

**ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ANDIROBEIRAS (*Carapa* spp.)  
EM FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

**STRUCTURE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF 'ANDIROBEIRAS' (*Carapa* spp.)  
IN FLOODPLAIN FOREST OF THE AMAZON ESTUARY**

Jadson Coelho de Abreu<sup>1</sup> Marcelino Carneiro Guedes<sup>2</sup> Ana Claudia Lira Guedes<sup>3</sup>  
Edmilson das Mercês Batista<sup>4</sup>

**RESUMO**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar se a densidade de ocorrência de andirobeiras é dependente da distância do rio Amazonas, analisando sua distribuição espacial e a estrutura diamétrica da população em um trecho de floretas de várzea no Estado do Amapá. Esse trabalho faz parte do projeto Florestam (Ecologia e manejo florestal para uso múltiplo de várzeas do estuário amazônico) e foi desenvolvido em uma área de proteção ambiental (APA) de 136,59 ha, localizada no Distrito da Fazendinha, município de Macapá - AP (00°03'04,24"S e 51°07'42,72"W). Foram lançados 3 transectos perpendiculares à margem do rio Amazonas, distanciados entre si a cada 500 m, para orientar no direcionamento e localização das árvores. Todas as andirobeiras com (CAP) circunferência a altura do peito  $\geq 15$  cm foram inventariadas e mapeadas, anotando-se o (CAP) e o número da árvore em uma ficha de campo. A influência da distância do rio sobre a densidade das andirobeiras foi analisada por regressão linear. O número de classes diamétricas foi definido conforme Higushi. Foi testado o ajuste da distribuição dos diâmetros das andirobeiras ao modelo exponencial de Meyer. Foi calculado o quociente q de De Liocourt, tanto para a frequência observada quanto para a estimada. Calculou-se o índice de Morisita, variância/média e índice de agregação para se inferir sobre a distribuição espacial. Foram inventariadas 680 andirobeiras produtivas e não produtivas, com uma área basal de 55,84 m<sup>2</sup>, gerando uma densidade de 5 árvores ha<sup>-1</sup>. Quanto à distribuição diamétrica, foram geradas 9 classes de diâmetro com 11 cm de amplitude, sendo que o coeficiente de determinação para o modelo exponencial foi de 0,93 e o quociente q = 2,03. Os índices utilizados mostraram que a distribuição espacial das andirobeiras adultas ocorre de forma agregada. A estrutura diamétrica das andirobeiras mostra que há elevada quantidade de regenerantes e que a população não está senescente. A densidade de andirobeiras adultas é dependente da distância do rio, com maior concentração de árvores em áreas mais distantes do rio Amazonas.

**Palavras-chave:** Amapá; distribuição diamétrica; distribuição agregada; Florestam.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate whether the density of occurrence of andirobeiras is dependent of the Amazon River distance, analyzing their spatial distribution and diameter structure of the population in a floodplain forest in Amapá state, Brazilian Amazon. This work is part of 'Florestam' project (ecology and forest management for the multiple use of the floodplains of the Amazon estuary). This study was conducted in an environment protected area of 136.59 ha, located in Fazendinha district, city of Macapá,

1 Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Assistente da Universidade do Estado do Amapá, Curso de Engenharia Florestal, Avenida Presidente Vargas, 630, Centro, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. jadson.abreu@ueap.edu.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Av. Jucelino Kubitschek, Km 5, 2600, Universidade, CEP 68903-419, Macapá (AP), Brasil. mcguedes@cpafap.embrapa.br

3 Engenheira Agrônoma, Dr<sup>a</sup>, Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Av. Jucelino Kubitschek, Km 5, 2600, Universidade, CEP 68903-419, Macapá (AP), Brasil. ana.lira@cpafap.embrapa.br

4 Geografo, Msc., Funcionário do Instituto Nacional de Colonização Reforma Agrária (INCRA), Rua Adilson José Pinto Pereira, 1409, São Lazaro, CEP 68908-571, Macapá (AP), Brasil. edmilson.batista@mpa.incra.gov.br

AP state (00°03'04, 24 "S and 51° 07'42, 72" W). Three transects perpendicular to the Amazon river were launched, apart from each other every 500 m, to guide the direction and location of trees. All andirobeiras with (CBH) circumference at breast height  $\geq 15$  cm were inventoried and mapped. The number of diameter classes was defined according to Higushi. We tested the fit of andirobeira diameter distribution to the exponential model by Meyer. We calculated the ratio  $q$  of De Liocourt for the observed and for the estimated frequencies. We calculated Morisita index, variance/mean ratio, and aggregation to infer the spatial distribution. Six hundred and eighty productive and unproductive andirobeiras were inventoried with a basal area of 55.84 m<sup>2</sup>, generating a density of 5 trees ha<sup>-1</sup>. The diameter distribution were generated with 9 classes of 11 cm diameter range and the determination coefficient for the exponential model was 0.93 and the quotient  $q = 2.03$ . The indices used showed that the spatial distribution of adult andirobeiras occurs in the aggregate form. The andirobeira diameter structure shows great number of young individuals and that the population is not senescent. The density of adult andirobeiras depends on the river distance, with the greatest concentration of trees in more remote areas of Amazon River.

