



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**FRUTIFICAÇÃO, PRODUÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES DE
Carapa guianensis AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA
ORIENTAL BRASILEIRA.**

JORGE WAGNER PANTOJA PENA

Belém – PA

2007

JORGE WAGNER PANTOJA PENA

**FRUTIFICAÇÃO, PRODUÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES DE
Carapa guianensis AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA
ORIENTAL BRASILEIRA.**

Orientador: Dr. Plínio Sist

Co-orientador: Profa. Dra. Izildinha Miranda

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, área de concentração Manejo Florestal, para obtenção do título de Mestre.

Belém – Pa

2007

Pena, Jorge Wagner Pantoja

Frutificação, produção e predação de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (meliaceae) na Amazônia oriental brasileira/Jorge Wagner Pantoja Pena.- Belém, 2007.

60f.: il

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007.

1. *Carapa guianensis* 2. Andiroba 3. Frutificação 4. Predação 5. Floresta amazônica 6. Fenologia reprodutiva I. Título.

CDD – 631.532

JORGE WAGNER PANTOJA PENA

FRUTIFICAÇÃO, PRODUÇÃO E PREDAÇÃO DE SEMENTES DE *Carapa guianensis* AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA.

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, área de concentração Manejo Florestal.

Belém, 26 de julho de 2007.

Orientador: Dr. Plínio Sist

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le
développement - CIRAD

Dr. Milton Kanashiro

Embrapa Amazônia Oriental - CPATU

Dra. Márcia Mota Maués

Embrapa Amazônia Oriental - CPATU

Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim

Universidade Federal Rural da Amazônia

Dedico

A Deus, por ter me dado força para completar
mais essa etapa da minha vida e por colocar
pessoas abençoadas no meu caminho.

Aos meus pais Jorge e Marcilene Pena,
meus irmãos Wando e Jéssica Pena e
minha avó Terezinha Pantoja,
que sempre estiveram ao meu
lado dando apoio e
incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural da Amazônia;

A Embaixada da França e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo no primeiro e no segundo ano do curso, respectivamente;

Ao Ministério das Relações Exteriores da França e CIRAD pelo financiamento do projeto de pesquisa;

A empresa Izabel Madeiras do Brasil, na pessoa da Eng. Florestal Silvia Silva, por conceder a área e pessoal de campo para a realização deste estudo, e pelo apoio logístico durante todo o período de coleta de dados;

Ao convênio CIRAD/Embrapa, pelo apoio logístico;

Ao Dr. Plínio Sist, por todo o apoio, orientação e paciência desde a apresentação do meu plano de pesquisa até a conclusão da minha dissertação, e principalmente por ter sido um grande amigo nas horas difíceis;

A Profa. Dra. Izildinha Miranda, por ter contribuído com a minha formação profissional, pela co-orientação nesta dissertação, pela amizade e apoio, com o qual eu sempre pude contar;

A Dra. Carmen García, pela orientação na elaboração do plano de pesquisa e pela co-orientação na dissertação;

A Pesquisadora da Embrapa Noemi Viana, pela colaboração na proposta de pesquisa;

Ao Dr. Milton Kanashiro, pelas contribuições no decorrer deste trabalho;

Aos Professores do curso Dr. Paulo Contente de Barros, Dra. Leonilde Rosa, Dr. Antônio Santana, Dr. Fernando Jardim e Dra. Izildinha Miranda;

Aos funcionários da empresa Izabel Madeiras do Brasil que colaboraram nas coletas dos dados ;

