



MORTALIDADE DENSO-DEPENDENTE DE PALMITO-JUÇARA *EUTERPE EDULIS* (ARECACEAE) EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

Camila Righetto Cassano

INTRODUÇÃO

A distribuição espacial de indivíduos adultos em uma população de plantas é um resultado da ação de fatores bióticos e abióticos que influenciam tanto o recrutamento de novas plantas, através da dispersão e predação de sementes, quanto a mortalidade dos indivíduos ao longo do seu desenvolvimento (Hutchings 1986). Quando fatores abióticos são mais importantes, as maiores taxas de mortalidade devem ocorrer em manchas onde as condições ambientais são menos favoráveis, resultando em uma distribuição mais agregada em plantas adultas do que nas plântulas (Hutchings 1986). Por outro lado, se a mortalidade é dependente da densidade, a distribuição das plantas adultas tende a se tornar menos agregada que das plântulas (Hutchings 1986).

Variações no desempenho e mortalidade das plantas em consequência do seu adensamento podem emergir por fatores extrínsecos (herbivoria, parasitismo) ou intrínsecos (competição intra-específica) à população. A maior proximidade entre indivíduos em situações adensadas pode aumentar a infestação por um parasita, ou facilitar o encontro dos indivíduos por um herbívoro (Harper 1977). Por isso, uma população distribuída em manchas pode se tornar menos agregada à medida que parte dessas manchas são excluídas parcial ou totalmente, pois restariam apenas os indivíduos mais isolados. Além disso, quanto maior a agregação, menor será a distância média entre indivíduos e maior o efeito negativo entre vizinhos, por competição por recursos limitantes, ou por interferência direta (ex. alelopatia) (Watkinson 1986). A ordem de germinação das sementes e a reserva contida dentro de sementes de tamanhos distintos podem influenciar o sucesso inicial de cada plântula. Posteriormente, a captura desproporcional de recurso faz com que alguns poucos indivíduos atinjam tamanhos maiores em detrimento de vizinhos que permanecem pequenos e, com o tempo, morrem (Harper 1977). Desta forma, a competição aumenta a segregação dos indivíduos no espaço, resultando em distribuições menos

agregadas das classes de tamanho maiores quando comparadas às classes menores.

O palmito-juçara *Euterpe edulis* (Arecaceae) é uma palmeira nativa da Mata Atlântica e ocorre principalmente no sub-bosque de floresta ombrófila densa (Reis 1996). A espécie tem dispersão zoocórica, sendo que distâncias de até 61 m já foram registradas para a dispersão primária de sementes por animais, e também dispersão barocórica, com um número elevado de sementes permanecendo próximo à planta mãe (Reis 1995). Em condições naturais, *E. edulis* forma densos bancos de plântulas, que podem permanecer do mesmo tamanho até que condições favoráveis permitam o seu crescimento (Paulilo 2000).

Dado o grande número de sementes que apresentam dispersão por gravidade e a formação de bancos de plântulas adensados, o objetivo desse trabalho foi analisar se a distância entre indivíduos influencia a mortalidade do palmito-juçara. Sob a hipótese de que a mortalidade é denso-dependente, espera-se que a agregação dos palmitos seja maior entre indivíduos de uma classe de tamanho pequeno e diminua nas classes de tamanho maior.

MÉTODO

O estudo foi realizado na Estação Ecológica Juréia-Itatins (E.E.J.I), Núcleo Arpoador, situada no litoral sul do estado de São Paulo (24°38'S - 47°01'O). O relevo nesta parte da E.E.J.I. é caracterizado pela presença de morros que compõem o Maciço Mecenas-Itu, com altitude máxima de 500 m (Tarifa 2004). A vegetação na área de estudo é de floresta ombrófila densa. O palmito-juçara é uma planta abundante nas florestas da E.E.J.I. (Mamede *et al.* 2004), porém um histórico de extração ilegal é responsável pela redução na abundância dessa espécie em algumas partes da Estação Ecológica (Olmos & Galetti 2004).

A amostragem foi realizada em uma área de 50 x 50 m localizada próximo à Trilha do Arpoador em

um trecho da floresta em que a alta densidade de palmitos-juçara permitiu obter um número mínimo de 20 a 30 plantas adultas. A área foi dividida em parcelas de 10 x 10 m, marcadas com barbantes.