**Keywords:** Amapá; diameter distribution; aggregate distribution; Florestam.

## INTRODUÇÃO

As várzeas estuarinas são áreas que margeiam os rios, lagos, paranás, furos e igarapés, e sofrem influência direta das marés oceânicas. A vegetação natural dessas áreas é composta por vastos campos inundáveis ou formações florestais (PRANCE, 1980). São ecossistemas ripários, 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 carregada diariamente para essas áreas uma grande quantidade de material sedimentar, o que lhe confere alta fertilidade (WITTMAN et al., 2004).

De acordo com o IEPA (1998), as florestas de várzea ocupam 6959,25 km<sup>2</sup> (4,85%) da cobertura vegetal do Estado do Amapá e, aproximadamente, 15,46 % do setor costeiro do estuário amazônico. Tourinho et al. (2001) definem o estuário como a região que engloba as áreas localizadas no trecho do rio Amazonas à jusante de sua confluência com o rio Xingu, sob influência das marés oceânicas por meio de 2 ciclos diários de inundação.

Entre as espécies das florestas de várzea, se encontram as andirobeiras (*Carapa* spp.), normalmente frequentes nessa tipologia florestal. Sampaio (2000) ressalta que as mesmas ocorrem em toda bacia Amazônica, principalmente nas várzeas próximas ao leito de rios e faixas alagáveis ao longo dos cursos de água, apesar de ser encontradas também em terra firme.

As andirobeiras são árvores de grande porte, chegando a atingir 30 m de altura, o que faz com que ocupem o subdossel ou dossel da

floresta. Sua madeira é moderadamente pesada, de cor avermelhada e resistente ao ataque de cupins. É empregada na fabricação de móveis, construção civil e na indústria naval (NEVES et al., 2004). São encontrados nectários extraflorais e suas flores perfumadas são visitadas por abelhas. Os frutos das árvores desse gênero são cápsulas globosas, normalmente indeiscentes, que liberam as sementes após a abertura do fruto durante seu impacto no chão.

As sementes são utilizadas para produzir um óleo utilizado como cosmético e fitoterápico. Para os amazônidas, o óleo ou "azeite de andiroba", como é chamado, é usado principalmente contra pancadas, como anti-inflamatório e contra dores de garganta. Pode ser usado também como matéria-prima para fabricação de repelentes a insetos (NEVES et al., 2004). Os autores ainda ressaltam que o Brasil consome cerca de 30 mil litros de óleo por ano.

A sua exploração extrativista é cada vez mais promissora e inevitável, e pode ser futuramente mais intensificada. Há, portanto, uma necessidade de conservar este recurso natural, e para tanto se faz necessário intensificar os estudos sobre a ecologia das espécies, principalmente, para subsidiar a silvicultura e desenvolver seu manejo adequado (FERRAZ et al., 2002), conservando não só as árvores, mas os animais que se alimentam de suas sementes.

Assim, é importante conhecer a estrutura e distribuição desse gênero nas várzeas amazônicas, principalmente na APA (Área de Proteção Ambiental) da Fazendinha, onde há uma população com baixo poder aquisitivo, que pode contar com a madeira e o óleo de andiroba para aumentar sua

renda. Mas para o aproveitamento das andirobeiras é fundamental a realização de um plano de manejo adequado, mantendo a floresta em pé e sua capacidade produtiva, minimizando os impactos negativos ao ambiente.

A análise da distribuição em diâmetros é uma ferramenta que pode ser utilizada para se inferir sobre o passado e o futuro das comunidades vegetais. Sob o ponto de vista de produção, a estrutura diamétrica de uma floresta permite caracterizar o estoque de madeira disponível antes de uma exploração, além de fornecer informações que auxiliam na tomada de decisões sobre a necessidade de reposição florestal (SANTANA, 2009).

Assim como a distribuição diamétrica, o estudo da distribuição espacial das árvores é de grande interesse para o manejo florestal, uma vez que está relacionada ao crescimento dos indivíduos, à distribuição diamétrica, à densidade de árvores e, conseqüentemente, à produção volumétrica (SILVA et al., 2004).

Uma ferramenta importante para conhecer a estrutura da distribuição diamétrica e espacial são os inventários florestais. Segundo Araújo (2006), os inventários fornecem os subsídios necessários para o planejamento das atividades de exploração e do manejo propriamente dito, bem como projeções de ordens econômicas e referentes à comercialização, tais como: cálculos de despesas e receitas esperadas, mercados a atingir, etc.

Este trabalho faz parte do projeto Florestam; que estuda a “Ecologia e o manejo florestal para

uso múltiplo de várzeas do estuário amazônico”. É um projeto amplo que tem o propósito de contribuir com o aproveitamento sustentável do potencial madeireiro e não madeireiro de espécies florestais, dentre as quais, as andirobeiras. O projeto trabalha com os ribeirinhos extrativistas, visando ao desenvolvimento local das famílias. No caso da APA da Fazendinha, por ser uma UC (Unidade de Conservação) de Uso Sustentável, para que haja exploração é ainda mais imperioso que a mesma ocorra de maneira sustentável, seguindo os preceitos do manejo florestal.

