

# Biologia Geral e Experimental

Biol. Geral Exper., 11(2):13-23

29.xii.2011

## ESTRUTURA POPULACIONAL DA PALMEIRA *GEONOMA SCHOTTIANA* MART. (ARECACEAE) E DE SAMAMBAIAS ARBORESCENTES (CIATEACEAE, MONILOPHYTA) EMMATA CILIAR DE CERRADO EM MINAS GERAIS

*Lidiany Camila da Silva Carvalho*<sup>1</sup>  
*Evandro Luis Machado Mendonça*<sup>2</sup>  
*Anne Priscila Dias Gonzaga*<sup>3</sup>  
*Helaine de Souza*<sup>4</sup>

### RESUMO

O estudo descreve as estruturas populacionais da palmeira aricanga-do-brejo *Geonoma schottiana* (Arecaceae) e de samambaias arborescentes (Ciateaceae, Monilophyta) em mata galeria do cerrado de Minas Gerais, localizado no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (21°19'S, 44°59'W). Em ambas as margens do córrego foram registradas o número, altura, estrutura etária e distribuição espacial de indivíduos. *G. schottiana* apresentou homogeneidade no número de indivíduos em ambas as margens, na esquerda os indivíduos foram maiores e na direita a distribuição foi agregada (função K) na escala de distâncias 80-100 metros. Nas samambaias ciatéáceas o número de indivíduos foi maior na margem esquerda, a altura das plantas foi homogênea em ambas as margens e na esquerda o padrão de distribuição foi agregado (função K) na escala de distâncias 10-30 metros. Em ambas as plantas houve maior concentração de indivíduos na classe de menor tamanho. O número de indivíduos, tamanho, estrutura etária e as distribuições das palmeiras e samambaias da área estudada são discutidos em relação ao efeito de borda, abertura do dossel e dispersão de sementes e propágulos das plantas.

**Palavras-chave:** estrutura populacional, distribuição espacial, *Geonoma schottiana*, samambaias arborescentes, cerrado, Minas Gerais, Brasil.

### ABSTRACT

The study reports the population structure of the palm tree aricanga-do-brejo *Geonoma schottiana* (Arecaceae) and the tree fern (Ciateaceae, Monilophyta) in a gallery forest of the cerrado of Minas Gerais, located in the Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (21°19'S, 44°59'W). On both banks of the creek were registered the number, heights age structure and spatial distribution of the individuals. *G. schottiana* presented homogeneous number of individuals on both banks, in the left one the individuals were taller and in the right the distribution was aggregate (K function) in the scale of distance 80-100 meters. In the tree ferns the number of individuals was greater in the left bank, the height of the plants was homogeneous in both banks and in the left one the pattern of distribution was aggregate (K function) in the scale distance 10-30 meters. In both plants the individuals were concentrated in the class of lower height. The number of individuals, height, age structure and the distribution of the palm trees and ferns of the studied area are discussed in relation to the edge effect, canopy openness and the dispersion of seeds and plant propagules.

**Key words:** population structure, spatial distribution, *Geonoma schottiana*, tree ferns, cerrado, Minas Gerais, Brasil.

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Norte Fluminense, Laboratório de Ciências Ambientais e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Núcleo de Pesquisas de Roraima, Rua Cel. Pinto 315, Boa Vista, Rr lidycamila@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Engenharia Florestal.

<sup>3</sup> Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação, Departamento de Ciências Florestais.

<sup>4</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental Integrada.

## INTRODUÇÃO

### *Perfil teórico*

Dentre os parâmetros que descrevem as populações de plantas, o tamanho dos indivíduos, a estrutura etária e o número com que estes ocorrem nos habitats são importantes fatores para compreendermos como as comunidades interagem com o ambiente imediato. Habitats podem apresentar diferenças estruturais de diversos graus dentro de um mesmo ecossistema. Estas diferenças ocasionam interessantes casos de homogeneidades e heterogeneidades nos parâmetros populacionais, influenciados pelas variações nos fatores físicos e biológicos destes habitats, por exemplo, a entrada de luz e a abertura do dossel (Condit *et al.*, 2000; Hutchings, 1997; Jones *et al.*, 2007).

Para entendermos como estes parâmetros são inter-relacionados, é necessário também caracterizar os padrões de distribuição de plantas, os quais, por sua vez, são resultados da interação entre duas funções: a densidade de sementes dispersadas e a probabilidade de sobrevivência destas no tempo e no espaço. Nos habitats que ocupam, indivíduos de uma população podem estar distribuídos ao acaso, uniformes ou agregados, dependendo da escala de análise (Augspurger, 1983; Begon, 1996; Dale 1999; Ripley, 1977).

Dentre os ecossistemas brasileiros que apresentam alta diversidade e padrões heterogêneos de habitats, o cerrado oferece muitos ambientes para se estudar as características populacionais e distribuições de plantas. Por exemplo, neste ecossistema do Brasil Central temos as áreas abertas, as manchas de mata, os cerradões e as matas galerias que formam habitats distintos dentro do domínio. As plantas adaptadas a estas variações ambientais do cerrado também apresentam heterogeneidades nas estruturas de população e nos padrões de distribuição (Fernandes, 1997; Vanzolini, 1991).

