



**GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAPÁ - UEAP
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO - PROGRAD
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA, ESPACIAL E REGENERAÇÃO NATURAL DE
ANDIROBEIRAS (*Carapa* spp.) NA FLORESTA DE VÁRZEA DA APA (ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL) DA FAZENDINHA, MACAPÁ-AP**

JADSON COELHO DE ABREU

**Macapá
2010**

JADSON COELHO DE ABREU

**DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA, ESPACIAL E REGENERAÇÃO NATURAL DE
ANDIROBEIRAS (*Carapa* spp.) NA FLORESTA DE VÁRZEA DA APA (ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL) DA FAZENDINHA, MACAPÁ-AP**

**Macapá
2010**

JADSON COELHO DE ABREU

**DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA, ESPACIAL E REGENERAÇÃO NATURAL DE
ANDIROBEIRAS (*Carapa spp.*) NA FLORESTA DE VÁRZEA DA APA (ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL) DA FAZENDINHA, MACAPÁ-AP**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Engenharia florestal da Universidade do Estado do Amapá para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Área de concentração:
Manejo florestal

Orientador:
Dr. Marcelino Carneiro Guedes
Pesquisador da Embrapa Amapá

**Macapá
2010**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade do Estado do Amapá

Abreu, Jadson Coelho de

Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de andirobeiras (*Carapa* spp.) na floresta de várzea da APA (Área de Proteção Ambiental) da Fazendinha, Macapá-AP/ Jadson Coelho de Abreu; Orientador Marcelino Carneiro Guedes. Macapá, 2010.

56 p; il.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Amapá.

1. Árvore Angiosperma - Andiroba. 2. Amostragem. 3. Plântula. 4. Estrutura vegetal. 5. Inventário florestal. 6. Amazônia Brasileira – Amapá. I. Guedes, Marcelino Carneiro (Orient.). II. Universidade do Estado do Amapá. III. Título.

CDD. 22.ed. 634.97098116

Nome do Autor: ABREU, Jadson Coelho de

Titulo: Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de andirobeiras (*Carapa* spp.) na floresta de várzea da APA (Área de Proteção Ambiental) da fazendinha, Macapá-AP.

Monografia apresentada à coordenação do curso de Engenharia florestal da Universidade do Estado do Amapá para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Data de aprovação: 03/12/2010

Banca Examinadora

Orientador e Presidente

Dr. Marcelino Carneiro Guedes
Pesquisador da Embrapa Amapá

Membro Titular

Prof. MSc. Perseu da Silva Aparício
Curso de Engenharia Florestal/Universidade do Estado do Amapá

Membro Titular

Prof. MSc. Wegliane Campelo Silva
Curso de Engenharia Florestal/Universidade do Estado do Amapá

Dedico este trabalho ao meu Pai Washington Ferreira de Abreu, a minha Mãe Mercês Coelho de Abreu, a meu Irmão Washington Coelho de Abreu e a todos meus Familiares que sempre acreditaram no meu potencial e sempre me apoiaram nas minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado fé, força e coragem para realizar este trabalho.

Ao Dr. Marcelino Carneiro Guedes, pela disponibilidade, paciência, pelos ensinamentos e por ter aceitado me orientar neste trabalho.

A Dr^a. Ana Claudia Silva de Lira, por ter sido minha orientadora no início do trabalho.

A Universidade do Estado do Amapá, especialmente os professores do curso de Engenharia Florestal, por todo o ensinamento ao longo desses anos.

Ao professor Perseu da Silva Aparício por todo o ensinamento de estatística que foram fundamentais para esse trabalho.

Ao professor Edmilson Batista por ter colaborado na criação dos mapas.

A Embrapa Amapá por ter disponibilizado a sua estrutura para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq) pelo apoio financeiro.

Aos meus colegas e amigos de pesquisa, Rafael, Ezaquiel, Emanuele, Alinny, Odilon, Flávia, Fábio, Amiraldo, Lindinaldo, por toda a colaboração em campo.

Ao agente ambiental da Fazendinha Nerivam da Conceição, por ter colaborado no trabalho de campo.

A minha colega e amiga Débora Moura por ajudar na criação do abstract.

A meus colegas e amigos de turma, com quem ao longo desses anos, passei momentos que vou me recordar pelo resto da vida.

RESUMO

ABREU, J. C. **Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de andirobeiras** (*Carapa* spp.) **na floresta de várzea da APA (Área de Proteção Ambiental) da fazendinha, Macapá - AP**. 2010. 56f. Monografia (TCC em Manejo florestal) – coordenadoria do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá.

O objetivo geral deste trabalho foi estudar, por diferentes métodos de amostragem, a regeneração natural das andirobeiras na Área de Proteção Ambiental (APA) da Fazendinha e analisar a estrutura horizontal das árvores adultas, visando subsidiar o plano de manejo da Unidade. O presente estudo foi desenvolvido em uma área de várzea 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 adultas foram mapeadas, marcadas e inventariadas, anotando-se a circunferência a altura do peito (CAP), e o número da árvore. Para a estimativa da regeneração natural foram lançados três sistemas de amostragem: o primeiro foi realizado em uma faixa contínua ao longo do transecto, no limite de 2,5 m para cada lado do mesmo. O segundo sistema foi realizado por amostragem aleatória de 30 matrizes andirobeiras adultas, seguindo raio concêntrico de 50 m a partir do tronco. No terceiro, foram lançadas ao longo de cada transecto 10 parcelas de 10 x 25 m. Foram mensurados todos os indivíduos com DAS (diâmetro a altura do solo) < 5 cm e altura superior a 50 cm. Referindo-se à distribuição diamétrica, o número de classes foi definido pela aplicação da fórmula de Sturges e 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. O efeito da distância do rio sobre as variáveis respostas, densidade, média da altura, diâmetro das plântulas e densidade de adultas foi testado por meio da análise de regressão. Para comparação dos diferentes métodos de amostragem, realizou-se análise não paramétrica seguindo Kruskal-Wallis. Foram encontradas 680 andirobeiras adultas e 277 regenerantes na área total amostrada, gerando densidade de 5 adultos e 10 regenerantes por hectare. 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 0,94 e o quociente $q=2,11$. Os índices utilizados mostraram que a distribuição espacial das andirobeiras adultas ocorre de forma agregada. A variação na densidade de regenerantes nas parcelas e as médias da altura e DAS sob as matrizes em função da distância do rio foram significativas, porém com baixa correlação. A comparação entre os métodos de amostragem da regeneração só não apresentou diferenças significativas para a densidade. A estrutura diamétrica das andirobeiras mostra que a população não está senescente (mais indivíduos jovens que adultos). O quociente q mostra que a estrutura diamétrica das andirobeiras não está balanceada, necessitando-se fazer um manejo adequado da regeneração para

que esta ingresse no estrato adulto e para que haja uma distribuição equilibrada dos indivíduos nas diferentes classes etárias da população.

Palavras-chaves: Amostragem, andiroba, plântulas, estrutura.

ABSTRACT

The aims general of this study was, by different sampling methods, analyze the natural regeneration of the crabwods in Environmental Protection Area (APA) Fazendinha and the horizontal structure of adult trees, aiming to support the management plan of the Unit. This study was conducted in a floodplain area of 136.59 ha, located in the District of Fazendinha, city of Macapa-AP (00 ° 03'04, 24 "S and 51 ° 07'42, 72" W). Were released three transects perpendicular to the edge of the Amazon River, apart from each other between itself 500 m, to guide the direction and location of trees. All adult crabwods were mapped, tagged and inventoried, noting that the circumference at breast height (CBH), and the number of the tree. To estimate the natural regeneration were released three sampling schemes: the first was held in a continuous band along the transect, the limit of 2.5 m on each side of it. The second system was conducted by random sampling of 30 adult crabwods matrices, following concentric radius of 50 m from the trunk. In the third, were released along each transect, 10 quadrats of 10 x 25 m. All subjects were measured with DGH (diameter at ground height) <5 cm and height of 50 cm. Referring to the diameter distribution, the number of classes was defined by the formula of Sturges and adjust the distribution of crabwods diameters was tested with Meyer exponential model . Was calculated the quotient q De Liocourt for both the observed frequency as for the estimate. Was calculated the Morisita index, mean variance and the aggregation index to infer the spatial distribution. The effect of distance from the river on the variables responses, density, average height, diameter and density of seedlings grown was tested through regression analysis. For comparison of different methods of sampling, analysis was performed using nonparametric Kruskal-Wallis followed. Was found 680 crabwods adults and 277 crabwods regenerants for the overall sample, generating density of 5 adults and 10 saplings per hectare. Whatever diameter distribution were generated 9 diameter classes 9 with 11 cm in amplitude, and the coefficient of determination for the exponential model was 0.94 and the quotient $q = 2.11$. The indices used showed that the spatial distribution of adult andirobeiras occurs in aggregate form. The variation in density of saplings in the plots and the average height and under DAS about as a function of distance from the river was significant but low correlation. Comparison between sampling methods for regenerating not only showed significant differences in density. The diameter structure of andirobeiras shows that the population is not senescent (more young individuals than adults). The quotient q shows the diametric structure of andirobeiras is not balanced, needing to make a proper management of regeneration so that it enters the adult stratum and that there is a balanced distribution of individuals in different age classes of the population.

Keywords: Sampling, crabwood, seedling, structure.

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Razão de Variância média (R) e Índice de Morisita das andirobeiras na APA da fazendinha Macapá-AP ($\chi^2=882,4$, $p<0,0001$).....	34
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista aérea da área APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: LANDSAT7 ETM).	27
Figura 2: Imagem da área com todas as andirobeiras inventariadas, igarapés, transectos e limite da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).	34
Figura 3: Diferenciação das andirobeiras produtivas (vermelho) e não produtivas (verde) da área da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).	36
Figura 4: Projeção das andirobeiras produtivas (verde) da área da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).	36
Figura 5: Histograma de distribuição de frequência de andirobeiras em uma área de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classes diamétricas.	37
Figura 6: Regressão da frequência de andirobeiras da APA da Fazendinha, Macapá-AP, em função dos centros de classes de DAP e equação ajustada pelo modelo exponencial, (n=680, 10 classes, amplitude 11 cm, F=139,81; p<0,00001).	38
Figura 7: Histogramas da área basal das andirobeiras em uma área de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classes diamétricas.	39
Figura 8: Histograma da frequência dos indivíduos em regeneração na APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classe hipsométrica em que: classe 1 (0,5 ≤ h < 1,0 m); 2 (1,0 ≤ h < 2,0 m); 3 (2,0 ≤ h < 3 m) e 4 (h ≥ 3,0m e DAS < 5 cm).	40
Figura 9: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a densidade de regenerações de andirobeiras em parcelas na APA da Fazendinha, Macapá-AP (y=-0,0755+0,0025.X, p=0,0113, R ² =0,20, R=0,45).	41
Figura 10: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a média do DAS das regenerações de andirobeiras sob as árvores matrizes, na APA da Fazendinha, Macapá-AP (y=8,1163-0,0059.X, p=0,0081, R ² =0,22, R=0,47).	42
Figura 11: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a média da altura das regenerações de andirobeiras sob árvores matrizes, na APA da Fazendinha, Macapá-AP (y=112,97-0,0662.X, p=0,0145, R ² =0,19, R=0,43).	43
Figura 12: Regressão linear do efeito da distância do rio, sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá-AP, (y=1,6502+0,0199.X, p=0,00018 R ² =0,64, R=0,80).	44
Figura 13: Regressão polinomial do efeito da distância do rio, sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá-AP, (y=5E-06.x ² +0,0174.x+1,7831, p=0,0038, R ² =0,64, R=0,80).	44

Figura 14: Comparação entre os métodos de amostragens em função da densidade das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza..... 46

Figura 15: Comparação entre os métodos de amostragens em função da média de altura das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza.
..... 47

Figura 16: Comparação entre os métodos de amostragens em função da média do DAS das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza..... 48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	VÁRZEAS	19
2.2	ANDIROBEIRAS	20
2.3	INVENTÁRIOS FLORESTAIS	21
2.4	MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA.....	22
2.5	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	23
2.6	REGENERAÇÃO NATURAL.....	25
3	OBJETIVOS	26
3.1	OBJETIVO GERAL	26
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
4	METODOLOGIA	27
4.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	27
4.2	AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS	28
4.2.1	Inventário de andirobeiras adultas	28
4.2.2	Regeneração das andirobeiras	28
4.3	ANÁLISES DOS DADOS.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÕES	49
	REFÊRENCIAS	50
	APÊNDICES	56

1 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. 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 (ZEE, 1998).