Considerando a hipótese de que a distribuição horizontal das andirobeiras varia em função do rio Amazonas, o objetivo desse trabalho foi avaliar se a densidade de ocorrência de andirobeiras é dependente da distância do rio Amazonas, analisando sua distribuição espacial e a estrutura diamétrica da população, para subsidiar o plano de manejo da APA da Fazendinha.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e caracterização da área

O presente estudo foi desenvolvido em uma área de várzea de 136,59 ha, localizada no Distrito da Fazendinha, que fica no município de Macapá - AP, 00°03'04,24"S e 51°07'42,72" W (Figura 1). A APA é limitada ao norte pela Rodovia Juscelino Kubitschek, a oeste pelo igarapé da Fortaleza, a leste pelo igarapé Paxicu e a sul pelo Rio Amazonas.

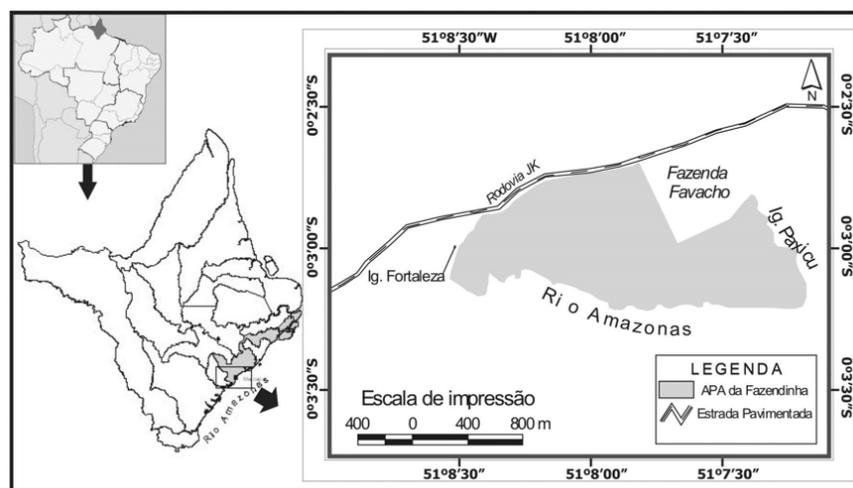


FIGURA 1: Localização da APA da Fazendinha no município de Macapá-AP, em região próxima à foz do rio Amazonas.

FIGURE1: Location of APA of Fazendinha in the city of Macapá, AP state in an area near the mouth of Amazon River.

O clima dominante é da categoria “Ami” de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação excessiva durante os meses de janeiro a julho, e um período menos chuvoso, caracterizado por precipitações abaixo de 60 mm, principalmente nos meses de setembro a novembro. A precipitação média anual é de 2100 mm, com insolação total anual no Estado variando de 1800 a 2200 horas. A temperatura média gira em torno de 27°C e os valores médios mensais da umidade relativa do ar máxima (87%) e mínima (78%) coincidem, respectivamente, com a estação chuvosa e o período menos chuvoso de verão (INMET, 2010). O solo da área, classificado como Gley, é do tipo hidromórfico devido às constantes inundações pelas marés, que mantêm o solo saturado de água e também trazem sedimentos que conferem elevada fertilidade às várzeas.

### Inventário e mapeamento das andirobeiras

Na área foram lançados 3 transectos perpendiculares à margem do rio Amazonas, distanciados entre si em 500 m, para orientar no caminhamento e localização das árvores. Todas as andirobeiras com CAP (Circunferência a Altura do Peito)  $\geq 15$  cm localizadas foram georreferenciadas, com GPS Garmin 76CSx, e plaqueadas. Em uma ficha de campo foram anotados a CAP, mensurados com fita métrica de precisão de 1 mm e o número da árvore. Posteriormente foi realizada a conversão de CAP para DAP (Diâmetro a Altura do Peito).

Para o mapeamento foram utilizados os pontos de GPS (árvores georreferenciadas), imagem de alta resolução do satélite Quickbird e *softwares* de Sistemas de Informações Geográficas. A imagem Quickbird foi adquirida e corrigida geometricamente pela empresa fornecedora, estando vinculada ao sistema de Projeção UTM e ao Datum SAD-69. O equipamento GPS foi configurado para o referido sistema de projeção.

Por ocasião do inventário, as coordenadas de localização de cada árvore foram coletadas com o GPS, obtendo-se erros RMS horizontais inferiores a 5 m. Logo após, os dados foram descarregados em computador com utilização do *software* GPS TrackMaker.

As informações das árvores georreferenciadas nesta pesquisa foram inseridas, organizadas e manipuladas em um banco de dados georreferenciado, constituindo um Sistema de Informações Geográficas –SIG. Esta operação

possibilitou a confecção de produtos cartográficos, destacando a elaboração de mapas de densidade da espécie avaliada. Para realizar esta etapa, utilizou-se o *software* ARCview GIS 3.2. e o módulo Spatial Analyst da versão 9.1. do ARCGIS.

### Análises dos dados

Para analisar o efeito da distância do rio sobre a densidade das árvores adultas, a área foi dividida em 14 parcelas de 9 ha, usando também o Autocad 2009. O efeito foi testado por análise de regressão linear simples por meio de *software* Biostat 5.0.