À secretária do CIRAD Helayne Farias pelo apoio;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este estudo foi realizado em uma área de manejo florestal, localizada no município de Breu Branco, sudeste do Estado do Pará, Brasil. O objetivo deste estudo foi entender melhor os processos de frutificação e de predação da *Carapa guianensis* para propor recomendações silviculturais visando um manejo sustentável dessa espécie. Em uma área de 100 ha, a fenologia reprodutiva de 563 indivíduos acima de 10 cm de DAP foi monitorada durante 6 meses. A produção de frutos foi avaliada utilizando coletores sob a copa de 50 árvores e acompanhados quinzenalmente durante 6 meses. Foram também selecionadas 10 árvores para monitorar a remoção de sementes por animais terrestres. Dos 563 indivíduos observados, apenas 34,5% frutificaram, sugerindo uma produção de frutos muito baixa. A proporção de árvores frutificando aumentou significativamente com o diâmetro e 65% dos indivíduos que frutificaram tinham entre 20 – 40 cm de DAP. O menor indivíduo com frutos observado tinha apenas 11,7 cm de diâmetro. As classes de copa dominantes e co-dominantes tiveram as maiores percentagens de frutificação sugerindo que a posição da copa influencia fortemente a frutificação. Não foram encontradas diferença significativa na frutificação em relação à ausência ou presença de cipós. Estimou-se a produção total em 18.118 sementes (93 sementes por árvore), sendo que os indivíduos mais produtivos tinham $DAP \geq 40$ cm. Os principais predadores observados na copa das árvores foram as araras, responsáveis por mais de 50% das sementes predadas. Os insetos, principalmente as larvas de *Hypsipyla* sp. foram outros predadores importantes observados. No total, apenas 20% das sementes não foram predadas. No solo, cerca de 98% das sementes foram removidas por roedores, sendo que 50% delas foram removidas até o quarto dia de coleta. Em termos de silvicultura, considerando que os indivíduos com maior produção foram aqueles com $DAP \geq 40$ cm, recomenda-se a liberação da copa dos indivíduos com DAP entre 20 e 30 cm. No caso de cipós na copa não é necessário o seu corte, pois o estado reprodutivo independe da presença dos mesmos.

Palavras chaves: *Carapa guianensis*, andiroba, frutificação, predação, floresta amazônica, fenologia reprodutiva.

ABSTRACT

This study was carried out in a production forest located at the municipality of Breu Branco, south east of Para State, Brazil. The objective was to better understand fructification and predation patterns of *Carapa guianensis* in order to recommend silvicultural practices for sustainable management of the species. In a 100 ha, the reproductive phenology of 563 trees with dbh ≥ 10 cm was monitored during 6 months. Fruit production was assessed using collectors below the crown of 50 trees and with periodical record every two weeks. Seed removal by terrestrial animals was also assessed below 10 trees. Among the 563 trees monitored, only 34.5 % bear fruits, suggesting therefore a very low fruit production. The proportion of trees with fruits increased significantly with dbh and 65% of the trees bearing fruits were 20-40 cm dbh. The smallest tree with fruits recorded was 11.7 cm in dbh. Dominant and co-dominant trees showed the highest percentages of fructification suggesting that crown position is an important factor. No significant difference in regards of the presence or absence of lianas was shown. The total fruit production was estimated to 18,118 seeds (93 seeds/tree), trees with dbh ≥ 40 cm being the most productive. The main predators observed in the crown were Araras which were responsible for 50% of the damaged seeds counted in the collectors. The insects and particularly the larva of the genus *Hypsipyla* sp were also important seed predators. In all, only 20% of the seeds escape from predation. On the soil, about 98% of the seeds dispatched along transects were removed by rodents, 50 % after 4 days. In regards to silviculture, considering that the most productive trees were more than 40 cm dbh, we suggest the liberation of individual belonging to the 20-30 cm dbh classes. Liana cutting is not apparently necessary.

