



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS



ADELSON ROCHA DANTAS

**DINÂMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Pentaclethra macroloba* (Willd.)
Kuntze (Fabaceae) EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

RECIFE – PERNAMBUCO
2015

ADELSON ROCHA DANTAS

**DINÂMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Pentaclethra macroloba* (Willd.)
Kuntze (Fabaceae) EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

Coorientadores:

Dr. Marcelino Carneiro Guedes

Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano

RECIFE – PERNAMBUCO
2015

Ficha catalográfica

D192d Dantas, Adelson Rocha
Dinâmica e distribuição espacial de *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) em floresta de várzea do estuário amazônico / Adelson Rocha Dantas. -- Recife, 2015.
78 f. : il.

Orientador: Luiz Carlos Marangon.
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal Recife, 2015.
Referências.

1. Autoecologia de Pracaxi 2. Padrão agregado
3. Demografia populacional I. Marangon, Luiz Carlos, orientador II. Título

CDD 634.9

ADELSON ROCHA DANTAS

**DINÂMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Pentaclethra macroloba* (Willd.)
Kuntze (Fabaceae) EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Aprovado em 19 de fevereiro de 2015

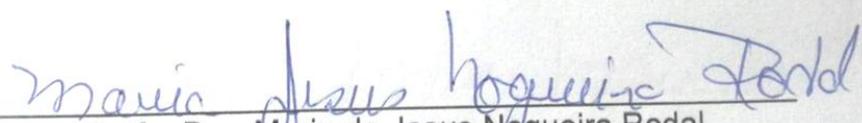
Banca examinadora:



Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon
(Orientador - Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)



Profa. Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz Ramos
(Instituto Federal de Pernambuco/IFPE)



Profa. Dra. Maria de Jesus Nogueira Rodal
(Departamento de Biologia/UFRPE)

RECIFE – PERNAMBUCO
2015

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por ter me concedido sabedoria e por me fortalecer nos meus momentos de fraqueza;

A toda a minha família por me incentivar nos meus estudos, em especial a minha mãe que sempre esteve no meu lado;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade de cursar o mestrado;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon, por ter aceitado a me orientar com toda a sua sabedoria;

Ao Dr. Marcelino Carneiro Guedes, pela co-orientação, ensinamento, por sempre estar disposto a ajudar e por ter me aceito no projeto Florestam;

À Dra. Ana Cláudia Silva Lira Guedes, por estar sempre presente na minha vida científica;

Aos professores do departamento de Ciências Florestal, pelas valiosas contribuições e ensinamentos.

Aos colegas da pós-graduação, em especial ao Irapuã, Robson Carmo, Cinthia, Carla, Juvenal, Guera e Salomé;

À equipe de técnicos do Campo Experimental do Mazagão;

A meus colegas de campo, em especial a Danielle Miranda, Jonas Rodrigues, Marciane, Ediglei, Ezaquiel e Anderson;

Ao projeto Florestam e à Embrapa Amapá, por oferecer toda a estrutura para elaboração desta dissertação.

"Só quando a última árvore for derrubada, o último peixe for morto e o último rio for poluído é que o homem perceberá que não pode comer dinheiro."

Provérbio Indígena

Dedico esta dissertação a minha querida mãe Osvaldina Rocha Dantas, a meu pai Ademir Rocha Dantas, a minha querida avó Maria Carmélia Dantas Pantoja (*in memória*), a minha irmã Cleidiane Rocha Dantas, a meus irmãos Adenilson Rocha Dantas e Adriano Rocha Dantas e as minhas sobrinhas Ana Clara Gemaque Dantas e Nicolly Dantas.

DANTAS, ADELSON ROCHA. **Dinâmica e distribuição espacial de *Pentaclethra maculoba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) em floresta de várzea do estuário amazônico**. 2015. Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-orientadores: Dr. Marcelino Carneiro Guedes e Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feleciano.

RESUMO GERAL

As florestas de várzea do estuário do rio Amazonas são ecossistemas energeticamente abertos, dinâmicos e com a maior biodiversidade dentre os ecossistemas alagáveis do mundo. Essas florestas são ricas em espécies de múltiplas utilidades e amplas variedades de recursos madeireiros e não madeireiros. *Pentaclethra maculoba* (Willd.) Kuntze é uma das espécies úteis, típica do estuário amazônico. O óleo extraído de suas sementes possui propriedades medicinais. O objetivo geral deste trabalho foi estudar o crescimento e a demografia da espécie, além da distribuição espacial de populações de *P. maculoba*, para auxiliar em estratégias de manejo e conservação da espécie e da floresta de várzea do estuário do rio Amazonas. O estudo da dinâmica ocorreu em parcelas permanentes, vinculadas ao projeto Florestam, instaladas em três áreas de floresta de várzea no município de Mazagão, sudoeste do Estado do Amapá. Na Estação Experimental da Embrapa Amapá, também localizada município de Mazagão, foi realizado o estudo da distribuição espacial em uma área de 55,96 ha. Para o estudo da dinâmica foram realizados durante execuções do projeto Florestam, liderado pela Embrapa Amapá, quatro inventários durante os anos de 2011, 2012, 2013 e 2014. No primeiro inventário, foram mensurados todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm. Nos inventários seguintes (2012, 2013 e 2014), as árvores foram remedidas e foram quantificados os indivíduos mortos e computados os recrutas que atingiram o DAP mínimo de inclusão no ano seguinte. Os principais parâmetros populacionais calculados foram: taxa periódica de mortalidade, taxa periódica de recrutamento e incremento periódico anual. Para a distribuição espacial foi realizado em agosto de 2014, um inventário 100% de todos os indivíduos vivos e mortos, que possuíam CAP ≥ 30 cm, os quais foram georreferenciados. Para análise da distribuição espacial foi utilizada a função K de Ripley (univariada), sob a hipótese nula de completa aleatoriedade espacial. Foram criados envelopes de confiança a partir de 1000 permutações. A função k foi transformada para a função L. A taxa periódicas de mortalidade foi de 3,72% e a de recrutamento foi de 0,56%. A taxa de mortalidade superou a de recrutamento, indicando que a regeneração natural da espécie pode estar sendo suprimida por alguma força ambiental ou antrópica. A estrutura diamétrica da população seguiu um padrão atípico, com menor número de indivíduos nas classes iniciais. Considerando o primeiro inventário (2011) e o último (2014), o incremento periódico anual obtido foi de 0,55 cm.ano⁻¹. A população apresentou padrão de distribuição agregado. As classes diamétricas 1 e 2 apresentaram padrão agregado seguido de uma aleatoriedade espacial nas escalas finais de distância. As classes 3 e 4 obtiveram padrão totalmente agregado. Nas maiores classes diamétricas (5, 6, 7 e 8) o padrão foi completamente aleatório. A mortalidade dos indivíduos ocorre de forma aleatória. As estratégias de conservação devem ser direcionadas para o manejo da regeneração natural da espécie. O padrão de distribuição espacial exibido pela população é resultado das interações que ocorre entre a espécie e seu habitat.

Palavras-chave: Pracaxi, Florestam, função K, conservação, manejo, autoecologia. DANTAS, ADELSON ROCHA. **Dynamic and spatial distribution of *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) in floodplain forest of the Amazon estuary.** 2015. Supervisor: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-supervisors: Dr. Marcelino Carneiro Guedes and Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano.

GENERAL ABSTRACT

The floodplain forests are dynamic ecosystems energetically open and with a great biodiversity associated with its flora. These forests are producing a variety of timber and non-timber products, this is due mostly species of multiple uses. *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze is a species of multiple uses, typical of the Amazon estuary, with great potential for oil production because the oil extracted from its seeds has medicinal properties and dermatological. The aim of this work was to study the dynamics and the spatial distribution of populations of *P. maculosa* to support in strategies of the management and conservation of the species. The study of population dynamics was conducted in permanent plots, linked to the project FLORESTAM, installed in three areas of floodplain forest in the city of Mazagão, southwest state of Amapá. In the area of Embrapa-AP ("Estação Experimental do Mazagão, located in the city of Mazagão, Amapá, Brazil) was conducted study the spatial distribution. For the study of dynamic were conducted four inventories during the years 2011, 2012, 2013 and 2014. In the first inventory were measured all trees with DBH ≥ 5 cm. Was performed one georeferencing of all the trees with the aid of a GPS. To analyze the spatial distribution was used function K univariate Ripley, under the null hypothesis of complete spatial randomness. Were created envelopes of confidence from 1000 permutations. The function k was transformed to the function L. The annual mortality rate was 3.72% and the recruitment was 0.56%. The annual rate of mortality exceeded recruitment, indicating that the natural regeneration of the species may be being suppressed by some environmental force or anthropogenic. The population showed aggregated patterns at all scales. The smaller diameter classes are distributed in the aggregate and larger classes are randomly distributed in the area. Mortality of individuals occurs randomly. The diameter distribution of the population followed an atypical pattern, with fewer individuals in the initial classes. The annual periodic increment obtained was 0.55 cm.ano⁻¹. Conservation strategies should be directed to the management of natural regeneration of the species. The spatial distribution pattern displayed by the population is the result of interactions that occur between the species and its habitat.

Keyword: Pracaxi, Florestam, function K, management, autoecology.

**LISTA DE FIGURA
REVISÃO DE LITERATURA**

Figura 1: Características dendrológicas da espécie *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze, uma espécie arbórea típica das florestas de várzeas do estuário amazônico: (a) tronco e base; (b) casca viva e morta; (c) copa densa; (d) folhas; (e) inflorescência; e (f) frutos e sementes.....25

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1:** Localização das três áreas deste estudo, onde estão instaladas as parcelas permanente do projeto Florestam em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.....38
- Figura 2:** Densidade populacional de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.....44
- Figura 3:** Área basal de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.....47
- Figura 4:** Distribuição diamétrica, mensuradas em quatro ocasiões, de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.48
- Figura 5:** Incremento periódico anual (IPA) de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.....49

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO II

- Figura 1:** Localização da Estação Experimental do Mazagão no lado leste da sede municipal do Mazagão, Amapá.60
- Figura 2:** No interior da Estação Experimental do Mazagão, se estabelece gradientes ambientais, em função do período de inundação e da topografia do terreno.....61
- Figura 3:** Esquema do procedimento amostral utilizado no inventário de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.....63
- Figura 4:** Padrão de distribuição da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.....66
- Figura 5:** Mapa da distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.68
- Figura 6:** Padrão de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, dividida por transecto, (nas escalas de 0 a 25 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) transecto 1; (b) transecto 2; (c) transecto 3; (d) transecto 4; (e) transecto 5; (f) transecto 6; (g) transecto 7; (h) transecto 8; (i) transecto 9; (j) transecto 10; e (l) transecto 12.....69
- Figura 7:** Mapa de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, dividida por transecto, na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.....70
- Figura 8:** Distribuição diamétrica da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.70
- Figura 9:** Padrão de distribuição espacial da população *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, por classe diamétrica, (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) classe 1; (b) classe 2; (c) classe 3; (d) classe 4; (e) classe 5; (f) classe 6; (g) classe 7; e (h) classe 8.....71

Figura 10: Mapa de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, por classe diamétrica, na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) classe 1; (b) classe 2; (c) classe 3; (d) classe 4; (e) classe 5; (f) classe 6; (g) classe 7; e (h) classe 8.72

Figura 11: Padrão de distribuição espacial da mortalidade de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.73

Figura 12: Mapa de distribuição espacial da mortalidade de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.74

LISTA DE TABELAS
CAPÍTULO I

Tabela 1: Parâmetros populacionais de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.....46

Tabela 2: Perda e ganho em área basal em função da mortalidade e do recrutamento, respectivamente, de uma população *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Floresta de várzea do estuário amazônico	16
2.2 Dinâmica florestal	18
2.3 Distribuição espacial das árvores	20
2.4 Dinâmica e distribuição espacial aplicadas ao manejo e conservação das espécies florestais	22
2.5 <i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	24
3 REFERÊNCIAS	27

Capítulo I

Dinâmica populacional de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em floresta de várzea do estuário amazônico

1 INTRODUÇÃO	36
2 MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1 Caracterização da área de estudo.....	38
2.2 Coleta de dados.....	39
2.3 Análise dos dados.....	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
5 REFERÊNCIAS	52

Capítulo II

Distribuição espacial de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze em floresta de várzea do estuário amazônico

1 INTRODUÇÃO	58
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 Caracterização da área de estudo.....	60
2.2 Coleta de dados.....	62
2.3 Análise dos dados.....	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

5 REFERÊNCIAS	76
----------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas de várzea dominam as planícies inundadas da Amazônia (FERREIRA et al., 2005). São ecossistemas energeticamente abertos que estão associados a rios de águas brancas, com grande aporte de água doce e sedimentos decorrentes do ciclo diário de enchentes e vazantes, representados pelas marés semidiurnas. Devido às inundações, é carregado diariamente para essas áreas, uma grande quantidade de material sedimentar, o que lhe confere alta fertilidade (RABELO, 2000).

Essas florestas são detentoras de importante biodiversidade vegetal, e ricas em produtos madeireiros e não madeireiros, sendo destacadas no cenário científico e econômico. Em função disso, são necessários mais estudos para que se conheça o potencial e a capacidade reprodutiva das espécies que a compõem, principalmente, das espécies que sofrem maiores pressões antrópicas ou daquelas que possuem grande potencial para a exploração de seus recursos.

Dentre as espécies com elevado potencial para exploração nas florestas de várzea, destaca-se a *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze, conhecida popularmente na região amazônica pelo nome de pracaxi. A madeira da espécie não possui valor comercial, mas segundo Almeida e Jardim (2012) algumas populações ribeirinhas utilizam a madeira para fabricação de carvão.

O seu grande potencial está no óleo proveniente de suas sementes, que possui propriedades medicinais. Segundo os moradores da ilha de Cotijuba em Belém (Pará), o óleo é usado para tratar enfermidades como: dores musculares, inflamações, picada de cobra e até no tratamento do câncer (CRESPI; GUERRA, 2013).

O óleo extraído das sementes do pracaxi possui várias propriedades cosméticas, sendo um poderoso hidratante dermatológico que auxilia na renovação celular. Também é indicado no combate a estrias, manchas na pele e despigmentação (REDE DIÁRIO DE COMUNICAÇÃO, 2010).

Em função da pressão para exploração da espécie, devem ser priorizados estudos que direcionem o uso e o manejo dessa espécie, evitando que seus recursos se esgotem devido as pressões. Nesse caso, estudos que investiguem a

dinâmica e a distribuição espacial da população são requisitos fundamentais para implementação de planos de manejo e conservação.

Segundo Pires e Salomão (2000), o conhecimento da dinâmica de uma floresta permite avaliar os parâmetros demográficos da população como crescimento, mortalidade, recrutamento e longevidade. Os autores ressaltam, que estes dados são de extrema importância para o manejo sustentável dos recursos florestais e da diversidade biológica a eles intrínseca e ao ecossistema como um todo.

Além da dinâmica, estudos investigando a distribuição espacial da população dentro da floresta é um aspecto relevante a ser considerado no manejo florestal (SILVA et al., 2012). 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), o que possibilita planejar estratégias de manejo e conservação das espécies.

Este trabalho de dissertação está inserido em um projeto mais amplo denominado de “Florestam” (Florestas do Estuário Amazônico). Neste projeto, vários estudos estão sendo realizados, com o objetivo de conhecer a ecologia, o funcionamento, a forma de uso pelos ribeirinhos, os estoques de madeira e produtos não madeireiros da várzea estuarina, como forma de subsidiar o desenvolvimento de técnicas silviculturais, de manejo e monitoramento da sustentabilidade da produção. O projeto é liderado pela Embrapa Amapá, em parceria com a Universidade Federal do Amapá, Instituto Estadual de Florestas do Amapá, Universidade do Estado do Amapá e o Instituto Estadual de Pesquisas do Amapá, além de outras instituições de fora do Estado.

Esta dissertação está estruturada com uma revisão de literatura e dois capítulos que abordam aspectos da ecologia populacional de *P. macroloba*: 1) sobre a dinâmica e 2) sobre a distribuição espacial da espécie. O objetivo geral deste trabalho, foi estudar o crescimento, a demografia da espécie e a distribuição espacial de populações de *P. macroloba* para auxiliar em estratégias de manejo e conservação da espécie e da floresta de várzea do estuário amazônico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Floresta de várzea do estuário amazônico

O alto nível de precipitação incidente na bacia amazônica e a sazonalidade climática da região, são fatores que favorecem a existência de áreas periodicamente inundadas ao longo dos principais sistemas de rios amazônicos (WITTMANN et al., 2006). Na região Amazônica, áreas que são sazonalmente inundadas e que sofrem influência de rios de água branca (a coloração branca é devido a alta carga de material sedimentar de origem Andina e pré-andina) são denominadas de várzea (WITTMANN et al. 2010).

As áreas de várzea dominam a planície estuarina amazônica e estão concentradas nos campos de inundação, cujos sedimentos começaram a se depositar no Holoceno durante os últimos 10.000 anos (FERREIRA et al., 2005). Estima-se que essas áreas já existiam desde o início da Orogênese Andina (WITTMANN et al., 2010).

Com área de cobertura ao redor de 300.000 km², as várzeas ocupam aproximadamente dois terços das áreas alagáveis Amazônicas e cerca de 70% das áreas de várzea são cobertas por florestas (WITTMANN et al., 2010). No estuário amazônico, segundo Arima et al. (1998), as florestas de várzea englobam uma área de aproximadamente 25.000 km², compreendendo as ilhas do arquipélago de Marajó e as margens dos rios que compõem o estuário, desde sua foz até o rio Xingu. Segundo Aparício (2011), a área estuarina é constituída por ambientes que seguem o regime de marés, banhada por um rio de água branca, com diferenças topográficas claras, dispostas à medida que há um distanciamento da margem do rio.

No Amapá, o ecossistema de várzea é o segundo maior ambiente florestado da região, considerando estrutura, diversidade e representatividade espacial. Este ambiente compreende 4,85% da superfície total do Amapá. Sua maior área de abrangência e concentração ocorre, principalmente, em margens de rios de águas brancas onde, de certo modo, passa a ser regulada pelos regimes de marés (RABELO, 2008).

O clima nas áreas alagáveis é típico dos Neotrópicos equatoriais, com média de temperaturas mensais entre mínimas de 24 a 26°C e máxima de 28°C (WITTMANN et al., 2010). O período chuvoso geralmente ocorre de dezembro a maio e a época de estiagem ocorre de junho a novembro (PAROLIN et al., 2010). O período das chuvas é decisivo para o estabelecimento e crescimento das árvores nessas áreas, porque o período seco coincide parcialmente com o início da fase terrestre, momento que as plantas emergem da inundação e o crescimento vegetativo tem início (WITTMANN et al., 2010).

