

# PADRÕES DE AUTO-CORRELAÇÃO ESPACIAL EM *Astrocaryum sciophilum* E *Selaginella parkeri* EM UMA MATA DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL

Bruno Rosado, Eduardo Martins, Flávia Colpas, Marisa Fonseca & Sandra Rojas

## 1. INTRODUÇÃO

Padrões de distribuição espacial aleatórios são raros na natureza, sendo que a maioria dos fenômenos possui alguma forma de estruturação no espaço (Rosenberg, 2001). A estruturação espacial de um dado fenômeno que se pretende estudar pode comprometer a independência entre unidades amostrais e, portanto, o número de graus de liberdade de uma análise. A independência entre unidades amostrais, no entanto, é um pressuposto comum nas análises estatísticas mas raramente é testada.

Na maioria dos estudos, a distância entre unidades amostrais é determinada com base em um julgamento subjetivo e frequentemente uma mesma pergunta é investigada com desenhos amostrais contrastantes. A distância entre ninhos de aves artificiais para avaliação da predação, por exemplo, varia de 25 m a 300 m na literatura (Andrén *et al.* 1985; Wilcove, 1985; Yahner & Wright 1985; Gibbs, 1991).

Estudos de autocorrelação espacial podem auxiliar na determinação da distância em que a dependência entre unidades amostrais ocorre. Existe autocorrelação, seja negativa ou positiva, quando é possível prever o valor que uma variável assume em um ponto de amostragem a partir do valor que a mesma variável assume em outro ponto de posição conhecida (Legendre & Fortin, 1989). Se a autocorrelação é positiva, a variável assume valores similares em dois pontos a uma dada distância e se for negativa, os valores são extremos opostos (Rosenberg 2001).

A análise de autocorrelação também é utilizada para a descrição da estrutura espacial, a qual constitui o primeiro passo para se gerar hipóteses sobre os processos dinâmicos que originam o padrão observado (Barot *et al.* 1999; Jeltsch *et al.* 1999). O padrão espacial encontrado depende, entre outras coisas, do tamanho da unidade amostral utilizada e do porte do organismo estudado (Rosenberg, 2001).

O objetivo do presente estudo foi descrever o padrão espacial de *Astrocaryum sciophilum* (Arecaceae) e *Selaginella parkeri* (Selaginellaceae), duas espécies vegetais com diferentes formas de vida, e com isso determinar: (1) a distância entre parcelas que garanta a independência estatística entre amostras (2) o efeito do tamanho da parcela na detecção de padrões espaciais de abundância dessas espécies em diferentes escalas.

## 2. MATERIAL & MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado em uma área de platô na reserva do Km 41 (02° 24' S; 58° 52' O), uma floresta contínua

pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, distante cerca de 80 Km de Manaus, AM. O dossel da floresta varia entre 30 e 37 m e possui emergentes com até de 55 m de altura (Gascon & Bierregaard, 2001). A média anual pluviométrica na região é de 2.000 mm e a temperatura média anual é de 26 °C (Gascon & Bierregaard, 2001).

### 2.2 ESPÉCIES ESTUDADAS

*Astrocaryum sciophilum* é uma palmeira acaule com folhas de até 7 m comprimento. Ocorre na Amazônia central e Guianas (Ribeiro *et al.*, 1999) e é muito frequente em vertentes e platôs na área de estudo (Soares Junior *et al.*, 2002). *Selaginella parkeri* é uma pteridófito terrestre creta, clonal, com caule articulado. Ocorre na América do Sul e é frequente em áreas de baixio (Ribeiro *et al.*, 1999).

### 2.3 COLETA DE DADOS

O número de indivíduos de cada espécie foi contado em uma área de 4 x 148 m, subdividida em duas linhas contíguas de parcelas de 2 x 2 m alinhadas ao longo do maior eixo. Cada caule de *Selaginella parkeri* foi considerado um indivíduo. Indivíduos de *Astrocaryum sciophilum* foram classificados em dois estádios ontogenéticos: (1) jovens: com limbo fundido, sem pinas separadas ou; (2) adultos: com pinas separadas.

