

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) SUJEITA AO SISTEMA DE MANEJO PORTA-SEMENTES

Mayesse Aparecida da Silva¹, José Márcio de Mello², José Roberto Soares Scolforo², Luíz Czanck Júnior³,
Ivonise Silva Andrade⁴, Antônio Donizette de Oliveira²

(recebido: 10 de janeiro de 2008; aceito: 26 de setembro de 2008)

RESUMO: A candeia (*Eremanthus erythropappus*) é uma espécie florestal cuja madeira é de múltiplos usos e de grande valor econômico. Em razão disso, sua exploração tem sido feita de maneira desordenada. Uma forma de diminuir o impacto da exploração da candeia é por meio de um plano de manejo adequado. A avaliação da distribuição espacial é importante para conhecer o comportamento ecológico das espécies, possibilitando analisar resultados que podem ajudar na compreensão da dependência espacial e do padrão de distribuição. Objetivou-se, nesse estudo, analisar a estrutura horizontal espacial da espécie *Eremanthus erythropappus* (Candeia), no sistema de manejo porta-sementes, em experimentos implantados no município de Aiuruoca, Minas Gerais. A análise espacial da regeneração e das árvores porta-sementes da candeia foi avaliada pela função K proposta por Ripley, através das coordenadas geográficas das regenerantes e das árvores porta-sementes. Na análise consideraram-se os casos univariados entre adultos e regeneração e o bivariado (relação espacial entre adultos e regeneração). Os resultados indicaram que a regeneração apresenta um padrão de distribuição agregado confirmando a capacidade da candeia de formar mosaicos na vegetação, dando origem a grandes candeais. As plantas adultas apresentaram um padrão agregado passando a aleatório. Observou-se que não houve nenhuma relação de dependência entre as plantas adultas e a regeneração.

Palavras-chave: Análise espacial, *Eremanthus erythropappus*, sistemas silviculturais, função K de Ripley.

ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) UNDER THE SEED-TREE MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRACT: *Candeia* (*Eremanthus erythropappus*) is a woody species that produces wood for various uses and with high economic value. This fact has caused an uncontrolled exploitation of the species. One way to reduce the exploitation impact of candeia tree is to elaborate a sustainable management plan. Spatial evaluation is important to analyze the ecological behavior of the species. The results may help the comprehension of the spatial dependency and the pattern of distribution. The objective of this study was to analyze the horizontal spatial structure of *Eremanthus erythropappus* (candeia) under a tree-seed system, in trials installed in August 2003 in the district of Aiuruoca, in the State of Minas Gerais. The spatial analysis of the regeneration and the seed-trees were performed by Ripley's K, using their geographic coordinates. The results indicated that the regeneration presented an aggregated distribution pattern, confirming the capacity of candeia to form mosaics in the vegetation, originating candeia predominant forests. The adult plants presented an aggregated pattern moving into a random pattern. There was no dependency relationship between adult plants and regeneration.

Key words: Spatial analysis, *Eremanthus erythropappus*, silvicultural system, Ripley's K.

1 INTRODUÇÃO

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) da família Asteraceae, pertencente ao grupo ecológico das pioneiras, é considerada precursora na invasão de campos (CARVALHO, 1994). Sua madeira é muito utilizada para moirões de cerca pela alta durabilidade e, também, para produção de produzir óleos essenciais, cujo principal princípio ativo é o alfabisabolol que, segundo Pedralli (1997), possui propriedade antiflogística, antibacteriana, antimicótica, dermatológica e espasmódica. Sua

abrangência é predominante em locais montanhosos, pedregosos com solo ruim, os quais não são empecilhos para o seu desenvolvimento. É muito comum encontrar grandes candeais em locais em que seria difícil o desenvolvimento de outra espécie (PERÉZ, 2001).