### *Modelos*

Diversos grupos de plantas são bons modelos para se estudar variações ecológicas nos habitats. No contexto específico do domínio morfoclimático do cerrado, se destacam as samambaias arborescentes e as palmeiras das matas galerias, plantas que ocorrem em abundância neste habitat. As distribuições destas plantas estão relacionadas com a dispersão de propágulos, os efeitos de borda e luminosidade, topografia e estrutura da mata galeria, principalmente abertura do dossel (Svenning, 2001; Lima *et al.*, 2003; Furley & Ratter, 1988; Hay *et al.*, 2000; Windisch, 2002 (Tanner, 1983; Bittner & Breckle, 1995; Poulsen & Nielsen, 1995; Bernabe *et al.* 1999).

Para contribuir com o conhecimento da ecologia de plantas do cerrado, neste trabalho focamos especificamente um ambiente de mata galeria, descrevendo a estrutura da vegetação e as distribuições das palmeiras (família *Arecaceae*) e samambaias arborescentes monilófitas (família *Cyatheaceae*) que ocorrem neste habitat.

### *Questões e hipóteses deste estudo*

i) O número e a altura dos indivíduos das palmeiras e das samambaias variam entre as margens? A hipótese é que o número e a altura dos indivíduos de ambas as plantas são homogêneos entre as margens.

ii) Como pode ser caracterizado o dossel da área de estudo com relação à luminosidade? A hipótese é que a luminosidade na área de estudo é pouca, com abertura do dossel em torno de 20% ou menos, caracterizando dossel predominantemente fechado.

iii) Há relação entre a abertura do dossel e as variações topográficas na mata galeria? Há hipótese é que a abertura do dossel acompanha as variações altimétricas.

iv) Qual é o padrão de distribuição das palmeiras e samambaias na mata ciliar estudada? A hipótese, para ambas as plantas, é que as distribuições são ao acaso.

## MATERIALE MÉTODOS

**Área de estudo (Figura 1):** O trabalho foi realizado em mata galeria do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, município de Lavras, Minas Gerais (21°19'S, 44°59'W). A altitude varia entre 950-1.200 metros, em área de cerrado com vegetação fechada e aberta (Oliveira-Filho & Fluminham-Filho, 1999).

### Espécies estudadas:

i) *Geonoma schottiana* (Mart.) (Arecaceae) é uma palmeira popularmente conhecida como aricanga-do-brejo, aricanga-do-capão, aricanga-de-folha-miúda, guaricana ou ouricana (Lorenzi, 1996). É uma espécie de sub-bosque abundante nas florestas tropicais.

ii) Samambaias arborescentes amostradas (Ciateaceae, Monilophyta) (Tryon & Alice, 1982): *Alsophila sternbergii* (Sternb.) Conant, *Cyathea delgadii* Sternb., *C. phalerata* Mart., e *Sphaeropteris gardneri* (Hooker). São as espécies mais comuns de samambaias na área de estudo.

**Transectos:** Os transectos foram feitos em 840 metros com 2 m de largura nas duas margens da mata galeria do córrego Vilas Boas (Figura 1). Todos os indivíduos de *Geonoma schottiana* e da família Ciateaceae com altura superior a 1 metro foram contados e registrados em croquis. O registro das plantas formou um conjunto dentro de coordenadas  $xy$ , que serviu de base para a análise da distribuição espacial – função K, descrita na análise dos dados.

**Altimetria e abertura do dossel:** A cota altimétrica de cada ponto foi determinada a partir do desnível entre dois pontos, registrada com clinômetro, vara graduada e trena. A diferença de nível entre os pontos foram somados progressivamente à cota altimétrica do  $P_0$  que já era conhecida (1044 metros).

A abertura do dossel foi estimada pelo método de Braun-Blanquet (1979), escala visual de abundância que tem valores intermediários entre 0% para dossel totalmente fechado e 100% para dossel completamente aberto.

### Análises dos dados

As estatísticas das análises (parte) seguem os modelos desenvolvidos em Zar (1996).

**i) Número de indivíduos:** A significância das variações no número de indivíduos de *G. schottiana* e das ciateáceas entre as margens do córrego da mata galeria foram verificadas através de qui-quadrado.

**ii) Tamanho dos indivíduos e classes de tamanho:** As variações nas alturas dos indivíduos entre as margens do córrego da mata de galeria foram verificadas através do teste de t (Student). Os indivíduos foram distribuídos em classes de altura com 1 metro de intervalo, e plotados em coordenadas  $x$  y (mapa de vegetação), para testar a aleatoriedade da distribuição através da função K.

**iii) Altimetria e dossel:** A representação gráfica da cota altimétrica e da abertura do dossel foi feita através do programa Surfer Versão 5.0, Golden Software.

**iv) Distribuição das plantas:** Para análise da distribuição espacial dos indivíduos foi utilizada a função univariada K (Ripley, 1977). Esta função é uma adaptação da distribuição de Poisson. Quando utilizada em ecologia vegetal para verificar distribuição espacial de árvores, esta função descreve e analisa a variação média (variâncias) das distâncias entre árvores. O método consiste em registrar os indivíduos em escalas de distâncias (neste estudo utilizando-se transectos), posicionando-os em coordenadas  $x$  y. Se a distribuição espacial das duas plantas tiver padrões semelhantes, a diferença entre as funções serão próximas de zero.

Para testar a significância dos resultados, a cada medida da escala K foram feitas simulações Monte Carlo e determinado o envelope constituído pelos limites inferiores e superiores. Este procedimento é feito para verificar a aleatoriedade da distribuição (ao acaso) – Completa Aleatoriedade Espacial.