Keywords: *Carapa guianensis*, Andiroba, fructification, predation, amazonian rainforest.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Área de estudo no município de Breu Branco, no sudeste do Estado do Pará, Brasil. | 23 |
| Figura 2 | Distribuição geográfica de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. e <i>Carapa procera</i> D. C. (Meliaceae) na América Central e América do Sul. | 25 |
| Figura 3 | Posição da copa: 1 - copas dominantes, luz superior e nas laterais, 2 - copas co-dominantes, somente luz superior, 3 - copas intermediárias, a luz direta chega em algumas partes da copa, 4 - copas suprimidas, são árvores de sub-dossel e a luz que chega é difusa. | 28 |
| Figura 4 | Distribuição espacial dos indivíduos de <i>C. guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 ha, Breu Branco-Pa. Os polígonos azuis são lagoas sazonais..... | 29 |
| Figura 5 | a) Distribuição diamétrica e b) Área basal de uma população de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 hectares, no município de Breu Branco-Pa..... | 30 |
| Figura 6 | Dispersão dos frutos de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 hectares, no período de dezembro/2005 a junho/2006, no município de Breu Branco, Pará. | 31 |
| Figura 7 | Padrão de frutificação de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em três classes de DAP relacionadas com a posição da copa. ($\chi^2 = 53,0$ e $p < 0,0001$; $\chi^2 = 2,3$ e $p = 0,51$; $\chi^2 = 3,1$ e $p < 0,21$, respectivamente), no município de Breu Branco-PA. | 33 |
| Figura 8 | Percentual de frutificação de <i>C. guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em Terra Firme e Lagoa Sazonal. ($\chi^2 = 2,7$; $p = 0,75$) em uma área de 100 hectares, no município de Breu Branco, Pará..... | 34 |
| Figura 9 | Instalação dos coletores sob a copa das árvores de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae), no município de Breu Branco-PA. | 49 |
| Figura 10 | Inspeção quinzenal nos coletores: a – procura por sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) no coletor, b – coleta da semente em um saco de papel etiquetado com o número da árvore e coletor, c – presença de sementes no coletor. Breu Branco-PA..... | 49 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 11 | Experimento de predação de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) por insetos: a - triagem das sementes, - sementes marcadas com X. Breu Branco-PA..... | 51 |
| Figura 12 | Desenho esquemático dos transectos e estações de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae), no município de Breu Branco-PA. | 51 |
| Figura 13 | Experimento de predação de sementes de <i>C. guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) por roedores: a - marcação das estações no transecto com estacas de madeira, b - organização das sementes na estação, no município de Breu Branco-PA | 52 |
| Figura 14 | Produção de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) por classe de DAP em uma área de 100 ha, no município de Breu Branco - PA..... | 54 |
| Figura 15 | Porcentagem acumulada de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) removidas em um período de 10 dias, no município de Breu Branco-PA. | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | Frutificação de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) (absoluta e relativa) agrupada por classes de diâmetro em uma área de 100 hectares, no período de dezembro/2005 a junho/2006, no município de Breu Branco-PA..... | 32 |
| Tabela 2 | Média do DAP dos indivíduos de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) em relação à posição da copa, no município de Breu Branco-PA..... | 33 |
| Tabela 3 | Frutificação absoluta, relativa e médias de diâmetro dos indivíduos de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae) com ausência ou presença de lianas lenhosas nas copas em uma área de 100 ha, no município de Breu Branco-PA..... | 35 |
| Tabela 4 | Produção de sementes em uma amostra de 50 indivíduos (10 ind./classe de DAP)..... | 54 |
| Tabela 5 | Projeção para produção de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl (Meliaceae) (baseado em uma amostra de 18 indivíduos), no município de Breu Branco-PA. | 55 |
| Tabela 6 | Predação aérea de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Meliaceae), no município de Breu Branco-PA. | 55 |