Os solos de várzea podem ser classificados como Glaysolos. São solos formados pela deposição de sedimentos aluviais e que possuem alta fertilidade, dependendo da origem do material sedimentar (QUESADA et al., 2011). Os nutrientes que se depositam nas florestas de várzea impõem a esse ecossistema alta produtividade e extrema dinâmica dos solos (PAROLIN et al., 2004).

Anualmente, os rios da Amazônia e seus tributários, transbordam e alagam as florestas adjacentes formando extensas áreas inundadas (SCHÖNGART et al., 2002; FERREIRA et al., 2010) que periodicamente estão mudando em função da erosão lateral causadas pelos canais e meandros dos rios (SALO et al., 1986). Devido a isso, podemos encontrar áreas que são periodicamente inundadas, como no caso das florestas de várzea, e áreas que são permanentemente inundadas, chamadas de igapó (PRANCE, 1980).

Segundo Ferreira et al. (2005), a composição de espécies entre as várzeas e os igapós na Amazônia são muito diferentes. As árvores desses ambientes fazem o uso de diferentes adaptações morfológicas e ecofisiológicas para lidar com a periódica falta de oxigênio sobre o solo inundado (WITTMANN et al., 2006).

As espécies arbóreas mais frequentes neste tipo de ecossistema, segundo Carim et al. (2008) e Almeida et al. (2004) são: *Mora paraensis* (Ducke) Ducke (pracuubeira), *Carapa guianensis* Aublet (andirobeira), *Pentaclethra maculoba* (Willd.) Kuntze (pracaxizeiro), *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. (ucuubeira), *Calycophyllum spruceanum* (Bth.) Hook. f. ex K. Sch. (pau-mulateiro) e *Pouteria bilocularis* (H. Winkl.) Baehni (abiuraneira). Dentre as palmeiras podem ser encontradas: *Astrocaryum murumuru* Mart. (murumuruzeiro), *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro), *Manicaria saccifera* Gaertn. (bussuzeiro) e *Attalea* sp. (urucurizeiro).

As planícies de inundação são componentes importantes da biogeoquímica, ecologia e hidrologia das terras baixas da bacia amazônica. As várzeas modificam a hidrologia, influenciam nos ciclos biogeoquímicos e emitem dióxido de carbono e metano para a atmosfera (MELACK et al., 2009). Essas planícies desempenham um papel importante no balanço de carbono orgânico da bacia amazônica e são sítios com altas taxas de produção de plantas aquáticas e importantes fontes de metano para a troposfera (MELACK et al., 2009), desempenhando papéis relevantes e específicos em relação aos serviços ecossistêmicos da Amazônia.

As várzeas sustentam ecossistemas altamente diversos e uma indústria pesqueira produtiva (MELACK et al., 2009). Elas são uma importante fonte de recursos para a maioria da população rural da Amazônia (WITTMANN et al., 2010). Segundo Marinho (2008), essas áreas apresentam uma diversidade de usos que incluem uma grande variedade de produtos florestais não madeireiros que são utilizados para diversos fins e produtos madeireiros que abastecem as indústrias nos grandes centros comerciais.

O manejo sustentável das florestas de várzea é importante para que se possa assegurar as suas múltiplas funções, os seus recursos naturais e seus serviços ecossistêmicos, possibilitando o crescimento sustentável da população humana na Amazônia (SCHÖNGART, 2008).

2.2 Dinâmica florestal

No âmbito florestal, a dinâmica de populações ou de comunidades significa, em uma primeira avaliação, o estudo do desenvolvimento e demografia das espécies. Avalia o crescimento das plantas em altura, expansão lateral pelo aumento do diâmetro, estabelecimento de novas plantas provenientes do banco de sementes que chegaram até o diâmetro mínimo considerado no estudo, brotação de uma planta que havia quebrado, crescimento de um perfilho de uma palmeira e morte de plantas pelas mais diversas causas (QUEIROZ, 2008).

Neste contexto, a dinâmica florestal estuda os processos de mudanças na composição estrutural e funcional da floresta ao longo do tempo (MAGNON et al., 2012), incluindo os distúrbios antropogênicos e naturais (PRETZSCH, 2009). As mudanças temporais e estruturais das florestas tropicais só podem ser observadas

por meio de monitoramento de longo prazo que requer dedicação, atenção e cautela, pois os processos dinâmicos das florestas são bastante complexos e heterogêneos (SCHAAF et al., 2005).

Estudos de longa duração geram informações importantes sobre os diversos processos que determinam os padrões ecológicos em comunidades florestais ao longo do tempo (DINIZ, 2013). O Inventário Florestal Contínuo (IFC) é uma técnica de amostragem mais indicada para monitoramento das mudanças temporais da comunidade florestal. Segundo Azevedo (2006), o IFC consiste em efetuar medições sucessivas, no tempo, na comunidade florestal, ou seja, medições em várias ocasiões em parcelas permanentes.

O monitoramento de parcelas permanentes gera dados fundamentais quando se pensa em manejo e colheita de produtos florestais madeireiros e não madeireiros com previsão da produção e retorno econômico da floresta sob manejo (FELFILI et al., 2005). As informações sobre as taxas de crescimento, ingresso, mortalidade e distribuição dos indivíduos em classes diamétricas são importantes dados provenientes de medições de parcelas permanentes (SCHORN; GALVÃO, 2009). Segundo Aparício (2013), os termos referentes à dinâmica florestal como crescimento, recrutamento ou ingresso e mortalidade, estão relacionados aos processos temporais da estrutura da floresta.

Segundo Vanclay (1994), no âmbito florestal, o termo crescimento se refere ao incremento (que pode ser em DAP, volume ou em área basal), no tempo, nas dimensões da comunidade florestal. O crescimento das árvores depende das condições ambientais, que sendo favoráveis em um determinado período possibilitam o máximo rendimento (HESS; SCHNEIDER, 2010).

Estimativas de recrutamento e mortalidade são descritores fundamentais de populações florestais (LEWIS et al., 2004). O recrutamento refere-se ao número de novos indivíduos que atingiram ou ultrapassaram um tamanho mínimo mensurável no inventário subsequente ao primeiro.

Segundo Sanquetta et al. (2003), a mortalidade se refere ao número de árvores que foram mensuradas no inventário inicial, que não foram cortadas, e morreram durante o período de crescimento. O padrão de mortalidade no tempo e no espaço está estreitamente relacionado com a característica fisiológica da espécie, com a distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, com a

abundância relativa das espécies e com o tamanho e intensidade do distúrbio (REZENDE, 2002).

As mudanças na população resultam da variação no número de nascimentos, mortos e movimentos de indivíduos. Estes são influenciados pelas interações dos indivíduos uns com os outros e com o seu ambiente. Assim, compreender a dinâmica populacional também proporciona uma visão da estrutura da comunidade e da função do ecossistema (RICKLEFS, 2010).

O estudo da estrutura diamétrica das árvores procura informar sobre o agrupamento dos diâmetros em classes, as quais podem variar de acordo com o objetivo do estudo ou da conveniência do pesquisador. Assim, para o estudo da dinâmica de um determinado ambiente florestal, as classes costumam contemplar desde DAP de 5 cm até DAP de 100 cm. Inventários com objetivo de exploração madeireira, normalmente começam com diâmetros superiores a 15 cm e vão até a capacidade dos equipamentos de corte ou desdobramento das toras (QUEIROZ, 2008).

2.3 Distribuição espacial das árvores

A parte da estrutura populacional que estuda a densidade do espaçamento dos indivíduos é chamada de estrutura espacial ou distribuição espacial (RICKLEFS, 2010). No conceito de Gangying et al. (2007), a distribuição espacial refere-se à posição horizontal dos indivíduos na área. O padrão de distribuição em vegetação é o arranjo espacial de indivíduos pertencentes à determinada espécie ou população em uma área ou hábitat específico (SILVA et al., 2012). Para Dale (1999), padrão espacial é o arranjo de pontos, de plantas ou outros organismos, no espaço amostral.

A estrutura espacial de espécies arbóreas tropicais vem atraindo os pesquisadores para seu estudo, pois a distribuição espacial da população está relacionada com a coexistência da espécie no seu habitat (GAVIN; PEART, 1997).

A distribuição espacial revela como os indivíduos se encontram organizados horizontalmente no ambiente (SILVA et al., 2008). Essa organização espacial são reflexos das interações que ocorrem entre a população e seu habitat (ZHANG et al., 2012). Negrini et al. (2012) ressaltam que a dispersão de propágulos, além de

outros fatores, pode influenciar na distribuição espacial dos indivíduos de determinadas espécies.

Do ponto de vista do arranjo espacial, os indivíduos de uma espécie ou população em uma área podem estar localizados ao acaso, agrupados formando manchas ou em intervalos regulares. Assim, no estudo do arranjo espacial de plantas em populações naturais, tem sido costumeiro distinguir três tipos de padrões básicos: o aleatório, o agregado ou agrupado e o regular ou uniforme (SILVA et al., 2012).

O padrão aleatório ocorre quando a posição de cada indivíduo é independente de todos os outros na população, ou seja, todos têm a probabilidade igual e independente de ocorrência em qualquer ponto da área (SILVA et al., 2012).

No padrão agregado, os indivíduos da população ocorrem em grupos, pois há uma atração entre os indivíduos levando ao agrupamento (SILVA et al., 2012). O padrão regular ou uniforme pode ocorrer quando a competição entre os indivíduos é severa ou quando há antagonismo positivo que promove espaçamento uniforme (ODUM; BARRETT, 2007).

Odum e Barrett (2007) destacam um quarto tipo de padrão de distribuição, o agregado regular. Esse padrão é caracterizado pela concentração de indivíduos agregados em grupos. Na natureza, o padrão de distribuição espacial predominante é o agregado, para a maioria das espécies (LEGENDRE; FORTIN, 1989).

O padrão de distribuição espacial da espécie é importante no entendimento de como as espécies vegetais utilizam os recursos na comunidade, além de informar sobre as características reprodutivas da espécie (CONDIT et al., 2000).

Existe inúmeros métodos na literatura para se avaliar a distribuição espacial da população. Segundo Silva et al. (2012), dois métodos principais têm sido usado para detectar e descrever o padrão espacial de uma espécie ou população. O primeiro requer amostragem de parcelas ou unidades amostrais e os dados obtidos são comparados a distribuições matemáticas. O outro procedimento não usa amostragem de parcelas, mas medidas de distância entre plantas ou de pontos aleatórios a partir de mapas espaciais (CAPRETZ, 2004).

O padrão de distribuição espacial é uma das características fundamentais de populações vegetais, no entanto, essa característica é de difícil compreensão (em virtude dos diversos padrões exibidos pelas populações) e de mensuração, pois há

uma variedade de métodos não padronizados de mensuração do padrão espacial (CLARK; EVANS, 1954).

Um dos métodos, bastante utilizado na ecologia florestal, é a função K de Ripley univariada. Segundo Silva et al. (2012), a função K é uma das ferramentas estatísticas mais apropriadas para análises do padrão espacial de comunidades e populações florestais. Este método tem como principais vantagens a detecção do padrão espacial em diferentes escalas de distâncias, simultaneamente, permitindo que o padrão espacial observado seja comparado com modelos conhecidos.

Outra vantagem importante é que a função K é bem conhecida sob a hipótese de Completa Aleatoriedade Espacial (CAE), permitindo que o padrão espacial observado seja comparado com modelo teórico sob a hipótese de CAE (SCALON et al., 2012).

A função K de Ripley univariada, é um método baseado em contagens e em distância, exigindo o conhecimento das coordenadas (x, y) de todos os indivíduos da população.

Esta função computa todas as distâncias (s), árvore por árvore, de todos os componentes da população. A distância s não possui uma regra para ser determinada e depende do fenômeno a ser estudado (ANJOS et al., 2004). Variando o raio s é possível detectar o padrão espacial em diferentes escalas. Esta flexibilidade em relação a escala de distâncias é o que difere substancialmente a função K de outras ferramentas mais utilizadas (CAPRETZ, 2004).

2.4 Dinâmica e distribuição espacial aplicadas ao manejo e conservação das espécies florestais

As florestas da região amazônica, possuem elevado potencial econômico e ecológico. No entanto, seus produtos florestais madeireiros e não madeireiros ainda são explorados irracionalmente, por que não há um planejamento adequado da colheita de seus recursos (VIANA; JARDIM, 2013).

A finalidade do manejo florestal, segundo Gama et al. (2005), é conseguir que as florestas forneçam continuamente benefícios econômicos, ecológicos e sociais mediante um planejamento mínimo para o aproveitamento dos recursos madeireiros e não madeireiros disponíveis.

A introdução de planos de manejo florestal sustentáveis é de importância crucial na manutenção da biodiversidade e das múltiplas funções ecológicas das florestas (WITTMANN et al., 2010). Segundo Schöngart et al. (2000), os planos de manejo florestal ajudam a proteger as múltiplas funções dos ecossistemas, garantindo o uso dos recursos naturais de forma racional pela população.

A falta de conhecimento sobre a heterogeneidade, a estrutura e a dinâmica das florestas tropicais impedem sua exploração sustentável. Os estudos de dinâmica em florestas tropicais são importantes para auxiliar nas tomadas de decisões quando se deseja selecionar melhores sistemas silviculturais para as florestas em regeneração (VIANA; JARDIM, 2013).

A determinação dos parâmetros que caracterizam a floresta no tempo deve ser considerada nos planos de manejo florestal, pois se trata de uma informação básica na estimativa da produção e ordenamento sustentável (APARÍCIO, 2013).

O conhecimento da dinâmica de uma floresta permite avaliar os parâmetros populacionais como crescimento, mortalidade, recrutamento e longevidade das espécies e dos indivíduos da floresta. Estes conhecimentos são de extrema importância para o manejo sustentável dos recursos florestais e da diversidade biológica a eles intrínseca e ecossistema como um todo (PIRES; SALOMÃO, 2000).

Além da dinâmica, estudos investigando a distribuição espacial da população dentro da floresta é um aspecto relevante a ser conhecido para o manejo florestal (SILVA et al., 2012). 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).

Conhecer o padrão de distribuição das espécies e a estrutura da vegetação são importantes passos quando se pretendem restaurar áreas degradadas, sobretudo aquelas que apresentam problemas de regeneração devido as suas peculiaridades naturais (GIEHL et al., 2007).

Em ecossistemas florestais, as informações sobre alguns aspectos ecológicos como as síndromes de dispersão de propágulos, a distribuição espacial dos indivíduos e a sua participação no perfil vertical da floresta são fundamentais para tomadas de decisões em planos de manejo e conservação (NEGRINI et al., 2012).

2.5 *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze

Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze é uma espécie pertencente à família Fabaceae (APG III, 2009), podendo ser reconhecida popularmente como: pracachy, pracaxí (Brasil); gavilan, tamarindo (Costa Rica); congo acacia, gabon yellow-wood (Congo); oil bean tree (Inglaterra); bois amarante, bois mulatre, koloballi (Guiana Francesa); gavilan (Nicarágua); gavilan (Panamá); koeroebaharo (Suriname); carbonero, mulato, palo mulato, pau mulato (Venezuela) (RIOS; PASTORE JR., 2011).

A espécie pode ser encontrada na Costa Rica, Guatemala, no sudeste do México, Nicarágua, Panamá, Colômbia, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Brasil (CHAPMAN; HALL, 1994). É uma espécie muito abundante nas florestas inundáveis da Costa Rica (CHAZDON; WHITMORE, 2002), chegando a compor, em algumas áreas, cerca de 40% da comunidade florestal (ANHALZER et al., 2010).

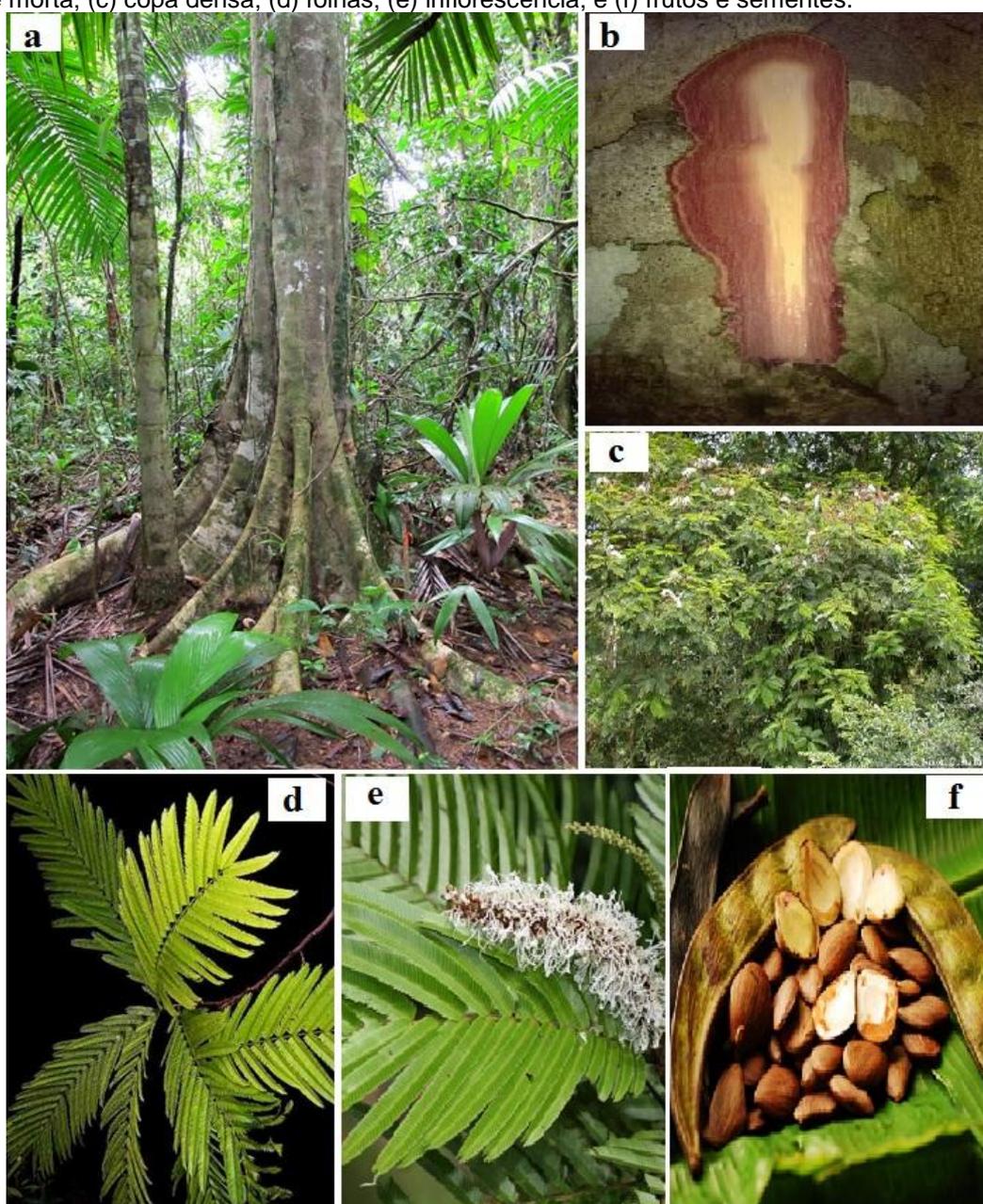
Na Amazônia Brasileira, esta espécie pode ser encontrada tanto em terra firme (CONDÉ; TONINI, 2013), como também em floresta de várzea (QUEIROZ et al., 2005), sendo mais abundante em áreas periodicamente inundáveis (DUARTE; MONTENEGRO, 1987).

