	0,267
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aublet) DC.	12266	–	–	–	3	3	0,008
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg*	16279	–	–	–	–	–	–
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg*	16894	–	–	–	–	–	–
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	17178	1	1	0,003	–	–	–
NYCTAGINACEAE							
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	17180	17	8	0,227	3	2	0,008
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	17181	5	4	0,172	3	3	0,013
OLACACEAE							
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke*	17182	–	–	–	–	–	–
PHYLLANTHACEAE							
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	17101	4	3	0,100	6	2	0,325
<i>Savia dictyocarpa</i> Müll.Arg.	17103	2	2	0,052	–	–	–
PHYTOLACCACEAE							
<i>Sequiaria langsdorffii</i> Moq.	17184	2	1	0,017	7	2	0,115
PICRAMNIACEAE							
<i>Picramnia glazioviana</i> Engl.	17214	2	2	0,005	–	–	–
PIPERACEAE							
<i>Piper aduncum</i> L.	17185	–	–	–	1	1	0,009
<i>Piper amalago</i> L.*	17041	–	–	–	–	–	–
<i>Piper caldense</i> C.DC.*	17186	–	–	–	–	–	–
PROTEACEAE							
<i>Euplassa legalis</i> (Vell.) I.M.Johnst.	15127	–	–	–	1	1	0,014
<i>Euplassa organensis</i> (Gardn.) I.M.Johnst.*	17348	–	–	–	–	–	–
<i>Roupala montana</i> Aubl.*	17190	–	–	–	–	–	–
<i>Roupala rhombifolia</i> Mart.*	16289	–	–	–	–	–	–
RHAMNACEAE							
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	16141	8	4	0,272	11	3	0,078
ROSACEAE							
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	17194	27	9	0,808	2	1	0,007
RUBIACEAE							
<i>Alseis floribunda</i> Schott	17196	2	1	0,009	–	–	–
<i>Amaioua guianensis</i> Aublet	17197	5	4	0,063	2	1	0,020
<i>Chomelia sericea</i> Müll.Arg.*	13722	–	–	–	–	–	–
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	17195	–	–	–	3	3	0,044
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	17199	–	–	–	2	2	0,008
<i>Ixora brevifolia</i> Benth.	17200	6	2	0,048	11	3	0,191
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.*	13227	–	–	–	–	–	–
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	17201	1	1	0,002	3	2	0,019
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.*	17202	–	–	–	–	–	–
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	17203	3	2	0,008	–	–	–
RUTACEAE							
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	17204	6	5	2,001	–	–	–

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hil.) Engl.	17205	103	9	0,916	22	5	0,133
<i>Metrodorea stipularis</i> Mart.	17206	96	16	2,625	30	6	0,239
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.*	17207	—	—	—	—	—	—
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sargent	17208	—	—	—	9	4	0,079
<i>Zanthoxylum monogynum</i> A.St.-Hil.	17209	2	1	0,024	—	—	—
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	16924	4	4	0,042	9	6	0,054
SALICACEAE							
<i>Casearia arborea</i> (L.C.Rich.) Urb.	12202	1	1	0,005	—	—	—
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	17105	4	2	0,048	8	5	0,023
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	17106	—	—	—	19	8	0,100
<i>Casearia melliodora</i> Eichler*	17108	—	—	—	—	—	—
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	17220	1	1	0,123	12	7	0,098
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	17109	2	1	0,017	16	8	0,093
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	17658	—	—	—	2	2	0,007
SAPINDACEAE							
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferruci	16600	1	1	0,050	5	1	0,032
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	17210	7	5	0,045	19	7	0,093
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	17211	7	5	0,760	5	2	0,037
<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	16601	—	—	—	1	1	0,005
SAPOTACEAE							
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	17213	2	2	0,007	—	—	—
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arnot) Radlk.*	12295	—	—	—	—	—	—
SIMAROUBACEAE							
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	17148	6	6	0,122	8	3	0,192
SIPARUNACEAE							
<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A.DC.*	17156	—	—	—	—	—	—
<i>Siparuna guianensis</i> Aublet*	12472	—	—	—	—	—	—
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A.DC.	17157	6	4	0,054	—	—	—
SOLANACEAE							
<i>Aureliana velutina</i> Sendtn.	17215	2	1	0,004	—	—	—
<i>Cestrum schlechtendalii</i> G.Don	17216	11	4	0,176	7	3	0,080
<i>Solanum cernuum</i> Vell.	17217	—	—	—	3	3	0,007
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal*	15478	—	—	—	—	—	—
<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn.	17218	2	1	0,177	2	2	0,006
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	17219	3	3	0,049	—	—	—
STYRACACEAE							
<i>Styrax camporum</i> Pohl*	17053	—	—	—	—	—	—
<i>Styrax latifolius</i> Pohl	17221	2	2	0,051	5	3	0,025
SYMPLOCACEAE							
<i>Symplocos lanceolata</i> (Mart.) A.DC.*	16985	—	—	—	—	—	—
THYMELAEACEAE							
<i>Daphnopsis brasiliensis</i> Mart. & Zucc.	17059	—	—	—	2	2	0,006
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	16939	—	—	—	3	1	0,012
URTICACEAE							
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	17107	1	1	0,002	—	—	—
<i>Cecropia glaziovii</i> Snehthl.	16403	2	2	0,106	6	3	0,131
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul*	16772	—	—	—	—	—	—
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizz.	17082	7	6	3,138	1	1	0,025
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.*	17769	—	—	—	—	—	—

continua

continuação

Famílias e espécies	Nr	Interior (n = 18)			Borda (n = 12)		
		N	P	AB	N	P	AB
VOCHYSIACEAE							
<i>Qualea multiflora</i> Mart.*	16304	–	–	–	–	–	–
<i>Vochysia magnifica</i> Warm.	17376	3	1	0,045	3	2	0,026
<i>Vochysia oppugnata</i> Warm.	17225	2	2	0,057	–	–	–
<i>Vochysia schwackeana</i> Warm.	17224	1	1	0,011	1	1	0,156
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.*	17227	–	–	–	–	–	–

* Espécies registradas apenas no levantamento florístico.

* Species registered only in the floristic survey.

Tabela 2. Variáveis estruturais da comunidade arbórea nas 12 e 18 parcelas utilizadas para amostrar, respectivamente, a Borda e o Interior do fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG. Os valores são médias \pm desvios padrão, seguidos de comparações pelo teste de *t* de Student.