A verificação da hipótese foi feita através do padrão espacial gerado pelas simulações dentro do modelo de Completa Aleatoriedade Espacial. A hipótese de distribuição ao acaso é refutada quando

um padrão observado é posicionado fora dos envelopes de confiança (95%) das simulações (Mouer, 1993; Haase, 1995).

## RESULTADOS

### *Geonoma schottiana: número, altura e distância entre indivíduos*

Foram amostrados 86 indivíduos, 40 na margem esquerda do córrego e 46 na direita. A hipótese de homogeneidade no número de indivíduos entre as margens foi corroborada ( $\chi^2 = 0.42$ ,  $p > 0.05$ , g.l. = 1).

Em ambas as margens do córrego houve maior concentração de indivíduos na menor classe de tamanho, 1-2 metros (Figura 2). A hipótese de tamanhos homogêneos entre os indivíduos foi rejeitada, na margem esquerda foram maiores (esquerda  $2.28 \pm 1.31$  metros, direita  $1.61 \pm 0.80$  metros;  $t = 17.39$ ,  $p < 0.001$ , g.l. = 84).

A maior distância encontrada entre dois indivíduos foi 16.7 metros na margem esquerda do córrego e 16.4 metros na direita.

### *Ciateáceas: número, altura e distância entre indivíduos*

A assembléia das ciateáceas foi composta por 192 indivíduos, 67 na margem direita do córrego e 125 na esquerda. A hipótese de homogeneidade no número de indivíduos entre as margens foi rejeitada ( $\chi^2 = 17.52$ ,  $p < 0.05$ , g.l. = 1).

Houve maior concentração de indivíduos na classe de menor altura, embora na margem esquerda estivessem concentrados as ciateáceas mais altas que 9 metros (Figura 2). A hipótese de homogeneidade de altura dos indivíduos foi corroborada, as diferenças não foram significantes entre as margens (direita  $3.64 \pm 3.23$  metros, esquerda  $3.79 \pm 2.53$  metros;  $t = 0.77$ ,  $p > 0.05$ , g.l. = 190).

A maior distância encontrada entre indivíduos foi 37.2 metros na margem esquerda e 26.1 metros na direita.

### *Dossel e cota altimétrica*

A hipótese de que a abertura do dossel na mata galeria estudada seria em torno de 20% ou menos, evidenciando um dossel bem fechado, não foi corroborada. A abertura do dossel foi meio termo, com luminosidade em torno de 47%, embora houvesse locais mais abertos e fechados, com luminosidade 100% e 20% (Figura 3A).

A hipótese de que pudesse haver alguma relação entre cota altimétrica e abertura do dossel também não foi corroborada. Os gráficos mostram que à medida que a distância aumenta na mata galeria (até 900 metros), também aumenta proporcionalmente a altitude, entre 1045 - 1070 metros (Figura 3B). Porém, ao compararmos visualmente os gráficos (Figuras 3A e 3B), pode ser observado que a abertura do dossel não acompanha as variações topográficas, permanecendo sempre com o mesmo padrão, independentemente da altitude.

### *Distribuição espacial*

*Valores de K transformados* (Figuras 4A-4D): Os valores de K transformados, L, são observados numa linha entre coordenadas (Anjos, 1998): L é a variável dependente (y), as escalas de distâncias compõem a variável independente (x).

*Envelopes de confiança e interpretação do gráfico*: Os envelopes de confiança (95%), construídos ao redor dos valores esperados L através de simulações Monte Carlo, são identificados pelas linhas pontilhadas do gráfico. Se o valor K transformado, L, ultrapassar o envelope de confiança na escala positiva indica padrão agregado, se ultrapassar na escala negativa indica distribuição uniforme, e se oscilar dentro do envelope de confiança indica distribuição ao acaso (Câmara *et al.*, 1996; Biley & Gutrell, 1995).

*Hipóteses deste estudo*: Neste presente estudo, para aceitar a hipótese de distribuição ao acaso de cada planta, a linha que indica os valores de L em relação às escalas de distância (metros) deveria

permanecer dentro do envelope de confiança. Isto ocorreu no geral para as palmeiras e samambaias, porém houve inesperadas variações entre as margens para ambas as plantas.

*Palmeiras* (Figuras 4A, 4B): Para as palmeiras da margem esquerda do córrego os valores de K transformados, L, ficaram dentro do envelope de confiança 95%, denotando distribuição ao acaso. Na margem direita até a escala de distância de 85 metros os valores de L também permaneceram dentro do envelope de confiança, porém na escala de distância 85-100 metros os valores de L ultrapassaram o envelope de confiança, refutando-se neste caso a hipótese de distribuição ao acaso. Como estes valores de L foram positivos, isto denotou distribuição agregada das palmeiras para esta escala de 85-100 metros na margem direita.

*Ciateáceas* (Figuras 4C, 4D): Para as ciateáceas da margem direita do córrego os valores de K transformados, L, ficaram dentro do envelope de confiança 95%, denotando distribuição ao acaso. Na margem esquerda, porém, na escala de distância 10-30 metros os valores de L ultrapassaram o envelope de confiança, refutando-se neste caso a hipótese de distribuição ao acaso e adotando-se a hipótese de distribuição agregada, porque os valores foram positivos. Em escalas de distância maiores do que 30 metros os valores de L da margem esquerda permaneceram dentro do envelope de confiança, denotando distribuição ao acaso.

