



Influência do tamanho de parcela no cálculo da distribuição espacial de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng. e *Apuleia leiocarpa* J. F. Macbr em uma floresta estacional semidecidual

Aguida Beatriz Travaglia VIANA^{1*}, Carlos Moreira Miquelino Eleto TORRES²,
Liniker Fernandes da SILVA³, Samuel José Silva Soares da ROCHA¹

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

³ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

*E-mail: aguida.vianaufv@gmail.com

Recebido em abril/2017; Aceito em outubro/2017.

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar o comportamento dos índices de distribuição espacial das espécies *Anadenanthera peregrina* e *Apuleia leiocarpa*, em diferentes tamanhos de parcelas. Realizou-se um censo na Mata da Silvicultura, localizada em Viçosa, M.G. por meio do qual todos indivíduos das duas espécies, com DAP ≥ 20 cm, foram medidos e georreferenciados. Os dados foram agrupados em unidades amostrais de (10x10) m², (10x30) m², (10x50) m², (20x10) m², (20x30) m² e (20x50) m². O padrão de distribuição espacial das espécies foi identificado por meio dos índices de Payandeh (Pi), MacGuinnes (IGAi), Fracker e Brischle (Ki) e Morisita (IMi). Posteriormente, para cada tamanho de unidade amostral, selecionou-se aleatoriamente 10% do número total de parcelas e os índices foram calculados. Foram realizadas 10 repetições desse procedimento e a análise da distribuição espacial foi feita com base na média dos valores encontrados. O IGAi, Pi, e Ki foram diretamente proporcionais a área das parcelas e o IMi, inversamente proporcional. O IGAi apresentou as menores diferenças entre as médias das amostragens e os valores reais aferidos pelo censo. Diante disso, o IGAi foi o índice mais adequado para se estudar a distribuição espacial das espécies.

Palavra-chave: análise espacial de árvores, índice de Morisita, agregação.

Plot size influence in the spatial distribution calculation of *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng. and *Apuleia leiocarpa* J. F. Macbr in semideciduous seasonal forest

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the behavior of spatial distribution indexes of the species *Anadenanthera peregrina* and *Apuleia leiocarpa*, in different plot sizes. A forest census was carried out in the Mata da Silvicultura, located in Viçosa, M.G. through which all individuals of both species, with DBH ≥ 20 cm, were measured and georeferenced. The data were grouped into sampling units of (10x10) m², (10x30) m², (10x50) m², (20x10) m², (20x30) m² and (20x50) m². The spatial distribution pattern of the species was identified through the Payandeh (Pi), MacGuinnes (IGAi), Fracker and Brischle (Ki) and Morisita (IMi) indexes. Subsequently, for each sampling unit size, 10% of the total number of plots were randomly selected and the indexes were calculated. Ten replicates of this procedure were performed and the spatial analysis was done based on the average of the values found. The IGAi, Pi, and Ki were directly proportional to the plot area and the IMi, inversely proportional. The IGAi presented the smallest differences between the sampling means and the real value measured by the census. Noted that, it was clear that the IGAi was the most adequate index to study a spatial distribution of the species.

Keywords: tree spatial analysis, Morisita Index, aggregation.

1. INTRODUÇÃO

A área de cobertura vegetal desmatada no Brasil aumentou drasticamente em relação à área original (BRASIL, 2016). Um dos biomas mais afetados é o da Mata Atlântica, cuja área desmatada passou de 14.090 hectares no período de 2010-2011 para 18.266 hectares no período de 2013-2014 (BRASIL, 2016).

Frente a tal panorama, o bioma Mata Atlântica tem sido assunto de diversos estudos, como por exemplo Silva (2014) e Pinto et al. (2002) que visam à elaboração e a viabilidade de planos de manejo sustentáveis. No entanto, para que estes sejam definidos de forma a viabilizar a conservação da floresta, torna-se imprescindível conhecer os parâmetros quantitativos e qualitativos da mesma. Um dos parâmetros

quantitativos capaz de auxiliar na definição das práticas de manejo a serem adotadas é a distribuição espacial das espécies arbóreas (RODE et al., 2010).

Matteucci e Colma (1982) definiram padrão de distribuição espacial como a descrição quantitativa da distribuição horizontal de indivíduos de uma espécie dentro da comunidade vegetal. As espécies ou comunidades podem apresentar basicamente três padrões de distribuição espacial: aleatório, agregado ou regular. Estes que, de acordo com Araújo et al. (2014), podem indicar ou não relações de dependência espacial entre indivíduos da mesma espécie. O padrão agregado prevê tendências à atração espacial, já o padrão regular está intrinsecamente relacionado à repulsão

espacial e, conseqüentemente, o padrão aleatório remete à independência espacial.

