

ASSOCIAÇÕES ESPACIAIS ENTRE INDIVÍDUOS DE DIFERENTES ESPÉCIES DE *Miconia* spp. RUIZ & PAV. (MELASTOMATACEAE)¹

Pedro Higuchi², Ana Carolina da Silva², Eduardo van den Berg³ e Daniel Salgado Pifano⁴

RESUMO – Este estudo avaliou as associações espaciais de indivíduos pertencentes a todas as espécies arbóreas do gênero *Miconia* presentes no sub-bosque de um plantio experimental de espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*. Como o gênero *Miconia* possui a maioria das espécies pioneiras, a hipótese testada foi de que os pares de espécies analisadas apresentam indivíduos com sobreposição total ou parcial de *habitat*. Considerando o histórico da área, é possível supor que todos os indivíduos se regeneraram a partir da chuva e do banco de sementes. Foi estabelecido um transecto cruzando a área de estudo no sentido de seu maior comprimento, a partir do qual foram determinadas as coordenadas dos indivíduos do gênero *Miconia* com DAS (diâmetro medido na altura do solo) maior ou igual a 1 cm. As associações espaciais entre os indivíduos das diferentes espécies foram analisadas por meio da função K de Ripley bivariada. Foram amostrados indivíduos de *Miconia pepericarpa* DC., *Miconia sellowiana* Naudin, *Miconia albicans* Triana, *Miconia argyrophylla* DC., *Miconia chartacea* Triana e *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin. De forma geral, os resultados demonstraram ausência de associação espacial negativa entre os pares das espécies, indicando que os indivíduos de *Miconia* spp. compartilham parcial ou totalmente o mesmo espaço no sub-bosque de um plantio de eucalipto. Os resultados obtidos, apesar de não poderem ser extrapolados para outras espécies, corroboram a ideia de que algumas espécies pioneiras tendem a coexistir, em florestas tropicais, em áreas onde há maior disponibilidade de luz.

Palavras-chave: Função K de Ripley, Nicho ecológico e Relações espaciais.

SPATIAL ASSOCIATION AMONG INDIVIDUALS OF DIFFERENT SPECIES OF *Miconia* RUIZ & PAV spp. (MELASTOMATACEAE)

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate spatial association of individuals of all genus *Miconia* spp. tree species established in the understory of an experimental plantation of *Eucalyptus* and *Corymbia* species. As most *Miconia* species are considered pioneers species, the tested hypothesis was that the analyzed species pairs presented individuals with total or partial habitat overlapping. Considering the history of the area, it is possible to assume that all individuals regenerate from the rain and the seed bank. It was established a transect crossing the study area toward its longest length from where it was determined the coordinates of individuals from *Miconia* genus with DSL (diameter at soil level) greater or equal to 1 cm. Spatial association among individual from different species were analyzed through bivariate Ripley's K function. It was sampled the following species: *Miconia pepericarpa* DC., *Miconia sellowiana* Naudin, *Miconia albicans* Triana, *Miconia argyrophylla* DC., *Miconia chartacea* Triana and *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin. Overall, the results demonstrated the lack of negative spatial association between species pairs, indicating that *Miconia* spp. individuals share partially or totally the same space in a eucalyptus plantation understory. Although the results cannot be extrapolated to other species, they support the idea that some pioneer species tend to coexist in tropical forests, in areas with high light availability.

Keywords: Ecological niche, Ripley's K function and Spatial relations.

¹ Recebido em 21.11.2008 e aceito para publicação em 14.04.2011.

² Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Brasil. E-mail: <higuchip@gmail.com> e <carol_sil4@yahoo.com.br>.

³ Universidade Federal de Lavras, UFLA, Brasil. E-mail: <eduardo.lavras@gmail.com>.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras, UFLA, Brasil. E-mail: <danielfloristico@yahoo.com.br>.

