

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO AMAPÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE TROPICAL**

Henrique Szymanski Ribeiro Gomes

**ESTRUTURA POPULACIONAL E PRODUÇÃO DE ANDIROBA EM TERRA  
FIRME E VÁRZEA NO SUL DO AMAPÁ**

Macapá, AP

2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**  
**CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL**  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**  
**INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO AMAPÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE TROPICAL**

Henrique Szymanski Ribeiro Gomes

**ESTRUTURA POPULACIONAL E PRODUÇÃO DE ANDIROBA EM TERRA  
FIRME E VÁRZEA NO SUL DO AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em biodiversidade tropical, na área de ecologia e meio ambiente.

Orientador: Dr. Marcelino Carneiro Guedes

Macapá, AP

2010

**HENRIQUE SZYMANSKI RIBEIRO GOMES**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E PRODUÇÃO DE ANDIROBA EM TERRA  
FIRME E VÁRZEA NO SUL DO AMAPÁ**

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelino Carneiro Guedes  
Centro de Pesquisas Agrofloretais – Embrapa Amapá

---

Examinadora: Dra. Ana Cláudia Silva de Lira  
UEAP, Macapá-AP

---

Examinadora: Dra. Eleneide Doff Sotta  
Embrapa Amapá

---

Examinadora: Dra. Helenilza Albuquerque Cunha  
UNIFAP, Macapá-AP

---

Suplente: Dr. Helio Tonini  
Embrapa Roraima, Boa Vista-RR

## RESUMO

Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) estão no centro das atenções de vários esforços que visam a conservação da Amazônia. A andirobeira (*Carapa guianensis* Aublet), conhecida pelo óleo de suas sementes, é uma espécie potencial para o manejo de PFNM. No entanto, ainda carece de pesquisas que subsidiem um plano de uso que viabilize a extração comercial e minimize os danos ao ecossistema. Neste trabalho foram estudados aspectos relacionados à ecologia de populações, à produção e ao beneficiamento de sementes de andirobeiras da terra firme e várzea do sul do Estado do Amapá. Foram comparados os padrões de distribuição espacial, distribuição de classes diamétricas e estrutura vertical de andirobeiras destes dois ambientes. Além disso, avaliou-se a produção, remoção e predação de sementes no campo, assim como o rendimento na extração e características físico químicas do óleo das sementes. Foram utilizadas 4 parcelas permanentes de 300 m x 300 m localizadas na Reserva Extrativista do Rio Cajari, sendo duas instaladas em área de várzea (n=297) e duas em terra firme (n=62). Foram mapeadas e inventariadas todas as andirobeiras com diâmetro a altura do peito (DAP>10 cm). Foi monitorada a produção de frutos e sementes em 12 andirobeiras na várzea e 32 na terra firme. Para estudar o consumo de sementes pela fauna foi analisada a remoção de sementes em terra firme por um período de 60 dias. A população de andirobeiras da várzea apresentou maior densidade (16,5 ind.ha<sup>-1</sup>) do que as andirobeiras da terra firme (7 ind ha<sup>-1</sup>) e distribuição diamétrica melhor ajustada à curva exponencial negativa. A média dos diâmetros na terra firme foi de 38,1 cm com área basal de 1,13 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Na várzea a média dos diâmetros foi de 23,0 cm com área basal de 0,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Isso indica que apesar de possuir andirobeiras menores, a população da várzea possui uma estrutura mais balanceada com melhor recrutamento, que pode ser constatado pela maior proporção de indivíduos nas classes diamétricas inferiores. A distribuição espacial das populações nos dois ambientes amostrados foi predominantemente agregada. O monitoramento da produção mostrou uma elevada variação da produção efetiva entre andirobeiras em ambos ambientes. A remoção de sementes pela fauna foi baixa (16% após 60 dias), embora houvesse a presença de roedores na área de estudo. O rendimento de extração de óleo das sementes secas e descascadas variou, em média, de 41 a 47%. Considerando o processamento das sementes úmidas, o rendimento foi cerca de 15 a 20% em peso de óleo, com maiores rendimentos para as sementes oriundas da várzea. A desidratação das sementes a uma temperatura de 100 °C proporcionou maior rendimento, porém aumentou a acidez, o que é indesejável. Devido ao período de monitoramento de apenas 1 ano e a elevada variação na produção de sementes entre andirobeiras, não foi possível estimar com precisão a produtividade. Para a elaboração de planos de manejo da espécie, assim como para o dimensionamento de unidades de beneficiamento de óleo, recomenda-se que o potencial produtivo efetivo do local do empreendimento seja determinado por meio de inventário 100% das andirobeiras que serão exploradas e de amostragem representativa da produção de sementes.

**Palavras chave:** *Carapa guianensis*, sementes de andirobeiras, azeite de andiroba, Resex Cajari, Amazônia

## ABSTRACT

The non timber forest products (NTFP) commercialization is undergoing major efforts to the Amazonian conservation nowadays. Due to its valuable seed oil and high occurrence, the crabwood (*Carapa guianensis*) is a potential NTFP specie to be sustainably exploited. Besides that it still needs information to hold a plan of use that would congregate its commercial exploitation to environment conservation. This work approaches some population ecology and productive aspects of *C. guianensis* from flood plain and terra firme forest in the south of Amapá state. The spatial structure patterns, diametric class distribution and vertical structure were compared from these two populations. The seed production, seed removal and its oil extraction process were also analyzed. Four plots of 300 x 300 m were installed in the Reserva Extrativista Rio Cajari, two of them in terra firme forest (n=62) and the other two in flood plain (n=297). All *C. guianensis* individuals (DAP > 10) were measured and mapped by X and Y grid coordinate system. Twelve trees at flood plain and thirty two trees had its seed production monitored during the whole harvesting season. In order to study the seed consumption by fauna a study was conducted during a 60 day period in terra firme forest. The results showed higher tree density to the flood plain population (16,5 tree ha<sup>-1</sup>) and a regular diametric distribution with best adjustment to negative exponential model. The terra firme forest population show a poor adjustment and showed itself less abundant (7 tree ha<sup>-1</sup>). However it showed greater mean diameters (38,1 cm) and basal area (1,13 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) compared to the population of the flood plain (23,0 cm and 0,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>). It means that floodplain population has greater recruitment due its higher proportion of small trees. The spatial distribution was clustered for both populations. A high standard deviation was observed from seed production values among both ecosystem trees. The seed removal was considered low (16% after 60 days), even though rodent remarks were seen all around. The oil extraction process of dry seeds yielded 41 to 47%. Considering the whole process (fresh seeds) it yielded about 15 to 20% by weight of oil with a higher rates for the seeds from the floodplain. Higher temperatures (100°C) during dry process incises on greater efficiency although it makes oil acid content increase. Due the monitoring time for only one year and great standard deviation on tree production its not possible to make a confident productivity estimative. We recommend the use of 100% productive crabwoods inventory and effective production values of sazonal samples in order to elaborate a confident harvesting plan.

**Key-words:** *Carapa guianensis*, crabwood seeds, crabwood oil, Resex Cajari, Amazonia

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição das espécies a) <i>C. guianensis</i> e b) <i>C. procera</i> na região dos Escudos das Guianas. ....	5
Figura 2- Localização da RESEX Cajari no Estado do Amapá. ....	14
Figura 3- Localização das vilas próximas aos locais de estudo e representação da vegetação predominante da Reserva Extrativista Rio Cajari.....	17
Figura 4- Regressão da frequência de andirobeiras em função dos centros de classes de DAP e equações ajustadas pelo modelo exponencial negativo para os ecossistemas: A) várzea (n=297, 9 classes, amplitude=4,7 cm) e B) terra firme (n=62, 7 classes, amplitude=14,6 cm).28	
Figura 5- Histogramas de distribuição de frequência de andirobeiras por classes diamétricas em ecossistemas de a) várzea e b) terra firme no sul do Amapá. ....	29
Figura 6- Distribuição espacial das andirobeiras com DAP $\geq 10$ cm nas parcelas de 9 ha localizadas na Reserva extrativista Rio Cajari - Amapá. Parcela I – terra firme e parcelas II IV - várzea .....	29
Figura 7- Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de formato de copa na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá. ....	30
Figura 8- Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de posição de copa na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá. ....	31
Figura 9- Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de infestação de cipó na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá. ....	31
Figura 10- Produção média mensal por andirobeira e o acumulado mensal de pluviosidade nos ambientes de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá durante o ano de 2009. ....	44
Figura 11- Porcentagem dos indivíduos reprodutivos em relação ao total de andirobeiras amostradas, separados em classes de diâmetro nos ambientes de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá.....	45
Figura 12- Porcentagem de indivíduos reprodutivos sobre o total de árvores por classe nos ambientes: a) várzea e b) terra firme no sul do Estado do Amapá. ....	46
Figura 13- Contribuição de cada classe de diâmetro na produção total de sementes de andiroba durante a safra de 2009 na várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá.....	47
Figura 14- Relação entre a produção efetiva de sementes em 2009, medida em andirobeiras (n=32) do ambiente de terra firme do sul do Amapá, e seus respectivos diâmetros. ....	48
Figura 15- Rendimento médio da extração de óleo de sementes de andiroba em ambientes de várzea e terra firme construídos com intervalo de confiança para cada ambiente. ....	50

Figura 16- Rendimento médio na extração de óleo de sementes de andiroba em diferentes tratamentos de temperatura de desidratação (40, 70 e 100°C) construídos com o intervalo de confiança para cada tratamento. .... 51

Figura 17- Acidez média do óleo extraído de sementes de andiroba desidratadas em diferentes temperaturas (40, 70 e 100°C) com intervalo de confiança para cada tratamento de desidratação. .... 51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores de densidade, média e desvio padrão das alturas (H) e diâmetros (DAP), área basal (AB) e volume (V) de andirobeiras inventariadas em ecossistemas de várzea (n=297) e terra firme (n=62) no sul do Estado do Amapá. ....	27
Tabela 2- Razão de variância média (R) e Índice de Morisita das parcelas de várzea e terra firme na Reserva extrativista Rio Cajari- Amapá.....	30
Tabela 3- Diâmetro mínimo reprodutivo (DAP mr) e porcentagem de indivíduos reprodutivos (IR) de sementes de andirobeiras em ambientes de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá.....	43
Tabela 4- Número e porcentagem de sementes perdidas e intactas após 60 dias de exposição abaixo das copas de andirobeiras.....	48
Tabela 5- Estimativa de conversão em peso das etapas de beneficiamento das sementes de andiroba no processo de extração de óleo. ....	49

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.1.1 Descrição botânica da andiroba .....	3
1.1.2 Área de ocorrência .....	4
1.1.3 Fenologia .....	5
1.1.4 Dispersão de sementes .....	6
1.1.5 Estrutura horizontal das populações .....	7
1.1.6 Estrutura vertical das populações .....	8
1.1.7 Produção e predação de frutos e sementes .....	8
1.1.8 Uso e conhecimento tradicional sobre a espécie .....	9
1.1.9 Uso comercial do óleo e da madeira da andiroba .....	10
1.1.10 Extração tradicional e industrial do óleo .....	13
1.2 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO .....	14
1.2.1 Reserva Extativista Rio Cajarí .....	14
1.2.1.1 Localização .....	14
1.2.1.2 Clima .....	15
1.2.1.3 Geologia e solos .....	15
1.2.1.4 Hidrografia .....	15
1.2.1.5 Vegetação .....	16
1.2.1.6 Fauna .....	18
1.2.2 Escola Família Agroextrativista (EFA) do Carvão .....	18
1.2.2.1 Localização .....	18
1.2.2.2 Proposta metodológica .....	18
<b>2. ESTRUTURA POPULACIONAL DE ANDIROBEIRAS EM FLORESTA DE TERRA FIRME E VÁRZEA NA RESEX DO RIO CAJARI - AP</b> .....	20
2.1 INTRODUÇÃO .....	20
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
2.2.1 Demarcação e localização das parcelas experimentais .....	23
2.2.2 Levantamento de andirobeiras e coleta de dados .....	23
2.2.3 Análise dos dados .....	24
2.3 RESULTADOS .....	26
2.4. DISCUSSÃO .....	32
2.5 CONCLUSÕES .....	36

<b>3. PRODUÇÃO DE SEMENTES E ÓLEO DE ANDIROBA (Carapa guianensis) NO SUL DO ESTADO DO AMAPÁ</b> .....	37
3.1 INTRODUÇÃO.....	37
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.2.1 Área de estudo .....	39
3.2.2 Coleta de dados para avaliação do estado reprodutivo.....	39
3.2.3 Coleta de sementes para monitoramento da produção .....	39
3.2.4 Experimento de remoção de sementes .....	40
3.2.5 Procedimentos laboratoriais .....	40
3.2.6 Análises dos dados .....	42
3.3 RESULTADOS .....	43
3.3.1 Produção de sementes.....	43
3.3.2 Predação e remoção de sementes.....	48
3.4 DISCUSSÃO .....	52
3.5 CONCLUSÕES .....	55
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	58
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	59
APENDICES.....	68

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A comercialização de produtos florestais e, particularmente, de produtos florestais não madeireiros (PFNM), vem sendo proposta a mais de 20 anos como estratégia capaz de promover a conservação ambiental e melhorar o padrão de vida de comunidades florestais (MORSELLO, 2004, SHANLEY *et al.*, 2006). A utilização dos múltiplos recursos não madeireiros frente a outras atividades como agricultura, pecuária e atividade madeireira, mesmo a de impacto reduzido, parece ser a forma mais viável para associar o desenvolvimento à manutenção da cobertura florestal e à conservação da biodiversidade.

Ao mesmo tempo em que torna-se urgente buscar a diversificação e comercialização de novos produtos oriundos da Amazônia para promover a valorização da floresta em pé, é importante salientar que o reduzido conhecimento sobre a auto-ecologia das espécies dificulta o manejo sustentável da floresta. Outra dificuldade para implementar práticas de manejo não madeireiro é a carência de dados sobre a produção das espécies e sobre os estoques disponíveis. Dentro desta perspectiva, projetos que viabilizem o estudo sobre as espécies de interesse econômico da Amazônia são essenciais para um bom manejo destas, garantindo a manutenção da sua biodiversidade.

A andiroba é uma das espécies florestais da Amazônia capaz de promover a valorização e o uso econômico da floresta. Ela pode ser utilizada tanto na indústria madeireira como na produção de óleo das sementes. A andiroba demonstra potencial para o manejo por apresentar-se em alta densidade em alguns ecossistemas e por apresentar alta capacidade de regeneração (WEBB, 1998, BOUFLEUER, 2004, CLOUTIER *et al.*, 2007). No entanto, recomenda-se que sejam levados em consideração níveis máximos de colheita de sementes, deixando propágulos suficientes para dispersão da espécie e para alimentação dos animais silvestres (SEPROF, 2001, FORGET *et al.*, 2002). Nesse sentido, é fundamental a quantificação de seu potencial de produção e consumo para se determinar uma taxa de colheita das sementes de andiroba que minimize o efeito desta sobre o ecossistema. O acompanhamento da produção de frutos e sementes ao longo dos anos é importante para gerar informações sobre a sazonalidade de frutificação e para a escolha de matrizes.

O trabalho que originou esta dissertação esteve vinculado ao Projeto Kamukaia, programa de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária sobre PFNM, que vem sendo desenvolvido desde 2005 em vários estados da Amazônia, sob a liderança da Embrapa Acre. O objetivo do Kamukaia é estudar aspectos ecológicos relacionados à produção de PFNM potenciais, como base para desenvolver técnicas de manejo sustentável, gerando

resultados diretamente aplicáveis às políticas públicas. Como parte deste programa também se objetiva promover a formação de uma rede de pesquisas sobre PFM na Amazônia. Os estudos com a andiroba realizados no Amapá estão concentrados no sul do Estado nos municípios de Mazagão e Laranjal do Jarí.

Situado no Estuário Amazônico, o Amapá possui suas terras pertencente à bio região determinada de “Escudo das Guianas”. O Estado ocupa uma área de aproximadamente 14.000.000 ha e encontra-se em situação privilegiada, com cerca de 96% de sua cobertura natural intacta. Uma grande parte do Estado (74%) encontra-se protegida por um mosaico de unidades de conservação, federais, estaduais e municipais, e Terras Indígenas. Recentemente, o Governo do Amapá adotou uma proposta de integração destas unidades na forma do Corredor de Biodiversidade do Amapá. Essa política prevê a interligação das unidades existentes, estudos sobre a viabilidade de criação de novas unidades e o estabelecimento de um mosaico de sistemas de utilização sustentáveis fora das unidades de proteção integral.

Além de contribuir com a política de uso sustentável dos recursos florestais do Amapá, gerando informações sobre ecologia e manejo da andiroba, com os resultados gerados neste trabalho, pretende-se atuar em nível local junto às comunidades para criar subsídios para a exploração e comercialização da espécie. As informações geradas na Reserva Extrativista do Rio Cajari (Resex Cajari) deverão ser utilizadas para auxiliar na construção do plano de manejo da unidade, cuja elaboração iniciou-se em 2009.

A presente dissertação foi elaborada com o objetivo de atender ao objetivo geral de avaliar aspectos produtivos e relacionados às populações naturais de andirobeiras em ecossistemas de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá. Esta está estruturada em dois capítulos: o primeiro descreve a estrutura populacional e o segundo descreve aspectos produtivos da espécie. Estes estão precedidos de introdução geral, da revisão da literatura e da descrição geral da região do estudo, e sucedidos pelas considerações finais.

## 1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1.1 Descrição botânica da andiroba

Existem quatro espécies denominadas andiroba: *Carapa guianensis* (AUBLET, 1776), *Carapa megistocarpa* (Styles, 1981), *Carapa procera* (PENNINGTON, 1981) e *Carapa akuri* (FORGET *et al.*, 2009). Podem ser encontradas também nos sinônimos: *C. macrocarpa* e *C. Nicaraguensis* (LORENZI, 1989). A *C. guianensis* foi descrita inicialmente por M. Fusée Aublet, pertencente à família Meliaceae, mesma família do mogno (*Swietenia macrophylla*) e cedro (*Cedrela* sp). A *Carapa guianensis* é uma árvore perenifólia de até 55 metros de altura (FERRAZ, 2003a), com fuste cilíndrico e reto, normalmente, com altura variando de 20 a 30 m. A casca é grossa e amarga, de cor avermelhada ou acinzentada e desprende-se em grandes placas. A copa, de tamanho médio, é densa e composta por ramos eretos. As folhas são alternas, compostas e paripinadas, com vestígio de um folíolo terminal. Medem geralmente entre 50 e 75 cm de comprimento, chegando até 90 cm. Cada folha possui de 3 a 10 pares de folíolos opostos ou sub-opostos, com 10 a 50 cm de comprimento. O ápice dos folíolos varia entre acuminado, agudo e arredondado, enquanto a base é desigual e assimétrica (FERRAZ, 2003a).

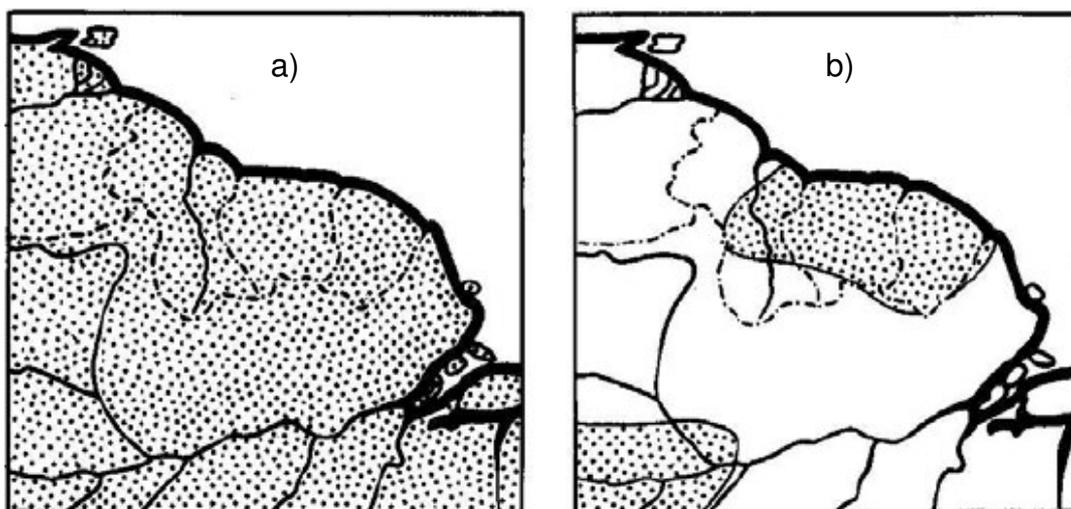
A inflorescência da *C. guianensis* é uma panícula de 20 a 80 cm de comprimento. As flores são unissexuais com quatro meras, de cor branca a creme, levemente perfumadas, medindo de 4,5 a 7 mm de comprimento. A planta é monóica. Apresenta floração assincrônica e prolongada e é auto-incompatível (HALL *et al.*, 1994, MAUÉS, 2006). O fruto da andiroba é uma cápsula com quatro valvas, de forma globosa ou sub-globosa, medindo geralmente entre 5 e 11cm de diâmetro e pesando entre 90 e 540 g. Cada fruto pode conter entre 1 e 16 sementes. As sementes de cor marrom podem apresentar grande variação de forma e tamanho. Podem ser encontradas sementes pesando entre 1 e 70 g e medindo entre 1 e 6 cm de comprimento (FERRAZ, 2003a). As sementes de *C. guianensis* apresentam hilo maior do que as de *C. procera*, o hilo da *C. guianensis* não possui uma saliência delimitante e normalmente apresenta resíduos de tecidos da placentação aderidos (FERRAZ, 2002). As sementes de andiroba possuem uma variação fisiológica na quebra de dormência em resposta à duração do período de embebedimento. Algumas sementes germinam logo após caírem na água e outras podem levar até 2,5 meses para germinar (SCARANO *et al.*, 2003). As sementes de andiroba perdem rapidamente o poder germinativo com a desidratação (FERRAZ, 1996), o que dificulta sua viabilidade para produção de mudas.

A plântula apresenta epicótilo com 9-17 cm de altura quando surgem as primeiras folhas, que são alternas, glabras, normalmente compostas, paripinadas ou imparipinadas. O hipocótilo não se desenvolve e os cotilédones permanecem na semente. Neste estágio, a raiz primária é comprida, lenhosa, resistente e de coloração marrom; as raízes secundárias são finas, densas e de cor castanho claro (FERRAZ, 2003a).

As plântulas de *C. procera* podem ser distinguidas da *C. guianensis* pela diferença no lançamento de folhas quando na fase de germinação das plantas (FISCH *et al.*, 1995, FERRAZ, 2002). *C. procera* pode emitir até 6 pares de folhas simples antes das folhas compostas enquanto que *C. Guianensis* emite somente folhas compostas. As plantas adultas são botanicamente distintas pela morfologia das folhas e inflorescência (PENNINGTON, 1981).

### 1.1.2 Área de ocorrência

A *C. guianensis* ocorre com bastante freqüência dentro da bacia Amazônica (LOUREIRO e SILVA, 1968, FERRAZ, 2003b, BOUFLEUER, 2004, PLOWDEN, 2004). Fora do Brasil ocorre no sul da América Central, como também na Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Paraguai, nas ilhas do Caribe (PENNINGTON, 1981, MCHARGUE e HARTSHORN, 1983) e África (THOMAS, 2002). A *C. procera* possui distribuição irregular pela bacia Amazônica (Figura 1) sendo encontrada no médio amazonas (FERRAZ, 2002) e na porção norte do Escudo das Guianas (THOMAS, 2002). Esta distribuição é questionável uma vez que apresenta dispersão hidrocórica e a tendência seria que as sementes descessem pelo rio e propiciassem a colonização de áreas alagadas pelo baixo Amazonas próximas do estuário. Há um possível registro da ocorrência desta espécie em região próxima da cidade de Macapá e do estuário amazônico (LIMA, dados não publicados). A *C. megistocarpa* e *C. akuri* possuem distribuição restritas a primeira é encontrada somente no Equador e a segunda na Guiana Central (FORGET *et al.*, 2009)



Fonte Gerard et al., (1996)

Figura 1- Distribuição das espécies a) *C. guianensis* e b) *C. procera* na região do Escudo das Guianas.

A andiroba possui adaptação a diferentes tipos de ambientes, o que faz com que ocorra tanto em áreas alagadas (várzeas) como em formações de terra firme. São encontradas em maiores densidades nas áreas alagadas (FERRAZ, 2003a, BOUFLEUER, 2004, KLIMAS, 2006, MELLINGER, 2006).