Table 2. Structural variables of the tree community in the 12 and 18 plots used to survey, the Edge and Interior, respectively, of the fragment of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil. Values are means \pm standard deviations, followed by Student *t* test comparisons.

Variáveis	Borda	Interior	<i>t</i>	<i>P</i>
Densidade (árvores ha ⁻¹)	2031,0 \pm 500,0	1115,0 \pm 302,0	5,69	0,0001
Área basal (m ² ha ⁻¹)	37,8 \pm 15,3	45,4 \pm 31,0	0,89	0,3800
Diâmetro médio (cm)	12,2 \pm 2,0	16,3 \pm 3,0	4,50	<0,0001
Diâmetro máximo (cm)	53,1 \pm 15,3	73,0 \pm 35,4	2,11	0,0460
Altura média (m)	7,3 \pm 1,0	9,6 \pm 1,1	5,74	<0,0001
Altura máxima (m)	17,9 \pm 6,0	23,3 \pm 6,5	2,33	0,0290

As quatro CCAs apresentaram autovalores muito baixos para os dois primeiros eixos, isto é, todos $< 0,35$ (tabela 5). Isto significa que os gradientes são curtos em todos os casos, ou seja, há pouca substituição de espécies e a maioria delas se distribui ao longo dos gradientes variando apenas sua abundância (ter Braak 1995). As CCAs ambiental e espacial explicaram proporções semelhantes da variação total das espécies, entre 21–22%, o que salienta que a proximidade espacial tem um peso semelhante ao das variáveis ambientais quando se procura explicar a distribuição da abundância das árvores no fragmento. Além disso, conforme indica a figura 4, (a) apenas 12,68% da variação total é puramente ambiental e independente do espaço (CCA3); (b) 9,24% da variação é indistintamente espacial e ambiental (CCA1 – 3 ou CCA2 – 4), ou seja, deve-se à estrutura espacial do próprio ambiente; (c) 11,84% da variação é puramente espacial e independente do ambiente (CCA4). Em decorrência disso, pouco mais de um terço da variação total (33,77%) foi explicada por ambiente e espaço em conjunto (CCA1 + 4 ou CCA2 + 3), restando (d) 66,23% de variação das espécies que é estocástica ou não explicável pelas

variáveis disponíveis. Esta expressiva variância remanescente é comum em dados de vegetação e não prejudica a significância das relações espécie-ambiente (ter Braak 1988). Com efeito, os dois primeiros eixos das quatro CCAs explicaram proporções elevadas das variações da correlação espécie-ambiente, $> 50\%$ e $> 80\%$ no primeiro e segundo eixos, respectivamente (tabela 5). As correlações de Pearson entre espécies e variáveis ambientais e espaciais também foram elevadas nos dois primeiros eixos, variando entre 0,80 e 0,93. Além disso, em todas as CCAs, os testes de permutação de Monte Carlo indicaram diferenças altamente significativas entre as correlações encontradas e as geradas pelo acaso, tanto para o primeiro eixo canônico como para o conjunto de eixos canônicos (tabela 5).

Entre as variáveis ambientais, a cota se destaca como mais fortemente correlacionada com o primeiro eixo das duas CCAs ambientais, mas também tem peso expressivo do segundo eixo da CCA1 (tabela 5). O fator de borda tem correlações mais fortes com o segundo eixo da CCA1 e ambos os eixos da CCA3. A saturação por bases (V) produziu correlações relativamente mais fracas na CCA1 ($ca \pm 0,45$), mas alcançou valor

expressivo no segundo eixo da CCA3. As variáveis espaciais, y^2 e y^3 , produziram correlações entre $\pm 0,5$ e $\pm 0,85$ em todos os casos exceto o de y^3 no segundo eixo da CCA2, que ficou abaixo de $\pm 0,4$. É notório que ambas as variáveis espaciais selecionadas pela sua correlação significativa com a variância da matriz de espécies tenham sido derivadas da dimensão correspondente ao eixo norte-sul e ao sentido da declividade predominante na encosta. Isto sugere que o efeito da proximidade das plantas sobre sua própria distribuição de abundâncias foi significativo no sentido paralelo à declividade, mas não pôde ser detectado no sentido perpendicular à mesma. A redundância de y com a cota pode, provavelmente, explicar boa parte das variações ambientais espacialmente estruturadas representadas pelo setor (b) da figura 3.

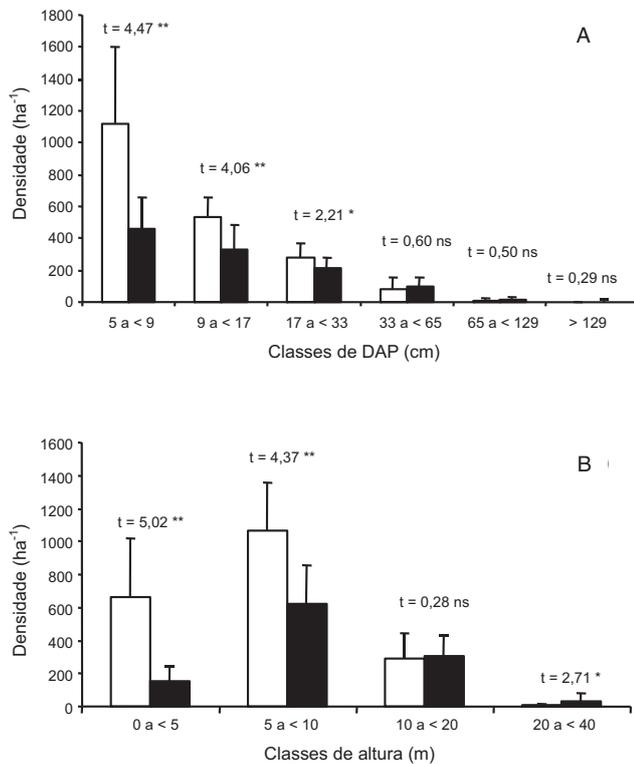


Figura 2. Distribuição da densidade de árvores ≥ 5 cm de DAP em classes de diâmetro (A) e de altura (B) nas 12 e 18 parcelas utilizadas, respectivamente, para amostrar a Borda (barras vazias) e o Interior (barras cheias) do fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG.

Figure 2. Tree density distribution of trees ≥ 5 cm dbh into classes of diameter (A) and height (B) in the 12 and 18 sample plots used to survey, respectively, the Edge (open bars) and Interior (closed bars) of the fragment of semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil.