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| LISTA DE TABELAS | xi |
| CONTEXTUALIZAÇÃO | 14 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 18 |
| CAPÍTULO 1 - PADRÕES DE FRUTIFICAÇÃO DE <i>Carapa guianensis</i> AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA | 21 |
| 1.1 INTRODUÇÃO | 21 |
| 1.2 ÁREA DE ESTUDO | 23 |
| 1.3 <i>Carapa guianensis</i> Aubl. | 24 |
| 1.4 MÉTODOS | 26 |
| 1.4.1 Frutificação | 27 |
| 1.4.2 Diâmetro – DAP | 28 |
| 1.4.3 Posição da copa | 28 |
| 1.4.4 Ambiente | 29 |
| 1.4.5 Lianas | 29 |
| 1.4.6 Análise dos dados | 29 |
| 1.5 RESULTADOS | 30 |
| 1.6 DISCUSSÃO | 35 |
| 1.6 CONCLUSÃO | 40 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |
| CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE SEMENTES DE <i>Carapa guianensis</i> AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA | 45 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 45 |
| 2.2 ÁREA DE ESTUDO | 48 |
| 2.3 MÉTODOS | 48 |
| 2.3.1 Produção de sementes | 50 |
| 2.3.2 Predação de sementes por araras e insetos | 50 |
| 2.3.3 Ocorrência de mariposas (<i>Hypsipyla</i> spp.) no sub-bosque | 50 |
| 2.3.4 Remoção de sementes por roedores | 51 |
| 2.4 RESULTADOS | 53 |

| | | |
|-----|---|----|
| 2.5 | DISCUSSÃO | 57 |
| 2.6 | CONCLUSÃO | 63 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 67 |

CONTEXTUALIZAÇÃO

A Amazônia Brasileira representa quase a metade das florestas tropicais remanescentes, com uma extensão de 372 milhões de hectares, dos quais se estima que apenas 1,36 milhões hectares estão sendo manejados sustentavelmente (ITTO, 2006). Esses recursos têm uma grande importância na geração de empregos e divisas para a região. Na Amazônia brasileira, o setor madeireiro consumiu 24,5 milhões de m³ de madeira em tora em 2004, gerando uma renda bruta de 2,3 bilhões de dólares e aproximadamente 380 mil empregos (Lentini *et al.*, 2005). Porém, a maior parte dessa exploração é realizada de forma predatória, estimando-se que 62% da exploração se dê em um marco de ilegalidade (Lentini *et al.*, 2005; Sabogal *et al.*, 2006).

Na Amazônia brasileira, devido à intensa exploração predatória e ao avanço da fronteira agrícola, já foram removidos 70 milhões de hectares até 2005 (Lentini *et al.* 2005), ameaçando cada vez mais a biodiversidade. É certo que muitos trabalhos científicos têm sido realizados na Amazônia, visando o conhecimento e a conservação dos recursos naturais. No entanto, quando se fala em biodiversidade na Amazônia, estamos falando de milhares de espécies, aproximadamente 55.000 espécies de plantas superiores, 502 espécies de mamíferos, 1.677 espécies de pássaros, 600 espécies de anfíbios e 2.657 espécies de peixes (Capobianco 2001), o que faz da Amazônia brasileira uma das dez regiões mais importantes do mundo em número de espécies endêmicas (Bass *et al.* 2001).

Além da madeira, a floresta amazônica possui outros produtos de uso comercial, economicamente importantes, como óleos, resinas, frutas, fibras e plantas de valor medicinal, comumente conhecidos como produtos florestais não-madeireiros (PFNM), que representam um importante papel na subsistência e geração de renda das populações tradicionais. Embora a importância destes produtos na economia de subsistência das populações rurais seja amplamente reconhecida, são poucos os estudos destinados a avaliar esse papel, assim como o potencial para desenvolver alternativas econômicas baseadas no seu mercado (Shanley 2005, Hiremath 2004).

Dessa forma, também vem crescendo há alguns anos o interesse de grandes empresas nacionais e internacionais (May 2002) sobre os PFNM, pois além da sua importância medicinal, também trazem um *slogan* apelativo de ser um produto natural, “vindo das florestas”, ganhando com mais facilidade espaço no mercado. Além disso, a exploração desses produtos é vista como uma forma de diminuir a pressão sobre a exploração florestal madeireira, visto que pode agredir menos o ambiente do que outras formas de uso da terra,

como a exploração madeireira e a abertura de grandes áreas para pastagem de gado (Ticktin 2004).