O porte arbóreo da espécie é de aproximadamente 14 m, o DAP pode medir 59 cm, a copa é densa (Figura 1-c) e o tronco é reto (Figura 1-a) ou tortuoso com a base em sapopemas. O ritidoma (Figura 1-b) verrugoso apresenta tonalidades em verde e cinza, com lenticelas elípticas e enegrecida. O alburno (Figura 1-b) apresenta cor avermelhada e o cerne (Figura 1-a) é de cor amarelada. As folhas (Figura 1-d) são compostas bipinadas (dados projeto Florestam). Inflorescência (Figura 1-e) é em forma de espigas terminais ou subterminais, flores com corola campanulada branca, com 4 a 5,5 mm de comprimento (PESCE, 2009). Os frutos (Figura 1-f) são do tipo vagem, secos, deiscentes, de coloração verde, tornando-se marrom escuro com a maturação. As sementes (Figura 1-f) são de coloração marrom escura, opaca, com depressões superficiais, formando linhas salientes, às vezes reticuladas, próximas à base. Quando a semente é prensada o óleo exsuda rapidamente.

A espécie é pioneira (CONDÉ; TONINI, 2013), possui rápido crescimento, ocorre em elevadas densidades e tem uma boa capacidade de regeneração

(SEARS; PINEDO-VASQUEZ, 2005). A árvore produz uma grande quantidade de sementes, as quais são dispersas por alguns roedores (CHAZDON; WHITMORE, 2002), pois nem todos suportam a sua toxicidade (ANHALZER et al., 2010). Nas florestas de várzea, as sementes são dispersas a longa distância, tendo assim a possibilidade de colonizar locais com maior incidência de luz, onde a germinação epígea fanerocotiledonar é mais vantajosa (MOREIRA; MOREIRA, 1996).

Figura 1: Características dendrológicas da espécie *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze, uma espécie arbórea típica das florestas de várzeas do estuário amazônico: (a) tronco e base; (b) casca viva e morta; (c) copa densa; (d) folhas; (e) inflorescência; e (f) frutos e sementes.



Fonte: (a) e (b) Projeto Florestam; (c) tramil.netfoto.com; (d) Cal's Plant of the Week; (e) costaricatrees.wordpress.com; e (f) skincare-amazonia.com.

O óleo de pracaxi é de cor amarelo-clara, líquido à temperatura ambiente e depois de algum tempo no depósito, libera grande quantidade de gordura sólida e branca (PESCE, 2009), a qual apresenta alta concentração de ácidos gordurosos que contribuem na hidratação da pele (COSTA et al., 2013). Os moradores da ilha de Cotijuba, em Belém (Pará), utilizam o óleo para tratar dores musculares, inflamações, picada de cobra e até no tratamento do câncer, segundo relatos da população local (CRESPI; GUERRA, 2013).

Este óleo serve para preparar sabões moles e a substância gordurosa, que deposita com abundância, pode ser matéria prima para o preparo de velas (PESCE, 2009).

A casca do tronco, por possuir taninos, é utilizada para tingir a pele e também é um remédio contra disenteria e diarreia (CORDERO; BOSHIER, 2003). O farelo produzido com a semente descascada pode ser utilizado na fabricação de ração para o gado, que é muito apreciado pelo mesmo, devido ao cheiro e sabor agradável (PESCE, 2009).

Enquanto as espécies madeireiras tornam-se escassas na Amazônia, alguns compradores se interessam por espécies não tradicionais como *P. macroloba* (SEARS; PINEDO-VASQUEZ, 2005). O fuste é processado pelas pequenas serrarias para o desdobro de tábuas (GAMA et al., 2002), enquanto outros utilizam a madeira para fabricação de carvão (ALMEIDA; JARDIM, 2012).

3 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 513-524, 2004.

ALMEIDA, A. F.; JARDIM, M. A. G. A utilização das espécies arbóreas da floresta de várzea da Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil por moradores locais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 23, p. 48-54, 2012.

ANHALZER, G.; O'CONNOR, M. F. T.; STEVENSON, L.; YGLESIAS, M. Traits for predator selection on *Pentaclethra maculosa* seeds. **American Journal of Undergraduate Research**, Oswego, v. 8, n. 4, p. 1-8, 2010.

ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; SANTOS, A. C. M. C.; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função k de Ripley. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 38-45, 2004.

APARÍCIO, P. S. **Subsídios para o manejo sustentável na floresta estadual do Amapá: estrutura e dinâmica**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

APARÍCIO, W. C. S. **Estrutura da vegetação em diferentes ambientes na Resex do Rio Cajari: interações solo-floresta e relações com a produção de castanha**. 2011. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

APG III. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

ARIMA, E.; MACIEL, N.; UHL, C. **Oportunidades para o Desenvolvimento do Estuário Amazônico**. Série Amazônia N° 15. Belém: Imazon, 1998. 34 p.

AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação**. 2006. 254 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através da análise de segunda ordem, com a função K de Ripley**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CARIM, M. J.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 192-201, 2008.

CHAPMAN.; HALL. **Phytochemical dictionary of the Leguminosae**. London: Great Britain at the University Press, 1994, 966 p.

CHAZDON, R. L.; WHITMORE, T. C. **Foundations of tropical forest biology: classic papers with commentaries**. Chicago: The University of Chicago, 2002, 651 p.

CLARK, P.; EVANS, F. P. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. **Ecology**, Ithaca, v.35, n.2, p. 445-453, 1954.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v.43, n.3, p.247-260, 2013.

CONDIT, R.; ASHTON, P. S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMA, R.; YAMAKURA, T. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species. **Science**, USA, v. 288, p. 1414 – 1418, 2000.

CORDERO, J.; BOSHIER, D. H (Ed.). **Árboles de centroamérica: um manual para extensionistas**. Costa Rica: CATIE, 2003, 1091 p.

COSTA, M. N. F. S.; MUNIZ, M. A. P.; NEGRÃO, C. A. B.; COSTA, C. E. F.; LAMARÃO, M. L. N.; MORAIS, L.; JÚNIOR, J. O. C. S.; COSTA, R. M. R. Characterization of *Pentaclethra macroloba* oil: thermal stability, gas chromatography and rancimnt. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Budapest, v. 111, n. 1, p. 1-7, 2013.

CRESPI, B.; GUERRA, G. A. D. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v. 8, n. 3, p.176 – 189, 2013.

DALE, M. R. T. **Spatial pattern analysis in plant ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 338 p.

DINIZ, E. S. **Dinâmica de uma floresta atlântica semidecídua**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

DUARTE, L. E. A.; MONTENEGRO, L. R. **Algunas leguminosas de utilidad potencial en el sector agropecuario en três regiones de Colombia**. Bogotá: Corporacion nacional de investigacion y fomento forestal, 1987, 60 p.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasilia: Universidade de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal, 2005, 60 p.

FERREIRA, C. S.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, A. O.; FRANCO, A. C. Plant reproduction in the Central Amazonian floodplains: challenges and adaptations. **AoB PLANTS**, Oxford, p. 1-14, 2010.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; PAROLIN, P. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna: subsídios para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Pesquisas, Botânica**, Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, n. 56, p. 103-116, 2005.

GAMA, J. R. V.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 5, p. 719-729, 2005.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.

GANGYING, H.; ZHONGHUA, Z.; PUXING, D. Comparison of methods in analysis of the tree spatial distribution pattern. **Acta Ecologica Sinica**, China, v. 27, n. 11, p. 4717-4728, 2007.

GAVIN, D. G.; PEART, D. R. Spatial structure and regeneration of *Tetramerista glabra* in peat swamp rain forest in Indonesian Borneo. **Plant Ecology**, Belgium, v. 131, p. 223-231, 1997.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A. Distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta estacional em Santa Maria, sul do Brasil. **Pesquisas, Botânicas**, São Leopoldo, n. 58, p. 215-226, 2007.

HAY, J. D.; BIZERRIL, M. X.; CALOURO, A. M.; COSTA, E. M. N.; FERREIRA, A. A.; GASTAL, M. L. A.; JUNIOR, C. D. G.; MANZAN, D. J.; MARTINS, C. R.; MONTEIRO, J. M. G.; OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. M.; SEYFFARTH, J. A. S.; WALTER, B. M. T. 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.

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento em volume de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em três regiões do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 107-122, 2010.

LEGENDRE, P.; FORTIN, J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, Belgium, v. 80, p. 107-138, 1989.

LEWIS, S. L.; PHILLIPS, O. L.; SHEIL, D.; VINCETI, B.; BAKER, T. R.; BROWN, S.; GRAHAM, A. W.; HIGUCHI, N.; HILBERT, D. W.; LAURANCE, W. F.; LEJOLY, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; VARGAS, P. N.; SONKÉ, B.; NUR SUPARDI, M. N.; TERBORGH, J. W.; MARTÍNEZ, R. V. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, British, v. 92, p. 929-944, 2004.

MARINHO, T. A. S. **Distribuição e estrutura da população de quatro espécies madeireiras em uma floresta sazonalmente alagável na reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá, Amazônia Central**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; FORSBERG, B. R.; PIEDADE, M. T. F.; MAURICE, L. Ecosystem processes in flooded Plains. In: Eds. KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. **Amazonia and Global Change: Geophysical Monograph**. American Geophysical Union, 2009, p. 525-541.

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F.; SANQUETTA, C.; CORTE, A. P.; MAAS, G. Uma década de dinâmica florística e fitossociológica em floresta ombrófila mista montana no sul do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 43-59, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

NEGRINI, M.; AGUIAR, A. D.; VIEIRA, C. T.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no planalto catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 5, p. 919-929, 2012.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5ª Ed. Cengage Learning, 2007, 611 p.

PAROLIN, P.; LUCAS, C.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of Botany**, Oxford, v. 105, p. 129-139, 2010.

PAROLIN, P.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F. Amazonian várzea forests: adaptive strategies of trees as tools for forest management. **Ecología Aplicada**, México, v. 3, n. 1, p. 180-184, 2004.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª Ed. (revisada e atualizada). Museu Paraense Emílio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. Belém, 2009.

PIRES, J. M.; SALOMÃO, R. P. Dinâmica da diversidade arbórea de um fragmento de floresta tropical primária na Amazônia Oriental -1. Período: 1956 a 1992. **Boletim**

do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie botânica, Belém, v. 16, n. 1, p. 62-110, 2000.

PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 495-504, 1980.

PRETZSCH, H. **Forest Dynamics, Growth and Yield: from Measurement to Model**. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 670 p.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.1, p. 41-46, 2005.

QUEIROZ, J. A. L. **Estrutura e dinâmica de uma floresta de várzea no rio Amazonas no Estado do Amapá**. 2008. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C. I. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. **Biogeosciences**, Göttingen, v. 8, p. 1415-1440, 2011.

RABELO, B. V. (Coord.). **Atlas: Zoneamento Ecológico Econômico da área sul do Estado do Amapá**. Macapá: IEPA, 2000. 44 p.

RABELO, B. V. (Coord.). **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá primeira aproximação do ZEE**. 3. ed. Macapá: IEPA, 2008. 142 p.

REDE DIÁRIO DE COMUNICAÇÃO. Beraca investe no uso sustentável do Pracaxi para a indústria cosmética. 2010. Disponível em: new.d24am.com. Acesso em: 14.10.2014.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. 2002. 269 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546 p.

RIOS, M. N. S.; PASTORE JR, F. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011, 3140 p.

SALO, J.; KALLIOLA, R.; HÄKKINEN, I.; MÄKINEN, Y.; NIEMELÄ, P.; PUHAKKA, M.; COLEY, P. D. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. **Nature**, EUA, v. 322, p. 254-258, 1986.

SANQUETTA, C. R.; CÔRTE, A. P. D.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SCALON, J. D.; OLIVEIRA, C. A. P.; MELLO, J. M. Análise espacial de um fragmento florestal baseada no mosaico de Dirichlet. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 733-740, 2012.

SCHAAF, L. B.; FILHO, A. F.; SANQUETTA, C. R.; GALVÃO, F. Incremento diamétrico e em área basal no período 1979-2000 de espécies arbóreas de uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 271-290, 2005.

SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 46-58, 2008.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNA, V.; WORBES, M. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, p. 581-597, 2002.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; WORBES, M. Successional differentiation in structure, floristic composition and wood increment of whitewater floodplain forests in Central Amazonia. In: LIEBEREI, R.; BIANCHI, H. K.; BOEHM, V.; REISDORFF, C. (Ed). **Neotropical Ecosystems, Proceedings of the German-Brazilian Workshop**. Hamburg: GKSS-Geesthacht, 2000, p. 589-606.

SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica do estrato arbóreo em três estádios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 221-235, 2009.

SEARS, R. R.; PINEDO-VASQUEZ, M. Cortando as árvores e cultivando a floresta: a produção madeireira de pequenos proprietários na várzea da Amazônia. In: Org. ZARIN, D. J.; ALAVAPATI, J. R. R.; PUTZ, F. E.; SCHMINK, M. **As florestas produtivas nos neotrópicos: conservação por meio do manejo sustentável?** São Paulo: Peirópolis, 2005, p. 329-352.

SILVA, M. A.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; JÚNIOR, L. C.; ANDRADE, I. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da distribuição da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 311-316, 2008.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa-MG: Editra UFV, 2012, p. 326-354.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests**. Copenhagen: Southern Cross University, 1994, 330 p.

VIANA, A. C. N.; JARDIM, F. C. F. Natural regeneration dynamics of *Couratari guianensis* in a tropical forest selectively logged in Moju, state of Para, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.56, n. 2, p. 112-119, 2013.

WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; BRITO, J. M.; WITTMANN, A. O.; PIEDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J.; GUILLALMET, J. **Manual of trees from Central Amazonian várzea floodplains**. Manaus: Editora INPA, 2010. 286 p.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**, Blackwell, v. 33, p. 1334-1347, 2006.

CAPÍTULO I

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO

CAPÍTULO I

DANTAS, ADELSON ROCHA **Dinâmica populacional de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em floresta de várzea do estuário amazônico.** 2015. Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-orientadores: Dr. Marcelino Carneiro Guedes e Profa. Dr. Ana Lícia Patriota Feliciano.

RESUMO

Pentaclethra macroloba (Willd) Kuntze é uma espécie oleaginosa, pois de suas sementes se extrai um óleo que possui propriedades medicinais. O óleo também é muito cobiçado pelas indústrias de cosméticos devido suas propriedades dermatológicas. Em função da sua importância, o objetivo desse trabalho foi determinar os parâmetros populacionais (crescimento, recrutamento e mortalidade) de uma população de *P. macroloba*, para que se possa planejar estratégias para seu manejo e conservação. O estudo ocorreu em parcelas permanentes, vinculadas ao projeto Florestam, instaladas em três áreas de floresta de várzea no município de Mazagão, sudoeste do Estado do Amapá. Para a amostragem dos indivíduos, foram utilizados doze transectos, de 1 km cada, sendo quatro em cada área. Em cada transecto, foram instaladas 20 parcelas de 10 m x 25 m. Foram realizados quatro inventários durante os anos de 2011, 2012, 2013 e 2014. No primeiro inventário (2011) foram mensurados todos os indivíduos com DAP \geq 5 cm. Em seguida, as árvores foram plaqueadas com numeração progressiva e o local da medição foi pintado com tinta vermelha. Nos inventários seguintes (2012, 2013 e 2014), foi adotada a mesma metodologia do primeiro, sendo que foram quantificados os indivíduos mortos e computados os recrutas que atingiram o DAP mínimo de inclusão. Foram registrados 295 indivíduos em 2011, 289 em 2012, 274 em 2013 e 266 em 2014. No início do monitoramento (2011) a densidade observada foi de 49,16 ind./ha⁻¹ e no final da avaliação (2014) foi de 44,33 ind./ha⁻¹. Apesar dessa queda na densidade, a espécie apresenta uma população bastante numerosa, de acordo com alguns estudos florísticos realizados na área deste estudo. Considerando o primeiro inventário (2011) e o último (2014), a taxa periódica de mortalidade foi de 3,72% e a de recrutamento foi de 0,56%. A taxa de mortalidade superou a de recrutamento, indicando que a regeneração natural da espécie pode estar sendo suprimida por alguma força ambiental ou antrópica. O valor de meia vida foi de 25 anos e de duplicação 165 anos. A espécie pode conseguir a estabilidade populacional em 140 anos. A estimativa para o tempo de reposição foi baixa, 95 anos. Nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014 a área basal da população obteve valores de 55,49 m²/ha, 56,12 m²/ha, 53,25 m²/ha e 52,99 m²/ha respectivamente. Nos quatro anos de monitoramento, a população estudada se estruturou em nove classes de DAP, com amplitude média entre classes de 4,70 cm. O DAP mínimo e máximo encontrado foi de 5 cm e 47,15 cm respectivamente. A estrutura diamétrica da população seguiu um padrão atípico, com menor número de indivíduos nas classes iniciais. Considerando o primeiro inventário (2011) e o último (2014), o incremento periódico anual obtido foi de 0,55 cm.ano⁻¹. As estratégias de conservação devem ser direcionadas para o manejo da regeneração natural da espécie.

Palavras-chave: Crescimento, mortalidade, recrutamento, manejo.

CHAPTER I

DANTAS, ADELSON ROCHA **Population dynamics of *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze in floodplain forest of the Amazon Estuary.** 2015. Supervisor: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-supervisors: Dr. Marcelino Carneiro Guedes and Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano.