Para representar graficamente a análise, foi escolhida a CCA1 para explorar apenas os efeitos das variáveis ambientais. Os diagramas da figura 5 mostram a ordenação de espécies e parcelas em separado, para maior clareza. As coordenadas de ordenação das espécies e parcelas representam o ótimo aproximado de uma distribuição unimodal das mesmas no espaço multidimensional definido pelas variáveis ambientais. Estas, por sua vez, são representadas por retas divergentes indicando a direção predominante da magnitude crescente de cada variável no espaço de ordenação (ter Braak 1988). A ordenação sugere forte separação entre parcelas de Borda e Interior. As correlações com as três variáveis ambientais são muito claras, assim como o efeito borda-interior. A CCA sugere um gradiente onde espécies como *Anaxagorea silvatica*, *Virola bicuhyba*, *Metrodorea stipularis*, *Trichilia catigua*, *Galipea jasminiflora*, *Rollinia sylvatica*, *Prunus myrtifolia*, *Cestrum schlechtendalii*, *Pisonia zapallo* e *Diatenopteryx sorbifolia* tendem a ocorrer em maior abundância no interior, enquanto espécies como *Hyptidendron asperrimum*, *Clethra scabra*, *Myrcia splendens*, *Casearia sylvestris*, *Vismia brasiliensis*, *Machaerium villosum*, *Protium*

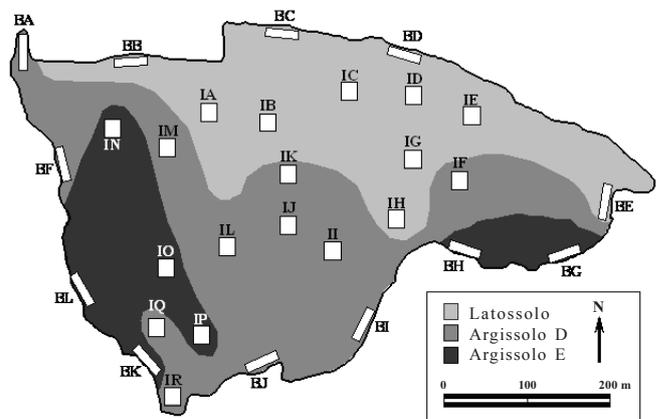


Figura 3. Mapa do fragmento de floresta semidecídua inventariado em Piedade do Rio Grande, MG, mostrando a distribuição dos subgrupos de solo e das 30 parcelas de 400 m², com as respectivas identificações por códigos de duas letras.

Figure 3. Map of the fragment of tropical semideciduous forest surveyed in Piedade do Rio Grande, SE Brazil, showing the distribution of the soil subgroups and of the 30 sample plots of 400 m², with their respective identification by two-letters codes.

widgrenii, *Myrsine umbellata*, *Piptocarpha axillaris* e *Croton floribundus* concentram-se mais na borda.

As comparações das abundâncias das espécies entre as parcelas da Borda e Interior (tabela 6) mostram que metade das 46 espécies foi significativamente mais abundante em um dos estratos, sendo 19 na Borda e quatro no Interior. Tais espécies foram também

distribuídas no diagrama da CCA nos extremos da dicotomia borda-interior (figura 5). Dentre as mesmas 46 espécies, 19 mostraram alguma correlação significativa entre suas abundâncias nas parcelas e as variáveis cota e saturação por bases (tabela 6). Para cota, houve 12 correlações positivas e três negativas e, para saturação por bases, cinco positivas e duas

Tabela 3. Variáveis relacionadas à diversidade de espécies nas 12 e 18 parcelas utilizadas para amostrar, respectivamente, a Borda e o Interior do fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG. As comparações foram pelo teste de *t* de Student para densidade de espécies e *t* de Hutcheson para *H'*. A densidade de espécies é expressa por médias \pm desvios padrão.

Table 3. Variables related to species diversity in the 12 and 18 plots used to survey, the Edge and Interior, respectively, of the fragment of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil. A Student *t* test comparisons were performed for species density and a Hutcheson *t* test for *H'*. Species density is expressed by means \pm standard deviations.

Variáveis	Total	Borda	Interior	<i>t</i>	<i>P</i>
Número de indivíduos nas parcelas	1779	976	803	–	–
Número de espécies nas parcelas	174	135	120	–	–
Número de espécies no lev. florístico total	269	–	–	–	–
Densidade de espécies nas parcelas	–	31,8 \pm 4,4	22,2 \pm 4,6	5,71	<0,0001
Índice de Shannon, <i>H'</i> (nats indivíduo ⁻¹)	4,415	4,264	3,942	5,41	<0,0010
Equabilidade de Pielou, <i>J</i>	0,855	0,867	0,821	–	–
Estimador “jack-knife” de 1ª ordem	213,7	183,7	162,6	–	–
Estimador “jack-knife” de 2ª ordem	220,4	201,2	179,1	–	–

Tabela 4. Variáveis topográficas de 30 parcelas de 400 m² empregadas para inventariar o fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, e variáveis químicas e texturais de 30 amostras do solo superficial (0 a 20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas. Os valores são médias \pm desvios padrão das *n* amostras de cada uma dos três subgrupos de solo. Onde testes de *F* indicaram diferenças significativas entre os três solos, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes em testes de Tukey-Kramer.

Table 4. Topographic variables of 30 plots of 400 m² of area used to survey the fragment of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil, and chemical and textural variables of 30 soil samples collected from each plot at 0–20 cm of depth. Values are means \pm standard deviations of *n* replications of each soil sub-group. Where *F* tests indicated significant differences among soils means followed by different letters differ significantly in Tukey-Kramer tests.