Por ser uma espécie de grande importância econômica, sua exploração ocorre de forma desordenada. Uma forma de diminuir o impacto da exploração é a aplicação de um plano de manejo adequado que garanta a sustentabilidade dessa espécie. O estudo do padrão de distribuição espacial de espécies dentro da floresta é um

¹Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Bolsista da CAPES – mayesse@gmail.com

²Professores do Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – Lavras, MG – 37200-000 – josemarcio@ufla.br, jscolforo@ufla.br, donizete@ufla.br

³Engenheiro Florestal da Suzano Papel e Celulose da Bahia – BR 101 – Km 945,4 – 45930-000 – Mucuri, BA – czank.jr@gmail.com

⁴Doutoranda do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – ivoniseribeiro@hotmail.com

aspecto relevante a ser conhecido para o manejo florestal. A distribuição espacial revela como os indivíduos se encontram organizados horizontalmente no ambiente. Essa “organização” é resultado da combinação de fatores bióticos e abióticos, que regem a dinâmica dos processos ecológicos da espécie dentro da floresta.

O conhecimento do padrão de distribuição espacial dos indivíduos na floresta fornece informações para melhorar técnicas de manejo, auxiliar em processos de amostragem e monitorar espécies vegetais em unidades de conservação e sob manejo (ANJOS, 1998). Além de compreender aspectos ecológicos possibilitando analisar resultados que podem ajudar na compreensão da dependência espacial das espécies e do padrão de distribuição, fornecendo subsídios importantes para técnicas de manejo sustentável da floresta (PEREIRA, 2005), melhoria em manejos tradicionais e orientando pesquisadores na elaboração de modelos de exploração (LEVIN, 1992; MOEUR, 1993).

O manejo florestal sustentável contribui para a manutenção e utilização de maneira adequada da cobertura florestal e favorece o desenvolvimento de técnicas de análises quantitativas nas decisões sobre composição, estrutura e localização de uma floresta, de maneira que ela forneça benefícios ambientais, econômicos e sociais, na quantidade e na qualidade necessária, mantendo a diversidade e garantindo a sustentabilidade da floresta (PINTO, 2000).

Obetivou-se, no presente trabalho, avaliar a estrutura horizontal espacial através da função K de Ripley, dos indivíduos regenerantes e arbóreos da espécie *Eremanthus erythropapus*, conhecida como candeia, numa área sob o regime de manejo porta-sementes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

A área de estudo é composta de dez fragmentos que contêm candeia, perfazendo um total de 71,29 ha. Localiza-se no município de Aiuruoca, Minas Gerais, nas coordenadas de 21°58'23" de latitude sul e 44°44'35" de longitude oeste. A altitude varia de 1.350 a 1.700 m. O clima, na classificação de Köppen é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C, a temperatura média anual varia entre 18°C e 19°C e a média anual de precipitação pluviométrica é da ordem de 1.400 mm. Os meses mais chuvosos correspondem a dezembro, janeiro e fevereiro e as menores precipitações ocorrem em junho, julho e agosto. Na região predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo.

A avaliação da distribuição espacial das plantas de candeia foi feita no sistema de manejo porta-sementes que consiste na derrubada (corte raso) da maioria das plantas, deixando algumas para servirem de porta-sementes e assim garantir a regeneração natural da espécie. O sistema foi implantado em agosto de 2003 no município de Aiuruoca, MG e possui 1,00 ha.

A época de instalação foi relacionada ao período de dispersão das sementes da candeia, que ocorre entre agosto e outubro, quando as condições são favoráveis para o estabelecimento da regeneração natural dessa espécie, ou seja, luminosidade direta no solo, limpeza do solo e precipitação adequada. A regeneração consistiu das plantas que nasceram após a implantação do sistema de manejo porta-sementes. As plantas remanescentes, após a implantação do sistema de manejo, foram denominadas de porta-sementes.