1. INTRODUÇÃO

Em ecossistemas florestais, as espécies arbóreas apresentam indivíduos que se distribuem no espaço em função da heterogeneidade ambiental (STOYAN; PENTTINEM, 2000), da síndrome de dispersão (CONDIT et al. 2000) e de processos dependentes da densidade de indivíduos (HUBBEL, 2005), como por exemplo, a herbivoria e a competição. Nos fragmentos florestais, indivíduos de espécies exigentes em luz, como aquelas do início do processo de sucessão, tendem a ocorrer agrupados nas áreas de clareiras e bordas, formando, assim, um mosaico constituído por trechos em diferentes estádios sucessionais. O gênero *Miconia*, pertencente à família Melastomataceae, se destaca por apresentar elevado número de espécies e indivíduos que ocorrem em áreas com maior luminosidade e em diferentes fisionomias florestais. Além disso, as espécies deste gênero são consideradas espécies-chave por produzir grande quantidade de frutos consumidos pela fauna, sendo consideradas importantes para a conservação de fragmentos florestais.

A análise da associação espacial entre indivíduos arbóreos é uma importante ferramenta para o entendimento da ecologia de populações e de comunidades, subsidiando estratégias de conservação e, ou, de manejo sustentável de espécies arbóreas. A relação espacial interespecífica entre indivíduos pode revelar informações relevantes sobre exigências por um mesmo hábitat, partição do hábitat e exclusão competitiva.

Observações sobre esses aspectos normalmente são feitas a partir da avaliação de como duas espécies estão espacialmente distribuídas em uma área: espécies segregadas (dissociadas), agregadas (associadas) ou sem associação espacial. Dentre os métodos que podem ser utilizados para responder essa questão, destaca-se a função K-bivaria de Ripley (COOMES et al., 1999). Neste método, duas espécies, *i* e *j*, são segregadas quando observamos um número menor de indivíduos da espécie *j* em torno de plantas da espécie *i*, do que poderia ser esperado para uma distribuição totalmente aleatória. Agregação é definida semelhantemente, mas envolve um excesso, ao invés de um *déficit*, de indivíduos heteroespecíficos (RIPLEY, 1981; COOMES et al., 1999).

O grau da associação é dependente da escala espacial analisada (PENNINGGS et al., 2003). Por exemplo, duas espécies podem apresentar associação positiva em pequena escala espacial, mas não exibir associação

em escalas maiores. Devido às plantas interagirem primeiramente com seus vizinhos mais próximos, a agregação de indivíduos em uma pequena escala espacial (e.g. uma área de um círculo cujo raio tenha 30 m) pode ser um indicativo de interação direta interespecífica, no caso de coexistência de indivíduos de espécies diferentes, ou intra-específica, no caso de coexistência de indivíduos da mesma espécie (HUBBEL et al., 2001). A segregação de espécies pode resultar da competição entre vizinhos, o que diminuiria a chance de espécies que demandem recursos similares coexistirem em um mesmo espaço (PACALA; SILANDER, 1990), ou da exigência de diferentes *habitats*.

No Brasil, pouco tem sido feito a respeito do maior entendimento das interações inter e intra-específica de espécies florestais. No presente estudo, foi analisado se existe e em que escala pode ser detectada associações espaciais interespecíficas positivas ou negativas entre indivíduos das espécies do gênero *Miconia* no sub-bosque de um plantio experimental de eucalipto. O foco dado a essas espécies se deve às razões já expostas anteriormente e por ser um dos gêneros de maior abundância na área em questão. Considerando o fato de que o gênero *Miconia* possui a maioria das espécies pioneiras (ELLISON et al., 1993), apresentando assim exigências ambientais semelhantes, a hipótese testada foi de que os pares de espécies analisadas apresentam indivíduos com sobreposição total ou parcial de habitat, o que indicaria associação espacial positiva (quando há sobreposição total) ou independência espacial (quando há sobreposição parcial) entre espécies.

2. MATERIALE MÉTODOS

O estudo foi realizado no sub-bosque de um plantio experimental de espécies pertencentes aos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, de 3,16 ha, estabelecido na década de 1970 e situado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (Figura 1). O plantio se encontra no município de Lavras, MG, nas coordenadas de 21°13'17''S e 44°57'47''W a uma altitude de aproximadamente 900 m. O clima é do tipo Cwa de Köppen; a precipitação e a temperatura médias anuais são de 1.343,3 mm e 19,3 °C, respectivamente, com 76% da precipitação ocorrendo no período de novembro a fevereiro (BRASIL, 1992). A área estudada está inserida em uma matriz composta por pastagem, área urbana, agricultura e fragmentos de floresta nativa, classificados como Floresta Estacional Semidecidual Montana.