## DISCUSSÃO

### *Ciateáceas: número de indivíduos e o efeito de borda*

A diferença encontrada no número de ciateáceas entre as margens do córrego – maior na esquerda – poderia ser explicada pela heterogeneidade da mata ciliar e pelo efeito de borda. Pelo fato de a margem direita ter área maior e por estar mais em contato com a área externa do Parque, estes seriam fatores que contribuiriam para diminuir o número de indivíduos.

O efeito de borda pode ser definido como sendo alterações na composição e estrutura da vegetação nas margens de um fragmento (Forman & Grodon, 1986) – neste caso a mata galeria seria considerada um fragmento. Há relatos do efeito de borda em comunidades de pteridófitas, com redução na riqueza e abundância da margem para dentro da mata (Paciência & Prado, 2004). Fatores microclimáticos da borda – ventos, temperatura, umidade relativa, evapotranspiração – e os níveis de perturbações no ambiente são também importantes fontes de variação da riqueza e abundância das espécies (Matlack, 1994).

Com base em estudos sobre distribuição geográfica de ciateáceas em Minas Gerais, Sehnem (1977) destacou a necessidade de elevada umidade e sombreamento para que as ciateáceas possam se estabelecer. Outros relatos também enfatizam a importância da umidade no estabelecimento de pteridófitas (Ranal, 1995; Young & León, 1989; Page, 2002; Bhattarai *et al.*, 2004) e do efeito negativo da luz sobre a germinação, por exemplo, em *Cyathea delgadii* (Hiendlmeyer & Randi, 2007).

### *Geonoma schottiana e a altura do dossel*

Esta palmeira é típica de sub-bosque, então uma hipótese de competição por luz pode ser descartada. O que pode ter influenciado as diferenças de tamanho entre os indivíduos de ambas as margens pode ter sido o dossel mais baixo. Interessante é que este fato (dossel baixo) geralmente ocorre nas bordas dos fragmentos (Metzger *et al.*, 1997; Oliveira-Filho *et al.*, 1997; Harper *et al.*, 2005). Apesar disso, nós optamos por considerar que o número de indivíduos homogêneo em ambas as margens seria um indicativo de que o efeito de borda não estaria atuando, pelo menos não tanto quanto nós achamos que estaria nas samambaias.

### *Altura dos indivíduos e estrutura etária*

Nas populações de plantas quando em equilíbrio a proporção de plântulas prevalece e os jovens são

mais abundantes que os adultos. A ausência ou a baixa densidade de jovens indicam população em declínio (Primack & Rodrigues, 2001).

De acordo com estes critérios, a população de palmeiras deste estudo está equilibrada, com maior proporção de plântulas, seguida por jovens e adultos. Para as samambaias ciatéáceas houve maior proporção de indivíduos na classe de menor altura, indicando também um equilíbrio nas populações.

Schmitt (2007) ao estudar uma população da samambaia arborescente *Cyathea delgadii* no sul do Brasil, relatou que o maior número de indivíduos nas classes de menor altura pode ser um indicativo de que as condições edáficas e topográficas são favoráveis ao estabelecimento de novas plantas.

Resultados similares de distribuição em classes de altura de pteridófitas arborescentes foram obtidos também por diversos autores em diferentes regiões: Tanner (1983) para *Cyathea pubescens* (Mett. ex Kuhn), na Jamaica; Ortega (1984) para uma população de *Sphaeropteris senilis* (Klotzsch) R.M. Tryon, na Venezuela; Seiler (1984) para *Alsophila tryoniana* (Gastony) D.S. em El Salvador; Young & León (1989; 1991) e Poulsen & Nielsen (1995) para *Cyathea lasiosora* (Mett. ex Kuhn) no Peru, Nicholson (1997) para *Alsophila cuspidata* (Kunze) D.S. Conant no Peru, e Schmitt & Windisch (2005) para *Alsophila setosa* Kaulf no sul do Brasil.

#### ***Abertura do dossel***

A abertura do dossel da área de estudo variou entre 100% e 20%, mas ficando no meio termo entre 47% na maior parte da mata galeria. A literatura cita que quanto maior a abertura, menor é a abundância de indivíduos e estabelecimento de pteridófitas no geral (Filippini *et al.* 1999; Brum & Randi, 2002; Renner & Randi, 2004).

Na mata galeria estudada, a abertura do dossel estimada pode ter sido influenciado pela maneira em que foi realizada a coleta de dados, uma vez que foi feita apenas uma vez, durante o período de outono e

inverno, quando chove pouco. Nesta época a vegetação da mata galeria, que é estacional semidecidual, perde parte de suas folhas. Isso provavelmente proporcionou a estimativa de uma maior abertura do dossel que era simplesmente momentânea.

Para que possam ser feitas inferências mais concretas e confiáveis, bem como verificar estatisticamente as hipóteses, é preciso estimar a abertura do dossel também durante o verão, quando as chuvas são mais freqüentes na região e não se observa a perda de folhas como no inverno.

Com relação à independência da abertura do dossel e cota altimétrica, observado no presente estudo, este efeito de inter-relação deve ser mais evidente para grandes áreas que comportam diferentes tipos de vegetação, conforme relatado por Espírito-Santo *et al.* (2005), para uma floresta da Flona Tapajós, Pará. Santos *et al.* (2007) relatam que dependendo da cota altimétrica ocorre também diferenças na composição florística e estrutura etária de palmeiras, em estudo realizado no Parque Estadual Serra do Mar, Núcleo Virgínia. Este é um interessante aspecto que poderá ser abordado em futuros estudos na mata galeria do presente relato.