De acordo com o ZEE (1998), as florestas de várzea ocupam 6.959,25 km² (4,85%) da cobertura vegetal do Estado do Amapá e, aproximadamente, 15,46 % do setor costeiro estuarino.

Entre as espécies do ambiente de várzea, se encontram as andirobeiras (*Carapa* spp.), normalmente frequentes em todas as florestas de várzea. 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 d'água, apesar de ser encontradas também em terra firme.

A árvore de andirobeira é de grande porte, chegando a atingir 30 m de altura, o que faz com que ela ocupe o sub-dossel ou dossel da floresta. Sua madeira é moderadamente pesada, de cor avermelhada e resistente ao ataque por cupins. É empregada na fabricação de móveis, construção civil e na indústria naval (NEVES et al., 2004). São encontrados nectários extraflorais e suas flores são perfumadas sendo visitadas por abelhas. Os frutos desta espécie são cápsulas globosas, normalmente indeiscente, que liberam as sementes após a abertura do fruto durante seu impacto no chão.

A sua exploração extrativista é cada vez mais promissora e inevitável, e pode ser futuramente ainda mais intensificada. Há, portanto, uma necessidade para conservar este recurso natural, e para tanto se deve em primeiro lugar reunir informações sobre estas espécies, principalmente para subsidiar projetos de propagação e para desenvolver seu manejo adequado (FERRAZ et al., 2002).

Quanto ao uso medicinal, o óleo é usado principalmente contra pancadas, antiinflamatórios e contra dores de garganta. Pode ser usado também como matéria prima para produção de repelentes a insetos (NEVES et al., 2004) e na indústria de cosméticos. Os mesmos autores ainda ressaltam que o Brasil consome cerca de 30 mil litros de óleo por ano.

Sendo 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 o óleo de andiroba para aumentar sua renda. Para aproveitamento da espécie é fundamental a realização de um manejo adequado, mantendo assim a floresta em pé e sua capacidade produtiva, minimizando os impactos ao ambiente.

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, que, segundo Araújo (2006), 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.

1.1 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho tem claro propósito de contribuir com o aproveitamento do potencial não madeireiro da espécie em questão e, conseqüentemente, para o desenvolvimento local das famílias residentes na APA que tiverem interesse em explorar o óleo da andiroba. Para que essa exploração ocorra de maneira sustentável é fundamental que seja realizada seguindo os preceitos do manejo florestal.

Uma das informações essenciais para a realização do manejo realmente sustentável refere-se à regeneração natural da espécie. As condições de regeneração da espécie é que vão garantir o futuro da capacidade produtiva e a manutenção de uma estrutura etária equilibrada da população. Segundo Carvalho (1982), a regeneração decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento, com características peculiares para cada espécie, em perfeita sintonia com as condições ambientais.

Além de informações sobre os indivíduos jovens das andirobeiras, inclusive com informações sobre a melhor maneira de amostrá-los, este trabalho também se deterá sobre os indivíduos adultos. Será gerado um mapa com a localização das andirobeiras produtivas, facilitando sobremaneira todo o trabalho de exploração, principalmente, da colheita das sementes para produção do óleo.

Na área de estudo reside uma população de baixo poder aquisitivo, que pode contar com o óleo de andiroba para aumentar sua renda e dessa forma ajudar a manter a floresta em pé.

Segundo Gomes (2010) existem poucas iniciativas de produção comunitária e poucas informações sobre o mercado do óleo bruto de andiroba. No entanto, é possível observar grandes empresas de cosméticos que utilizam na composição de seus produtos, o óleo de andiroba. Estas empresas se utilizam da imagem conservacionista de um “produto ecológico”, porém, não existe regulamentação para

a prática de extração de andiroba nem estudos suficientes que indiquem um limite seguro de extração deste recurso.

Portanto, estudos como esse são fundamentais para o conhecimento da espécie e para a sustentabilidade de qualquer prática de exploração de seu potencial produtivo.

No entanto, se os estudos não forem bem feitos e não gerarem dados confiáveis, de nada vai adiantar. Uma das questões que vai garantir a confiabilidade do estudo é a aplicação de uma amostragem adequada. A questão da amostragem, muitas vezes é renegada a segundo plano ou não é considerada no planejamento dos trabalhos científicos. Isso pode ser crítico, pois a definição do método de amostragem pode influenciar nos resultados encontrados e nas conclusões advindas desses resultados. Assim, este trabalho também procura trazer um pouco de luz sobre as formas mais adequadas de amostrar a regeneração de andirobeiras em ambientes de várzea e permitir seu monitoramento durante o manejo, que irá pressionar a capacidade regenerativa da população de andirobeiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VÁRZEAS

Entre os ecossistemas, que compõem a floresta equatorial amazônica está a várzea, cuja importância ecológica e socioeconômica para a região é marcante. Desde o processo de ocupação inicial até os dias de hoje, as várzeas mantêm populações ribeirinhas que praticam agricultura, pesca, e extrativismo de madeira e produtos florestais não madeireiros. O ecossistema várzea localiza-se em áreas inundáveis da bacia amazônica, cujos solos são constantemente renovados por causa da sedimentação natural que ocorre durante o período em que permanecem submersos. Nesse ambiente, desenvolvem-se plantas adaptadas fisiologicamente e morfológicamente, que apresentam como característica marcante a madeira mais leve que as de espécies de terra firme (GAMA et al., 2003).

As várzeas são ambientes frágeis, com origem e funcionamento ligados à deposição de sedimentos geologicamente recentes, profundamente influenciados pelos regimes de marés e de águas pluviais. São as chamadas planícies de inundação, planícies quaternárias, planícies aluviais, etc. A essas mesmas condições deve-se a formação de solos com bons níveis de nutrientes e estoques biológicos ainda precariamente conhecidos (QUEIROZ et al., 2007).

A floresta de várzea constitui o segundo maior ambiente florestado da região, considerando-se estrutura, diversidade e representatividade espacial. Em sua área de abrangência, sua maior concentração ocorre principalmente em margens de rios de água barrenta, onde, de certo modo, passa a ser regulada pelos regimes de marés. As maiores florestas de várzea do estado do Amapá ocorrem ao longo da orla amazônica, adentrando pelos estuários e baixos cursos dos inúmeros rios que aí deságuam (AMAPÁ, 2002).

2.2 ANDIROBEIRAS

A andiroba é uma espécie bastante plástica, adaptada a ocupar diferentes ambientes, o que lhe confere diferenças morfológicas, especialmente no lenho, que pode ser vermelho ou branco, e na coloração e viscosidade do óleo. Nos indivíduos que ocorrem em terra firme, o óleo é mais escuro e de rápido escoamento, e naqueles da várzea o óleo é mais claro e viscoso (LEITE, 1997).

A espécie tem ampla distribuição nos Neotrópicos e na África Tropical. Ocorre no sul da América Central, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Paraguai e Brasil. No Brasil, ocorre na bacia Amazônica, principalmente nas várzeas próximas ao leito de rios e faixas alagáveis ao longo dos cursos d'água, sendo encontrada também em terra firme. Tal estrutura é extremamente importante para os indivíduos de *Carapa guianensis* que compõe as populações das áreas inundáveis. A espécie ocupa o dossel e sub-dossel da floresta, nos dois ambientes, podendo atingir até 30 m de altura e 1,20 m de diâmetro. Possuem ritidoma lenticelado, placas lenhosas proeminentes e irregulares (SAMPAIO, 2000).

Existem mais de uma espécie do gênero *Carapa* na Amazônia, que são conhecidas popularmente como andiroba e raramente diferenciadas. A *C. guianense* ocorre em toda a bacia Amazônica, preferencialmente em ambiente de várzea e a *C. procera* é uma espécie mais restrita a algumas áreas na Amazônia, porém com ocorrência também na África (FERRAZ et al., 2002). Recentemente, foi descrita mais uma espécie do gênero na Guiana central, a *Carapa akuri* (FORGET et al., 2009).

Andiroba é uma das árvores de multiuso mais conhecida da região. A madeira de excelente qualidade é apontada como sucedânea do mogno (*Swietenia macrophylla*), e o óleo extraído de suas sementes é muito procurado para uso medicinal e cosmético. A sua exploração extrativista é cada vez mais promissora e inevitável, e pode ser futuramente ainda mais intensificada. (FERRAZ et al., 2002).

A densidade de andirobeiras é considerada alta na Amazônia, no entanto, varia muito entre os diversos ambientes. Queiroz (2004) encontrou na região da

costa do Amapá, 36 indivíduos por hectare (ind. ha^{-1}) em áreas de várzea baixa, já Abreu et al., (2009) encontrou 8 ind. ha^{-1} , também em áreas de várzea baixa.

2.3 INVENTÁRIOS FLORESTAIS

A importância da madeira para o homem, como produto direto e de outros bens indiretos, acentua a necessidade de procedimentos eficientes para quantificar e avaliar os povoamentos florestais. Entre técnicas de estimação da produção florestal, destaca-se o inventário florestal, o qual poder ser realizado sob diferentes níveis de detalhamento e em diferentes pontos no tempo (SOARES et al., 2007).

Para Campus e Leite (2009), o Inventário florestal é toda atividade que objetiva a quantificação e qualificação das florestas, com vistas à produção de madeira e outros produtos e /ou a conservação ambiental, utilizando-se de técnicas estatísticas de amostragem (MORAES NETO et al., 2003). Para Sanqueta et al., (2009), inventários florestais podem ser qualquer tipo de levantamento florestal, porém a marca registrada de um inventário é sua representatividade amostral e sua validade estatística.

É sobre os resultados dos inventários florestais que se apóiam decisões importantes acerca da viabilidade de empreendimentos florestais, que exige investimentos de alguns milhões de dólares (CUNHA, 2004).

O inventário florestal fornece todas as informações básicas para a administração da floresta. Para que isto seja possível essas informações devem ser as mais próximas da realidade, ou seja, devem ser precisas. A tomada de decisão na área florestal deve envolver o abastecimento contínuo com produtos florestais com o mínimo dano ao ambiente e que assegure a perpetuidade da produção. Todas as intervenções na floresta, como corte, desbastes, fertilizações, novos plantios, devem ser precedidos de um inventário contínuo ou pré-corte (COUTO et al., 1989).

A amostragem de uma população pode ser realizada segundo vários métodos, os quais devem ser aplicados de acordo com as características da

população para obter maior precisão com menor custo, sendo possível, em tese, aplicar qualquer método de amostragem a uma população florestal na busca das informações que se deseje. Entretanto, a não utilização de um método adequado às características da população estudada, certamente, levará a um grande incremento no custo do inventário. Outro fator, comum a qualquer método de amostragem, e que influi diretamente na quantidade de trabalho, no custo e precisão do inventário florestal, se refere ao tamanho e forma das unidades de amostra. A comparação entre dois ou mais métodos de amostragem visando determinar, qual deles, proporciona o menor custo para uma mesma precisão, permite conhecer, para um determinado tipo florestal, o mais econômico, pois o tempo de instalação, medição e de caminhamento, entre eles, são distintos (CESARO et al., 1994).

2.4 MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Os modelos de crescimento e produção são técnicas usadas para prognosticar a dinâmica de um povoamento, e independentemente da complexidade estrutural que possam apresentar, todos os modelos de crescimento e produção têm um propósito em comum, que é o de apresentar estimativas das características do povoamento de um ponto específico no tempo (AUSTREGÉSILO et al., 2004)

A distribuição diamétrica baseia-se na distribuição do número de árvores em classes de diâmetro. Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos para determinação das distribuições diamétricas em florestas naturais (CORAIOLA; NETO, 2003).

Os modelos de distribuição diamétrica são os mais comuns, e se baseiam em funções probabilísticas de distribuição, permitindo descrever as alterações na estrutura do povoamento e nas taxas de mortalidade, podendo todas estas características ser analisadas, simultaneamente, ao longo do tempo.

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).

O estudo da distribuição é de suma importância tanto na estatística teórica como na aplicada, já que muitas variáveis na natureza comportam-se de modo aproximadamente simétrico (BOTREL; VIEIRA, 2005).

Utilizando-se o quociente q de De Liocourt, Meyer (1952) desenvolveu o conceito de floresta balanceada, que consiste em definir a estrutura desejada para a floresta remanescente sobre regime de manejo. A relação do q tem sido usada há muito tempo como uma maneira de conceituar e descrever distribuições de diâmetros desejáveis (ALVES JUNIOR, 2007).