Um dos principais métodos utilizado para descrever a distribuição espacial de indivíduos adultos de uma espécie envolve a amostragem em parcelas ou unidades amostrais da área definida. Krebs (1999) e Payandeh (1970) mostraram que o uso de técnicas relacionadas à utilização da amostragem para definir um padrão de distribuição espacial apresentou resultados influenciados pelo tamanho das unidades amostrais. Todavia, o índice desenvolvido por Morisita (1962) se revelou bastante eficiente, uma vez que é pouco influenciado pelo tamanho da amostra e independe da densidade populacional (KREBS, 1999; BROWER e ZAR, 1977).

Estudos têm mostrado que as informações sobre o padrão de distribuição espacial de espécies florestais podem ajudar a compreender o potencial silvicultural da espécie (ALMEIDA FILHO et al., 2015), podem esclarecer processos ecológicos das mesmas (ABREU et al., 2014), auxiliar no desenvolvimento de programas de conservação dos remanescentes florestais (NEGRINI et al., 2012) ou simplesmente esclarecer o padrão de distribuição espacial de uma espécie (ANJOS et al., 2004).

Diante disso, objetivou-se com o trabalho estudar a distribuição espacial de duas espécies florestais em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, M.G, por meio do comportamento dos índices de distribuição espacial baseados em diferentes tamanhos de parcela e, assim, verificar o índice e o tamanho de parcela mais adequado para expressar os padrões de distribuição espacial de espécies em inventários por amostragem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

Este estudo foi conduzido em um fragmento de 17 ha, de Floresta Estacional Semidecidual Montana (FIGUEIREDO et al., 2015) localizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa - MG. A área denominada como Mata da Silvicultura situa-se nas coordenadas são 42° 52' 30"W e 20° 46' 10"S. O clima local é do tipo Cwa, temperado quente, segundo a classificação de Köppen, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos (ALVARES et al., 2013). De acordo com Oliveira Junior & Dias (2005), as temperaturas médias máxima e mínima são de 26°C e 14°C, respectivamente e, a precipitação média anual está em torno de 1300 mm.

O tipo de solo de maior ocorrência nos topos e encostas das elevações é o Latossolo Vermelho-Amarelo Álico e nos terraços é o Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico (RESENDE et al., 1988). A topografia da região é bastante acidentada, variando de forte-ondulada a montanhosa. Na área onde o estudo foi realizado, as altitudes oscilam entre 680 e 760 m.

A Mata da Silvicultura encontra-se em estágio de regeneração natural secundária e o estágio sucessional pode ser considerado como transição do médio para o avançado (FIGUEIREDO et al., 2015). As espécies florestais *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng e *Apuleia leiocarpa* J. F. Macbr. foram escolhidas em função de sua importância no que tange ao estoque madeireiro total da Mata da Silvicultura, bem como a potencial utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros advindos das mesmas.

2.2. Coleta e análise dos dados

Os dados deste estudo foram obtidos por meio de um inventário 100 % em uma área de aproximadamente doze hectares. Todos os indivíduos com dap \geq 20 cm foram medidos e mapeados. O georreferenciamento foi realizado com o auxílio de um aparelho GPS cujo erro de precisão foi de \pm 3 metros. As árvores tiveram sua circunferência à altura do peito (dap), sua altura total (Ht) e altura do fuste (Hc) aferidas, com auxílio de uma fita métrica e hipsômetro Vertex, respectivamente. Esta coleta dos dados em campo foi realizada de acordo com o trabalho desenvolvido por Silva (2014).

A área de estudo foi dividida em subunidades de diversos tamanhos com o auxílio do software Arcgis em sua versão 10.4.1 (ESRI, 2012). As dimensões selecionadas foram parcelas de 10x10 m², 10x30 m², 10x50 m², 20x10 m², 20x30 m² e 20x50 m². Diante disso, o número total de parcelas obtidas em cada subdivisão foi de 1290, 645, 430, 258, 215 e 129, respectivamente.

Posteriormente, considerando o número de parcelas totais obtidas, foram calculados os índices de MacGuinnes, o de agregação de Fracker e Brischle, o de Payandeh e o de Morisita, sendo que os três primeiros índices foram calculados com o auxílio do software Mata Nativa 4 (CIENDEC, 2016). Em seguida, para cada um dos seis tamanhos de unidades amostrais estudadas, realizou-se 10 amostragens, selecionando-se aleatoriamente 10 % do número total de parcelas.

Para cada uma das amostragens foram calculados os quatro índices e realizada a análise da distribuição espacial das espécies com base na média dos valores encontrados.

O índice de MacGuinnes (IGA_i) determina o padrão de distribuição espacial das espécies considerando as densidades esperada e observada (MCGUINNES, 1934; CALEGÁRIO et al., 1993):

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i} \quad D_i = \frac{n_i}{UT} \quad d_i = -\ln\left(1 - \frac{U_i}{UT}\right)$$

em que: D_i = densidade observada da i -ésima espécie; d_i = densidade esperada da i -ésima espécie; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; u_i = número de unidades de amostra em que a i -ésima espécie ocorre; e uT = número total de unidades de amostras.

