

Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF

MARIA LUCIA MEIRELLES¹ e ALFREDO JOSÉ BARRETO LUIZ²

(accito em 18/02/95)

ABSTRACT - (Treespatial patterns in a cerrado near Brasília, DF). The spatial pattern of cerrado trees was studied on the Ecological Reserve of the Brasília University Experimental Farm. All trees in one hectare were mapped. The 18 species with more than 10 individuals were selected for the study of distribution. The Morisita and dispersion (variance/mean) indices were used to evaluate species distribution in square plots ranging from 16 m² to 1111 m². Two species (*Byrsonima coccolobifolia* and *Aspidosperma tomentosum*) presented a random distribution while the other chosen species showed a clumped distribution.

RESUMO - (Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF). Estudaram-se os padrões espaciais dos indivíduos das espécies pertencentes ao estrato arbóreo de um cerrado (sentido restrito) localizado na Reserva Ecológica da Fazenda Experimental da Universidade de Brasília. Foi feito o mapeamento de todos os indivíduos arbóreos existentes em uma área de 1 ha. As 18 espécies que apresentavam mais de 10 indivíduos na área foram selecionadas para o estudo de distribuição. Os índices de Morisita e de dispersão (variância/média) foram utilizados para o estudo de distribuição destas espécies em diferentes tamanhos de parcelas quadradas que variaram de 16 m² a 1111 m². Observaram-se duas espécies com padrão espacial aleatório (*Byrsonima coccolobifolia* e *Aspidosperma tomentosum*) e 16 com padrão agregado.

Key words - Tree spatial pattern, neotropical savanna, cerrado, Brazil

Introdução

Uma das poucas generalizações que pode ser feita em relação à estrutura vegetacional é sobre sua heterogeneidade espacial (Greig-Smith 1979). O desenvolvimento de métodos numéricos para estudos do padrão espacial de plantas tem contribuído bastante para este tipo de análise.

Os indivíduos de uma espécie em uma comunidade podem estar distribuídos na área ao acaso, em intervalos regulares ou agrupados, formando manchas. No primeiro caso seu padrão espacial é aleatório; no segundo é regular e no terceiro é agregado (Matteucci & Colma 1982). Desde a primeira observação do padrão não aleatório de plantas por Blackman (1935), vários outros estudos foram realizados, principalmente em florestas temperadas, demonstrando que o padrão agregado é o mais comumente observado (Kershaw 1958). Existe uma série de motivos que podem levar ao agrupamento dos indivíduos de uma população vegetal. Kershaw (1959) considerou que o padrão agregado ocorre relacionado a padrões morfológicos (características das espécies), sociológicos (relações entre as espécies)

ou fisiográficos (variações ambientais). O agrupamento causado por padrões morfológicos pode ocorrer devido à reprodução vegetativa ou à dispersão limitada de sementes e frutos a partir da planta-mãe. As relações sociológicas influenciam na formação de grupos devido a interações entre plantas ou animais. A ocorrência de diferentes micro-habitats em uma área e a maior adaptabilidade da população a um deles ocasiona um padrão agregado devido às variações ambientais presentes.

A maioria dos estudos fitossociológicos já realizados sobre as comunidades arbóreas do cerrado objetivou, basicamente, a determinação de variáveis relacionadas com a abundância de espécies (Ribeiro et al. 1985). Estudos que descrevam os padrões espaciais das populações (como os indivíduos se distribuem na comunidade) são raros no cerrado. Os existentes dão maior ênfase na detecção do padrão espacial do conjunto das árvores do que na detecção do padrão de cada população presente na comunidade (Silberbauer-Gottsberger & Eiten 1983, 1987). Também já foram realizados no cerrado alguns estudos interessados na detecção do padrão espacial de apenas uma determinada população arbórea (Moreira 1987, Dusi 1989, Oliveira et al. 1989). É necessário que novos estudos sejam feitos antes de se realizar qualquer generalização quanto aos padrões espaciais que as populações vegetais arbóreas apresentam no cerrado.

1. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Caixa Postal 08223, 73301-970 Planaltina, DF, Brasil.
2. CNPMA - EMBRAPA, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP, Brasil.