2.2 Coleta e análise dos dados

Para a obtenção dos dados da regeneração da candeia, foi realizado um censo de todas as regenerantes na área do manejo, medindo-se a altura de cada planta e obtendo-se a sua localização com base nas coordenadas cartesianas (X, Y). As informações obtidas para as árvores porta-sementes foram altura total, DAP e as coordenadas (X, Y). Neste trabalho serão utilizadas as coordenadas (X, Y) das regenerantes e das árvores porta-sementes para realização da distribuição espacial. Para isso, usou-se o Arc Gis, um programa de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que extraiu as coordenadas (X, Y) do mapa digitalizado, originando um banco de dados, através do qual as informações geradas possibilitaram interagir com os programas de SIG e estatística.

A análise espacial da regeneração e das árvores porta-sementes da candeia foi feita pela função K proposta por Ripley (1976). Essa é uma função de densidade que considera a variância de todas as distâncias (m) entre todos os eventos.

A análise é feita graficamente, para facilitar a visualização dos desvios em relação à hipótese nula, através de um gráfico cuja abscissa representa m e, na ordenada a função transformada $L(m)$ da função K (RIPLEY, 1979). A distância m foi definida em 5 m, ou seja, a função $K(m)$ de Ripley avalia a relação existente entre pares de eventos a cada 5 m.

Para a função K univariada, utilizada para avaliar a regeneração e as porta-sementes, os envelopes de confiança foram construídos através de simulações *Montecarlo*. Um

padrão espacial completamente aleatório será simulado com base no número de árvores verificadas no campo. Para o mapa resultante, calcula-se a função K. Após 1000 simulações do padrão espacial segundo o modelo de Completa Aleatoriedade Espacial (CAE), e após o cálculo da função K para cada simulação, os valores máximos e mínimos de cada cálculo são armazenados para cada distância m . Tais valores são utilizados para obter os limites inferior e superior do envelope.

Com o propósito de facilitar a interpretação gráfica da função K de Ripley, Besag na discussão do artigo de Ripley (1977), sugere uma transformação para a função K que produz uma linha simples (ANJOS, 1998).

$$\hat{L}(m) = \sqrt{\frac{\hat{K}}{\pi}} - m$$

Plotam-se os valores de $L(m)$ no eixo y e a distância (m) no eixo x. Valores positivos indicam atração espacial, ou seja, agregação. Valores negativos indicam repulsão ou regularidade e valor zero representa aleatoriedade (KENKEL, 1998).

Para a função K bivariada, utilizada para avaliar a dependência espacial entre regeneração e adultos, adotou-se a técnica de *toroidal shifts* usada por Barot et al. (1999). Para a avaliação da significância dos valores gerados pela função K, foram construídos envelopes de confiança por simulação (1000 no caso do presente trabalho).

Para a visualização gráfica, utilizou-se a forma transformada da função K(m) dada por:

$$\hat{L}(m) = \sqrt{\frac{\hat{K}_{12}(m)}{\pi m^2}} - m, \quad m > 0$$

Se os valores da função K permanecem dentro dos envelopes, significa que os eventos são independentes. Se eles ultrapassam o envelope superior, significa que existe uma atração entre os eventos. Se ultrapassam o envelope inferior, significa que existe inibição entre os eventos (BATISTA, 1994).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise exploratória dos dados

Foram avaliados 7496 indivíduos regenerantes (Figura 1) e 239 árvores porta-sementes (Figura 2).

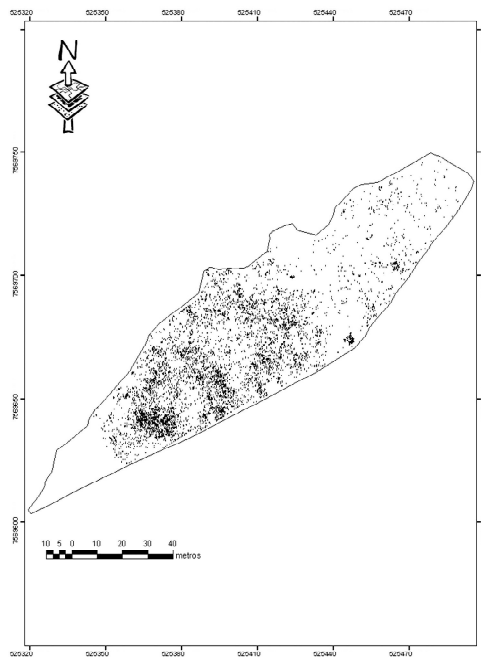


Figura 1 – Distribuição espacial da regeneração de candeia.