Variáveis	Latossolo	Argissolo D	Argissolo E	ANOVA	
	(<i>n</i> = 12)	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 8)	<i>F</i>	<i>P</i>
Cota média* (10 ³ m)	125,2 \pm 25 a	93,5 \pm 29 b	85,4 \pm 23 b	6,47	0,0050
Desnível (m)	6,0 \pm 2,7	9,5 \pm 5,2	9,9 \pm 3,9	2,97	0,0680
pH em H ₂ O	4,35 \pm 0,3 b	4,50 \pm 0,3 b	5,52 \pm 0,3 a	40,28	<0,0001
P – Mehlich (mg dm ⁻³)	1,00 \pm 0,0	1,09 \pm 0,3	1,28 \pm 0,5	2,09	0,1430
K ⁺ (mg dm ⁻³)	43,00 \pm 16 b	54,00 \pm 25 b	175,00 \pm 59 a	38,32	<0,0001
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,90 \pm 0,3 b	1,14 \pm 0,4 b	4,51 \pm 2,2 a	27,59	<0,0001
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,57 \pm 0,4 a	0,95 \pm 0,5 b	2,77 \pm 0,5 a	49,37	<0,0001
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,25 \pm 0,4 a	0,80 \pm 0,3 b	0,07 \pm 0,1 c	28,17	<0,0001
V - saturação por bases (%)	15,00 \pm 6,1 c	26,00 \pm 9,6 b	69,00 \pm 12 a	83,59	<0,0001
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	4,45 \pm 0,7 a	3,60 \pm 0,5 b	3,9 \pm 1,0 ab	4,10	0,0280
Areia (%)	26,16 \pm 3,4 b	35,45 \pm 8,8 a	32,57 \pm 6,7 a	5,94	0,0070
Silte (%)	14,00 \pm 3,6 b	17,63 \pm 3,8 b	24,71 \pm 2,9 a	19,83	<0,0001
Argila (%)	59,83 \pm 4,1 a	46,90 \pm 8,9 b	42,71 \pm 8,1 b	15,73	<0,0001

Tabela 5. Resumo dos resultados das análises de correspondência canônica da abundância de 51 espécies em 30 parcelas de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, em interação com variáveis ambientais e espaciais, e dos testes de permutação de Monte Carlo correspondentes. São fornecidos resultados para os dois primeiros eixos de ordenação e resultados globais que aparecem centralizados entre os dois eixos.

Table 5. Synthetic results of canonical correspondence analyses of the abundance of 51 species in 30 plots of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil, interactive with environmental and spatial variables, and of their corresponding Monte Carlo permutation tests. Results are given for the first two ordination axes together with global results, which appear centralized between the two axes.

CCAs*	1: Ambiente		2: Espaço		3: Ambiente – Espaço		4: Ambiente – Espaço	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Eixos:								
Autovalores	0,299	0,159	0,340	0,161	0,159	0,086	0,169	0,114
Correlações espécie × ambiente ou espaço	0,879	0,805	0,926	0,830	0,823	0,876	0,876	0,824
Variância percentual cumulativa (%):								
de dados das espécies	12,6	19,2	14,3	21,1	8,4	13,0	9,1	15,2
de relações espécie × ambiente ou espaço	57,3	87,6	67,8	100,0	52,5	80,8	59,8	100,0
Soma de autovalores canônicos (traço)	0,522		0,502		0,302		0,282	
Variância total explicada (%):	21,92		21,08		12,68		11,84	
Testes de permutação de Monte Carlo:								
Primeiro eixo canônico:	<i>F</i>	3,733		4,506		2,214		2,397
	<i>p</i>	0,002		0,002		0,004		0,002
Todos os eixos canônicos:	<i>F</i>	2,434		3,607		1,534		2,149
	<i>p</i>	0,002		0,002		0,004		0,002
Correlações internas com os eixos (<i>r</i>):								
Saturação por bases (V)	0,44	-0,46			-0,09	0,78		
Cota média	-0,79	0,61			0,80	-0,36		
Fator de borda	-0,51	-0,84			0,72	0,67		
Variável espacial y^2			0,86	-0,52			0,69	0,72
Variável espacial y^3			0,92	-0,38			0,83	0,55

* Inércia total ou soma de todos os autovalores = 2,381

* Total inertia or sum of all eigenvalues = 2.381

negativas. Tais correlações foram coerentes com a distribuição das espécies no diagrama da CCA (figura 5). Das 46 espécies analisadas, 14 (30%) não mostraram nenhum padrão de distribuição significativamente relacionado com as duas variáveis ambientais nem com a dicotomia borda-interior.

Discussão

No contexto dos padrões de variações florísticas e ambientais das florestas Atlânticas *sensu lato* do Sudeste do Brasil descritos por Oliveira Filho & Fontes (2000), a composição de espécies arbóreas do fragmento estudado em Piedade do Rio Grande pode ser vista como uma expressão de duas transições florísticas: a primeira delas entre florestas ombrófilas e semidecíduas e a segunda entre florestas baixo-montanas e alto-montanas. Há espécies características de florestas ombrófilas, como *Coussapoa microcarpa*, *Sloanea guianensis*,

Vochysia schwackeana, *Virola bicuhyba*, *Picrasma crenata* e *Marlierea excoriata*; espécies comuns de florestas semidecíduas, como *Machaerium villosum*, *Ceiba speciosa*, *Luehea grandiflora*, *Platypodium elegans* e *Copaifera langsdorffii*; espécies características de florestas alto-montanas, como *Capsicodendron dinisii*, *Clethra scabra*, *Jacaranda subalpina*, *Euplassa organensis* e *Araucaria angustifolia*; e espécies típicas de florestas baixo-montanas como *Protium widgrenii*, *Vismia brasiliensis*, *Piptocarpha axillaris* e *Calyptranthes clusiifolia*. A observação é reforçada pelas principais famílias encontradas, pois o perfil florístico do fragmento se aproxima das florestas alto-montanas no expressivo número de espécies das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Solanaceae. Contudo, a abundância de Fabaceae se opõe ao caráter alto-montano, conferido pelas famílias anteriores (Oliveira Filho & Fontes 2000). O fragmento localiza-se em uma vertente com face de

Tabela 6. Comparações pelo teste de *t* da abundância média de 46 espécies arbóreas nas 12 parcelas de Borda e 18 de Interior empregadas para inventariar o fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, e coeficientes de correlação de Pearson (R_p) entre a abundância das espécies e as variáveis cota média e saturação por bases (V) nas 30 parcelas. B/I = estrato amostral onde a abundância foi maior; B = Borda; I = Interior. ns = não significativo ($P > 0,05$).

Table 6. Comparisons through *t* tests of the mean abundance of 46 tree species in the 12 Edge plots and 18 Interior plots used to survey the fragment of tropical semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil, and Pearson correlation coefficients (R_p) between the species abundance and the variables mean elevation and soil base saturation (V) in the 30 plots. B/I = sample stratum where abundance was higher; B = Edge; I = Interior. ns = non significant ($P > 0.05$).