A andiroba possui grande plasticidade fisiológica quando submetida ao estresse hídrico (GONÇALVES *et al.*, 2009). Por isso, desenvolve-se em uma gama de solos diferentes, desde que não seja um local muito seco. Magalhães *et al.* (1987) examinaram o desenvolvimento de andirobeiras em diferentes tipos de solos e reportaram indivíduos mais altos de *C. guianensis* em solos mais argilosos com maior saturação de bases e maiores teores de manganês, cálcio trocável e magnésio total. Em plantas adultas, a ocorrência de estações muito chuvosas com alagamentos ou muito secas, podem induzir uma dormência cambial com a formação de parênquima, diminuindo o crescimento lateral. Isto indica que locais úmidos sem inundações e sem a presença de déficit hídrico podem oferecer a melhor condição para o crescimento de *C. guianensis* (MAGALHÃES *et al.*, 1987).

### 1.1.3 Fenologia

Sua floração na região do estuário do rio Amazonas inicia nos meses secos de outubro a dezembro (SANTOS e NETO, 2004). Os frutos maduros caem na estação chuvosa entre os meses de janeiro a junho, podendo se estender até julho (FREITAS e VITOR, 2004). Segundo Janzen (1980), a dinâmica de floração na seca e frutificação nas chuvas é um aspecto evidente em florestas neotropicais de terras baixas. Existe certa assincronia entre a floração de

populações de andirobeira (LEITE, 1997), que pode estar relacionada com fatores climáticos (LEITE, 1997, BOUFLEUER, 2004). *C. guianensis* é polinizada por insetos de pouca mobilidade como microlepidópteros e meliponinas (NASCIMENTO *et al.*, 2001, MAUÉS, 2006). Apesar disto, possui uma alta taxa de cruzamento (fluxo gênico) entre indivíduos, levando a uma elevada diversidade genética indicada pela quantidade de alelos em uma população (CLOUTIER *et al.*, 2007, RAPOSO, 2007). Isto implica em uma maior capacidade de regeneração quando a composição de sua população é alterada.

#### 1.1.4 Dispersão de sementes

A andiroba apresenta três tipos de dispersão. A principal seria barocórica, sendo hidrocórica e zoocórica formas de dispersão secundárias (BOUFLEUER, 2004). A dispersão da semente de *C. guianensis* em ambiente inundável é preferencialmente hidrocórica (SANTOS e NETO, 2004). Após a queda, os frutos são transportados nas épocas de cheias dos rios e igarapés, levados pela correnteza, e depositados em outras áreas. Em ambientes de terra firme, os roedores que predam as sementes, eventualmente, podem contribuir para a dispersão ao removê-las (JANZEN, 1984, FORGET, 1997, CLOUTIER *et al.*, 2007).

O comportamento “*scatter-hoarding*”<sup>\*</sup> de alguns roedores como a cutia podem contribuir com a regeneração devido ao enterramento de sementes longe das matrizes, aumentando a chance de sobrevivência (JANZEN, 1980). Segundo Mellinger (2006), poucos indivíduos de andirobeiras jovens são encontrados abaixo da planta mãe, sendo que, a maioria das plântulas se estabelece a mais de 20 m desta.

Jansen e Forget (2001), por meio do registro de imagens de vídeo, estimaram que até 70% das sementes de *C. procera* que são removidas pelos roedores não são consumidas no momento mas são enterradas nas proximidades das árvores. Estes autores descrevem que a remoção geralmente decresce ao longo da safra e a taxa de remoção pode diferenciar-se entre os anos, dependendo da disponibilidade de sementes. Guariguata *et al.*, (2000), não encontraram diferenças na remoção de sementes por roedores entre área de manejo florestal e fragmentos florestais indicando que o roedor não deixa de visitar áreas alteradas.

Silva Costa *et al.* (2003) afirmam que as sementes apresentam alto poder germinativo em condições favoráveis. Apesar disso, *C. guianensis* e *C. procera* apresentam baixo recrutamento de um ano para o outro devido a uma baixa dispersão e alta taxa de predação de sementes e mudas sob a copa das mesmas (HENRIQUES e SOUSA, 1989, FORGET *et al.*,

---

\* Comportamento no qual o roedor esconde pequenos estoques de semente para consumi-los depois.

2001) . Porém, mesmo com esta alta taxa de mortalidade, estudos sugerem que *C. guianensis* apresenta bom potencial de regeneração a longo prazo (BOUFLEUER, 2004).

A remoção das sementes e plântulas por vertebrados parece ser um fator importante na dinâmica de regeneração natural de *C. guianensis* (MELLINGER, 2006). Silva Costa *et al.* (2003) apóiam que a alta densidade de indivíduos não produtivos próximos aos adultos parentais deve-se à dispersão barocórica e provável ausência dos dispersores no momento da queda dos frutos. O efeito negativo destes animais sobre a regeneração contribui com o aumento da distância das árvores juvenis de seus parentais e outras árvores adultas (JANZEN, 1970). Seria possível utilizar-se deste parâmetro para avaliar a dinâmica de dispersão de uma área.

### 1.1.5 Estrutura horizontal das populações

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 ( $\text{ind ha}^{-1}$ ) em áreas de várzea baixa e  $9 \text{ ind ha}^{-1}$  em áreas de várzea alta. Klimas (2006) estimou uma densidade de 14,6 e  $25,4 \text{ ind ha}^{-1}$  em área de terra firme e parcialmente alagada, respectivamente, no Acre. Tonini *et al.* (2008c) encontrou  $16,1 \text{ ind ha}^{-1}$  em áreas de terra firme com presença de castanha em Roraima.

A distribuição espacial da andiroba é preferencialmente agregada quando são considerados indivíduos adultos ( $\text{DAP} > 30 \text{ cm}$ ) (BOUFLEUER, 2004, KLIMAS, 2006, LONDRES, 2009). Isto ocorre principalmente pelo predomínio da síndrome de dispersão barocórica. Nas regiões alagadas, durante a dispersão secundária (hidrocórica), as sementes podem ser deixadas em microsítios preferenciais de acumulação definidos pelo relevo (SANTOS e NETO, 2004). Em áreas pobremente drenadas, árvores de *C. procera* mostraram uma distribuição dependente de clareiras, que resulta em um modelo espacial aleatório (MELLINGER, 2006). A distribuição espacial de *C. procera* pode estar relacionada com a dispersão zoocórica (FORGET *et al.*, 1999) e com características de drenagem do solo (FORGET *et al.*, 2002).

A média dos diâmetros de uma população de andirobeiras adultas é de 37,5 cm (KAMINSKI *et al.*, 2007) e pode chegar a mais de 1 m em populações de terra firme (TONINI *et al.*, 2008c). Na várzea, observam-se uma média de diâmetros de 21 a 35 cm (SANTOS e NETO, 2004). A distribuição das freqüências diamétricas de *C. guianensis* apresenta uma tendência para a forma de “J” invertido (BOUFLEUER, 2004, QUEIROZ,

2004, SANTOS e NETO, 2004, KLIMAS, 2006). Nessa distribuição, há predominância de árvores pequenas, redução de uma classe diamétrica para outra e decréscimo acentuado no número de indivíduos nas maiores classes. Esta é uma característica típica de espécies esciófilas ou esciófilas parciais que são plantas tolerantes à sombra (LEITE, 1997, LOUMAN et al., 2001, BOUFLEUER, 2004).

Mellinger (2006) relata que neste tipo de estrutura populacional, a regeneração da espécie é abundante, porém, a taxa de sobrevivência das plântulas é extremamente baixa. Fatores como luz, nutrientes, disponibilidade de água, herbivoria, danos físicos (queda de árvores ou galhos) e competição são os responsáveis pela mortalidade dos indivíduos das menores classes de tamanho (FORGET, 1997, MELLINGER, 2006).

### **1.1.6 Estrutura vertical das populações**

A andiroba é considerada como uma planta de dossel e subdossel (SEPROF, 2001, FERRAZ, 2003a). Londres (2009) relata que a maioria de indivíduos acima de 30 cm de diâmetro possui copas inseridas em posição intermediária do dossel. Há grande incidência de infestação de cipós em suas copas. A mesma autora relata que na várzea, cerca de 42% das andirobeiras de diâmetro superior a 30 cm, possuem de 10 a 100% da superfície da copa tomada pelos ramos de cipó. Essa elevada ocorrência de cipós em andirobeiras de várzea relatada por Londres (2009), na ilha de Gurupá, também no estuário amazônico, não foi observada nas várzeas do Amapá (GUEDES *et al.*, 2008).

Em relação à forma da copa, Kaminski (2007) e Londres (2009) afirmam que a maioria das andirobeiras apresenta copas circulares completas ou irregulares, e apenas uma pequena porcentagem apresenta copa muito pobre com a presença de um ou menos galhos.

### **1.1.7 Produção e predação de frutos e sementes**

Embora a andirobeira seja uma planta relativamente bem conhecida e estudada, as informações existentes sobre produção de frutos e sementes são conflitantes e pouco consistentes (WADT *et al.*, 2008). Estudos relatam que uma árvore de andiroba pode produzir até 4.000 sementes (MCHARGUE e HARTSHORN, 1983), ou cerca de 50 a 200 kg de sementes/ano (SHANLEY *et al.*, 2006). Estes números, no entanto, são muito questionados em outros trabalhos que apontam para uma produção bem inferior. Tonini *et al.* (2008c) encontraram, em Roraima, média de 8,3 kg, com um mínimo de 300 g e um máximo de 63,9 kg árvore<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Mellinger (2006), no Amazonas, registrou 7 kg por árvore e Plowden (2004) 1,2 kg por árvore no leste do Pará. No Acre, a produtividade por área pode atingir 6,2 kg de

sementes  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , nos anos de baixa produção, e 58,2 kg de sementes  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  em anos de alta produção (WADT *et al.*, 2008). No Amapá, foi registrada produção média de 15 kg por andirobeira em área de várzea no município de Mazagão (Guedes *et al.*, 2008) e de até 36,6 kg em ambiente de várzea em Macapá (LIMA *et al.*, 2009).

A produção de frutos e sementes pode variar entre indivíduos e significativamente entre os anos (MELLINGER, 2006). Londres (2009) encontrou uma variação anual de até 63% na produção de sementes de andiroba. Esta variação pode estar relacionada com a variação da pluviosidade (QUEIROZ, 2007)

Há controvérsias no entendimento da relação entre produção e o tamanho da árvore. Segundo Boufleuer (2004), não há relação no tamanho da árvore (DAP) com a produção. No entanto, Londres (2009) encontrou uma forte relação quadrática entre o diâmetro e a produção de andirobeiras.

A andiroba representa fonte de alimento para diversas espécies entre insetos e mamíferos. Os frutos de andiroba são predados principalmente por larvas de mariposa (Lepidóptera) do gênero *Hypsipyla* (PLOWDEN, 2004, JORDÃO e SILVA, 2006, MENDONÇA, 2007, PENA, 2007, PINTO, 2007). Guedes *et al.* (2008) encontraram uma perda por predação de 42% das sementes de andiroba, coletadas em área de várzea no Amapá, e Melinger (2006) em torno de 25 % de sementes predadas por inseto, no Amazonas.

Dentre os mamíferos que se alimentam das sementes de andiroba estão, preferencialmente, o grupo de roedores, ungulados e cervídeos (MCHARGUE e HARTSHORN, 1983, JANSEN e FORGET, 2001, GAYOT *et al.*, 2004, PLOWDEN, 2004). A taxa de predação por estes animais também pode ser muito alta. Em um estudo no Panamá foi registrada uma remoção de 50 a 96% do número estimado de sementes (MCHARGUE e HARTSHORN, 1983) e no Amazonas foi relatado até 83% de remoção por mamíferos (MELLINGER, 2006). Hanson (2007) verificou o consumo de galhos de andiroba, na Costa Rica, por macacos (*Cebus capucinus*) associado à auto medicação.

### **1.1.8 Uso e conhecimento tradicional sobre a espécie**

As comunidades tradicionais da Amazônia utilizam há muito tempo esta planta através do seu óleo e casca. Já foi registrado seu uso *in natura* contra picadas de cobras, escorpiões, abelhas e aranhas (ORELLANA *et al.*, 2004). Também contra vermes, protozoários, artrite, reumatismo, inflamações em geral, infecção renal, hepatite, icterícia e outras infecções do fígado, dispepsias, fadiga muscular, dores nos pés, resfriados, gripes, febre, tosse, psoríase,

sarna, micose, lepra, malária, tétano, herpes e úlceras graves (BOUFLEUER, 2004, ORELLANA *et al.*, 2004). É amplamente utilizado como repelentes (VAN ANDEL, 2000, FIOCRUZ, 2008). O chá da casca e das flores é usado contra febre, vermes, bactérias, tumores, como antidiarréico, antianêmico, contra bronquites e infecções das vias respiratórias, analgésico e balsâmico (BOUFLEUER, 2004, ORELLANA *et al.*, 2004).

Apesar de ainda ser uma atividade culturalmente valiosa, o hábito da extração artesanal do “azeite de andiroba” no Amapá vem decaindo, em parte pela derrubada das árvores maiores para retirada de madeira, em parte pela falta de um mercado consumidor significativo (SANTOS e NETO, 2004).

A extração tradicional do azeite de andiroba também pode estar ameaçada pela competição com a extração industrial feita para suprir a demanda de óleo do setor de cosméticos. Segundo extrativistas artesanais do Pará: *quando as empresas de cosméticos compram o óleo em vez da andiroba bruta, elas dão preferência ao óleo extraído por meio de prensa (sistema mecânico), pagando menos pelo óleo artesanal*” (OPALC, acessado em 2008). Esta diferença no preço dos dois métodos de extração se dá em virtude do grau de pureza e refinamento do óleo obtido nos diferentes métodos (FERRAZ, 2003b), além das diferenças nas características químicas.

### **1.1.9 Uso comercial do óleo e da madeira da andiroba**

Atualmente, devido a elevada demanda por produtos ecológicos socialmente justos, criou-se uma série de cosméticos a base de andiroba, normalmente produzidos por empresas de grande porte. A gama de produtos abrange sabonetes, óleos de massagem, cremes e hidratantes, xampus, condicionadores e loções, na dosagem de 2 a 5% de óleo. O óleo de andiroba também é comercializado como fitoterápico em forma de cápsula e recomendado, principalmente, como antiinflamatório e como regenerador de pele (ORELLANA *et al.*, 2004).

As patentes para o uso de produtos oriundos do óleo da andiroba possuem registros em outros países (ESP@CENET, 2008), o que gera uma discussão acerca dos direitos das comunidades tradicionais sobre o conhecimento de seu uso. Alguns usos da andiroba foram registrados no Brasil, tais como, antialérgico, anti-histamínico e repelente de insetos (FIOCRUZ, 2008). Nesse caso, a garantia dos benefícios das populações ribeirinhas pelo acesso ao conhecimento tradicional também pode ser questionado.

Velas de andiroba podem repelir insetos vetores de doenças como a dengue e malária e possuem a vantagem de não exalar substâncias tóxicas e não possuir cheiro (FIOCRUZ, 2008). Um dos produtos registrados pela Fiocruz é a vela do bagaço das sementes de andiroba, que já passou por ensaios de eficácia em laboratórios indicando aumento de 70% a 100% de repelência dos mosquitos, durante um período de queima de sete dias (FIOCRUZ, 2008).

Apesar de sua eficácia comprovada, a vela de andiroba possui pouco retorno financeiro devido ao baixo preço e às dificuldades de fiscalização, já que as empresas que a produzem, são, geralmente, da economia informal (UNICAMP, 2008).

Sabe-se que, no passado, houve um intenso comércio de sementes e óleo de andiroba na região do estuário amazônico (LEITE, 1997, LINS, 2001, MENEZES *et al.*, 2005). Há evidências que a exploração da semente de andiroba começou no século XIX. Sua industrialização teve origem na cidade de Cametá-PA (LINS, 2001, SHANLEY e MEDINA, 2005). Na metade do século XIX existiam diversas indústrias que se dedicavam a extração deste óleo em Belém (MENEZES, 2005). Em 1908, foram importados por Belém, 62.000 mil litros deste óleo para iluminação pública (LEITE, 1994). A exploração se manteve durante o século. Sabe-se que foram comercializadas na Amazônia, em 1957, 173 toneladas de óleo de andiroba, exportados pelo Porto de Belém para outros mercados nacionais e internacionais (SUDAM/PNUD, 2000).

Há pouca informação a respeito do óleo e produtos derivados da andiroba no mercado atual. Segundo Balzon (2004), o mercado para este óleo é predominantemente nacional e mesmo regional. O óleo pode, eventualmente, chegar ao mercado dos países “desenvolvidos” na forma de produtos derivados, porém em pequenos volumes. As informações sobre a produção de andiroba no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1985/08) datam apenas até o ano de 1996, no qual foram comercializadas 473 toneladas de sementes. No entanto, Cota (2008), ao avaliar os estoques de andiroba em Cametá, afirma que estes dados estão subestimados.

Atualmente, a produção de sabonetes, cremes e xampus têm consumido a maior parte da produção. Devido a esta falta de conhecimento do mercado e dos preços praticados, muitas vezes o óleo de andiroba é vendido a preços bem abaixo de seu valor real, prejudicando os extrativistas. O preço médio das sementes vendidas no Brasil para os intermediários (aqueles que vendem aos fabricantes de óleo industrial) é de R\$ 0,30 centavos por quilo (SUFRAMA, 2003) e R\$ 0,48 (€ 0,12) por quilo de sementes na Guiana (WINNER AND LOSERS). O óleo

é vendido entre 15 e 20 reais nas feiras das grandes cidades brasileiras (SANTOS e NETO, 2004) e entre 5 e 7 € o litro nas feiras surinamenses e guianenses (MARTINBOROUGH, 2003). O preço internacional do óleo extraído industrialmente era US\$ 9 o litro, ou seja € 7.25, em 2003, segundo o site de cotação de preços de matéria prima “www.uhe.com”. No Brasil é vendido a atacadistas pelo preço de R\$ 55,0 o litro (GUERRA, 2008). Segundo esta autora, entre a produção e a venda para atacadistas e varejistas há uma margem total de ganho de 90,30% para a comercialização do óleo *in natura*.

Comparada ao mogno e ao ébano, a madeira de andiroba possui características interessantes ao mercado madeireiro (LOUREIRO, 1968). Sua exploração se restringe ao estuário nos Estados do Amapá e Pará e, atualmente, se dá de forma familiar com baixos investimentos. Na maioria das vezes são vendidas toras em pé pelo proprietário da terra para beneficiamento em pequenas serrarias (LENTINI *et al.*, 2003). A madeira da andiroba é comprada dos fornecedores por US\$ 9/m<sup>3</sup> (BARROS e UHL, 1997). Lentini *et al* (2003), estudando o setor madeireiro na Amazônia, verificaram que, em 1998, o preço da tora e da madeira serrada de andiroba era de US\$ 24/m<sup>3</sup> e US\$ 147/m<sup>3</sup> respectivamente. Em 2003, o valor da madeira serrada diminuiu para US\$ 127/m<sup>3</sup>, enquanto que no ano de 2004 a andiroba nem aparece na lista das principais espécies madeireiras da Amazônia.

Segundo a indústria madeireira, existem dois tipos de andiroba, relacionadas com o hábito de ocorrência e não com a espécie. A madeira vermelha vem da terra firme e é de melhor qualidade que a madeira branca, que vem de áreas alagadas (EMBRAPA, 2004). A exploração de madeira de andiroba de terra firme é considerada fraca, mas, futuramente, pode ainda ser intensificada devido a escassez de outras madeiras no mercado (FERRAZ, 2003a). A exploração desta madeira na várzea é mais comum e observa-se que, devido a uma aparente escassez de indivíduos maiores, as árvores serradas não possuem diâmetros muito grandes.

*C. guianensis* apresenta boa adaptação ao cultivo florestal. Fernandes (1985) analisou experimentos com plantio de andiroba na Reserva Florestal A. Ducke (Manaus-AM) e sugeriu que poderiam ser colhidas em um ciclo de 18 a 23 anos. Esse resultado foi relatado para uma área de Latossolo amarelo, com espaçamento de plantio de 3 x 4 m. Tonini *et al.* (2005) encontraram resultados promissores no crescimento de *C. guianensis* em plantios em Roraima, atingindo incrementos médios anuais em volume comercial de até 6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Também é recomendado o plantio para obtenção de madeira em sistema de enriquecimento de matas secundárias devido a melhores qualidades do fuste e melhores taxas de crescimento se comparados a plantios em monocultura (DÜNISCH *et al.*, 2002) .

### 1.1.10 Extração tradicional e industrial do óleo

A extração do óleo da semente de andiroba pode ser feita de maneira artesanal ou industrialmente usando uma prensa mecânica. O processo artesanal de extração de óleo de andiroba é complexo e pode demorar até dois meses (MENDONÇA, 2007). Este processo envolve a colheita, que pode ser feita abaixo da copa, nos igarapés ou nas margens dos rios, a o cozimento das sementes, a fermentação, o descascamento, a formação da massa e o escorrimento do óleo. Verificam-se pequenas variações entre os procedimentos de extração artesanal, aparentemente com conseqüências na rentabilidade e na qualidade do óleo (SHANLEY *et al.*, 1998, MENDONÇA, 2007). As estimativas para o cálculo de rendimento do processo artesanal podem variar de 5,54 kg de sementes para 1 litro de óleo (SHANLEY *et al.*, 1998), até 14 kg para 1 litro de óleo (PLOWDEN, 2004).

O processo industrial envolve a colheita das sementes, a secagem, a trituração, a o cozimento, a prensagem e a filtragem do material. O rendimento industrial com prensagem dupla raramente excede 30% do peso das sementes com 8% de umidade (MENEZES, 2005).

O rendimento de produção de óleo de sementes de andiroba pode variar conforme o indivíduo e o microclima (PANTOJA, 2007). Isto possibilita a identificação de árvores matrizes para programas de conservação e melhoramento genético. Segundo Pantoja (2007) e Guedes *et al.* (2008) não há efeito significativo da época de coleta e nem da temperatura da prensa sobre a eficiência de extração e sobre a densidade do óleo.

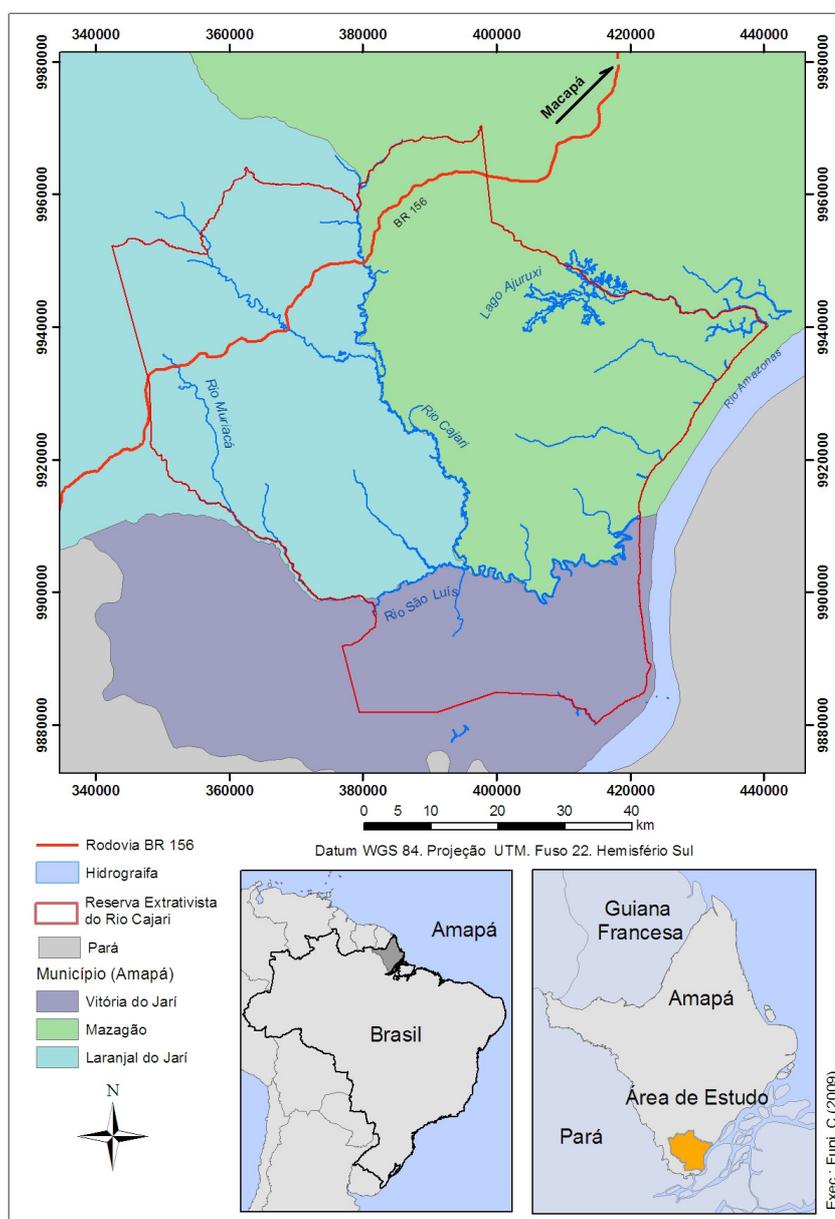
O óleo extraído das sementes de *C. guianensis* solidifica em temperaturas inferiores a 25°C, possui cor amarelo claro transparente, sabor amargo e rancifica rapidamente após a extração, sendo assim, considerado impróprio para alimentação (SILVA, 2005). Há indícios de que o óleo extraído de indivíduos que ocorrem em terra firme é mais escuro e de rápido escoamento, enquanto que em exemplares da várzea, o óleo é mais claro e viscoso (LEITE, 1997). O óleo de andiroba possui densidade, a 15°C, de 0,9147 g cm<sup>-3</sup>, viscosidade cinemática, a 1000 °C, de 10,5802 cSt e poder calorífico médio de 9.531,51 cal g<sup>-1</sup> (PINGAL, 2002). Esses valores são semelhantes aos encontrados para soja, algodão, aves e mocotó (SILVA, 2005). O óleo de andiroba é quase exclusivamente composto por material saponificável, em que se destaca a alta porcentagem de ácidos graxos insaturados, de grande interesse para a indústria de cosméticos e farmacêutica (PLOWDEN, 2004, MENDONÇA, 2007, FIOCRUZ, 2008)

## 1.2 DESCRIÇÃO GERAL DA REGIÃO DO ESTUDO

### 1.2.1 Reserva Extativista Rio Cajari

#### 1.2.1.1 Localização

A RESEX Cajari é uma unidade de conservação de uso sustentável com 501.771 ha localizados entre as coordenadas 0° 15' sul e 52° 25' oeste e 1° 5' sul e 51° 31' oeste, nos municípios de Laranjal do Jarí, Vitória do Jari e Mazagão, no Estado do Amapá (Figura 1). Foi criada pelo Decreto Federal nº. 99.145 de 12 de março de 1990 (BRASIL, 1990) e modificada em 30 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997).