Existem vários tipos de amostragem e índices que podem ser utilizados na detecção dos padrões espaciais das populações arbóreas (Ludwig & Reynolds 1988). Quando a amostragem por parcela é utilizada, o levantamento deve ser feito com diferentes tamanhos de parcela, já que, no caso de uma espécie com padrão agregado, o tamanho da unidade amostral que conseguirá detectar este tipo de padrão espacial é influenciado pelo tamanho do grupo de indivíduos. Por exemplo, se os grupos têm padrão uniforme e utiliza-se uma parcela de tamanho bem maior que o dos grupos, poder-se-á concluir que a população apresenta padrão regular, quando, na verdade, apresenta um padrão agregado, onde os grupos de indivíduos é que estão arranjados regularmente. Logo, torna-se obrigatória a utilização de vários tamanhos de parcela para que o padrão agregado, caso ocorra, possa ser detectado (Kershaw 1973, Mateucci & Colma 1982).

O presente estudo tem como objetivo a detecção dos padrões espaciais predominantes em uma pequena escala em populações arbóreas de cerrado através da utilização de vários tamanhos de parcelas. Estas informações são uma contribuição para estudos futuros que visem a investigar as possíveis causas do padrão espacial.

Material e métodos

Foram identificadas e mapeadas todas as árvores presentes em um hectare de um cerrado sentido restrito (Eiten 1990), em Latossolo Vermelho Escuro, localizado na Reserva Ecológica da Fazenda Água Limpa (Fazenda Experimental da Universidade de Brasília) situada a 18 km a SW do centro de Brasília (15°57'S e 47°54'W). O levantamento foi realizado no mês de junho de 1979. O clima da região apresenta uma temperatura anual média em torno de 21°C sendo classificado como úmido a subúmido, com uma precipitação anual média de 1600 mm distribuída em um período seco que compreende os meses de maio a setembro e um período chuvoso, de outubro a abril (Villela 1990).

Foram considerados como árvores todos os indivíduos que apresentavam altura superior ou igual a 2 m (Ribeiro et al. 1983) ou diâmetro do tronco a 30 cm do solo superior ou igual a 7 cm. Este último critério permitiu que fossem também amostradas árvores com o tronco visualmente formado, mas que não tiveram crescimento vertical proporcional.

Foi selecionada uma área de 100 m x 100 m, correspondente a um cerrado (sentido restrito) em toda a sua extensão. Para cada indivíduo arbóreo presente na área, foi anotado o nome da espécie e foram medidos a altura e o diâmetro do tronco a 30 cm do solo. Para as espécies selecionadas para a análise do padrão espacial, foram calculados o valor de importância, densidade, frequência e área basal, absoluta e relativa (Cox 1970), tendo a parcela 10 m x 10 m como unidade amostral (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Optou-se por utilizar, dentre as várias existentes, a amostragem por parcela para a detecção do padrão espacial das populações selecionadas. Foi realizado o mapeamento de todos os indivíduos

arbóreos presentes na área. A análise do padrão espacial para diferentes tamanhos de parcela foi feita a partir deste mapeamento. A área possuía em duas de suas margens perpendiculares trevas que correspondiam aos eixos nos quais cada indivíduo foi posicionado e foram medidas as distâncias de cada árvore em relação a estes dois eixos.

Foram usados dois índices para a detecção do padrão espacial, já que o consenso nas análises é que indica com segurança o padrão a ser aceito (Usher 1975). Foram utilizados o ID, índice de dispersão (Ludwig & Reynolds 1988) e IM, índice de Morisita (Morisita 1959). Hurlbert (1990) considerou o ID como um dos mais recomendados para análise de padrão espacial, apresentando uma determinação satisfatória de aleatoriedade e agregação, desde que ocorra coincidência de resultados com outro índice, sendo o IM um dos mais indicados. Quando o ID ou IM é igual a 1 o padrão é aleatório, quando é menor que 1, é regular e quando é maior que 1, é agregado.

O IM foi calculado como segue:

$$IM = \frac{q \sum_{i=1}^q n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad \text{onde:}$$

q - número de parcelas

n_i - número de indivíduos na i -ésima parcela

N - número total de indivíduos amostrados

Para testar se o valor de IM obtido era igual a 1, isto é, a significância do afastamento do padrão espacial em relação à aleatoriedade, foi utilizado o teste estatístico F (Morisita 1959).