Espécie	Borda-Interior			Cota		V	
	<i>t</i>	<i>P</i>	B/I	R_p	<i>P</i>	R_p	<i>P</i>
<i>Anaxagorea silvatica</i>	-4,89	<10 ⁻⁴	I	-0,180	ns	0,008	ns
<i>Bauhinia forficata</i>	3,72	0,001	B	-0,374	0,042	0,367	0,046
<i>Cabralea canjerana</i>	1,57	ns		-0,542	0,002	0,129	ns
<i>Calypttranthes clusiifolia</i>	2,34	0,050	B	0,482	0,007	-0,269	ns
<i>Casearia decandra</i>	1,68	ns		-0,063	ns	0,293	ns
<i>Casearia lasiophylla</i>	5,18	<10 ⁻⁴	B	-0,017	ns	0,140	ns
<i>Casearia obliqua</i>	3,91	0,001	B	-0,092	ns	0,308	ns
<i>Casearia sylvestris</i>	3,61	0,001	B	0,487	0,006	-0,129	ns
<i>Cestrum schlechtendalii</i>	-0,05	ns		-0,283	ns	0,254	ns
<i>Clethra scabra</i>	2,61	0,015	B	0,356	0,050	-0,271	ns
<i>Colubrina glandulosa</i>	0,50	ns		-0,219	ns	-0,219	ns
<i>Cordia sellowiana</i>	0,84	ns		0,464	0,010	-0,300	ns
<i>Croton floribundus</i>	2,74	0,011	B	-0,283	ns	0,012	ns
<i>Croton verrucosus</i>	1,22	ns		0,308	ns	-0,055	ns
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	-0,37	ns		0,140	ns	0,001	ns
<i>Cupania vernalis</i>	2,30	0,029	B	0,410	0,025	-0,305	ns
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	-0,28	ns		-0,128	ns	0,144	ns
<i>Galipea jasminiflora</i>	1,30	ns		-0,032	ns	-0,147	ns
<i>Guapira opposita</i>	-1,76	ns		-0,212	ns	0,017	ns
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,56	ns		0,277	ns	-0,292	ns
<i>Hyptidendron asperrimum</i>	3,13	0,004	B	0,271	ns	-0,022	ns
<i>Ixora brevifolia</i>	1,01	ns		0,440	0,015	-0,256	ns
<i>Jacaranda macrantha</i>	1,20	ns		-0,108	ns	0,183	ns
<i>Luehea divaricata</i>	2,28	0,030	B	0,261	ns	-0,114	ns
<i>Machaerium nictitans</i>	1,86	ns		-0,191	ns	0,387	0,035
<i>Machaerium villosum</i>	2,31	0,028	B	0,457	0,011	-0,246	ns
<i>Marlierea racemosa</i>	0,96	ns		0,359	0,050	-0,128	ns
<i>Metrodorea stipularis</i>	-1,87	ns		-0,140	ns	0,254	ns
<i>Mollinedia widgrenii</i>	3,33	0,002	B	-0,112	ns	0,360	0,049
<i>Myrcia splendens</i>	3,30	0,003	B	0,431	0,018	-0,193	ns
<i>Myrsine umbellata</i>	3,11	0,004	B	0,093	ns	0,131	ns
<i>Ocotea corymbosa</i>	0,81	ns		0,161	ns	-0,153	ns
<i>Ocotea odorifera</i>	-0,03	ns		0,404	0,027	-0,242	ns
<i>Picrasma crenata</i>	0,28	ns		-0,409	0,025	0,490	0,006
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	3,37	0,002	B	-0,257	ns	0,146	ns
<i>Platycyamus regnellii</i>	-1,73	ns		0,281	ns	-0,365	0,047
<i>Protium widgrenii</i>	2,52	0,018	B	0,476	0,008	-0,247	ns
<i>Prunus myrtifolia</i>	-2,35	0,026	I	0,228	ns	-0,087	ns
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	-1,46	ns		-0,135	ns	0,258	ns
<i>Rollinia laurifolia</i>	1,96	ns		0,155	ns	0,049	ns
<i>Rollinia dolabripetala</i>	2,34	0,027	B	-0,257	ns	0,269	ns
<i>Rollinia sylvatica</i>	-3,19	0,003	I	0,036	ns	-0,071	ns
<i>Tapirira obtusa</i>	2,23	0,034		0,554	0,001	-0,372	0,044
<i>Trichilia catigua</i>	-1,48	ns		-0,287	ns	0,376	0,042
<i>Virola bicuhyba</i>	-3,80	0,001	I	0,246	ns	-0,062	ns
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2,05	0,050	B	0,302	ns	-0,001	ns

exposição voltada para o sul, situação denominada no Brasil de “terreno noruega”, sendo este, em comparação com a face norte, mais frio, úmido e pouco ensolarado. Tal situação, segundo Hugget (1995), favorece espécies relativamente menos exigentes de luz e mais exigentes em umidade. É possível que esta particularidade tenha favorecido a ocorrência de espécies características de florestas de maior altitude na região. Semelhante a outras florestas da região situadas em maiores altitudes, o fragmento contém ainda uma expressiva abundância de Orchidaceae (e.g. *Maxillaria* sp., *Oeceoclades maculata* (Lindley) Lindley, *Corymborkis flava* (Swartz) Kuntze, *Oncidium* spp., *Polystachya* spp.), Bromeliaceae (e.g. *Tillandsia* spp. e *Billbergia* spp.), briófitas e pteridófitas recobrando os troncos das árvores.

A riqueza de espécies registrada pode ser considerada como relativamente alta no contexto de 20 levantamentos semelhantes realizados na região (Pereira *et al.* 2007). A diversidade de espécies expressa pelo índice de Shannon ($H' = 4,415 \text{ nats indivíduo}^{-1}$) corresponde ao segundo valor mais elevado dos mesmos levantamentos (Pereira *et al.* 2007, Dalanesi *et al.*

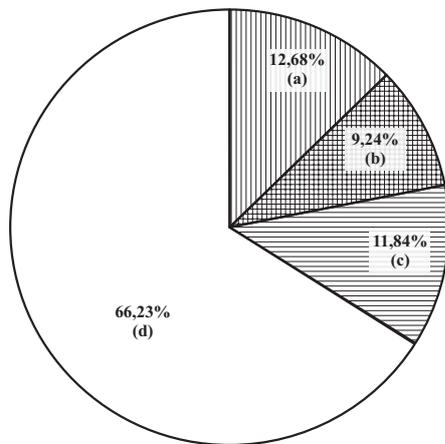


Figura 4. Análises de correspondência canônica (CCA) do número de indivíduos de 51 espécies em 30 parcelas de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG: proporções da variação total da matriz de abundância das espécies explicadas por (a) variáveis ambientais somente, (b) variáveis ambientais e espaciais conjuntamente, (c) variáveis espaciais somente e (d) indeterminada.