Fonte: Funi, C. (2009)

Figura 2- Localização da RESEX Cajari no Estado do Amapá.

### **1.2.1.2 Clima**

O clima na região é classificado segundo Koëppen-Geiger como Aw (tropical de savana) e Am (tropical de monção) com precipitação média anual entre 2.300 mm e 2.400 mm (PELL *et al.*, 2007). O período chuvoso ocorre com maior frequência entre fevereiro e junho. A partir de julho ocorre uma sensível redução, com um período caracteristicamente seco, ocorrendo mais frequentemente de setembro a novembro. A temperatura média anual é de 26 °C e temperatura anual varia entre 16°C e 38°C (IBAMA).

### **1.2.1.3 Geologia e solos**

A área de estudo apresenta as seguintes sequências geológicas: Formação Curuá, Formação Trombetas, Formação Barreiras e Aluviões do Quaternário. Em virtude da proximidade da foz do rio Amazonas, a área está sujeita aos efeitos das marés. As marés altas criam um regime de inundação das terras baixas e depositam sedimentos sobre as margens do canal do norte (várzea) e nas terras mais baixas no interior da reserva (SEMA, 2008).

Segundo o levantamento pedológico do Radam Brasil, cujo mapa da RESEX Cajari foi digitalizado pelo IBAMA, atualizando para a nova classificação brasileira, ocorrem na região os seguintes tipos de solo: Gleissolos e hidromórficos indiscriminados nas terras baixas de várzea; e, na terra firme, Latossolos Amarelo e Vermelho Amarelo, com ou sem ocorrência de concrecionário laterítico e uma mancha de Argissolo na face norte da RESEX.

### **1.2.1.4 Hidrografia**

A RESEX Cajari é drenada pelas bacias dos rios Cajari e Ajuruxi, do igarapé Tambaqui e outros pequenos cursos d'água. Todas as suas águas se dirigem ao canal do norte do rio Amazonas. O rio Cajari, em alto e médio curso, apresenta solos com características de drenagem incipiente e a planície aluvial favorece o acúmulo de água e a formação de terraços alagados, chamados “várzeas” ou “campos naturais” pelos moradores da região. No baixo curso, o rio Cajari e outros corpos d'água confundem-se com as áreas de depósito aluvionário do canal do norte, formando meandros, diques, furos, paranás e lagoas (SEMA, 2008)

### 1.2.1.5 Vegetação

A grande heterogeneidade ambiental da reserva permitiu que o estudo fosse feito em ambientes de terra firme e várzea. Foram selecionadas áreas de acordo com o conhecimento dos moradores, sendo que estes concederam parte de suas colocações para que fossem instaladas as parcelas.

A vegetação predominante na reserva é a floresta de terra firme, que pode ser dividida em floresta ombrófila densa e floresta ombrófila aberta. Somando 330.698 ha, o ambiente de terra firme representa cerca de 65,6 % da área total da reserva (FUNI, 2009). Nas áreas de floresta densa de terra firme, além da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*), ocorrem várias espécies produtoras de madeira de lei, como: acapu (*Vouacapoua americana*), maçaranduba (*Manilkara huberi*), jarana (*Holopyxidium* sp.), piquiá (*Caryocar villosum*), angelim rajado (*Pithecolobium racemosum*), sucupira (*Bowdichia* sp.), jutaí (*Hymenaea courbaril*), cupiúba (*Goupia glabra*), louro-vermelho (*Ocotea rubra*), amapá doce (*Parahancornia amapa*), ipê (*Tabebuia* sp.), mandioqueira (*Qualea* sp.) e cumaru (*Dipteryx* sp.) (SEMA, 2009). De acordo com o relevo, esse tipo de floresta apresenta-se na condição de floresta densa de baixos platôs e de floresta densa sub-montana (FUNI, 2009).

A floresta densa de planície aluvial, também chamada “floresta de várzea”, soma uma área de 34.700 hectares, representando cerca de 6,8% da área total da reserva (FUNI, 2009). Nesta fisionomia encontram-se grandes concentrações de palmeiras, em que predominam o buriti (*Mauritia flexuosa*) e o açaí (*Euterpe oleracea*). Nas várzeas altas, são encontradas grandes árvores, como a ucuuba (*Viola surinamensis*), jacareúba (*Calophyllum brasiliensis*), matamatá (*Eschweilera* sp.), pracuúba (*Mora paraensis*), açacu (*Hura crepitans*), pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum*), muiratinga (*Maquira* sp.) e sumaúma (*Ceiba pentandra*), além de diferentes espécies de palmáceas: urucuri (*Manicaria saccifera*), murumuru (*Astrocaryum murumuru*), bacabeira (*Oenocarpus bacaba*) entre outras (QUEIROZ, 2004). A exposição aos regimes de marés representa condição de risco devido ao intenso processo erosivo principalmente se retirada a cobertura vegetal natural (IEPA, 2002).

Conforme pode ser visualizado na Figura 3, as regiões onde o estudo foi realizado, representadas pelas comunidades Marinho e Martins (terra firme) e pela comunidade Maranata do rio Ajuruxi (várzea), estão localizadas em linha de mesma latitude definida pelo sentido leste/oeste a partir do canal norte do rio Amazonas para o interior da Reserva.

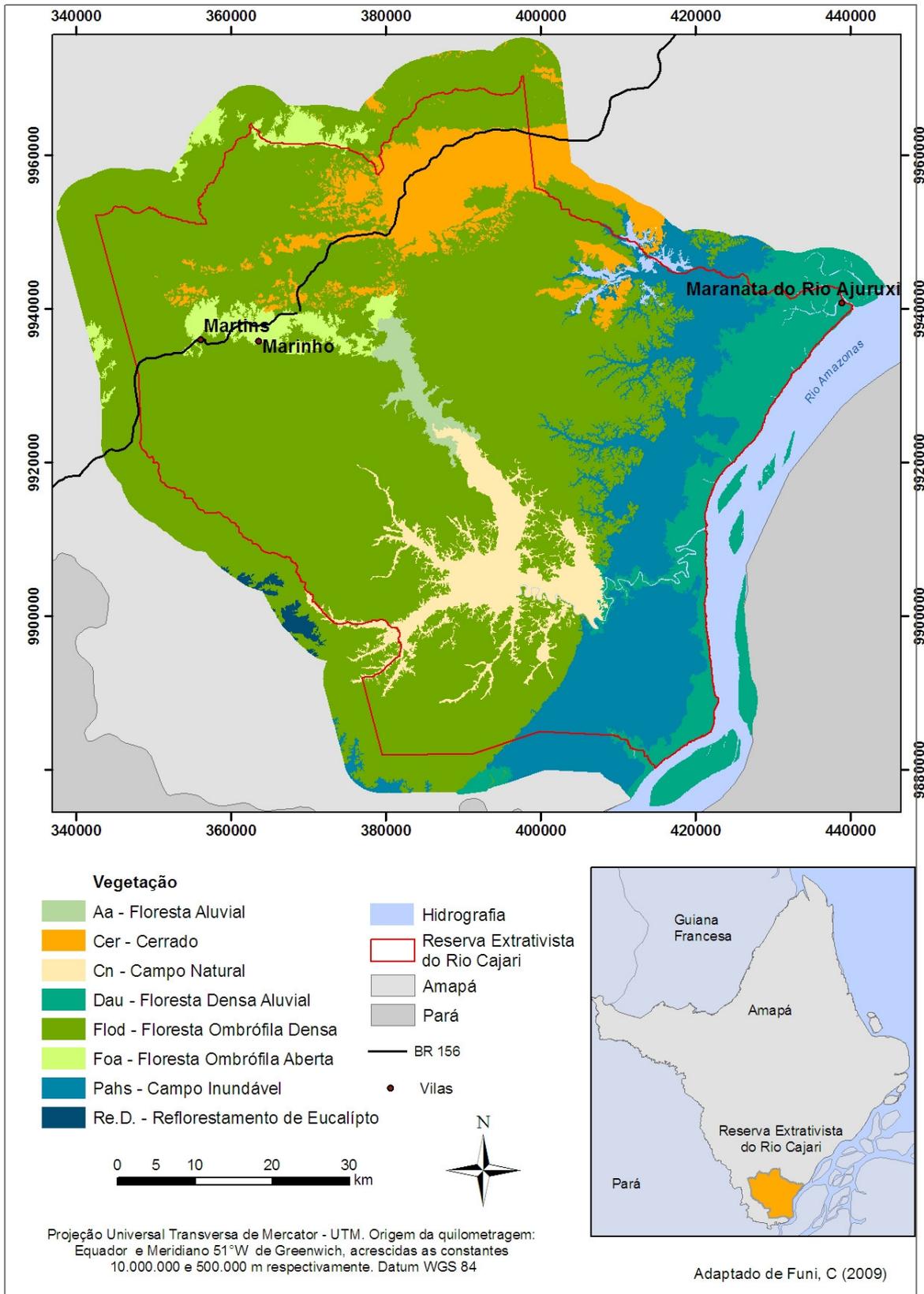


Figura 3- Localização das vilas próximas aos locais de estudo e representação da vegetação predominante da Reserva Extrativista Rio Cajari.

### **1.2.1.6 Fauna**

A RESEX Cajari possui uma rica fauna de pequenos mamíferos, incluindo espécies raras, como a cuíca d'água (*Chironectes minimus*) e o rato da árvore (*Isothrix* sp.). Nos castanhais é frequente a presença da cotia (*Dasyprocta leporina*), da cutiara (*Myoprocta agouti*) e podem ser registrados também o caitetu (*Tayassu tajacu*) e a anta (*Tapirus terrestris*) (CARDOSO e SILVA, 2008). Na região do baixo Cajari, registram-se a capivara (*Hydrochoeris hydrochaeris*), a lontra (*Lontra longicaudis*) e a ariranha (*Pteronura brasiliensis*). Inclui-se nessa região a presença de duas espécies de cetáceos: o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e o boto vermelho (*Inia geoffrensis*) (SEMA, 2008).

Na avifauna destacam-se o biguá (*Graculus brasiliensis*), carará (*Anhinga anhinga*), arara (*Ara* sp.), papagaio (*Amazona* sp.), periquito (*Farpus* sp.), tucano (*Rhamphastos* sp.) e mutum (*Crax* sp. e *Mitu* sp.). É baixo o número de ofídios peçonhentos se comparado ao de localidades vizinhas. Dentre outras, ocorre a surucucu pico-de-jaca (*Lachesis muta*), além de várias espécies de jararaca (*Bothrops* sp.). Ocorrem também na UC ofídios não peçonhentos, como: jibóia (*Boa constrictor*), sucuri (*Eunectes murinus*), caninana (*Spilotes pullatus*) e várias espécies de lagarto, tais como jacuruxi (*Dracaena guianensis*), iguana (*Iguana iguana*) e, com maior frequência, o jacuraru (*Tupinambis teguixin*). Nos rios da RESEX Cajari é possível encontrar o jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*). Dentre os quelônios, pode-se avistar: perema (*Rhinoclemmys punctularia*), muçua (*Kinosternon scorpioides*), cabeçudo (*Peltocephalus dumerilianus*), tracajá (*Podocnemis unifilis*). Embora seja muito raro, encontra-se também, o mata-matá (*Chelus fimbriatus*) (SEMA, 2008).

## **1.2.2 Escola Família Agroextrativista (EFA) do Carvão**

### **1.2.2.1 Localização**

A EFA do Carvão está localizada no distrito do Carvão, Município de Mazagão, à margem do igarapé da Queimada. As coordenadas em UTM são 22S 458991 9978271 SAD 69. A escola possui terras em área de varzea e áreas de terra firme.

### **1.2.2.2 Proposta metodológica da EFA do Carvão**

A EFA do Carvão atende as comunidades ribeirinhas e do interior do Estado do AP, oferecendo ensino básico e médio e curso técnico em agroextrativismo. A escola desenvolve uma proposta alternativa de ensino, traduzida na pedagogia da alternância, que considera as peculiaridades das comunidades da região. Essa metodologia divide o tempo do jovem

estudante em dois momentos e espaços distintos, o ambiente escolar e o ambiente familiar, permitindo desta forma a consonância entre calendário escolar e calendário agroextrativista da família.

A Embrapa possui um convenio com a associação da EFAC, através do qual viabiliza a execução de várias atividades de experimentação e de capacitação na Escola, inclusive um experimento do projeto Kamukaia para estudar os PFNMs nas condições locais. Na área de várzea da EFAC está sendo monitorada a produção de algumas andirobeiras.

## **2. ESTRUTURA POPULACIONAL DE ANDIROBEIRAS EM FLORESTA DE TERRA FIRME E VÁRZEA NA RESEX DO RIO CAJARI - AP**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

A utilização comercial (madeira e não madeira) da andiroba tem sido realizada há mais de um século na Amazônia, sendo que até hoje não há normatização para o uso racional da espécie. A produção de óleo de andiroba já foi muito comum na região do estuário amazônico para sua utilização na iluminação popular e fabricação de sabão (MENEZES, 2005). Com a utilização de óleos vegetais oriundos de plantações como o amendoim, a soja e girassol, a demanda por óleo de andiroba praticamente desapareceu e a produção tornou-se insignificante. Hoje em dia, com a recente valorização dos produtos verdes, a atividade ressurge para atender uma demanda específica. É possível observar um mercado crescente através de inúmeros produtos a base de andiroba a venda nos mercados e na internet. Atualmente, existem alguns pólos produtores de óleo de andiroba no Estado do Pará. No entanto, não existem dados recentes de produção no IBGE e, há poucas iniciativas governamentais direcionadas para a realização de um plano para utilização deste recurso.

A extração de andiroba para madeira também é prática antiga, principalmente na região do estuário Amazônico. A partir da década de setenta até a década de noventa, houve exploração das várzeas da região por duas grandes empresas, principalmente, de espécies como a virola e a andiroba para alimentar a indústria de compensados e o mercado da construção civil. A atividade empresarial, ao contrário do extrativismo dos ribeirinhos, pressionou os estoques e a capacidade de regeneração das principais espécies exploradas na região (BARROS e UHL, 1997). Essa exploração das principais espécies de interesse econômico da região pode ter comprometido a estrutura dessas populações e a sua capacidade de regeneração natural.

Além da pressão pela retirada de madeira, houve também intensa coleta de frutos e sementes de algumas espécies como a andiroba. O relato saudosista dos ribeirinhos da região lembra um tempo, durante meados do século passado, em que, eram coletadas, principalmente, sementes de ucuúba (virola), andiroba, murumuru e buriti. Essas sementes eram comercializadas com atravessadores, que retiravam o óleo e vendiam para produtores de sabão e margarina. Segundo os ribeirinhos das várzeas do Amapá, as sementes eram coletadas nos próprios canais de drenagem e, de acordo com os mesmos havia um intenso comércio destas sementes na região.

Sendo assim, a andiroba foi duplamente pressionada ao longo das últimas décadas nas áreas de várzeas, tanto para exploração de madeira quanto pela coleta de suas sementes. Com isso, a estrutura das populações da espécie pode ter sido afetada.

O conhecimento de estruturas de populações de espécies vegetais é de suma importância para se determinar sua utilização sob condições de manejo, não só por refletirem a disponibilidade de determinado recurso de interesse comercial, como também, para limitar o seu uso (PETERS, 1996). O estudo da estrutura de populações pode prover, ainda, informações detalhadas sobre o comportamento das espécies, assim como, por exemplo, se uma espécie está regenerando *in situ* ou não, se o recrutamento é contínuo ou descontínuo, se é uma espécie comum ou rara (BOUFLEUER, 2004).

Entre os indicadores que definem a estrutura da população, dois são fundamentais: a estrutura horizontal, formada pela abundância, medida por diversos parâmetros como distribuição espacial, frequência, dominância e densidade; e a estrutura vertical, que trata do padrão do comportamento da espécie em relação à altura da floresta e das características da copa em relação ao dossel.

O conhecimento do padrão de distribuição espacial é uma característica que deve ser considerada no planejamento e execução do manejo florestal. Este deve ser usado para a conservação da diversidade, pois a alteração do padrão espacial pode alterar a relação reprodutiva entre indivíduos com consequências desconhecidas para o futuro da espécie envolvida (ROSSI, 1994).

A densidade e a distribuição espacial dos indivíduos dentro de uma população refletem a heterogeneidade de habitats e as interações sociais a que esta população está sujeita (RICKLEFS, 2004). A andiroba, devido a sua característica adaptativa, se apresenta em ambientes diversos e com padrões populacionais diferentes. A densidade de indivíduos de andiroba, por exemplo, pode variar entre 5 a 25 ind/ha em ambientes distintos, sendo que, é, normalmente, maior em condições de solos úmidos (QUEIROZ, 2004).

No estudo do arranjo espacial de plantas em populações naturais tem sido costumeiro distinguir três tipos de padrão básico: o aleatório, o agregado ou agrupado, e o regular ou uniforme (ROSSI, 1994). A distribuição espacial da andiroba tem sido relatada como predominantemente agregada (KLIMAS, 2006, TONINI *et al.*, 2008c), mas em grandes áreas pode ter distribuição uniforme (LEITE, 1997).

Existem várias formas para definir a distribuição espacial de uma espécie. No entanto, o índice de dispersão de Morisita e a razão variância/média são bastante adequados, por não apresentarem dificuldades de cálculo e proporcionarem facilidade de interpretação e avaliação da significância estatística dos valores obtidos em relação ao valor fixado para um padrão aleatório (ROSSI, 1994).

O conhecimento da estrutura etária da população, indicada pela distribuição dos indivíduos em classes diamétricas, permite inferir a respeito do histórico de uso (extração madeireira) daquele local, bem como, do futuro daquela população, fornecendo informações sobre sua capacidade de regeneração. Estudos sugerem que, em condições normais, a andiroba deve apresentar distribuição de classes de diâmetro em formato de “J” invertido (BOUFLEUER, 2004, QUEIROZ, 2004). A manutenção desta estrutura populacional pode ser indicativo da sustentabilidade ecológica das populações naturais de andiroba submetidas a exploração.

Algumas características individuais das árvores tropicais, tal como formato e inserção de copa, merecem atenção, pois podem refletir na produção tanto madeireira como de sementes. A presença de cipós e o nível de infestação do mesmo também devem afetar a produção, uma vez que provocam diminuição da taxa fotossintética e podem favorecer a perda de galhos da andirobeira (KAINER, 2006).

Existe na RESEX Cajarí um elevado potencial para utilização deste recurso, uma vez que a andiroba ocorre abundantemente em ambientes de várzea e terra firme. No entanto, devido a grande biodiversidade encontrada nestes ecossistemas é necessário ter cuidado com o estabelecimento de recomendações de uso, procurando minimizar os impactos ambientais, os riscos de degradação desta espécie e de espécies associadas.

A hipótese que orientou o planejamento e execução dos trabalhos deste capítulo foi a seguinte: os ambientes de terra firme e de várzea apresentam populações de andirobeiras com padrões diferenciados de estrutura populacional, justificando assim técnicas de manejo diferenciadas para cada ambiente.

De acordo com a hipótese orientadora foram elaborados os seguintes objetivos:

- comparar a estrutura horizontal nos ambientes de várzea e terra firme;
- analisar atributos das copas das andirobeiras nos dois ambientes.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Demarcação e localização das parcelas experimentais**

Foram demarcadas parcelas permanentes de 300 m x 300 m. Cada parcela foi subdividida em transectos que cortam a parcela a cada 50 m, formando seis linhas de caminamento, para orientar o levantamento. Nas linhas, a cada 25 m foi colocada uma estaca com marcação da distância percorrida a partir do ponto zero.

O local onde foram instaladas as parcelas permanentes para pesquisa em ambiente de terra firme possui ocorrência natural de andirobeiras e castanheiras. Locais semelhantes a este são descritos por Tonini *et al.* (2008c) em Roraima. Essas parcelas da terra firme estão inseridas em uma região de castanhais localizados no alto Cajari, próximas às comunidades do Martins (UTM 22 Sul 354740; 9937877 SAD 69) e Marinho (UTM 22 Sul 362297; 9935396 SAD 69). Nesta região observou-se uma transição da cobertura vegetal de florestas ombrófila densa e aberta. As parcelas I e II (Apêndice I) estão localizadas sobre Latossolo distrófico, conforme levantamento realizado no projeto Kamukaia (dados ainda não publicados). A extração de castanha é a principal atividade da região, conjuntamente com a realização da agricultura itinerante.

A parcela I foi instalada em área de castanhal produtivo e está locada em terreno plano, a uma altitude média de 160 m. A parcela II, também localizada em área de castanhal, apresenta relevo suave ondulado com altitude média de 130 m.

Na área de estudo da várzea predominam florestas densas aluviais com influência das marés. O relevo é predominantemente plano com a presença de pequenas elevações (tesos) e os solos são gleizados pelo hidromorfismo causado pelos ciclos diários das marés. As parcelas III e IV (Apêndice I) estão localizadas (UTM 22 sul 439313; 9939945 e 438507; 9939398 SAD 69) próximas às vilas São José e Maranata do Ajuruxi, onde vivem os proprietários (Apêndice I). A atividade pesqueira e produção de açaí são as atividades mais comuns entre os moradores.

### **2.2.2 Levantamento de andirobeiras e coleta de dados**

Com auxílio de uma trena foram mapeados pelo sistema de coordenadas X e Y todos os indivíduos adultos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm (Apêndice I). As varetas (3 cm > DAP < 10 cm) foram inventariadas em 40 sub parcelas de 10 m x 25 m distribuídas sistematicamente pela parcela (Apêndice III).

A identificação foi feita, primeiramente por meio da visualização do tronco, que se caracteriza pelas placas, e pela copa que se apresenta bem densa e com folhas grandes. Para uma maior segurança na identificação, os indivíduos foram cortados com o auxílio de um facão. Ao corte, o tronco da andirobeira apresenta a primeira camada bem avermelhada, seguida da porção central mais esbranquiçada.

Todos os indivíduos tiveram a circunferência a altura do peito (CAP) medida com auxílio de uma fita métrica com precisão de 1 mm. Para a correta medição dos diâmetros, todos os indivíduos foram identificados e marcados com placas a uma altura de 1,30 m do solo. A altura comercial e total foram medidas com auxílio de trena digital (modelo Disto – Leica Geosystem). Foram observados aspectos visuais das copas das árvores de cada parcela, bem como, a incidência de cipós nas mesmas. Seguindo a proposta de Dawkins (1958), o formato da copa foi classificado segundo o seguinte modelo: (F1): formato da copa perfeita – círculo completo; (F2): formato boa – círculo irregular; (F3): forma tolerável - meia copa; (F4): forma pobre - menos da metade da copa. A posição das copas com relação às outras árvores da comunidade foi analisada segundo classificação de Synnot modificado por Dawkins (1958) na qual: (P1): posição dominante - com luz direta, de cima e dos lados; (P2): posição co-dominante- luz só de cima; (P3): posição intermediária - alguma luz de cima e dos lados; (P4): posição suprimida – sem luz direta. Para determinar o grau de infestação de cipós nas copas das andirobeiras foram definidas classes segundo Wadt (2005) - (I1): sem a incidência de cipós, (I2): < 25% da copa infestada, (I3): 25-75% da copa infestada e (I4): > 75% da copa infestada.

