

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
LABORATÓRIO DE FLORESTAS TROPICAIS - LABTROP

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ASSOCIAÇÃO DE HABITAT EDÁFICO DE E. EDULIS MART.
EM UMA FLORESTA DE RESTINGA**

Bruna Lara de Arantes

Iniciação Científica em Biologia da Conservação

Universidade Estadual Paulista – UNESP Campus Botucatu

Alexandre Adalardo de Oliveira

Orientador

São Paulo

2013

Introdução

Comunidades vegetais estão envolvidas em uma dinâmica de restauração natural, em que seus indivíduos são constantemente recrutados para próximos níveis de estabelecimento (plântulas, jovens, adultos), o que altera substancialmente a composição da comunidade (Ribbens *et al.* 1994; Clark *et al.* 1999). A dinâmica tem início na produção de frutos pelos indivíduos adultos, que disponibilizam as sementes para dispersão, a qual ocorrerá através da relação entre as características da semente (ex. alada, frutífera), os polinizadores e o ambiente (ex. zoocoria, anemocoria, etc.) (Wang & Smith 2002; Wheelwright 1993; Guariguata & Pinard 1998).

A chegada da semente na comunidade irá depender basicamente da intensidade e capacidade de dispersão pelos adultos, da quantidade de adultos reprodutivos, e distância da dispersão da semente no ambiente (Clark *et al.*, 1998). Posteriormente, as condições físicas do habitat (como luz, solo e temperatura) irão propiciar um conjunto de recursos que podem ou não estar acessíveis às sementes, permitindo o estabelecimento das espécies tolerantes e possivelmente levando à exclusão de outras menos tolerantes (Hubbel *et al.* 1999; Lima *et al.* 2011; Franklin & Ray 2007)

O desenvolvimento das espécies para os estágios de plântula e adulto dependerão, por sua vez, de interações interespecíficas bióticas (Begon 2007; Tilman 1982) como, por exemplo, herbivoria, patógenos e competição, que irão restringir o desenvolvimento de certas espécies em determinados locais (Condit *et al.* 2000; Jazen 1970). Essas relações limitam quais e quantas espécies irão colonizar e persistir em uma comunidade local, delimitando sua riqueza, composição e diversidade (Tilman 1997).

Esses conjuntos de fatores reprodutivos, abióticos e bióticos, são os principais meios que podem gerar os diversos padrões de distribuição espacial que observamos na ecologia (Hutchinson 1953), em que os indivíduos podem essencialmente se distribuir de modo:

(i) aleatório – quando há homogeneidade ambiental e comportamento não seletivo (ausência de competição, as espécies não são exigentes quanto às condições do habitat; (ii) agrupado – quando os indivíduos se agregam nas partes favoráveis do habitat; e (iii) uniforme – quando ocorrem relações intra-específicas de competição (Ludwig & Reynolds 1988). Conhecer a maneira como os indivíduos de uma espécie se distribuem em uma comunidade é um dos primeiros passos para se entender a dinâmica de populações vegetais (Hay *et al.* 2000).

É importante considerar que esses fatores de distribuição estão envolvidos em um processo estocástico, ou seja, formam um conjunto de variáveis que mudam em diferentes escalas no tempo e espaço através de flutuações ambientais aleatórias (Lortie 2004; Diniz-filho *et al.* 2009), o que gera limitações em definir como e quais processos estão gerando o padrão de distribuição observado para a espécie.

O Palmito Jussara (*Euterpe edulis* Mart.) é endêmico da Floresta Atlântica, e é considerado espécie-chave por produzir frutos indispensáveis para a manutenção da comunidade de frugívoros (Henderson *et al.* 1995; Terborgh 1986.a). Sua devastação vem se intensificando devido à extração não controlada, que ao retirar a polpa necessariamente mata os indivíduos (Lorenzi 1992). O Palmito tem um alto potencial para ser consumido de forma sustentável, que pode contribuir para a conservação da biodiversidade proporcionando benefícios sociais, ecológicos e econômicos (Reis 1992; Reis *et al.* 1993; Whittaker *et al.* 2005).