A terminologia “Distribuição balanceada” como definida por Meyer e Stevenson, (1943), refere-se ao tipo de distribuição diamétrica cujo número de árvores nas classes diamétricas sucessivas decresce numa progressão constante. Esta distribuição é frequentemente chamada de distribuição “J” invertido, porque quando vista graficamente assemelha-se a uma função de frequência que decresce suavemente no sentido do menor ao maior diâmetro. Se a distribuição diamétrica de uma floresta é “balanceada” o logaritmo natural da frequência de árvores quando plotado em relação às classes de DAP exibirá um gráfico com aparência linear. Matematicamente, Meyer e Stevenson, (1943), definiram a distribuição balanceada como uma função exponencial negativa. Nesta função, a razão entre frequências de classes diamétricas sucessivas é constante, como proposto originalmente por De Liocourt (1898).

2.5 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

O padrão espacial das árvores em uma floresta é influenciado por variáveis abióticas e bióticas. Entre as principais variáveis abióticas estão o relevo, a disponibilidade de luz, nutrientes, água e as características do solo. Entre as principais variáveis bióticas destacam-se os processos dependentes da densidade,

tais como a competição intraespecífica e interespecífica, a herbívora, a ocorrência de doenças, a fenologia e dispersão de sementes (SANTANA, 2009).

O estudo de padrões de distribuição espacial é hoje uma das ferramentas mais utilizadas para entender o comportamento de diversos fenômenos, em ciências florestais (ANJOS et al., 1998). O conhecimento do padrão de distribuição espacial pode fornecer informações sobre a ecologia, subsidiar a definição de estratégias de manejo e/ou conservação, auxiliar nos processos de amostragem ou simplesmente esclarecer a estrutura espacial de uma espécie (ANJOS et al., 2004).

O padrão de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição na área em estudo, em termos de frequência de ocorrência dentro das unidades amostrais coletadas (JANKAUSKIS, 1990). Uma espécie vegetal pode apresentar uma elevada ocorrência em uma determinada área, no entanto, sua distribuição espacial, nas diferentes classes de tamanho, pode ser bastante irregular (CARVALHO, 1983).

Em uma comunidade vegetal, os seus constituintes (plantas) encontram-se arranjados conforme as diversas associações naturais que uma determinada vegetação possui ao longo de sua distribuição natural. Dessa forma, segundo Nascimento et al., (2001), podem ser reconhecidos basicamente os seguintes tipos de distribuição espacial: uniforme (regular), ao acaso (aleatório) e contagiosa (agregada). Um teste utilizado para conhecer a distribuição espacial das espécies é o índice de Morisita, que utiliza unidades de amostra (quadras), e é pouco influenciado pelo tamanho da unidade amostral, apresentando excelentes qualidades de detecção. Também pode-se citar dentre as técnicas mais conhecidas e utilizadas, a razão variância/média (BUDKE et al., 2004).

Outra técnica para avaliar a distribuição espacial, baseado em Clark e Evans (1952), é o índice de agregação R, que é baseado na medida das médias da distância do vizinho mais próximo para cada indivíduo. Uma aplicação desse método em estudo com andirobeiras pode ser encontrada no trabalho de Gomes (2010).

2.6 REGENERAÇÃO NATURAL

Ao focar no estudo da regeneração da andiroba, várias questões podem ser colocadas para aprofundar a análise e identificar padrões naturais da espécie, na busca do entendimento de como fatores ambientais influenciam no estabelecimento das plântulas e qual as associações da regeneração com outros fatores da autoecologia da espécie. Outra questão pouco abordada em florestas tropicais, ainda carente de estudos mais aprofundados, é a forma de realizar a amostragem da regeneração natural.

É importante entender o comportamento da regeneração das espécies arbóreas, visando um planejamento mais adequado para manutenção e conservação das florestas. Rollet (1978) comentou que a regeneração natural é um processo do estado juvenil dos indivíduos. De acordo com Poggiani (1989), a regeneração faz parte do processo de sucessão de uma vegetação quando essa foi totalmente ou parcialmente degradada.

Vale enfatizar que a avaliação do potencial regenerativo de um ecossistema deve descrever os padrões da substituição das espécies ou das alterações estruturais, bem como os processos envolvidos na manutenção da comunidade (GUARIGUATA; OSTERLAG, 2001).

O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (GAMA et.al., 2002).

A tomada de decisão sobre práticas relacionadas à regeneração a utilizar vai depender das características do sítio, custos do método de regeneração, disponibilidade de recursos, associado com o sistema silvicultural e os objetivos do proprietário (LIMA, 1997).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar, por diferentes métodos de amostragem, a regeneração natural das andirobeiras na APA da Fazendinha e analisar a estrutura horizontal das árvores adultas, visando subsidiar o plano de manejo da Unidade.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar todas as andirobeiras adultas produtivas e não produtivas e plotar as mesmas sobre imagens de satélite;
- Analisar o padrão de distribuição espacial e de agregação das andirobeiras adultas;
- Verificar a distribuição diamétrica das árvores adultas, para inferir sobre a dinâmica e estrutura da população;
- Analisar se a densidade de andirobeiras regenerantes e adultas é dependente da distância do Rio Amazonas;
- Verificar se as respostas associadas à regeneração de andirobeiras são dependentes do método de amostragem.

4 METODOLOGIA

4.1 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 ($00^{\circ}03'04,24''S$ e $51^{\circ}07'42,72'' W.$). A APA (área de preservação ambiental) é limitada ao norte pela Rodovia Juscelino Kubscheck, a oeste pelo igarapé da Fortaleza, a leste pelo igarapé Paxicú e a sul pelo Rio Amazonas. A área pode ser visualizada na FIGURA 1.



Figura 1: Vista aérea da área APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: LANDSAT7 ETM).

O clima dominante é da categoria Ami, com precipitação excessiva durante os meses de janeiro a julho, e um período seco caracterizado por precipitações abaixo de 60 mm nos demais meses do ano, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 2100 mm, com insolação total anual no Estado variando de 1800 a 2200 horas, e déficit hídrico de 353 a 470 mm/ano. A temperatura média gira em torno de $27^{\circ}C$ e os valores da umidade média mensal relativa do ar máxima (87%) e mínima (78%) coincidem, respectivamente, com a

estação chuvosa e o período seco de verão (INMET, 2010). O solo da área é do tipo hidromórfico, devido às constantes inundações pelas marés, que mantém o solo saturado de água e também trazem sedimentos que conferem elevada fertilidade às várzeas.

4.2 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

4.2.1 Inventário de andirobeiras adultas

Foram lançados 3 transectos perpendiculares à margem do rio Amazonas, distanciados entre si a cada 500 m, para orientar no caminhamento e localização das árvores. Todas as andirobeiras adultas localizadas foram mapeadas com o auxílio de GPS Garmin 76CSX, marcadas e inventariadas, anotando-se em uma ficha de campo, o CAP (Circunferência a Altura do Peito) e o número da árvore. Os indivíduos considerados adultos foram os que apresentarem CAP > 15 cm. Esses foram mensurados por meio de uma fita métrica com posterior conversão de CAP para DAP (Diâmetro a Altura do Peito). A identificação das árvores produtivas se valeu do conhecimento do mateiro e de evidências que comprovavam que estas árvores já produziram em anos anteriores, como plântulas, cascas, frutos, sementes em sua volta e floração.

4.2.2 Regeneração das andirobeiras

Para a regeneração natural foi utilizado o mesmo critério de inclusão, sendo mensurados todos indivíduos do gênero *Carapa* com DAS (diâmetro a altura do solo) < 5 cm e altura (h) superior a 50 cm. Todos os indivíduos identificados tiveram

o diâmetro e altura determinados e foram marcados com lacres plásticos numerados.

Para a estimativa da regeneração natural foram lançados três sistemas de amostragem. No primeiro foram aproveitados os três transectos utilizados para o inventário das andirobeiras adultas, sendo que a amostragem foi realizada em uma faixa contínua ao longo do transecto, no limite de 2,5 m para cada lado do mesmo. No segundo sistema foram selecionadas por amostragem aleatória 30 árvores adultas do gênero *Carapa* que foram consideradas árvores matrizes e, em sua volta, seguindo um raio concêntrico de 50 m a partir do tronco, foram mensurados todos os indivíduos juvenis do gênero. Para sortear as árvores que foram amostradas foi necessário selecionar matrizes isoladas sem nenhum outro indivíduo adulto produtivo no raio considerado. No terceiro sistema de amostragem foram lançadas ao longo dos três transectos, dez parcelas de 10 x 25 m em cada transecto, sendo que estas parcelas foram subdivididas em dez subparcelas de 5 x 5 m.

Os indivíduos mensurados foram divididos em 4 classes de altura, em que a classe 1 contemplou indivíduos com $0,5 \leq h < 1,0$ m; a classe 2, indivíduos com $1,0 \leq h < 2,0$ m; a classe 3, com indivíduos $2,0 \leq h < 3$ m; e a classe 4, indivíduos com $h \geq 3,0$ m e $DAS < 5$ cm (AZEVEDO, 2010).

Nas amostragens de parcelas e árvores matrizes, as unidades amostrais foram localizadas em função da distância do Rio Amazonas e tiveram as distâncias até o rio determinadas por meio de mapeamento utilizando GPS Garmin 76CSX de alta sensibilidade.

4.3 ANÁLISES DOS DADOS

Foi calculada a área basimétrica de cada indivíduo, possibilitando encontrar a área basal por unidade de área.

As expressões utilizadas foram as seguintes (SILVA; NETO, 1979):

a) Área basimétrica;

$$g = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4}$$

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

b) Área basal;

$$G = \sum g_i$$

Em que **G** é a soma das áreas basimétrica 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 aplicação da fórmula de Higuchi et al.,(2008) [**K = 1 + 3,33xLog(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 **N= e^{β₀+β₁xCC DAP}**, que se aplica aos dados com elevada assimetria que podem ser representados na forma “J invertido”, utilizando ferramenta do programa Microsoft Excel 2007. 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.

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 baixadas do

GPS. Foi calculado o valor **z** e valor **p** para determinar se a distribuição foi significativamente diferente do modelo de distribuição randômica. Segundo a metodologia seguida por Tonini et al., (2008) 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), obtidos por:

c) Variância média;

$$R = \frac{S^2}{x}$$

d) Índice de Morisita;

$$I = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)}$$

S^2 = variância da frequência de indivíduos nas parcelas; x = média da frequência de indivíduos nas parcelas; n = número total de parcelas; $\sum x^2$ = 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).

Para identificar o padrão de distribuição espacial, a área foi subdividida em 130 parcelas de 1 ha, A significância dos valores calculados para R e I foi obtida mediante o teste do qui-quadrado, para gl ($n-1 = 129$).

Foi gerada uma imagem onde foram plotadas todas andirobeiras adultas produtivas e não produtivas da área e os transectos lançados. Essa imagem foi confeccionado por meio do software “ArcView Gis 3.2”.

Após o inventário da regeneração, para cada unidade amostral foi calculada a densidade de plântulas de andirobeiras e o efeito da distância do rio sobre essa variável resposta, assim como sobre a média da altura e média do diâmetro das plântulas. Essas variáveis foram testadas por meio de análise de regressão linear

simples. Para o efeito da distância do rio sobre a densidade das árvores adultas a área foi dividida em 14 parcelas de 9 ha e assim esse efeito foi testado por análise de regressão linear simples e regressão polinomial por meio de software Biostat 5.0.

Para a comparação do efeito dos diferentes métodos de amostragem sobre as variáveis quantitativas densidade, média da altura e média do DAS das regenerações, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis por meio do software Statistica 8.0. Foi utilizada estatística não paramétrica, pois os dados não apresentaram variância homogênea, mesmo após transformações (log, inversa e raiz quadrada). Para cada método amostral ainda foi calculada a intensidade amostral e o erro relativo, obtidos conforme as expressões a seguir (SANQUETA et al ,2009):

e) Intensidade amostral;

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{E^2}$$

Em que n= Número de unidades amostrais, t_{α}^2 = valor tabelado ao quadrado, S^2 = variância da frequência de indivíduos nas unidades amostrais, E^2 = limite de erro admissível no inventário.

f) Erro Relativo;

$$E(\%) = \frac{t_{\alpha} S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \cdot 100$$

Sendo que $E(\%)$ = erro relativo em percentagem, t_{α} = valor tabelado, $S_{\bar{X}}$ = erro padrão, \bar{X} = média aritmética do número de indivíduos nas unidades amostrais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariadas 680 andirobeiras produtivas e não produtivas, com uma área basal de 55,84 m², gerando uma densidade de 5 indivíduos ha⁻¹. A densidade encontrada neste estudo é inferior a 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 indivíduos ha⁻¹.