### **2.2.3 Análise dos dados**

Os dados resultantes das circunferências, alturas e características das copas das andirobeiras foram analisados com o auxílio do programa Mata Nativa 2.1. Foram calculadas a área basal e volume por hectare. Como não foi encontrada uma equação de volume ajustada para a espécie em florestas inequiâneas, foi utilizado no cálculo do volume um fator de forma igual a 0,7, fator esse normalmente usado pelos florestais e aceito pelos órgãos licenciadores para elaboração de planos de manejo.

A distribuição diamétrica da população foi analisada por meio de regressão da frequência de indivíduos em cada classe, em função dos centros de classes de DAP. O número de classes foi definido pela aplicação da fórmula de Sturges ( $K = 1 + 1,4427 * \ln(n)$ , na qual  $K$  = número de classes e  $n$  = número de indivíduos amostrados). De acordo com o procedimento anterior, foram definidas 7 classes para terra firme e 9 classes para várzea. Para

a comparação da distribuição diamétrica entre os ambientes, foi incluída mais uma classe de regenerantes (3 cm a 10 cm) em cada ambiente. Após definido o número de classes para cada ambiente, a amplitude máxima dos valores de DAP foi dividida pelo número de classes para definir a amplitude das classes, conforme procedimentos utilizados por Meyer (1952). Também foi analisada a distribuição diamétrica em classes fixas de 10 cm, conforme realizado por Pena (2007).

Foi testado, utilizando ferramenta do programa Statistica, o ajuste da distribuição de todos os diâmetros das andirobeiras de cada área ao modelo exponencial negativo

“ $n = \exp(a - b_1 * DAP)$ ”, onde:

$n$  é a variável dependente = abundância de andirobeiras em cada classe,

$a$  e  $b_1$  são coeficientes do modelo e

DAP é a variável preditora = diâmetro a altura do peito (centro de classe).

Esse modelo se aplica a dados com elevada assimetria que podem ser representados na forma de “J invertido”. As diferenças entre a várzea e terra firme foram analisadas através da comparação da significância e do ajuste do modelo para cada ambiente.

Para caracterizar a distribuição espacial foi utilizado o índice de agregação  $R$  (CLARK e EVANS, 1954), corrigido por 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 essa medida desvia-se de uma distribuição aleatória. O índice de agregação é baseado na medida das médias da distância do vizinho mais próximo para cada indivíduo e indica, se a população possui distribuição agregada, randômica ou uniforme ( $R < 1$  - agrupado,  $R = 1$  regular,  $R > 1$  aleatório). Foi utilizado o pacote de programas ARCGIS 9.1 para calcular as distâncias dos vizinhos mais próximos, baseado no sistema de coordenada  $X$  e  $Y$ . 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.* (2008b) 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:

$$a) \quad R = \frac{S^2}{x}$$

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

$S^2$  = 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, 1989).

Para esta análise da distribuição espacial, o mapa de cada parcela de 300 m x 300 m foi subdividido em 144 sub parcelas de 25 m x 25 m, verificando-se a presença de andirobeiras em cada subparcela para determinar sua frequência.

Variáveis da estrutura vertical das andirobeiras (infestação por cipós competidores, posição e forma das copas) foram comparadas pelo teste de qui quadrado. Foram calculadas as proporções de indivíduos nas classes de cada variável na terra firme e na várzea para comparação entre os ambientes.

Todas as análises estatísticas não utilizaram nível de significância definido, sendo a interpretação realizada através da observação direta do próprio valor do p (“p value”).

## 2.3 RESULTADOS

Na terra firme foram encontradas andirobeiras somente na parcela I, na qual foram identificadas 62 árvores com diâmetro  $\geq 10$  cm. Na várzea, o número de indivíduos encontrados nas duas parcelas foi 297. A variação nos diâmetros das andirobeiras encontradas na terra firme foi de 10,0 cm a 112,1 cm. Na várzea, a variação foi de 10,2 cm a 52,2 cm. O resumo da dendrometria das andirobeiras encontradas nos dois ambientes pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1- Valores de densidade, média e desvio padrão da altura comercial (H) e diâmetros (DAP), área basal (AB) e volume (V) de andirobeiras inventariadas em ecossistemas de várzea (n=297) e terra firme (n=62) no sul do Estado do Amapá.

Ecosistema	Densidade (árvores ha <sup>-1</sup> )	H (m)	DAP (cm)	AB (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	V (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Várzea	16,5	15,3 (± 4.5)	23,7(± 9,4)	0,80	20,3
Terra firme	7*	19,7 (± 6,4)	38,1(± 24,6)	1,13	10,7

\*No cálculo da densidade foi considerada apenas a parcela onde foi registrada a ocorrência da espécie.

O cálculo do número de classes de diâmetro pela fórmula de Sturges, que considera o número de indivíduos amostrados, gerou nove classes para a várzea e sete para a terra firme, considerando os indivíduos com DAP  $\geq 10$  cm. Para análise da distribuição diamétrica também foi incluída mais uma classe de regenerantes (3 a 10 cm, com centro de classe de 6,5 cm), também chamada de classe das varetas. Durante a amostragem de varetas foram encontrados 2 indivíduos na terra firme e 20 na várzea estimando-se 18 varetas ha<sup>-1</sup> e 350 varetas ha<sup>-1</sup> respectivamente.

A análise do ajuste do parâmetro b1 do modelo de regressão exponencial negativo, que analisou a frequência de andirobeiras em função dos centros das classes de DAP, foi significativa tanto para a várzea (T=-5,1606; p=0,001), quanto para a terra firme (T=-3,4498; p=0,014).

Na Figura 4 pode-se observar os modelos ajustados para a frequência de andirobeiras em função dos centros das classes de DAP, para os dois ecossistemas estudados no sul do Amapá. O ajuste do modelo foi melhor na várzea (R<sup>2</sup>=0,94) do que na terra firme (R<sup>2</sup>=0,74).

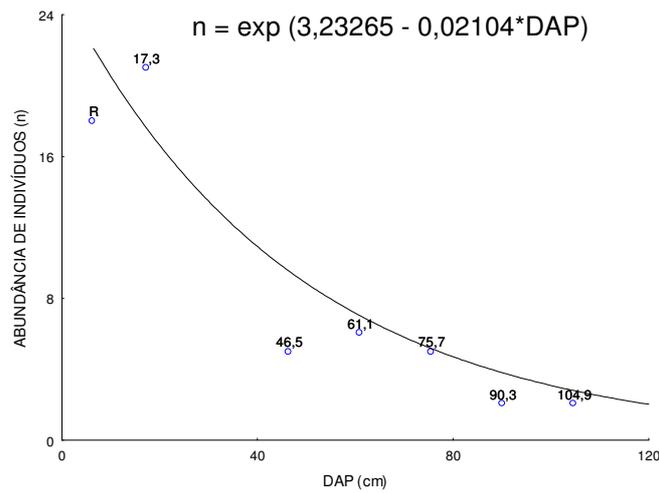
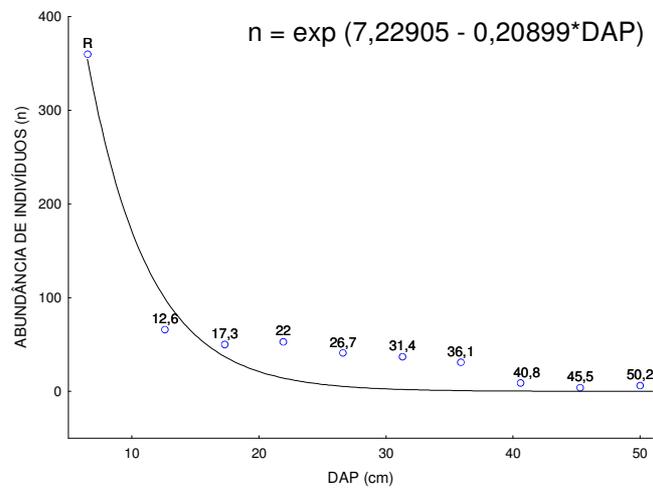


Figura 4- Regressão da frequência de andirobeiras em função dos centros de classes de DAP e equações ajustadas pelo modelo exponencial negativo para os ecossistemas: A) várzea (n=297, 9 classes, amplitude=4,7 cm) e B) terra firme (n=62, 7 classes, amplitude=14,6 cm).

Nos histogramas a seguir podem ser visualizadas as distribuições em classes de igual tamanho (10 cm), para as andirobeiras adultas dos dois ecossistemas (Figura 5). Também foi incluída a classe das regenerantes, de 3 a 10 cm de DAP, para os dois ambientes.

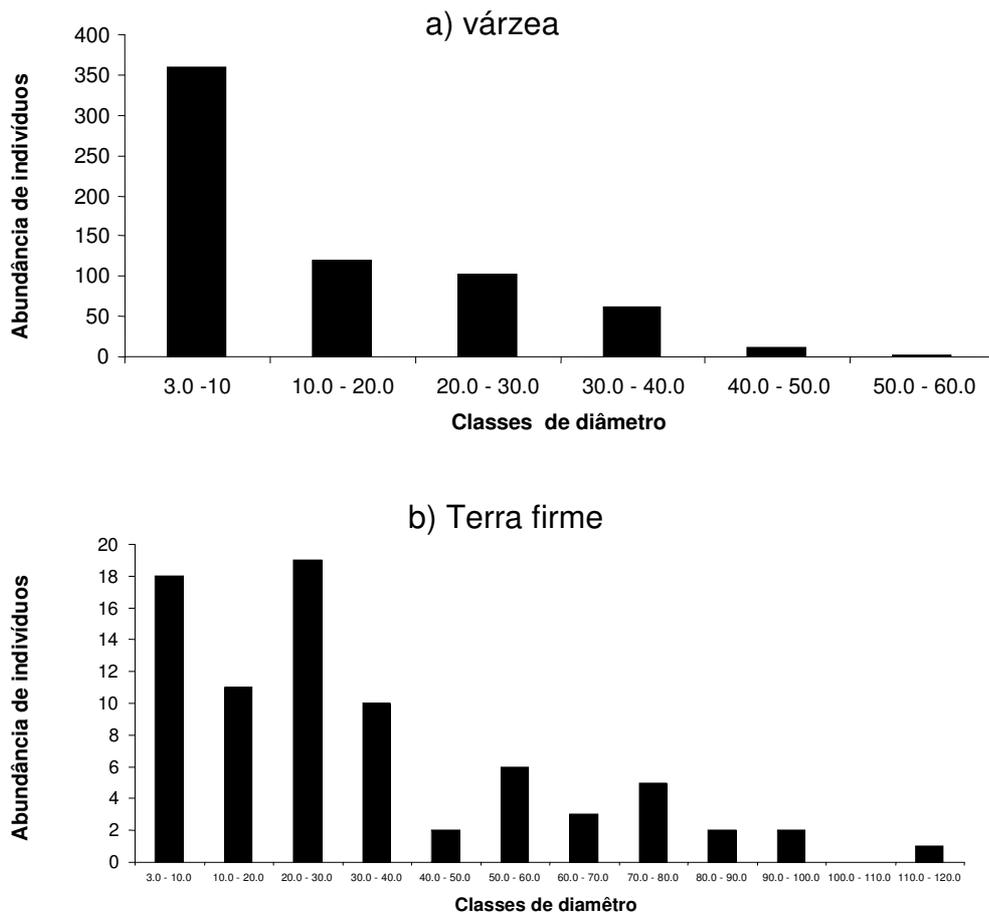


Figura 5- Histogramas de distribuição de freqüência de andirobeiras por classes diamétricas em ecossistemas de a) várzea e b) terra firme no sul do Amapá.

A distribuição espacial, segundo a análise do vizinho mais próximo, indica uma distribuição agregada em ambos ambientes com um valor de R que varia entre 0,84 ( $Z=3,61$   $p=0,05$ ) para terra firme e 0,88 ( $Z= 2,39$   $p<0,001$ ) para a várzea (Figura 6).

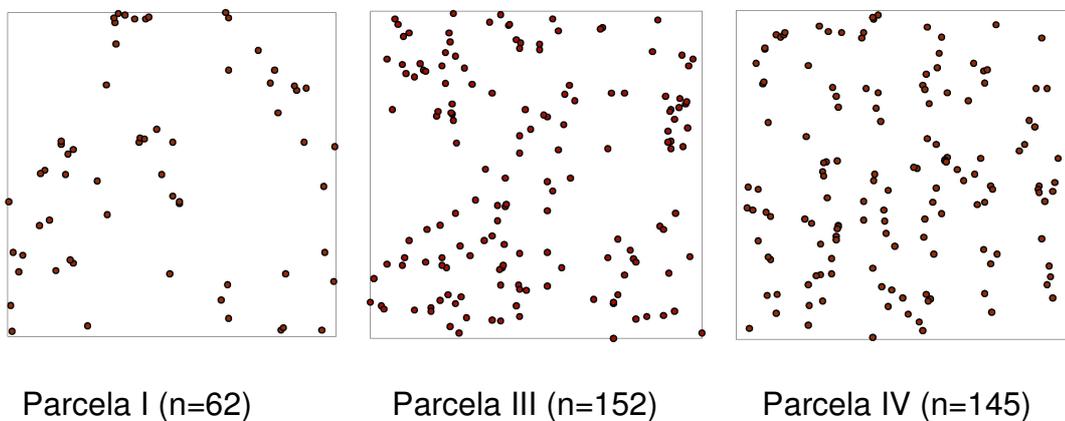


Figura 6- Distribuição espacial das andirobeiras com DAP  $\geq 10$  cm nas parcelas de 9 ha localizadas na Reserva extrativista Rio Cajari - Amapá. Parcela I – terra firme e parcelas III e IV - várzea

A razão variância/média e o índice de Morisita também confirmaram uma distribuição agregada (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da distribuição espacial de andirobeiras adultas por meio da razão variância/média (R) e do Índice de Morisita das parcelas de várzea e terra firme na Reserva extrativista Rio Cajari - Amapá.

Parcela/ambiente	Razão de variância média	Índice de Morisita
I - Terra firme	1,14	1.32
III - Várzea	1,36	1,31
IV - Várzea	1,13	1,13

Na terra firme, 35,4% dos indivíduos apresentaram copas circulares completas ou irregulares (classe perfeita ou boa) e 65,5 % apresentaram copa pobre ou com poucos galhos (classes tolerável ou pobre). Na várzea, 30,6% apresentaram copas circulares completas ou irregulares e 69,3 % das árvores apresentaram copa pobre ou faltando galhos (Figura 7). Não houve diferença na proporção da frequência dos indivíduos em classes de formato de copa ( $\chi^2 = 4,322$  e  $p = 0,229$ ) entre os ambientes.

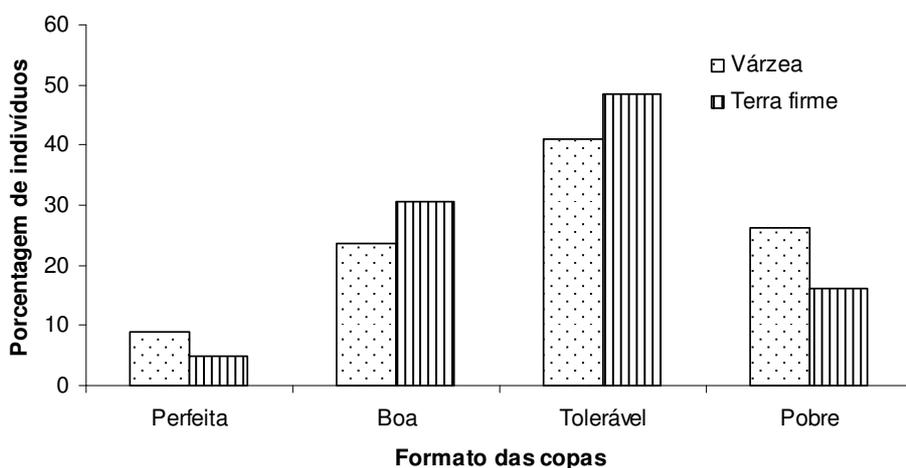


Figura 7- Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de formato de copa na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá.

Observou-se que na terra firme 38% das andirobeiras ocuparam as posições dominante e co-dominante, recebendo luz plena em todos os lados ou na porção superior da copa. Na várzea, árvores com estas características de copa somam apenas 26,4%. Nos dois ambientes

estudados predominou a posição intermediária. As andirobeiras em posições intermediárias no dossel corresponderam a 47,6% do total na terra firme e 45,7% na várzea. As dominadas e suprimidas (com pouca ou nenhuma luz direta) somam 14,2% na terra firme e 27,8% na várzea (Figura 8). As diferenças na proporção das freqüências de classes de posição da copa entre os ambientes de várzea e terra firme foram significativas ( $\chi^2 = 21,805$ ;  $p < 0,001$ ).

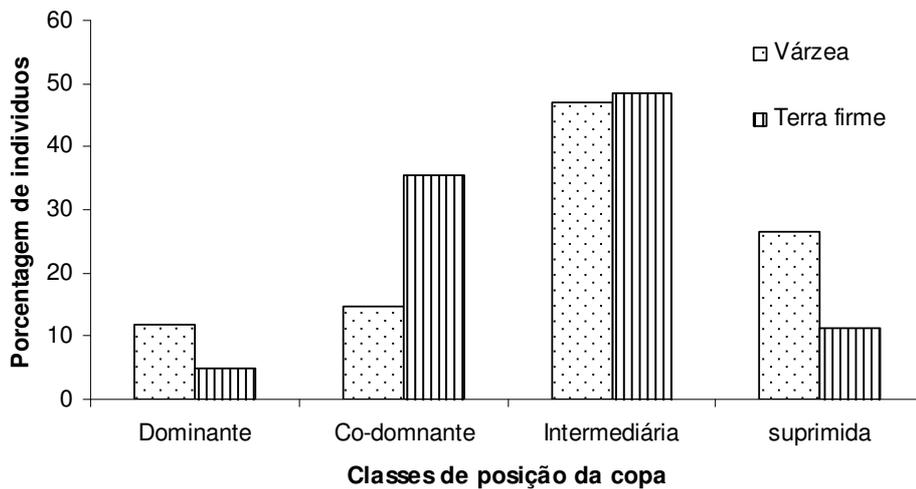


Figura 8 - Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de posição de copa na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá.

Na várzea foram observadas apenas 14,1% das copas das andirobeiras infestadas com cipós competidores (Figura 9).

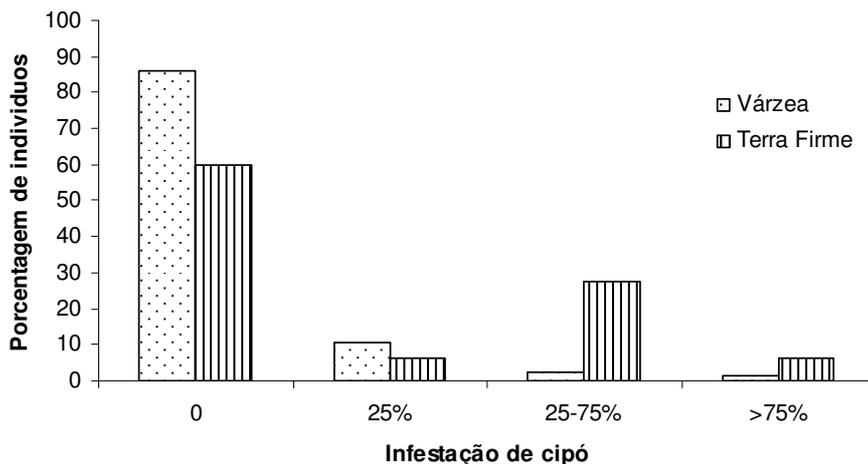


Figura 9- Porcentagem de andirobeiras agrupadas em classes de infestação de cipó na várzea e terra firme do sul do Estado do Amapá.

Do total de andirobeiras com cipós competidores na várzea, 10,3% apresentavam copas com até 25% de sua cobertura infestada, 2,3% apresentavam entre 25 a 75% de sua

copa coberta por cipó e somente 1,3% apresentaram infestação maior que 75%. Na terra firme 40,3% das árvores estavam infestadas com cipó, 6,4% do total com até 25% de suas copas tomadas pelo cipó, 27,4% com 25 a 75% de sua copa infestada e 6,4% das árvores apresentaram infestações superiores a 75% de sua copa. A proporção da distribuição de indivíduos com relação a classes de infestação de cipó foi significativamente diferente entre os ambientes ( $\chi^2 = 59,35$  e  $p > 0,001$ ).

## 2.4. DISCUSSÃO

A densidade de andirobeiras observada na região de várzea deste estudo é comparável a outros estudos como de McCharque e Hartshorn (1983), que descrevem uma densidade 8 a 16 indivíduos por hectare em diferentes regiões na Costa Rica. No estuário amazônico, os trabalhos relatam densidades um pouco mais elevadas, como densidades de 19 a 28 indivíduos  $ha^{-1}$  (SANTOS e NETO, 2004, LONDRES, 2009). Plowden (2004) registrou densidades variando de 0 a 20 árvores  $ha^{-1}$  em diferentes ambientes no leste do Pará. O valor encontrado por esse autor para a densidade em área de terra firme (5,6 árvores  $ha^{-1}$ ) é similar ao valor encontrado nesta pesquisa. Klimas (2006), no entanto, descreve uma densidade de até 14,5 árvores  $ha^{-1}$  em área de terra firme.

Como não foram encontradas andirobeiras na parcela II o levantamento em área de terra firme foi realizado apenas em uma parcela de 9 ha. Portanto, esta análise da estrutura populacional não pode ser extrapolada para toda a população de andiroba de terra firme. É relevante que a distribuição de andirobeiras na terra firme é irregular, não estando presente de maneira constante em todas as regiões. A ocorrência de andiroba pode estar relacionada com a disponibilidade de água para o desenvolvimento dos estágios iniciais da planta. É possível que diferenças na capacidade de retenção de água do solo entre as parcelas seja responsável pelo estabelecimento ou não de indivíduos. Outra explicação para a não ocorrência de andiroba em certas áreas seria simplesmente a falta de propágulos ocasionada pela ausência de dispersão. A escolha da área para amostragem em terra firme deve ser criteriosa e levar em conta a questão da escala, pois há ambientes com elevadas densidades (baixios) e locais com densidades baixas ou, locais como na parcela II, onde a andiroba não ocorre. Se houver interesse em amostrar as populações de andirobeiras em escala de paisagem para extrapolar para uma macro região, é necessário que o procedimento de amostragem leve em consideração a variação espacial existente para a ocorrência das populações nessa mesma escala.

O média dos diâmetros encontrada na terra firme é similar ao relatado por Mellinger (2006) em florestas do médio Amazonas e por Klimas *et al.* (2006), no Acre, em áreas sem histórico de perturbação. O diâmetro máximo encontrado nesta pesquisa, 112 cm, está próximo ao encontrado em Roraima por Tonini *et al.* (2008a), que encontraram diâmetros de até 97,6 cm. No entanto, a maior parte dos trabalhos relata diâmetro máximo inferior a 80 cm. A área basal e o volume estimados para as populações de várzea e terra firme ficaram abaixo do encontrado por Tonini *et al.* (2008a) em florestas de Roraima com área basal de  $2,34 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e volume de até  $55,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Um menor diâmetro médio e uma menor área basal são verificados na várzea, mesmo possuindo maior densidade de andirobeiras. Isto se deve ao grande número de exemplares jovens encontrados nas várzeas do sul do Amapá. Podemos visualizar graficamente esta diferença nas populações de andirobeiras nos diferentes ambientes (Apêndice 1). Provavelmente, essa diferença é fruto da maior extração madeireira na região da várzea, responsável pela eliminação dos indivíduos com maior DAP.

Os diâmetros das árvores da várzea, apesar de apresentarem menor amplitude, conservam a estrutura populacional (densidade e distribuição diamétrica) mais comum para a espécie. Neste tipo de estrutura populacional a distribuição de frequência diamétrica (Figura 4) apresenta a forma de “J” invertido, que é segundo Louman *et al.* (2001) característica de espécies esciófilas ou esciófilas parciais ou plantas de sub-bosque. Um mesmo tipo de estrutura populacional para as andirobeiras também foi observado por Klimas (2006) e Boufleuer (2004) em terra firme, por Londres (2008) em florestas de várzea e por Leite (1997) em florestas de igapó. Apesar do histórico de extração de madeira de andiroba na várzea, o alto valor de  $R^2$  e o elevado número de varetas indicam a elevada capacidade de regeneração da espécie, que pode até ter se beneficiado do histórico de intensa perturbação nessa região. A população de andirobeiras na várzea deve se manter ao longo dos anos, caso não haja extração madeireira e, provavelmente, com o tempo, sua distribuição diamétrica representará a distribuição etária de uma população mais madura com maiores diâmetros.