Os palmitos foram classificados em quatro classes de tamanho: (1) plântulas: indivíduos com uma a três folhas; (2) jovem I: indivíduos com mais de três folhas ou menos de 30 cm entre o solo e a inserção da primeira folha; (3) jovem II: indivíduos com mais de 30 cm entre o solo e inserção da primeira folha ou perímetro a altura do peito (PAP) inferior a 25 cm e (4) adulto: indivíduos com PAP superior a 29 cm. Com exceção dos indivíduos adultos, que eram os já reprodutivos (B. Rodrigues, *com. pess.*), as classes foram estabelecidas de forma arbitrária.

Foram medidas as distâncias aos vizinhos mais próximos para todos os indivíduos das classes jovem II e adulto dentro da área (2500 m²). Para as classes plântula e jovem I, foram medidas as distâncias aos vizinhos mais próximos para todos os indivíduos localizados nas quatro parcelas posicionadas nos cantos da área e na parcela central, totalizando 500 m². Caso o vizinho mais próximo estivesse localizado fora da área ou das parcelas, a distância a esse indivíduo foi considerada para a análise, seguindo método proposto por Clark & Evans (1954) descrito em Krebs (1998).

Foram calculadas a densidade média, a distância média ao vizinho mais próximo e o índice de agregação R (Krebs 1998) para cada classe de tamanho. O índice de agregação é a razão entre a média observada e a média esperada para a distância ao vizinho mais próximo. A média esperada (m) sob distribuição ao acaso é estimada por:

$$m = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}$$

onde \tilde{n} = densidade. Valores de R próximos de 2,15 correspondem a uma distribuição uniforme, valores próximos de um correspondem a distribuições ao acaso e valores entre um e zero indicam agregação dos indivíduos, sendo que quanto mais próximo de zero, maior é a agregação. Para analisar se a agregação dos palmitos é menor quanto maior a classe de tamanho, as médias observadas de distância ao vizinho mais próximo foram comparadas com o intervalo de confiança (95%) das médias de distância esperadas para uma distribuição ao acaso. O intervalo de confiança de 95% foi calculado por $\pm 1,96$ vezes o erro padrão da média esperada (EP), que é estimado por:

$$EP = \frac{0,26136}{\sqrt{n\rho}}$$

onde n = número de indivíduos e \tilde{n} = densidade (Krebs 1998). A distribuição dos indivíduos em uma classe de tamanho foi considerada agregada quando a média da distância ao vizinho mais próximo observada era menor do que o valor mínimo do intervalo de confiança da distância média esperada para distribuição ao acaso.

RESULTADOS

Foram encontrados 129 plântulas e 53 jovens I de palmito-juçara nas cinco parcelas amostradas, o que estima densidades de 0,26 e 0,11 ind./m² na área, respectivamente. Nas classes jovem II e adulto, foram encontrados 40 e 34 indivíduos, resultando em densidades de 0,016 e 0,014 ind./m² (Figura 1). Foram considerados na amostra nove indivíduos adultos que haviam sido cortados para extração de palmito, pois, além de terem atingido a idade adulta, a mortalidade não está relacionada com processos ecológicos dependentes de densidade.

A agregação foi maior para as classes plântula e jovem I do que para as classes jovem II e adulto (Figura 1). Para as duas primeiras classes as médias de distância ao vizinho mais próximo estiveram abaixo do intervalo de confiança esperado para a distribuição ao acaso, o que indica distribuição agregada entre os indivíduos nessas classes. Por outro lado, nas classes jovem II e adulto as médias observadas estiveram dentro dos respectivos intervalos de confianças esperados, indicando distribuição ao acaso do palmito-juçara nessas classes de tamanho (Figura 2).