Para que isso ocorra é necessário investigar a ecologia da espécie e suas relações com o ecossistema, buscando compreender a estrutura da população, as taxas de recrutamento e o número de árvores por hectare (Reis *et al.* 2000). Dessa forma, o presente estudo objetiva compreender a distribuição espacial de *Euterpe edulis*, respondendo as seguintes perguntas:

1. Sua distribuição espacial é agregada, aleatória ou uniforme? Em quais escalas? Em quais estágios de vida?
2. Existe associação com habitat edáfico? Em quais estágios de vida?

Material e Métodos:

Área de estudo

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) possui 13.500 ha e está localizado no extremo sul do litoral de São Paulo, no município de Cananéia (25 ° 03'05 " - 25 ° 18'18" S e 47 ° 53'48 " - 48 ° 05'42" W) (Lima *et al.* 2012). O clima da Ilha do Cardoso é influenciado por fatores locais, como maritimidade, topografia acidentada e vegetação, apresentando clima geral megatérmico superúmido, segundo Barros *et al.* (1991).

A vegetação predominante na planície costeira da Ilha é a Floresta de Restinga, composta por áreas vegetacionais distintas que promovem uma diversidade de fisionomias, e refletem as condições de umidade e fertilidade do solo. À medida que se afasta do mar e se adentra a floresta, sua composição florística aumenta em complexidade, dando formas a um mosaico florestal (Mantovani 2003).

O trabalho foi realizado em uma parcela permanente, que foi instalada em 2000 devido ao Projeto Temático Biota FAPESP: "Diversidade, dinâmica e conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes" – Processo nº 1999/09635-0, e possui uma área de 320m x 320m, totalizando cerca de 10 hectares. Nessa parcela a formação vegetacional predominante é a Floresta de Alta Restinga; originalmente sua fisionomia é arbórea com dossel fechado, seu substrato forma cordões arenosos de origem predominantemente marinha, podendo haver deposição de areia e argila de origem continental, ocorrendo inundações ocasionais (Conama 1996). A parte mais baixa da parcela, mais próxima do mar, sofre alagamentos periódicos, enquanto a parte mais alta é mais seca durante todo o ano (Figura 1). Foi observado o corte ilegal periódico do palmito no PEIC por palmiteiros, o que pode levar a super exploração da espécie e por em risco sua população (Andrade & Maria 1998).

Coleta de dados

Foi realizado um censo nos anos de 2009/2010, seguindo o protocolo do *Center for Tropical Forest Science* (Condit 1998), onde o diâmetro à altura do peito (DAP) de indivíduos de *Euterpe edulis* a partir de 1 cm foi registrado. Esses indivíduos também foram plaqueados, mapeados e identificados.

Análises estatísticas

1. Distribuição Espacial

A população de *Euterpe edulis* foi dividida em duas classes de tamanho: indivíduos com DAP menor que 5 cm (referidos a partir daqui como Jovens) e com DAP maior que 5 cm (referidos a partir daqui como Adultos). A distribuição da população na parcela está representada na Figura 2.

A. Grau de agregação da população.

O padrão de distribuição espacial foi analisado em três escalas diferentes: subparcelas de 10m x 10m, 20m x 20m e 40m x 40m, a fim de se obter uma melhor visualização do padrão de distribuição dos indivíduos (Figura 2). Foram utilizados os índices:

- **Morisita**, que segundo Myres (1978) é uma das melhores medidas de dispersão, pois não depende da densidade da população e do tamanho da amostra, apresentando excelentes qualidades de detecção do padrão.

- **Morisita Padronizado**, que se mostra mais apropriado para a caracterização de modelos de distribuição, uma vez que supre algumas deficiências características de outros índices (Krebs 1972).