De posse dos resultados obtidos por meio deste índice, se $IGA_i < 1$, a espécie teve padrão de distribuição espacial uniforme; se $IGA_i = 1$, a espécie teve padrão de distribuição aleatório; se $1 < IGA_i \leq 2$, o padrão tendeu ao agrupamento; e $IGA_i > 2$, padrão de distribuição foi do tipo agregado ou agrupado.

O índice de Fracker e Brischle (K_i) foi calculado pela expressão (FRACKER; BRISCHLE, 1944):

$$K_i = |D_i - d_i| / d_i^2$$

em que: D_i = densidade observada da i -ésima espécie; e d_i = densidade esperada da i -ésima espécie.

Se $K_i \leq 0,15$, o padrão de distribuição espacial da espécie foi aleatório, se $0,15 < K_i \leq 1,0$, o padrão tendeu ao agrupamento; e se $K_i > 1,0$, o padrão foi agregado.

O índice de Payandeh (P_i), de acordo com Payandeh (1970), é baseado no cálculo da razão entre a variância do número de árvores por parcela e a média do número de árvores:

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i} \quad M_i = \frac{\sum_{j=1}^J n_{ij}}{u_T} \quad S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^J n_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^J n_{ij}\right)^2}{u_T - 1}$$

em que: S_i^2 = variância do número de árvores da i -ésima espécie; M_i = média do número de árvores da i -ésima espécie; n_{ij} = número de árvores da i -ésima espécie na j -ésima parcela; u_T = número total de parcelas amostradas; e $j = 1, 2, \dots, u_T$.

Para a interpretação dos resultados considerou-se que: se $P_i < 1,0$ indicou padrão aleatório; se $1 \leq P_i \leq 1,5$, indicou tendência ao agrupamento e; se $P_i > 1,5$, indicou agrupamento ou agregado.

O índice de Morisita (IM_i) nos permite conhecer a distribuição espacial dos indivíduos pertencentes a uma espécie com excelente qualidade na detecção do grau de dispersão, sendo pouco influenciado pelo tamanho da unidade de amostra (VIEIRA, 2015). A expressão a seguir foi utilizada para o cálculo deste índice:

$$IM_i = \frac{\sum_{j=1}^J n_{ij}(n_{ij}-1)}{n_i(n_i-1)} \cdot u_T;$$

em que: n_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima parcela; n_i = número total de indivíduos da i -ésima espécie; u_T = número total de parcelas; e $j = 1, 2, 3, \dots, u_T$.

Se $IM_i < 1,0$, inferiu-se que o padrão de distribuição espacial da i -ésima espécie foi uniforme ou regular; se $IM_i = 1,0$, o padrão de distribuição da i -ésima espécie foi aleatório; e se $IM_i > 1,0$, o padrão de distribuição espacial foi agregado, isto é, todos os indivíduos da espécie ocorreram em uma única parcela (SOUZA e SOARES, 2013).

3. RESULTADOS

Foram mensurados no censo um total de 155 árvores, sendo que 91 pertenceram à espécie *Anadenanthera peregrina* (7,58 árvores/ha) e 64 à espécie *Apuleia leiocarpa* (5,33 árvores/ha).

Considerando todos os índices de distribuição espacial estudados, para a espécie *A. peregrina*, no tamanho de parcela de 100m², 50% dos resultados mostraram que indivíduos da espécie se distribuíram espacialmente de forma agregada ou agrupada, 42,5% indicaram que os indivíduos tenderam ao agrupamento, 5% que estes se encontravam dispostos de maneira uniforme ou regular e 2,5% de forma aleatória. Para unidades amostrais de 200 m², 61,5% dos resultados obtidos revelaram que os indivíduos da espécie se distribuíram de forma agregada ou agrupada, 28,2% indicaram que os indivíduos de *A. peregrina* tenderam ao agrupamento, 5,15% que eles estavam distribuídos de maneira uniforme ou regular e 5,15% de modo aleatório (Tabela 1).

Por sua vez, para as áreas de parcelas de 300 m², 72,5% dos resultados revelaram que os indivíduos da referida

espécie se distribuíram espacialmente de forma agregada ou agrupada e 27,5% mostraram que estes tenderam ao agrupamento (Tabela 1).

Para unidades amostrais de 500 m², 87,5% dos resultados apontaram que os indivíduos da espécie supracitada se distribuíram de forma agregada ou agrupada e 12,5% que os indivíduos de *A. peregrina* tenderam ao agrupamento. Observou-se que 92,5% dos resultados indicaram que os indivíduos da espécie *A. peregrina* se distribuíram espacialmente de forma agregada ou agrupada e 7,5% dos resultados revelaram que estes indivíduos tenderam ao agrupamento, no caso de parcelas de 600 m² (Tabela 1).

Tabela1. Distribuição espacial de *A. peregrina* em % por área de unidade de amostra na Mata da Silvicultura, Viçosa, MG, Brasil.