Para caracterizar a distribuição espacial foi utilizado o índice de agregação R (CLARK; EVANS, 1954), corrigido para efeito de borda. Clark e Evans (1954) propuseram uma medida do grau de distribuição de indivíduos em uma população sobre uma dada área bidimensional e do quanto se desvia de uma distribuição aleatória. O índice de agregação é baseado na medida das médias da distância do vizinho mais próximo para cada indivíduo e dá uma indicação, se a população possui distribuição agregada, randômica ou uniforme. Foi utilizado o pacote de programas ARCGIS 9.1 para calcular as distâncias dos vizinhos mais próximos, baseado no sistema de coordenada geodésicas de cada andirobeira. Foram calculados os valores de z e p para verificar se a distribuição foi significativamente diferente do modelo de distribuição randômica. Segundo a metodologia seguida por Tonini et al. (2009) para testar diferentes métodos de identificação de padrão de distribuição espacial, utilizou-se também a razão variância média (R) e o Índice de Morisita (I) para identificar o padrão de distribuição das andirobeiras. A significância dos valores calculados para R e I foi obtida mediante o teste do qui-quadrado, para gl (n-1 = 129). As fórmulas para cálculo dos dois índices são apresentadas a seguir:

$$R = \frac{S^2}{\bar{x}} \quad (\text{Variância média})$$

$$I = \frac{\sum \chi^2 - N}{N(N-1)} \quad (\text{Índice de Morisita})$$

Em que  $S^2$  = variância da frequência de indivíduos nas parcelas;  $\bar{x}$  = média da frequência de indivíduos nas parcelas; n = número total de

parcelas;  $\Sigma x^2$  = soma do quadrado do número de indivíduos por parcela; N = número de indivíduos encontrados em todas as parcelas.

Valores de R e I menores do que 1 indicam a inexistência de agrupamento, iguais a 1 indicam distribuição regular e maiores do que 1 distribuição agregada (KREBS, 1998).

Foi calculada a área basimétrica de cada indivíduo, possibilitando encontrar a área basal por unidade de área. As expressões utilizadas foram as seguintes (SILVA; PAULA NETO, 1979):

$$g = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \quad (\text{Área basimétrica})$$

Em que: g é a área basimétrica e o DAP é o diâmetro a altura do peito calculado a partir do CAP;

$$G = \Sigma g_i \quad (\text{Área basal})$$

Em que: G é a soma das áreas basimétricas de todos os indivíduos.

Esse método serve para mostrar a dominância com que as árvores ocorrem no povoamento, por meio da distribuição diamétrica, que é um importante resultado do inventário florestal. Essa área basal é tomada geralmente por hectare.

Com relação à distribuição diamétrica, o número de classes foi definido pela fórmula de Sturges, conforme Higuchi et al. (2008).

$$[K = 1 + 3,33 \times \text{Log}(n)]$$

Em que K = número de classes e n = número de indivíduos amostrados.

Foi testado o ajuste da distribuição de todos os diâmetros das andirobeiras da área ao modelo exponencial

$$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i} \cdot \varepsilon_i$$

Em que:  $\beta_0$  é a constante da regressão, que expressa o seu nível ou a interseção em Y,  $\beta_1$  é o coeficiente de regressão, que expressa a inclinação da reta ou sua forma, no caso do modelo de distribuição diamétrica representa o decréscimo de indivíduos à medida que se aumenta o centro de classe,  $Y_i$  é a variável dependente representada

pelo número de indivíduos por classe de diâmetro,  $X_i$  variável independente representada pelo centro de classe de diâmetro e  $\varepsilon_i$  representa o erro aleatório do modelo. Esse modelo se aplica a dados com elevada assimetria que podem ser representados na forma “J invertido”. Foi calculado o quociente q de De Liocourt, tanto para a frequência observada quanto para a estimada, para verificar se a estrutura diamétrica das andirobeiras está balanceada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariadas 680 andirobeiras produtivas e não produtivas, com uma área basal de 55,84 m<sup>2</sup>, gerando uma densidade de 5 árvores ha<sup>-1</sup>. A densidade encontrada neste estudo é inferior àquela encontrada por Bouffleur (2004), que estudou uma área bem menor, de apenas 5 ha no estado do Acre, em floresta de várzea, porém, com uma densidade de 40 andirobeiras ha<sup>-1</sup>. Gomes (2010), trabalhando em floresta de várzea no sul do Amapá, encontrou densidade de 16 andirobeiras ha<sup>-1</sup> e distribuição espacial de forma agregada. A maioria dos outros trabalhos realizados nas várzeas estuarinas também relata densidades mais elevadas do que a encontrada nesse estudo.

Isso pode indicar que a APA apresenta uma baixa densidade de andirobeiras devido à influência antrópica sobre a floresta, já que está situada próxima a dois grandes centros urbanos. Isso pode ter gerado uma elevada pressão de exploração das andirobeiras no passado. Mas essa diferença de densidade também pode ser devido ao tamanho da amostra, já que nesse trabalho, o inventário foi realizado a 100%, em uma área de 136 ha, área esta com dimensões superiores a dos outros trabalhos citados. A maioria dos estudos consultados realizou amostragem, utilizando parcelas, muitas vezes, sem seguir um critério definido para localização das mesmas, o que pode gerar uma tendência de amostrar áreas com elevadas concentrações, já que a distribuição dessas árvores é agregada.