- **Razão Variância/Média**, também conhecido como Índice de Payandeh, obtido por meio da razão entre a variância e a média do número de indivíduos por subparcela (Payandeh, 1970). Este índice é fracamente afetado pela densidade da população e pode ser considerado um bom índice de dispersão (Myres 1978), sendo utilizado em diversos estudos ecológicos (Carvalho 1983, Caldato 1998), porém ele não é capaz de capturar a não aleatoriedade das populações, sendo necessário considerar outros índices de dispersão conjuntamente (Krebs 1972).

Um Intervalo de Confiança de 95% foi calculado para os três índices, para testar se o valor observado pode ser considerado estatisticamente diferente da aleatoriedade, através de 1000 permutações com reposição pelo método de *bootstrapping* (Manly 1997), utilizando o software Resampling para Excel 2003 (Blank *et al.* 2001). As condições para máxima uniformidade, aleatoriedade e máxima agregação dos três índices são dadas pelos valores da tabela 1.

B. Padrões espaciais de duas diferentes classes de tamanho (jovens e adultos).

Utilizou-se estatísticas de segunda ordem complementares, baseadas na distância de pares de pontos que descrevem correlações espaciais de pequena escala em relação ao padrão estrutural (Wiegand & Moloney 2004). Realizou-se uma análise univariada, a fim de caracterizar o padrão espacial dos pontos (agregado, regular, aleatório) de forma não correlacional e em diferentes escalas. A principal vantagem desses métodos, segundo Levin (1992), é que permitem observar os diversos padrões espaciais em diversas escalas, simultaneamente.

- K de Ripley e O-ring.

A função K de Ripley calcula a expectativa de vizinhos esperados em um círculo de raio r , para cada um dos pontos do mapa, acumulando os efeitos dos dados das distâncias menores nas maiores. Já a função O-ring parte da mesma premissa, porém utilizando um anel de raio r ,

que isola o efeito dos dados das distâncias menores nas maiores, sendo portanto não acumulativo (Wiegand & Moloney 2004; Wiegand 2004). Essas funções foram calculadas através do software *Programita* (Wiegand & Moloney 2004).

Nos gráficos de K-ripley, o eixo x representa os diferentes raios de "r" e o eixo y representa a função L, que é uma função transformadora de K-Ripley que tem como vantagem remover a dependência da escala de K para padrões independentes e estabilizar a variância (Ripley 1981). Para os gráficos de O-ring a interpretação é a mesma, sendo no eixo x os raios dos anéis adotados, e no eixo y os valores da própria função.

A significância foi avaliada pela comparação entre os dados obtidos com os envelopes de confiança, gerados por 500 simulações randômicas, obtidas pelo método de Monte Carlo baseado em um modelo nulo de Completa Aleatoriedade Espacial (CAE), que investiga se um grupo de pontos apresenta distribuição agregada ou regular quando comparada ao modelo. (Forget *et al.* 1999).

Uma distribuição espacial aleatória não pode ser descartada para valores encontrados dentro do intervalo de confiança gerado pelo modelo de CAE. Valores positivos acima do intervalo de confiança indicam uma distribuição agregada estatisticamente diferente de uma distribuição aleatória, e valores negativos abaixo do intervalo de confiança indicam uma distribuição uniforme estatisticamente diferente de uma distribuição aleatória.

C. Dependência entre o padrão de distribuição dos jovens em relação aos adultos.

Utilizou-se as funções K de Ripley e O-ring para estimar a dependência entre as distribuições de jovens e adultos, através de uma análise bivariada, baseada na contagem de vizinhos jovens em um círculo/anel, de raio conhecido, ao redor de qualquer indivíduo adulto (Wiegand & Moloney 2004). Um Intervalo de Confiança para os índices foi calculado da mesma maneira que no item B. O modelo nulo utilizado para a análise bivariado é o de Completa Interdependência Espacial (CIE), que muda o enfoque para saber se existe atração ou repulsão em relação ao modelo, analisando dois tipos de pontos diferentes.