#### ***Distribuição ao acaso das ciatéáceas: diversidade de habitats, dispersão de sementes e propágulos***

Muitos estudos relatam padrões agregados de distribuição para diversas espécies de samambaias do gênero *Cyathea* (Arens, 1998; Schmitt, 2005; Schmitt, 2007, Lehn & Resende, 2007), mas neste estudo predominou a distribuição ao acaso das ciatéáceas.

Certamente a distribuição de samambaias é influenciada pela diversidade de habitats, porém outros fatores são igualmente importantes na distribuição destas pteridófitas, por exemplo, a produção, dispersão e germinação de sementes, e dispersão de propágulos. Espécies com capacidade de dispersão limitada concentram indivíduos em curtas distâncias, caracterizando um padrão agregado;

espécies com maior diversidade de mecanismos de dispersão têm distribuição ao acaso (Janzen, 1970; Connell, 1978; Augspurger, 1983; Hubbell, 1979; Condit *et al.* 2000; Grau, 2000; Levine & Murell, 2003).

***Distribuição ao acaso de Geonoma schottiana: agente dispersor de sementes e propágulos***

O mesmo padrão predominante de distribuição ao acaso das samambaias foi encontrado para *G. schottiana* neste estudo. Resultados similares de distribuição ao acaso foram relatados por Capretz (2004) para a palmeira *Syagrus romanzoffiana* (propágulos dispersos por pequenos roedores, e por Lima (2003) em seis espécies de palmeiras do cerrado.

Howe (1989) e Howe & Westley (1988) relatam que plantas com síndrome de dispersão zoocórica podem apresentar distribuição agregadas ou ao acaso de sementes, dependendo do comportamento do agente dispersor. Portanto, para compreender melhor o padrão de distribuição encontrado é importante o reconhecimento do agente dispersor bem como a observação de seu comportamento.

***Variações nas distribuições espaciais: escala geográfica***

Embora com distribuições predominantemente ao acaso nas duas plantas, *G. schottiana* foi agregada na margem direita, na escala de distância 85 – 100 metros; as ciateáceas foram agregadas na margem esquerda, na escala de distância 10 – 30 metros.

A variação encontrada no padrão de distribuição das palmeiras e samambaias deste estudo provavelmente tenha sido devido à escala geográfica da amostragem. As plantas podem ter formado pequenos agrupamentos ao longo da margem esquerda e interpretadas como agregações, mas é possível que numa escala maior os indivíduos possam apresentar distribuição ao acaso no conjunto.

**Agradecimentos:** Este estudo teve apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais e do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. Pelo apoio logístico e a autorização para a realização deste trabalho, nós agradecemos a Fundação Abraham Kasinski na pessoa da Engenheira Florestal MSc. Josina Aparecida de Carvalho Leite, Diretora do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito.

**Referências bibliográficas**

- Arens, N. C. & R. S. Allan, 1998. *Cyathea planadae*, a remarkable new creeping tree fern from Colombia, South America. **American Fern Journal** 88 (2): 49-59.
- Augspurger, C., 1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. **Ecology** 65 (6) 1705-1712.
- Bailey, T. C. & G. Tony, 1995. **Interactive Spatial Data Analysis**. Longman, Harlow, Essex, UK. 327 p.
- Begon M., J., L. Harper & C. R. Townsend, 1996. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3ª ed. Blackwell Scientific Publications London, U.K. 896 p.
- Bernabe, N., G. Williams-Linera, & M. Palacios-Rios, 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a Mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. **Biotropica** 31(1): 83-88.
- Bittner, J. & S. W. Breckle, 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. **American Fern Journal** 85(2): 37-42.
- Braun-Blanquet, J. 1979, **Fitosociologia – bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Rosario: H. Blume Ediciones. 820 p.
- Brum, F. M. R. & M. R. Aurea, 2002. High irradiance and temperature inhibit the germination of spores of the fern *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Dryopteridaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 25 (3): 391-396.
- Camara, G., C. M. S. Ricardo, M. F. Ubirajara & G. Ruan, 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics** 20(3): 395-403.
- Capretz, L. R. 2004. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análise de segunda ordem, como a função K de Ripley**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ecologia, Piracicaba, São Paulo, 93 p.
- Condit, R., W. Kristina, B. A. Stephanie, R. Pérez, R. B. Foster & S. P. Hubbell, 2000. Quantifying the deciduousness of tropical forest canopies under varying climates. **Journal of Vegetation Science** 11: 649-658.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science** 199 (4335): 1302-1310.