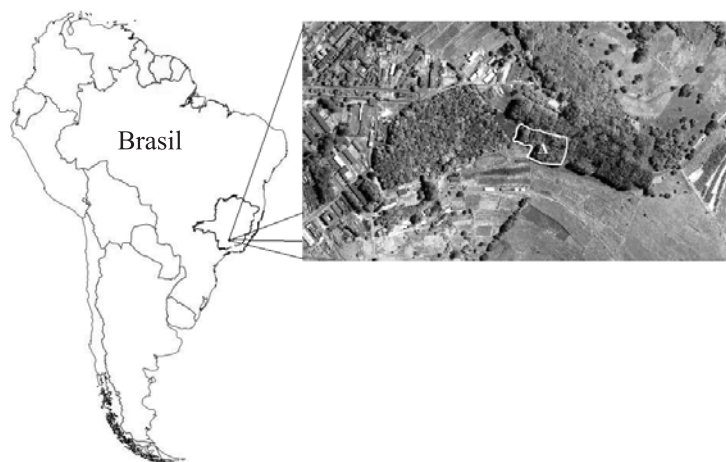


Figura 1 – Localização da área de estudo, ilustrada pela imagem do Satélite Ikonos (resolução 1,5 x 1,5 m) mostrando o plantio experimental de eucalipto onde os indivíduos das espécies do gênero *Miconia* foram amostrados (A), no Município de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Figure 1 – Location of the study area, illustrated by the Ikonos satellite image (1.5 × 1.5 m resolution), showing the experimental plantation of eucalyptus where the individuals of *Miconia* species were sampled (A), in the municipality of Lavras, Minas Gerais, Brazil.

Todos os indivíduos de *Miconia* spp. com diâmetro medido à altura do solo (DAS) maior ou igual a 1 cm, avaliados por meio de um paquímetro, foram identificados e mapeados com auxílio de trenas. As identificações foram realizadas por meio de consultas ao herbário da UFLA. As espécies foram classificadas nas famílias reconhecidas pelo sistema APG II (2003) e as grafias dos nomes dos autores foram uniformizadas, seguindo a padronização proposta por Brummitt e Powell (1992). O gênero estudado pertence à família Melastomaceae, possui espécies que produzem pequenos frutos consumidos pela avifauna (ALVES et al., 2008), com regeneração natural tanto em áreas de fragmentos florestais naturais (MARANGON et al., 2008), quanto no sub-bosque de plantios de espécies arbóreas (SAPORETTI JR et al., 2003; NAPPO et al., 2004).

As associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies foram analisadas por meio da função K bivariada (RIPLEY, 1981; RIPLEY, 1987). Os indivíduos de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin encontrados na área não foram utilizados nas análises das associações, por apresentarem baixa densidade, o que impede alcançar precisão nas avaliações. Os valores das associações calculados foram inseridos em um gráfico em função da escala espacial analisada. A significância dos resultados foi determinada a partir da construção de um “envelope”

de completa independência espacial entre aos indivíduos das espécies, calculado por meio de 999 simulações, utilizando a metodologia de *random toirodal shifts*. Todas as análises foram realizadas por meio do programa R versão 2.7.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008), sendo a função K bivariada estimada através do pacote Splanx (ROWLINGSON; DIGGLE, 2008).

3. RESULTADOS

Foram amostrados 732 indivíduos do gênero *Miconia*, sendo 332 indivíduos de *Miconia pepericarpa* DC., 238 indivíduos de *Miconia sellowiana* Naudin, 63 indivíduos de *Miconia albicans* Triana, 56 indivíduos de *Miconia argyrophylla* DC., 36 indivíduos de *Miconia chartacea* Triana e sete indivíduos de *Miconia cinnamomifolia*, com suas distribuições no espaço mostradas na Figura 2.

A análise das associações espaciais interespecíficas mostrou ausência de segregação espacial entre espécies de *Miconia* em todas as escalas analisadas (Figura 3). Por outro lado, foi encontrada associação positiva, em pequena escala espacial (até 5 m), entre as espécies *M. pepericarpa* e *M. argyrophylla*, indicando forte sobreposição espacial nessa escala analisada. Em escalas acima de 5 m foi encontrada aleatoriedade entre estas mesmas espécies, indicando sobreposição espacial parcial.