Das 680 andirobeiras inventariadas, 296 já estavam produzindo na época. De um modo geral, a distribuição das árvores na área ocorre de forma agregada, concentrando-se em maior quantidade próximo à fazenda Favacho (Figura 2), em áreas mais distantes da margem do rio Amazonas. No período do inventário havia uma quantidade maior de andirobeiras que ainda não estavam produzindo frutos e sementes (57%), sendo que as produtivas representavam 43% do total.

A localização das andirobeiras na imagem facilita a elaboração de mapas de acesso (caminho) às árvores produtivas, de maneira a otimizar a abertura dos caminhos e a logística de transporte, diminuindo o impacto negativo. É importante também considerar os próprios igarapés, não só para facilitar a locomoção na área, mas também para coletar as sementes, que muitas vezes ficam represadas em áreas com microrrelevo mais baixo ou próximo a aningais nas margens desses pequenos cursos de água. Isso deve facilitar a elaboração de estratégias de exploração racional das sementes de andiroba da APA da Fazendinha para produção do óleo, que, como já foi ressaltado, é um produto muito utilizado pelos ribeirinhos para fins medicinais.

Para confirmar a relação entre a posição das andirobeiras e a margem do rio Amazonas, foi testado se a densidade dos indivíduos adultos é dependente da distância do rio, como pode ser visto na Figura 3.

Observa-se que a densidade de andirobeiras adultas é influenciada pela distância do rio, pois o coeficiente de correlação de  $R= 0,80$  indica que a densidade das andirobeiras adultas está aumentando, à medida que se afasta do rio Amazonas. Isso pode

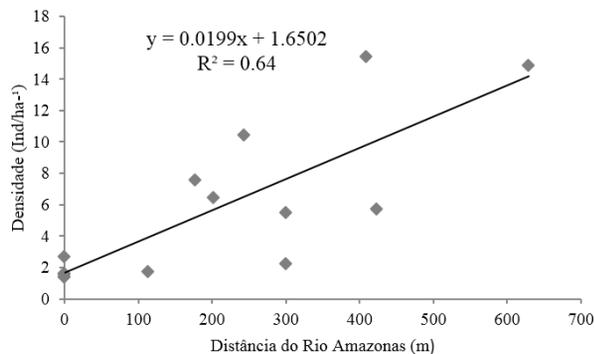


FIGURA 3: Regressão linear do efeito da distância da margem do rio Amazonas sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá - AP ( $p=0,00018$ ,  $R=0,80$ ).

FIGURE 3: Regressão linear do efeito da distância da margem do rio Amazonas sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá - AP ( $p=0,00018$ ,  $R=0,80$ ).

ser comprovado por meio da análise de distribuição espacial, que mostra uma agregação mais distante do rio. Na imagem também é possível verificar a ausência ou baixa ocorrência de andirobeiras nas

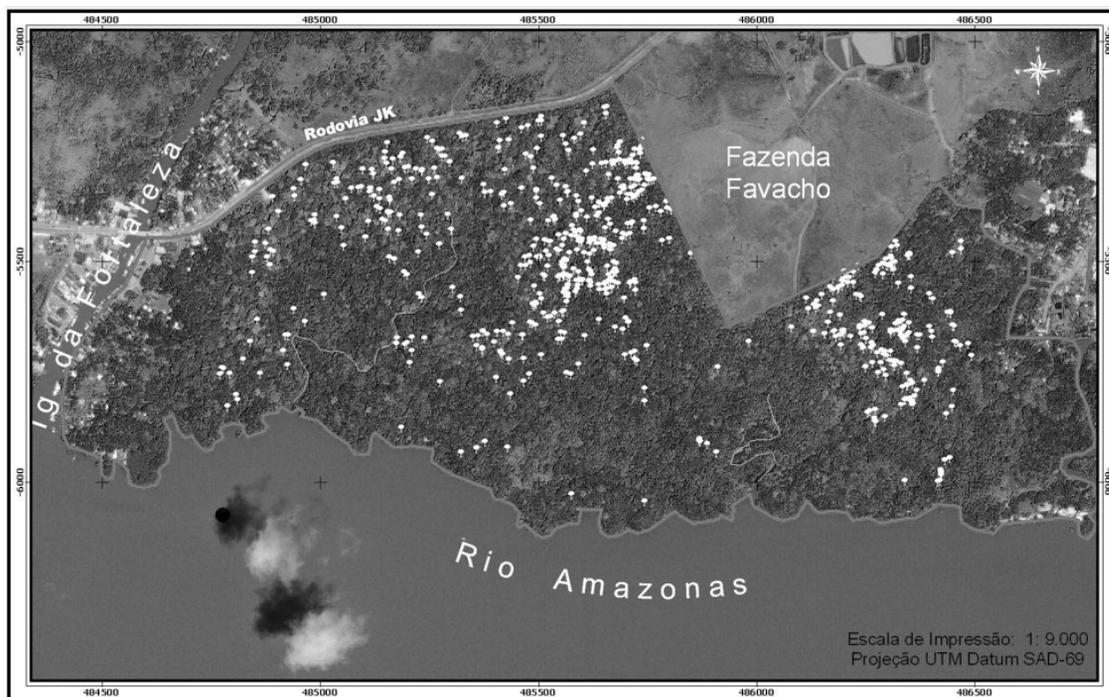


FIGURA 2: Imagem da área com todas as andirobeiras inventariadas, igarapés, e limite da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá - AP (Fonte: carta imagem Quickbird).