- Dalanesi, P. E., O. F. T. Ary & A. L. F. Marco, 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta botânica brasílica** 18(4): 737-757.
- Dale, M. R. T. 1999. **Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology**. Cambridge University Press, Cambridge. 340p.
- Dalling, J. M. 2002. **Ecology de semillas**. In Ecología y conservación de Bosques Neotropicales (M.R. Guariguata & G. H. Kattan, eds) 345-375p.
- Didhan, R. K. & L. H. John, 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica** 31(1): 17-30.
- Filippini, E. C. P., R. D. Sonia & M. R. Aurea, 1999. Light and storage in the germination of spores of *Dicksonia selowiana* (Presl.) Hook., Dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Botânica** 22 (1): 21-26.
- Forman, R. T. T. & R. Grodon, **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1986. 712 p.
- Grau, H. R. 2000. Regeneration patterns of *Cedrella lilloi* (Meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forests. **Journal Tropical Ecology** 16(2): 227-242.
- Haase, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K function: introduction and methods of edge correction. **Journal of Vegetation Science** 6: 575-582.
- Harper, K. A., S. M. Ellen, J. B. Philip, C. Jiquan, D. B. Kimberley, S. C. Sari, S. E. Eugénie, R. Dar, S. J. Malanding & E. Per-Anderson, 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology** 19(3): 768-782.
- Hiedlmeyer, R. & M. R. Aurea, 2007. Response of spores and young gametophytes of *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) and *Blechnum brasiliense* Desv. (Blechnaceae) to different light levels. **Acta botânica brasílica** 21(4): 909-915.
- Howe, H. F. & Westley, L. C., 1998. **Ecology of pollination and seed dispersal**. In: Crawley, M.J. (ed.) **Plant Ecology**. Blackwell Scientific Pub., Oxford. p. 262-283.
- Howe, H. F. 1989. Scatter-and-clump-dispersal and seedling demography: hypothesis and implications. **Oecologia** 79: 417-426.
- Hubbell, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science** 203 (4387): 1299-1309.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and number of tree species in tropical forest. **American Naturalist** 104 (940): 501-528.
- Lehn, C.R. & M. R. Ubirazilda, 2008. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. **Revista Biociência** 13(3-4): 188-195.
- Lellinger, D. B. 2002. **A modern multilingual glossary for Taxonomic Pteridology**. Pteridologia n° 3. Washington, American Fern Society. 262 p.
- Levine, J.M. & D. M. David, 2003. The community-level consequences of seed dispersal plants. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** 34: 549-574.
- Lima, W. P. 2003. **Relações hidrológicas em matas ciliares**. In: Henry, R. (Ed.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Rima Editora. 301-312 p.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Medeiros-Costa, J. T., Cerqueira & L. S. C., Behr, 1996. **Palmeiras no Brasil**. Nova Odessa, SP, Ed. Plantarum 303p.
- Macedougall, A. & K. Martim, 1992. The understory light regime and patterns of tree seedlings in tropical riparian forest patches. **Journal of Biogeography** 19: 667-675.
- Matlack, G. R. 1994. Vegetation dynamics of the forest edge – trends in space and successional time. **Journal of Ecology** 82: 113-123.
- Metzger, J. P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71 (1-3): 445-463.
- Mantovani, W. 1989. Conceituação e fatores condicionantes, pp 11-19. In **Anais do simpósio sobre mata ciliar** (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargill, Campinas.
- Mouer, M. 1993. Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. **Forest Science** 39(4):756 – 775.
- Nicholson, B. 1997. Observations on the distribution and diversity of trees in the Zona Reservada de Tambopata, Madre Rios, Peru. **Fern Gazette** 15 (5): 153-159.
- Oliveira-Filho, A. T., J. M. Márcio & R. S. S. José, 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil over a five-year period (1987-1992). **Plant Ecology** 13 (1): 45-66.
- Oliveira Filho, A. T., J. A. Renata, M. M. José & L. G. Manuel, 1994a. 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., A. V. Enivanis, A. C. Douglas & L. G. Manoel, 1994b. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brasil. **Journal of Tropical Ecology** 10 (4): 483-508.
- Oliveira-Filho, A. T. & F. F. Miguel, 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne** 5 (2): 51-64.
- Ortega, M. F. J. 1984. Notas sobre la autoecología de *Sphaeropteris senilis* (Kl.) Tryon (Cyatheaceae) en el Parque Nacional El Ávila. **Pittieria** 12: 31- 53.
- Paciencia, M. L. B. & P. Jefferson, 2004. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 641-653.
- Page, C. N. 1979. The diversity of ferns. An ecological perspective, pp. 10-56 In: **The experimental biology of the ferns**. (Dyer, A. F., Ed.). Academic Press, London.
- Poulsen A. D. & H. N. Ingvar. 1995. How many ferns are there in one hectare of Tropical Rain Forest Amer. **American Fern Journal** 85(1): 29-35.
- Primack, R. B. & R. Efrain, 2001. **Biologia da Conservação**. Editora Planta, Curitiba, Brasil. 126 p.