Gomes (2010), trabalhando em floresta de várzea no sul do Amapá, encontrou densidade de 16 indivíduos ha⁻¹. A maioria dos outros trabalhos realizados nas várzeas estuarinas também relata densidades mais elevadas do que a encontrada nesse estudo do APA da Fazendinha. Isso pode indicar que a APA apresenta uma baixa densidade de andirobeiras devido a mesma ser uma área bastante antropizada, próxima a 2 grandes centros urbanos, o que pode ter gerado uma elevada pressão de exploração das andirobeiras. No entanto, essa diferença de densidade também pode ser devido ao tamanho da amostra, já que nesse trabalho, o inventário foi realizado em uma área de 136 ha, área esta bem maior que dos outros trabalhos citados. A maioria dos estudos trabalha com amostragem, muitas vezes sem seguir um critério definido e segundo subjetividade dos autores, o que pode gerar uma tendência de amostrar áreas com elevadas concentrações.

Das 680 andirobeiras inventariadas, 190 já são produtivas. De um modo geral, todas as árvores estão distribuídas na área de forma agregada, se concentrando em maior quantidade próximo à Fazenda Favacho, como pode ser observado na FIGURA 2.

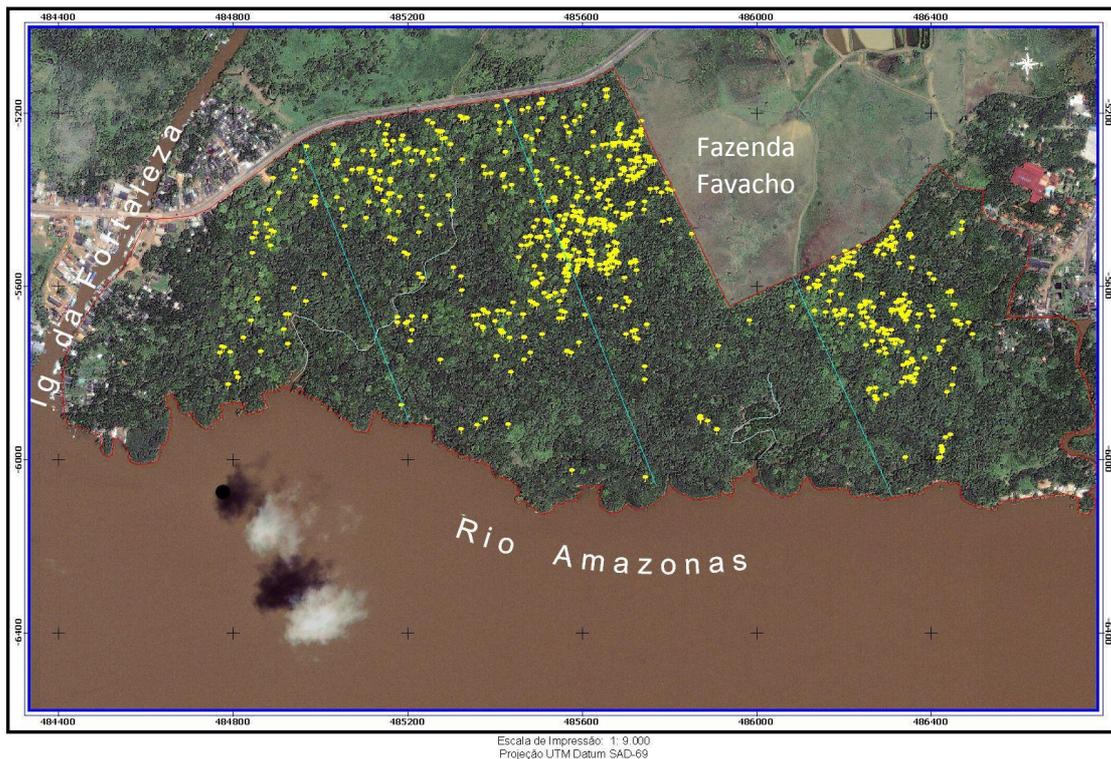


Figura 2: Imagem da área com todas as andirobeiras inventariadas, igarapés, transectos e limite da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).

A distribuição espacial, segundo a análise do índice de agregação, indica uma distribuição agregada com um valor de $R=0,53$.

Diferente da variância média e do índice de Morisita, no método do índice de agregação, para ser considerado uma distribuição agregada, o R dever ser menor que 1. Os resultados desta análise podem ser visualizados no Apêndice 1.

A razão Variância/média e o Índice de Morisita também confirmaram uma distribuição agregada (TABELA 1).

Tabela 1: Razão de Variância média (R) e Índice de Morisita das andirobeiras na APA da fazendinha Macapá-AP ($\chi^2=882,4$, $p<0,0001$).

Variância média	Índice de Morisita
3,48	2,28

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. No entanto Tonini et al., (2008) ressaltam que os estudos

relacionados à distribuição espacial de *Carapa* sp. 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 media. 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, mostrando 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* sp., 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 media e 1,31 para o índice de Morisita, comprovando que em ambiente de várzea o gênero *Carapa* sp tem realmente distribuição espacial agregada que pode ser favorecida pelo regime de marés.

Os três métodos de análise espacial demonstraram que a distribuição espacial da APA da fazendinha é predominantemente agregada. O padrão agregado de distribuição espacial pode ser explicado pelo desenvolvimento de novos indivíduos próximo aos seus parentais (SILVA COSTA et al., 2003), se não houver maior predação sob as matrizes ou remoção dessas sementes. De acordo com Antonini e Nunes-Freitas (2004), esse padrão também é característico de espécies vegetais dispersas por animais. No caso das andirobeiras da APA, Machado et al (2004) afirmam que a localização semi-urbana 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 pelas marés, a hipótese mais plausível para explicar a distribuição agregada está relacionada com a dispersão hidrocórica e acúmulo dessas sementes em locais com pequenas depressões no terreno ou impedimentos físicos que reteriam as sementes de andiroba.

As Figuras a seguir podem dar subsídios ao plano de manejo da unidade e também podem ser utilizados pelos moradores do entorno para chegarem até as andirobeiras.

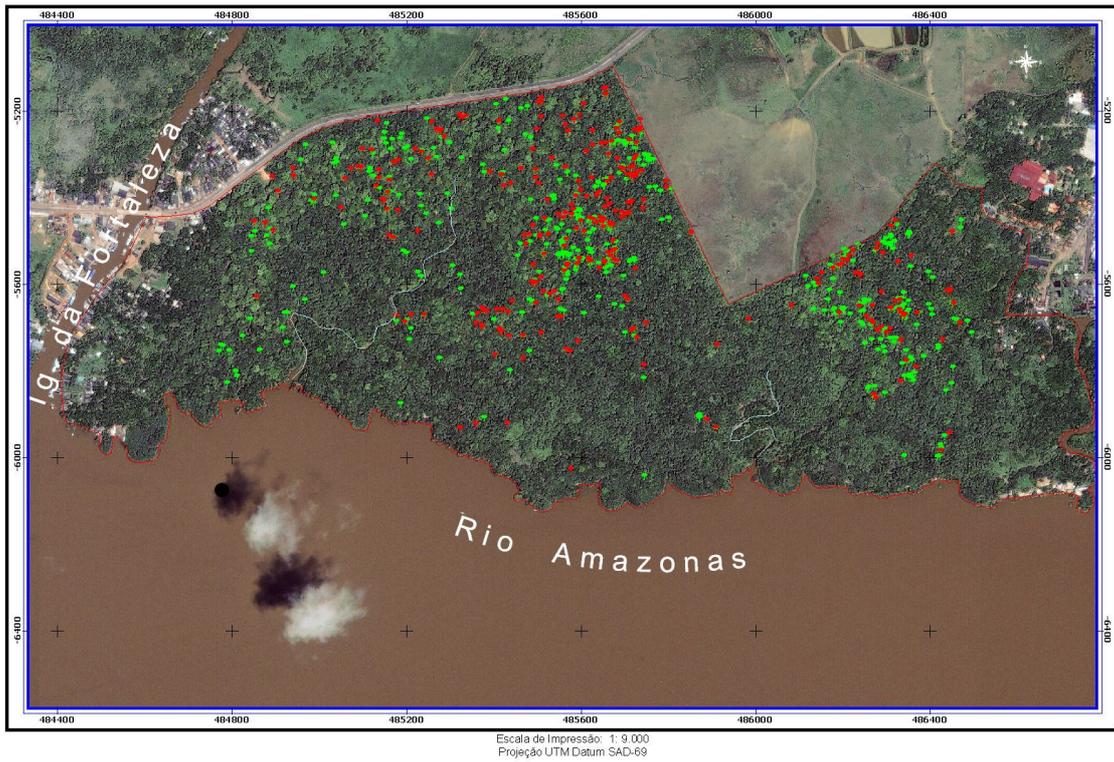


Figura 3: Diferenciação das andirobeiras produtivas (vermelho) e não produtivas (verde) da área da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).

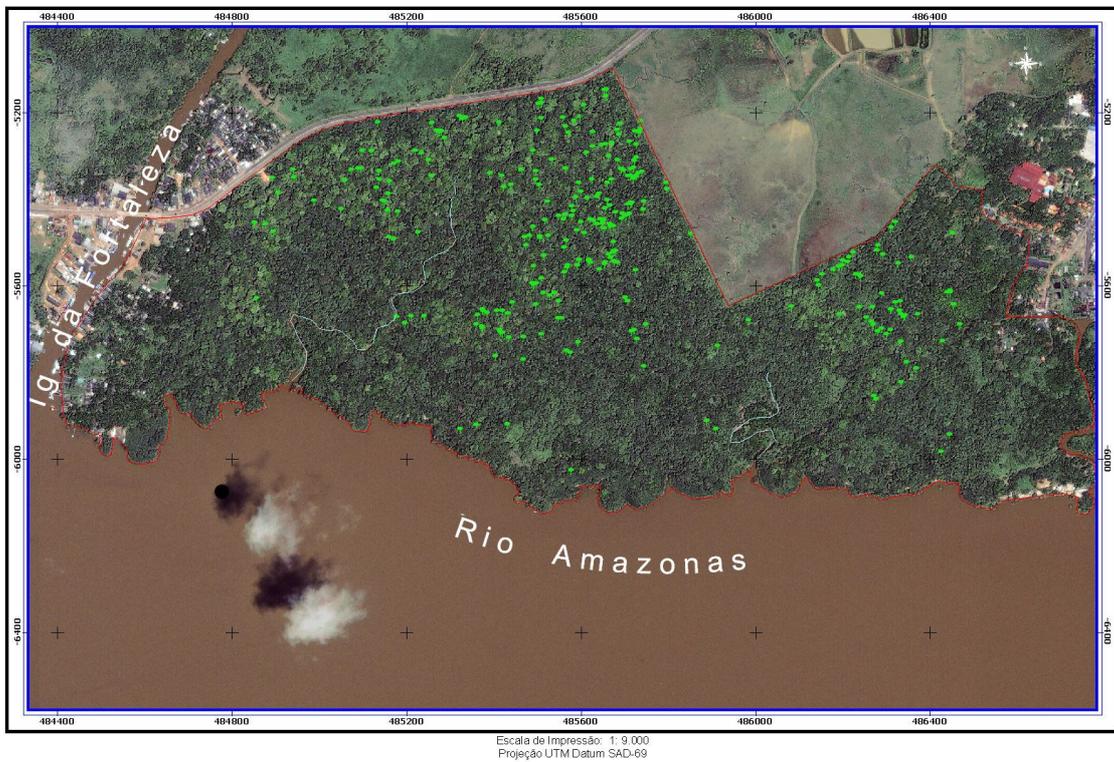


Figura 4: Projeção das andirobeiras produtivas (verde) da área da APA da Fazendinha, localizada no município de Macapá-AP (Fonte: carta imagem quick bird).