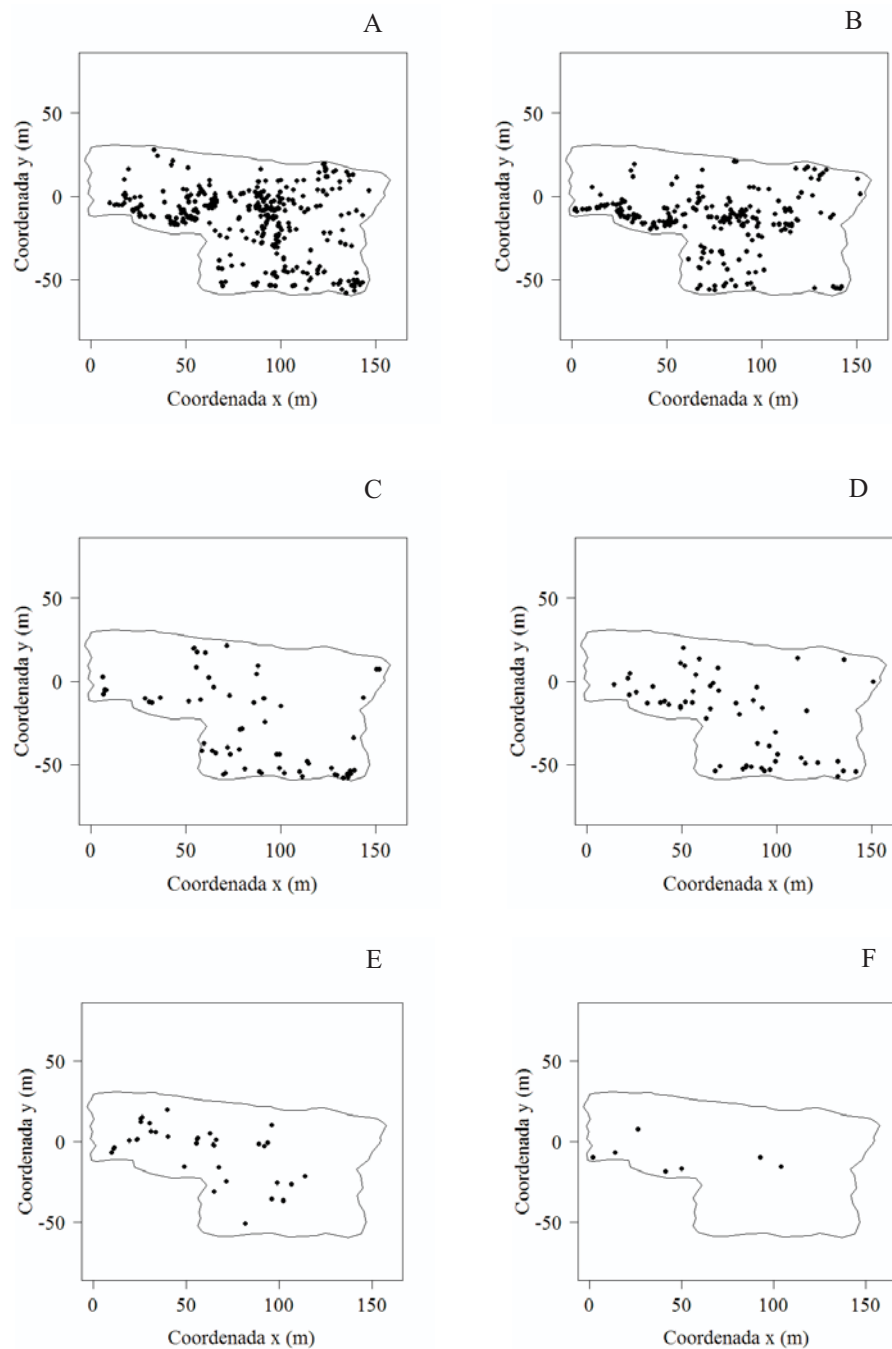


Figura 2 – Distribuição espacial das populações do gênero *Miconia* sob o dossel de um plantio experimental de eucalipto, no Município de Lavras, Minas Gerais. *Miconia pepericarpa* DC. (A), *Miconia sellowiana* Naudin (B), *Miconia albicans* Triana (C), *Miconia argyrophilla* DC. (D), *Miconia chartacea* Triana (E), *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (F).