Uma distribuição espacial aleatória não pode ser descartada para valores encontrados dentro do intervalo de confiança gerado pelo modelo de CIE. Valores positivos acima do intervalo de confiança indicam uma distribuição agregada estatisticamente diferente de uma distribuição aleatória, e valores negativos abaixo do intervalo de confiança indicam uma distribuição uniforme estatisticamente diferente de uma distribuição aleatória.

2 – Associação de Habitat

Para investigar a associação dos indivíduos de *E. edulis* com os habitats não alagado e alagado, utilizou-se o software *Torus translation* (Ripley 1981), que permite criar um modelo nulo através da rotação dos indivíduos no mapa e fixação do habitat. Sua análise é baseada no número de vezes em que a distribuição observada foi maior (Gr) ou menor (Is) que o esperado segundo o modelo nulo de aleatoriedade, indicando assim a força de associação positiva (valores maiores de 0,95) ou negativa (valores menores 0,95) com o habitat. Foram realizadas 1024 rotações de 20m.

Para as plântulas, as análises de associação de habitat foram feitas a partir do número de indivíduos de *E. edulis* em 29 parcelas na área alagada e 26 na área seca, onde, obteve-se as médias do número de plântulas para cada habitat e a diferença entre essas médias. O Intervalo

de Confiança para a diferença entre as médias foi calculado com 10 mil permutações, utilizando o software R (R Development Core Team, 2012) para analisar se os valores observados podem ser considerados estatisticamente diferentes de uma distribuição aleatória.

Resultados

Estrutura e tamanho da população

Foram analisados 4185 indivíduos, onde 1151 destes foram considerados jovens (DAP<5) e 3034 considerados adultos (DAP>5). Outros estudos demonstraram que as classes iniciais possuem mais indivíduos, e pode-se observar uma taxa baixa de recrutamento para as demais classes de tamanho, devido a alta mortalidade, predação e outros fatores (Matos & Watkinson 1998; Lima *et al.* 2011). No presente estudo observamos que a população de adultos é quase 3 vezes maior que a de jovens.

Distribuição espacial de *Euterpe edulis* Mart.

- Morisita: os valores para Jovens foram maiores do que os valores para Adultos nas três escalas espaciais. Além disso, quanto mais se aumentou a escala, mais os valores para as duas classes de tamanho e para a população como um todo diminuíram. A população apresenta, portanto distribuição agregada, tendenciando a diminuir a agregação a medida que se aumenta a escala (Tabela 2). O Intervalo de Confiança para o Índice de Morisita não inclui o valor 1, demonstrando que os valores são estatisticamente diferentes de uma distribuição aleatória.

- Morisita Padronizado: a distribuição espacial da população é agregada para as duas classes de tamanho (Jovens e Adultos) e para a população como um todo, nas três escalas espaciais (P10, P20, P40) (tabela 2).

- Variância/Média: a distribuição observada nas diferentes escalas, para os diferentes tamanhos, e para o total, é agregada (Tabela 2). Os valores de variância/média para Jovens foram menores do que os de Adultos nas três escalas espaciais, demonstrando que Adultos estão mais agregados do que os Jovens. O Intervalo de Confiança para a razão Variância/Média não inclui o valor 1, demonstrando que os valores são estatisticamente diferentes de uma distribuição aleatória.

- Funções O-ring e K-Ripley: Para adultos, a função O-Ring univariada diminui à medida que a escala espacial aumenta (Figura 3A). De 1m a 10m o padrão de distribuição se mostra fortemente agregado; de 10m até 90m os valores se encontram dentro do intervalo de confiança, demonstrando padrão de aleatoriedade; de 90m a 100m os valores voltam a tender para um padrão de distribuição agregado. Já na figura 3B observamos que os valores da função K-Ripley aumentam a medida que se aumenta a escala espacial; os valores estão todos fora do intervalo de confiança, mostrando um padrão de distribuição agregado, tendendo para agregação. As duas figuras demonstraram um padrão de agregação para Adultos em escalas menores.