Figure 4. Canonical correspondence analysis (CCA) of the distribution of the number of individuals of 51 species in 30 plots of semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil: proportions of the total variation of the species abundance matrix explained by (a) environmental variables only, (b) environmental and spatial variables concurrently, (c) spatial variables only, and (d) undetermined.

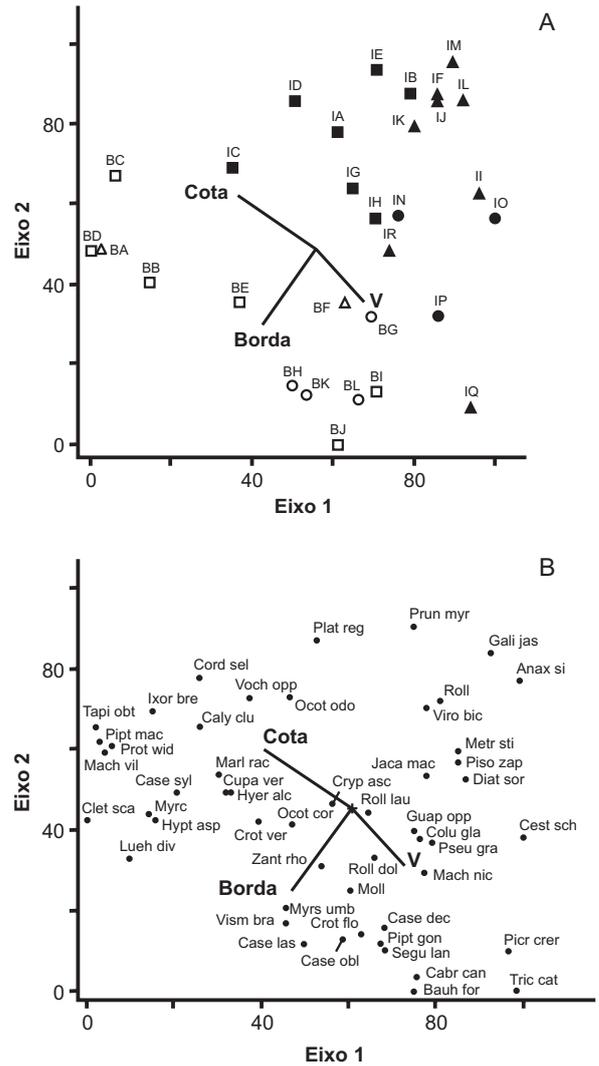


Figura 5. Análise de correspondência canônica (CCA): diagramas de ordenação das parcelas (A) e espécies (B) baseados na distribuição do número de indivíduos de 51 espécies em 30 parcelas de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, e sua correlação com as três variáveis ambientais utilizadas (retas convergentes). Os subgrupos de solo das parcelas são identificados como: Latossolo = ■ e □; Argissolo D = ▲ e △; Argissolo E = ● e ○. Símbolos vazios e cheios são parcelas de Borda ou Interior, respectivamente. As parcelas são identificadas conforme figura 3 e as espécies pelos seus nomes abreviados (nomes completos na tabela 6).

Figure 5. Canonical correspondence analysis (CCA): diagrams showing the ordination of plots (A) and species (B) based in the distribution of the number of individuals of 51 species in 30 plots of semideciduous forest in Piedade do Rio Grande, SE Brazil, and their correlation with the three environmental variables used (converging straight lines). Soil subgroups of plots are identified as: Latosol = ■ e □; Argisol D = ▲ e △; and Argisol E = ● e ○. Open and closed symbols are Edge and Interior plots respectively. Individual plots are identified as in figure 3 and the species by their abbreviated names (full names in table 6).

2004). Tal fato pode ser atribuído, em grande parte, ao encontro das tipologias florestais discutido acima. Além disso, deve haver também uma expressiva contribuição da considerável heterogeneidade ambiental, propiciada pelo gradiente edáfico e topográfico bem como pelo efeito borda (Metzger 1999, Murcia 1995).

A diferença altitudinal de cerca de 100 m registrada no fragmento certamente contribuiu para a heterogeneidade ambiental ao propiciar a formação de gradientes edáficos e topográficos com reflexos na estrutura e composição de espécies da comunidade arbórea. De fato, a distribuição dos três subgrupos de solo no fragmento caracterizou uma catena com significativas variações das propriedades químicas e texturais do solo. É comum que conteúdo de água do solo de uma catena cresça do topo para a base da encosta (Resende *et al.* 1995). Isto se aplica ao presente caso, com Latossolo situado na parte mais alta do terreno. A alta permeabilidade, peculiar à maioria dos Latossolos, é ainda incrementada pela posição topográfica elevada (Curi *et al.* 1993). Portanto, o déficit hídrico no período mais seco do ano é, provavelmente, mais pronunciado no Latossolo que nos Argissolos, situados mais abaixo na encosta. Nestes últimos, o horizonte B-textural em geral desacelera a percolação da água, mas também aumenta a sua disponibilidade para as plantas durante a estiagem devido à maior capacidade de armazenamento (Buckman & Brady 1969, Resende *et al.* 1988). Isto provavelmente explica a concentração de espécies de maior deciduidade na parte mais alta do fragmento, o que é denunciado pelo claro contraste visual do dossel da floresta entre o topo e a encosta durante a estação seca. Também ocorre um incremento em fertilidade química do Latossolo para os Argissolos. Contudo, o incremento em fertilidade do Argissolo D para o Argissolo E só ocorreu em dois setores distintos da encosta. Na calha central da microbacia, o Argissolo D se estende até o fundo do vale, talvez como resultado de uma mais pronunciada erosão e lixiviação que nas encostas vizinhas onde é substituído pelo Argissolo E.

Boa parte da distribuição das espécies mostrou-se espacialmente estruturada e sem conexão com as variáveis ambientais utilizadas, ou seja, foi influenciada pela própria proximidade entre indivíduos co-específicos, resultando em autocorrelação espacial. Aglomerados populacionais são comuns em florestas tropicais e podem se formar tanto devido à dispersão concentrada em curtas distâncias, bem como ao histórico particular de cada peça que compõe o mosaico sucessional da floresta, fenômenos estes que têm pouca ou nenhuma relação com as características do substrato (Oldeman

1990). No entanto, uma outra fração da autocorrelação espacial das espécies foi inseparável da própria variação ambiental e, além disso, concorrente com a disposição espacial do gradiente catenário (norte-sul), sugerindo que os efeitos puramente espaciais participam, de fato, menos que os ambientais na explicação da variância da matriz de espécies.