- Ranal, M. A. 1995. Estabelecimento De Pteridofitas Em Mata Mesófila Semidecídua do Estado de São Paulo. 2. Natureza Dos Substratos. **Revista Brasileira de Biologia** 55 (4): 583-594.
- Renner, G. D. R. & M. R. Aures, 2004. Effect of sucrose and irradiance on germination and early gametophyte growth of the endangered tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae). **Acta Botanica Brasilica** 18 (2): 375-390.
- Ribeiro, J. F. & M. T. W. Bruno, 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado, pp 89-166. *In: Cerrado: Ambiente e Flora*. (Sano, S.M. & S.P. Almeida, Eds.). Planaltina, D.F., Embrapa - Centro de Pesquisas Agropecuárias dos Cerrados, Ministério da Agricultura e do Abastecimento 556 p.
- Ridley, M. 2006. **Evolução**. 3a Ed. Porto Alegre, Artmed 752 p.
- Ripley, B. D. 1977. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society** série B (39): 172-212.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. São Paulo, Ed. Âmbito Cultural. 747 p.
- Rowlingson, B & P. Diggle, 2004. **Splancs: Spatial and Space-Time Point Pattern Analysis. R package version 2.01-15**.
- Schmitt, J. & G. W. Paulo, 2007. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botanica brasilica** 19(4): 859-865.
- Schmitt, J. & G. W. Paulo, 2007. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21 (3): 731-740.
- Sehnen, A. 1977. As filicíneas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. **Pesquisas, Série Botânica** 31: 1-108.
- Seiler, R. L. 1984. Trunk length and fronde size in a population of *Nephelea tryoniensis* from El Salvador. **American Fern Journal** 74: 105-107.
- Souza, A. F., F. R. Martins & D. M. Silva-Matos, 2001. Detecting ontogenetic stages of the palm *Attalea humilis* in fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Canadian Journal of Botany** 78:1227-1237.
- Svenning, J. C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest palms (Arecaceae). **The Botanic Review** 67 (1): 1-53.
- Tanner, E.V. J. 1983. Leaf demography and growth of tree fern *Cyathea pubescens* in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society** 87 (4): 213-227.
- Tryon, R. M. & F. T. Alice, 1982. **Ferns and allied plants, with special reference to tropical America**. Springer Verlag, 857p.
- Tuomisto, H. & D. P. Axel, 1996. Influence of edaphic specialization on the distribution of pteridophytes in neotropical forests. **Journal of Biogeography** 23: 283-293.
- Tuomisto H., R. Kalle, D. P. Axel, C. M. Robbin, C. Quintana, C. Gustavo & C. Jorge, 2002. Distribution and Diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. **Biotropica** 34(4): 516-533.
- Tuomisto, H., R. Kalle & Y. H. Markku, 2003. Dispersal, environment and floristic variation of western amazonian forest. **Science** 299 (5604): 241-244
- Windisch, P. G. 2002. Fern conservation in Brazil. **Fern Gazette** 16 (6): 295-300.
- Young K. R. & León B., 1989. Pteridophyte species diversity in the central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. **Brittonia** 41(4): 388-395.
- Zar, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey 718p.

Aceito em 17.iii.2011

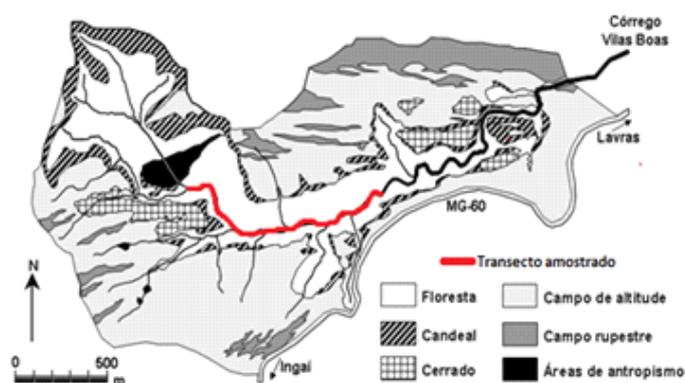


Figura 1. Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, Minas Gerais: distribuição dos tipos fisionômicos da vegetação e o transecto no Córrego Vilas Boas (Adaptado de Oliveira-Filho & Fluminhan, 1999).

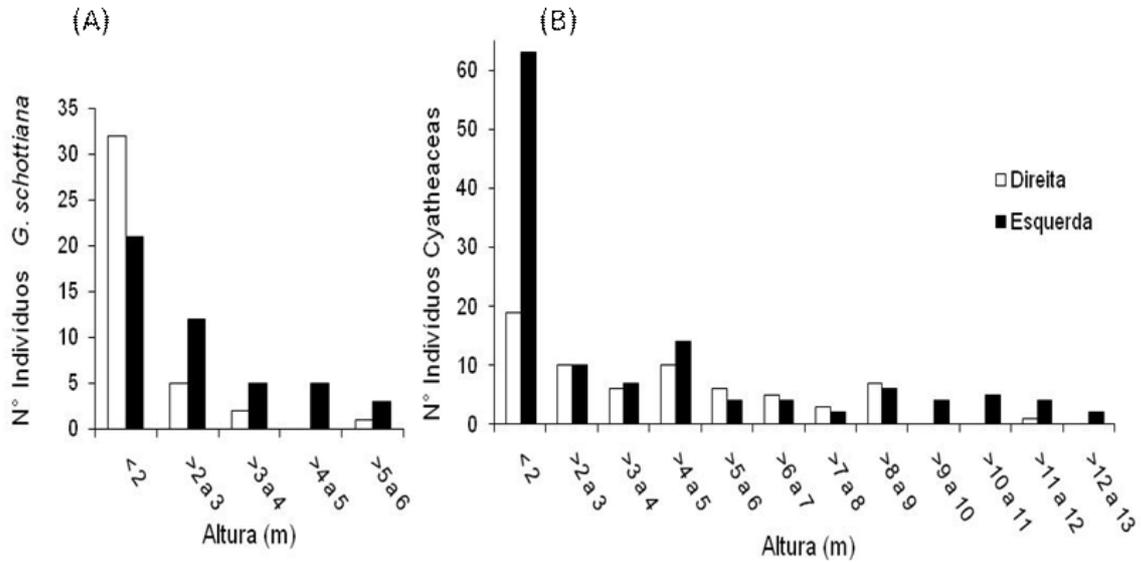


Figura 2. Classes de altura, *Geonomoma schottiana* (A) e ciatáceas (B), margens direita e esquerda, córrego Vilas Boas, Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito.