### 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para verificar o efeito do tamanho da unidade amostral, foram realizadas análises considerando as parcelas de 2 x 2 m (para cada linha separadamente) e agrupando os dados de 4 dessas parcelas, formando assim parcelas de 4 x 4 m. O padrão espacial em cada caso foi analisado através do índice de correlação de Pearson e a existência de algum tipo de padrão na distribuição dos coeficientes de correlação foi testada através do teste Box-Ljung Q. As análises foram realizadas com o uso do módulo de autocorrelação temporal do Programa Statistica (1997).

## 3. RESULTADOS

A densidade de *Astrocaryum sciophilum* apresentou um coeficiente de variação expressivamente maior em parcelas de 2 x 2 m em comparação com parcelas de 4 x 4 m (Tabelas 1 e 2). O coeficiente de variação da densidade de *Selaginella parkeri* foi maior do que o de *Astrocaryum sciophilum* e foi comparativamente mais estável entre os tamanhos de parcela considerados (Tabelas 1 e 2).

Indivíduos de *A. sciophilum* jovens em parcelas de 4 x 4 m apresentaram um padrão agregado, com auto-correlação

significativa alternando entre valores positivos e negativos (Figura 1A). Os adultos dessa espécie e os indivíduos de *S. parkeri* apresentaram autocorrelação positiva significativa apenas nas menores de distâncias (Figura 1B).

Em todos os casos analisados foram encontrados resultados semelhantes entre as duas linhas de parcelas de 2 x 2 m (esquerda e direita). Tanto jovens como adultos de *A. sciophilum* não apresentaram autocorrelação significativa quando amostrados em parcelas de 2 x 2 m, o que indica uma distribuição aleatória dos indivíduos no espaço. Com o mesmo tamanho de parcela, *S. parkeri* apresentou autocorrelação positiva em distâncias de até 4 e 6 m na linha esquerda e direita, respectivamente.

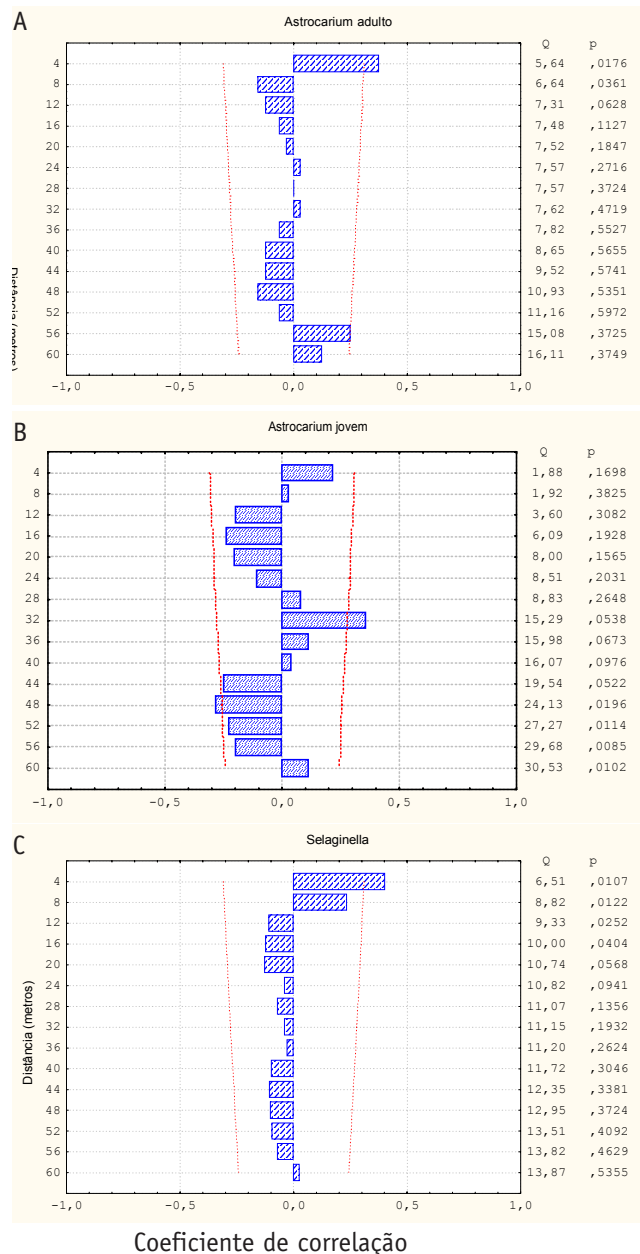
**Tabela 1:** Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) do número de indivíduos jovens e adultos de *Astrocaryum sciophilum* e *Selaginella parkeri* nas parcelas de 4 x 4 metros, em uma floresta de terra firme (N=37).