FIGURE2: Image of the area with all andirobeiras inventoried, streams, and the limit of APA of Fazendinha, located in the city of Macapá, AP state (Source: quick bird image map).

áreas bem próximas à margem do Amazonas.

O aumento da densidade de andirobeiras com o aumento da distância do rio Amazonas, provavelmente, está associado com as constantes entradas das marés e com a microtopografia da área. Na beira dos rios são encontrados os diques marginais, que são áreas mais elevadas, enquanto as áreas mais distantes são áreas rebaixadas, com maior probabilidade de acúmulo de sementes levadas pelas águas das marés. Outro fator que deve ser considerado é que essas áreas mais distantes da margem do rio e mais rebaixadas apresentam condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento das espécies desse gênero. Com a enchente das marés essas áreas ficam submersas por mais tempo do que as margens, apresentando maior umidade, principalmente durante o período de menores marés (verão). Nesse período, muitas vezes as marés inundam apenas essas áreas mais baixas.

Os três métodos de análise demonstraram que a distribuição espacial das andirobeiras da APA da Fazendinha ocorre de forma agregada. Segundo a análise do índice de agregação, o valor de  $R=0,53$  indica distribuição agregada. A razão Variância/média e o Índice de Morisita também confirmaram uma distribuição agregada das andirobeiras, com valor de 3,48 para variância média e 2,28 para o Índice de Morisita ( $\chi^2 = 882,4$ ;  $p < 0,0001$ ).

Gama et al. (2002), ao analisarem a regeneração natural das andirobeiras em uma várzea no interior do estado do Pará, também verificaram que essas árvores têm distribuição agregada. Entretanto, Tonini et al. (2009) ressaltam que os estudos relacionados à distribuição espacial de *Carapa* spp. mostram resultados controversos, o que pode indicar comportamento distinto entre populações nas diferentes regiões na Amazônia, ou simplesmente refletir o emprego de diferentes metodologias de coleta de dados e análise da distribuição espacial.

Salomão (2009), estudando agrupamento de castanheiras (*Bertholletia excelsa* H. & B.) na Amazônia setentrional, encontrou um valor de 5,3 para variância média. Budke et al. (2004) estudaram a distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) em uma floresta ribeirinha no município de Santa Maria - RS e encontraram valor para o índice de Morisita de 2,17. Isso mostra que os métodos de análise de distribuição espacial

já são aplicados em diferentes espécies, tanto na Amazônia como no sul do Brasil. Para o gênero *Carapa* spp., pode-se citar Gomes (2010), que em área de várzea no sul do Amapá, obteve valores de 0,84 para o índice de agregação, 1,36 para variância média e 1,31 para o índice de Morisita, comprovando que em ambiente de várzea do estuário amazônico, o gênero *Carapa* spp. tem realmente distribuição espacial agregada e que é favorecida pelo regime de marés.

O padrão agregado de distribuição espacial pode ser explicado pelo desenvolvimento de novos indivíduos próximo aos seus parentais (SILVA COSTA et al., 2003), oriundos de sementes provenientes de dispersão barocórica. No entanto, como mencionado na teoria clássica de Janzen (1970), sob as matrizes há maior probabilidade de predação ou remoção dessas sementes por animais, que podem carregar as sementes para nichos específicos, de maneira a gerar a agregação naquele local. Antonini e Nunes-Freitas (2004) também ressaltam que o padrão agregado é característico de espécies vegetais dispersas por animais. No caso das andirobeiras da APA, Machado et al. (2004) afirmam que a localização semiurbana da APA associada a um regime de intensas perturbações pode ter ocasionado um empobrecimento da fauna dispersora de sementes na área. Portanto, devido à baixa presença da fauna na área e a remoção das sementes, que flutuam, pelas marés, não é provável que a agregação das andirobeiras na APA esteja associada à dispersão barocórica ou zoocórica.

A hipótese mais plausível para explicar a distribuição agregada das andirobeiras em floresta de várzea estuarina, sujeita ao regime de inundações diárias devido à força das marés oceânicas, está relacionada com a dispersão hidrocórica das sementes de andirobeira (SACARANO et al., 2003) e acúmulo dessas sementes em locais mais rebaixados e distantes das margens dos rios, com pequenas depressões no terreno ou impedimentos físicos que as retêm naquele local. As sementes são trazidas para essas áreas pelas marés, ali são depositadas, rapidamente germinam e desenvolvem sistema radicular para fixação no solo.

O cálculo do número de classes de diâmetro conforme Higushi et al. (2008), que considera o número de indivíduos amostrados,

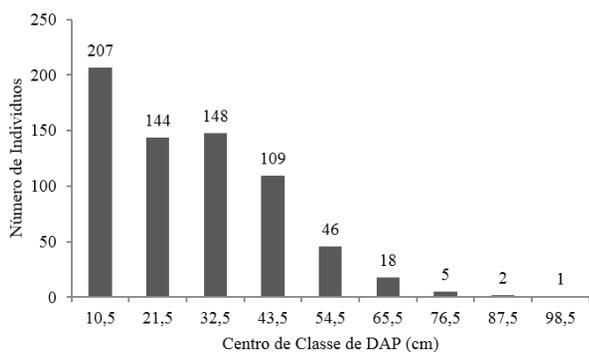


FIGURA 4: Histograma de distribuição de frequência de andirobeiras inventariadas em uma área de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá - AP, por centro de classes diamétricas.