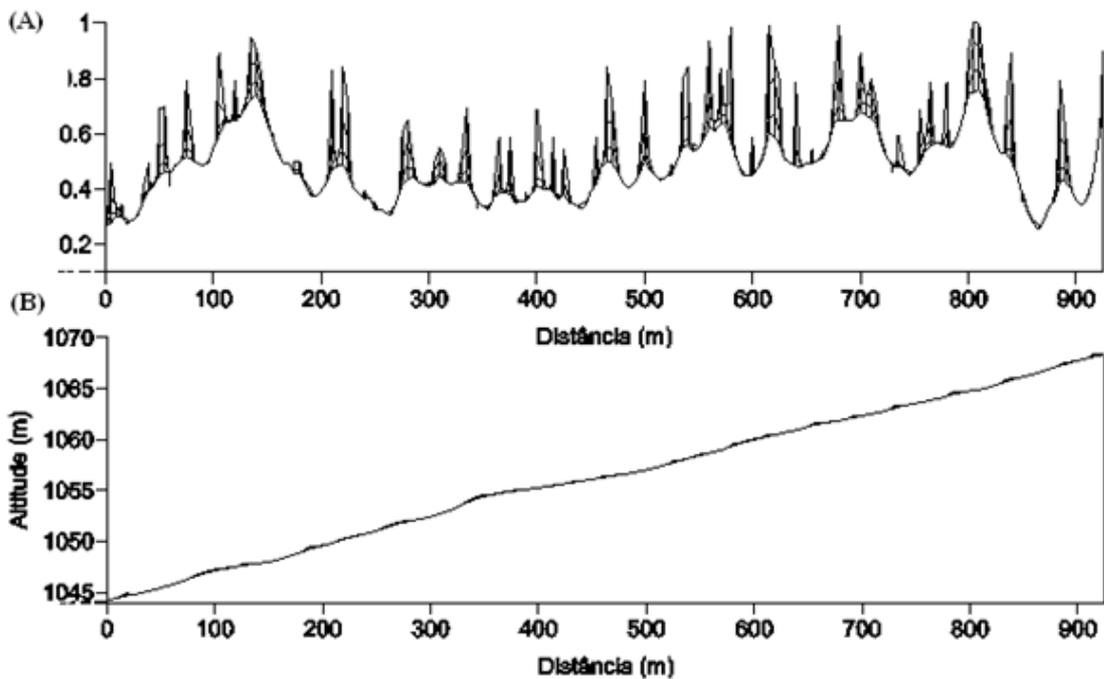


Figura 3. Abertura do dossel e (A) e cota altimétrica (B), mata galeria do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito.

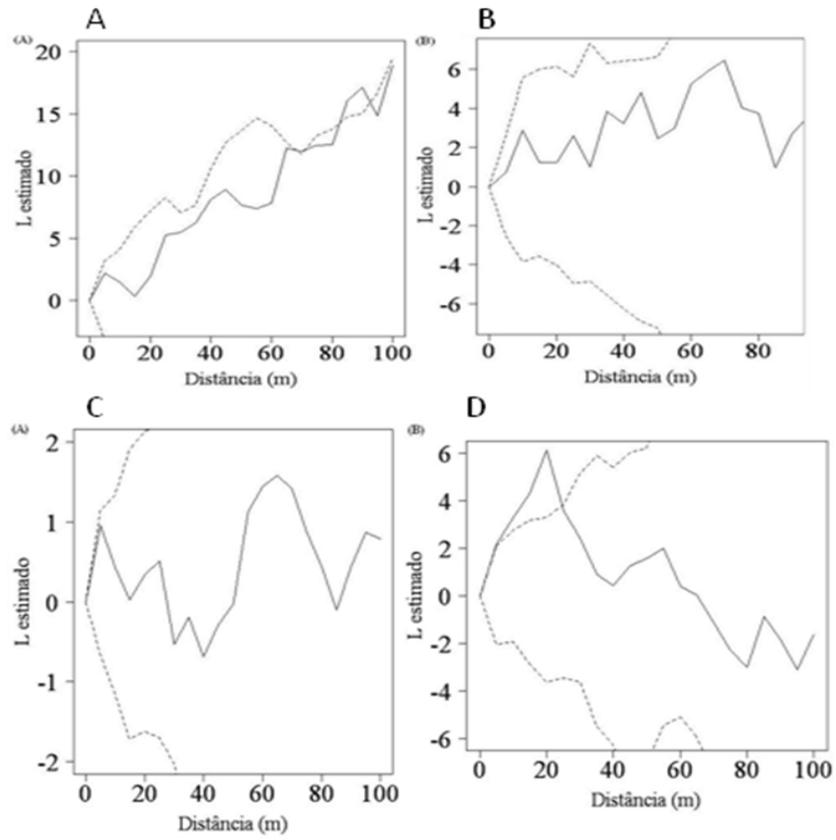


FIGURA 4 (A-D): Função K-Ripley: as linhas tracejadas indicam os envelopes de confiança para 95% - ciateáceas nas margens direita (A) e esquerda (B), *Geonoma schottiana* nas margens direita (C) e esquerda (D).