A área de estudo tem uma quantidade maior de andirobeiras que ainda não estão produzindo frutos e sementes (73%), sendo que as produtivas representam 27 % do total. A localização das andirobeiras produtivas nas imagens irá facilitar a elaboração de mapas de acesso, que devem servir como uma valiosa ferramenta na 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 para fins medicinais e cosméticos.

O cálculo do número de classes de diâmetro pela fórmula de Sturges, que considera o número de indivíduos amostrados, gerou nove classes de diâmetro com amplitude de 11 cm, como pode ser visto na figura 5. Para análise da distribuição diamétrica também foi incluída mais uma classe de regenerantes (0 a 5 cm, com centro de classe de 2,5 cm). Como os regenerantes foram mensurados em unidades amostrais, eles tiveram que ser estimados em função da área total.

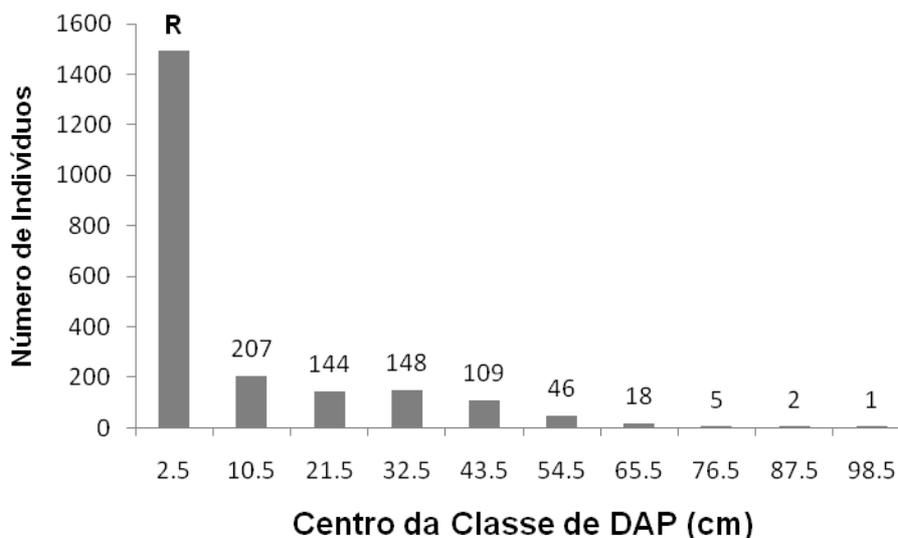


Figura 5: Histograma de distribuição de frequência de andirobeiras em uma área de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classes diamétricas.

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 autoregenerativa, 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.

Na Figura 6 pode-se observar o modelo ajustado para a frequência de andirobeiras em função dos centros das classes de DAP.

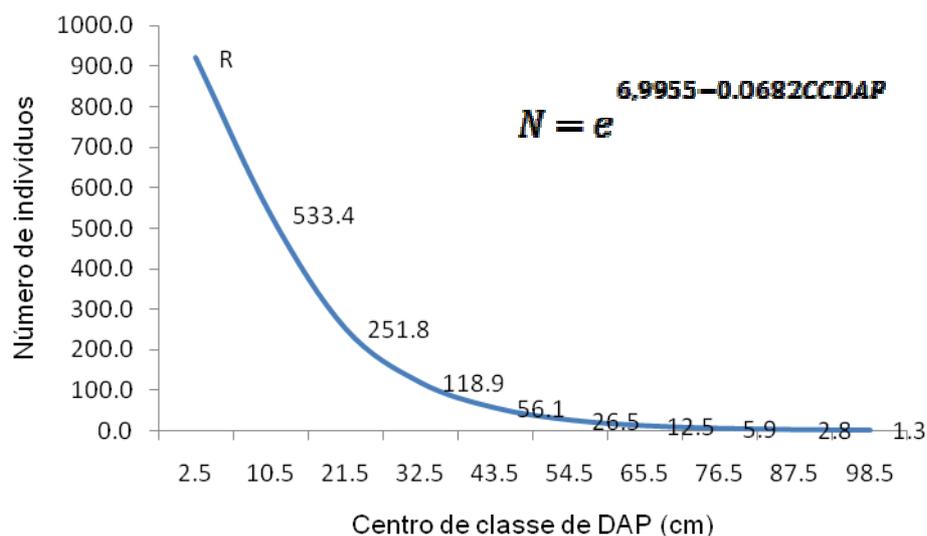


Figura 6: Regressão da frequência de andirobeiras da APA da Fazendinha, Macapá-AP, em função dos centros de classes de DAP e equação ajustada pelo modelo exponencial, (n=680, 10 classes, amplitude 11 cm, F=139,81; p<0,00001).

Com relação ao quociente q de De Liocourt calculado para a frequência observada, esse variou de 0,97 a 7,21, com média de 2,66, mostrando que a estrutura diamétrica das andirobeiras não está balanceada. Já o valor para a frequência estimada foi constante ($q=2,11$) mostrando que deve ser feito o manejo da regeneração na primeira classe para assim facilitar que estas ingressem no estrato adulto e a população atinja uma estrutura balanceada. Souza e Souza (2005), em terra firme no município de Paragominas-PA, encontraram quociente q de 2,7. Esses dados mostram que, apesar de esses estudos terem sido desenvolvidos em comunidades florestais e não em uma população, também

mostram valores constantes de q para a frequência estimada, demonstrando que o quociente q pode ser aplicado tanto em comunidades como em populações.

Foi verificado que para a população de andirobeiras atingirem uma estrutura diamétrica balanceada ainda é preciso fazer o manejo da regeneração na primeira classe, já que na frequência observada ela é superior a estimada. Logo esses indivíduos da primeira classe tem de ingressar nas classes subseqüentes de diâmetro para favorecer as classes superiores e assim a estrutura diamétrica atingir um equilíbrio em que sua taxa de natalidade estará igual à taxa de mortalidade.

Na figura 7 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.

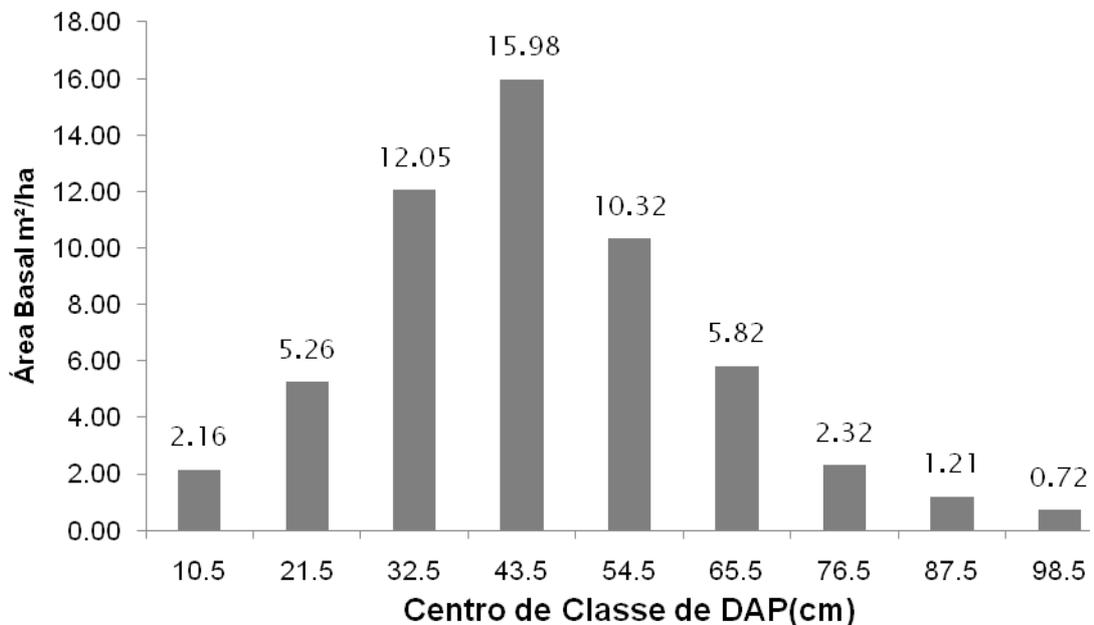


Figura 7: Histogramas da área basal das andirobeiras em uma área de 136 ha da APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classes diamétricas.

Apesar do maior número de indivíduos estarem nas primeiras classes, as classes que apresentam maior valor de área basal são as classes intermediárias (32,5 e 43,5). As classes de centro 87,5 e 98,5 apresentaram baixos valores de área basal devido terem poucos indivíduos, mesmo sendo as maiores andirobeiras da área.

No estudo de regeneração das andirobeiras, foram encontrados 277 indivíduos, com densidade de 10 indivíduos ha^{-1} , nas 63 unidades amostrais, sendo que 182 nas árvores matrizes (área 24 há densidade, 7,58 indivíduos $há^{-1}$), 63 nas

parcelas (área 0,75 ha, densidade 84 indivíduos há⁻¹) e 33 nos transectos (área 1,03 ha, densidade 31,84 indivíduos há⁻¹). Convertendo o valor de regenerantes encontradas na área total amostrada para os 136 hectares da APA, são estimados 1452 indivíduos em toda a área. As regenerações de andirobeiras amostradas se concentraram na primeira classe de altura, como pode ser visualizado na figura 8.

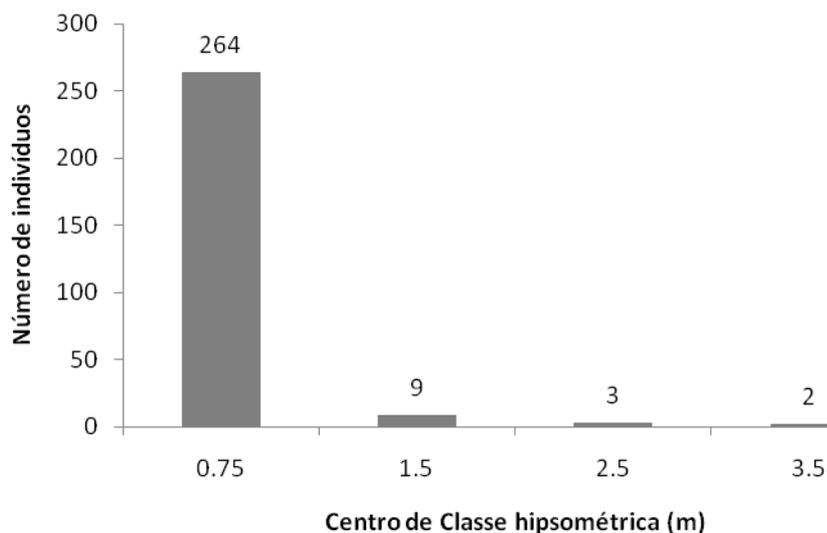


Figura 8: Histograma da frequência dos indivíduos em regeneração na APA da Fazendinha, Macapá-AP, por centro de classe hipsométrica em que: classe 1 ($0,5 \leq h < 1,0$ m); 2 ($1,0 \leq h < 2,0$ m); 3 ($2,0 \leq h < 3$ m) e 4 ($h \geq 3,0$ m e DAS < 5 cm).

Assim, avaliando o total de indivíduos, observou-se um predomínio da primeira classe, que agrupou as menores plantas, de 50 cm a 100 cm de altura, correspondendo a 95 % do total. Isso mostra que não há falta de sementes ou de germinação e estabelecimento inicial das mesmas na área. Essas mudas maiores de 1 m, provavelmente foram originadas da dispersão de sementes nos anos anteriores e representam a estratégia da espécie de formar banco de plântulas. A queda abrupta do número de regenerantes após 1 m de altura pode ser um indicativo de que as mudas estão entrando e se concentrando na primeira classe, a espera de algum distúrbio que facilite a entrada de luz no sub-bosque e promova seu desenvolvimento. Outra questão é que pode estar havendo elevada (92%) mortalidade na classe inicial, já que as plântulas menores tendem a morrerem mais rapidamente do que as maiores (DE STEVEN; WHRIGHT, 2002). Logo, o vigor da

plântula (altura, DAS e número de folhas) está relacionado com a sobrevivência, possibilitando à plântula uma maior defesa às ameaças e, conseqüentemente, maior longevidade.

Azevedo (2010), em estudo de regeneração de andirobeiras em uma floresta de várzea no Acre, comprovou que as plântulas que estavam inicialmente nas classes de 20 a 50 cm de altura morreram e as que tinham mais de 50 cm de altura apresentaram apenas 5% de mortalidade. Todas as plântulas menores que 20 cm de altura morreram no primeiro ou segundo mês de monitoramento. Logo, pode-se dizer que quanto menor a plântula menor a porcentagem de sobrevivência em campo. Azevedo (2010) ainda afirma que, o ambiente úmido pelas alagações eventuais favorece a proliferação de fungos que atacam as plântulas, levando-as a morte, o que pode explicar a maior mortalidade neste ambiente.