A população da terra firme não apresentou distribuição diamétrica tão bem ajustada ao formato de J invertido. Segundo relatos dos moradores a extração madeireira no local é mínima. Além da menor frequência de regenerantes em relação à várzea, os desvios da distribuição diamétrica desta população em relação ao modelo exponencial negativo são devidos a proporção relativamente elevada de indivíduos na classe de diâmetro de 20 a 30 cm e nas classes acima de 50 cm de DAP. Londres (2009) relata padrão similar com uma

população de andirobas em ambientes de terra preta (sazonalmente alagado). Segundo a autora esta população apresenta um achatamento da curva de distribuição diamétrica principalmente nas classes de DAP acima de 30 cm. Londres também observou grande diferença na distribuição diamétrica de andirobeiras de diferentes tipologias (baixio, restinga e terra preta), o que indica que fatores edáficos podem influenciar na estrutura de uma população. Pena (2007), no entanto, não observou diferenças significativas entre a distribuição diamétrica de árvores de solos secos e mal drenados.

A menor frequência de regenerantes na terra firme provavelmente se deve a menor incidência de clareiras e disponibilidade de luz, já que a floresta da região está bem conservada e sem grandes perturbações. É conhecida a alta taxa de mortalidade das mudas de andiroba e a necessidade de ambientes com luz para o desenvolvimento inicial da planta. Webb (1998), estudando clareiras na Costa Rica, constatou que a densidade de indivíduos de 1 a 3 metros de altura são mais frequentes em áreas abertas com a presença de uma matriz perto, reforçando que o desenvolvimento inicial da plântula de andiroba se dá preferencialmente em condições de luminosidade.

Os três métodos de análise espacial demonstraram que a distribuição espacial das populações de várzea e terra firme são predominantemente aglomeradas. Isto reforça a hipótese de que o desenvolvimento de novos indivíduos se dá próximo aos seus parentais (quando na ausência de predadores) (SILVA COSTA et al., 2003). O fator de dispersão secundária diferenciado (hidrocórico ou zoocórico) entre os ambientes de várzea e terra firme não influencia o padrão de distribuição espacial a ponto de torná-lo randômico ou uniforme. A dispersão hidrocórica na várzea pode gerar sítios preferenciais de acumulação devido aos canais de drenagem e em função das partes mais baixas do terreno, com maior chance de distribuição agregada. O padrão agregado na terra firme pode indicar que se predominar a dispersão secundária zoocórica em relação à autocoria, os animais também levam as sementes para sítios preferenciais.

Henriques e Souza (1989), utilizando-se também do Índice de Morisita, encontraram uma distribuição aleatória para adultos de andiroba no Maranhão, contrariando os trabalhos que encontraram distribuição agregada (KLIMAS *et al.*, 2007, TONINI *et al.*, 2008a, LONDRES, 2009). No entanto, a sua amostragem, utilizando apenas uma parcela de 0,1 ha, é diferente da utilizada na maioria de outros trabalhos, o que pode ter influenciado no resultado. Dependendo do método, a escala pode interferir na análise de distribuição espacial (ROSSI, 1994).

Há uma controvérsia com relação ao modelo de distribuição espacial das populações de árvores amazônicas. Kageyama (1987) citou que, das onze espécies mais frequentes de uma floresta na Amazônia, nove apresentaram distribuição espacial aglomerada. Ao contrário, Rossi (1994), analisando nove espécies florestais no Acre, utilizando-se de diversos métodos, relatou que o padrão espacial predominante foi o aleatório para a maioria das espécies. Estas diferenças podem indicar um comportamento distinto entre populações nas diferentes regiões da Amazônia ou simplesmente refletir o emprego de diferentes metodologias de coleta e análise dos dados.

Não houve grandes diferenças nas características de copas dos diferentes ambientes. Por ser uma espécie tolerante à sombra, a posição das copas das andirobeiras nos dois ambientes é, predominantemente, co-dominante e intermediária, não conseguindo emergir do dossel da floresta. As árvores de andiroba que eventualmente assumem posição dominante estão em sítios perturbados ou com predominância de cipós (na várzea). Analisando os diâmetros destas árvores que ocupam a posição dominante nota-se que são árvores pequenas e não atingiram grandes alturas, sendo assim não cresceram até o dossel da floresta e sim o ambiente em sua volta é que está mais aberto. Proporcionalmente, a floresta de várzea apresentou maior incidência de andirobeiras suprimidas e menor abundância de co-dominantes. Isso também reforça a hipótese de que a população na várzea é mais jovem, fruto do corte seletivo das andirobeiras e da manutenção da estrutura da floresta original.

O formato das copas dificilmente apresenta-se circular e há grande incidência de árvores com galhos quebrados. Esta característica também pode estar associada ao fato de ser uma árvore tolerante a sombra. Desenvolvendo-se abaixo da copa de outras árvores a andirobeira parece moldar-se ao formato que melhor capte a luz e, desta forma, adquire formato irregular.

A composição da estrutura vertical das populações estudadas no Amapá diferencia-se de outras populações como em Roraima, onde a maioria das árvores possui formato circular e ocupa posição dominante (KAMINSKI *et al.*, 2007). Esta diferença, no entanto, pode ser decorrência da subjetividade na escolha das classes.

A incidência de cipó foi maior nas árvores de terra firme, chegando a quase 20% das árvores com infestações superiores a 50% da copa, que podem evidentemente prejudicar a produção pela diminuição da fotossíntese. Assim como observado nas castanheiras (PAIVA, 2009), os extrativistas controlam a infestação de cipós em andirobeiras. Durante o levantamento, algumas árvores das parcelas tiveram seus cipós retirados pelos proprietários. O

acompanhamento destas árvores nos próximos anos seria muito importante para se conhecer o comportamento destas sob condição de manejo.

## **2.5 CONCLUSÕES**

- As populações das andirobeiras de terra firme e várzea da RESEX Cajari apresentam padrões diferenciados de estrutura, principalmente, em relação à maior frequência de andirobeiras grossas, com posição co-dominante no dossel e expostas a uma ação mais efetiva de cipós competidores na floresta de terra firme.

- A distribuição espacial das populações é agregada tanto na várzea quanto na terra firme, o que indica que diferentes fatores de dispersão não chegam a afetar o padrão de distribuição espacial da espécie.

- Nas áreas de várzea, o histórico de extração madeireira das andirobeiras pode ter eliminado os indivíduos maiores, mas não prejudicou a renovação da população, cuja regeneração pode até ter se beneficiado com os distúrbios.

- A maioria das copas das andirobeiras das populações de várzea e terra firme ocupa posição intermediária no dossel e apresenta formas incompletas.

### **3. PRODUÇÃO DE SEMENTES E ÓLEO DE ANDIROBA (*Carapa guianensis*) NO SUL DO ESTADO DO AMAPÁ**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O óleo de andiroba é um dos produtos florestais não madeireiro que podem auxiliar a conservação da biodiversidade, uma vez que, valoriza a floresta em pé e gera renda alternativa aos extrativistas. Na região sul do Amapá existe elevado potencial para a produção de óleo de andiroba devido a ampla ocorrência de andirobeiras em ambientes de várzea e terra firme. Atualmente, no Amapá, o óleo de andiroba é extraído de forma tradicional, em pequena escala e raramente é comercializado fora dos ambientes comunitários ou em feiras locais. 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 o utilizam na composição de seus produtos. 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.

O manejo não madeireiro de uma espécie deve levar em consideração os aspectos ecológicos da mesma para que as recomendações de uso não afetem a estabilidade do ecossistema. Tanto no caso da andiroba como de outras espécies vegetais é preciso muito cuidado em seu manejo, pois, tratam-se de espécies que apresenta relações mutualísticas com outras espécies de animais e que podem ter funções ecossistêmicas importantes. Algumas espécies de cutia e cutiaras dependem das sementes durante uma fase do ano (SILVIUS e FRAGOSO, 2003). Além de consumir as sementes, estas espécies também são responsáveis pela dispersão e regeneração da andiroba pois possuem o hábito de enterrar sementes e desta forma favorecem, ocasionalmente, o estabelecimento do indivíduo (JANSEN e FORGET, 2001).

Além da demanda de informações para a execução do manejo, como por exemplo, a capacidade produtiva das árvores, há também a necessidade de avançar no desenvolvimento de tecnologias para beneficiamento e armazenamento dos produtos. Há pouca informação sobre o rendimento do processo industrial da extração de óleo de andiroba, bem como os processos de secagem e armazenamento. O correto beneficiamento da matéria prima influencia diretamente na qualidade do óleo. A acidez do óleo extraído, por exemplo, é uma característica indesejável e pode variar conforme o manuseio e armazenamento durante as

etapas de beneficiamento. Para que seja comercializado às empresas de cosméticos, o óleo deve ter acidez abaixo de 5%.

A quantificação da produção de sementes durante os anos fornece um panorama da dinâmica de crescimento e da oferta de determinado recurso. Este deve servir primeiramente à manutenção da população de andirobeiras e das espécies animais que dependem destas sementes. Para isso, antes de qualquer estimativa de produção é importante conhecer a dinâmica de regeneração e consumo deste recurso dentro da floresta (RICKLEFS, 2004). Portanto, o estudo das inter relações entre a fauna e flora em uma área com exploração de andiroba é de fundamental importância para a garantia de um manejo sustentável da espécie (SEPROF, 2001).

A produtividade de óleo de andiroba pode variar em decorrência da genética da planta e do micro clima (PANTOJA, 2007). Desta forma, é possível estabelecer programas de melhoramento genético com a escolha de matrizes, bem como, recomendar o manejo da área e boas práticas de colheita e armazenamento em função de uma melhor produção (QUEIROZ, 2007). Para a seleção de boas matrizes é necessário conhecer a variabilidade na produção de sementes entre as andirobeiras e como a produção está relacionada com características das mesmas.

Para o manejo de andirobeiras para produção de óleo é preciso considerar aspectos da produção (viabilidade econômica) e da ecologia da espécie. Para isso é fundamental basear-se em pesquisas abrangentes e com série de dados suficientes para uma análise confiável. O presente trabalho é resultado do início de um processo de monitoramento da produção de andirobeiras e desenvolvimento de técnicas para o beneficiamento do óleo de andiroba.

Baseado na hipótese de que o potencial produtivo e as características de beneficiamento do óleo das andirobeiras das várzeas são mais favoráveis ao manejo do que da terra firme, definiu-se os objetivos deste trabalho. O objetivo geral foi avaliar as características e a capacidade de produção efetiva de sementes e óleo de andirobeiras em área de terra firme e várzea no sul do estado do Amapá. Os objetivos específicos foram:

- avaliar a produção de sementes em áreas de várzea e terra firme e a relação da produção com as características das andirobeiras;
- quantificar a taxa de remoção/predação de sementes de andiroba pela fauna;
- analisar se o rendimento de extração e características físico-químicas do óleo de andirobas são dependentes do ambiente e da temperatura de secagem das sementes.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Área de estudo**

O monitoramento da produção de andirobeiras de terra firme e o experimento de remoção de sementes pela fauna foi desenvolvido na parcela I (ver item 2). O monitoramento das andirobeiras de várzea ocorreu em dois locais diferentes. Um dos locais estudados foi a área de várzea da Escola Família do Carvão (EFAC), localizada na vila do Carvão, no município de Mazagão (coordenadas 22S 458991, 9978271 SAD 69). A outra área escolhida para análise de produção está localizada próxima a vila de Santo Antonio do Ajuruxi, dentro da RESEX Cajari (coordenadas 22 M 439571, 9940734 SAD 69).

### **3.2.2 Coleta de dados para avaliação do estado reprodutivo**

A avaliação do estado reprodutivo das andirobeiras foi realizado em todas as parcelas que possuíam andirobeiras e que foram utilizadas no capítulo 1 para análise da estrutura da população. O estado reprodutivo foi avaliado por meio de observações de indícios da frutificação (presença de flores e frutos na copa ou partes do fruto no chão). Na várzea foi feita realizada apenas uma verificação no período de maior produção. Na terra firme, onde a produção foi monitorada nos mesmos indivíduos da parcela de 9 ha onde foi avaliada a estrutura, a avaliação foi mais intensiva e realizada durante as coletas mensais durante toda a safra.

### **3.2.3 Coleta de sementes para monitoramento da produção**

A coleta nas áreas de várzea foi realizada durante a safra de 2009, aproximadamente, a cada 15 dias, em doze árvores adultas produtivas, seis delas localizadas na EFA do Carvão e seis localizadas na foz do rio Ajuruxi, fora das parcelas de 9 ha. Foi colocada uma tela em volta da árvore, capturando toda a projeção da copa, para evitar que os frutos e as sementes de andiroba fossem levados pela maré e, para evitar também a predação por animais da floresta. Esse cuidado é importante, pois estudos em áreas de várzea que quantificam a produção apenas coletando sob a árvore, sem cercar a mesma, podem subestimar sua capacidade produtiva (GUEDES *et al.*, 2008). Devido ao elevado esforço e recurso necessários para cercar as andirobeiras, ao risco de roubo da tela e à dificuldade de coleta na várzea, esse monitoramento foi realizado em áreas de mais fácil acesso.

O monitoramento da produção por andirobeira em terra firme foi realizado em todas as árvores adultas produtivas da parcela 1 ( Anexo 1), com coletas mensais durante o período de safra do ano de 2009. Foram identificadas as andirobeiras produtivas e coletadas todas as

sementes e frutos abortados abaixo da projeção da copa de cada árvore para uma futura triagem. As sementes e frutos foram coletados no chão, abaixo das andirobeiras e armazenados em sacos plásticos devidamente identificados com as informações de cada matriz e local. Logo após a coleta, os sacos foram levados para os laboratórios da Embrapa Amapá, onde foram realizadas a triagem e o processamento. Não se considerou neste caso o consumo ou a remoção de sementes pela fauna durante o período em que as sementes estavam caindo antes da coleta. Portanto, foi analisada a produção efetiva, que estaria disponível de fato para o extrativista, considerando o período de coleta. Para quantificar possíveis perdas devido a fauna foi realizado o experimento de remoção.

### **3.2.4 Experimento de remoção de sementes**

Para avaliar a remoção de sementes foram selecionadas 10 árvores adultas (DAP maior do que 30 cm), com boa forma de copa e sem nenhuma outra árvore produtiva próxima. Em cada árvore, foram disponibilizadas 50 sementes em grupos de 5 ao longo de dois transectos com comprimento de 20 m a partir do tronco da árvore. As sementes foram colocadas diretamente no solo em estações localizadas aos 2, 5, 10, 15 e 20 m do tronco. Cada estação teve forma quadrada com dimensões de 10 cm x 10 cm e foi formada por 5 sementes sendo, 4 colocadas nas extremidades e 1 no centro (Apêndice II). A localização de cada estação foi marcada com estacas e fitas coloridas conforme Pena (2007).

Durante a instalação do experimento as sementes foram triadas para garantir que nenhuma apresentasse sinais de ataque de larvas de insetos ou predação pela fauna e, manipuladas com a utilização de sacos plásticos para evitar algum odor humano nas sementes. A remoção e a predação foi avaliada diariamente até os primeiros 15 dias de instalação do experimento. Após este período, foram realizadas mais duas avaliações aos 30 e 60 dias com o objetivo de avaliar o número de sementes não removidas e germinadas.

As informações obtidas foram o número de sementes viáveis; número de sementes danificadas por insetos; número de sementes removida por roedores e número de sementes germinadas. Para verificar o destino das sementes foram utilizadas neste estudo câmeras de disparo automático (câmeras *trap*), no intuito de registrar a espécie e o comportamento do manipulador das sementes de andiroba do experimento.

### **3.2.5 Procedimentos laboratoriais**

Durante a triagem, as sementes boas e danificadas foram conferidas e separadas. Aquelas que apresentaram brocas ou qualquer forma de apodrecimento foram descartadas.

Estas sementes foram contabilizadas para verificar a porcentagem de perda no campo com base no número de sementes colhidas. As sementes boas foram contadas, pesadas e levadas a estufa de ventilação forçada, a 70°C, até atingir peso constante para determinação da massa seca. Foram testadas em algumas amostras diferentes temperaturas de secagem das sementes (40°C, 70°C e 100°C) em estufa de ventilação forçada, para verificar as implicações deste procedimento no rendimento e qualidade do óleo.

A extração do óleo foi realizada em prensa mecânica, em temperatura ambiente e sob uma pressão de 9 t. Foram utilizadas amostras de sementes secas como descrito anteriormente, variando de dez a vinte sementes por amostra. Estas amostras foram pesadas, descorticadas e depois pesadas novamente para obter-se o rendimento da operação. Em seguida foram prensadas e pesadas mais uma vez para se obter o peso do óleo extraído. O volume do óleo extraído foi medido em bureta com graduação de 1 mL.

Para a caracterização do óleo foram avaliados os índices de acidez e saponificação, segundo o manual de práticas laboratoriais do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os cálculos foram feitos a partir das expressões:

a) **Índice de Acidez** = 
$$\frac{V \times F \times 28}{P}$$

Em que:

V = volume de hidróxido de potássio gasto na titulação

F = fator da solução

P = peso da amostra

b) **Índice de Saponificação** = 
$$\frac{56,1 \times M \times (V_2 - V_1)}{P}$$

Em que:

M = molaridade da solução padronizada de ácido clorídrico;

V<sub>1</sub> = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra de óleo;

V<sub>2</sub> = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco.

Estas análises foram realizadas no laboratório da EMBRAPA-AP sob a supervisão de técnicos especializados.

### 3.2.6 Análises dos dados

As variáveis respostas (produção de sementes, rendimento da extração, acidez e saponificação do óleo) foram analisadas quanto ao atendimento às pressuposições de normalidade, homocedasticidade e independência dos resíduos. Quando transformações dos dados foram realizadas, as mesmas estão indicadas no texto. Em alguns casos, foram usadas estatísticas não paramétricas. Também foram calculadas estatísticas descritivas (média, coeficiente de variação, intervalos de confiança, valores mínimos e máximos) para as variáveis respostas.

O estado reprodutivo foi avaliado pelo agrupamento de reprodutivas e não reprodutivas em diferentes classes de diâmetro. As diferenças na produção média de sementes entre os diferentes ambientes foram analisadas com o uso do teste t de Student. O total da produção foi dividido em função das classes de diâmetro para investigar a contribuição de cada classe na produção total. A relação da produção de sementes com o DAP das andirobeiras da terra firme foi analisada por meio de modelos de regressão linear e polinomial de segunda ordem. Os valores da produção foram transformados usando o logaritmo na base 10 para essas análises. As estatísticas “a posteriori” e comparação múltipla entre médias foram realizadas por meio da análise dos intervalos de confiança construídos com 95% de confiabilidade.

Foram analisados dados de precipitação pluviométrica de uma estação meteorológica situada na bacia do Rio Jari, localizada, aproximadamente, a 70 km do local de estudo, para relacionar com a produção e dispersão das sementes.

Para verificar se houve diferença na proporção de sementes removidas entre as árvores foi feito o teste de kruskal-Walis. Da mesma forma, para, avaliar a diferença na proporção de sementes removidas entre as distâncias utilizou-se teste de Wilcoxon. Para correlacionar a remoção com as diferentes distâncias em que as sementes foram colocadas, utilizou-se a correlação de Spearman.

Para avaliar os efeitos do ambiente e da temperatura de secagem das sementes sobre a eficiência de extração, densidade, acidez e saponificação do óleo, foram realizadas análises de covariância, tendo o ambiente como variável categórica e a temperatura como covariável.

### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 Produção de sementes

No ano de 2009, a queda de frutos e sementes de andiroba iniciou-se em janeiro, e a coleta de dados iniciou no começo de fevereiro de 2009. A safra prolongou-se por todo primeiro semestre deste ano e apenas no mês de agosto não foi observada queda de frutos. Observou-se elevada variação na produção de sementes de andiroba entre árvores e entre os meses, mesmo estando os indivíduos avaliados em ambiente homogêneo.

Em ambiente de várzea observou-se maior proporção de andirobeiras produtivas do que em ambientes de terra firme (Tabela 3).

Tabela 3- Diâmetro mínimo reprodutivo (DAP mr) e porcentagem de indivíduos reprodutivos (IR) em ambientes de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá.

Ambiente	DAP mr Cm	IR %
Terra firme	28,0	54,0
Várzea	10,1	68,0

Na parcela de terra firme verificou-se que 54% (n=62) das árvores estavam em idade reprodutiva, sendo o menor diâmetro de árvores produtivas encontrado de 28 cm. Na várzea 68% (n=297) das andirobeiras produziram durante a safra e o menor diâmetro de árvores produtivas foi de 10,1 cm.

Foram coletadas um total de 3848 sementes de 34 árvores na terra firme e 3505 de 12 árvores na várzea. A produção, em peso seco, de castanhas de andiroba por árvore, coletadas durante os meses de fevereiro a julho de 2009, variou de 0,2 kg a 12,5 kg na várzea e de 0,052 kg a 4,9 kg na terra-firme. O coeficiente de variação entre a produção das árvores foi de 118% na terra firme e 168% na várzea. Não houve diferença significativa entre as médias da produção de andirobeiras da várzea e terra firme ( $t = 1,407$  e  $p = 0,166$ ).

Considerando todas as árvores, em média, a porcentagem de sementes estragadas foi de 20% e 11,7% para terra firme e várzea, respectivamente. A grande maioria das sementes estragadas foi atacada pela broca (larva de *Hypsipyla* sp.), danificando todo seu conteúdo e impedindo o aproveitamento. Algumas sementes foram encontradas germinadas, 7,4 e 8,9%,

na terra firme e na várzea, respectivamente. Estas sementes não puderam ser aproveitadas no processo de extração de óleo e não foram consideradas no total da massa de sementes.

Foram verificados dois períodos de maior queda de fruto, relacionados com picos de precipitação, principalmente no ambiente de várzea (Figura 10). A produção de sementes em terra firme é mais estável ao longo da safra chegando a superar a produção média da várzea no mês de abril. Também foi observado certo escalonamento de produção por árvores na terra firme. Algumas destas iniciaram a produção mais cedo, porém não permaneceram frutificando até o final da safra. Outras árvores, no entanto, só iniciaram a produção em maio e mantiveram a produção até julho. Apenas uma árvore da terra firme manteve-se produtiva durante todo o período de monitoramento.

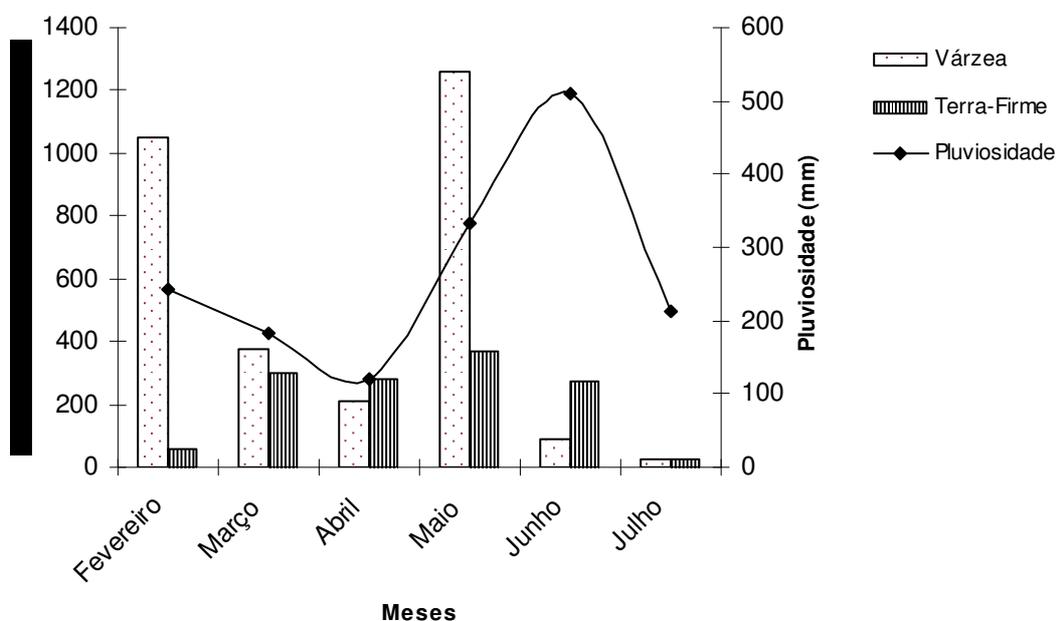


Figura 10- Produção média mensal por andirobeira e precipitação mensal acumulada nos ambientes de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá durante o ano de 2009.