Figure 2 – Spatial distribution of *Miconia* spp. populations growing under an experimental eucalyptus plantation, in the municipality of Lavras, MG. *Miconia pepericarpa* DC. (A), *Miconia sellowiana* Naudin (B), *Miconia albicans* Triana (C), *Miconia argyrophilla* DC. (D), *Miconia chartacea* Triana (E), *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (F).

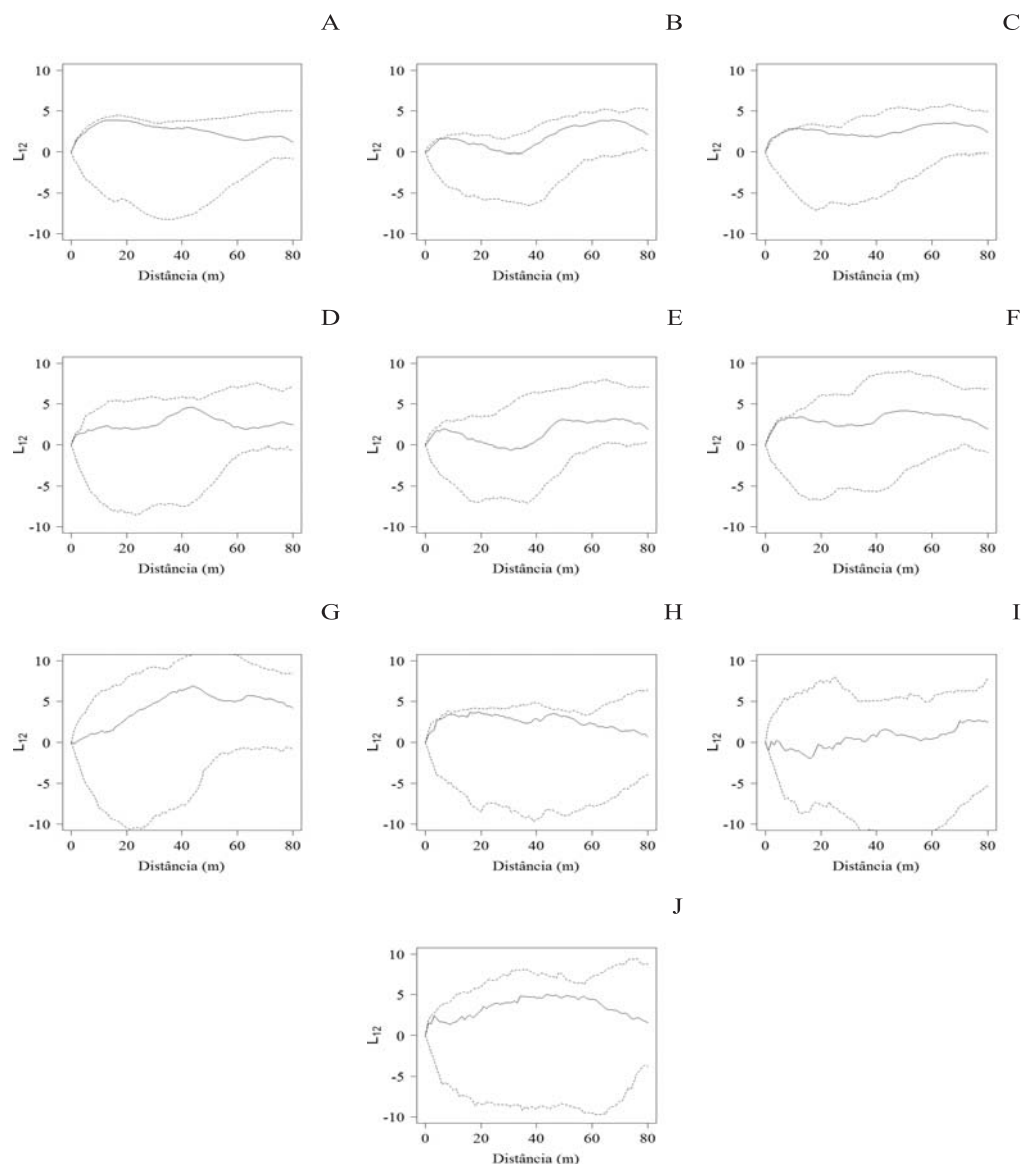


Figura 3 – Função K bivariada (L estimado) para as espécies do gênero *Miconia* encontradas sob o dossel de um plantio experimental de eucalipto, no Município de Lavras, Minas Gerais. Valores positivos indicam associação, valores negativos indicam dissociação e a linha contínua dentro da tracejada indicam independência espacial. *M. pepericarpa* x *M. sellowiana* (A), *M. pepericarpa* x *M. albicans* (B), *M. pepericarpa* x *M. argyrophylla* (C), *M. pepericarpa* x *M. chartacea* (D), *M. sellowiana* x *M. albicans* (E), *M. sellowiana* x *M. argyrophylla* (F), *M. sellowiana* x *M. chartacea* (G), *M. albicans* x *M. argyrophylla* (H), *M. albicans* x *M. chartacea* (I), *M. argyrophylla* x *M. chartacea* (J).

Figure 3 – Bivariate Ripley K function (estimated L) in different scales for the individuals of *Miconia* spp. populations growing under an experimental eucalyptus plantation, in the municipality of Lavras, MG. Positive values indicate association, negative values indicate dissociation and the continuous lines inside of the dotted ones indicate independent spatial relationship. *M. pepericarpa* x *M. sellowiana* (A), *M. pepericarpa* x *M. albicans* (B), *M. pepericarpa* x *M. argyrophylla* (C), *M. pepericarpa* x *M. chartacea* (D), *M. sellowiana* x *M. albicans* (E), *M. sellowiana* x *M. argyrophylla* (F), *M. sellowiana* x *M. chartacea* (G), *M. albicans* x *M. argyrophylla* (H), *M. albicans* x *M. chartacea* (I), *M. argyrophylla* x *M. chartacea* (J).