ABSTRACT

Pentaclethra macroloba (Willd) Kuntze is an oleaginous species, because of its seeds is extracted an oil that has medicinal properties. The oil is highly coveted by cosmetic industries because their dermatological properties. The objective of this study was to determine the population parameters (growth, recruitment and mortality) of three populations of *P. macroloba*, to plan strategies for their management and conservation. The study occurred in permanent plots, linked to the project Florestam, installed in three areas of floodplain forest in the city of Mazagão, southwest state of Amapá. For the sampling of individuals, Were utilized twelve transects of 1 km each, four in each área. In each transect, were installed 20 plots of 10 x 25 m. Were conducted four inventories during the years 2011, 2012, 2013 and 2014. In the first inventory (2011) were measured all individuals with dbh \geq 5 cm. After the trees were plated with progressive numbering and the measurement location was painted with red paint. The following inventories (2012, 2013 and 2014), was adopted the same methodology of the first, however were quantified the individuals dead and computed recruits that reached the minimum dbh inclusion. Were recorded 295 individuals in the year 2011, 289 in the year 2012, 274 in the year 2013 and 266 in the year 2014. At the start of monitoring (2011) the observed density was 49.16 ind./há⁻¹ and at the end of the evaluation (2014) was 44.33 ind./há⁻¹. Despite this decrease in density the species has a very large population, according to some floristic studies in the study area. Considering the first inventory (2011) and the last (2014), the annual mortality rate was 3.72% and the recruitment was 0.56%. The annual rate of mortality exceeded recruitment, indicating that the natural regeneration of the species may be being suppressed by some environmental force or anthropogenic. The value of half-life was 25 years and duplication 165 years. The species can achieve population stability in 140 years. The estimate for the spare time was low, 95 years. In the years 2011, 2012, 2013 and 2014 the basal area of the population obtained values of 55.49 m²/ha, 56.12 m²/ha, 53.25 m²/ha and 52.99 m²/ha respectively. In the four years of monitoring, the studied population was structured in nine dbh classes, with average amplitude between classes of 4.70 cm. The minimum and maximum DAP was found to be 5 cm and 47.15 cm, respectively. The diameter distribution of the population followed an atypical pattern, with fewer individuals in the initial classes. The annual periodic increment obtained was 0.55 cm.ano⁻¹. Conservation strategies should be directed to the management of natural regeneration of the species.

Keyword: Growth, mortality, recruitment, management.

1 INTRODUÇÃO

As florestas de várzea da Amazônia brasileira são ricas em grandes variedades de produtos madeireiros e não madeireiros, devido a sua rica composição florística, que de acordo com Wittmann et al. (2006), é incomparável a outros ecossistemas inundáveis do mundo. Essas multiplicidades de produtos são provenientes, em sua maioria, das espécies de múltiplas utilidades, pois de um único indivíduo, se pode obter vários produtos como: óleos, resinas, remédios, lenha, madeira, etc.

Nas florestas de várzea amazônica, uma das espécies que mais se destaca pelo seu potencial ecológico e econômico é *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, conhecida popularmente pela população ribeirinha como Pracaxi. A espécie pertence à família Fabaceae (APG III, 2009), frequentemente encontrada no dossel intermediário da floresta, formando populações densas. Segundo Pesce (2009), a espécie possui folhas bipinadas, inflorescência em forma de espigas terminais ou subterminais, flores com corola campanulada branca e o fruto é uma vagem que apresenta deiscência explosiva.

Sua madeira tem pouco valor comercial, sendo utilizada para fabricação de carvão (ALMEIDA; JARDIM, 2012) e desdobro de tábuas (GAMA et al., 2002), mas seu grande potencial está nas suas sementes, de onde se extrai um óleo que possui propriedades medicinais. O óleo pode ser utilizado para tratar dores musculares, inflamações, picada de cobra e até no tratamento do câncer segundo relatos da população local da ilha de Cotijuba no Estado do Pará (CRESPI; GUERRA, 2013). A empresa brasileira “Beraca”, desenvolveu o BBA (BioBehenic Active), um ativo condicionante capilar produzido com o óleo de pracaxi, que é vendido para as principais empresas do ramo do cosmético como a L’Óreal, com a marca Kérastase (REDE DIÁRIO DE COMUNICAÇÃO, 2010).

Por ser uma espécie oleaginosa de grande potencial econômico, são necessários estudos que investiguem o seu comportamento ecológico e a dinâmica populacional da espécie em seu habitat natural, afim de traçar estratégias de manejo e conservação, para que suas populações sejam autossustentáveis, frente às pressões antrópicas.

O conhecimento da dinâmica florestal é um dos requisitos para qualquer iniciativa de manejo e conservação das espécies (WEISSENHOFER, 2005), pois a dinâmica nos informa os parâmetros da população como crescimento, recrutamento e mortalidade. Esses parâmetros podem ser utilizados como estimadores da capacidade reprodutiva da população.

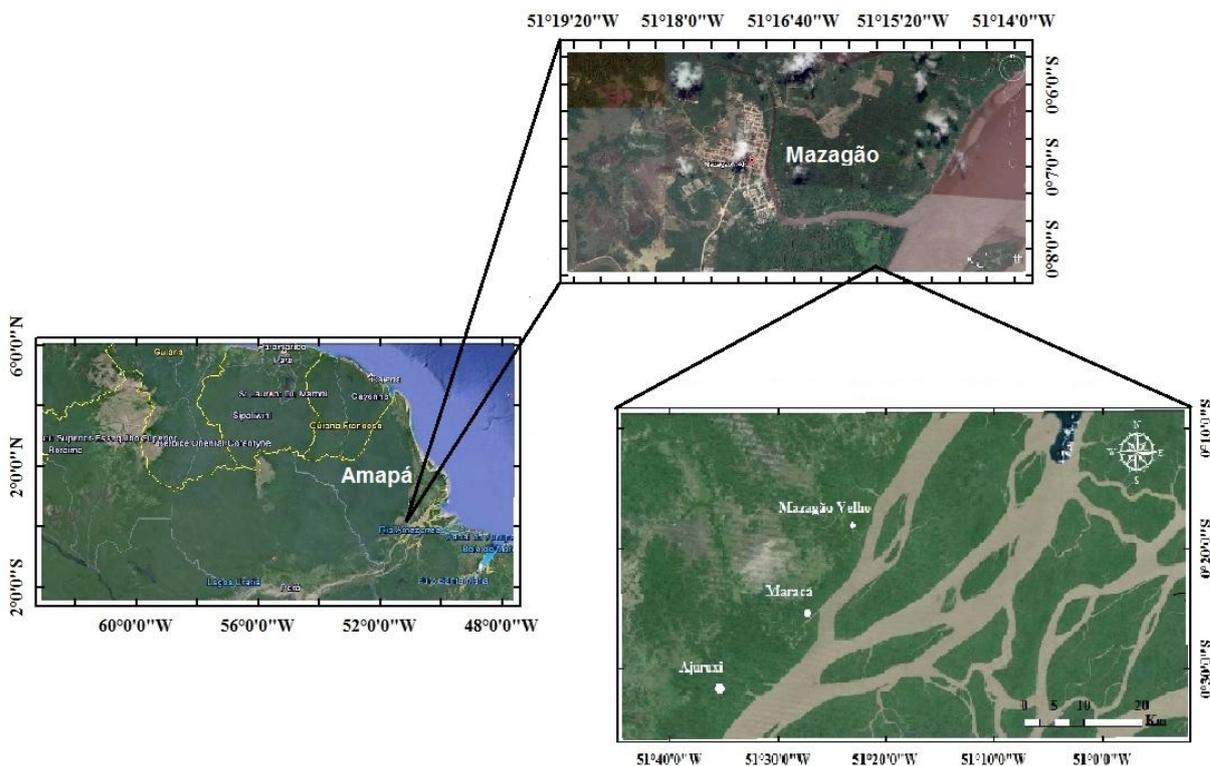
Diante disso, o objetivo desse trabalho foi determinar os parâmetros populacionais (crescimento, recrutamento e mortalidade) de uma população de *P. macroloba*, para que se possa planejar estratégias de manejo e conservação para a espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Para o estudo da dinâmica populacional de *P. maculosa* foram utilizadas as parcelas permanentes do projeto Florestam. As parcelas estão instaladas em três áreas de floresta de várzea localizadas no município de Mazagão, no sul do Estado do Amapá, que são: Mazagão Velho, Maracá e Ajuruxi (Figura 1). Essas áreas são formadas pelo encontro de afluentes do rio Amazonas (rio Mazagão, rio Maracá e rio Ajuruxi) com seu canal norte (FERREIRA, 2012; PINTO, 2014).

Figura 1: Localização das três áreas deste estudo, onde estão instaladas as parcelas permanente do projeto Florestam em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Segundo Ferreira (2012), o relevo das regiões deste estudo compreende a Planície Fluvio-marinha Macapá – Oiapoque, cuja gênese está ligada a movimentos estuásticos no final do Pleistoceno.

Os solos são provenientes de sedimentos geologicamente recentes do período Holoceno. São solos mal drenados e com diversas formas de composições físico-químicas. O horizonte superficial apresenta espessuras variáveis, podendo conter altos teores de matéria orgânica (RABELO, 2005). Segundo Pinto (2014), os solos da área deste estudo são do tipo Gelissolo Ta Melânico Eutrófico Típico.

Dados climatológicos de quinze anos (1983 a 1997), do município de Mazagão, obtidos da estação experimental da Embrapa-AP, mostraram que as temperaturas médias mensais ponderadas sofrem pequenas variações ao longo do ano, com amplitude térmica de 1,7°C, obtida da diferença das médias dos meses de outubro (28,3°C) e fevereiro e março (26,6°C). A média anual é de 27,3°C, sendo que as temperaturas médias máximas estão no intervalo de 34°C e 36,7°C e as médias mínimas entre 19,4°C e 20,5°C. A média, de 15 anos, da precipitação anual está em torno de 2.250 mm (RABELO, 2005).

No sistema de classificação fitogeográfica da vegetação brasileira, proposto pelo IBGE (2012), a floresta de várzea deste estudo, está inserida na tipologia denominada Floresta Ombrófila Densa Aluvial, pois são formações ribeirinhas ou florestas ciliares que ocorrem ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias.

2.2 Coleta de dados

As realizações dos inventários seguiram a metodologia do projeto Florestam, que realiza suas atividades nas áreas deste estudo desde 2010. Para realização dos inventários, foram alocados quatro transectos, em cada área, de 1.000 m cada, perpendiculares ao rio principal, distantes pelo menos 1 km um do outro, para garantir a independência entre eles. Em cada transecto, foram instaladas 20 parcelas de 10 m x 25 m, totalizando 2 ha de amostragem da vegetação por área e 6 ha no total. As parcelas foram alocadas ao longo de cada transecto, obedecendo um gradiente de microrelevo da área, ou seja, tentando abranger áreas com drenagem boa e ruim.

Em 2011, foi realizado o primeiro inventário nas três localidades. Em cada parcela, todos os indivíduos com DAP (Diâmetro na Altura do Peito) ≥ 5 cm foram mensurados, plaqueados com numeração progressiva e marcados com tinta no local

da medição. Nos anos de 2012, 2013 e 2014, ocorreram o segundo, terceiro e quarto inventários, respectivamente, com a mesma metodologia do primeiro inventário. No entanto, nestes, foram quantificados os indivíduos mortos (são aqueles indivíduos que tiveram seu DAP mensurados e que no decorrer dos inventários morreram de causas naturais ou antrópicas) e computados os recrutados ou ingresso (são aqueles indivíduos que foram incluídos na população, devido atingirem o DAP mínimo de inclusão).

2.3 Análise dos dados

Para análise dos parâmetros populacionais, foram utilizados os dados dos quatro inventários (2011, 2012, 2013 e 2014) das áreas de Mazagão Velho, Maracá e Ajuruxi, os quais foram utilizados para calcular os seguintes parâmetros: densidade populacional (DP), taxa periódica de mortalidade (M), taxa periódica de recrutamento (R), meia vida ($T_{0,5}$), tempo de duplicação (T_2), estabilidade (E), reposição (Re), área basal (G), distribuição diamétrica e incremento periódico anual (IPA).

A densidade populacional refere-se ao número de indivíduos por unidade de área (hectare), expressa pela seguinte fórmula (PINTO-COELHO, 2007):

$$DP = \frac{N_i}{A} \quad (1)$$

em que: DP = densidade populacional; N_i = número total de indivíduos da amostra; A = tamanho da área amostral (ha).

Taxa periódica de Mortalidade (M) e de Recrutamento (R) foram calculadas utilizando as seguintes equações proposta por Sheil (1995):

$$M = \left\{ 1 - \left[\frac{(N_0 - m)}{N_0} \right]^{\frac{1}{t}} \right\} \times 100 \quad (2)$$

$$R = \left\{ 1 - \left[\frac{(N_0 + r)}{N_0} \right]^{\frac{1}{t}} \right\} \times 100 \quad (3)$$

em que: t = é o tempo decorrido em anos entre os inventários; N₀ = número de indivíduos no primeiro inventário; m = número de indivíduos mortos; r = número de indivíduos recrutados.

O parâmetro meia vida (T_{0,5}), corresponde ao tempo necessário para que a população reduza seu tamanho à metade, mantida a atual taxa de mortalidade, na qual foi obtida utilizando-se a fórmula de Korning e Balslev (1994):

$$T_{0,5} = \frac{\text{Ln} \frac{1}{2}}{\text{Ln}(1 * M)} \quad (4)$$

em que: T_{0,5} = período de meia vida; Ln = logaritmo de base neperiana; M = taxa anual de mortalidade.

O tempo de duplicação (T₂) é o tempo necessário para que a população dobre seu tamanho, se mantida a taxa de recrutamento (R). A formula utilizado para calcular este parâmetro é a proposta por Korning e Balslev (1994):

$$T_2 = \frac{\text{Ln} (2)}{(0,01 * R)} \quad (5)$$

em que: T₂ = período de duplicação; Ln = logaritmo na base neperiana; R = taxa anual de recrutamento.

Estabilidade (E) e Reposição (Re) – em número de indivíduos e em área basal, utilizando as seguintes equações (KORNING; BALSLEV, 1994):

$$\mathbf{E} = |T_{0,5} - T_2| \quad (6)$$

$$\mathbf{Re} = (T_{0,5} + T_2)/2 \quad (7)$$

em que: E = estabilidade da população; $T_{0,5}$ = período de meia vida; T_2 = período de duplicação; Re = reposição da população.

A área é mais estável quando o valor obtido for mais próximo de zero e quanto menor o valor de reposição, mais dinâmica é a população (KORNING; BALSLEV, 1994).

O número de classes diamétricas e suas amplitudes foram definidas pela fórmula de Sturgens (1926):

$$\mathbf{K} = 1 + 3,333 \log(n) \quad (8)$$

$$\mathbf{AC} = \frac{K + 0,1}{AT} \quad (9)$$

na qual: K = número de classes; n = número de indivíduos; AC = amplitude de classe; AT = amplitude total.

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* (D) foi aplicado com o intuito de avaliar se houve diferença na estrutura diamétrica da população entre a primeira e a última medição (BROWN; ROTHERY, 1993).

A área basal foi determinada a partir do somatório das áreas basimétricas de cada indivíduo da população pelas seguintes formulas (SOARES et al., 2011):

$$\mathbf{g} = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \quad (10)$$

$$\mathbf{G} = \sum g \quad (11)$$

em que: \mathbf{g} = área basimétrica do indivíduo; e \mathbf{G} = área basal da população.

O incremento periódico anual (IPA) da população, foi calculado utilizando o DAP (cm) dos componentes da população. A formula utilizada para o cálculo do IPA foi a proposta por Braga e Rezende (2007), na qual:

$$\text{IPA} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{DAP}_{2i} - \text{DAP}_{1i})}{N} \quad (12)$$

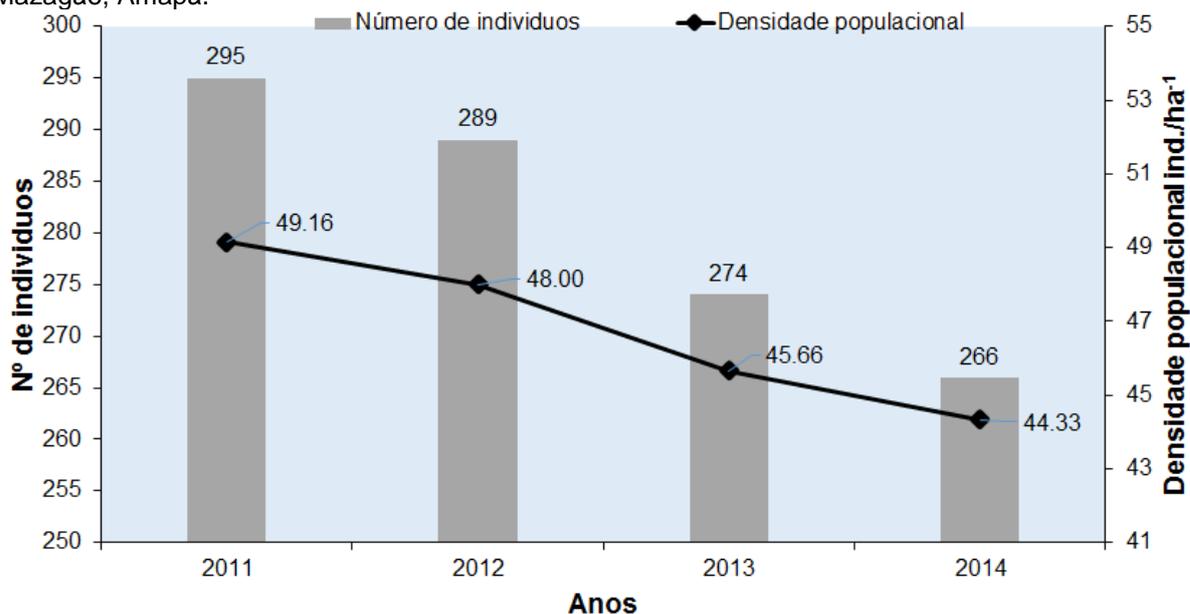
em que: IPA = incremento periódico anual; DAP_{1i} = diâmetro tomado a 1,30 m de altura da iésima árvore viva na 1ª medição; DAP_{2i} = diâmetro tomado a 1,30 m de altura da iésima árvore viva na 2ª medição; $i = 1, 2, \dots, n.$; e N = número total de anos monitorado.

Todas as análises foram efetuadas no programa Excel 2013, sendo que o teste *Kolmogorov-Smirnov* (D) foi executado no programa BioEstat 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados 295 indivíduos no ano de 2011, 289 em 2012, 274 em 2013 e 266 em 2014, sendo que não foi encontrado dois indivíduos no inventário de 2012. Durante quatro anos de monitoramento, foi possível observar que ao longo dos anos a densidade populacional foi decrescendo (Figura 2). No início do monitoramento (ano 2011) a densidade observada foi de 49,16 ind./ha⁻¹ e no final da avaliação (ano 2014) foi de 44,33 ind./ha⁻¹, ou seja, a perda na densidade, no intervalo de quatro anos, foi de 4,83 ind./ha⁻¹.

Figura 2: Densidade populacional de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Apesar desse decréscimo populacional ao longo do tempo, *P. macroloba* é uma espécie bastante representativa, pois Apárcio (2011) e Ferreira (2012), estudaram a composição florística nas áreas deste estudo e constataram que *P. macroloba* ocupa o segundo lugar em termos de densidade populacional, só perdendo para *Mora paraensis* (Ducke). Em outras partes da região Amazônica, a espécie apresenta populações bastante densas nas florestas de várzea e está

sempre presente nas listas florísticas desses ambientes e sempre ocupando as primeiras posições (ALMEIDA et al., 2004; QUEIROZ et al., 2005; CARIM et al., 2008).