A maioria dos indivíduos reprodutivos está na classe de 20 a 30 cm de DAP (Figura 11), que também é a classe com maior número de indivíduos na terra firme e a segunda em número de indivíduos na várzea (Figura 12). Na Figura 11 pode-se observar como os 68% de andirobeiras reprodutivas na várzea e 54% da terra firme estão distribuídas pelas classes de diâmetro, como porcentagem do número total de andirobeiras amostradas.

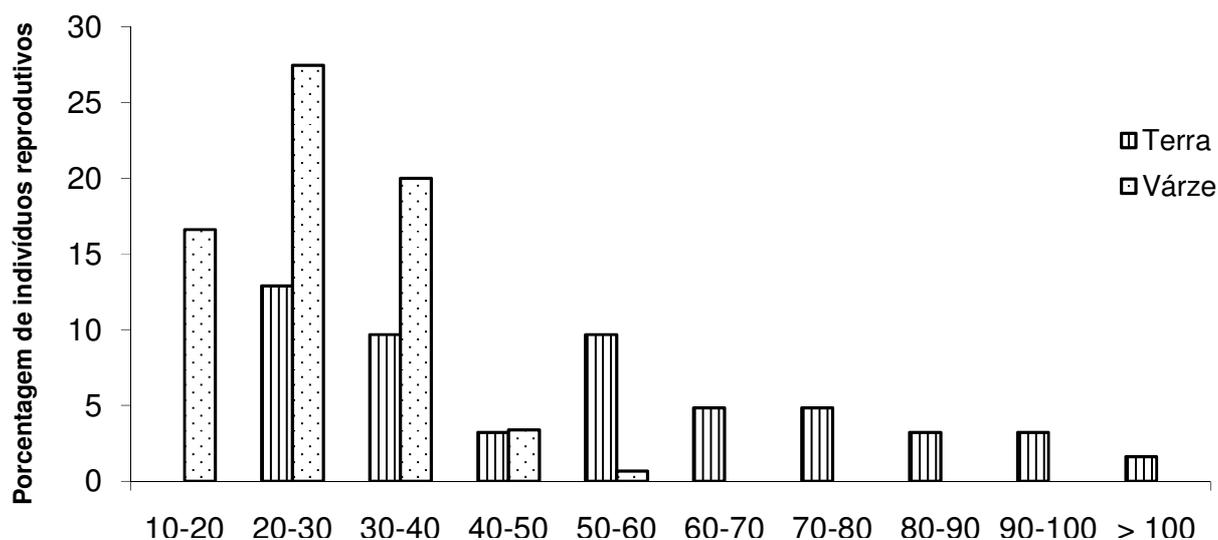
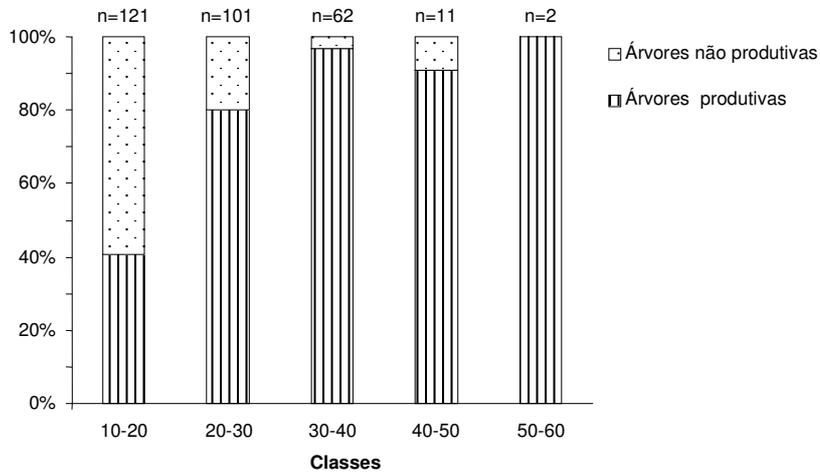


Figura 11- Porcentagem de indivíduos reprodutivos em cada classe de diâmetro em relação ao total de andirobeiras amostradas em cada ambiente, na área de várzea e terra firme no sul do Estado do Amapá.

Com relação a porcentagem de indivíduos reprodutivos sobre o total de andirobeiras de cada classe, verifica-se que quanto maior a classe de diâmetro maior a porcentagem de indivíduos reprodutivos (Figura 12).

Em ambiente de terra firme, onde a avaliação da produção foi realizada em todos os indivíduos inventariados para análise da estrutura da população (n=62), foi avaliada a contribuição de cada classe de diâmetro para a produção efetiva de sementes de andiroba durante a safra de 2009 (Figura 13).

a) Varzea



b) Terra firme

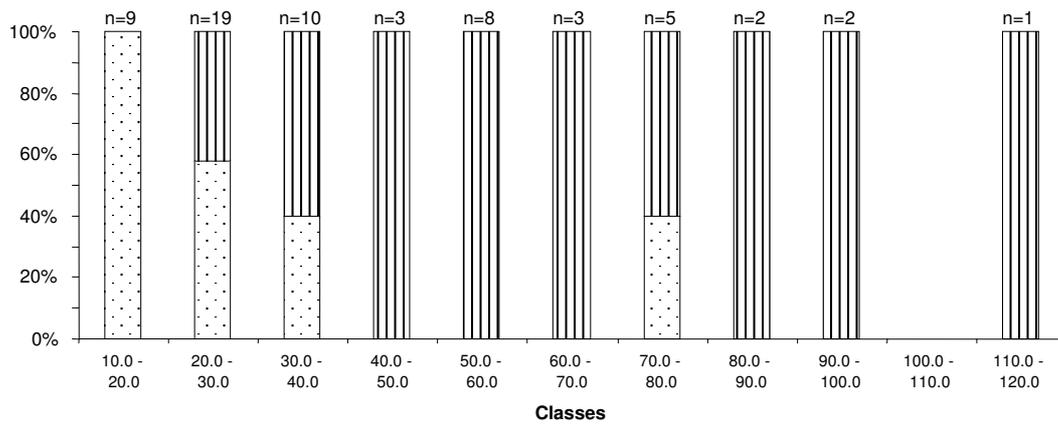


Figura 12- Número de andirobeiras em cada classe e porcentagem de indivíduos reprodutivos sobre o total de andirobeiras por classe nos ambientes: a) várzea e b) terra firme no sul do Estado do Amapá.

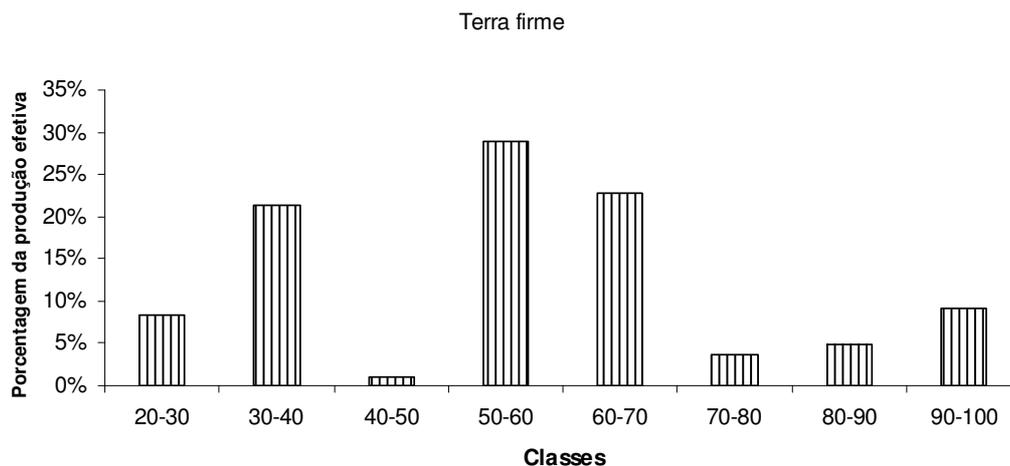


Figura 13- Contribuição de cada classe de diâmetro na produção efetiva de sementes de andiroba durante a safra de 2009 na terra firme no sul do Estado do Amapá.

Não houve associação significativa entre a produção de sementes pelas andirobeiras (n=12) no ambiente de várzea e seus respectivos diâmetros, tanto para o modelo linear (F=0,950; p=0,355) quanto para o polinomial (F=0,496; p=0,624). No caso do ambiente de terra firme (n=32), a análise de variância da regressão entre o diâmetro e a produção de sementes das andirobeiras mostrou-se significativa apenas para o modelo linear (F=4,534; p=0,041) e para um nível de significância de 4%. Para o modelo polinomial de segunda ordem também não houve significância da regressão (F=2,226; p=0,125). Na figura 15 pode ser observado o ajuste ( $R^2=0,12$ ) do modelo linear aos dados da regressão entre a produção e o diâmetro das andirobeiras da terra firme.

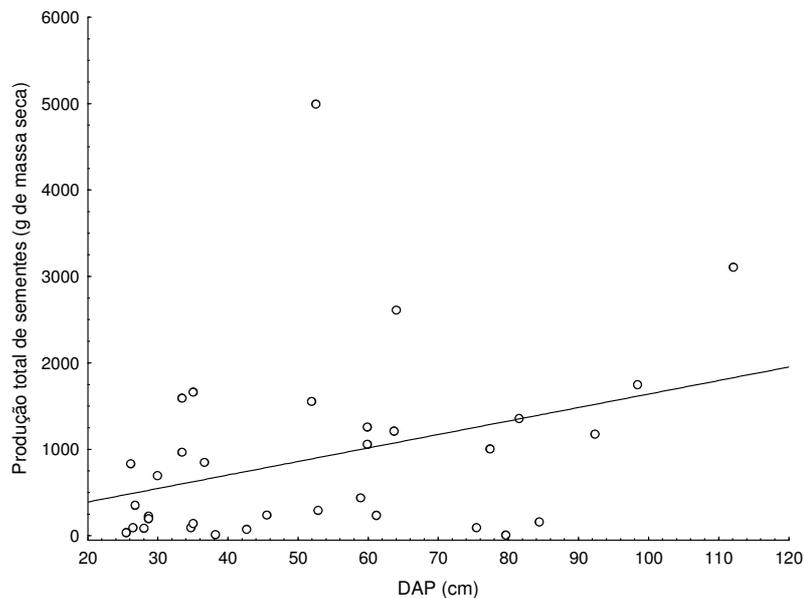


Figura 14- Relação entre a produção efetiva de sementes no ano de 2009, medida em andirobeiras (n=32) do ambiente de terra firme do sul do Amapá e seus respectivos diâmetros.

### 3.3.2 Predação e remoção de sementes

No experimento de remoção de sementes, durante o período de 15 dias, foram removidas apenas 1,4% das sementes e 2,8% foram predadas por insetos. Ao final de 40 dias 8,4% das sementes havia sido removidas, enquanto que 6,4% germinaram. Ao final do experimento (60 dias), somente 16% das sementes foram removidas (Tabela 4). Destas, algumas foram apenas mexidas e permaneceram perto do local do experimento, algumas foram roídas no local e uma minoria foi removida.

Tabela 4- Número e porcentagem de sementes perdidas e intactas após 60 dias de exposição abaixo das copas de 10 andirobeiras na terra firme.

Sementes	Nºsementes	%
Removidas	79	15,8
Predadas por <i>Hypsipyla</i> sp.	51	10,2
Germinadas	104	20,8
Predadas por formigas	4	0,8
Intactas	262	52,4
Total	500	100

Considerando todas as sementes perdidas por remoção, predação e germinação, totalizou-se 48% de sementes não aptas para coleta após 2 meses no campo. A proporção de sementes removidas ao final do experimento foi dependente da distância das sementes da árvore matriz ( $Z = 2,62$  e  $p = 0,01$ ). Também houve diferenças significativas na remoção de sementes entre as andirobeiras ( $H = 21,44$ ,  $GL = 9$ ,  $p = 0,05$ ). Encontrou-se maior correlação entre as sementes removidas e distâncias entre 5-10 m ( $r_s = 0,6992$  e  $p < 0,001$ ).

Não foram registradas fotografias que exibissem a remoção e o destino das sementes. No entanto, foram capturadas fotografias de caititu (*Pecari tajacu*) e de um gato maracajá (*Leopardus pardalis*). Além disso, foi possível observar rastros e sinais de predação de sementes ao redor das árvores durante o experimento. O elevado número de ouriços de castanha roídos evidencia a atividade de roedores na área. Embora a área seja utilizada para caça de subsistência, possui dispersores e predadores de sementes de andiroba tais como cotia (*Dasyprocta leporina*) e cutiara (*Myoprocta acouchi*) (CARDOSO e SILVA, 2008),

### 3.3.3 Produção de óleo

A eficiência global na produção de óleo variou de 16 a 20 % (base úmida), com maiores rendimentos para as sementes oriundas da várzea. A conversão em peso das sementes frescas até o produto final, o óleo, estão descritas na Tabela 5. Segundo as análises laboratoriais estima-se que para o processamento de 1000 kg são necessárias 82.645 sementes. Com o processo de secagem a 70 °C, as sementes desidratam e perdem cerca de 43 a 49% de seu peso. As cascas representam de 23 a 24% do peso das sementes secas. O rendimento de extração de óleo das sementes secas e descascadas variou de 41 a 47%, em média. Desta forma, estima-se que 1000 kg de sementes coletadas no campo podem render 158,3 a 203,2 quilos de óleo. Considerando a densidade de 0,92 a 0,93 verificada nas amostras, o processamento dessa tonelada de sementes úmidas renderia por volta de 170 a 215 litros de óleo ou azeite de andiroba.

Tabela 5- Estimativa de conversão em peso das etapas de beneficiamento das sementes de andiroba no processo de extração de óleo.

	Peso úmido da semente	Peso seco da semente	Peso da semente sem casca	Peso do óleo
Terra-firme	1000 kg	510 kg	386.8 kg	158.6 kg
Várzea	1000 kg	570 kg	432.3 kg	203.2 kg

O valor médio da porcentagem de extração de óleo das sementes descascadas foi de 41,6 % na terra firme e 46% nas áreas de várzea com um coeficiente de variação em torno de 17%. A diferença entre as médias de produção nos ambientes, como observado na Figura 15, é estatisticamente significativa ( $F = 10,128$  e  $p = 0,002$ ).

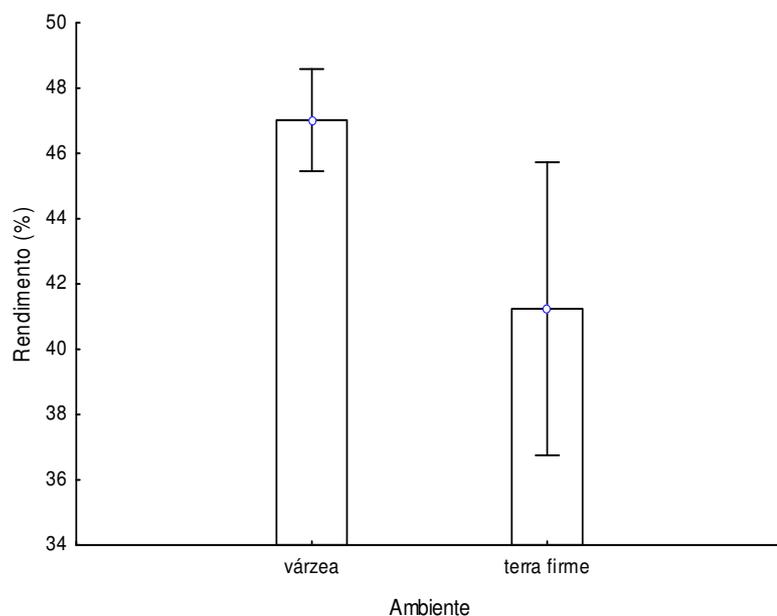


Figura 15- Rendimentos médios, construídos com intervalo de confiança de 95%, da extração de óleo de sementes de andiroba em ambientes de várzea e terra firme.

O efeito da temperatura de desidratação das sementes de andiroba também é significativo ( $F = 12,5527$  e  $p = 0,000738$ ) para o rendimento de extração de óleo (Figura 16).

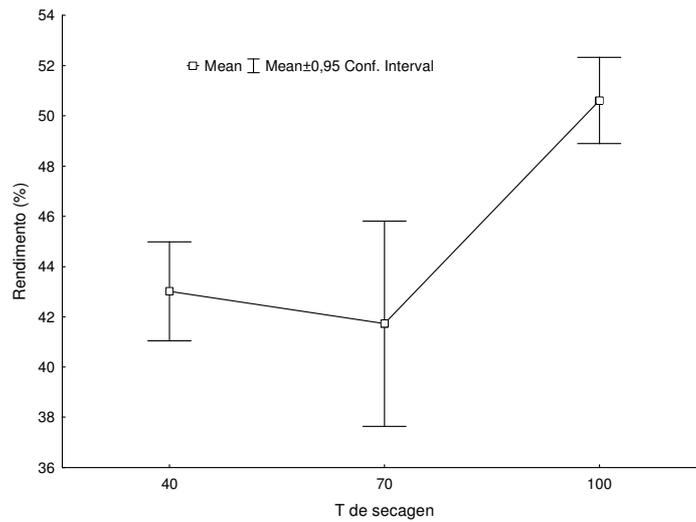


Figura 16- Rendimentos médios e intervalos de confiança construídos com 95% de certeza, para a extração de óleo de sementes de andiroba em diferentes tratamentos de temperatura de secagem (40, 70 e 100°C).

A temperatura de secagem também influenciou ( $F = 54,45$  e  $p = 0,05$ ) a acidez do óleo, com maior índice de acidez quando as sementes foram secas a 100°C (Figura 17).

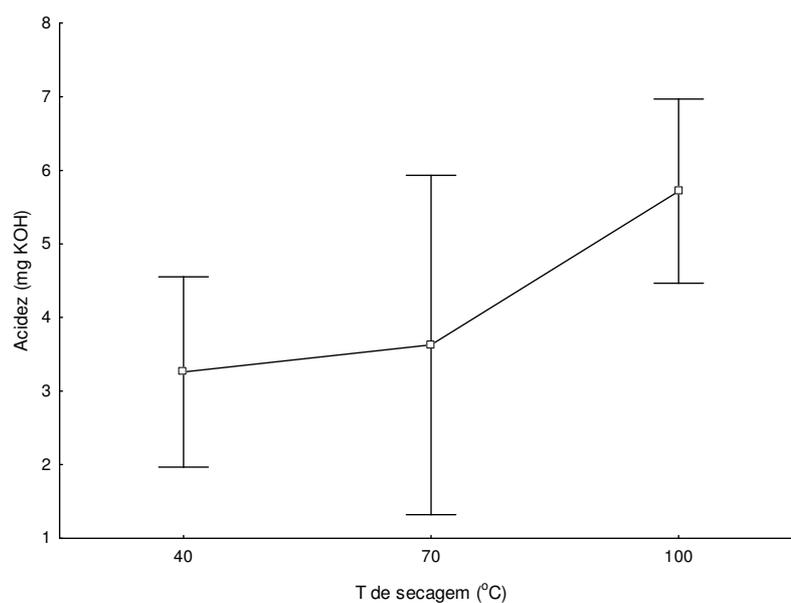


Figura 17- Acidez média e intervalo de confiança (95%) do óleo extraído de sementes de andiroba desidratadas em diferentes temperaturas (40, 70 e 100°C).

O índice de saponificação variou de 217,2 mg de KOH na terra firme a 199,9 mg de KOH na várzea. Observou-se uma diferença nítida entre as cores das amostras que foram secas a 100°C das que foram secas a 40°C e 70°C, tais amostras apresentaram um óleo mais escuro evidenciando um excesso de temperatura que levou a um torramento das sementes.

O óleo extraído neste experimento apresentou, em média, índice de acidez de 4,59 mg de KOH ou 2,29% na terra firme e 8,50 mg de KOH ou 9,0% na várzea. No entanto, não houve diferença significativa nas médias dos valores de acidez e saponificação das sementes oriundas da várzea e terra firme ( $F = 8,27$  e  $p = 0,453$ ).

### 3.4 DISCUSSÃO

Assim como no trabalho de Wadt *et al* (2008), neste estudo também observou-se uma tendência a maiores índices de produtividade em áreas alagadas. No entanto, o ambiente de baixo descrito pela autora difere-se das áreas de várzea, deste estudo por não apresentar o regime de inundações por marés como no estuário do rio Amazonas.

A variação na produção entre árvores de andiroba é uma característica de populações naturais, ocorrendo mesmo em árvores de um mesmo ambiente. Tonini *et al* (2008c) relatam uma média de 8,3 kg, com um mínimo de 300 g e um máximo de 63,9 kg árvore<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Lima *et al*. (2007) relatam valores próximos variando de 0,352 kg a 36,3 kg por árvore. Guedes *et al*. (2008) encontraram um coeficiente de variação nos valores de produção entre árvores de 93%.

Neste trabalho, mesmo considerando os dois ambientes, encontra-se valores de produção máxima bem abaixo dos comumente descritos na literatura (MCHARGUE e HARTSHORN, 1983, SHANLEY e MEDINA, 2005, PENA, 2007, LONDRES, 2009). No entanto, deve-se ressaltar que a maioria destes trabalhos utilizou amostras de peso úmido das sementes e, aparentemente, não passou por um processo de triagem. Neste trabalho foi considerado uma produção efetiva, ou seja, a quantidade disponível ao extrativista (peso seco) após descontar as perdas por predação e remoção.

Outra questão que pode justificar os baixos valores encontrados neste trabalho é que o ano de 2009 foi um ano de baixa produção, já que a produção de sementes pelas andirobeiras varia entre os anos (BOUFLEUER, 2004, LONDRES, 2009). Guedes *et al*. (2008), trabalhando também com produção efetiva na mesma área de várzea deste trabalho no ano de

2007, encontraram valores bem mais elevados, variando de 2,7 a 40,5 kg. árvore<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com média de 15 kg de peso fresco.

O elevado coeficiente de variação, assim como a elevada amplitude entre os valores mínimo e máximo, mostram que é necessário ampliar a amostragem, monitorando a produção de um número maior de árvores e por mais de um ano para observar a sazonalidade. Sem essa maior amostragem é arriscado estimar o potencial de produção da área. Com base em dois anos de coleta, com n = 507, Londres (2009), encontrou uma produção de 0 a 195 kg árvore<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de sementes viáveis em ambientes similares ao desta pesquisa. Apesar da grande amplitude de produção entre árvores, a autora obteve um desvio padrão menor ( $\pm 0,4$ ) que o encontrado neste trabalho, e uma média de 2,6 kg por árvore no ambiente de baixio, muito similar a obtida no presente estudo na área de várzea.

A porcentagem de indivíduos produtivos encontrados neste trabalho está de acordo com outros resultados como o de Pena (1997), que encontrou 56,5% dos indivíduos monitorados reproduzindo. Mellinger (2006), no médio Amazonas, encontrou 55% das árvores frutificando nos 2 anos e 19% que não frutificaram em nenhum dos anos. Esta mesma autora também relata uma assincronia da produção, assim como visto no monitoramento de produção na terra firme realizado no presente trabalho.

O pico de safra é provavelmente afetado pelo clima da região. Na Reserva de desenvolvimento sustentável Amanã no médio Amazonas, o pico de safra da andiroba ocorreu em abril e junho (MELLINGER, 2006), na Floresta nacional do Tapajós-Pará a maior queda de fruto foi constatada entre fevereiro e abril, coincidindo com os meses de maior pluviosidade (MAUÉS, 2008). Em alguns casos, como mostra os resultados encontrados neste trabalho para área de várzea, a safra pode ter dois picos relacionados com a pluviosidade. Esse resultado é condizente com outros trabalhos (BOUFLEUER, 2004, PEREIRA, 2010) e (QUEIROZ, 2007), que relaciona os picos de produção com o regime de marés lançantes no estuário.

Observou-se neste trabalho, assim como em Pena (2007) e Londres (2009), que a partir dos 30 cm de diâmetro um maior número de árvores começa a produzir. Estes autores também relatam uma relação positiva entre o diâmetro e produção. Apesar do grande número de indivíduos reprodutivos situados nas classes de diâmetro entre 30 e 40 cm, estes são responsáveis por menos de 30 % da produção. Estas árvores por não apresentarem grandes reservas produzem menos e podem chegar a falhar a produção em anos com deficiência de chuvas. Da mesma forma, árvores muito velhas ou com diâmetro superiores

também podem falhar a produção anual ou em alguns casos não produzir mais. Pena (1997), sugere que as árvores de grande porte que não produzem mais sejam utilizadas para o manejo madeireiro, pois a sua retirada não comprometeria a estrutura populacional e genética. De fato, existem na terra firme algumas árvores com estas características. Na várzea, além do baixo número de plantas de diâmetros superiores a 40 cm não se encontra indivíduos com características de senescência.