Todos os outros pares de espécies analisados apresentaram distribuição aleatória em todas as escalas, indicando que há sobreposição parcial. No entanto, observa-se, entre algumas dessas espécies de distribuição aleatória, que há tendência à agregação (*M. pepericarpa* x *M. sellowiana*, *M. pepericarpa* x *M. albicans*, *M. pepericarpa* x *M. chartacea*, *M. sellowiana* x *M. albicans*, *M. sellowiana* x *M. argyrophylla*, *M. albicans* x *M. argyrophylla*, *M. argyrophylla* x *M. chartacea*) e à segregação (*M. albicans* x *M. chartacea*), apesar de não significativas, em pequena escala espacial (Figura 3).

4. DISCUSSÃO

Verifica-se a influência da borda sobre a distribuição dos indivíduos de algumas espécies de *Miconia* (Figura 2), o que confirma a afirmação de Ellison et al. (1993), de que espécies do gênero *Miconia* ocorrem, principalmente, em áreas secundárias, bordas ou clareiras naturais no interior de florestas, podendo ser considerado um gênero com a maioria das espécies pioneiras.

A sobreposição total (associação espacial positiva) e parcial (independência espacial) entre as espécies pode ser explicada: (i) pela exploração dos recursos de modos diferentes ou (ii) que a competição pode não estar ocorrendo devido à abundância dos recursos (PIANKA, 1994).

(i) No primeiro caso, a teoria da similaridade limitante proposta por MacArthur e Levins (1967) poderia explicar esse padrão, pois nela duas espécies só co-habitam o mesmo espaço quando o nicho de uma espécie não é totalmente compartilhado com o nicho da outra espécie, não competindo pelos mesmos recursos (MACARTHUR; LEVINS, 1967; ABRAMS, 1983). Porém, este não parece ser o caso destas espécies de *Miconia*, que são pioneiras e que tendem a estar localizadas na borda e em clareiras no interior da floresta utilizando o mesmo recurso, no caso, a luz.

(ii) A segunda explicação seria a abundância de recursos, principalmente a luz, que é abundante na borda e clareiras. Como o recurso luz é abundante, a competição interespecífica não ocorre ou ocorre em baixas taxas, ocasionando a sobreposição parcial ou total e a não segregação das populações. Apesar de algumas espécies possuírem efeitos alelopáticos sobre a germinação de outras espécies, como observado para *Miconia albicans* em outros estudos (GORLA; PEREZ,

1997; GATTI et al., 2007), esse efeito parece não estar ocorrendo sobre a maioria das espécies com que *M. albicans* possui sobreposição espacial parcial, não havendo exclusão por competição.