Área (m ²)	Distribuição espacial (%)			
	Agregada/agrupada	Tendência ao agrupamento	Uniforme/regular	Aleatória
100	50,00	42,50	5,00	2,50
200	61,50	28,20	5,15	5,15
300	72,50	27,50	0,00	0,00
500	87,50	12,50	0,00	0,00
600	92,50	7,50	0,00	0,00
1000	87,50	5,00	5,00	2,50

Por sua vez, em parcelas de 1000 m², 87,5% dos resultados mostraram que os indivíduos da espécie supracitada se distribuíram de modo agregado ou agrupado, 5% que estes tenderam ao agrupamento, 5% indicaram que os indivíduos estavam dispostos de maneira uniforme ou regular e 2,5% de forma aleatória (Tabela 1).

Os resultados obtidos, tanto no censo quanto nas amostragens, apontaram que os índices de MacGuinnes, de agregação de Fracker e Brischle e de Payandeh foram diretamente proporcionais a área da parcela, como observado na (FIGURA 1(a,b,c)).

Já para o índice de Morisita, os resultados apontaram uma tendência contrária, ou seja, os valores do índice foram decrescentes com o aumento da área da parcela, tanto no censo quanto nas amostragens (FIGURA 1(d)).

Observou-se também que, para todos os índices estudados, quanto menor a área da parcela, mais próximas foram as médias das amostragens do valor real obtido pelo censo. Notou-se ainda que, de um modo geral, independentemente do tamanho da parcela, o índice de MacGuinnes apresentou as médias das amostragens mais próximas ao valor real encontrado no censo quando comparado aos demais índices.

No caso da *Apuleia leiocarpa*, considerando todos os índices estudados, em parcelas de 100m², 30% dos resultados indicaram que indivíduos da espécie se dispuseram em agregados ou em grupos, 40% indicaram que os indivíduos tenderam ao agrupamento, 17,0% que eles se encontravam de maneira uniforme ou regular e 13,0% de forma aleatória. Por sua vez, em parcelas de 200 m², 33,3% dos resultados obtidos revelaram que os indivíduos da referida espécie se distribuíram de forma agregada ou agrupada, 38,5% apontaram que os indivíduos se dispuseram tendendo ao agrupamento, 17,9% de maneira uniforme ou regular e 10,3% de modo aleatório.

Para parcelas de 300 m², 25% dos resultados revelaram que os indivíduos da espécie *A. leiocarpa* se distribuíram espacialmente de forma agregada ou agrupada, 37,5 % que eles tenderam ao agrupamento, 22,5% que os indivíduos se distribuíam de maneira uniforme ou regular e 15% de modo aleatório. Para unidades amostrais de 500 m², observou-se que 22,5% dos resultados indicaram que os indivíduos da espécie supracitada se distribuíram em agregados ou grupos, 42,5% mostraram que estes tenderam ao agrupamento, 20% que eles estavam dispostos de maneira uniforme ou regular e 15% de modo aleatório. Notou-se que 60% dos resultados

apontaram que os indivíduos da referida espécie se distribuíram espacialmente de forma agregada ou agrupada e 40% dos resultados indicaram que os indivíduos tenderam ao agrupamento, no caso de parcelas de 600 m². Em parcelas de 1000 m², 43,6% dos resultados revelaram que os indivíduos da espécie acima se distribuíram de forma agregada ou agrupada, 41% mostraram que os indivíduos tenderam ao agrupamento, 7,7% que estes se dispuseram de maneira uniforme ou regular e 7,7% de forma aleatória (Tabela 2).