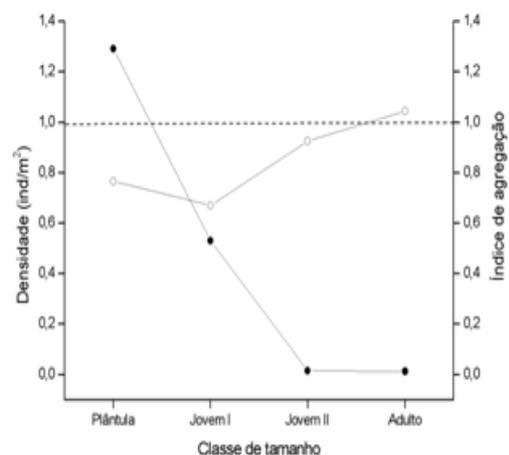


Figura 1. Densidade (%) e índice de agregação (%) de palmito-juçara nas classes de tamanho: plântula, jovem I, jovem II e adulto. Linha pontilhada destaca o valor do índice de agregação esperado sob distribuição espacial

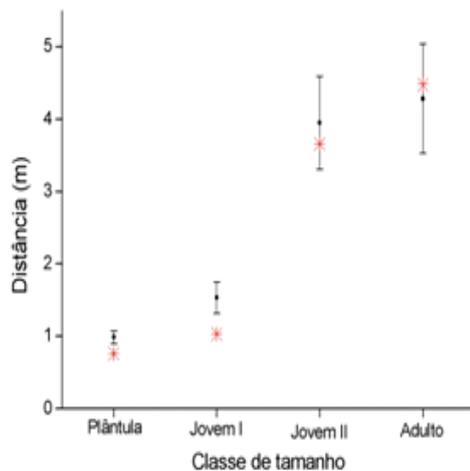


Figura 2. Distância ao vizinho mais próximo observada (*) e esperada para uma distribuição ao acaso (%) para palmito-juçara nas classes de tamanho: plântula, jovem I, jovem II e adulto. Barras indicam o intervalo de confiança de 95% para a distância esperada.

DISCUSSÃO

A densidade de adultos encontrada na área de estudo foi similar à densidade encontrada em estudos realizados em outras partes da E.E.J.I. e outras regiões de Mata Atlântica com floresta ombrófila densa em São Paulo e Santa Catarina. Mamede e colaboradores (2004) registraram densidade de 209 ind.ha⁻¹ para palmitos-juçara com diâmetro à altura do peito superior a 5 cm na E.E.J.I., sendo esta a espécie arbórea mais abundante no estudo. Em uma compilação de registros demográficos, foram registradas densidades de 138 e 154 ind.ha⁻¹ com diâmetro à altura do peito superior a 10 cm em trechos de floresta madura em Sete Barras (SP) e Blumenal (SC; Reis *et al.* 2000).

A distribuição agregada encontrada para as classes plântula e jovem I quando comparada à distribuição ao acaso das classes de tamanho maior corrobora a hipótese de que a mortalidade de palmito-juçara é densidade-dependente. A redução de 97% no número de indivíduos entre as classes jovem I e II foi, proporcionalmente, maior do que a redução encontrada para as outras transições entre classes. Nesta mesma transição houve alteração nas relações de distribuição espacial entre indivíduos, indicando que os indivíduos que morreram eram os que estavam mais próximos de algum vizinho. Portanto, a mortalidade decorrente de fatores

dependentes de densidade ocorre, predominantemente, nessas fases do desenvolvimento das plantas.

O grau de agregação semelhante entre indivíduos das classes plântula e jovem I, mesmo com uma redução de densidade superior a 50% da primeira classe para a segunda, indica, por outro lado, que nessa fase do desenvolvimento do palmito-juçara a mortalidade independe da proximidade entre os indivíduos. Em um estudo do padrão espacial da palmeira-juçara, Silva e colaboradores (2003) também encontraram que plântula e jovem I formam duas classes de tamanho na qual a agregação entre os indivíduos é superior à agregação entre indivíduos em classes de tamanho maior. No estudo citado, os indivíduos foram separados em seis classes de tamanho, no lugar das quatro classes aqui adotadas. Entretanto, o efeito da mortalidade denso-dependente nos dois estudos e o fato de que este efeito ocorre, predominantemente, em uma determinada fase do desenvolvimento ontogenético do palmito-juçara independe da diferença no número de classes consideradas.