A distribuição de várias espécies no fragmento foi significativamente correlacionada com as variações da fertilidade dos solos e da elevação topográfica, esta última provavelmente refletindo também um gradiente de disponibilidade de água nos solos. A influência da umidade e fertilidade dos solos na distribuição de espécies arbóreas em florestas tropicais tem largo subsídio na literatura (*e.g.* Botrel *et al.* 2002, Clark *et al.* 1998, Duivervoorden & Lips 1995, Espírito-Santo *et al.* 2002, Newbery & Proctor 1984, Newbery *et al.* 1986, Oliveira Filho *et al.* 1994, 1997b, 2001). Na área de estudo, cotas mais elevadas do terreno corresponderam, de modo geral, a sítios com menor estoque de água e nutrientes minerais. Espécies com maior abundância nestes sítios provavelmente apresentam maior capacidade de sobreviver à menor disponibilidade destes recursos. Entre estas estão *Calyptanthus clusiifolia*, *Casearia sylvestris*, *Clethra scabra*, *Cordia sellowiana*, *Cupania vernalis*, *Ixora brevifolia*, *Protium widgrenii*, *Myrcia splendens*, *Machaerium villosum* e *Tapirira obtusa*, todas elas já correlacionadas por outros autores com sítios de melhor drenagem e, ou, baixa fertilidade química (Botrel *et al.* 2002, Lorenzi 1992, 1998, Oliveira Filho *et al.* 1994, Souza *et al.* 2003). Um número menor de espécies apresentou o padrão oposto, ou seja, foram significativamente mais abundantes nos sítios mais úmidos e férteis da encosta, provavelmente exigindo uma maior disponibilidade de água e, ou, nutrientes minerais. Algumas delas, como *Mollinedia widgrenii*, *Cabralea canjerana*, *Bauhinia forficata*, *Machaerium nictitans* e *Trichilia catigua* já haviam sido caracterizadas desta forma por outros autores (Lorenzi 1992, 1998, Oliveira Filho *et al.* 1994, 1997a, Souza *et al.* 2003).

Apesar de ter sido detectada uma relação entre a distribuição das espécies e as variações catenárias dos solos, foi o efeito borda que mais fortemente se relacionou com variações espaciais das características da comunidade arbórea, influenciando na estrutura da comunidade e na diversidade e padrão de distribuição de espécies. As bordas de fragmentos florestais são áreas de habitat mais expostas a perturbações externas e possuem, em geral, maior diversidade e densidade de espécies e maior produtividade biológica (Fortin 1992,

1994). No fragmento estudado, a borda também apresentou maior diversidade em todos os aspectos analisados (riqueza, densidade e equabilidade). A natureza transicional dos ambientes de borda parece ser a razão principal deste incremento da diversidade (Fortin 1992, 1994, Murcia 1995, Metzger 1999). A fragmentação florestal aumenta a proporção de áreas de borda, o que ocasiona alterações ambientais importantes. A maior penetração dos raios solares e do vento aumenta a temperatura e a evapotranspiração, reduz a umidade do ar e do solo e cria condições mais favoráveis ao stress hídrico (Kapos *et al.* 1997). Tudo isto contribui para a instalação de biotas de composição e estrutura distintas daquelas do interior dos fragmentos (Metzger 1999).

A dicotomia em estrutura e composição de espécies da comunidade arbórea entre a borda e o interior de fragmentos florestais também é influenciada pelo histórico do processo de formação e manutenção da borda (Murcia 1995, Oliveira Filho *et al.* 1997b). Como, no presente caso, as bordas foram estabelecidas entre 1948 e 1952, pode-se afirmar que, após 50 anos, uma comunidade arbórea bastante diferenciada da original já se estabeleceu em resposta às alterações ambientais. Deve-se ter em mente que as alterações ambientais nas bordas são multifatoriais, isto é, envolvem um conjunto de variáveis que incluem condições de luz, temperatura, umidade atmosférica e do solo, exposição ao vento etc. Contudo, a maior exposição à luz tem um peso muito forte. No fragmento estudado, tais alterações ambientais provavelmente explicam a maior densidade de árvores de menor porte, favorecidas pela maior penetração de luz pela borda. Inversamente, a menor densidade de pequenas árvores no interior se deve ao maior sombreamento do sub-bosque pelas grandes árvores. Espécies encontradas em maior abundância na borda como *Bauhinia forficata*, *Casearia sylvestris*, *Casearia lasiophylla*, *Clethra scabra*, *Croton floribundus*, *Luehea divaricata*, *Machaerium villosum*, *Myrcia splendens*, *Myrsine umbellata*, *Piptadenia gonoacantha* e *Zanthoxylum rhoifolium*, são reconhecidas como muito exigentes de luz para seu estabelecimento e crescimento (Botrel *et al.* 2002, Lorenzi 1992, 1998, Souza *et al.* 2003). Por outro lado, espécies com distribuição preferencial pelo interior, como *Galipea jasminiflora*, *Prunus myrtifolia* e *Virola bicuhyba*, são reconhecidas como relativamente tolerantes à sombra (Lorenzi 1992, 1998, Oliveira Filho *et al.* 1994, 1997a). Algumas espécies fugiram ao padrão esperado, como *Mollinedia widgrenii* e

Calyptranthes clusiifolia, que foram significativamente mais abundantes nas bordas apesar de serem mais comuns no sub-bosque sombrio das florestas da região (Oliveira Filho *et al.* 1994). No entanto, foi observado no campo que a grande maioria das árvores destas espécies estavam estabelecidas no ambiente mais sombrio adjacente às bordas e não nas bordas em si. Portanto, outros fatores, tais como dispersão ou condições luminosas particulares, devem estar envolvidos na distribuição preferencial destas espécies em um hábitat tão particular.

Como é de praxe em estudos do gênero, ainda restou uma proporção das variações da matriz de abundância das espécies que não pôde ser explicada pelo substrato, pelo efeito borda e nem pela autocorrelação espacial. Esta variação remanescente é muito maior que a explicada e não deve ser meramente desprezada como 'ruído'. Ela é relevante e, para explicá-la, só podemos, infelizmente, especular sobre o papel de variáveis diferenciadoras desconhecidas ou então sobre um universo neutro onde eventos estocásticos governariam a dinâmica de indivíduos igualmente adaptáveis aos habitats em questão (Hubbell 2001). Estas especulações só evidenciam o quanto ainda está longe uma compreensão mais completa da distribuição e diversidade de espécies em florestas tropicais.