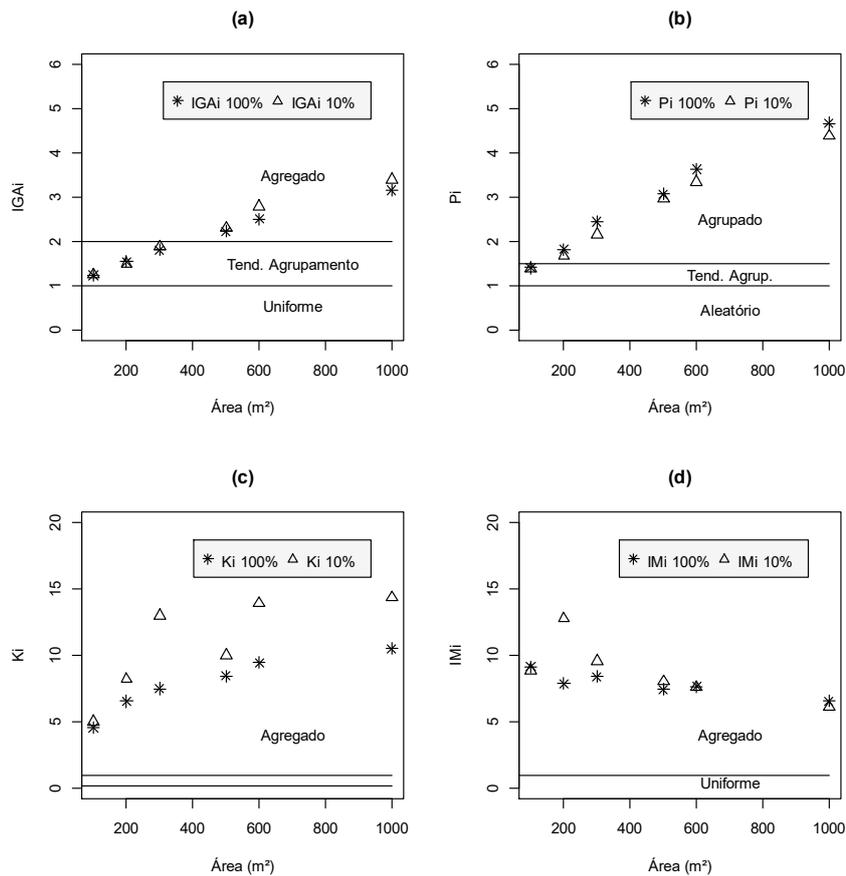


Figura 1. Comportamento dos valores obtidos no censo e as médias das amostragens dos índices de MacGuinness (a), Payandeh (b), Fracker e Brischle (c) e Morisita (d) para a espécie *Anadenanthera peregrina* em relação a diferentes áreas de parcelas em uma Floresta Estacional Semidecidual na região de Viçosa – MG.

Figure 1. Obtained values behavior in the census and the samplings averages of the MacGuinness (a), Payandeh (b), Fracker e Brischle (c) and Morisita (d) indexes for the specie *Anadenanthera peregrina* in relation to diferente sampling areas in a Semideciduous Seasonal Forest in the region of Viçosa– MG.

De um modo geral, tanto no censo quanto nas amostragens, os índices de MacGuinness, de agregação de Fracker e Brischle e de Payandeh foram diretamente proporcionais à área da parcela (FIGURAS 2 (a,b,c)).

No caso do índice de Morisita, os resultados revelaram que, tanto no censo quanto nas amostragens, os valores do índice foram decrescentes com o aumento da área da parcela (FIGURA 2 (d)).

Ficou evidente que, para todos os índices estudados, quanto menor a área da parcela, mais próximas foram as médias das amostragens do valor real obtido pelo censo. Além disso, independentemente do tamanho da parcela, o índice de MacGuinness apresentou as médias das amostragens mais próximas ao valor real encontrado no censo quando comparado aos demais (Tabela 3).

Tabela2. Distribuição espacial de *A. leiocarpa* em % por área de unidade de amostra na Mata da Silvicultura, Viçosa, MG,Brasil.

Table 2. Spatial distribution of *A. leiocarpa* in % by sampling unit area in the Mata da Silvicultura, Viçosa, MG, Brasil.

Área (m ²)	Distribuição espacial (%)			
	Agregada/agrupada	Tendência ao agrupamento	Uniforme/regular	Aleatória
100	30,00	40,00	17,00	13,00
200	33,30	38,50	17,90	10,30
300	25,00	37,50	22,50	15,00
500	22,50	42,50	20,00	15,00
600	60,00	40,00	0,00	0,00
1000	43,60	41,00	7,70	7,70

Tabela 3. Valores médios das amostragens e do censo dos índices de distribuição espacial para *A. peregrina* e *A. leiocarpa* na Mata da Silvicultura, Viçosa, MG, Brasil.

Table 3. Sampling and census mean values of spacial distribution of *A. peregrina* and *A. leiocarpa* in the Mata da Silvicultura, Viçosa, MG, Brazil.

E	Índice de distribuição espacial							
	IGA _i		P _i		K _i		IM _i	
	\bar{x}	C	\bar{x}	C	\bar{x}	C	\bar{x}	C
1	2,19	2,08	2,65	2,84	10,75	7,88	8,02	7,84
2	1,21	1,23	1,34	1,46	2,20	1,41	3,19	4,18

Em que: E = Espécie; 1- *A. peregrina*; 2 = *A. leiocarpa*; \bar{x} = Média; C= Censo.

4. DISCUSSÃO

Independentemente do método utilizado o padrão espacial das espécies *Anadenanthera peregrina* e *Apuleia leiocarpa* foi do tipo agregado ou tendendo ao agrupamento. Ushizima, Bernardi e Landim (2003) indicaram que este padrão de distribuição espacial é fortemente esperado para a maioria das espécies presentes em fitofisionomias de clima tropical. De acordo com Armesto et al. (1986), ao verificar o padrão espacial de espécies arbóreas em oito florestas temperadas e tropicais, ficou claro que a tendência ao agrupamento dos indivíduos das espécies era predominante em florestas

tropicais e os padrões do tipo aleatório e uniforme eram raros nas duas tipologias florestais.

O padrão de distribuição espacial do tipo agregado pode ser advindo de inúmeros processos ecológicos, como por exemplo, heterogeneidade do habitat, limitação da dispersão, competição intra ou interespecífica, recrutamento estocástico ou padrão de distribuição de sementes (CAPRETZ et al., 2012; SONG et al., 2017).