A função O-ring para Jovens apresentou agregação somente nas primeiras escalas (até 5m), com uma posterior queda acentuada para distribuição aleatória, que seguiu em todas as escalas (até 100m), aceitando na maioria das análises o padrão CAE (Figura 3C). Já em K-Ripley (Figura 3D) a agregação também aconteceu nos primeiros 5m, bem como todas as outras escalas, podendo ser observado um padrão de oscilação entre valores de agregação maiores e menores até os 50m.

- **Dependência entre o padrão de distribuição de Jovens em relação aos adultos.**

Na figura 3E observamos que os valores da função O-Ring bivariada diminuem com o aumento da escala. Na faixa de 3m a 5m o padrão de distribuição se mostra fortemente agregado; de 10m a 50m o padrão torna-se aleatório; depois dos 50m os valores diminuem tendenciando à agregação.

Os valores da função K-Ripley bivariada aumentam com o aumento da escala (Figura 3F). Sua distribuição espacial é considerada agregada até 30m, onde Adultos e Jovens permanecem agregados; depois de 30m não pode ser considerada diferente de aleatória, por estar dentro do IC de aleatoriedade, onde jovens e adultos se dispersam.

As duas populações apresentaram distribuição agregada em escalas menores, e posteriormente apresentam uma distribuição que não pode ser considerada diferente de aleatória. Somente K-Ripley não demonstrou o padrão CAE em todas as escalas analisadas.

- **Associação de habitat**

Os valores encontrados para adultos, jovens e população total indicaram um Gr para Habitat Alagado com associação positiva (valor acima de 0.95) com significância de 0,05. Expressando que a distribuição dos Adultos apresenta forte associação positiva com o habitat alagado, o que acaba por refletir em uma associação geral para a população como um todo; diferente da população de Jovens que não apresenta associação (tabela 3).

Para a população de Plântulas não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os valores das diferenças entre as médias para dois habitats (Média do alagado= 6,38; média do não alagado = 7,04; $p=0,659$), assim pode se dizer que as plântulas se distribuem aleatoriamente nos dois habitats, sem preferência.

Discussão

Classificações espaciais mais agregadas do que regularmente espaçadas são uma característica marcante na distribuição e dispersão das florestas tropicais (Plotkin & Levin 2001, Condit *et al.* 2000, Begon 2007), sendo atualmente um fato consensual da Ecologia Vegetal que as plantas experimentam algum grau de agregação de indivíduos em alguma fase do seu desenvolvimento. Em concordância, *Euterpe edulis* apresentou distribuição agregada para ambos os estágios ontogenéticos avaliados (jovens e adultos), bem como para o conjunto total de indivíduos, independente dos índices e escala de observação.

Um estudo de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição na área de estudos, dentro das unidades amostrais observadas (Jankauskis, 1990). Foi observado em jovens e adultos uma agregação nos primeiros metros das análises, tanto em O-ring como em K-Ripley (Figuras 1A, 1B, 1C, 1D). Distribuições agregadas em pequenas escalas espaciais, como as observadas para jovens e adultos nas duas funções, são geradas a partir de processos de interações bióticas. Para jovens a agregação está geralmente associada a uma limitação de dispersão, e para ambos estados ontogenéticos, interações interespecíficas como a herbivoria, patógenos e competição, onde os indivíduos interagem primeiramente com os indivíduos vizinhos, definindo seu estabelecimento (Begon 2007; Tilman 1982; Hubbel *et al.* 2001).