No método de parcelas quando foi testado por meio de regressão linear simples, o efeito da distância do rio sobre as variáveis respostas, só apresentou diferença significativa na relação distância do rio com a variável densidade, como pode ser visto na Figura 9.

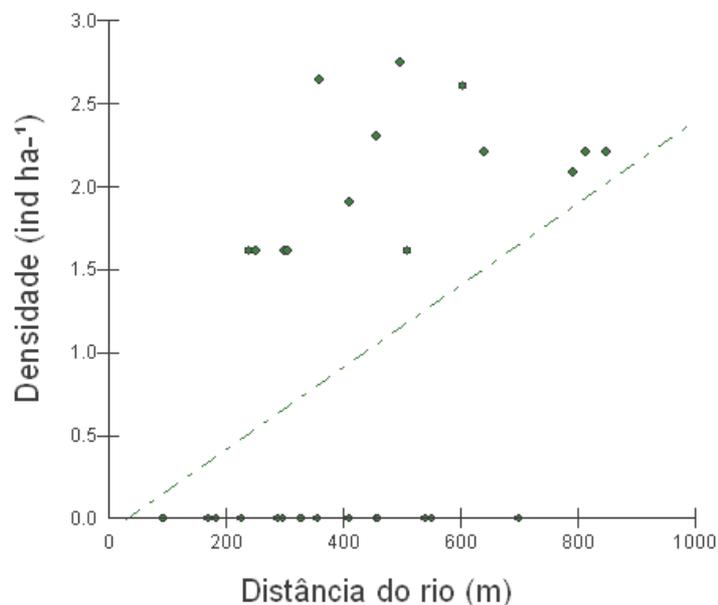


Figura 9: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a densidade de regenerações de andirobeiras em parcelas na APA da Fazendinha, Macapá-AP ($y=-0,0755+0,0025.X$, $p=0,0113$, $R^2=0,20$, $R=0,45$).

Pode-se inferir que mesmo o coeficiente de determinação sendo baixo, a densidade nas parcelas tem uma tendência a aumentar a medida que se afasta do rio Amazonas, pois o valor de p foi significativo e o coeficiente de correlação apresentou uma correlação positiva, mostrando que densidade e distância do rio tem uma correlação de 45%.

Para as variáveis média da altura e média do DAS, o valor de p não foi significativo, os resultados para essas análises podem ser vistos no apêndice 2.

Já o efeito da distância do rio para a amostragem das árvores matrizes só apresentou diferença significativa nas variáveis média da altura e média do DAS, como pode ser visto nas figuras 10 e 11.

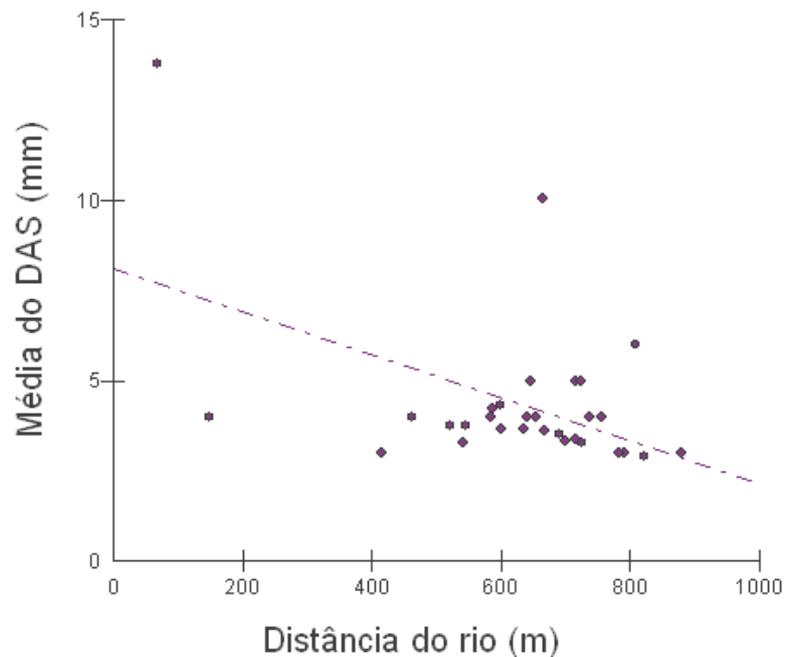


Figura 10: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a média do DAS das regenerações de andirobeiras sob as árvores matrizes, na APA da Fazendinha, Macapá-AP ($y=8,1163-0,0059.X$, $p=0,0081$, $R^2=0,22$, $R=0,47$).

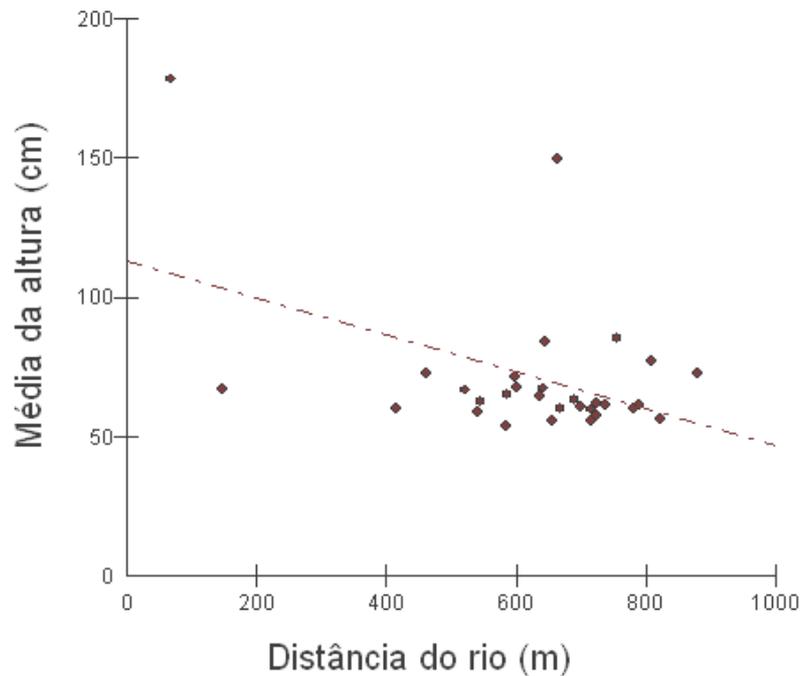


Figura 11: Regressão do efeito da distância do rio, sobre a média da altura das regenerações de andirobeiras sob árvores matrizes, na APA da Fazendinha, Macapá-AP ($y=112,97-0,0662.X$, $p=0,0145$, $R^2=0,19$, $R=0,43$).

Esses gráficos indicam que a medida que se afasta do rio amazonas as andirobeiras em regeneração em volta das árvores matrizes tem uma tendência a diminuir em relação a altura e diâmetro.

A distância do rio também foi testada para a densidade dos indivíduos adultos como pode ser visto nas figuras 12 e 13.

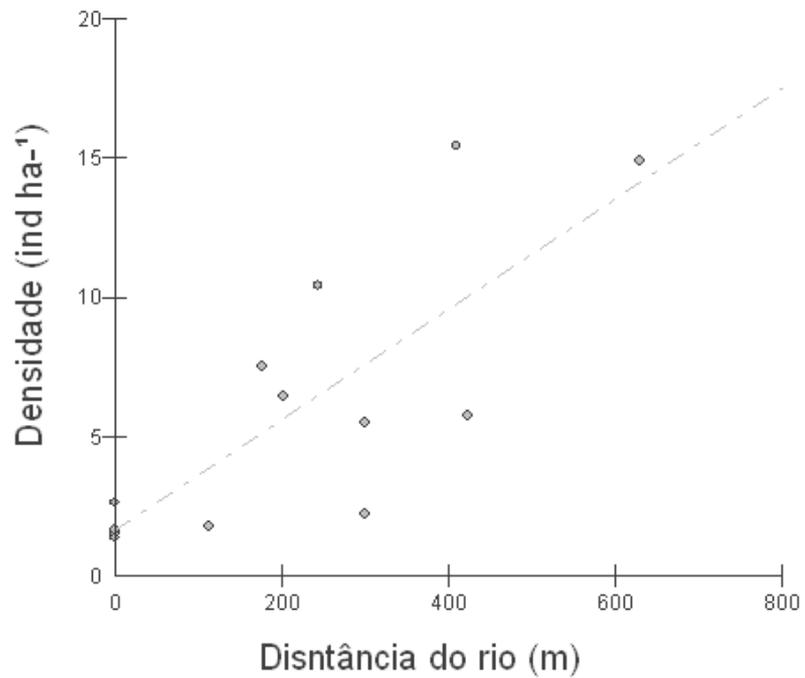


Figura 12: Regressão linear do efeito da distância do rio, sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá-AP, ($y=1,6502+0,0199.X$, $p=0,00018$ $R^2=0,64$, $R=0,80$).

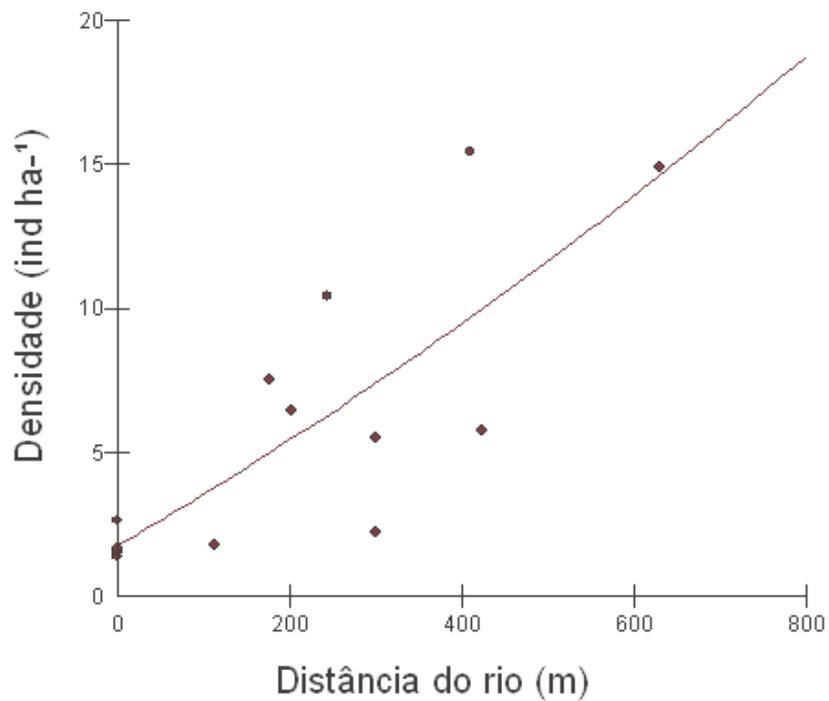


Figura 13: Regressão polinomial do efeito da distância do rio, sobre a densidade das andirobeiras adultas na APA da Fazendinha, Macapá-AP, ($y=5E-06.x^2+0,0174.x+1,7831$, $p=0,0038$, $R^2=0,64$, $R=0,80$).

Verifica-se que, tanto no modelo linear quanto no polinomial, os coeficiente de determinação e correlação foram iguais sendo que o modelo linear obteve um ajuste um pouco melhor, devido apresentar $p=0,00018$ menor que no modelo polinomial. Sendo assim, a densidade de andirobeiras adultas tem uma alta tendência de ser influenciada pela distância do rio, pois o coeficiente de correlação de $R= 0.80$ indica que a densidade das andirobeiras adultas está aumentando a medida que se afasta do rio Amazonas. Isso pode ser comprovado por meio da análise de distribuição espacial, que mostra uma agregação mais distante do rio.

Com relação aos métodos de amostragem da regeneração natural, pode-se constatar que estatisticamente não houve diferença significativa entre os mesmos quando a variável resposta era a densidade. Foram feitas tentativas de transformações (log e inverso) para homogeneizar a variância dos dados, mas não foram eficientes. Portanto, foi utilizada uma estatística não paramétrica. O método Kruskal-Wallis apresentou valor de $H= 0,2844$; $p = 0,5938$, para a variável resposta densidade de regenerantes, mostrando que não há diferença significativa entre os métodos de amostragens do número de regenerações de andirobeiras. A comparação entre as amostragens em função da densidade pode ser vista na Figura 14.