A falta de conhecimento sobre a ecologia e biologia reprodutiva das espécies vegetais impossibilita prever quais serão os impactos da extração madeireira ou não-madeireira na sustentabilidade da floresta (Kanashiro *et al.* 2002). Tais impactos podem ser graves, como a alteração das taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos explorados e as mudanças nessas taxas podem mudar a estrutura e a dinâmica de populações (Ticktin 2004).

Em 2002, entre os PFNM mais comercializados no mundo, encontra-se o mel natural (US\$ 657.612 milhões), castanhas comestíveis (US\$ 403.243 milhões), incluindo a castanha-do-brasil que representa cerca de 15% do valor total de castanhas comercializadas; pode-se ainda citar óleos de sementes e frutos oleaginosos (US\$ 161.428 milhões) (FAO 2005). Segundo IBGE (2005), no Brasil foram comercializados cerca de US\$ 171.521.399 em produtos florestais não-madeireiros no ano de 2005, entre eles se destacam os produtos alimentícios (US\$ 59.902.469) como o açaí, castanha-do-brasil, palmito, etc.; os oleaginosos (US\$ 45.483.950) e as fibras (US\$ 37.623.868).

Na Amazônia, inúmeras espécies apresentam potencial industrial promissor. De fato, até 1913, a indústria de fabricação de óleos, no Estado do Pará, era limitada à preparação de óleos com sementes de andiroba (Morón-Villarreyes 1998). Hoje, encontra-se uma maior variedade de óleos comercializados, tais como copaíba (*Copaifera* sp.), buriti (*Mauritia* spp.), babaçu (*Orbignya martiana*). *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba) é uma das espécies amazônicas que vem recebendo atenção do mercado nos últimos anos. A origem de todo esse interesse reside no uso múltiplo dessa espécie, já que sua madeira é considerada valiosa por diversos fatores (densidade, resistência à xilófagos, etc.) e também pelo valor medicinal de sua casca e principalmente do óleo extraído das sementes, sendo muito utilizado em diversas regiões da Amazônia (Ferraz *et al.* 2002, Sampaio 2000). Atualmente, sua madeira vem sendo bastante explorada em função da escassez de outras espécies de alto valor madeireiro (Pesce 1985, Ferraz *et al.* 2002). Devido às propriedades físicas e mecânicas da madeira, a andiroba também vêm conquistando o mercado de países como Japão, EUA e Alemanha (Sampaio 2000).

Lentini *et al.* (2003), estudando o setor madeireiro na Amazônia, verificou que em 1998, o preço da tora e da madeira serrada de andiroba era de 24 US\$/m³ e 147 US\$/m³, respectivamente. Em 2003 o valor da madeira serrada diminuiu para 127 US\$/m³, enquanto no ano de 2004 a andiroba não aparece na lista das principais espécies madeireiras da

Amazônia (Lentini *et al.* 2005). Isso pode refletir uma inversão de valores, visto que grandes empresas têm manifestado interesse na exploração dos frutos e sementes (May 2002).

No que se refere ao uso não madeireiro, estudos de mercado dos óleos naturais têm demonstrado que o óleo de andiroba está entre os mais utilizados pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos, bem como pelos estabelecimentos que vendem produtos naturais e farmácias homeopáticas (Balzon *et al.* 2004, Shanley 2005, May 2002). Porém, tem sido difícil encontrar referências sobre valores atuais de comercialização da madeira ou do óleo de andiroba produzido em grande escala, e até mesmo aquele produzido para uso na própria região. Isso pode ser devido à falta de controle e fiscalização dos órgãos públicos e talvez por sigilo industrial das empresas, o que é um problema que afeta muitos dos chamados produtos florestais não madeireiros.