O ID corresponde à razão entre a variância e a média do número de indivíduos presentes em cada parcela. Se os indivíduos de uma determinada população têm padrão aleatório, os valores obtidos para todos os tamanhos de parcela serão significativamente iguais a 1. Para testar o nível de significância da semelhança do ID em relação a 1, usou-se o teste estatístico de qui-quadrado (χ^2) quando o número de parcelas estudadas era menor que 30. Quando o número de parcelas era igual ou maior que 30, o teste de significância foi feito por um índice estatístico (d) que corrige a distorção de utilização do c^2 para grandes amostras (Ludwig & Reynolds 1988), sendo:

$$d = \sqrt{\chi^2} - \sqrt{2(N-1) - 1} \quad \text{onde:}$$

χ^2 - qui-quadrado com dois graus de liberdade

Foi elaborado um programa computacional que tinha como entrada de dados a localização de cada árvore e fornecia, para os diferentes tamanhos de parcela escolhidos, os valores de ID e IM, com os respectivos níveis de significância. Foi estipulado que todas as parcelas seriam quadradas, já que a variação no formato da unidade amostral passaria a ser uma nova variável a ser considerada na análise dos resultados. Procurou-se obter tamanhos de parcela que permitissem amostrar a área com um todo, não deixando nenhum indivíduo fora da análise. Como se estudava o padrão espacial de adultos arbóreos em formação savânica, estipulou-se 4 m x 4 m (16m²) como o menor tamanho de parcela. As parcelas variaram gradativamente do tamanho de 4 m x 4 m até 33,3 m x 33,3 m (1111 m²) sendo selecionados 14 tamanhos de parcela. Para a análise do padrão espacial foram consideradas apenas as espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos na área. A análise de padrão espacial para diferentes tamanhos de parcela permitiu detectar com segurança quais as populações que apresentavam o padrão agregado (Morisita 1959, Kershaw 1973, Matteucci & Colma 1982).

Resultados e Discussão

Foram registradas 56 espécies de porte arbóreo. Entretanto, a análise do padrão espacial foi feita somente para 18 espécies não raras na área de estudo. Informações fitossociológicas destas populações são apresentadas na tabela 1. A coleta destas informações visou a caracterizar estas populações na área de estudo, em relação a determinadas variáveis fitossociológicas, informações que devem ser consideradas em comparações com estudos similares.

Estudos de padrão espacial foram realizados nos trópicos, todos eles utilizando-se de vários tamanhos de parcela. Hubbell (1979) estudou 61 espécies arbóreas de floresta seca (Guanacaste, Costa Rica), onde 44 espécies apresentavam padrão agregado e 17, aleatório. Greig-Smith (1979) observou que das oito espécies de árvores com maior abundância em uma savana da Nigéria, seis apresentaram padrão agrupado e duas, aleatório. San José et al. (1991) também obtiveram o padrão agregado como dominante para as populações de árvores em uma savana na Venezuela.

Para a região dos cerrados têm-se ainda poucos estudos sobre o padrão espacial que possam servir de comparação para os dados aqui obtidos. Moreira

(1987) obteve um padrão aleatório dos adultos de *Emmotum nitens*. Oliveira et al. (1989) encontraram um padrão agregado para *Kielmeyera coriacea*. Dusi (1989) detectou um padrão agregado para *Syagrus comosa* e *Syagrus flexuosa*. Silberbauer-Gottsberger & Eiten (1987), considerando todas as árvores presentes em 1ha de cerrado em Botucatu (SP), obtiveram um padrão agregado na escala 10 m x 10 m. Miranda (1991) analisou 14 populações arbóreas de uma savana amazônica de Alter-do-Chão (PA) utilizando 10 diferentes tamanhos de parcela e obteve 13 populações com padrão agregado e uma com padrão regular.

Na tabela 2 têm-se os valores de ID e IM obtidos no presente estudo, com indicação dos tamanhos de parcela em que os mesmos apresentam valores diferentes de 1. Todos os valores dos índices significativamente diferentes de 1 foram também maiores que 1. Valores maiores que 1 em pelo menos um dos tamanhos de parcela indicam que a população tem um padrão agregado. Apenas duas populações apresentaram padrão aleatório, *Aspidosperma tomentosum* e *Byrsonima coccolobifolia*. As outras dezesseis populações apresentaram padrão agregado. No geral, os resultados obtidos da aplicação dos dois índices foram bastante coincidentes.