	Média	Mínimo	Máximo	CV(%)
<i>A. sciophilum</i> jovem	1,54	0	6	91,6
<i>A. sciophilum</i> adulto	1,00	0	4	94,0
<i>S. parkeri</i>	14,65	0	232	301,6

#### 4. DISCUSSÃO

Os tamanhos de parcela considerados afetaram a variação da abundância entre unidades amostrais no caso de *Astrocaryum sciophilum*, mas não foram tão importantes no caso de *Selaginella parkeri*. O aumento do coeficiente de variação da abundância de *A. sciophilum* em parcelas de 2 x 2 m possivelmente é decorrente de um grande número de parcelas sem qualquer indivíduo. No caso de *S. parkeri*, uma parcela de 2 x 2 m pode abranger tanto agrupamentos de indivíduos como áreas sem indivíduos, fazendo com que a variação seja igualmente alta nos dois tamanhos de parcelas considerados.

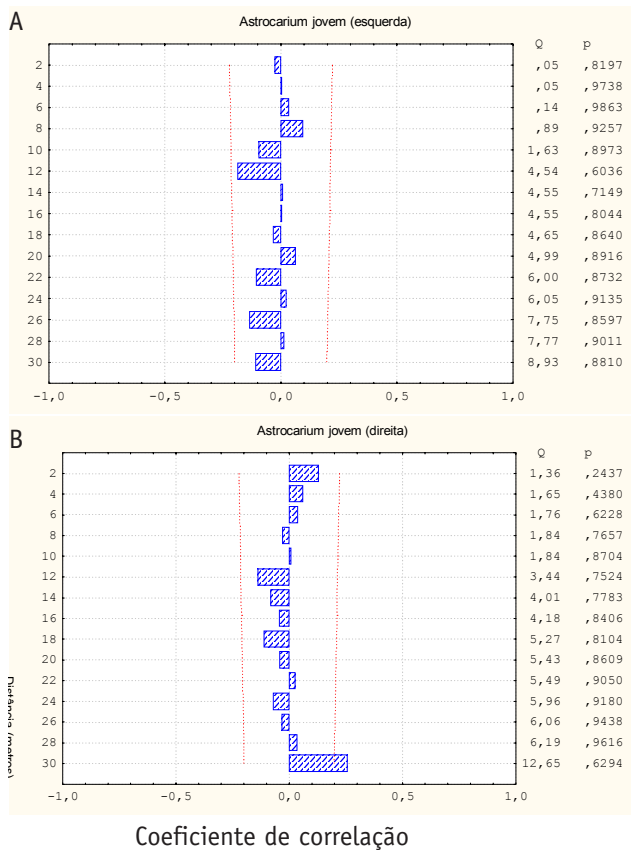
A alternância de índices de correlação negativos e positivos observada em jovens de *A. sciophilum* amostrados em parcelas de 4 x 4 m é um indicativo de um padrão agregado de distribuição (Fonseca *et al.*, 2004). Já a autocorrelação positiva apenas até 4 m observada em *A. sciophilum* adultos e em *S. parkeri* indica a ocorrência de