Isso mostra que a espécie apresenta uma grande plasticidade ecológica e elevada adaptabilidade ao ambiente de várzea e a dinâmica desse ecossistema. Segundo Aparício (2011), o que também explica a dominância dessa espécie em ambiente de várzea, é seu baixo potencial madeireiro e devido ser uma oleaginosa de grande valor econômico.

No total morreram 32 indivíduos, sendo que no ano de 2012 houve sete indivíduos mortos, em 2013 morreram 16 indivíduos e em 2014 os indivíduos mortos somaram no total sete. Em 2012 houve três ingressos de indivíduos na população e nos anos de 2013 e 2014 ingressou um indivíduo em cada ano. Considerando o primeiro inventário (2011) e o último (2014), a taxa periódica de mortalidade foi de 3,72% e a de recrutamento foi de 0,56%. Dentre os 32 indivíduos mortos, 12,5% foram provenientes de ações antrópicas (tiveram seus troncos cortados) e 87,5% foram de causas naturais (vendavais).

Queiroz et al. (2007), estudaram a estrutura e a dinâmica em floresta de várzea na cidade de Mazagão-AP (próximo à área deste estudo) entre os anos 2000 e 2005, encontraram na localidade do Furo do Mazagão, taxa anual de mortalidade de 0,72% e de recrutamento 2,05%. Nesta localidade, é praticada pelas populações locais o extrativismo de baixo impacto de subsistência. Já para a localidade do rio Mutuacá, onde as intervenções antrópicas são mais intensas, os autores encontraram uma taxa anual de mortalidade de 6,82% e a de recrutamento de 2,06%.

A taxa anual de mortalidade foi superior a de recrutamento, indicando que a regeneração natural da espécie pode estar sendo suprimida por alguma força ambiental ou antrópica. A primeira alternativa parece ser mais plausível, pois de acordo com Queiroz et al. (2007), a floresta de várzea deste estudo se encontra em um estado sucessional de clímax ou se encaminha para essa condição. No estado sucessional de clímax, o dossel da floresta é, na maioria das vezes, ocupado pelas espécies dos estágios finais de sucessão. O fechamento do dossel provocado pelas copas densas e largas dessas espécies, dificulta a penetração de raios solares para o sub-bosque. Consequentemente, as espécies pioneiras (como no caso de *P.*

macroloba), que necessitam que luz para sua sobrevivência, tem seu desenvolvimento afetado, refletindo em baixas taxas de ingressos e altas taxas de mortalidade.

O percentual de mortalidade maior do que o recrutamento, refletiram no tempo de meia vida e de duplicação da população respectivamente. Estima-se que daqui a 25 anos a população de *P. macroloba* reduza o número de indivíduos a metade do seu tamanho original. Se mantido a atual taxa anual de recrutamento (0,56%), espera-se que daqui a 165 anos a população tenha o dobro de seu tamanho atual. A espécie pode conseguir a estabilidade populacional, termos de número de indivíduos, em 140 anos. A estimativa para o tempo de reposição foi baixa, 95 anos, considerando que quanto mais próximo de zero, mais dinâmica é a população (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros populacionais de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.

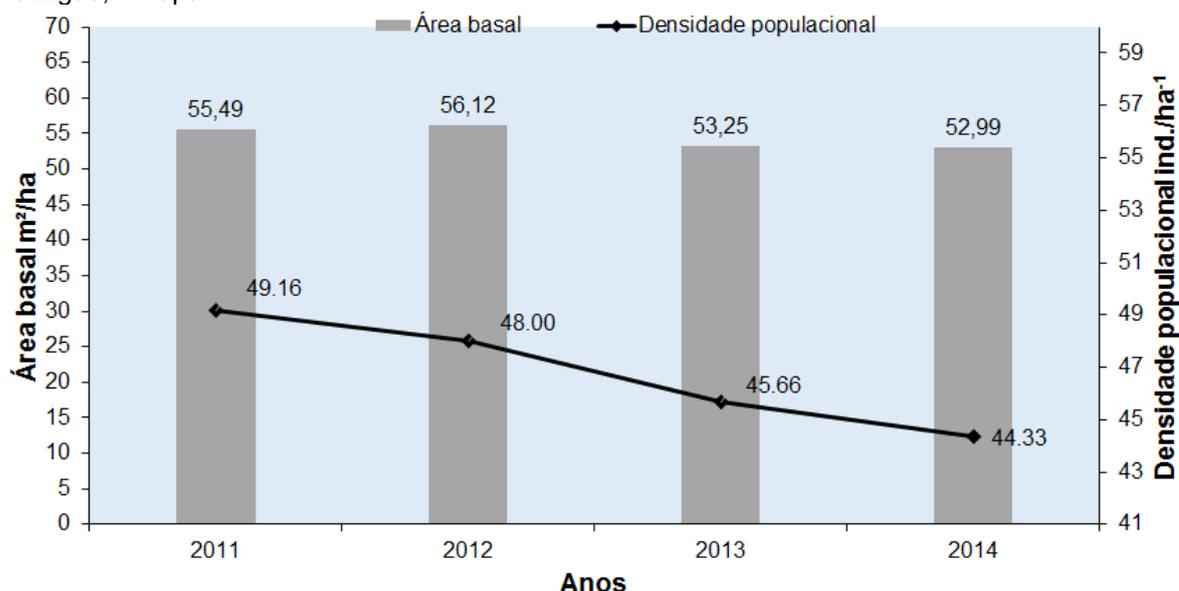
Parâmetros	Estimativas (anos)
Meia vida ($T_{0,5}$)	25
Tempo de duplicação (T_2)	165
Estabilidade (E)	140
Reposição (Re)	95

Os resultados dos parâmetros populacionais mostram que a população de *P. macroloba* apresenta uma baixa dinâmica e não possui um equilíbrio estrutural. No entanto, essas afirmações devem ser tratadas com muita cautela, pois se trata de uma espécie pioneira altamente adaptada ao ambiente de várzea.

Durante os quatro anos de monitoramento, houve acréscimo e decréscimo na área basal da população (Figura 3). No início do monitoramento (2011), a área basal da população foi de 55,49 m²/ha. No ano seguinte (2012), os indivíduos obtiveram um valor de 56,12 m²/ha, um acréscimo de 0,63 m²/ha com relação ao ano anterior, sendo que neste período a densidade populacional obteve um decréscimo. Neste mesmo ano, houve mortalidade de sete indivíduos e três indivíduos ingressaram, representando 1,70 m²/ha e 0,15 m²/ha de perda e contribuição de área basal respectivamente (Tabela 2). Nos anos seguintes a área basal da população foi decaindo, sendo que em 2013 passou de 53,25 m²/ha e chegou no final do

monitoramento com 52,99 m²/ha. Em 2013 e 2014, a mortalidade de 16 e 9 indivíduos deixaram de contribuir com 3,75 m²/ha e 1,67 m²/ha de área basal nos respectivos anos.

Figura 3: Área basal de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Tabela 2: Perda e ganho em área basal em função da mortalidade e do recrutamento, respectivamente, de uma população *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.

	Anos		
	2012	2013	2014
Área basal da mortalidade (m ² /ha)	1,70	3,75	1,67
Área basal dos recrutados (m ² /ha)	0,15	0,05	0,06

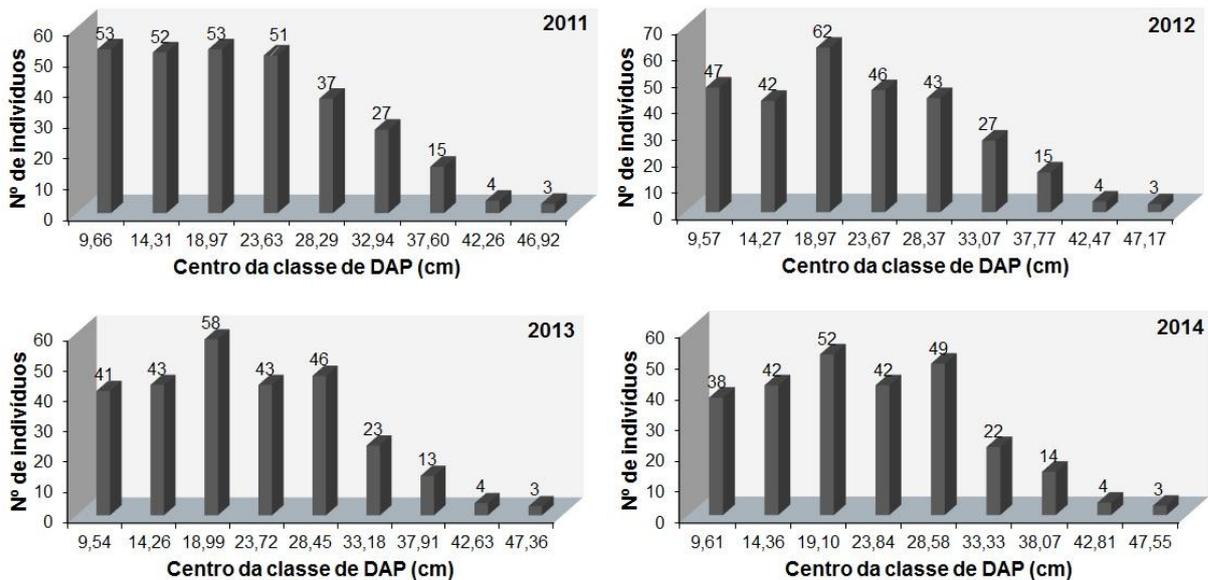
Essas variações ao longo dos anos na área basal da população, é devido ao desequilíbrio entre as taxas de mortalidade e de recrutamento. Em uma floresta de várzea de 63 ha localizada na Costa Rica, Valverde-Barrantes e Rocha (2014) encontraram uma área basal de 10,26 m²/ha, com DAP ≥ 2,5 cm para *P. macroloba*. Considerando DAP ≥ 15 cm e uma área amostral de 3 ha, Queiroz et al. (2007) estudando a estrutura e a dinâmica de floresta de várzea estuarina, encontraram acréscimo de área basal em dois momentos de avaliação para *P. macroloba*, sendo

que no ano de 2000 a área basal chegou a 6,89 m²/ha e em 2006 a área basal obtida foi de 7,36 m²/ha. Os autores ressaltam que os valores de taxa de mortalidade e de recrutamento foram altos para a espécie, mas sempre o recrutamento mais alto do que a mortalidade, no entanto os valores de área basal obtidos foram baixos, considerando um intervalo de quatro anos entre medições, para uma espécie pioneira. Isso mostra que a taxa de mortalidade influenciou bastante no incremento em área basal e o próprio estado sucessional da floresta, que segundo os autores se trata de uma floresta pouco explorada em estado de clímax.

Nos quatro anos de monitoramento, a população estudada se estruturou em nove classes de DAP (para cada ano avaliado), com amplitude média entre classes de 4,70 cm, sendo que o DAP mínimo e máximo encontrado foi de 5,25 cm e 47,15 cm respectivamente. Em 2011, observa-se um início de uma desestabilização na distribuição diamétrica da população, pois na primeira classe verifica-se 53 indivíduos, na segunda classe 52 indivíduos e na terceira classe aparece novamente 53 indivíduos e nas classes seguintes o número de indivíduos foi decrescendo.

No ano de 2012, a desestabilização na estrutura diamétrica foi confirmada, sendo que houve diminuição de indivíduos nas menores classes de diâmetro e aumento nas maiores. O mesmo comportamento foi encontrado para os anos seguintes (2013 e 2014). Em todos os períodos de monitoramento, é possível observar que as classes oito e nove permaneceram estáticas. Houve diferença significativa na estrutura diamétrica entre o primeiro (2011) e o último (2014) inventário ($D = 0,1874$; $P = 0,0261$).

Figura 4: Distribuição diamétrica, mensuradas em quatro ocasiões, de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.

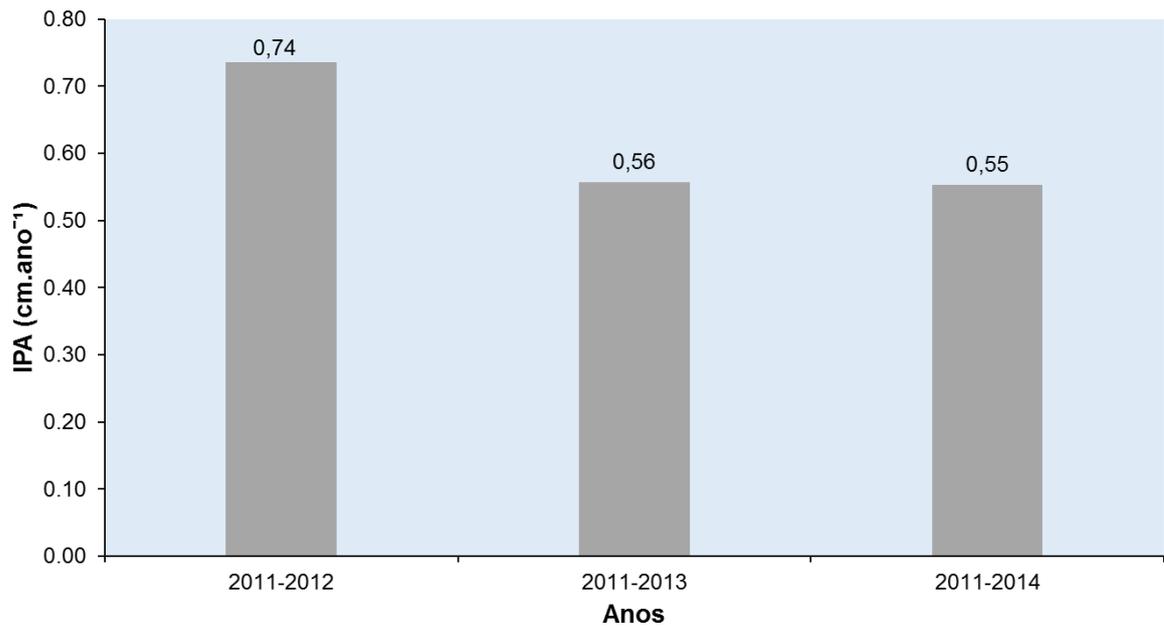


Fonte: Adelson Dantas (2015)

A não conformação de um formato de “J inverso” na estrutura diamétrica da população nos quatro períodos analisados e a diferença significativa nas classes diamétricas, no período inicial e final, revela uma baixa capacidade auto-regenerativa e desestabilidade estrutural da população. Segundo Machado et al. (2010), uma relativa insuficiência de indivíduos com diâmetros menores nas primeiras classes, indica que há limitação no desenvolvimento do banco de plântulas da população. Para Schaaf et al. (2006), uma grande quantidade de indivíduos nas primeiras classes diamétrica nem sempre indica que a estrutura da população vai estar garantida futuramente. Isso depende das características ecológica da espécie e da dinâmica ambiental de seu habitat, que precisam ser investigados com maior nível de detalhes, afim de relacioná-las com o padrão de estruturação da população na floresta.

Entre o primeiro (2011) e o segundo (2012) inventário foi encontra um incremento periódico anual (IPA) de $0,74 \text{ cm.ano}^{-1}$. Para um intervalo de dois anos de monitoramento, entre os anos de 2011 e 2012, a população obteve um incremento em diâmetro de $0,56 \text{ cm.ano}^{-1}$. Analisando o primeiro (2011) e o último (2014) inventário, a população obteve um incremento de $0,55 \text{ cm.ano}^{-1}$.

Figura 5: Incremento periódico anual (IPA) de uma população de *Pentaclethra maculosa* (Willd) Kuntze, em parcelas permanentes do projeto Florestam, em florestas de várzea do estuário amazônico no município de Mazagão, Amapá.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Santos et al. (2012), analisando a dinâmica da comunidade arbórea de floresta de várzea em uma área localizada na cidade de Macapá-AP, encontraram um IPA de 0,3 cm.ano⁻¹ para a espécie *P. macroloba*, entre os anos de 2008 a 2009, considerando CAP ≥ 15 cm. Queiroz (2008), estudando a estrutura e a dinâmica de uma comunidade arbórea em florestas de várzea (situadas em ilhas do Pará e Amapá), encontrou IPA de 0,4 cm.ano⁻¹ entre os anos de 2000 e 2006, com DAP ≥ 5 cm de inclusão para a espécie *P. macroloba*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taxa periódica de mortalidade e de recrutamento encontrada nos quatro anos de monitoramento foi de 3,72% e 0,56% respectivamente.

A perda e ganho de área basal são reflexos do desequilíbrio entre mortalidade e recrutamento. Esse desequilíbrio também foi sentido na estrutura diamétrica da população, na qual foi perdendo indivíduos jovens nas classes iniciais ao longo dos anos. O incremento periódico anual da população foi de $0,55 \text{ cm.ano}^{-1}$, considerando o período inicial (2011) e final (2014) de medições.

Diante destes resultados, as estratégias de manejo e conservação da espécie devem começar pela regeneração natural da espécie, devido não haver recrutas o suficiente para equilibrar a taxa de mortalidade. Também deve ser investigado o estado sucessional da floresta, pois os resultados obtidos da espécie pioneira *P. maculoba* (Ex.: taxa de mortalidade superior a de recrutamento e baixo número de indivíduos nas menores classes de diâmetro), mostram um possível estado de clímax da floresta.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. F.; JARDIM, M. A. G. A utilização das espécies arbóreas da floresta de várzea da Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil por moradores locais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 23, p. 48 – 54, 2012.

ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, Manaus, n. 4, v. 34, p. 513 – 524, 2004.

APARÍCIO, W. C. S. **Estrutura da vegetação em diferentes ambientes na Resex do Rio Cajari: interações solo-floresta e relações com a produção de castanha**. 2011. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

APG III - The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

BRAGA, F. M. S.; REZENDE, A. V. Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do do Catetinho, Brasília-DF. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 138-148, 2007.

BROWN, D.; ROTHERY, P. **Models in biology: mathematics, statistics and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 688 p.

CARIM, M. J.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 192-201, 2008.

CRESPI, B.; GUERRA, G. A. D. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v. 8, n. 3, p.176 – 189, 2013.

FERREIRA, D. S. S. **Interações entre abertura do dossel, queda de árvores e riqueza de espécies em floresta de várzea do estuário amazônico**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 559 – 566, 2002.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Sweden, n. 4, p. 77 – 86, 1994.

MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; SANTOS, R. M.; SILVA, A. C.; FILHO, A. T. O. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 723-732, 2010.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª Ed. (revisada e atualizada). Museu Paraense Emílio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. Belém, 2009.