Observou-se também que a população de Adultos é 3 vezes maior que a de Jovens, podendo refletir um estágio populacional onde jovens não tem encontrado condições favoráveis para seu desenvolvimento, que pode ser consequência do próprio sombreamento dos adultos, entre outros fatores (Nakazono *et al.* 2001; Norodari *et al.* 1999)

Há um forte padrão de dependência entre a distribuição de jovens e a de adultos em escalas mais finas (até 20 m), indicando uma limitação da dispersão e concentração de recrutamentos no entorno de adultos já estabelecidos. Para escalas maiores que 30m as distribuições de jovens e adultos não estão relacionadas espacialmente. Nas escalas onde a distribuição de jovens é dependente da de adultos, pode-se inferir que isso ocorre devido a efeitos dependentes de densidade positivos como a dispersão de propágulos. Por outro lado nas escalas onde esses estágios não estão relacionados pode estar ocorrendo processos denso-dependentes negativos, como a previsto pelo modelo de Janzen-Connell onde a ampla dispersão das sementes para locais longes das árvores parentais evitam uma série de fatores negativos, que levam a um padrão espacial menos agregado ao longo dos estágios ontogenéticos (Connell 1971; Jazen 1970), que são importantes para a dinâmica da população, pois afetam diretamente sua distribuição, o recrutamento de plântulas e a manutenção da diversidade das espécies (Clark *et al.* 1998 e 1999; Muller-Landau 2004).

Os padrões observados podem ser considerados o resultado da heterogeneidade espacial provindos de diversos processos ambientais (Grieg- Smith 1991) como a associação ao habitat edáfico. Apesar de serem encontrados nos dois tipos de habitat, os adultos apresentaram preferência positiva ao habitat alagado e negativo ao habitat não alagado (Tabela 3), diferentemente dos jovens e das plântulas que não apresentam uma preferência por habitat edáfico (Tabela 3).

Estudos da estrutura da população podem ser utilizados em ecologia aplicada como instrumento para indicação de manejo de espécies vegetais. Apesar de não proverem informações sobre as taxas de variação da população ao longo do tempo, como modelos de dinâmica que ajudam a prever as tendências das populações para aumentar ou diminuir ao longo do tempo (Kaye *et al.* 2001; Freckleton *et al.* 2003), esse estudos indicam processos importantes na regulação da populações, principalmente com sua variação na escala espacial. Preferencias por habitats e diferenças relacionadas a ontogenia dos indivíduos indicam que

deve haver uma orientação diferencial relacionada a essas variáveis quando almeja-se um manejo correto da população.

Pesquisas semelhantes com o Palmito Jussara em ambientes naturais são poucos (Reis *et al.* 1996; Matos & Bovi 2002; Matos *et al.* 1998), mas tem alto potencial para serem incluídos em planos de manejo e sustentabilidade, que visem seu consumo sustentável e conservação e que amenizem os efeitos da sua exploração ilegal (Reis *et al.* 1993).

Pudemos destacar que populações de *Euterpe edulis*, como a maioria das populações de espécies de áreas tropicais, possuem distribuição agregada e preferência por habitat, o que sugere que esses padrões podem ter ligação direta com as relações interespecíficas e com as estratégias de recrutamento da espécie, que determinam sua distribuição e sua permanência no habitat.

Um próximo passo importante será investigar os efeitos da exploração ilegal de *Euterpe edulis* na Ilha do Cardoso, e como isso tem afetado a densidade populacional dessa espécie e se essa exploração pode estar levando a Palmeira a níveis populacionais críticos, afetando sua conservação. Nesse processo, já sabemos que devemos avaliar diferencialmente os diferentes estágios ontogenéticos e os habitats edáficos encontrados na restinga.