Apenas 9 andirobeiras nas classes diamétricas de 50 cm a 70 cm foram responsáveis por aproximadamente 50% da produção na terra firme. Isso mostra que a produção de sementes de andiroba é concentrada em poucos indivíduos de classes diamétricas intermediárias, conforme também constatado em Roraima por Pereira (2010), que relata que isso facilita a coleta e diminui os custos com a exploração. Ainda segundo essa autora, pode-se prever que ao se cortar árvores com DAP a partir de 50 cm (diâmetro mínimo de corte definido na legislação), estarão sendo eliminadas as árvores que produzem as maiores quantidades de sementes e que, portanto, o ideal seria permitir que fossem exploradas para fins madeireiros somente indivíduos com DAP acima de 70 cm. Os dados desse trabalho também corroboram essa recomendação.

Vários fatores podem afetar os resultados de um experimento de remoção de sementes. Forget *et al.* (2002) encontraram taxas de remoção de sementes bem diferentes (2 a 12% e 73% ) em experimentos realizados no mesmo mês em locais diferentes. Forget *et al.* (1997) reportaram uma diminuição da remoção de sementes de andiroba ao longo de 5 anos, devido em parte, a diminuição da população de roedores em função de uma maior pressão de caça.

A quantidade de sementes predadas, principalmente por larvas de *Hypsipyla* sp. verificadas aqui estão abaixo da taxa encontrada por Pinto (2007), de 61% em Manaus-AM, e Pena (2007), de 50% em Breu Branco -PA. Há indícios de que a voracidade desta praga pode variar com os anos de alta e baixa produção. Guedes *et al.* (2008), na mesma área deste estudo, encontraram uma perda por predação de 42% em ano de alta produção de sementes na várzea. O período de exposição das sementes às pragas também pode aumentar a perda, uma vez que uma larva é capaz de predação de mais de uma semente durante sua vida. Como as coletas e as triagens foram realizadas em intervalos de tempo iguais não foi possível estabelecer uma relação entre o tempo de colheita com a taxa de predação. Para evitar maiores danos, Guedes *et al.* (2008) recomendam que as sementes sejam coletadas o mais rápido possível após a queda dos frutos. Além disso, após a coleta deve-se realizar a imersão das sementes em água, durante 24h, para matar as larvas.

A época em que se realiza o experimento pode influenciar nos resultados devido a presença de outros frutos. A queda de frutos de andiroba coincide com a frutificação de diversas outras espécies também consumidas por roedores, incluindo a castanheira, e algumas espécies de breus e cipós. Jansen e Forget (2001) relataram a preferência de alguns roedores pelo fruto de *Licania alba* mesmo durante a safra de andiroba. Este mesmo fruto foi observado roído nas imediações do experimento conduzido neste trabalho.

O comportamento de alguns roedores, especialmente a cutia, também pode ser determinante no desenvolvimento do experimento de remoção de sementes. Segundo os moradores da reserva a cutia é “desconfiada” e não caminha onde percebe que foi pisoteado. Devido ao caminhar constante no experimento durante as observações, a cutia pode ter deixado de utilizar aquele local para se alimentar e passou a se utilizar de outras árvores. Por este motivo, a remoção teria sido baixa e conseqüentemente o destino das sementes removidas não foi registrado pelo método de câmeras de disparo automático. Além disso, a diferença na remoção entre árvores pode indicar que o comportamento do roedor não é buscativo e que este possui locais preferenciais de forrageamento perto de troncos e paus. Os maiores índices de remoção aconteceram em locais com estas características

Outros animais além da cutia removem as sementes de andiroba. Segundo os moradores da reserva, a maior responsável pela remoção seria a cutiara. Também foi observada na área da parcela de terra firme a ação de um quatipuru (*Sciurus aestuans*), onde algumas sementes foram carregadas para o alto de um tronco bifurcado, a, aproximadamente, 1 m do solo.

Uma proposta de manejo da andiroba, levando em consideração a conservação da fauna, seria estimar o potencial produtivo de determinada área e limitar a colheita em uma quantidade que seguramente não afetaria a população dos seus consumidores. Para isso, se faz necessário mais estudos em relação à remoção e consumo de sementes de andiroba pela fauna em diferentes anos e com diferentes intensidades de coleta. Visto que aproximadamente metade da produção está concentrada em indivíduos de 50 a 70 cm de DAP, a escolha destas árvores para coletas de sementes já limitaria a extração, garantindo a produção restante para o consumo da fauna.

Baseados em dados de 2 anos de produção, SEPROF (2001) sugere a extração de 80% dos frutos de uma árvore e a escolha de indivíduos mais produtivos. Forget *et al.* (2002) estabelece que para não afetar a população de roedores nem a regeneração de *C. guianensis* a

taxa de extração por árvore não deve ultrapassar 10% da produção da mesma. Este tipo de limitação pode acarretar na inviabilidade econômica da atividade e não é eficiente na prática. Dificilmente o extrativista vai coletar toda a produção, calcular a porcentagem necessária para ser deixada e devolvê-la ao local. Um critério que poderia ser usado seria a utilização de tempos e períodos de coleta definidos pelos picos de produção das andirobeiras inseridas em determinada classe de diâmetro que concentre boa parte da produção. Para isso, é necessário um levantamento do potencial de produção do local onde será realizado o plano de manejo.

Os valores dos índices de saponificação e acidez são comparáveis a outros trabalhos como Silva (2005), que encontrou valores de índice de acidez próximos a 2 mg de KOH e índice de saponificação igual a 191,7 mg de KOH em óleo extraído de sementes de andiroba, em processo similar ao deste trabalho. Os índices de acidez e saponificação obtidos neste processo industrial (sem fermentação) são consideravelmente diferentes de óleos artesanais, que podem atingir índices de 21 a 23 mg de KOH em acidez e 195,5 e 198 mg de KOH em saponificação (GREENCOTTAGE, 2008). Estes índices são similares a outras sementes de espécies da floresta de várzea, como a ucuuba, com índice de acidez de 3,5 mg de KOH e índice de saponificação de 280 mg de KOH, e o inajá, com índice de acidez de 5 mg de KOH e índice de saponificação 230 mg de KOH (VITTI e FRANÇA, 2009).

Maiores temperaturas no processo de desidratação das sementes implicam em maiores rendimentos na extração. No entanto, resultam em uma coloração escura e um maior teor de acidez, o que é indesejado. Neste caso recomenda-se utilizar uma temperatura de no máximo 70°C, que irá conferir um bom rendimento e nenhuma modificação aparente nem na coloração nem no teor de acidez.

O índice de acidez parece depender mais das condições de colheita e armazenamento do que de variáveis dependentes da matriz. Para se obter um óleo de baixa acidez (mais aceito pelas indústrias de cosméticos) é preciso coletá-lo antes que sofra um processo de fermentação. Apesar de apresentar maior valor médio de acidez, o óleo extraído das sementes da várzea não apresentou diferenças significativas da terra firme, e, em alguns casos, até índices de acidez menores. Isto demonstra que é possível a utilização deste recurso para fins industriais, principalmente nas regiões de várzea onde se encontra uma maior densidade. Para a exportação do óleo de andiroba, por sua vez, é necessário que este tenha porcentagem de acidez inferior a 1 % (PINGAL, 2002). Neste caso, mesmo com certo rigor na extração, apenas uma quantidade mínima de amostras produziu óleo com acidez dentro do parâmetro exigido para exportação.

### 3.5. CONCLUSÕES

- A elevada variação na produção sementes de andirobeiras leva a necessidade de amostragem adequada em cada local destinado ao estudo e ao manejo da espécie. A produção na várzea e terra firme está concentrada em poucos indivíduos com diâmetros intermediários.

- A remoção de sementes de andiroba foi considerada baixa, sendo dependente da andirobeira matriz.

- As andirobeiras da várzea apresentam maior rendimento durante a extração de óleo, que também é influenciada pela temperatura de secagem das sementes. A temperatura também influencia na acidez do óleo extraído, sendo recomendada a temperatura máxima de secagem de 70°C.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração aspectos da população e da produção de sementes de andirobeiras avaliados neste trabalho aponta-se para um potencial de uso sustentável da espécie. Contudo, ainda não é possível estimar uma produtividade confiável nem fazer recomendações seguras de extração que garantam a manutenção da espécie a longo prazo. É possível observar uma maior aptidão para a prática da extração de andiroba na várzea devido a uma maior densidade e regeneração. Além disso, a andiroba é uma espécie normalmente utilizada pelos extrativistas, que já faz parte dos sistemas agroflorestais e da cultura dos ribeirinhos do sul do Amapá.

Programas de melhoramento genético são aparentemente viáveis, uma vez que a produção está concentrada apenas em poucos indivíduos altamente produtivos. Após uma seleção de matrizes, plantios de enriquecimento de áreas podem aumentar e equalizar a safra de sementes de andiroba. Desta forma, é possível planejar melhor a safra além de aumentar a oferta de alimentos para os animais que consomem sua semente.

Para a elaboração de planos de manejo da espécie, assim como para o dimensionamento de unidades de beneficiamento de óleo, recomenda-se que o potencial produtivo do local do empreendimento seja determinado por meio de amostragem adequada da produção efetiva de sementes das andirobeiras que serão exploradas.

Existe a necessidade de continuar a avaliação da produção por alguns anos para se obter maiores informações sobre a sazonalidade da produção.

A definição do diâmetro mínimo de corte (DMC) de andirobeiras necessita ser revisto, pois a aplicação do DAC atual de 50 cm pode causar a diminuição de indivíduos com elevada produção de sementes. Este e outros trabalhos apontam que um DMC de 70 cm permitirá conciliar a uso múltiplo da espécie, mantendo as andirobeiras com maior produção de sementes e retirando para madeira apenas indivíduos em senescência. O baixo valor pago ao proprietário e a baixa eficiência de extração desvalorizam a atividade madeireira da andiroba.

O uso não madeireiro das florestas não se restringe a andiroba. Existem outras espécies com potencial para a extração de óleos como murumuru (*Astrocarium murumuru*), ucuuba (*Virola surinamensis*), uricuri (*Manicaria saccifera*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e copaíba (*Copaifera sp*), além de outros tipos de recursos como gomas, resinas e sementes. O manejo de uso múltiplo da floresta é a proposta atual para a conservação de biodiversidade das florestas amazônicas.

## 5. REFERÊNCIAS\*

AUBLET. **Histoire des plantes de la guiane françoise**. Libraire de la faculté de médecine. Paris. 1776. 387p.

BALZON, D. R. ; SILVA, J. C. e SANTOS, A. J. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros – análise retrospectiva. **Floresta**, v.34, n.3, 363-371, 2004.

BARROS, A. C. e UHL, C. **Padrões, problemas e potencial da extração madeireira ao longo do Rio Amazonas e do seu estuário**. Belém: Imazon, 1997. 42 p.

BOUFLEUER, N. T. **Aspectos ecológicos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet., Meliaceae), como subsídio ao manejo e conservação**. 2004. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais)-Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2004

BRASIL. **Decreto n 99.145, de 12 de março de 1990**. Cria a reserva extrativista do rio cajari. 1990. Disponível em <[http://www.ibama.gov.br/suicweb/mostraDocLegal.php?seq\\_uc=673eseq\\_tpdocumento=3eseq\\_finalidoc=7](http://www.ibama.gov.br/suicweb/mostraDocLegal.php?seq_uc=673eseq_tpdocumento=3eseq_finalidoc=7)>, Acessado em set. de 2009.

\_\_\_\_\_. **Decreto s/n de 30 de setembro de 1997**. Dispõe sobre a declaração de interesse social e ecológico para fins de desapropriação da área de terra abrangida pela reserva Extrativista do rio Cajari, criada pelo decreto n 99145, de 12 de março de 1990, e dá outras providencias. 1997

CARDOSO, E. D. M. e SILVA, C. R. Registros de cutia (*dasyprocta leporina*) em castanhais na colocação Marinho, reserva extrativista do rio cajari, Amapá. In: SEMINÁRIO do PROJETO KAMUKAIA MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, 2008, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco, 2008, p 59-66.

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

CLOUTIER, D. *et al.* Impact of selective logging on inbreeding and gene dispersal in an amazonian tree population of *Carapa guianensis* aubl. **Molecular ecology**, v.16, 797-809, 2007.

DAWKINS, H.C. **The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda**. Oxford: Imperial Forestry Institute (GB), 1958. 149p.

DÜNISCH, O. ; SCHWARZB, T. e NEVES, E. J. M. Nutrient fluxes and growth of *Carapa guianensis* aubl. In two plantation systems in the central amazon. **Forest Ecology and Management**, v.166 n.2, 55-68, 2002.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Espécies arbóreas da amazônia nº 2: Andiroba, *Carapa guianensis***. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2004

---

\* Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ESP@CENET. **Endereço eletrônico com banco de dados contendo registro de patentes mundiais.** Disponível em < [www.esp@cenet.com](http://www.esp@cenet.com) > Acessado em jun. de 2008

FERNANDES, N. P. **Estudo de crescimento e cálculo de idade de rotação para o manejo de produção florestal para as espécies *Carapa guianensis* aubl. *E. calophyllum angulare* a.C. Smith.** . 1985. 187 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Instituto Nacional de Pesquisas Amazônica-INPA/FUA, Manaus, 1985

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. **ACTA AMAZONIA**, v.32, n.4, p 647-661, 2002.

FERRAZ, I. D. K. Informativo técnico rede de sementes da amazônia - **andiroba- *Carapa guianensis***. INPA Manaus. 2003a (versão eletrônica)

FERRAZ, I. D. K. Informativo técnico rede de sementes da amazônia - **andirobinha- *Carapa procera***. INPA Manaus. 2003b (versão eletrônica)

FERRAZ, I. D. K. e SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* aubl. e *Carapa procera* d. C. - Meliaceae). **ACTA AMAZONIA**, v.26, n.3, 137-144, 1996.

FIOCRUZ. **Fundação Oswaldo Cruz -produtos e patentes.** 2008. Disponível em <[www.far.fiocruz.br/vela.html](http://www.far.fiocruz.br/vela.html)>, Acessado em jun. de 2008.

FISCH, S. T. V. ; FERRAZ, I. D. K. e RODRIGUES, W. A. Distinguishing *Carapa guianensis* aubl. From *Carapa procera* d.C (Meliaceae) by morphology of young seedlings. **ACTA AMAZONIA** v.25, n.3-4, 193-200, 1995.

FORGET, P. M. Effect of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent dispersed tree species in rain forest in french guiana. **Journal of Ecology**, v.85, 693-703, 1997.

FORGET, P.-M. ; MERCIER, F. e COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at paracou, french guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, 301-313, 1999.

FORGET, P.-M. ; MERONA, J. M. R.-D. e JULLIOT, C. The effects of forest type, harvesting and stand refinement on early seedling recruitment in a tropical rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.17, n.593-609, 2001.

FORGET, P.-M. *et al.* Sustainable harvesting of crabwood (*Carapa procera*) seeds: Dispersal, predation and regeneration. In: International Technical Workshop, Region 2, **Anais...** Region 2, 2002, p 24-42.

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(4), 366–374, 2009

FREITAS, J. L. e VITOR, M. A. N. **Estimativa da produção de sementes de andiroba do estado do Amapá**. IEPA. Macapá. 2004. (Relatório Técnico N° 02)

FUNI, C. **Padrões espaciais e temporais do desmatamento na reserva extrativista do rio Cajari, Amapá, Brasil**. 2009. 216 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical)-Programa de Pós Graduação em Biodiversidade-PPGBIO, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2009

GAYOT, M. *et al.* Comparative diet of the two forest cervids of the genus *mazama* in french guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.20, 31-43, 2004.

GERARD, J. ; MILLER, R. B. e WELLE, B. J. H. **Major timber trees of guyana: Timber characteristics and utilization**. Wageningen. 1996. 126 p. (Tropenbos Series 15)

GONÇALVES, J. F. D. C. ; SILVA, C. E. M. D. e GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., v.44, n.1, 8-14, 2009.

GREENCOTTAGE. **Composição química de óleos vegetais**. Disponível em <<http://greencottage.com/iols/andiroba.htm>>, Acessado em jun de 2008

GUARIGUATA, M. R.; ADAME, J. J. R.; FINEGAN, B. Seed removal and fate in two selectively logged lowland forests with contrasting protection levels. **Conservation Biology**, Cambridge v. 14, n. 4, p. 1046-1054., 2000.

GUEDES, M. C. *et al.* Produção de sementes e óleo de andiroba em área de várzea do Amapá. In: Seminário do Projeto Kamukaia MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco, 2008, p 111-120.

GUERRA, F. G. P. Q. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na Floresta Nacional do Tapajós - Pará**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008

HALL, P. ; ORRELL, L. C. e BAWA, K. S. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae). **American Journal of Botany**, v.81, n., 5, 1994.

HANSON, T. Consumption of *Carapa guianensis* by *cebus capucinus* in la reserva biológica indo-maiz, Nicaragua. **Neotropical Primates**, v.14, n.2, 85-86, 2007.

HENRIQUES, R. P. B. e SOUSA, E. C. E. G. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern brazil **Biotropica**, v.21, n.3, 204-210, 1989.

HOMMA, A. K. O. **Viabilidade econômica da extração de produtos florestais não madeiráveis**. Disponível em <<http://www.ckagricola.com/ckagricola/arquivos/Viabilidade%20economica%20extracao%20Opfnm.pdf>>, Acessado em dez. de 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia - IBGE. **Anuário estatístico do Brasil do instituto brasileiro de geografia e estatística**. 1985/08

Instituto Estadual de Pesquisa Científica e Tecnológica do Amapá - IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: Primeira aproximação do ZEE**. Instituto de Pesquisa científicas e tecnológicas do estado do Amapá-IEPA. Macapá, p.140. 2002

JANSEN, P. A. e FORGET, P.-M. Scatterhoarding rodents and tree regeneration. In: BONGERS, *et al* (Org.). **Nouragues. Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest**. Kluwer Academic Publishers, 2001. p.275-288.

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

\_\_\_\_\_. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980. 79 p.

\_\_\_\_\_. Dispersal of small seeds by big herbivores: Foliage is the fruit. **The American Naturalist**, v.123, n.3, 338-353, 1984.

JORDÃO, A. L. e SILVA, R. A. **Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no estado do Amapá**. Ribeirão Preto, 2006. 182 p.

KAGEYAMA, P. Y. **Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 1987. 30 p.

KAINER, K. A. *et al*. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **Journal of Tropical Ecology** v.22, 147-157, 2006.

KAMINSKI, P. E. ; TONINI, H. e COSTA, P. D. Estrutura e produção de sementes de uma população nativa de andiroba (*Carapa spp*) no sul do estado de Roraima. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambú, **Anais...** Caxambú, 2007, p 1-3.

KLIMAS, C. A. **Ecological review and demographic study of *Carapa guianensis***. 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Forest Resources and Conservation, University of Florida, 2006

KLIMAS, C.A *et al*. Population structure of *Carapa guianensis* in two forest types in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management** v 250 (3) 256-265, 2007

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. Harper & Row, New York. 1989. 654p.

LEITE, A. M. C. **Ecologia de *Carapa guianensis* Aublet. (Meliaceae) “andiroba”**.1997. Tese (Doutorado em Biologia Ambiental)-Emilio Goeldi, Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Belém, 1997

LENTINI, M. ; VERÍSSIMO, A. e SOBRAL, L. Fatos florestais da amazônia. IMAZON. Belém: 110 p. 2003.

LIMA, A. S; LIRA, A. C. S. e GUEDES, M. C. Produção de sementes de andiroba na APA da fazendinha, Macapá-AP. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEAP, 2, Macapá, **Anais...** Macapá, 2009, p 19-23.

LIMA, L. M. D. S. ; WADT, L. H. D. O. e KLIMAS, C. Estudo fenológico e produção de frutos de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) no Estado do Acre. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambu, **Anais...** Caxambú, 2007,

LINS, C. **Jarí: 70 anos de história**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Dataforma, 2001. 304 p.

LONDRES, M. **Population structure and seed production of *Carapa guianensis* in three floodplain forest types of the amazon estuary**. 2009. 56 p. Dissertação (Mestrado em ciências)-University of Florida, 2009

LOUMAN, B. ; VALERIO, J. e JIMÉNEZ, W. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos com ênfasis em américa central. **Turrialba: CATIE**, 57, 2001.

LOUREIRO, A. A. e SILVA, M. F. **Catálogo das madeiras brasileiras**. Ministério do Interior - SUDAM, Belém. 1968. 233 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v. 1. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, 2002. 352p.

LUTZ, A. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz- métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Secretaria da Saúde, 1985. 533 p. (3)

MAGALHÃES, L. M. S. ; BLUM, W. E. H. e FERNANDES, N. P. Características edafico-nutricionais de plantios florestais na região de manaus. 2 crescimento de *Carapa guianensis* aubl. Em solos de diferentes texturas. **ACTA AMAZONIA**, v.16/17, 523-534, 1987.

MARTINBOROUGH, T. **Karaba oil (crabwood oil): A literature review**. Iwokrama International Centre for Rain Forest Conservation and Development. Georgetown- Guiana. 2003

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra-PA)**. 2006. 20 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006

\_\_\_\_\_. Fenologia de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na Floresta Nacional do Tapajós. In: Seminário do Projeto Kamukaia Manejo Sustentável de Produtos Florestais Não madeireiros na Amazônia, 1, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco, 2008, p 67-74.

MCHARGUE, L. A. e HARTSHORN, G. S. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. **Turrialba** v.33, n.4, 399-404, 1983.

MELLINGER, L. L. **Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* aubl. (andiroba), na reserva de desenvolvimento sustentável Amanã, AM**. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, INPA/UFAM, Manaus, 2006

MENDONÇA, A., FERRAZ, I. D. K. Óleo de andiroba: Processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **ACTA AMAZONIA**, v.37, n 4, p 353-564, 2007.

MENEZES, A. J. E. A. O histórico do sistema extrativo e a extração de óleo de andiroba cultivado no município de Tomé-Açu, estado do Pará. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. Ribeirão Preto, **Anais...Ribeirão Preto**, 2005, p 54-62.

MENEZES, M. *et al.* **Cadeia produtiva dos óleos vegetais extrativos no estado do Amazonas**. SDS. Manaus, 2005, 36 p.

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

MORSELLO, C. Parcerias comerciais entre empresas e comunidades amazônicas: Oportunidades, problemas e desafios. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ambiente e Sociedade, Indaiatuba, **Anais... Indaiatuba**, 2004, p 14-22.

NASCIMENTO, E. P. ; OLIVEIRA, A. M. A. e FERNANDES, N. M. P. Estudos morfológicos das flores e síndrome de polinização de 62 espécies florestais amazônicas. In: Seminário de Iniciação Científica, Rio Branco, **Anais... Rio Branco**, 2001, p 34-41.

Observatório de políticas públicas ambientais da América Latina e Caribe - OPALC. 2008. Disponível em [www.opalc.com.br](http://www.opalc.com.br)., Acessado em un. de 2008.

ORELLANA, B. J. P. ; KOBAYASHI, E. D. S. e LOURENÇO, G. D. M. Terapia alternativa através do uso da andiroba. **Lato & Sensu**, v.5, n.1, 2004.

PAIVA, P. M. V. **A coleta intensiva e a agricultura itinerante são ameaças para os castanhais da reserva extrativista do Rio Cajari**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical)-Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade federal do Amapá, Macapá, 2009

PANTOJA, T. F. **Descrição morfológica e análise da variabilidade genética para caracteres de frutos, sementes e processo germinativo associado à produtividade de óleo em matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., uma Meliaceae da amazônia**. 2007. 82 p. Dissertação ( Mestrado em Ciência Agrárias e Veterinárias)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007

PELL, M. C. ; FLNLAYSON, B. L. e MCMAHONT, T. A. Updated world map of the Koeppen-Geiger climate classification. **Hidrology Earth System Science**, v.11, 1633-1644, 2007.

PENA, J. W. P. **Frutificação, produção e predação de sementes de *Carapa guianensis* aubl. ( Meliaceae) na amazônia oriental brasileira**. 2007. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém-PA, 2007

PENNINGTON, T. D. **Meliaceae. Pages 470 in Flora Neotropica**. New York:Botanical Garden.1981

PEREIRA, M. R. N. **Fenologia e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis*) Aubl. e suas implicações para o manejo.** 2010, 70 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2010.