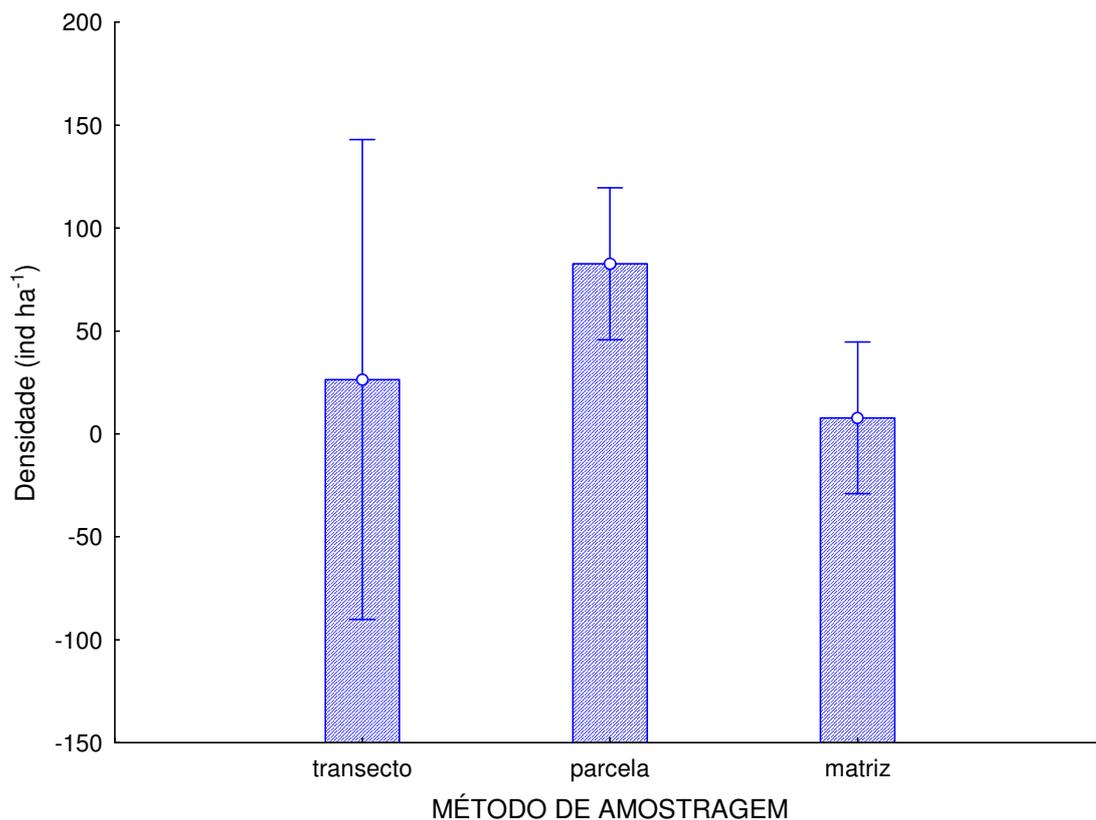


Figura 14: Comparação entre os métodos de amostragens em função da densidade das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza.

Sendo assim pode-se inferir que, independente do método utilizado, não haverá diferença entre eles. Logo, se for levar em conta a questão econômica e de ordem prática, o método de transectos é mais barato e de fácil aplicação. No entanto, o método que utilizou transectos apresentou a maior variação em torno da média, provavelmente em função da menor quantidade de unidades amostrais.

Quando a variável comparada é a média de altura das regenerantes, o método Kruskal-Wallis apresentou ($H = 8.6547$ $p = 0.0132$) (FIGURA 15).

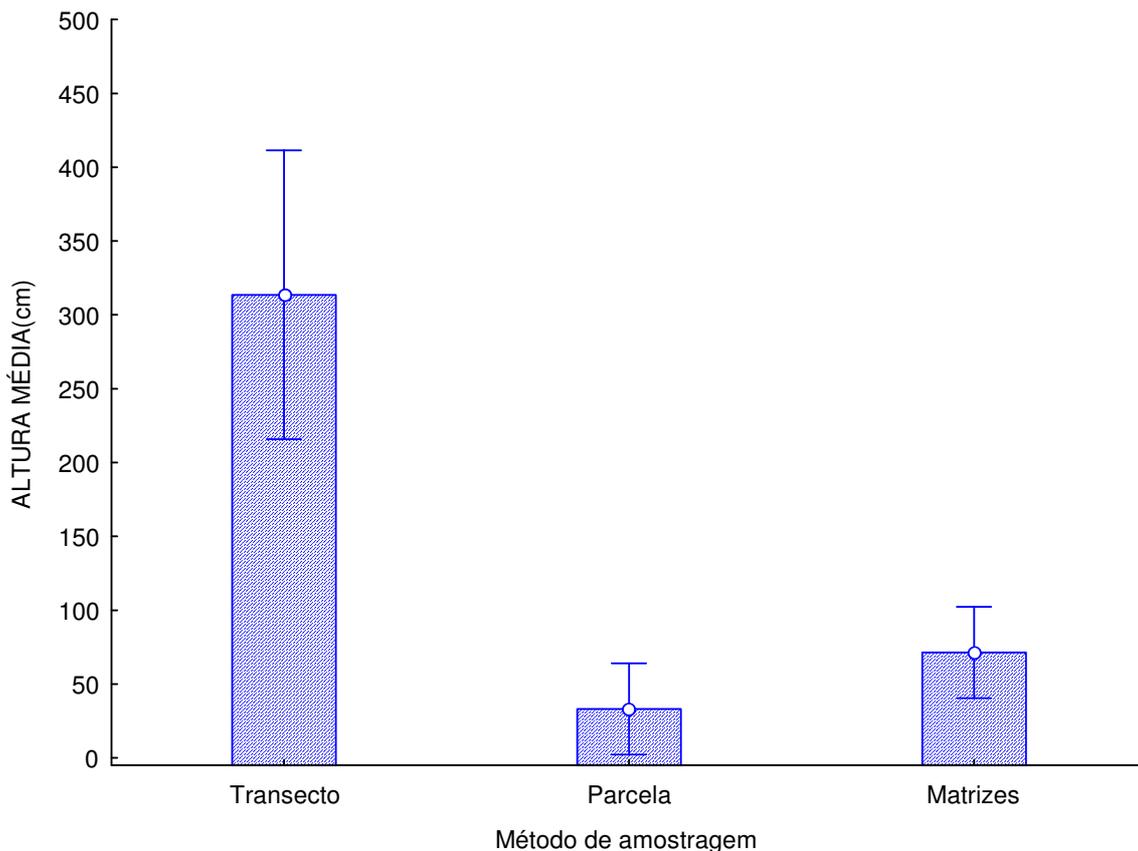


Figura 15: Comparação entre os métodos de amostragens em função da média de altura das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza.

Para essa variável a diferença foi significativa, sendo que nos diferentes métodos amostrais serão encontradas diferentes médias de altura. Jardim et. al., (2007), ao comparar o crescimento das espécies *Vouacapoua americana* e *Protium paraenses* em relação aos diferentes tamanhos de clareiras, observou que essas não apresentaram diferença significativas no crescimento em altura em relação aos tamanhos de clareiras. Porém Paiva e Guedes (2008) comparando altura média de regenerações de *Bertholletia excelsa* em capoeira baixa e capoeira alta no estado do Amapá mostraram que as regenerações encontradas em capoeira baixa, apresentaram maior média de altura.

As diferenças nas médias do DAS das regenerações em função da amostragem também mostraram-se significativas ($H=21,80$; $p<0,001$). As diferenças entre as médias dos valores podem ser visualizadas figura 16.

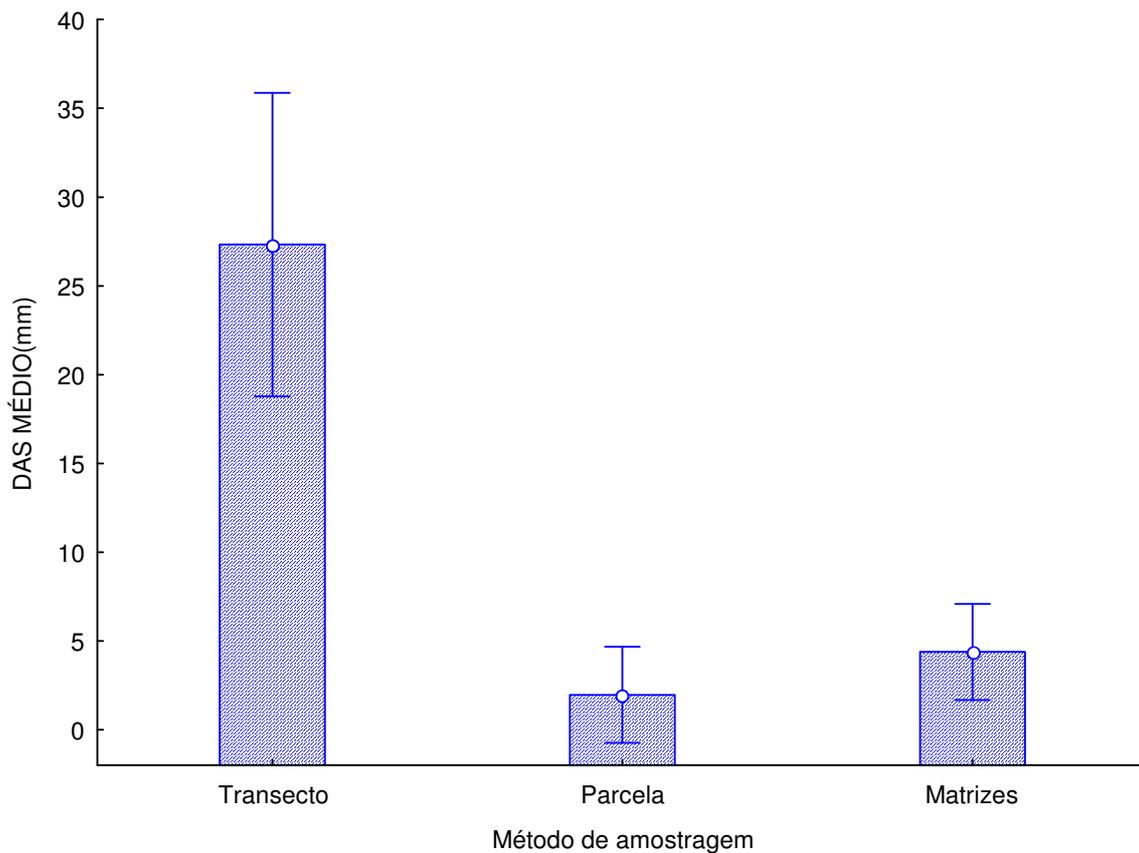


Figura 16: Comparação entre os métodos de amostragens em função da média do DAS das regenerações de andirobeiras, na APA da Fazendinha, Macapá-AP. A variação apresentada em torno da média é o intervalo de confiança construído com 95% de certeza.

Sendo que para esta variável também haverá variação de diâmetros nos diferentes métodos amostrais.

Entre a intensidade amostral para os 3 métodos utilizados, o que apresentou valores mais confiáveis foi para as árvores matrizes. Com exceção da variável densidade, para a média de altura e média do DAS, foi calculado um erro relativo admissível menor que 20 %. A intensidade amostral também esteve abaixo do tamanho da amostra utilizada com 30 árvores matrizes. Os resultados dessa análise e para os outros métodos de amostragem podem ser vistos no apêndice 3.

6 CONCLUSÕES

A distribuição espacial das andirobeiras adultas em ambiente de várzea estuarina é agregada.

A estrutura diamétrica das andirobeiras mostra que a população não está senescente, com maior abundância de indivíduos jovens do que adultos; no entanto, não está balanceada.

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.

O método não influencia na amostragem da densidade das regenerações, porem influencia na estimativa de crescimento.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. C.; LIRA, A. C. S.; NOGUEIRA, O. C. Inventário florestal de andirobeiras (*Carapa* sp.) na APA da Fazendinha (floresta de várzea) no município de Macapá, In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UEAP,2 ,2009, Macapá, *Anais...* Macapá, 2009. p.35.

ALVES JUNIOR, F. T.; *Utilização do quociente de de Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmento de floresta ombrofila em Pernambuco.* 2007. 45p. Dissertação (mestrado em ciências florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.

ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F.; SILVA, S. O. Utilização do quociente de de liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de floresta ombrófila aberta em Pernambuco. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 20, n. 2, p. 307-319, 2010.

AMAPÁ. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. *Macrodiagnóstico do estado do Amapá: primeira aproximação do zoneamento ecológico econômico.* Macapá: IEPA – ZEE, 2002. 140 p.

ANJOS, A. MAZZA, M. C. M; SANTOS, A. C. M. C; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da auracária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas do estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. *Revista Scientia Forestalis*, n.66, p.38-45, 2004.

ANJOS, A; COUTO, H. T. Z; BATISTA, J. L. F; REIZ, A. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), utilizando a função K Ripley. *Revista Árvore*,Viçosa-MG, v.22, n.2, p.215-225, 1998.

ANTONINI, R. D.; A. F. NUNES-FREITAS. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* DC. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. *Revista Acta Botânica Brasílica*. São Paulo-SP. v.18; p.671-676.2004.

ARAUJO, F.S.; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A. A; LANI, J.L; PIRES, I.E. 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. *Revista Acta Amazônica*. Manaus-AM, v. 36, n. 4, p. 447 – 464, 2006.

ABREU, J. C., Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de...

ASSUNÇÃO, S.L.; FELFILI, J.M. Fitossociologia de um Fragmento de Cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Revista Acta botânica brasílica*, São Paulo-SP, v.18, n.4, p. 903-909. 2004.

AUSTREGÉSILO, S. L; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A; SOUZA, A. L; MEUNIER, I. M. J; SANTOS, E. S. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.227-232, 2004

AZEVEDO, V. G. *Dinâmica da regeneração natural de Carapa guianensis Aublet. na reserva florestal da Embrapa Acre*. 2010. 78p. (mestrado em Ecologia e manejo de recursos naturais). Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2010.

BOTREL, M. C. G.; VIEIRA, F. A. Análise da distribuição diamétrica de procedências de *eucalyptus grandis* hill ex maiden cultivadas em lavras – MG. *Revista científica eletrônica de engenharia florestal*, v.3, n.6, 2005.

BOUFLEUER, N. T. *Aspectos ecológicos de andiroba (carapa guianensis aublet., meliaceae), visando seu manejo e conservação*, 2004. 86f. Dissertação (mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre. Rio branco-AC, 2004.

BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; ZÁCHIA, R. A. Distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) Garay (Orchidaceae) em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, RS, Brasil. *Revista Acta botânica brasílica*. São Paulo-SP v.18, n.1, p: 31-35. 2004.

CAMPUS, J. C. C.; LEITE, H. G. *Mensuração florestal: perguntas e respostas*. 3.ed, Viçosa-MG: editora UFV, 2009.

CARVALHO, J.O. P. de. *Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (Aniba duckei) na Floresta Nacional do Tapajós*. Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 24 p. (Boletim de Pesquisa, 53).

CARVALHO, J.O.P. *Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no estado do Pará*. 1982. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.

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.* *Revista Ciências Florestais.*, Santa Maria-RS, 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, 445-453, 1954.

CORAIOLA, M.; NETTO, S. P. análise da estrutura dimensional de uma floresta estacional semidecidual localizada no município de cássia-mg: estrutura diamétrica,

ABREU, J. C., Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de...

Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba-PR, v.1, n.3, p. 11-24, 2003.

COUTO, H, T, Z; BATISTA, J. L. F; RODRIGUES, L. C. E. Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais, *documentos florestais*, Piracicaba-SP, v.5: p.1-37, nov.1989.

CUNHA, U. S. *Dendrometria e inventário florestal*, Escola Agrotecnica Federal de Manaus, Manaus-AM, 2004.

DE LIOCOURT, F. De l'aménagement dès sapinières. Tradução Maria Nygren. *Société Forestière de Franche-Comté et Belfort*, Bulletin trimestriel, p.396-409, juillet 1898.

DE STEVEN, D.; WRIGHT, J. Consequences of variable reproduction for seedling recruitment in three neotropical tree species. *Ecology*, v. 83, n. 8, p. 2315-2327, 2002.

FERRAZ, I. D. K; CAMARGO, J. L. C; SAMPAIO, P. T .B. sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Revista. Acta Amazônica*, Manaus-AM. v.32, n.4, p.647-661. 2002.

FORGET, P. M.; PONCY, O.; THOMAS, R. S.; HAMMOND, D. S.; KENFACK, D. A new species of *Carapa* (Meliaceae) from Central Guyana. *Brittonia*, v.61, n.4, pp. 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-MG, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GAMA, J. R. V; BOTELHO, S. A; BENTES-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. *Revista Ciências Florestais*, Santa Maria-RS. v.13, n.2, p.71-82, 2003.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERLAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* n.148: p.185-206. 2001.

GOMES, H. S. R. *Estrutura populacional e produção de andiroba em ambiente de terra firme e várzea no sul do Amapá*, 2010. 82 p. 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.

ABREU, J. C., Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de...

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-NHMET. Climas, Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acessado dia 27 de abril de 2010.

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

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. *Revista Acta Amazônica*. v.37, n.1, p.37-48, 2007.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. Menlo Park: Benjamin Cummings, 620p, 1998.

LEITE, A. M. C. *Ecologia de Carapa guianensis Aublet. (MELIACEAE) "ANDIROBA"*. 1997. 180 f. Tese (Doutorado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, 1997.

LIMA, C.S.A. *Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado*. Lavras, 1997. 159p. Tese (mestrado). Universidade Federal de Lavras, 1997.

MARTINS, F. R. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Campinas: UNICAMP, 1991. 245 p.

MEYER, H.A. STEVENSON, D.D. Structure and growth of virgin beech-birch-maple-hemlock forests in northern Pennsylvania. *J. Agric. Res.*, 67: 465-484. 1943

MEYER, A. H. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forest*, v.50, 85-92, 1952.

MORAES NETO, A. D; BRAVO, C. V; ROQUE, R. A. M; ANDRADE, W. F. *Utilização de métodos estatísticos em inventário florestal*, Universidade de São Paulo escola superior de agricultura "luiz de queiroz" departamento de ciências exatas, Piracicaba-SP, 2003.

NASCIMENTO, A. R. T; LONGHI, S. J; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova prata, RS. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v.11, n.1, 2001.

NEVES, O. S. C; BENEDITO, D. S; MACHADO, R. V; CARVALHO, J. G. 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 - MG, v.28, n.3, p. 343-349, 2004.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M. C.; Regeneração natural de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em área de capoeira no Amapá, In: anais do seminário projeto

ABREU, J. C., Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de...

kamukaia, 1 ,2009, Rio Branco, *Anais...* Rio Branco, 2008. p.25.

POGGIANI, F Estrutura, funcionamento e classificação das florestas: implicação ecológica das florestas plantadas. *Documentos Florestais*, n.3, p. 9- 14, 1989.

QUEIROZ, J. A. L. D. *Fitossociologia e distribuição diamétrica em floresta de várzea do estuário do Rio Amazonas no estado do Amapá*. 2004. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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. *Revista Floresta*, Curitiba-PR. v.37, n.3, set/dez 2007.

ROLLET, B. *Arquitetura e crescimento das florestas tropicais*. Belém: SUDAN, 1978. 22p.

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*, por C. W.; SAMPAIO, P. T.; CLEMENT, C. R. Manaus : [INPA], p. 207-215. 2000.

SANQUETA, C. R; WATZLAWICK, L. F; CÔRTE, A. P. D; FERNANDES, L. A. V; SIQUEIRA, J. D. P. *Inventários florestais: planejamento e execução*. 2.Ed. Curitiba-PR: Multigraphic gráfica e editora, 2009.

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 – RN, v.4, n.3, p. 85 - 90, 2009.

SILVA COSTA, L. G. *et al. Projeto viabilidade técnica do extrativismo vegetal na Amazônia: O caso da andiroba e copaíba*. Belém, 2003. 41p.

SILVA, J. A. A., NETO, F. P. *Princípios básicos de dendrometria*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, 1979. 191p.

SILVA, J. A; LEITE, E. J; NASCIMENTO, A. R. T; REZENDE, J. M. Padrão de distribuição espacial e diamétrica de indivíduos de *Aspidosperma* spp na reserva genética florestal tamanduá, DF. *Comunicado técnico EMBRAPA-DF*, Brasília-DF, 2004.

SOARES, C. P. B; NETO, F. P; SOUZA, A. L. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa-MG: editora UFV, 2007.

ABREU, J. C., Distribuição diamétrica, espacial e regeneração natural de...

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-MG, v.29, n.4, p.617-625, 2005.

TONINI, H., COSTA, P. e KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* o. Berg) em Roraima. *Revista Floresta*, v.38, n.3, 445-457, 2008.

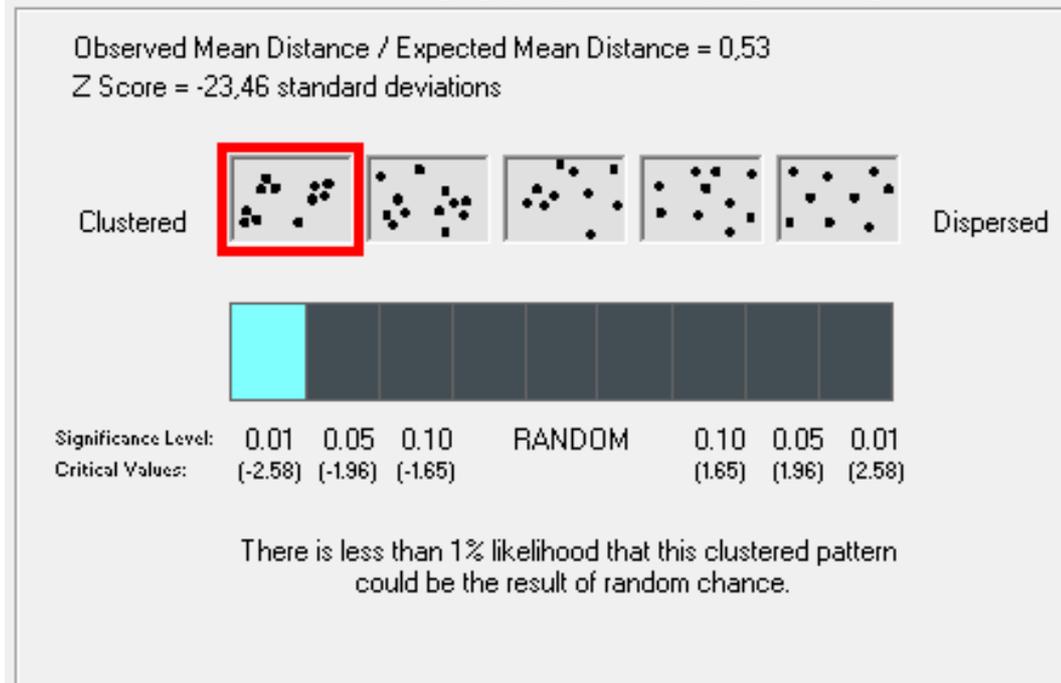
TONINI, H., COSTA, P. e KAMINSKI, P. E. *Estrutura e distribuição espacial da andiroba em floresta natural de Roraima*. Comunicado Técnico. 2008. Disponível em<http://www.cpafrf.embrapa.br/embrapa/attachments/269_cot092008_andiroba_helio.pdf>, Acessado em abril de 2009.

ZEE. *Primeira aproximação do Zoneamento Econômico Ecológico do Amapá*. Relatório Final (Versão Simplificada). Macapá: GEA/IEPA, 104 p. 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Análise do índice de agregação por meio do programa arcgis



APÊNDICE 2

Regressão do efeito da distância do rio sobre as variáveis respostas

Variáveis	p	R ²	R	Equação
Média do DAS nas parcelas	0,6923	0,01	0,11	$y=4,9177-0,0014.X,$
Média da Altura nas parcelas	0,6978	0,01	0,11	$y=74,327-0,0064.X,$
Densidade nas matrizes	0,2966	0,03	0,19	$y=2,0165+0,0092.X,$

APÊNDICE 3

Intensidade amostral e erro relativo para os 3 métodos de amostragem utilizados

Método amostral	Densidade	E%	Média da altura	E%	Média do DAS	E%
Transecto	830.00	332.00	796	340	763	347
Parcela	320.00	65.00	129	42	200	51
Matriz	119	40	15	14	27	19