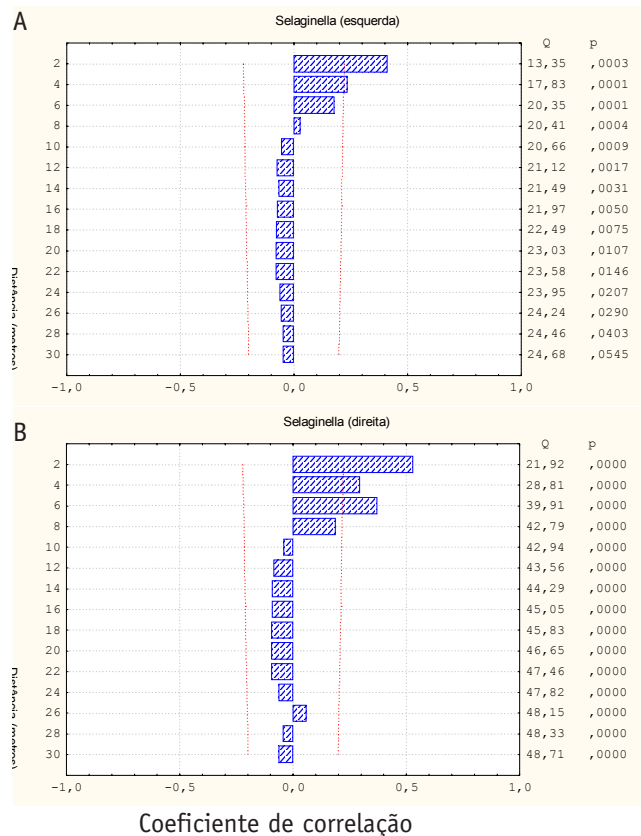
**Figura 1:** Correlograma das espécies estudadas em parcelas de 4 x 4 metros em uma floresta de terra firme, km 41. A. *Astrocaryum sciophilum* adulto. B. *Astrocaryum sciophilum* jovem. C. *Selaginella parkeri*.

**Tabela 2:** Média, amplitude e coeficiente de variação (CV) do número de indivíduos jovens e adultos de *Astrocaryum sciophilum* e *Selaginella parkeri* nas parcelas de 2 x 2 metros, em uma floresta de terra firme (N=74).

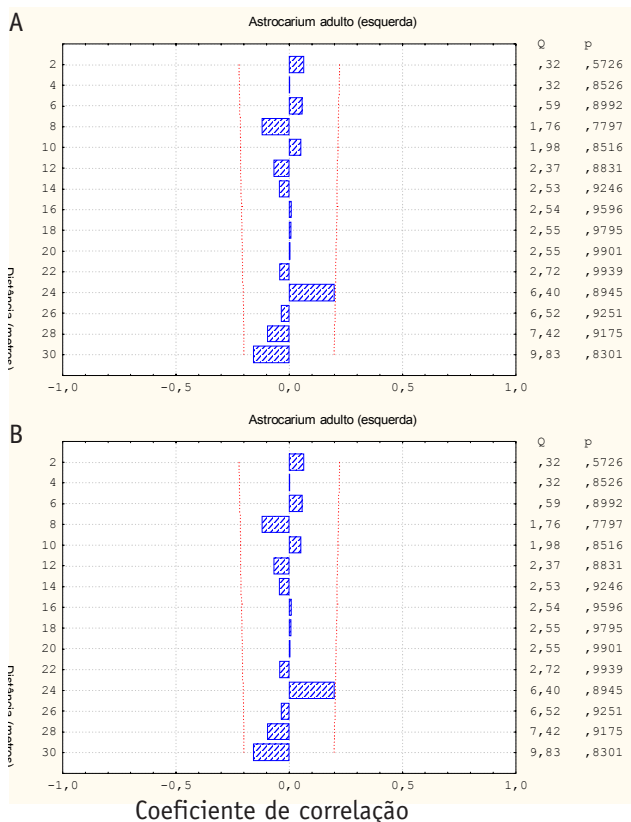
	Média	Mínimo	Máximo	CV(%)
<i>A. sciophilum</i> adulto (direita)	0,32	0	3	200,0
<i>A. sciophilum</i> adulto (esquerda)	0,23	0	2	208,7
<i>A. sciophilum</i> jovem (direita)	0,44	0	3	150,0
<i>A. sciophilum</i> jovem (esquerda)	0,27	0	2	174,1
<i>S. parkeri</i> (esquerda)	3,81	0	116	383,5
<i>S. parkeri</i> (direita)	3,41	0	80	346,0



**Figura 2:** Correlograma de *Astrocaryum sciophilum* jovem em parcelas de 2 x 2 metros em uma floresta de terra firme, km 41. A. Parcela à esquerda. B. Indivíduos à direita.



**Figura 4:** Correlograma de *Selaginella parkeri* em parcelas de 2 x 2 metros em uma floresta de terra firme, km 41. A. Parcela à esquerda. B. Indivíduos à direita.