FIGURE 4: Histogram of frequency distribution of andirobeiras inventoried in an area of 136ha of APA in Fazendinha, Macapá, AP state, for the center of diameter classes.

gerou nove classes de diâmetro com amplitude de 11 cm, como pode ser visto na Figura 4.

Araújo et al. (2006) afirmaram que, quando o histograma do “J invertido” se aproxima das classes superiores, há um decréscimo no número de indivíduos, refletindo em um estande florestal composto, em sua maioria, por populações jovens, em pleno desenvolvimento. O formato de “J invertido” resultante da distribuição diamétrica, indica que a comunidade estudada é autorregenerativa, ou seja, é uma comunidade que tem grande potencial para se regenerar (ASSUNÇÃO; FELFILI, 2004).

Já, para Martins (1991), a maior densidade de indivíduos menores na comunidade não indica ausência de problemas de regeneração, devendo ser considerada com cautela, demonstrando a necessidade de uma análise mais detalhada, em nível específico e com um grupo maior de espécies para permitir interpretações mais seguras das distribuições diamétricas.

A maior parte dos trabalhos analisa a distribuição diamétrica em nível de comunidade, quase sempre se aproximando do modelo exponencial negativo. No entanto, quando se analisam as populações específicas isso pode não acontecer.

Na Figura 5 pode-se observar o modelo ajustado para a abundância de andirobeiras em

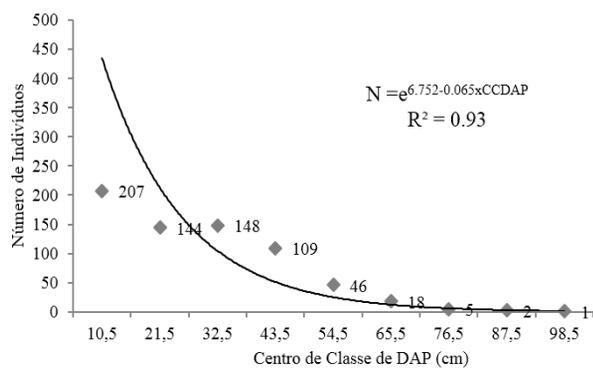


FIGURA 5: Regressão da frequência de andirobeiras da APA da Fazendinha, Macapá - AP, em função dos centros de classes de DAP (n = 680, 9 classes, amplitude 11 cm, F = 95,39; p < 0,00001).

FIGURE 5: Regression of frequency of andirobeiras in the APA of Fazendinha, Macapá, AP state, depending on the class centers of DBH (n = 680, 9 classes, amplitude 11cm, F = 95.39, p < 0.00001).

função dos centros das classes de DAP.

Com relação ao quociente q de De Liocourt calculado para a frequência observada, esse variou de 0,97 para a razão entre a segunda e terceira classe de diâmetro a 3,6 para razão entre a sexta e sétima classe, com média de 2,09 entre as 9 classes de diâmetro para o total da população. As variações no quociente q, entre as classes diamétricas, indicam taxas de recrutamento e mortalidade variáveis (SILVA JÚNIOR, 2004).

Já o valor para a frequência estimada pelo modelo foi constante (q = 2,04), confirmando um maior número de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro. Segundo Campos e Leite (2009), quando o quociente de De Liocourt se afasta de 1, isso indica um maior número de indivíduos jovens, com uma maior regeneração natural. Elevada regeneração natural e abundância de indivíduos jovens de andirobeiras também foi encontrada por Gomes (2010), em várzeas do sul do Amapá. Segundo esse autor, nas áreas de várzea, o histórico de extração madeireira não prejudicou a renovação da população de andirobeiras, cuja regeneração pode até ter se beneficiado com os distúrbios. Isso também é condizente com os resultados encontrados nesse trabalho realizado na APA da Fazendinha. Na área da APA existem várias clareiras e indícios de que a floresta foi explorada.

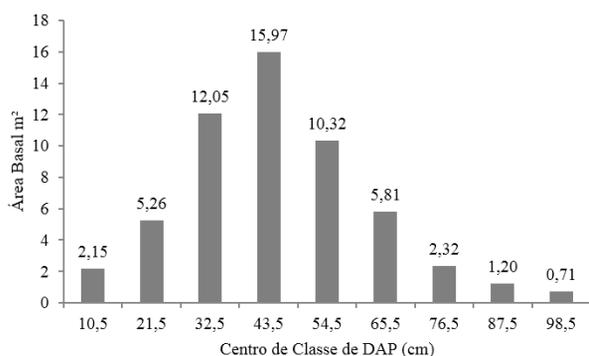


FIGURA 6: Histograma da distribuição da área basal das andirobeiras por centro de classes diamétricas, em uma floresta de várzea de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá - AP.

FIGURE6: Histogram of distribution of basal area of andirobeiras per class center in a 136ha floodplain forest of APA in Fazendinha, Macapá, AP state.