Figure 1 – Spatial distribution of candeia's regeneration.

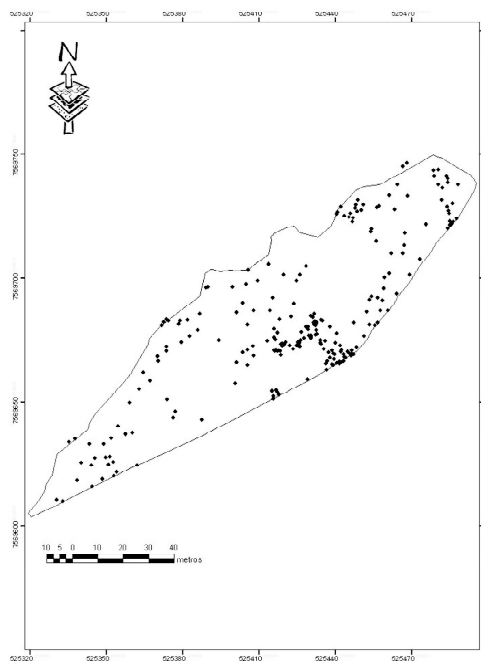


Figura 2 – Distribuição espacial das árvores porta-sementes de candeia.

Figure 2 – Spatial distribution the seed trees of candeia.

3.2 Análise da distribuição espacial – caso univariado

3.2.1 Regeneração

As plantas consideradas neste trabalho como regenerantes de *Eremanthus erythropappus* apresentaram um padrão de distribuição agregado até 80m, passando para regular após 81m (Figura 3). O ponto inicial da função K de Ripley (linha cheia) e do envelope (linhas tracejadas) inicia-se em $L(h) = 0$. O envelope delimita a região de completa aleatoriedade espacial (CAE). Com esse resultado, observa-se que a regeneração apresentou um padrão de distribuição espacial agregado, confirmando a afirmativa de Crawley (1986), em que a chuva de sementes total chega à superfície do solo em um padrão espacialmente agregado. Capretz (2004) também afirma que o padrão da distribuição espacial para espécies pioneiras, na escala das clareiras, seja agregado. Isso ocorre uma vez que as espécies pioneiras aproveitam a abertura do docel para explorar novos recursos abertos, formando mosaicos na vegetação. A mesma afirmativa pode ser constatada em Hubbel (1979), em que o autor argumenta que padrão agregado, sobretudo em função da densidade de plantas jovens, é comum.

Padrões agregados em pequena escala de distância, como foi observado para os indivíduos regenerantes de

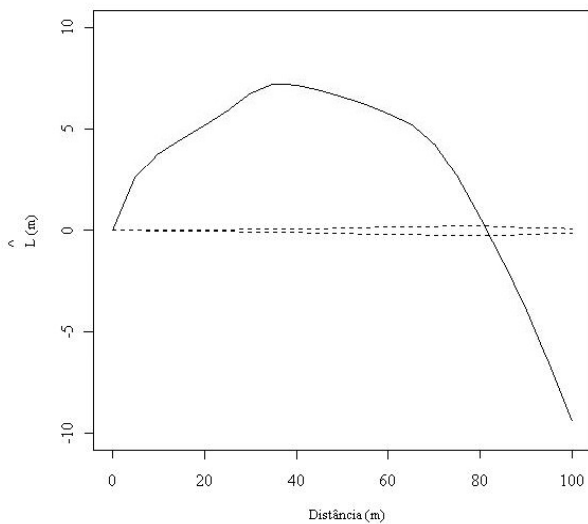


Figura 3 – Análise da distribuição espacial da regeneração de candeia através da função K de Ripley. Linhas pontilhadas representam envelopes de confiança com 1000 simulações.