PETERS, C. M. **The ecology and management of non-timber forest resources.** World bank technical paper 322. 1996

PINGAL, R. Physical and chemical properties of crabwood oil – requirements for export. In: INTERNATIONAL TECHNICAL WORKSHOP ON SUSTAINABLE AND EQUITABLE MARKETING OF CRABWOOD OIL in Guyana, Lake Mainstay Resort, Region 2, **Anais...** Lake Mainstay Resort, Region 2, 2002,

PINTO, A. A. **Avaliação de danos causados por insetos em sementes de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) e andirobinha (*C. procera*)(Meliaceae) na reserva florestal Ducke em Manaus, AM. Brasil.** 2007. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2007

PIZO, M. A. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, , 559-557, 1997.

PLOWDEN, C. The ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. **Conservation & Society**, v.2, n.2, 252-272, 2004.

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

\_\_\_\_\_. Guia prático de manejo florestal para produção de frutos de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) e outros produtos de valor econômico no estado do Amapá: CPAFAP/EMBRAPA-AP 2007.

RAPOSO, A. **Estrutura genética e fluxo gênico de populações naturais de andiroba (*Carapa guianensis* aubl., Meliaceae) visando o manejo e a conservação da espécie.** 2007. 150 p. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

RICKLEFS, A. R. E. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. **Ecology Letters**, v.7, n.1, 1-15, 2004.

ROSSI, L. M. B. **Aplicação de diferentes métodos de análise para determinação de padrão espacial de espécies arbóreas da floresta tropical úmida de terra firme.** 1994. 92 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal)-INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA, FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS, Manaus, 1994

SANTOS, M. A. e NETO, S. V. C. **Aproveitamento sustentável da andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) no Estado do Amapá.** Basa. Macapá, 2004. 15 p. (Relatório técnico final)

SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S. e ROÇAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the amazon. **Plant Ecology**, v.168, n., 291-296, 2003.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SEMA. **Atlas unidades de conservação do Estado do Amapá**. Macapá.2008. 128 p.

SEPROF. **Subsídios técnicos para elaboração do plano de manejo da andiroba. (*Carapa guianensis* Aublet) no Estado do Acre**". SECRETARIA EXECUTIVA DE FLORESTAS E EXTRATIVISMO. Rio Branco, p.38. 2001

SHANLEY, P. ; M., C. e GALVÃO, J. Frutíferas de mata na vida amazônica. **Belém**, 1998.

SHANLEY, P. e MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: Imazon, 2005. 300 p.

SHANLEY, P.; PIERCE, A., LAIRD, S. **Além da madeira: A certificação de produtos florestais não madeiros**. Borgor: CIFOR, 2006. 153 p.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de estéres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol**. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado em Química)-Unicamp, Campinas-SP, 2005

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

SILVIUS, K. M. e FRAGOSO, J. M. V. Red-rumped agouti (*dasyprocta leporina*) home range use in an amazonian forest: Implications for the aggregated distribution of forest trees. **Biotropica**, v.35, n.1, 74-83, 2003.

STYLES, B. T. Swietenioideae. In: T. Pennington, B. T. Styles e D. A. H. Taylor. *Meliaceae. Flora Neotropica Monograph* v.28, 1- 470 1981

SUDAM/PNUD, A. **Estudo de mercado de matéria- prima: Corantes naturais (cosméticos, indústria de alimentos), conservantes e aromatizantes, bio-inseticidas e óleos vegetais e essenciais (cosméticos e oleoquímica)**. AMAZÔNIA. 2000

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS - SUFRAMA. **Projeto potencialidades regionais e estudo de viabilidade econômica plantas para uso medicinal e cosmético**. Relatório Técnico. vol. 9. 2003.30 p.

SYNNOT, T. J. **A manual of permanent plot procedures for tropical rainforest**. Oxford, UK: University o Oxford, 1979. 67 p.

THOMAS, R. Flowering, fruiting and abundance of crabwood trees in Guyana. In: International Technical Workshop, Region 2, **Anais...** Region 2, 2002, p 17-23.

TONINI, H. ; ARCO-VERDE, M. F. e SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima - andiroba (*Carapa guianensis* aubl), castanha-

do-brasil (*Bertholletia excelsa* bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellaneda* lorentz ex griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* l.). **ACTA-Amazonica**, v.35, n.3, 353-362, 2005.

TONINI, H., COSTA, P. e KAMINSKI, P. E. **Estrutura e distribuição espacial da andiroba em floresta natural de Roraima**. Comunicado Técnico. 2008a. Disponível em <[http://www.cpafrf.embrapa.br/embrapa/attachments/269\\_cot092008\\_andiroba\\_helio.pdf](http://www.cpafrf.embrapa.br/embrapa/attachments/269_cot092008_andiroba_helio.pdf)>, Acessado em dezembro de 2009.

\_\_\_\_\_. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* o. Berg) em Roraima. **Floresta**, v.38, n.3, 445-457, 2008b.

TONINI, H. *et al.* Estrutura populacional e produção de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* bonpl.) e andiroba (*Carapa* sp.) no sul do estado de Roraima. In: Seminário do Projeto Kamukaia Manejo Sustentável de Produtos Florestais Não madeireiros na Amazônia, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco, 2008c, p 15-24.

UHE. **Site de fornecimento de matéria prima para indústrias**. Disponível em [www.uhe.com](http://www.uhe.com), Acessado em jun. de 2008

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP. **Agência de inovações da Universidade de Campinas** 2008. Disponível em <[www.inova.unicamp.br](http://www.inova.unicamp.br)>, Acessado em jun. de 2008.

VAN ANDEL, T. R. Non-timber forest products of the north-west district of Guyana: Part ii. **Tropenbos-Guyana Series** .Tropenbos-Guyana Programme, 2000.

VITTI, R. e FRANÇA, L. F. D. **Estudo das características da ucuuba (*Virola surinamensis*) e do inajá (*Maximiliana regia*) com vistas à produção de biodiesel**. Disponível em <[www.ufpa.br/rcientifica/artigos\\_cientificos/ed\\_08/pdf/rafael\\_vitti.pdf](http://www.ufpa.br/rcientifica/artigos_cientificos/ed_08/pdf/rafael_vitti.pdf)>, Acessado em dez. de 2009.

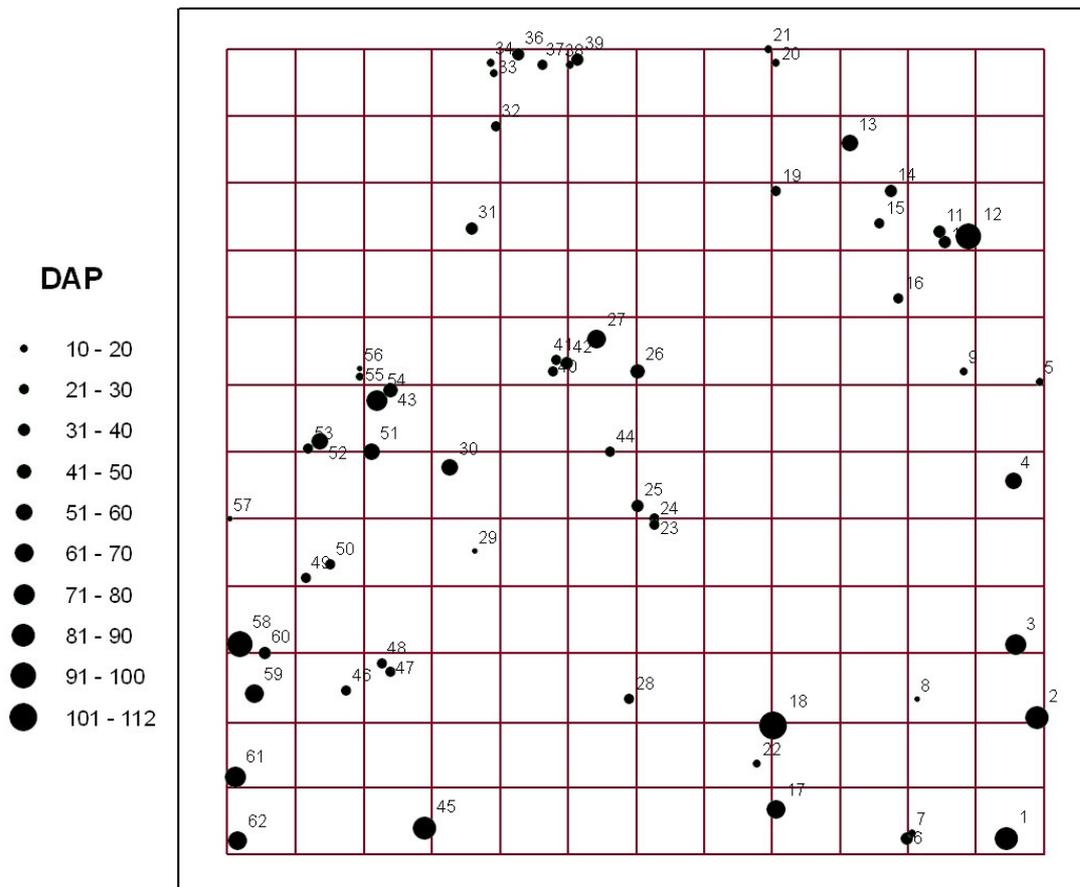
WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.211, p. 371-384, 2005.

WADT, L. H. O. *et al.* Produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) no período de 2004 a 2008, em dois ambientes de floresta natural, em Rio Branco, Acre In: SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco, 2008, p 111-120.

WEBB, E. L. Gap-phase regeneration in selectively logged lowland swamp forest, northeastern Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, 247-260, 1998.

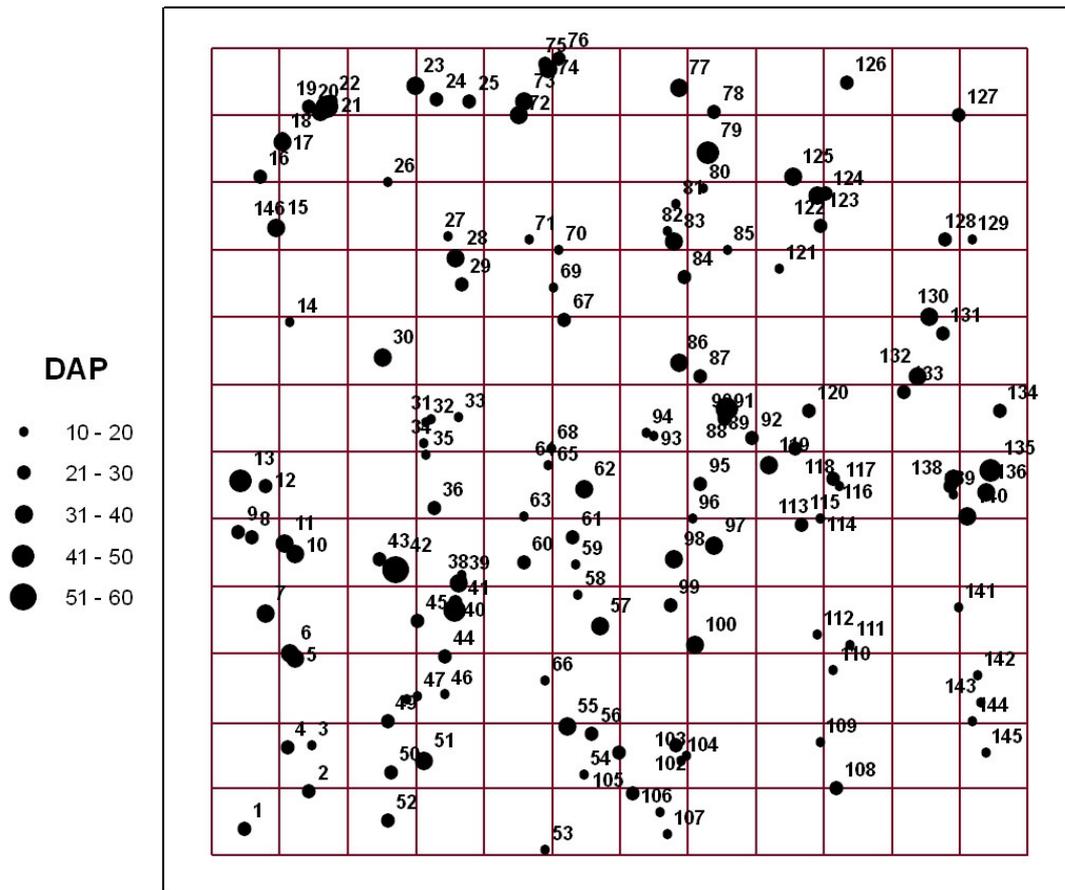
WINNER and LOOSER. **Endereço eletrônico de um projeto de comercialização de produtos florestais não madeireiros liderado pelo centro de ecologia e hidrologia fundado pelo departamento para desenvolvimento internacional do Reino Unido**. acessado em 2008. Disponível em <<http://www.nerc-wallingford.ac.uk/research/winners/>>

## APÊNDICE I- Representação das parcelas permanentes PARCELA I- Comunidade do Martins



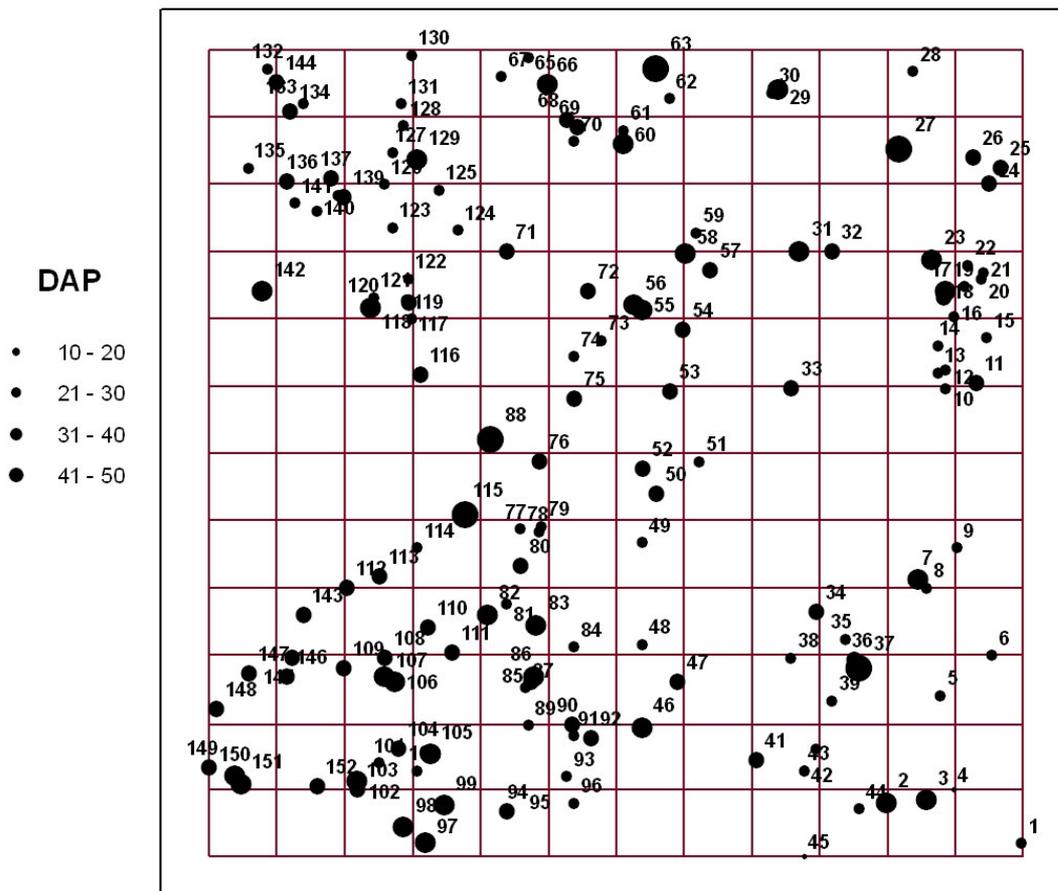
Foram levantados 62 andirobas representadas por números no mapa. As coordenadas de localização em UTM 22 sul são: canto (0m 0m) 353849, 993581, e canto (300m 300m) 364028, 9935433

## APÊNDICE I- Representação das parcelas permanentes PARCELA III- Comunidade da Maranata do Rio Ajuruxi



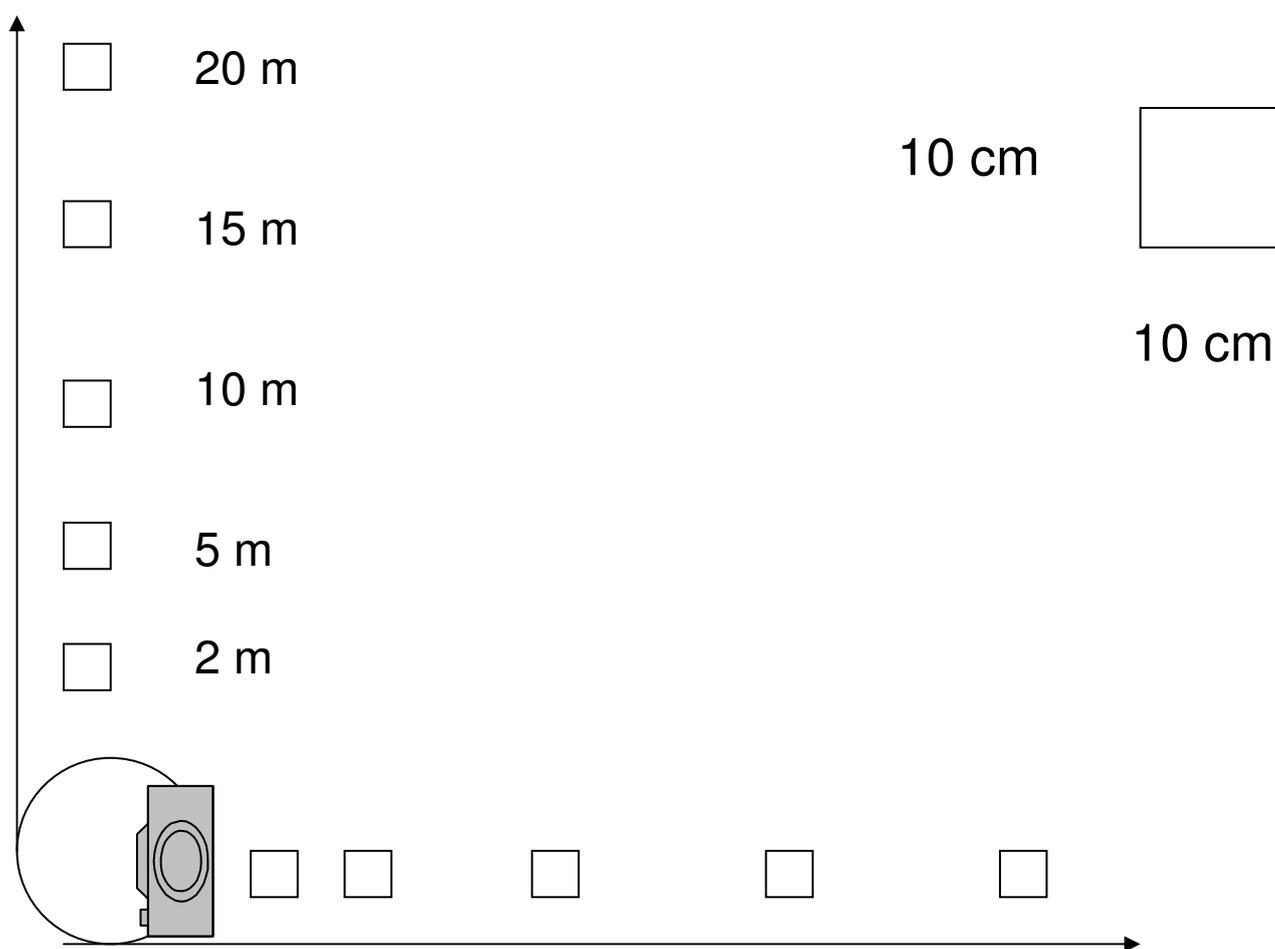
Foram levantados 145 andirobas representadas por números no mapa. As coordenadas de localização em UTM 22 sul são: canto (0m 0m) 353849, 993581, e canto (300m 300m) 364028, 9935433

## APÊNDICE I- Representação das parcelas permanentes PARCELA IV- Comunidade da Maranata do Rio Ajuruxi



Foram levantados 152 andirobas representadas por números no mapa. As coordenadas de localização em UTM 22 sul são: canto (0m 0m) 353849, 993581, e canto (300m 300m) 364028, 9935433

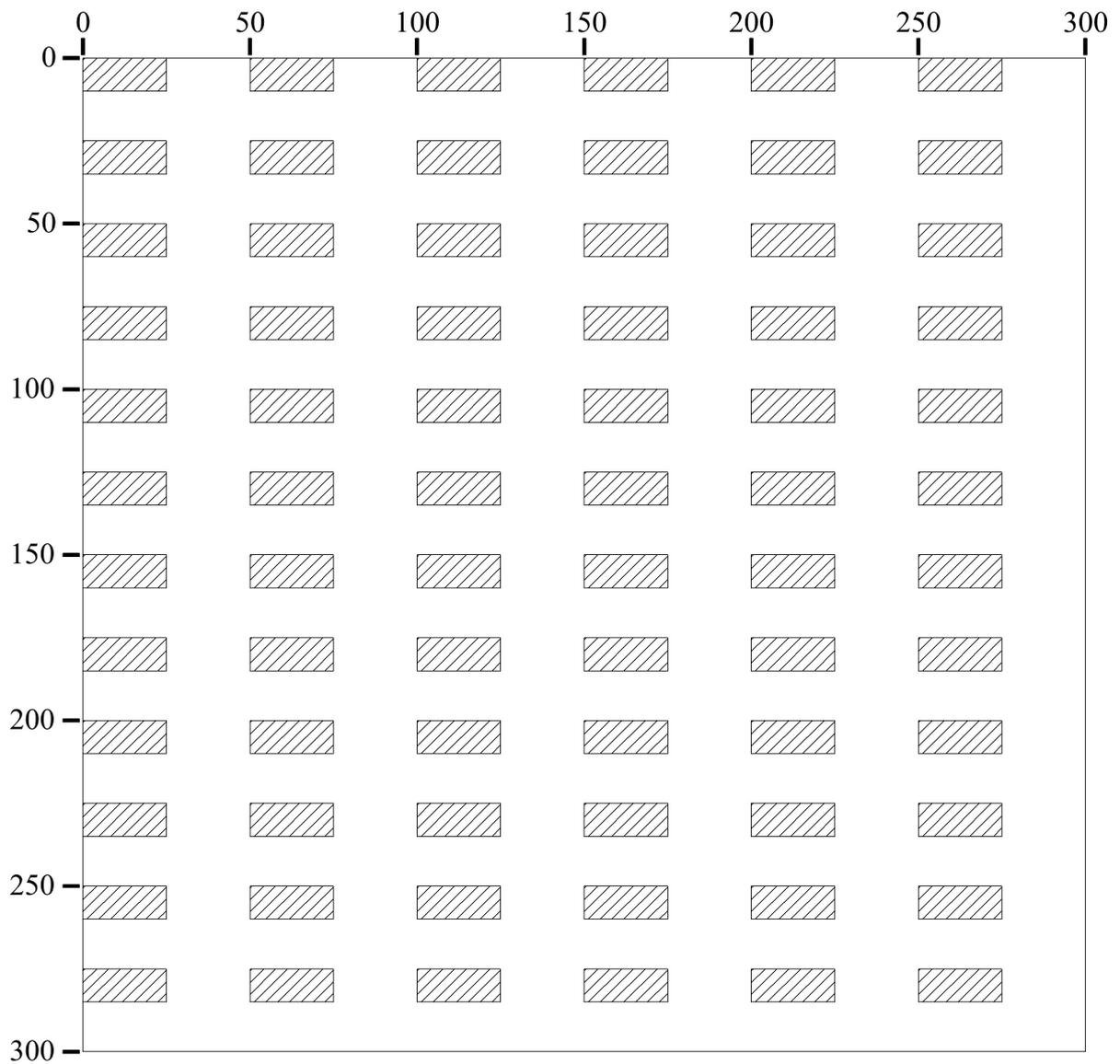
**Apêndice II- Desenho esquemático dos transectos e estações para o experimento de remoção e predação de sementes de andiroba.**



Adaptado de: Pena (2007)

As amostras de sementes estão representadas pelos quadrados dispostos a 2, 5, 10, 15, 20 m do caule da árvore. As câmeras fotográficas, representadas com um desenho, foram dispostas no início da linha próximo ao caule.

### Apêndice III- Disposição das parcelas utilizadas para o levantamento de varetas ( $DAP \geq 3$ cm)



Em cada parcela foram utilizadas 40 sub-parcelas de 10 m x 25 m, totalizando uma amostragem de 1 hectare. As sub parcelas foram dispostas sistematicamente ao longo da parcela permanente.