Souza e Souza (2005), em terra firme no município de Paragominas - PA, encontraram quociente  $q$  estimado constante de 2,7 para a comunidade florestal, indicando menor estoque nos estratos superiores e maior nos estratos inferiores.

Na Figura 6 pode ser observado que os maiores valores de área basal estão concentrados nas classes de centro 32,5 e 43,5, representando 51% do total da área basal da população.

Apesar de o maior número de indivíduos estar nas primeiras classes, as classes que apresentam maior valor de área basal são as classes intermediárias (32,5 e 43,5). Isso se deve ao fato de que mesmo esses indivíduos estando na área em menor quantidade, possuem diâmetros intermediários, que faz com que os valores de área basal sejam mais elevados com relação às primeiras classes. As classes de centro 87,5 e 98,5 apresentaram baixos valores de área basal devido à existência de poucos indivíduos, mesmo sendo as maiores andirobeiras da área.

## CONCLUSÕES

A densidade de andirobeiras adultas na APA da Fazendinha é dependente da distância do rio, com maior concentração de árvores em áreas mais distantes do rio Amazonas.

A distribuição espacial das andirobeiras

adultas em ambiente de várzea do estuário amazonas é agregada, tendo, provavelmente, áreas preferenciais de concentração devido à dispersão hidrocórica das sementes pelas marés.

A estrutura diamétrica das andirobeiras mostra que a população não está senescente, com maior abundância de indivíduos jovens do que adultos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, F. S. et al. Estrutura da Vegetação Arbustivo-Arbórea Colonizadora de uma Área Degradada por Mineração de Caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p.107-116, 2006.
- ARAÚJO, H. J. B. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 4, p. 447 – 464, 2006.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um Fragmento de Cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Revista Acta botânica brasileira**, São Paulo, v.18, n. 4, p. 903-909. 2004.
- BOUFLEUER, N. T. **Aspectos ecológicos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet., Meliaceae), visando seu manejo e conservação**. 2004. 86 f. Dissertação (mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre. Rio branco, 2004.
- BUDKE, J. C. et al. Distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) Garay (Orchidaceae) em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Acta botânica brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 31-35. 2004.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. ed, Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- CESARO, A.; ENGEL, O. A.; FINGER, C. A. G. Comparação dos métodos de amostragem de área fixa, relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência, no inventário florestal de um povoamento de *Pinus sp*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 97-108, 1994.
- CLARK, P.; EVANS, F. P. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. **Ecology**, v. 35, n. 2, p. 445-453, 1954.
- FERRAZ, I. D. K; CAMARGO, J. L. C; SAMPAIO, P. T .B. sementes e plântulas de andiroba

- (*Carapaguianensis* Aubl. e *Carapaprocera* D. C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Revista Acta Amazônica**, Manaus, v.32, n. 4, p.647-661. 2002.
- FORGET, P. M. et al. A new species of *Carapa* (Meliaceae) from Central Guyana. **Brittonia**, v. 61, n. 4, p. 366–374, 2009.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.
- GOMES, H. S. R. **Estrutura populacional e produção de andiroba em ambiente de terra firme e várzea no sul do Amapá**, 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade tropical)-Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2010.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N. **Biometria florestal**. Instituto nacional de pesquisas da Amazônia coordenação de pesquisas em silvicultura tropical laboratório de manejo florestal – Imf. Manaus-AM. 2008.
- INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ. ZEE. **Primeira aproximação do Zoneamento Econômico Ecológico do Amapá**. Relatório Final (Versão Simplificada). Macapá: IEPA/ZEE, 1998.104 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-NHMET. **Climas**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acessado dia 27 de julho de 2011.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, nov/dec. 1970.
- LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias**. Belém:FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2001. 342 p.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. Menlo Park: Benjamin Cummings, 620p, 1998.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991.245 p.
- MEYER, A. H. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forest**, v. 50, p. 85-92, 1952.
- NEVES, O. S. C. et al. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivado em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 343-349, 2004.
- PRANCE, G.T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Revista Acta Amazonica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 495-504, 1980.
- SALOMÃO, R. P. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, v. 4, n. 1, p. 11-25, jan.- abr. 2009.
- SAMPAIO, P. T. B. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus : [INPA], 2000. p. 207-215.
- SANTANA, J. A. S. padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Cróton sonderianus* Muell. arg. (marmeleiro) na caatinga da estação ecológica do Seridó. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 3, p. 85 - 90, 2009.
- SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S.; RÔÇAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. **Plant Ecology**, v. 168, p. 291–296, 2003.
- SILVA COSTA, L. G. et al. **Projeto viabilidade técnica do extrativismo vegetal na Amazônia: O caso da andiroba e copaíba**. Belém, 2003. 41 p.
- SILVA, J. A. A., NETO, F. P. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, 1979. 191 p.
- SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da Mata de Galeria do Taquara, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 419-428, 2004.
- SILVA, J. A. et al. Padrão de distribuição espacial e diamétrica de indivíduos de *Aspidospermas* pp na Reserva Genética Florestal Tamandua, DF. Brasília-DF, 2004. (Comunicado técnico EMBRAPA-DF)
- SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método *bdq* de seleção após a exploração florestal em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia oriental, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 617-625, 2005.
- TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 247-255, 2009.
- WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T.

F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**. v. 196, p.199-212, 2004.