Referências

- BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Artmed, Porto Alegre.2007.
- BLANK, S., SEITER, C. & BRUCE, P. **Resampling Stats Add-in for Excel Software**. Resampling Stats, Inc., Arlington, Virginia.2001.
- CLARK, J. S., MACKLIN, E., &WOOD, L. **Stages and spatial scales of recruitment limitation in southern appalachian forests**.*Ecological Monographs*, 68(2): 213–235, 1998.
- CONDIT, R., ASHTON, P. S., BAKER, P., BUNYAEJCHEWIN, S., GUNETILLEKE, S., GUNATILLEKE, N., HUBBELL, S. P. **Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species**. *Science* 288, 1414, 2000.
- CONNELL, J. H. 1971. **On the role of natural enemies in pre-venting competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees**. - In: den Boer, P. J. and Gradwell, G. R. (ed.), Dynamics of populations. PUDOC, Wageningen, pp. 298-312.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., TERRIBILE, L.C., OLIVEIRA, G.& RANGEL, T.F.L.V.B. **Padrões e processos ecológicos e evolutivos em escala regional**. Mega diversidade, Volume 5, nº 1-2, 2009.
- FORGET, P. M., MERCIER, F. & COLLINET, F. 1999. **Spatial patterns of two rodendispersed rain forest trees Carapa procera (Meliaceae) and Vouacapoua American (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana**. Journal of Tropical Ecology 63: 311 – 333.
- FOSTER, R. B., ITOH, A., LAFRANKIE, J. V., LEE, H. S., LOSOS, E., MANOKARAN, N., SUKUMAR, R., YAMAKURA, T. **Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species**. *Science* 288, 26 May 2000.
- FRANKLIN, J. and REY, S. J. **Spatial patterns of tropical forest trees in Western Polynesia suggest recruitment limitations during secondary succession**. *Journal of Tropical Ecology* (2007) 23:1–11. Copyright © 2007 Cambridge University Press
- FRECKLETON, R. P., SILVA MATOS, D. M., BOVI, M. L. A., WATKINSON A. R. **Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree**. Journal of Applied Ecology Volume 40, Issue 5, pages 846–858, October 2003.
- GRIEG-SMITH, P. **Pattern in a derived savanna in Nigeria**. Journal of Tropical Ecology 7: 491-502. 1991.
- GUARIGUATA, M.R. & PINARD, M.A. **Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: implications for natural forest management**. Forest Ecology and Management 112: 87-99, 1998.
- HENDERSON, A., GALEANO, G., & BARNAL, R. **Field guide of the palms of the Americas**. Princeton, New Jersey. 1995.
- HAY, J. D. **Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF**. Revista brasileira de Botânica, São Paulo, V.23, n.3, p.341-347,2000.
- HUBBEL, S.P., FOSTER,R.B., O'BRIEN, S.T., HARMS,K.E., CONDIT,R., MEEHSLER, B, WRIGHT,S.J., LAO, S.L. de. **Ligh-Gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest**. Science, Nem Series, Vo.283, No. 5401, 554-557, Jan. 22, 1999.

HUBBEL, S.P.J. et al. **Local neighborhoods effects on long-term survival of individuals trees in a Neotropical forest.** Ecological Research, v.16, p.859-875, 2001.

HUTCHINSON, G. E. **The Concept of Pattern in Ecology.** Academy of Natural Sciences. Philadelphia, V.105, p.1-12, 1953

JAZEN, D. H. **Herbivories and the number of trees species in tropical forests.** Am. Nat. 104:501-528.1970.

JANKAUSKIS, J. **Avaliação de técnicas de manejo florestal.** Belém: SUDAM, 1990. 143 p.

KAYE, T.N., Pendergrass, K.L., Finley, K. & Kauffman, J.B. **The effect of fire on the population viability of an endangered prairie plant.** Ecological Applications, 11, 1366–1380. 2001.

LEVIN, S. A. **The problem of pattern and scale in ecology.** Ecology 73: 1943-1967.

LIMA, R. A. F., OLIVEIRA, A. A., MARTINI, A. M. Z. **Structure, diversity, and spatial patterns in a permanent plot of a high Restinga forest in Southeastern Brazil.** ActaBotanicaBrasilica 25(3): 633-645. 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Editora Plantarum Ltda., Nova Odessa, SP. 368 pp. 1992

LORTIE, C. J., BROOKER, R. W., CHOLER, P., KIKVIDZE, Z., MICHALET, R., PUGNAIRE, F. I., CALLAWAY, R. M. **Rethinking plant community theory.** FORUM, Oikos 107:2, 2004

LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing.** John Wiley & Sons, New York. 1988

MANLY, B.F.J. **Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology.** New York: Chapman & Hall. 1997.