Os padrões de diferenciação interna das características da comunidade arbórea do fragmento estudado refletem considerável heterogeneidade ambiental que testemunha a riqueza e complexidade da primitiva cobertura florestal contínua na região. A fragmentação florestal trouxe a intromissão do efeito borda, que incrementou fortemente a heterogeneidade ambiental pré-existente vinculada às variações do substrato. Este fato salienta a importância do tamanho dos fragmentos florestais para promover a conservação de amostras das comunidades primitivas, tamanho este que dever ser tanto maior quanto maior for a heterogeneidade do substrato em que se desenvolve a floresta a ser conservada.

Agradecimentos – Este trabalho integrou o subprojeto 'Estratégias para conservação e manejo da biodiversidade em fragmentos de florestas semidecíduas' executado pela Embrapa Recursos Genéticos, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade de Brasília (UnB) e integrante do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio). Os autores agradecem às taxonomistas Inês Cordeiro, Maria Lúcia Kawasaki e Lúcia Rossi, pelo atencioso auxílio na identificação do material botânico.

Referências Bibliográficas

- APG. 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.
- BORCARD, D., LEGENDRE, P. & DRAPEAU, P. 1992. Partiailling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73:1042-1055.
- BOTREL, R.T., OLIVEIRA FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A. & CURI, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:195-213.
- BRASIL. 1992. Normas climatológicas (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. W.M.C. Brow, Dubuque.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. 1969. The nature and properties of soils. Macmillan, London.
- CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1983. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Séries de publicações Técnicas. Belo Horizonte.
- CLARK, D.B., CLARK, D.A. & READ, J.M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology* 86:101-112.
- CURI, N., LARACH, J.O.I, KÄMPF, N., MONIZ, A.C. & FONTES, L.E.F. 1993. Vocabulário de ciência do solo. Campinas.
- DALANESI, P.E., OLIVEIRA FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais. *Acta Botanica Brasilica* 18:737-757.
- DUIVERVOORDEN, J.F. & LIPS, J.M. 1995. A land-ecological study of soils, vegetation, and plant diversity in Colombian Amazonia. Tropenbos series 12. 1st ed., The Tropenbos Foundation, Wageningen.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. Manual de métodos de análises de solo. 2^a ed., Embrapa, Rio de Janeiro.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. 1^a ed., Embrapa, Rio de Janeiro.
- 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 Brasilica* 16:331-356.
- FORTIN, M.J. 1992. Detection of ecotones: definition and scaling factors. Tese de doutorado, University of New York, New York.
- FORTIN, M.J. 1994. Edge detection algorithms for two-dimensional ecological data. *Ecology* 75: 956-965.
- HELTSCHKE, J.F. & FORRESTER, N.E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39:1-12.
- HUBBELL, S. P. 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton Univ. Press, New Jersey.
- HUGGET, R.J. 1995. *Geocology, an evolutionary approach*. Routledge, London.
- KAPOS, V., CAMARGOS, J.L.C. & DANDE, G. 1997. Edge related changes in environment and plant response due to forest fragmentation in Central Amazonia. *In* Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities (W.F. Laurance & R.O. Bierregaard, eds.). The University of Chicago Press, Chicago, p.45-54.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1, Editora Plantarum, Nova Odessa.
- LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.2, Editora Plantarum, Nova Odessa.
- METZGER, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 71:445-463.
- MURCIA, C. 1995. Edges effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10:58-62.
- NEWBERY, D.McC. & PROCTOR, J. 1984. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunugu Mulu National Park, Sarawak. IV. Association between tree distribution and soil factors. *Journal of Ecology* 72:475-493.
- NEWBERY, D.McC., GARTLAN, J.S., MCKEY, D.B. & WATERMAN, P.G. 1986. The influence of drainage and soil phosphorus on the vegetation of Douala-Edea Forest reserve, Cameroun. *Vegetatio* 65:149-162.
- OLDEMAN, R. A. A. 1990. Dynamics in tropical rain forests. *In* Tropical forests – Botanical dynamics, speciation and diversity (L.B. Holm-Nielsen, I. C. Nielsen & H. Balslev, eds.). Academic Press, London, pp. 3-21.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & FONTES M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32:793-810.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., VILELA, E.A., CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. 1994. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10:483-508.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. 1997a. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Flora* 192:47-64.

- OLIVEIRA FILHO, A.T., MELLO, J.M. & SCOLFORO, J.R.S. 1997b . Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987–1992). *Plant Ecology* 131:45-66.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., CURTI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 58:139-158.
- PALMER, M.W. 1991. Estimating species richness: the second-order jackknife reconsidered. *Ecology* 72:1512-1513.
- PEREIRA, J.A.A., OLIVEIRA FILHO, A.T. & LEMOS FILHO, J.P. 2007. Environmental heterogeneity and disturbance by humans control much of the tree species diversity of Atlantic montane forest fragments in SE Brazil. *Biodiversity and Conservation* (no prelo: artigo 9063, BIOC1721, 24 p.).
- RESENDE, M., CURTI, N. & SANTANA, D.P. 1988. Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações. Editora UFLA, Lavras.
- RESENDE, M., CURTI, N., REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. 1995. Pedologia: bases para distinção de ambiente. Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da Terra, Viçosa.
- SCOLFORO, J.S., MELLO, J.M. 2006. Inventário Florestal, v. 1. Editora UFLA, Lavras.
- SOUZA, J.S., ESPÍRITO-SANTO, F.D.B., FONTES, M.A.L., OLIVEIRA FILHO, A.T. & BOTEZELLI, L. 2003. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG *Revista Árvore* 27:185-206.
- TER BRAAK, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationship 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 and redundancy analysis, version 2.1. Technical report LWA-88-2 TNO, Wageningen.
- TER BRAAK, C.J.F. 1995. Ordination. *In* Data analysis in community and landscape ecology (R.H.G. Jongman, C.J.F. Ter Braak & O.F.R. Van Tongeren, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p.91-173.
- TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca.
- VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- ZAR, J.H. 1996. Biostatistical analysis. 3rd ed., Prentice-Hall, New Jersey.