As espécies arbóreas apresentam diferentes padrões de dispersão de sementes. As espécies *A. leiocarpa* e *A. peregrina* apresentam padrões do tipo anemocórico e barocórico, respectivamente. O padrão de dispersão de sementes do tipo anemocórico, no qual os diásporos são dispersos através do vento, explicaria um padrão de distribuição espacial do tipo aleatório dos indivíduos de *A. leiocarpa*, entretanto os resultados apontaram uma distribuição espacial tendendo ao agrupamento. Este resultado também encontrado por Lindenmaier e Budke (2006), pode ser atribuído a diversos fatores como elevadas taxas de mortalidade dos indivíduos provenientes de perturbações antrópicas (FONSECA et al, 2004) ou pequenas taxas de produção de sementes dispersas através do vento (ROSETO et al., 2005).

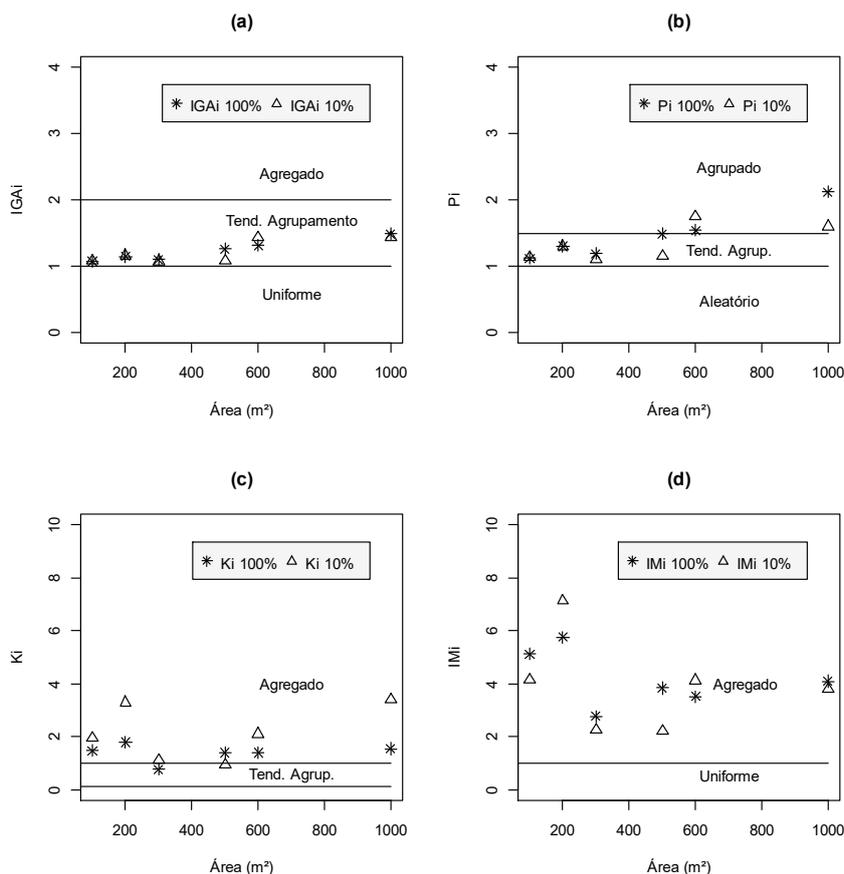


Figura 2. Comportamento dos valores obtidos no censo e as médias das amostragens dos índices de MacGuinness (a), Payandeh (b), Fracker e Brischle (c) e Morisita (d) para a espécie *Apuleia leiocarpa* em relação a diferentes áreas de parcelas em uma Floresta Estacional Semidecidual na região de Viçosa – MG.

Figure 2. Obtained values behavior in the census and the samplings averages of the MacGuinness (a), Payandeh (b), Fracker e Brischle (c) and Morisita (d) indexes for the specie *Apuleia leiocarpa* in relation to diferente sampling areas in a Semideciduous Seasonal Forest in the region of Viçosa– MG.

Já para a espécie *A. peregrina*, as características de distribuição de propágulos do padrão barocórico culminam em elevadas taxas de germinação nas áreas mais próximas as

árvores-matrizes, o que resulta em um padrão de distribuição espacial do tipo agregado. Em áreas mais afastadas da planta de origem, esses processos são menores (BARBOUR, BURK

E PITTS, 1987, NEGRINI et al., 2012), o que explica algumas variações dos padrões de distribuição espacial destas espécies em uniforme ou aleatórios.

Para explicar o padrão de distribuição agregada de uma espécie deve se considerar também a heterogeneidade das condições edáficas do local, como textura, profundidade, fertilidade e disponibilidade hídrica do solo (HARIDASAN, 2005). As condições topográficas e edáficas são importantes fatores de distribuição das espécies (QIN et al., 2017). Além disso, distúrbios naturais, conforme relatado por Mendes Júnior et al. (2009), também podem levar ao agrupamento de indivíduos. Saavedra et al. (2017) observaram que os padrões espaciais mudaram de aleatório para agrupado ao longo do ciclo de regeneração após distúrbio. Este fato pode ser entendido como uma estratégia da espécie de se estabelecer com grande quantidade de indivíduos em áreas que sofreram alguma perturbação (SAAVEDRA et al., 2017).