A “tendência” à segregação de *M. albicans* x *M. chartacea*, em pequena escala espacial, poderia ser explicada por duas teorias principais: (i) repulsão entre indivíduos de espécies diferentes pela competição pelo mesmo nicho ecológico (TAYLOR; TAYLOR, 1977) ou (ii) exigências ecológicas diferentes.

(i) No princípio da exclusão competitiva de Gause (1934), espécies que utilizam os mesmos recursos (mesmo comprimento de luz, por exemplo) não podem coexistir numa mesma área, sendo que a espécie que utiliza o recurso de forma mais eficiente exclui a outra. Neste caso, *M. chartacea* estaria sendo a “pior competidora” e não estaria conseguindo se estabelecer na borda. A tendência, considerando que as espécies são do mesmo gênero e possuem algumas características morfológicas, fisiológicas e etológicas semelhantes, é de se supor que elas ocupem o mesmo nicho e, por isso, competam entre si. No entanto, segundo Ellison et al. (1993), as espécies de *Miconia*, consideradas em sua maioria como pioneiras, ocorrem em bordas de florestas, clareiras naturais no interior de florestas (ambas com grande disponibilidade de luz direta) ou no sub-bosque dessas (pequena disponibilidade de luz direta). Isso indica a possibilidade de ocorrerem em nichos diferenciados, onde *M. chartacea* possui distribuição não relacionada às variações de luz existentes, enquanto que as demais ocorrem com maior frequência onde há mais luz (Figura 2).

(ii) Portanto, exigências ecológicas distintas, poderiam resultar em variações na abundância das espécies, o que poderia refletir no padrão espacial observado. Em ambientes fragmentados, a heterogeneidade ambiental associada à presença de bordas é definida fundamentalmente em função da maior incidência lumínica e maior dessecação do solo. As espécies exigentes em luz poderiam apresentar maior densidade nas bordas e reduzir sua densidade em direção ao interior de acordo com a redução na disponibilidade de luz. *M. albicans* ocorrem predominantemente na borda de baixo do plantio de eucalipto, que faz divisa com uma pastagem, recebendo, assim, maior quantidade de luz solar. Por outro lado, *M. chartacea* não possui predominância de ocorrência na borda. No estudo de

Silva et al. (2007) foi constatada a agregação espacial intra-específica (em escala espacial de até 30 m), com a tendência de agrupamentos na borda da *M. albicans*, enquanto que *M. chartacea* obteve distribuição espacial aleatória em toda a área. A maior ocorrência na borda constatada para *M. albicans* pode significar, por exemplo, maior exigência por luz desta espécie que a de *M. chartacea*, distribuída aleatoriamente na área. Neste caso, *M. chartacea* seria uma competidora mais eficiente por ser capaz de se desenvolver onde a luz é escassa, local onde, *M. albicans*, por ser pioneira, boa colonizadora, mas competidora deficiente, não consegue se estabelecer. Além disso, Ribeiro e Walter (2008) concluíram que *M. chartacea* ocorre em locais de maior umidade, pois é indicadora de lençol freático mais alto. Essa conclusão está de acordo com os resultados deste estudo, pois essa espécie foi encontrada com maior frequência no interior da floresta, onde é comum a ocorrência de maior umidade do solo, enquanto que os solos da borda da floresta são caracterizados normalmente como sendo mais secos (LAURENCE et al., 2002). Morfologicamente, *M. chartacea* possui características de espécies de sub-bosque, pois possuem folhas maiores e mais largas que *M. sellowiana* e *M. albicans*, característica adaptativa de espécies de sub-bosque para captar mais luz (GIVNISH, 1984), já que a luz é escassa nesses ambientes. Em contrapartida, espécies de folhas maiores apresentam problemas para de desenvolverem em plena luz, como na borda da floresta, já que sua extensa área foliar permite grande perda de água devido à insolação constante, que causa aumento da temperatura (GIVNISH, 1984).

5. CONCLUSÃO

A hipótese de que os pares de espécies de *Miconia* spp. apresentam indivíduos com sobreposição total ou parcial de habitat foi aceita. Numa escala de até 5 m, a maioria dos pares de espécies apresentou tendência de associação espacial positiva, ou seja, de coexistirem e dividirem o mesmo ambiente.

Os resultados obtidos, apesar de não poderem ser extrapolados para outras espécies, corroboram a idéia de que algumas espécies pioneiras tendem a coexistirem em florestas tropicais, em áreas onde há maior disponibilidade de luz.