MATOS, D. M. S., FRECKLETON, R. P., WATKINSON, A. R. **The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm.** Ecology 80:2635–2650. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[2635:TRODDI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[2635:TRODDI]2.0.CO;2)

MATOS, D. M. S., BOVI, M. L. **Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil.** Biodiversity and Conservation 11: 1747 – 1758, 2002.

Miguel, L. A. & Zanoni, M.M. **“Práticas agroflorestais, políticas públicas e meio ambiente: o caso do litoral norte do estado do Paraná”** Extensão Rural, DEAR/CPGExR – CCR – UFSM. Ano V – jan-dez 1998, pp.9-23.

MULLER-LANDAU, H. C., DALLING, J. W., HARMS, K. E., WRIGHT, S. J., CONDIT, R., HUBBELL, S. P. & FOSTER, R. B. **Seed dispersal and density-dependent seed and seedling survival in trichilia tuberculata and Miconia argentea.** Tropical Forest dynamic and dynamism findings from a large-scale network. Pp. 340-362. The University of Chicago Press.

NORADARI, R. O., Reis M. S., Fantini A. C., Mantovani, A., Ruchel, A., Welter, L. J. **Crescimento de mudas de palmito em diferentes condições de sombreamento e densidade.** Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 23, n.3, p.285-292, 1999.

PENNINGS, S.C. et al. **Geographic variation in positive and negative interactions among salt marsh plants.** Ecology, v.84, p.1527-1538, 2003.

R. Development Core Team, 2012. **R: a language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, www.R-project.org.

REIS, A. **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. Professor titular thesis, UFSC, Florianópolis, Brasil. 137 pp. 1993.

REIS, M. S. R, AND A. C. FANTINI. **Manejo de rendimento sustentado de *Euterpe edulis* Martius**. In Instituto Florestal de São Paulo. 7º Congresso florestal estadual, Nova Prata, pp. 1226-1241, Anais.1992.

REIS, M. S. R, FANTINI, A. C., NODARI, R. O., REIS, A. GUERRA, M. P., MANTOVANI, A. **Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius)**. Biotropica 32(4b): 894-902, 2000.

RIBBENS, E., SILANDER Jr, J.A., and PACALA, S.W. **Seedling recruitment in forests: calibrating models to predict patterns of tree seedling dispersion**. Ecology 75 (6), pp 1794-1806, 1994.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics**. John Wiley press, New York. 1981.

SIVA MATOS, D.M. & Watkinson, A.R. **The fecundity, seed and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in south-eastern Brazil**. Biotropica, 30, 595–603. 1998.

TERBORGH, J. **Keystone plant resources in the tropical forest**. In M. E. Soulé (editor) *Conservations Biology*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. pp. 330-344. 1986a

TILMAN, D. **Resource competition and community structure, Monographs in population biology**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 1982.

TILMAN, D. **COMMUNITY INVASIBILITY, RECRUITMENT LIMITATION, AND GRASSLAND BIODIVERSITY**. *Ecology*, 78(1), pp. 81–92, 1997.

WANG, B. C. and SMITH, T. B. **Closing the seed dispersal loop**. Trends in Ecology & Evolution Vol.17 No.8 August 2002.

WHEELWRIGHT, N. **Fruit size in a tropical tree species: variation, preference by birds and heritability**. *Vegetatio* 107/108:163-174. 1993.

WHITTAKER, R.J., ARAUJO, M. B., PAUL, J., LADLE, R. J., WATSON, J. E. M., WILLIS, K. J. **Conservation Biogeography: assessment and prospect**. *Diversity and Distributions* 11: 3-23. 2005.

WIEGAND, T. and MOLONEY, K. A. **Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology**. *OIKOS* 104: 209–229, 2004.

WIEGAND, T. **Introduction to Point Pattern Analysis with Ripley's L and the O-ring statistic using the Programita software**. Department of Ecological Modelling, UFZ-Centre for Environmental Research, PF 500136, 04301 Leipzig, Germany. Second draft version, 8 of March 2004.