**Figura 3:** Correlograma de *Astrocaryum sciophilum* adulto em parcelas de 2 x 2 metros em uma floresta de terra firme, km 41. A. Parcela à esquerda. B. Indivíduos à direita.

somente um grupo de indivíduos de cada uma das espécies na área amostrada. Assim, a amostragem de parcelas para o estudo desses indivíduos teria sua independência garantida a distâncias maiores que 4 metros e pelo menos até 148 m.

O padrão de agregação observado em *A. sciophilum* pode ser decorrente do comportamento de seus dispersores de sementes: são roedores estocadores tais como cutias que, ao enterrarem as sementes não predadas, podem eventualmente esquecê-las, de modo que estas podem germinar e originar novas plantas. Os altos coeficiente de variação observados para *S. parkeri* parecem ser relacionadas a um estabelecimento preferencial em áreas com maior disponibilidade de luz (F. Colpas, observação pessoal), resultando em uma grande variação da abundância no espaço. Adicionalmente, *S. parkeri* reproduz-se predominantemente por propagação vegetativa, o que provavelmente contribui para a agregação encontrada.

Quando se considera as parcelas de 2 x 2 m, não se observa padrões de correlação significativos para *A. sciophilum*, sejam de indivíduos jovens ou adultos, independentemente das linhas de parcelas consideradas. Esse resultado provavelmente se deve ao fato de que dificilmente se observa mais de um indivíduo dessa espécie em parcelas tão pequenas, o que prejudica a capacidade de detectar os agrupamentos existentes. Já *S. parkeri* revela um padrão bastante semelhante ao observado nas parcelas de 4 x 4 m,

indicando que a distribuição espacial desta espécie pode ser de fato predita com unidades amostrais menores devido ao menor porte da mesma.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Juruna pela ajuda na identificação das palmeiras do Paulo de Marco pela orientação e pela alegria contagiante.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrén, H.; P. Angerlstrom; E. Lindstrom, & P. Widen. 1985. Differences in predation pressures in relation to habitat fragmentation. *Oikos* 45: 273-277.
- Barot, S.; J. Gignoux, & J.C. Menaut, 1999. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analysis. *Ecology* 80: 1987-2005.
- Fonseca, M.G.; A.M.Z. Martini & E.M. Santos. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduous forests in Southeast Brazil *Journal of Vegetation Science* 15: 41-48.
- Gascon, C.; R.O., Bierregaard, 2001. The Biological Dynamics of Forest Fragments. The study site, experimental design, and research activity, 31-46. In: Lessons from Amazonia - The ecology and conservation of a fragmented forest. Bierregaard, R.O.; Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Mesquita, R.. Yale University, Michigan. EUA.
- Gibbs, J.P. 1991. Avian nest predation in tropical wet forest: an experimental study. *Oikos* 60: 155-161.
- Jeltsch, F.; K. Moloney & S.J. Milton, 1999. Detecting process from snapshot pattern: lessons from free spacing in the southern Kalahari. *Oikos* 85: 451-466.
- Legendre, P. & M.J. Fortin, 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- Ribeiro, J.E.L.; M.J.G. Hopkins; A. Vicentini; C.A. Sothers; M.A.S. Costa; J.M. Brito; M.A.D. Souza; L.H.P. Martins; L.G. Lohmann; P.A.C.L. Assunção; E.C. Pereira; C.F. Silva; M.R. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia da identificação plantas vasculares de uma floresta de terra-firme da Amazônia Central. Manaus, Inpa. 799p.
- Rosenberg, M. S. 2001. PASSAGE. Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis. Version 1.1. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, AZ.
- Soares Júnior, E.J.; L.H. Claro Júnior; A.F. Mendonça & Ocírio "Juruna". 2002. Estrutura das populações de três espécies de palmeiras em duas áreas florestais na Amazônia Central. II Curso Ecologia da Floresta Amazônica.
- StatSoft, Inc. (1997). STATISTICA for Windows [Computer program manual]. StatSoft, Inc, Tulsa, EUA.
- Wilcove, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66: 1211-1214.
- Yahner, R.H. & A.L. Wright. 1985. Depredation on artificial ground nests: effects of edge and plot age. *Journal of Wildlife Management* 49: 508-513.