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos das populações arbóreas estudadas em um cerrado (sentido restrito) da Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. N=número de indivíduos; FA=frequência absoluta (%); FR=frequência relativa (%); DA=densidade absoluta (n/100 m²); DR=densidade relativa (%); ABA=área basal absoluta (cm²/ha); ABR=área basal relativa (%); IVI=índice de valor de importância.

Espécie	N	FA	FR	DA	DR	ABA	ABR	IVI
<i>Ouratea hexasperma</i> (St.Hil.) Bail.	293	92	11,4	2,93	26,2	17011	18,7	56,3
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	64	51	6,4	0,64	5,6	6686	7,4	19,4
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	43	39	4,9	0,43	4,2	8408	9,3	18,4
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	65	40	5,0	0,65	5,1	2131	2,4	12,5
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Benth.	57	35	4,4	0,57	4,8	2159	2,4	11,6
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	41	34	4,3	0,41	3,5	1349	1,5	9,3
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) Peyr.	25	23	2,9	0,25	2,2	1780	2,0	7,1
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	25	21	2,6	0,25	2,4	1597	1,8	6,8
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	20	20	2,6	0,20	1,9	1165	1,3	5,6
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	17	16	2,0	0,17	1,5	819	0,9	4,4
<i>Bowdichia virgiloides</i> H. B. K.	12	11	1,4	0,12	1,1	2357	2,6	5,1
<i>Dalbergia miscolobium</i> Bentham	14	14	1,7	0,14	1,2	1961	2,2	5,1
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Spr.) Kunth	17	16	2,0	0,17	1,5	819	0,9	4,4
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	13	14	1,8	0,13	1,2	1117	1,2	4,2
<i>Conarus fulvus</i> Planch.	19	17	2,0	0,19	1,8	340	0,4	4,2
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	15	15	1,9	0,15	1,3	773	0,9	4,1
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	15	15	1,9	0,15	1,3	743	0,8	4,0
<i>Didymopanax macrocarpum</i> (C.R.S.) Scm.	14	14	1,8	0,14	1,3	743	0,8	3,9

Tabla 2. Valores obtidos em populações arbóreas de cerrado sensu stricto (Brasília, DF), para os índices de Morisita (IM) e de dispersão (ID). Os números assinalados apresentam valores maiores que 1 ($p < 0,05$), indicando padrão agregado.