Figure 3 – Spatial Distribution analysis of candeia's regeneration using Ripley's K. Dotted line represents trust envelopes with 1000 simulations.

candeia, indicam que fatores ambientais podem estar atuando fortemente nessa situação. Condit et al. (2000) relataram que fatores ambientais como disponibilidade de recursos e condições microclimáticas específicas afetam o padrão de dispersão dos indivíduos. A presença de clareira é um fator que favorece a agregação dos indivíduos devido ao aumento de luminosidade (CAPRETZ, 2004).

3.2.2 Porta - Sementes

As plantas consideradas como adultas de *Eremanthus erythropappus*, apresentaram um padrão de distribuição agregado até uma distância de 42 metros, passando para um padrão aleatório (Figura 4).

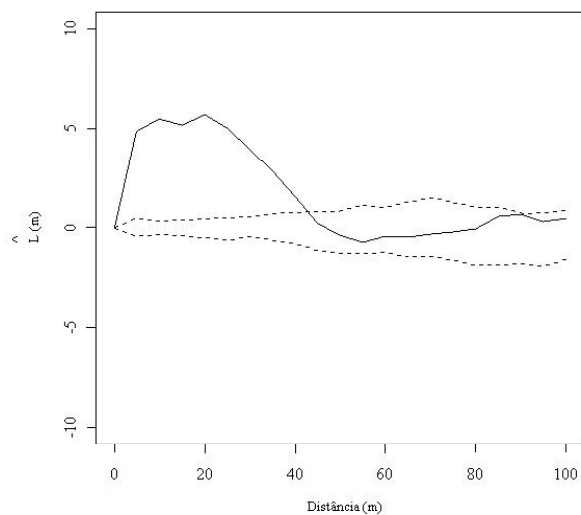


Figura 4 – Análise da distribuição espacial das árvores porta-sementes, através da função K de Ripley. Linhas pontilhadas representam envelopes de confiança com 1000 simulações.

Figure 4 – Spatial Distribution analysis of seed trees using Ripley's K. Dotted line represents trust envelopes with 1000 simulations.

Segundo Capretz (2004), para espécies da floresta Ombrófila, nas maiores classes diamétricas, o padrão foi aleatório. O mesmo resultado foi verificado por Czanck (2006), trabalhando com *Xylopia brasiliensis*. Por esses resultados, pôde-se inferir que procedimentos de amostragem com princípios de aleatorização podem propiciar boa representatividade para indivíduos adultos. No caso de estudos em regeneração, o procedimento amostral deve ser capaz de captar a variabilidade espacial dos indivíduos regenerantes. Portanto, deve-se adotar

procedimentos que garantem boa representatividade espacial da área, podendo ser aqueles que apresentam caráter de sistematização das unidades amostrais na área.

3.3 Análise da distribuição espacial – caso bivariado

Considerando-se a dependência espacial entre adultos e regeneração, observa-se que a distribuição das árvores de *Eremanthus erythropappus* não apresenta nem atração nem inibição, ou seja, são independentes (Figura 5). Isso se explica pela dispersão da semente se dar pelo vento (anemocoria), não tendo, dessa maneira nenhum vínculo entre o local onde a semente irá cair para germinar, com a distância de sua mãe. Esse resultado evidencia a alta capacidade de regeneração e sustentação da espécie.