Outro fator importante que resulta na tendência ao agrupamento de indivíduos de uma espécie é o acúmulo de grandes quantidades de sementes em determinados locais. Portanto, esperam-se taxas de germinação maiores nestes ambientes em relação aos demais e, deste modo, os indivíduos ficariam dispostos de forma agrupada no espaço (BARBOUR, BURK e PITTS, 1987).

Em 56,25% das observações, tanto no censo quanto nas amostragens, os valores dos índices de MacGuinnes e de Payandeh foram diretamente proporcionais a área das parcelas, uma vez que ter-se-á um menor número total de amostras.

No caso do índice de MacGuinnes, um menor número de amostras resultará em uma maior densidade observada da espécie e, conseqüentemente, um maior valor de IGAi. Para o índice de Payandeh, um menor número de amostras, ocasionará uma maior variância do número de árvores da espécie e, conseqüentemente, um maior valor de Pi.

Em 62,5% das observações, os valores do índice de agregação de Fracker e Brischle obtidos no censo foram diretamente proporcionais a área das parcelas pelo fato deste índice, assim como o de MacGuinnes, considerar medidas de densidade. Todavia, em 37,5% das observações, verificou-se o inverso nas amostragens, devido ao método aleatório da seleção de parcelas, o que pode ter favorecido a escolha de um maior número de unidades amostrais com ausência de indivíduos.

Em relação ao índice de Morisita, 87,5% das observações mostraram que os resultados obtidos tanto no censo quanto nas amostragens de algumas espécies, podem ser elucidados pelo fato de que quanto maior a área da parcela, menor será o número de unidades amostrais aferidas e com isso, menor será o valor do índice (IMi).

Para a *A. peregrina* em parcela de 200 m² e para a *A. leiocarpa* em parcelas de 200m² e 1000m², o índice de Morisita não pôde ser determinado nas amostragens. Segundo Amaral et al. (2015) isso ocorrerá quando houver apenas um ou nenhum indivíduo registrado na soma de todas as parcelas do inventário florestal amostral, o que resultará no denominador e numerador para o índice iguais a zero.

5. CONCLUSÕES

Os índices de MacGuinnes, de Payandeh e de Fracker e Brischle foram diretamente proporcionais ao tamanho da parcela e o índice de Morisita foi inversamente proporcional.

As espécies *Anadenanthera peregrina* e *Apuleia leiocarpa* distribuem espacialmente tendendo ao agrupamento ou em forma de agregados.

O índice considerado mais adequado para se estudar a distribuição espacial em inventários por amostragem foi o Índice de MacGuinnes.

O tamanho de parcela mais adequado para estudos de distribuição espacial é de 100 m².

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos profissionais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, pelo auxílio, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, J. C.; GUEDES, M. C.; GUEDES, A. C. L.; BATISTA, E. das m. Estrutura e distribuição espacial de *Andirobeiras* (*Carapa* spp.) em floresta de várzea do estuário amazônico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 1009-1019, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509816614>
- ALMEIDA FILHO, R. L. S.; DE PAULA, A.; BARRETO, P. A.; SOARES FILHO, A. O.; AMORIM, C. H. F.; NOVAIS, D. B. Distribuição espacial de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Fabaceae/Mimosoideae) em uma Floresta Estacional Decidual em Vitória da Conquista, BA, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 49-53, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AMARAL, M. K.; PÉLLICO NETTO, S.; LINGNAU, C.; FIGUEIREDO FILHO, A. Evaluation og the Morisita index para determination of the spatial distribution of species in a fragment of araucaria forest. **Applied Ecology and Environmental Research**, Budapeste, v. 12, n. 2, p. 361-372, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aecr/1302_361372
- ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; SANTOS, A. C. M. C. dos; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da Araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 36-45, 2004.
- ARAÚJO, E. J. G.; DAVID, H. C.; PÉLLICO NETTO, S.; MORAIS, V. A.; SCOLFORO, J. R. S. Padrão espacial de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual. **Revista de Ciências Agrárias**, Belem, v. 57, n. 2, p. 166-171, 2014.
- ARMESTO, J. J.; MITCHELL, J. D.; VILLAGRAN, C. A comparison of spatial patterns of trees in some tropical and temperate forests. **Biotropica**, Lawrence, v. 18, n. 1, p. 1-11, 1986.
- BARBOUR, M. G.; BURK, J. H.; PITTS, W. D. **Terrestrial plant ecology**. 2 ed. Menlo-Park: Benjamin/Cummings Publishing Company. 1987. 634p.

- BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **Estoque das florestas**. 1ª ed. Brasília. 2016. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/estoque-das-florestas>>. Acesso em 2 de set de 2016.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 1 ed. Dubuque: Wm. C. Brown Company. 1977. 194p.
- CALEGÁRIO, N.; SOUZA, A. L. de; MARANGON, L. C.; SILVA, A. F. da. Estimativas de Parâmetros de Distribuição e de Associação de Espécies Vegetais Nativas Regeneradas no sub-bosque de Eucalyptus, no Município de Belo Oriente, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 146-161, 1993.
- CAPRETZ, R. L.; BATISTA, J. L. F.; SOTOMAYOR, J. F. M.; CUNHA, C. R. da; NICOLETTI, M. F.; RODRIGUES, R. R. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 551-565, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050986622>
- CIENTEC. **Software Mata Nativa 4: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec, 2016. Disponível em: www.matanativa.com.br. Acesso em: 16 fevereiro 2016.
- ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS Professional GIS for the desktop**, version 10.1. Software. 2012.
- FIGUEIREDO, L. T. M. de; SOARES, C. P. B.; SOUSA, A. L. de; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. da. Dinâmica do estoque de carbono em fuste de árvores de uma floresta estacional semidecidual. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 161-167, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521011529>.
- FONSECA, M. G.; MARTINI, A. M. Z.; SANTOS, F. A. M. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduous forests in Southeast Brazil. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 1, p. 41-48, 2004.
- FRACKER, S.; BRISCHLE, H. Measuring the local distribution of shrubs. **Ecology**, Washington, v. 25, p. 283-303, 1944.
- HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Ed.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 73-92.
- HAY, J. D. et al. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, D.F. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 341-347. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042000000300008>.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2 ed. British Columbia: University of British Columbia, Addison Wesley Longman. 1999. 620 p.
- LINDENMAIER, D. de S.; BUDKE, J.C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas Botânicas**, n. 57, p. 193-216, 2006.
- MCGUINNES, W. G. The relation between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semiarid region. **Ecology**, Washington, v. 15, n. 3, p. 263-283, 1934.
- MATTEUCCI, W. G.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington: OEA. 1982. 168p.
- MENDES JUNIOR, I. J. do H.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; ALVES JUNIOR, F. T.; SILVA, E. A.; CÉSPEDES, G. H. G. Distribuição espacial, diversidade florística e regeneração de uma área de Caatinga após 20 anos de corte. In: IX JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2009, Recife. Anais... Recife: EDUFRPE, 2009.
- MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Japan, v. 4, n. 1, p. 1-7. 1962.
- NEGRINI, M.; AGUIAR, M. D.; VIEIRA, C. T.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 919-930. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500014>
- OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, jan. /fev., p. 9-15, 2005.
- PAYANDEH, B. Comparison of methods for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, Bethesda, v. 16, n. 3, p. 312-317, 1970.
- PINTO, A. C. M.; SOUZA, A. L. de; SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C.; MINETTE, L. J.; VALE, A. B. do. Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 459-466, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400008>.
- QIN, H.; DONG, G.; ZHANG, Y.; ZHANG, F.; WANG, M. Patterns of species and phylogenetic diversity of *Pinus tabulaeformis* forests in the eastern Loess Plateau, China. **Forest Ecology and Management**, v. 394, n. Supplement C, p. 42-51, 15 jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.030>
- RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações**. Brasília: Ministério da Agricultura; Lavras: Ufla/Faep, 1988. 83 p.
- RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do A.; GALVÃO, F. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 255-268, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v40i2.17821>
- ROSETO, V.; ARAÚJO, J. S.; SFAIR, J. C.; LATINI, A. O.; **Avaliação da distribuição espacial de espécies arbóreas em um fragmento de Cerrado do município de Itirapina, SP**. 2005. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/nc211/2005/R2-b.pdf>.
- SAAVEDRA, F.; HENSEN, I.; QUEVEDO, A. A.; NEUSCHULZ, E. L.; SCHLEUNING, M. Seed-deposition and recruitment patterns of *Clusia* species in a disturbed tropical montane forest in Bolivia. **Acta**

- Oecologica**, v. 85, n. Supplement C, p. 85–92, 1 nov. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.09.013>
- SILVA, L. F. **Proposta de manejo florestal sustentável em nível de árvores individuais em uma floresta estacional semidecidual**. 2014. 69f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.
- SONG, H.; XU, Y.; HAO, J.; ZHAO, B.; GUO, D.; SHAO, H. Investigating distribution pattern of species in a warm-temperate conifer-broadleaved-mixed forest in China for sustainably utilizing forest and soils. **Science of The Total Environment**, v. 578, p. 81–89, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.218>
- SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 322p.
- VIEIRA, D. S. **Padrão espacial de espécies arbóreas no Baixo Rio Tapajós**. 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.
- USHIZIMA, T. M.; BERNARDI, J. V. E.; LANDIM, P. M. B. Estudo da distribuição espacial do angico (*Anadenanthera peregrina*) na floresta estadual "Edmundo Navarro de Andrade" – Rio Claro, Sp, Brasil, empregando metodologia geoestatística. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 59-73, 2003.