Espécies	Ind.	Área (m ²)													
		16	25	31	39	51	70	100	123	156	204	278	400	625	1111
<i>Oureatea hexasperma</i>	IM	<u>1,6</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,2</u>	<u>1,3</u>	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>
	ID	<u>1,3</u>	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,6</u>	<u>1,8</u>	<u>1,9</u>	<u>1,9</u>	<u>2,0</u>	<u>2,6</u>	<u>2,6</u>	<u>4,3</u>
<i>Qualea parviflora</i>	IM	1,5	<u>1,8</u>	1,4	0,6	<u>1,9</u>	1,1	<u>1,5</u>	1,1	1,1	<u>1,3</u>	1,0	1,1	1,1	1,0
	ID	1,0	1,1	1,1	0,9	<u>1,3</u>	1,1	<u>1,3</u>	1,1	1,1	1,4	1,0	1,2	1,3	0,9
<i>Caryocar brasiliense</i>	IM	0,0	1,3	1,8	1,7	0,9	<u>2,1</u>	1,1	1,0	1,1	1,3	<u>1,3</u>	1,2	1,0	1,0
	ID	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	<u>1,3</u>	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,3	1,1	0,9
<i>Qualea grandiflora</i>	IM	<u>3,6</u>	<u>3,5</u>	<u>3,6</u>	<u>2,5</u>	<u>2,5</u>	<u>1,7</u>	<u>2,3</u>	<u>2,0</u>	<u>2,2</u>	<u>1,7</u>	<u>1,8</u>	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	1,1
	ID	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,3</u>	<u>1,8</u>	<u>1,8</u>	<u>2,2</u>	<u>2,0</u>	<u>2,5</u>	<u>2,0</u>	<u>2,8</u>	1,4
<i>Sclerolobium aureum</i>	IM	<u>4,3</u>	<u>2,5</u>	<u>3,2</u>	<u>2,6</u>	<u>2,7</u>	<u>3,4</u>	<u>2,4</u>	<u>2,3</u>	<u>2,4</u>	<u>3,0</u>	<u>1,9</u>	<u>2,0</u>	<u>1,6</u>	<u>1,3</u>
	ID	<u>1,3</u>	<u>1,2</u>	<u>1,4</u>	<u>1,3</u>	<u>1,5</u>	<u>1,9</u>	<u>1,8</u>	<u>1,9</u>	<u>2,2</u>	<u>3,3</u>	<u>2,4</u>	<u>3,4</u>	<u>3,7</u>	<u>3,2</u>
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	IM	1,5	1,5	0,4	0,2	0,7	1,2	1,3	1,1	1,2	0,8	1,2	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	1,0
	ID	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1	1,0	1,2	0,8	1,2	<u>1,5</u>	<u>2,1</u>	0,9
<i>Salacia crassifolia</i>	IM	<u>4,2</u>	2,7	2,2	2,6	2,0	1,0	1,0	0,5	1,3	0,8	1,0	0,8	0,8	0,9
	ID	<u>1,1</u>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8
<i>Láfoensia pacari</i>	IM	2,1	<u>4,0</u>	1,1	<u>3,4</u>	<u>3,3</u>	1,0	<u>2,3</u>	1,6	1,5	1,5	0,7	0,7	1,2	0,8
	ID	1,0	<u>1,2</u>	1,0	<u>1,2</u>	<u>1,3</u>	1,0	<u>1,3</u>	1,2	1,2	1,2	0,8	0,7	1,3	0,5
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	IM	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,8	0,5	0,8	0,3	0,3	0,9	0,9	0,9	1,0
	ID	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9	1,0
<i>Qualea multiflora</i>	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,5	<u>3,0</u>	<u>2,4</u>	1,4	<u>2,4</u>	<u>1,8</u>	1,4	<u>1,5</u>
	ID	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	<u>1,4</u>	1,3	1,1	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	1,4	<u>2,0</u>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	IM	0,0	0,0	0,0	3,9	<u>6,0</u>	2,2	1,5	2,4	<u>3,0</u>	1,5	0,5	1,5	<u>2,4</u>	1,1
	ID	1,0	1,0	1,0	1,1	<u>1,3</u>	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	1,2	<u>2,0</u>	1,1
<i>Dalbergia violacea</i>	IM	<u>6,9</u>	4,4	3,6	0,0	<u>4,3</u>	1,6	<u>3,3</u>	<u>3,6</u>	<u>3,5</u>	2,1	1,2	1,4	1,4	1,2
	ID	1,1	1,1	1,1	0,9	<u>1,2</u>	1,0	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	IM	0,0	2,9	0,0	0,0	1,4	0,0	1,5	0,6	0,4	1,4	1,3	0,7	0,7	1,1
	ID	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1	0,8	0,7	1,1
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	IM	<u>8,0</u>	0,0	4,1	3,3	2,5	1,8	0,0	<u>3,1</u>	2,5	1,9	1,4	0,6	1,6	0,9
	ID	<u>1,1</u>	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	0,8	1,3	1,3	1,2	1,3	0,8	1,5	0,9
<i>Connarus fulvus</i>	IM	0,0	<u>4,7</u>	1,9	1,5	<u>5,7</u>	1,7	<u>4,7</u>	1,4	1,5	<u>3,1</u>	<u>2,3</u>	<u>2,2</u>	1,2	<u>1,8</u>
	ID	1,0	1,2	1,0	1,0	<u>1,4</u>	1,1	<u>1,7</u>	1,1	1,1	<u>1,8</u>	<u>1,7</u>	<u>1,9</u>	1,3	<u>2,8</u>
<i>Erythroxylum suberosum</i>	IM	<u>5,2</u>	3,3	<u>5,4</u>	2,1	1,6	<u>3,6</u>	1,7	2,0	<u>3,2</u>	1,6	1,8	1,7	<u>2,1</u>	<u>1,7</u>
	ID	1,1	1,1	<u>1,2</u>	1,1	1,5	<u>1,3</u>	1,1	1,2	<u>1,5</u>	1,2	1,3	1,4	<u>2,1</u>	<u>2,4</u>
<i>Byrsonima crassa</i>	IM	0,0	0,0	0,0	<u>4,9</u>	0,0	2,7	0,9	<u>3,1</u>	<u>3,7</u>	1,9	<u>3,1</u>	<u>3,6</u>	<u>2,1</u>	<u>1,6</u>
	ID	1,0	1,0	1,0	<u>1,2</u>	1,0	1,2	1,0	<u>1,4</u>	<u>1,6</u>	1,2	<u>1,8</u>	<u>2,5</u>	<u>2,1</u>	<u>2,1</u>
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	<u>3,6</u>	0,0	1,1	1,6	0,5	0,9	1,1
	ID	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	<u>1,4</u>	0,8	1,0	1,2	0,7	0,9	1,1