Estudos com espécies pertencentes a outros grupos funcionais, em outros ambientes florestais e também considerando a influência de variáveis ambientais são

necessários futuramente para uma melhor compreensão da ecologia de espécies arbóreas e seus respectivos padrões de ocupação espacial em ecossistemas florestais tropicais.

6. REFERÊNCIAS

- ABRAMS, P. The theory of limiting similarity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 14, p.359-376, 1983.
- ALVES, M.A.S. et al. Two species as dispersers of *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae): an experimental approach. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, n.2, p.397-401, 2008.
- APG II - ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, n.4, p.399-436, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas 1961-1990**. Brasília: 1992. 84p.
- BRUMMITT, R.K.; POWELL, C.E. Authors of plant names. **Royal Botanic Gardens**. Kew, 1992.
- CALL, L.; NILSEN E. Analysis of spatial patterns and spatial association between the invasive tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) and the native black locust (*Robinia pseudoacacia*). **The American Midland Naturalist**, v.150, n.1, p.1-14, 2003.
- CONDIT, R. et al. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, 288:1414-1418, 2000.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Acesso em: 10 de out. de 2007.
- COOMES, D.A.; REES, M.; TURNBULL, L. Identifying aggregation and association in fully mapped spatial data. **Ecology**, v.80, n.2, p.554-565, 1999.

- GORLA, C.M.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara*, L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.260-265, 1997.
- ELLISON, A.M. et al. Seed and seedling ecology of Neotropical Melastomataceae. **Ecology**, v.74, p.1733-1749, 1993.
- GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A.; FERREIRA, A.G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies do Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.174-176, 2007.
- GAUSE, G.F. **The struggle for existence**. New York, Hafner, 1934; reprinted 1964.
- GIVNISH, T.J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: MEDINA, E.; MOONEY, H.A.; VAZQUEZ-YÁNES, C., Ed. **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. The Hague; W. Junk Publishers, 1984. p.51-84.
- HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.3, p.183-195, 2008.
- HUBBEL, S.P.J. et al. Local neighbourhood affects on long-term survival of individuals trees in a Neotropical forest. **Ecological Research**, v.16, p.859-875, 2001.
- HUBBELL, S. P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology**, 19:166-172, 2005.
- LAURANCE, W.F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v.16, n.3, p.605-618, 2002.
- LIU, Z. et al. Small-scale spatial associations between *Artemisia frigida* and *Potentilla acaulis* at different intensity of sheep grazing. **Applied Vegetation Science**, v.10, n.1, p.139-148, 2007.
- MACARTHUR, R.H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. **American Naturalist**, v.114, p.765-783, 1967.
- MARANGON, L.C. et al. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.183-191, 2008.
- NAPPO, M.E. et al. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.811-829, 2004.
- PACALA, S.W.; SILANDER, J.A.J. Field tests of neighborhood population dynamics models of two annual weed species. **Ecological Monographs**, v.60, p.113-134, 1990.
- PENNINGS, S.C. et al. Geographic variation in positive and negative interactions among salt marsh plants. **Ecology**, v.84, p.1527-1538, 2003.
- PIANKA, E.R. **Evolutionary ecology**. New York, Harper Collins College Publishers, 1994. 486p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 24 de out. 2008.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Tipos de vegetação do bioma Cerrado**. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 24 de out. 2008.
- RIPLEY, B.D. **Spatial statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 252p.
- RIPLEY, B.D. Spatial point pattern analysis in ecology. In: LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (Ed.) **Developments in numerical ecology**. Berlin: Springer, 1987. p.407-429.
- ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. **Splancs: spatial and space-time point pattern analysis**. R package version 2.01-24. Disponível em: <www.r-project.org>. Acesso em: 24 de out. 2008.

SAPORETTI JR., A.W.; MEIRA-NETO, J.A.A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.905-910, 2003.

SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; PIFANO, D.S. Padrão espacial e estrutura de espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.60-62, 2007.

STOYAN, D. & PENTTINEN, A. Recent application of point process methods in forestry statistics. **Statistical Science**, 15:61-67, 2000.

TAYLOR, L.R.; TAYLOR, R.A.J. Aggregation, migration and population mechanics. **Nature**, v.265, p.415-421, 1977.