PINTO, E. R. **Solos, hidrologia e estrutura populacional de pracuibeiras em florestas de várzea do estuário amazônico**. 2014, 64f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Atmed, 2007. 659 p.

QUEIROZ, J. A. L. **Estrutura e dinâmica de uma floresta de várzea no rio Amazonas no Estado do Amapá**. 2008. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R. T.; SILVA, I. C. Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário amazônico no Estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 339-352, 2007.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.1, p. 41-46, 2005.

RABELO, B. V. **Mazagão**: realidades que devem ser conhecidas. Macapá: IEPA, 2005.

REDE DIÁRIO DE COMUNICAÇÃO. Beraca investe no uso sustentável do Pracaxi para a indústria cosmética. 2010. Disponível em: new.d24am.com. Acesso em: 14.10.2014.

SANTOS, V. S.; BATISTA, A. P. B.; APARÍCIO, P. S.; APARÍCIO, W. C. S.; LIRA-GUEDES, A. C. Dinâmica florestal de espécies arbóreas em uma floresta de várzea na cidade de Macapá, AP, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 207-213, 2012.

SCHAAF, L. B.; FILHO, A. F.; SANQUETTA, C. R.; GALVÃO, F. Incremento diamétrico e em área basal no período 1979-2000 de espécies arbóreas de uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 271-290, 2005.

SHEIL, D. Evaluating turnover in tropical forests. **Science**, USA, n. 2688, p. 94-895, 1995.

STURGENS, H. A. The Choice of a Class Interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2ª Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2011. 272 p.

VALVERDE-BARRANTES, O. J.; ROCHA, O. J. Logging impacts on forest structure and seedling dynamics in a *Prioria copaifera* (Fabaceae) dominated tropical rain forest (Talamanca, Costa Rica). **Revista de Biología Tropical**, Costa Rica, v. 62, n. 1, p. 347-357, 2014.

WEISSENHOFER, A. **Structure and vegetation dynamics of four selected one hectare forest plots in the lowland rain forests of the Piedras Blancas National Park ("Regenwald der Österreicher"), Costa Rica, with notes on the vegetation diversity of the Golfo Dulce region**. 2005. 195 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien, Wien, 2005.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**, Blackwell, v. 33, p. 1334-1347, 2006.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE UMA POPULAÇÃO DE *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTÚARIO AMAZÔNICO

CAPÍTULO II

DANTAS, ADELSON ROCHA **Distribuição espacial de uma população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze em floresta de várzea do estuário amazônico.** 2015. Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-orientadores: Dr. Marcelino Carneiro Guedes e Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano.

RESUMO

Pentaclethra macroloba (Willd) Kuntze é uma espécie arbórea típica de floresta de várzea estuarina. O óleo extraído de suas sementes é utilizado na medicina popular para tratar de dores musculares, inflamações, picada de cobra e até no tratamento do câncer. Atualmente, o óleo não é produzido em larga escala, no entanto, a espécie pode ser tornar um grande atrativo para as indústrias do ramo, o que pode exigir muito de sua capacidade reprodutiva. Em função disso, o objetivo deste trabalho foi verificar o padrão de distribuição espacial de uma população arbórea de *P. macroloba* para auxiliar em estratégias de manejo e conservação dessa espécie. O estudo ocorreu na Estação Experimental do Mazagão, área de 55,95 ha de floresta de várzea, pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Amapá. No período de julho a agosto de 2014 foi realizado um inventário de todos os indivíduos, vivos e mortos, que possuíam a Circunferência à Altura do Peito (CAP) ≥ 30 cm. Foi realizado um georreferenciamento de todos os indivíduos inventariados com auxílio de um GPS (marca Garmin CSx) de alta sensibilidade. Para análise da distribuição espacial, foi utilizada a função K de Ripley (univariada), sob a hipótese nula de completa aleatoriedade espacial. A análise da distribuição espacial foi realizada utilizando as coordenadas, em UTM, de cada indivíduo. O padrão de distribuição foi determinado para a população, por transecto, por classe diamétrica e para a mortalidade. O raio s (m) utilizado para esse estudo foi de 1 à 350 m (para a população, para a mortalidade e por classe diamétrica), pois este valor é, mais ou menos, a metade do menor lado da área. A distância s (m) para cada transecto foi 1 à 25 m (50 m o menor lado de cada transecto). Foram criados envelopes de confiança a partir de 1000 permutações utilizando o número total de indivíduos da amostra. A função K foi transformada para a função L. Todas as análises foram realizadas no programa R, através do pacote de estatística espacial Splancs. Foram registrados 1.015 indivíduos, destes 22 estavam mortos. A densidades populacional obtida, dos indivíduos vivos, foi de 18 ind. ha^{-1} . O padrão espacial da população foi totalmente agregado em todas as escalas de distâncias. Houve uma maior concentração de indivíduos na várzea alta e na baixa, sendo que no igapó observa-se poucos indivíduos. A análise por transecto revelou que os indivíduos se distribuem de forma agregada em todos os transectos. As classes 1 e 2 iniciaram com padrão agregado e finalizando com padrão aleatório. As classes 3 e 4 obtiveram padrão totalmente agregado. Nas maiores classes diamétricas (5, 6, 7 e 8) o padrão foi aleatório. Um padrão agregado nas menores classes e aleatório nas maiores revela uma estratégia reprodutiva, pois dificilmente os indivíduos jovens sobreviveriam em baixo da sombra das árvores de maiores diâmetros por se tratar de uma espécie pioneira. A mortalidade dos indivíduos ocorre de forma aleatória. A dinâmica de inundação da floresta de várzea e o processo de dispersão da espécie são fatores relacionados com o padrão de agregação da população.

Palavras-chave: Função k de Ripley, padrão agregado, ecologia de população.

CHAPTER II

DANTAS, ADELSON ROCHA **Spatial distribution of a population of *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze in floodplain forest of the Amazon Estuary.** 2015. Supervisor: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon; Co-supervisors: Dr. Marcelino Carneiro Guedes and Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano.

ABSTRACT

Pentaclethra macroloba (Willd) Kuntze is a typical tree species of estuarine floodplain forest. The oil extracted from its seeds is used in popular medicine to take care muscular pain, inflammation, snakebite and even in the treatment against cancer. Currently, the oil is not produced on large scale, however, the species can become a great attraction for industries, which can require much of their reproductive capacity. The objective of this study was to check the spatial distribution pattern of a tree population of *P. macroloba* to support in strategies for management and conservation of this species. The study was conducted at the “Estação Experimental do Mazagão” area of 55.95 ha of floodplain forest, belonging to the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) of Amapá. In the period from July to August 2014 was performed an inventory of all individuals, living and dead, who had a circumference at breast height (CBH) ≥ 30 cm. For analysis of spatial distribution, was used the Ripley's K function (univariate), under the null hypothesis of complete spatial randomness. The spatial distribution analysis was performed using the coordinates, in UTM, of each individual. The distribution pattern was determined for the population, per transect, per diameter class and mortality. The distance s (m) used for this study was 1 to 350 m (for the population and per diameter class), because this value is half the lower side of the area. The distance s (m) for each transect was 1 to 25 m (50 m lower side of each transect). Were created envelopes of confidence from 1000 permutations using the total number of individuals in the sample. The function k was transformed to the function L . All analyzes were performed using R program, through spatial statistics package Splancs. Were registered 1.015 individuals with 22 dead. Population densities obtained, of living individuals, was 18 ind.ha⁻¹. The population showed aggregated patterns at all scales. A higher concentration of individuals at high and low floodplain and in the igapó is observed few individuals. The transect analysis revealed that individuals are distributed in aggregate in all transects. The classes 1 and 2 started with aggregate pattern and ending with random pattern. The classes 3 and 4 obtained fully aggregated pattern. In the larger diameter classes (5, 6, 7 and 8), the pattern was random. An aggregate pattern in the smaller classes and random in major reveals a reproductive strategy, because hardly young individuals survive beneath the shade of larger diameter trees for being a pioneer species. Mortality of individuals occurs randomly. The dynamics of flood floodplain forest and the species dispersion process are factors related to the aggregation pattern of the population

Keyword: Ripley's K function, aggregate pattern, population ecology.

1 INTRODUÇÃO

A grande biodiversidade das florestas de várzea amazônica impõe a esse ecossistema um grande atrativo para pesquisas científicas e para o desenvolvimento sustentável. As árvores dessas florestas apresentam múltiplas utilidades de usos, entretanto, segundo Wittmann et al. (2010), poucas informações existem a respeito da importância comercial e ecológica desses diferentes recursos florestais.

Dentre as espécies de múltiplas utilidades que se destacam, pode-se citar *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, conhecida popularmente na região amazônica como Pracaxi. A árvore apresenta tronco cilíndrico e reto com sapopemas na base, copa densa, podendo alcançar até 35 m de altura e DAP de até 130 cm (FLORES, 2003). As folhas são bipinadas, com 15 a 20 pares de pinas de 4 a 10,5 cm de comprimento, 16 a 50 pares de folíolos linear-falcados de 5 a 9 mm de comprimento, ápice agudo ou apiculado e a base auriculada, com estípulas lineares e caducas. As inflorescências possuem formas de espigas terminais ou subterminais, flores com corola campanulada branca 4 a 5,5 mm de comprimento (PESCE, 2009). O seu fruto é uma vagem de 20 a 25 cm de comprimento, encurvada, formada por duas faces cartilaginosas quase lenhosas, de cor verde quando imatura e pardo-escura quando madura e com deiscência explosiva (PESCE, 2009).

P. macroloba é considerada uma espécie de múltiplos usos (HERRERO-JÁUREGUI et al., 2013), pois o óleo extraído de suas sementes, de cor amarelo-claro é rico em ácidos graxos (PESCE, 2009), é utilizado na medicina popular para tratar dores musculares, inflamações, picada de cobra e até no tratamento do câncer (CRESPI; GUERRA, 2013). Segundo Bentes-Gama et al. (2002), a espécie tem grande potencialidade para produção de madeira.

Atualmente, o óleo da espécie (que é seu grande potencial) não é comercializado em grande escala, no entanto, pode se tornar um grande atrativo para as indústrias de cosméticos e medicinal devido suas qualidades relatadas anteriormente. Nesses casos, justifica-se estudar o comportamento ecológico, seus aspectos reprodutivos e sua organização espacial na comunidade.

Estudos ecológicos objetivando investigar a distribuição espacial do indivíduo na floresta, são fundamentais em programa de manejo e conservação das espécies de múltiplas utilidades. Com a determinação do padrão de distribuição, pode-se traçar estratégias de manejo e conservação das espécies arbóreas em seus ambientes naturais, pois de acordo com Condit et al. (2000), o padrão de distribuição que a espécie exibe, permite-nos entender como determinada espécie utiliza os recursos disponíveis na comunidade e o seu processo reprodutivo.

Conhecer a maneira como os indivíduos de uma espécie se distribuem em uma comunidade é um dos primeiros passos para se entender a dinâmica (HAY et al., 2000), história natural e as interações ecológicas que correm entre populações (FORGET et al., 1999). Com a determinação do padrão espacial, podemos estabelecer as matrizes mais produtivas e a localização destas e de todos os indivíduos da população na comunidade florestal, através da análise de mapas de distribuição espacial.

Segundo Pinã-Rodrigues (1999), a determinação do padrão espacial permite definir métodos de amostragens mais adequados para a população e nos permite entender a distância do fluxo gênico dentro e entre populações. A autora ressalta que a formulação de propostas de manejo e conservação genética deve ter por base dados de distribuição espacial.

Um método bastante utilizado em ecologia florestal para se determinar o padrão de distribuição espacial da população é a função K de Ripley (1981). A função K de Ripley (univariada), é um método baseado em contagens de pontos em uma determinada distância s , exigindo o conhecimento das coordenadas (x, y) de cada ponto (ANJOS et al., 2004). A principal vantagem do método é que ele permite a detecção do padrão espacial em diferentes escalas de distâncias simultaneamente (SCALON et al., 2012).

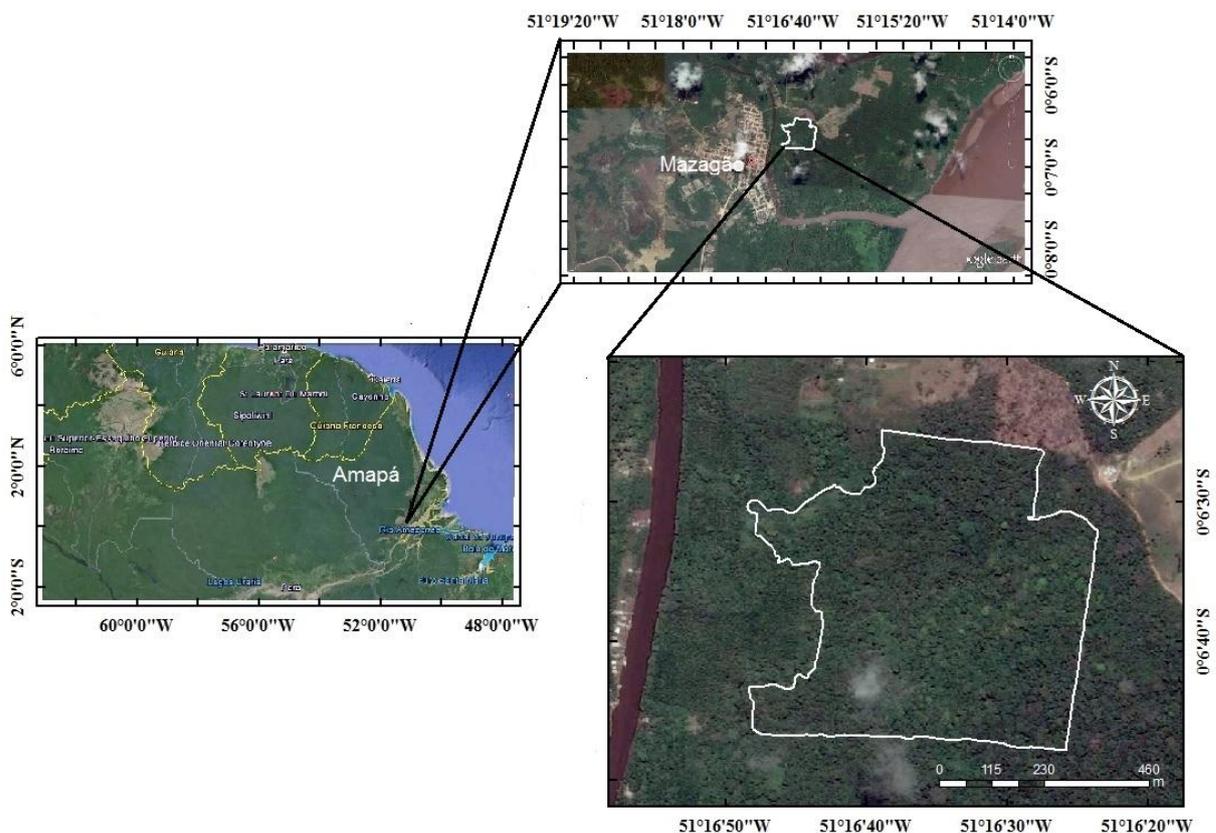
Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar o padrão de distribuição espacial de uma população arbórea de *Pentaclethra macroloba* para auxiliar em estratégias de manejo e conservação dessa espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo ocorreu na “Estação Experimental do Mazagão” (Figura 1), área pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Amapá. A Estação Experimental está localizada no município de Mazagão (interior do Estado do Amapá) nas coordenadas 00°02'33" sul e 51°15'24" oeste, a 15 m de altitude (YOKOMIZO et al., 2010). Segundo o IBGE (2010), o município de Mazagão possui uma área de 13.131 km², fazendo limite ao norte com os municípios de Pedra Branca do Amapari, Porto Grande e Santana, ao Sul com Vitória do Jari, à Leste com Santana e Rio Amazonas e a Oeste com Laranjal do Jari.

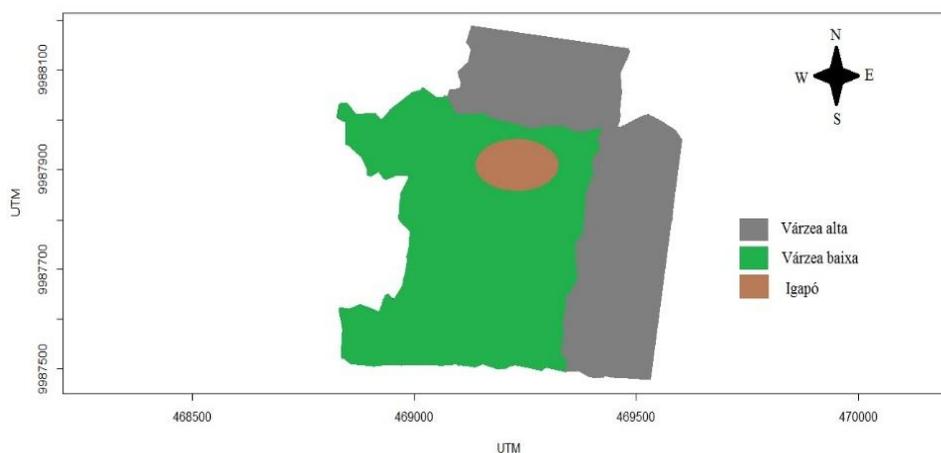
Figura 1: Localização da Estação Experimental do Mazagão no lado leste da sede municipal do Mazagão, Amapá.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

A Estação Experimental possui uma área de 55,95 ha de floresta de várzea. Seu relevo pouco acidentado e com declividades no sentido norte/leste, proporciona habitats diferenciados na área (Figura 2). Quando a água do rio “Furo do Mazagão” transborda para o interior da floresta, metade da área fica submersa (várzea baixa), sendo que a outra parte da área, que se encontra mais ao norte/sul (várzea alta), fica livre da enchente. Mas este evento só ocorre quando não há o período da lançante (período de maior cheia dos rios durante a lua nova e cheia), na qual provoca a submersão total da área, chegando nas maiores declividades do terreno. No centro da área existe uma parte mais rebaixa, onde é formado um igapó. Nesse ambiente a água fica represada durante o ano todo ou durante a maior parte deste (DANTAS et al., 2014).

Figura 2: No interior da Estação Experimental do Mazagão, se estabelece gradientes ambientais, em função do período de inundação e da topografia do terreno.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

O tipo climático da região é o Am, característica de clima tropical chuvoso (YOKOMIZO et al., 2010). A média anual de temperatura é de 27°C e a amplitude média diária de temperatura é menos de 3°C em todos os meses. A média anual de precipitação é de 2.550 mm, com estação chuvosa de janeiro a maio (FORTINI; ZARIN, 2011).

Os solos da área são em sua maioria do tipo Gley Pouco Húmico, de textura média, mau drenados e de média a alta fertilidade natural (YOKOMIZO et al., 2010).