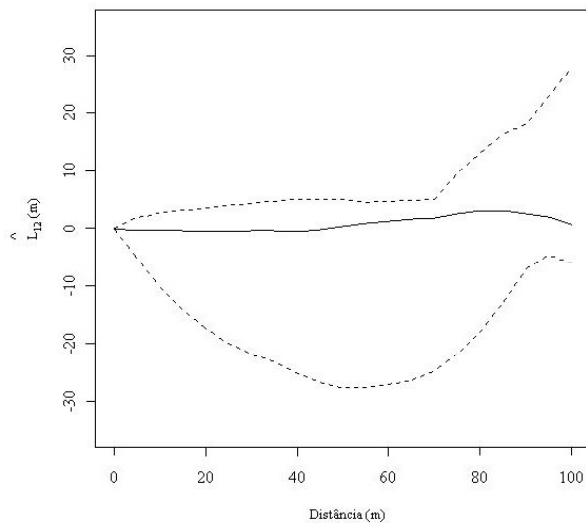


Figura 5 – Análise da dependência espacial entre porta-sementes e regeneração, através da função K de Ripley. Linhas pontilhadas representam envelopes de confiança com 1000 simulações.

Figure 5 – Spatial dependency analysis between seed trees and regeneration using Ripley's K. Dotted line represents trust envelopes with 1000 simulations.

4 CONCLUSÕES

A regeneração apresentou um padrão de distribuição agregado o que confirma a capacidade da candeia de formar mosaicos na vegetação, dando origem a grandes candeais.

Dessa forma, pode-se concluir que o sistema de manejo porta-sementes é viável, uma vez que proporcionou condições para que as sementes fossem dispersas e se

desenvolvessem restabelecendo a vegetação e garantido a sustentabilidade do manejo.

Não existe dependência espacial entre adultos e regenerantes da candeia.

Para indivíduos porta-sementes houve agregação até a uma distância de aproximadamente 40m. Acima dessa distância, as plantas apresentaram padrão de distribuição espacial aleatório. Com esses resultados, espera-se que padrões de amostragem com caráter aleatório gerem resultados precisos com relação à característica quantitativa a ser avaliada.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, A. **Análise do padrão de distribuição espacial do palmiteiro (*Euterpe edulis*) utilizando a função K de Ripley.** 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.
- BAROT, S.; GIGNOUX, J.; MENAUT, J. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. **Ecology**, Durham, v. 80, p. 1987-2005, 1999.
- BATISTA, J. L. F. **Spatial dynamics of trees in a brazilian atlantic tropical forest under natural and managed conditions.** 1994. Dissertação (Master) - University of Washington, Seattle, 1994.
- CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função k de Ripley.** 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 1994. 640 p.
- CONDIT, R.; ASHTON, P.; BAKER, P. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, v. 288, p. 1414-1418, 2000.
- CRAWLEY, M. J. **Plant ecology.** Oxford: Blackwell Scientific, 1986.
- CZANC, L. J. **Análise da distribuição espacial de indivíduos de *Xylopia brasiliensis* em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras – MG.** 2006. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

- HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, v. 203, n. 4387, p. 1299-1309, 1979.
- KENKEL, N. C. Pattern of self-thinning in Jack Pine: testing the random mortality hypothesis. **Ecology**, Durham, v. 69, p. 1017-1024, 1988.
- LEVIN, S. A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, Durham, v. 73, n. 6, p. 1943-1967, 1992.
- MOEUR, M. Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. **Forest Science**, v. 39, n. 4, p. 756-775, 1993.
- PEDRALLI, G. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip.) na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 301-306, 1997.
- PEREIRA, A. A. **Análise da distribuição espacial de Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis*) usando a geoestatística e sistema de informações geográficas**. 2005. 47 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PÉREZ, J. F. M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- PINTO, A. C. M. **Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentável na Amazônia Ocidental**. 2000. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society**, v. 39, p. 172-212, 1977.
- RIPLEY, B. D. Tests of ‘randomness’ for spatial point patterns. **Journal of the Royal Statistic Society B**, v. 41, p. 368-374, 1979.
- RIPLEY, B. D. The second-order analysis of stationary point processes. **Journal of Applied Probability**, v. 13, p. 255-266, 1976.