Apesar de ter sido constatado o predomínio do padrão agregado, observou-se uma variação considerável no tamanho da parcela em que os grupamentos foram detectados. Kershaw (1959) considerou que o tamanho do grupo está relacionado com as causas que levaram ao grupamento. Logo, a tendência ao padrão espacial agregado, mostrada pelas populações arbóreas de cerrado aqui estudadas, não pode ser atribuída a um único fator ecológico.

Referências bibliográficas

- BLACKMAN, G.E. 1935. A study by statistical methods of the distribution of species in grassland. *Ann. Bot.* 49: 749-777.
- DUSI, R.L.M. 1989. Padrão espacial, estrutura de populações e associação de *Syagrus comosa* Mart. e *Syagrus flexuosa* Mart. (Palme) em cerrado no Jardim Botânico de Brasília, DF. Tese de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- EITEN, G. 1990. Vegetação do cerrado. In Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas (M.N. Pinto, org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.9-65.
- GREIG-SMITH, P. 1979. Pattern in vegetation. *J. Ecol.* 67: 755-779.
- HUBBELL, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.
- HURLBERT, S.H. 1990. Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos* 58: 257-271.
- KERSHAW, K. A. 1958. An investigation of the structure of a grassland community. I. The pattern of *Agrostis tenuis*. *J. Ecol.* 46: 571-592.
- KERSHAW, K.A. 1959. An investigation of the structure of a grassland community. II. The pattern of *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* and *Trifolium repens*. III Discussion and conclusions. *J. Ecol.* 47: 31-53.
- KERSHAW, K.A. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold, London.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York.
- MATTEUCCI, S.D. & COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington.
- MIRANDA, I.S. 1991. Estrutura e fenologia de uma comunidade arbórea da savana amazônica de Alter-do-Chão, Pará. Tese de mestrado, Fundação Universidade da Amazônia, Manaus.
- MOREIRA, A.G. 1987. Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers. (Icacinaeae) em um cerrado distrófico no Distrito Federal. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E* 2: 215-235.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York.
- OLIVEIRA, P.E.A.M., RIBEIRO, J.F. & GONZALES, M.I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. *Revta brasil. Bot.* 12: 39-47.
- RIBEIRO, J.F., SANO, S.M., MACEDO, J. & SILVA, J.A. 1983. Os principais tipos fisionômicos da vegetação da região dos cerrados. *Bolctim de Pesquisa* nº 21. EMBRAPA/CPAC, Planaltina.
- RIBEIRO, J.F., SILVA, J.C.S. & BATMANIAN, G.J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. *Revta brasil. Bot.* 8: 131-142.
- SAN JOSÉ, J.J., FARIÑAS, M.R. & ROSALES, J. 1991. Spatial patterns of trees and structuring factors in a Trachypogon Savanna of the Orinoco Llanos. *Biotropica* 23: 114-123.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & EITEN, G. 1983. Fitossociologia de um hectare de cerrado. *Brasil Florestal* 54: 55-70.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & EITEN, G. 1987. A hectare of cerrado. I. General aspects of the trees and thick-stemmed shrubs. *Phyton (Austria)* 27: 55-91.
- USHER, M.B. 1975. Analysis of pattern in real and artificial plant populations. *J. Ecol.* 63: 569-586.
- VILLELA, D.M. 1990. Resposta do estrato rasteiro de um cerrado à irrigação e à calagem. Tese de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.