São solos geologicamente recentes (do período Holoceno), devido a deposição periódica de sedimentos e apresentam as mais diversas formas de composições físico-químicas, dependendo da origem do material sedimentar (RABELO, 2005).

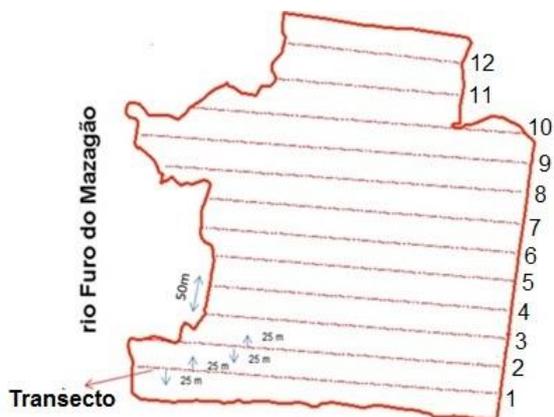
A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 2012), com grande frequência de palmeiras e árvores de grande porte e valor comercial, destacando-se a andiroba (*Carapa guianensis*), virola (*Virola surinamensis*), pracuuba (*Mora paraensis*), pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), macacaúba (*Platymiscium ulei*), macucu (*Licania* sp.), cedro (*Cedrella odorata*), pracaxi (*Pentaclethra macroloba*), mututi (*Pterocarpus amazonicus*), ananim (*Symphonia globulifera*), mauba (*Licaria mahuba*), ventosa (*Hernandia guianensis*), dentre outras (RABELO, 2005).

2.2 Coleta de dados

O projeto Florestam vem realizando suas atividades na Estação Experimental deste 2011. Além de *P. macroloba*, outras cinco espécies de múltiplas utilidades foram inventariadas, sendo que quatro são arbóreas (*Carapa guianensis* Alblet; *Virola surinamensis* (Rol.) Warb; *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.; e *Mora paraenses* Ducke) e uma é palmeira (*Attalea excelsa* Mart.). No período de julho a agosto de 2014, foi realizado um inventário de todos os indivíduos de *P. macroloba*, vivos e mortos, que possuíam a Circunferência à Altura do Peito (CAP) ≥ 30 cm. Para isso, utilizou-se 12 transectos, que são linhas imaginárias, fixadas no ano 2011, onde se realizou o primeiro inventário da área de estudo. Os transectos foram instalados perpendicularmente ao rio Furo do Mazagão, distanciados entre si em 50 m, dispostos paralelamente entre si no sentido sul-norte e com comprimento variado conforme a sinuosidade da borda da área de estudo.

Para facilitar a coleta de dados, a distância de separação de um transecto para outro (50 m) foi dividida, resultando em faixas de 25 m em cada transecto. O inventário foi realizado partindo das margens do rio Furo do Mazagão em direção à várzea alta, sempre indo e voltando em cada faixa (Figura 3).

Figura 3: Esquema do procedimento amostral utilizado no inventário de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



Fonte: Nunes Filho (2013)

Todos os indivíduos inventariados foram identificados, numericamente, com placa de alumínio na altura do CAP. Foi realizado o georreferenciamento de todos os indivíduos inventariados, utilizando-se um GPS (marca Garmin CSx) de alta sensibilidade.

2.3 Análise dos dados

A análise da distribuição espacial foi realizada utilizando as coordenadas, em UTM, de cada indivíduo. Foi calculada a distribuição espacial da população, da mortalidade, por transecto e por classe diamétrica através da função K de Ripley univariada (RIPLEY, 1981), sob a hipótese nula de Completa Aleatoriedade Espacial (CAE) (CAPRETZ, 2004), ou seja, o processo que gerou o padrão é aleatório em qualquer escala de distância (SILVA et al., 2012).

Este método de análise da distribuição espacial é calculado pela seguinte função (RIPLEY, 1981):

$$\hat{K}(s) = \frac{1}{\bar{\lambda}n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_1^{-1}(x_i, x_j) I(\|x_i - x_j\| \leq s), \text{ para } i \neq j \text{ e } s > 0 \quad (1)$$

em que: λ = número esperado de eventos; n = é o número de árvores na região de estudo; $\|X_i - X_j\|$ = distância euclidiana entre as localizações X_i e X_j ; \mathbf{s} = vetor arbitrário de distância; $W_i I(X_i - X_j)$ = função de correção para efeito de borda, a qual representa a proporção da circunferência com centro X_i e com raio $\|X_i - X_j\|$ que está fora da região de estudo; \bar{n} = número de árvores dividido pela área da região de estudo, sendo um estimador não viciado da intensidade do processo; e $I(U)$ = função indicadora que assume valor 1 sempre que a condição U for verdadeira, e zero quando é falsa.

Segundo Diggle (2003), em regiões de estudos com formato regulares, a distância s é definida na metade do menor lado do retângulo, pois de acordo com o autor, o estimador de distância da função não será viciado. No entanto, a área deste estudo possui lados irregulares, mas Bruzina et al. (2013), aplicou esta função em uma área com lados irregulares e não verificou nenhum vício do estimador. Em função disso, o raio s (m) utilizado para esse estudo variou de 1 à 350 m (para a população, por classe diamétrica e para a mortalidade), pois este valor é, mais ou menos, a metade do menor lado da área. A distância s (m) para cada transecto foi de 1 à 25 m (50 m é o menor lado de cada transecto).

Para testar a hipótese nula de completa aleatoriedade espacial, foram criados envelopes de confiança a partir de 1000 permutações utilizando o número total de indivíduos da amostra (RIPLEY, 1981; HIGUCHI et al., 2010; BRUZINGAN et al., 2013).

Para melhor visualização dos resultados e comparar a estimativa de $\hat{L}(s)$ com o padrão aleatório, Ripley (1981) recomenda a transformação da função $\hat{L}(s)$ para a função $\hat{L}^*(s)$, na qual é realizada pela seguinte função:

$$\hat{L}^*(s) = \sqrt{\hat{K}(s)/(\pi - s)} \quad (2)$$

O gráfico gerado da transformada $\hat{L}^*(s)$, facilita a visualização dos desvios (pacotes de completa aleatoriedade espacial) em relação a hipótese nula, cujo o eixo das abscissas representa a distância s (m) e o das ordenadas a função transformada $\hat{L}^*(s)$ da função $\hat{L}(s)$ (RIPLEY, 1981; BRUZINGAN et al., 2013).

Se o padrão for completamente aleatório, a função g se apresenta como uma linha horizontal sobre o eixo das abcissas. A agregação em padrão espacial se refletirá em número maior de árvores que o esperado pela CAE, e a função assume valores positivos. Se o padrão apresentar regularidade na localização das árvores, o número destas será menor que o esperado pela CAE e a função g assume valores negativos (SILVA et al., 2012).

Todas as análises foram realizadas utilizando o Programa R 3.1.0 (R CORE TEAM, 2014) através do pacote de estatística espacial SplanCs (ROWLINGSON; DIGGLE, 2013). Para calcular os envelopes de confiança foi utilizado o comando *Kenv*. O efeito de borda da área foi corrigido através do comando *getpoly*. A função K (já transformada) é calculada pelo comando *khat* e seus limites superior e inferior pelos comandos $\sqrt{\text{envelope}\$upper/\pi}$ e $\sqrt{\text{envelope}\$lower/\pi}$ respectivamente.

Para calcular a distribuição espacial por classe diamétrica, foi utilizado a fórmula de Sturges (1926), para determinar o número de classes e a amplitude de diâmetros. Os mapas foram confeccionados no Software ArcMap versão 10.1.

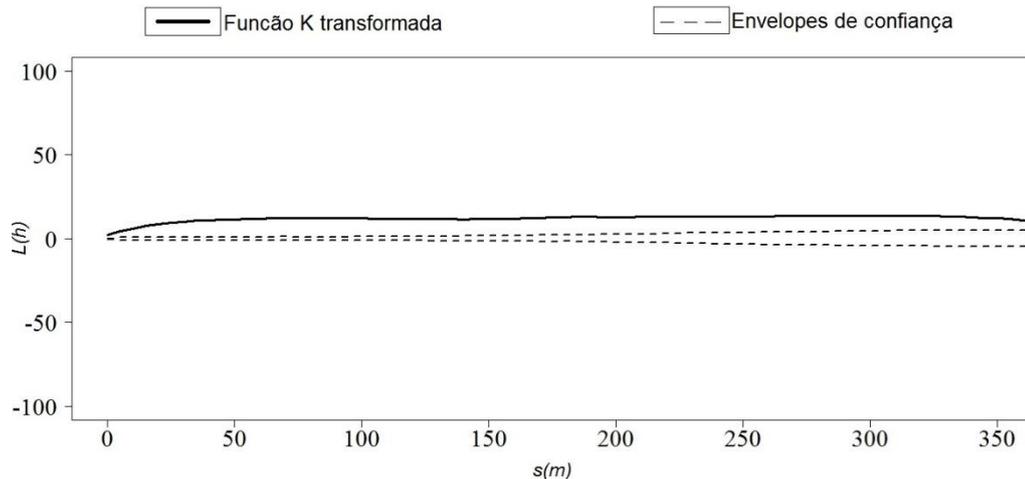
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados 1.015 indivíduos. Destes, 22 estavam mortos. No transecto 1 foi registrado um maior número de indivíduos (146 indivíduos), seguido do transecto 2 (116 indivíduos), 4 (107 indivíduos), 9 (107 indivíduos), 6 (103 indivíduos), 5 (91 indivíduos), 3 (89 indivíduos), 12 (78 indivíduos), 7 (71 indivíduos), 8 (62 indivíduos), 10 (20 indivíduos) e o transecto 11 apresentou apenas três indivíduos. Levando em consideração os indivíduos vivos, a densidade populacional obtida foi de 18 ind. ha⁻¹. Dentre as quatro espécies arbóreas inventariadas na área de estudo, *P. macroloba* foi a que apresentou maior número de indivíduos e conseqüentemente maior densidade populacional.

Em um estudo fitossociológico na floresta ombrófila densa de terra firme do município de Caracaraí, no estado de Roraima, Condé e Tonini (2013) concluíram que *P. macroloba* foi a espécie mais populosa, com uma densidade de 166 ind. ha⁻¹. Queiroz et al. (2005), também encontrou uma população numerosa de *P. macroloba* em áreas de floresta de várzea do Estuário Amazônico.

A população amostrada apresentou padrão de distribuição agregado, pois a função L(h) se encontra acima do envelope de confiança, rejeitando a hipótese de completa aleatoriedade espacial e assumindo padrão agrupado nas escalas de 0 a 350 m (Figura 4).

Figura 4: Padrão de distribuição da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Diferentes fatores bióticos e abióticos podem determinar o padrão de distribuição de uma espécie (FANGLIANG et al., 1997) como o processo de dispersão da espécie, a dinâmica ambiental e a topografia do terreno.

O padrão agregado de *P. macroloba* pode estar relacionado com o tipo de dispersão da espécie e com a dinâmica de inundação da área deste estudo. A espécie tem como dispersão primária a autocórica, pois suas sementes são dispersas a distâncias consideráveis pela deiscência explosiva de seus frutos, mas não o suficiente para afastá-las da árvore matriz e ocasionar o padrão agregado. O padrão agregado está fortemente relacionado com a dispersão secundária da espécie, a hidrocórica. As sementes são transportadas, a longas distâncias, pelas correntezas dos igarapés, já que suas sementes são flutuantes. As barreiras naturais formadas por troncos, serrapilheira, galhos, raízes e barrancos de terra interceptam as sementes, possibilitando uma concentração considerável de propágulos. Na parte mais alta do terreno (várzea alta) são formados grandes bancos de plântulas, devido ao carreamento de sementes pelas constantes entradas e saídas das marés dessa floresta.

Aparício (2013), estudando a distribuição espacial de uma comunidade arbórea em parcelas permanentes da Floresta Estadual do Amapá, floresta ombrófila densa de terras baixas, pelo índice de Payandeh (Pi) encontrou padrão agregado para espécie a *P. macroloba*. Queiroz et al. (2007), utilizando o índice de McGuinness (IGA), também encontraram padrão agregado para a espécie em parcelas instaladas em floresta de várzea. O padrão agregado foi detectado pelo

índice de Morisita no estudo de Gama et al. (2003), na floresta de várzea do município de Afua-PA.

Segundo Capretz (2004), índices de detecção do padrão espacial baseados em distância entre vizinhos ou área da parcela, como os citados anteriormente, não traduzem a realidade da área, pois são métodos que se baseiam na simples contagem de indivíduos dentro de parcelas ou pela procura pelo primeiro vizinho mais próximo da mesma espécie. Em função disso, muitas informações são perdidas, devido esses métodos detectarem o padrão espacial naquela escala particular em que os dados foram coletados (SILVA et al., 2012).

Na área deste estudo os indivíduos se distribuem de acordo com o gradiente topográfico, sendo que a maior concentração se dá nas partes mais alta (várzea alta) e baixa (várzea baixa) da área. Porém, no igapó, observam-se poucos indivíduos (Figura 5).

Figura 5: Mapa da distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



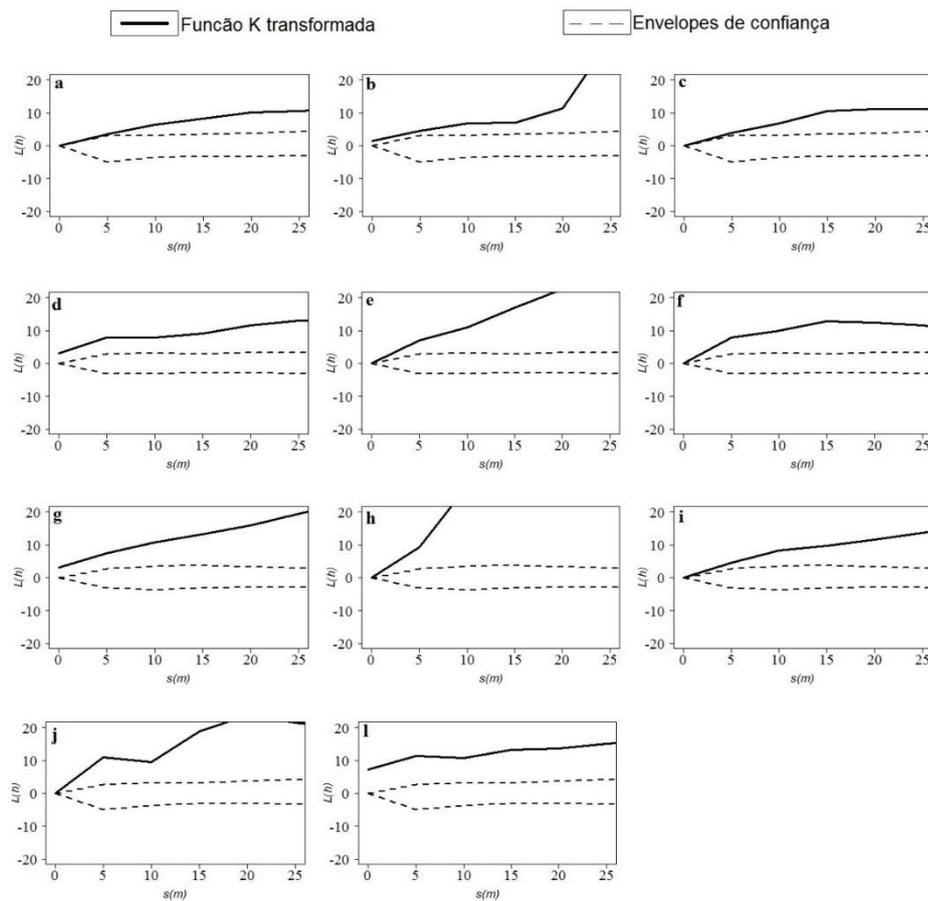
Fonte: Adelson Dantas (2015)

Segundo Ricklefs (2010), a estrutura espacial das populações acompanham as variações ambientais, em função disso as espécies tendem a se estabelecer em habitat adequados. Talvez, o habitat adequado de *P. macroloba* (em floresta de várzea) seja as áreas mais baixas e altas do terreno, na qual se concentra a maior parte da população. Essa parte do terreno é favorecida com uma grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica devido ao carreamento pela maré. O mapa de distribuição espacial da espécie nos leva a várias hipóteses acerca de sua estratégia

de dispersão e colonização que precisam ser investigadas em trabalhos específicos sobre o assunto.

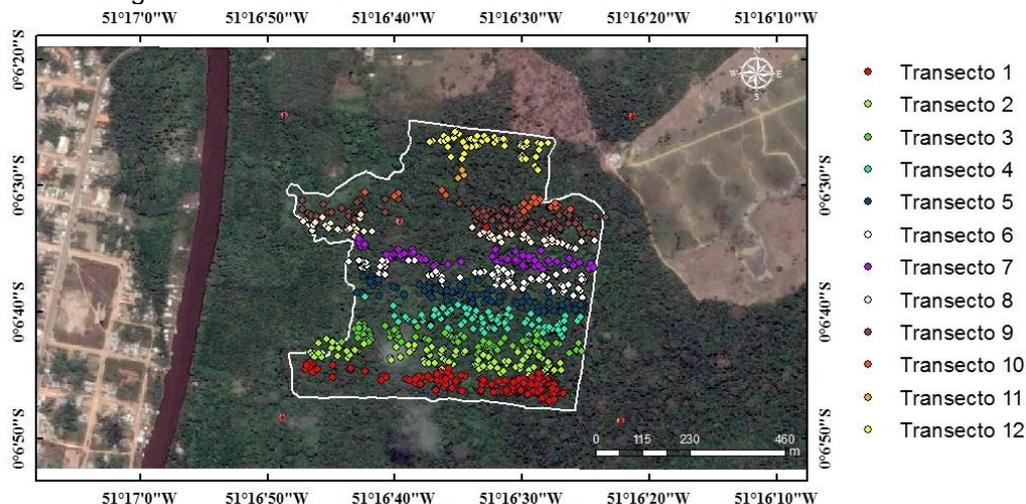
A análise da distribuição espacial por transecto (Figuras 6 e 7) revelou que os indivíduos se distribuem em padrão agregado em todos os transectos, sendo que o transecto 11 não foi possível estabelecer o padrão de agregação, devido apresentar apenas três indivíduos.

Figura 6: Padrão de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, dividida por transecto, (nas escalas de 0 a 25 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) transecto 1; (b) transecto 2; (c) transecto 3; (d) transecto 4; (e) transecto 5; (f) transecto 6; (g) transecto 7; (h) transecto 8; (i) transecto 9; (j) transecto 10; e (l) transecto 12.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Figura 7: Mapa de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, dividida por transecto, na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.