Se mortalidade denso-dependente deriva de processos bióticos intrínsecos (competição) ou extrínsecos (herbivoria e predação) à população (Harper 1977), seria então possível identificar o processo que influencia o padrão de distribuição espacial de palmitos-juçara adultos? Interpretar a competição entre indivíduos de mesma classe de tamanho como processo determinante da mortalidade nas classes de tamanho intermediário é uma inferência plausível, pois existe uma forte tendência à segregação dos indivíduos no espaço, a qual poderia ser gerada pelo desenvolvimento de alguns indivíduos em detrimento da mortalidade de seus vizinhos. A mudança do padrão de distribuição espacial observado não permite, no entanto, excluir a possibilidade de que predação e herbivoria determinam a mortalidade denso-dependente em palmito-juçara. Visto que parasitas e herbívoros tendem a concentrar seus ataques em manchas com maior adensamento de indivíduos, uma distinção da mortalidade resultante desses processos poderia ser gerada pela comparação da agregação de indivíduos em diferentes classes de tamanho entre manchas distintas, considerando uma escala maior do que a escala utilizada no presente estudo. Para que essa comparação fosse possível seria necessário, no entanto, um conhecimento prévio da biologia das espécies que consomem e parasitam o palmito-juçara, sem a qual não seria possível identificar a escala de estudo apropriada e o padrão de distribuição espacial

esperado. A influência de fatores bióticos que geram mortalidade denso-dependente (competição, predação e parasitismo) poderia ser analisada em experimentos *in situ* com manipulação da taxa de herbivoria e/ou da infestação por parasitas em grupos de tratamento e controle nos quais a mortalidade e agregação dos indivíduos fossem monitoradas.

Os resultados desse estudo indicam que a ocorrência e abundância do palmito-juçara são influenciadas por fatores dependentes de densidade, que geram segregação dos indivíduos no espaço, e que a mortalidade densidade-dependente não influencia da mesma forma todas as classes de tamanho. Esta diferença observada indica que a mortalidade dos indivíduos ao longo do seu desenvolvimento é influenciada por interações, ou mesmo por fatores abióticos não abordados neste estudo, que têm suas intensidades, e conseqüente influência sobre a população, alteradas ao longo da ontogenia dos indivíduos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas que participaram do curso e tornaram essa aventura mais agradável, aos monitores e aos professores que contribuíram para que o curso acontecesse. Agradeço especialmente ao Benedito Rodrigues pela imensa ajuda e alegria compartilhada durante a coleta de dados, mesmo debaixo de tanta chuva... À Camila Castanho e Paulo Inácio pela correção do trabalho e sugestões e, finalmente, ao professor Glauco Machado por toda sua dedicação e paciência no comando das atividades.

REFERÊNCIAS

- Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. London: Academic Press.
- Hutchings, M.J. 1986. The structure of plant populations, pp.97-136. In: Plant ecology (M.J. Crawley ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Krebs, C.J. 1998. Ecological methodology. Menlo Park: Benjamin/Cummings.
- Mamede, M.C.H., I. Cordeiro, L. Rossi, M.M.R.F. de Melo & R.J. Oliveira. 2004. Mata Atlântica, pp. 115-132. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Olmos, F. & M. Galetti. 2004. A conservação e o futuro da Juréia: isolamento ecológico e impacto

humano, pp. 360-377. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Holos Editora.

- Paulilo, M.T. 2000. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): comportamento em relação à variação de radiação solar, pp.335-340. In: *Euterpe edulis* Mart (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo (M.S. Reis & A. Reis, eds.). Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.
- Reis, A. 1995. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma floresta ombrófila densa montana da encosta atlântica em Blumenau, SC. Dissertação mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Reis, A., P.Y. Kageyama, M.S. Reis & A. Fantini. 1996. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma floresta ombrófila densa, em Blumenau SC. *Sellowia*, 45:13-45.
- Reis, M.S. 1996. Distribuição e dinâmica a variabilidade genética em populações naturais de Palmitreiro *Euterpe edulis* - Mart. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Reis, M.S., A.C. Fantini, R.O. Nodari, A. Reis, M.P.Guerra & A. Mantovani. 2000. Management and conservation of natural populations in atlantic rain forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*, 32:894-902.
- Silva, M.G.C.P.C, A.M.V. de Carvalho, A.M.Z. Martini & Q.R. Araújo. 2003. Padrão espacial da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.), na mata atlântica do sul da Bahia. *Agrotrópica*, 15:107-112.
- Tarifa, J.R. 2004. Unidades climáticas dos maciços litorâneos da Juréia-Itatins, pp. 42-50. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Watkinson, A.R. 1986. Plant population dynamics, pp. 137-184. In: Plant ecology (M.J. Crawley, ed.). Oxford: Blackwell Publishing.