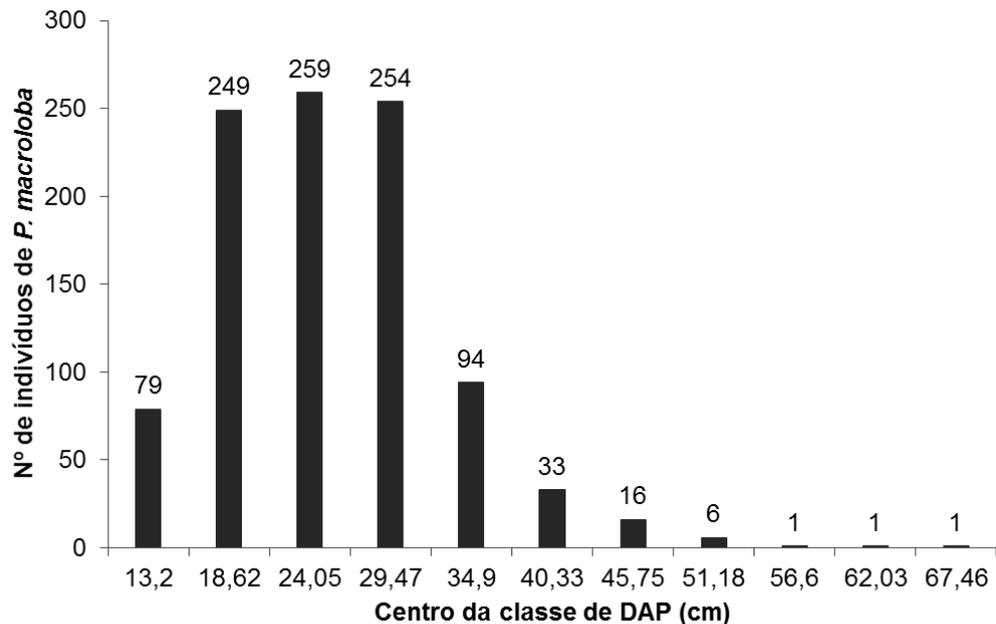


Fonte: Adelson Dantas (2015)

A espécie apresentou padrão agregado, tanto a nível de população e também dividida por transecto. Segundo Bruzigan et al. (2013), o padrão agregado, analisado de várias perspectivas, indica que a espécie possui dispersão limitada em relação a sua fonte de propágulos ou ela é exigente às condições micro-ambientais específicas. A segunda alternativa parece se enquadrar melhor à realidade da espécie, pois os indivíduos são encontrados em quase toda a extensão da área deste estudo.

A população amostrada se enquadra em oito classes de DAP com amplitude de 5,4 cm entre classes. As classes 9, 10 e 11 apresentaram apenas um indivíduo cada (Figura 8).

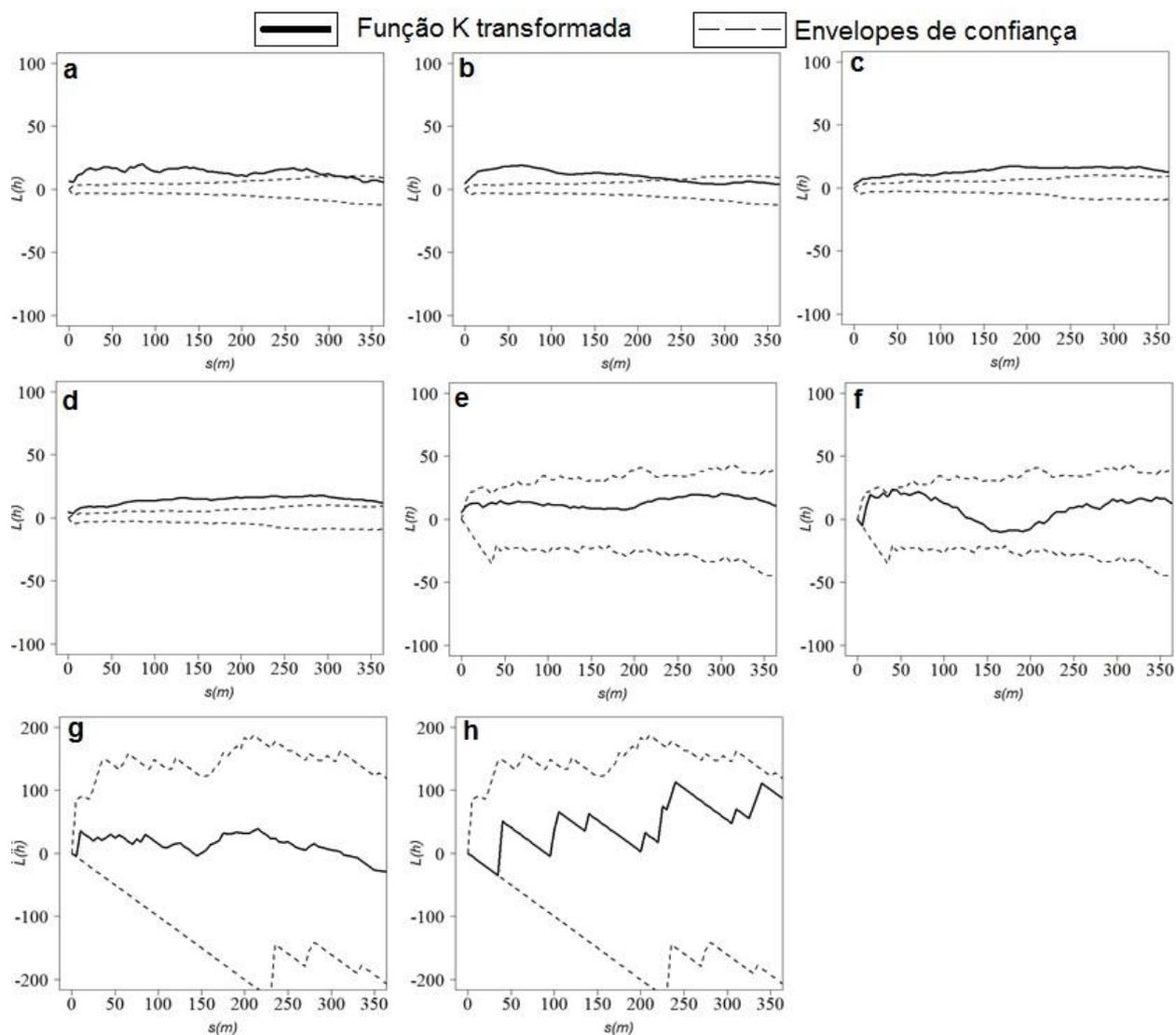
Figura 8: Distribuição diamétrica da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

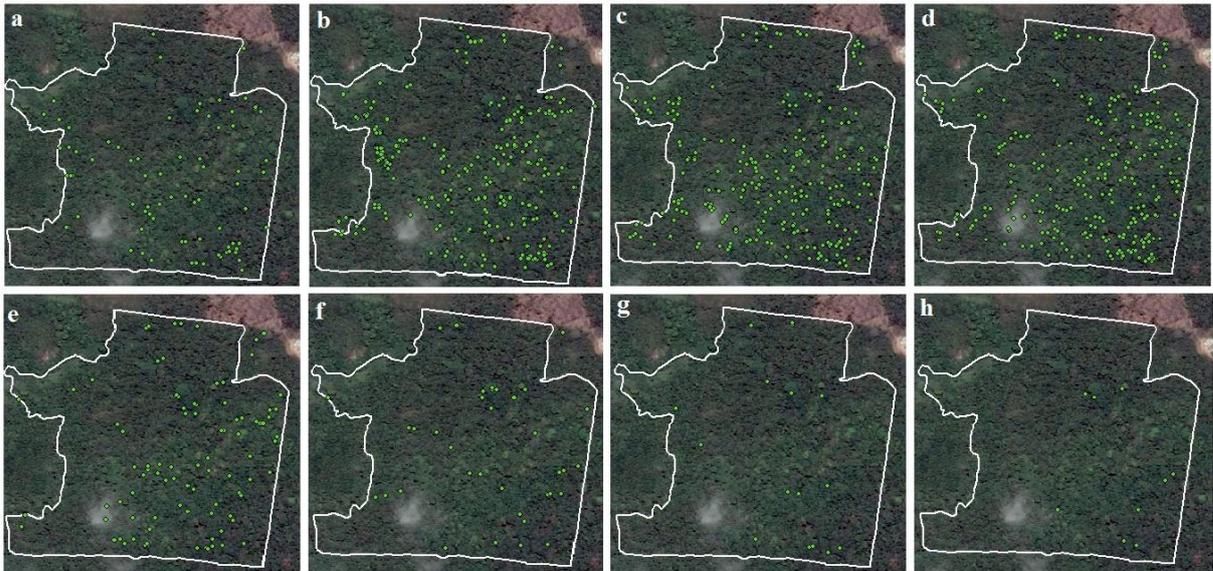
A distribuição espacial por classe diamétrica revelou que os indivíduos pertencentes as classes 1 e 2 apresentarão alternância entre padrão agregado e o aleatório. Na classe 1, o padrão foi agregado nas escalas de 0 à 300 m e a aleatoriedade espacial se manifestou nas escalas de 301 à 350 m. A classe 2 apresentou agregamento nas escalas de 0 à 250 m seguida de uma aleatoriedade nas escalas de 251 a 350 m. As classes 3 e 4 apresentaram padrão totalmente agregado. Nas maiores classes de diâmetro (classes 5, 6, 7 e 8) o padrão foi aleatório em todas as escalas de distâncias analisadas. Para as classes 9, 10 e 11 não foi possível analisar o padrão de distribuição, devido apresentarem apenas um indivíduo cada.

Figura 9: Padrão de distribuição espacial da população *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, por classe diamétrica, (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) classe 1; (b) classe 2; (c) classe 3; (d) classe 4; (e) classe 5; (f) classe 6; (g) classe 7; e (h) classe 8.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Figura 10: Mapa de distribuição espacial da população de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze, por classe diamétrica, na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão: (a) classe 1; (b) classe 2; (c) classe 3; (d) classe 4; (e) classe 5; (f) classe 6; (g) classe 7; e (h) classe 8.

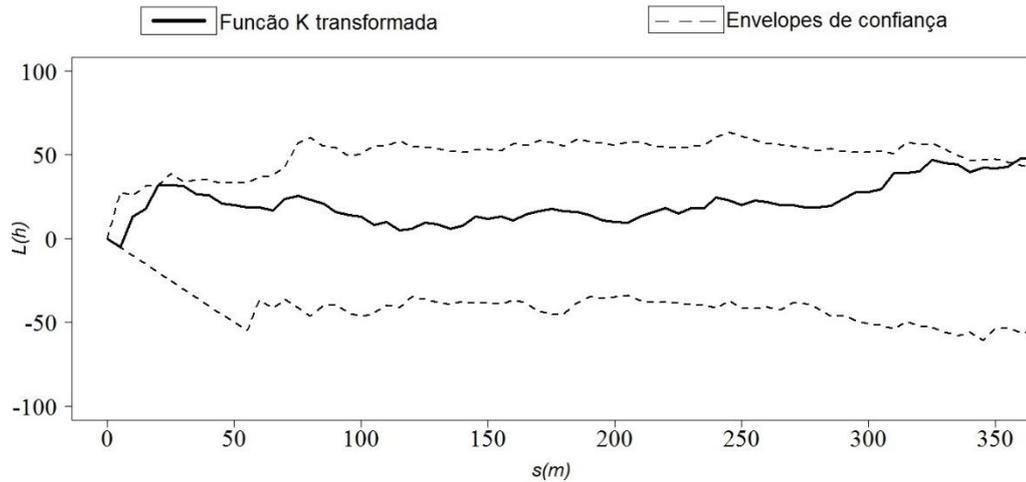


Fonte: Adelson Dantas (2015)

O padrão agregado nas menores classes e aleatória nas maiores, indica que os indivíduos jovens se estabelecem longe de sua árvore matriz, corroborando com a hipótese de Janzen (1970), que afirma quanto mais longe o indivíduo jovem se estabelecer da árvore matriz, maiores são as chances de sobrevivência. Este comportamento é típico de espécie pioneira, pois dificilmente uma espécie do estágio inicial de sucessão sobreviveria embaixo da sombra da sua árvore matriz.

O padrão espacial encontrado para a mortalidade das árvores foi aleatório (Figuras 11 e 12), pois a função $L(h)$ se encontra dentro do envelope de confiança, sendo assim, admite-se a hipótese de completa aleatoriedade espacial proposta pela função.

Figura 11: Padrão de distribuição espacial da mortalidade de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze (nas escalas de 0 a 350 m) na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

Figura 12: Mapa de distribuição espacial da mortalidade de *Pentaclethra maculoba* (Willd) Kuntze na floresta de várzea da Estação Experimental da Embrapa Amapá no município de Mazagão.



Fonte: Adelson Dantas (2015)

O padrão espacial de árvores mortas pode ser causado pela heterogeneidade espacial da área ou por agentes primários de distúrbios (LIN et al., 2004). Na área, observou-se que a mortalidade dos indivíduos de *P. maculoba* foram causadas por vendavais que não atingem só o pracaxi, mas também outras espécies. Árvores grandes e velhas são as mais afetadas pelos vendavais e causam maiores danos aos indivíduos ao seu redor, pois quando caem destroem um número considerável de árvores no seu entorno, inclusive o pracaxi, proporcionando aberturas de grandes clareiras na floresta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população apresentou padrão agregado de distribuição espacial. Os menores diâmetros estão distribuídos de forma agregada e os maiores de forma aleatória. A mortalidade dos indivíduos ocorre de forma aleatória na área.

A topografia do terreno e a dinâmica de inundação da floresta de várzea, são fatores relacionados com a padrão de distribuição da espécie.

O mapa de distribuição espacial e o padrão espacial obtidos da análise, auxiliarão em planos de manejo e conservação da espécie, pois auxiliaram em técnicas de amostragem mais adequadas para a espécie, além de identificar os indivíduos produtivos na população.

5 REFERÊNCIAS

ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; SANTOS, A. C. M. C.; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função k de Ripley. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 38-45, 2004.

APARÍCIO, P. S. **Subsídios para o manejo sustentável na floresta estadual do Amapá: estrutura e dinâmica**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S.; GAMA, J. R. V. Potencial produtivo de madeira e palmito de uma floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 311-319, 2002.

BRUZINGA, J. S.; OLIVEIRA, M. L. R.; MACHADO, E. L. M.; LEITE, H. G.; PEREIRA, I. M.; NOGUEIRA, G. S. Distribuição espacial de indivíduos adultos de pequi. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 249-256, 2013.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através da análise de segunda ordem, com a função K de Ripley**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v.43, n.3, p.247-260, 2013.

CONDIT, R.; ASHTON, P. S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMA, R.; YAMAKURA, T. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species. **Science**, USA, v. 288, p. 1414 – 1418, 2000.

CRESPI, B.; GUERRA, G. A. D. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v. 8, n. 3, p.176 – 189, 2013.

DANTAS, A. R.; RIBEIRO, G. G.; LIRA-GUEDES, A. C.; GUEDES, M. C. Produção de frutos de urucurizeiros, *Attalea excelsa* Mart. (Arecaceae), em floresta de várzea no estuário do rio Amazonas. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 4, n. 4, p. 108-114, 2014.

DIGGLE, P. **Spatial analysis of spatial point patterns**. 2ª ed. London: Oxford University Press Inc., 2003, 159 p.

FANGLIANG, H.; PIERRE, L.; JAMES, L. F. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. **Journal of Vegetation Science**, Sweden, v. 8, p. 105-114, 1997.

FLORES, E. M. *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze. In: VOZZO, J. A. (ed.). **Tropical tree: seed manual**. Washington DC: United States Department of Agriculture, 2003. p. 360-363.

FORGET, P.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.15, p. 301-313, 1999.

FORTINI, L. B.; ZARIN, D. J. Population dynamics and management of Amazon tidal floodplain forests: links to the past, present and future. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 216, p. 551-561, 2011.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BESTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.

HAY, J. D.; BIZERRIL, M. X.; CALOURO, A. M.; COSTA, E. M. N.; FERREIRA, A. A.; GASTAL, M. L. A.; JUNIOR, C. D. G.; MANZAN, D. J.; MARTINS, C. R.; MONTEIRO, J. M. G.; OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. M.; SEYFFARTH, J. A. S.; WALTER, B. M. T. 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.

HERRERO-JÁUREGUI, C.; GUARIGUATA, M. R.; CÁRDENAS, D.; VILANOVA, E.; ROBLES, M.; LICONA, J. C.; NALVARTE, W. Assessing the extent of "conflict of use" in multipurpose tropical forest trees: A regional view. **Journal of Environmental Management**, v. 130, p. 40-47, 2013.

HIGUCHI, P. A.; SILVA, A. C.; LOUZADA, J. N. C.; MACHADO, E. L. M. Spatial patterns of a tropical tree species growing under an eucalyptus plantation in South-East Brazil. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos-SP, v. 70, n. 2, p. 271-277, 2010.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Amapá. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel>. Acesso em: 16 fev. de 2012.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, Chicago, n. 940, v. 104, p. 501-528, 1970.

LIN, Y.; HULTING, M. L.; AUGSPURGER, C. K. Causes of spatial patterns of dead trees in forest fragments in Illinois. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 170, p. 15-27, 2004.

NUNES FILHO, J. R. **Distribuição espacial e diamétrica de prauubeiras em floresta de várzea estuarina no sul do Amapá**. 2013. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Amapá, Macapá, 2013.
PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2 ed. – Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Ecologia reprodutiva e conservação de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. Na região do estuário amazônico**. 1999. 283 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

QUEIROZ, J. A. L. Q.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R. T.; SILVA, I. C. Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário amazônico no Estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 339-352, 2007.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.1, p. 41-46, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014. R: a language and environment for statistical computing. Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available from: <http://www.R-project.org>.

RABELO, B. V. **Mazagão**: realidades que devem ser conhecidas. Macapá: IEPA, 2005.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546 p.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics**. New York: John Wiley, 1981. 183 p.

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P., 2013. Splanx: spatial and space-time point pattern analysis. Austria: R Development Core Team (R package version 2.01-15).

SCALON, J. D.; OLIVEIRA, C. A. P.; MELLO, J. M. Análise espacial de um fragmento florestal baseada no mosaico de Dirichlet. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 733-740, 2012.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2012, p. 326-354.

STURGENS, H. A. The Choice of a Class Interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.

WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; BRITO, J. M.; WITTMANN, A. O.; PIEDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J.; GUILLALMET, J. **Manual of trees from Central Amazonian várzea floodplains**. Manaus: Editora INPA, 2010. 286 p.

YOKOMIZO, G. K.; QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; PINHEIRO, I. N.; SILVA, P. A. R. Desempenho de progênies de açaizeiros avaliadas para caracteres agrônômicos no Estado do Amapá. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 87, v. 38, p. 367 – 376, 2010.