Apesar do interesse na exploração de sementes de andiroba, as informações sobre os aspectos ecológicos e econômicos da colheita e do processamento das sementes para a produção de óleo ainda são insuficientes. Os dados sobre a capacidade de produção de sementes por árvore e por área de floresta, além dos impactos da predação por insetos e mamíferos sobre as sementes são escassos e pouco conclusivos (Plowden 2004). Ainda se pode citar um outro problema encontrado na comercialização da andiroba: a inconstância da produção (Balzon *et al.* 2004, Forget 1996), pois as árvores de *Carapa guianensis* não frutificam todos os anos (Shanley 2005, Dias *et al.* 2002) e pouco se sabe sobre os padrões de frutificação da espécie. Um outro problema é a falta de práticas silviculturais cientificamente comprovadas para essa espécie, pois ainda são poucas as informações ecológicas para a adoção de experimentos silviculturais. Além disso, o impacto da exploração madeireira sobre a produção de sementes e a regeneração não tem sido estudada, o que pode colocar em risco a manutenção da espécie.

Atualmente se têm algumas informações sobre *C. guianensis* quanto ao período de frutificação em algumas das regiões de ocorrência (McHargue & Hartshorn 1983, Forget 1996, Ferraz *et al.* 2003), além de trabalhos detalhados sobre os seus predadores e dispersores naturais (Forget 1996, Jansen & Forget 2001, Plowden 2004), a produção de frutos e sementes (Plowden 2004, McHargue & Hartshorn 1983) e alguns ensaios sobre a regeneração natural de mudas (Henriques & Souza 1989, Jennings *et al.* 2001a, Jennings *et al.* 2001b). Porém, ainda faltam outras informações fundamentais sobre a ecologia dessa espécie. Como por exemplo, as condições ótimas (bióticos e abióticos, DAP de maturação reprodutiva) para a produção de frutos, os padrões de frutificação ao longo do período de safra, seus possíveis

predadores além dos já citados na literatura, e as condições de coleta das sementes, entre outros.

A falta desse tipo de informação pode invalidar um plano de manejo baseado na produção não-madeireira para essa espécie, pois existe um risco de não alcançar a produção desejada e inviabilizar economicamente a produção do óleo (Dias *et al.* 2002). O estudo sobre a frutificação de *C. guianensis* é fundamental para o bom manejo da espécie (com finalidade madeireira e/ou não madeireira); pois a pesquisa ecológica dá base para manejar estas espécies levando-se em conta os aspectos técnico-científicos, o que permite gerar diretrizes para elaboração de políticas públicas relacionadas a esses recursos e ao seu uso sustentável.

Na tentativa de somar aos estudos já realizados sobre a ecologia dessa espécie, procurou-se responder algumas perguntas, como:

- Que fatores ecológicos podem influenciar o estado produtivo de *C. guianensis*?
- Qual o potencial produtivo de uma população sem a ação de roedores?
- Qual a percentagem de remoção/predação de sementes em um ano de baixa produção de frutos?

Este estudo foi desenvolvido em uma população situada no sudeste do Estado do Pará. O estudo foi possível graças ao interesse e colaboração da Empresa Izabel Madeiras do Brasil (Breu Branco-Pa), que viu no projeto de pesquisa uma possibilidade de avaliar o potencial não madeireiro das árvores de andiroba presentes na sua área de manejo florestal e, a partir dos resultados, começar a pensar em um possível plano de manejo para a espécie.

Este estudo está organizado em dois capítulos destinados a responder aos questionamentos levantados anteriormente: o primeiro busca avaliar a influência de alguns fatores ecológicos, como a posição da copa, o diâmetro do fuste, as condições do solo onde as árvores estão localizadas e a presença de cipós na copa, na capacidade reprodutiva dos indivíduos de *Carapa guianensis*. No segundo capítulo foram apresentados os dados sobre a produção de sementes no período de safra de 2006 e remoção/predação de sementes, pois em se tratando de coleta de sementes, os primeiros a sofrerem o impacto desta atividade serão os animais que tem nas sementes sua fonte de alimento, e conseqüentemente o recrutamento de novos indivíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALZON, D. R., SILVA, J. C. G. L. & SANTOS, A. J. 2004. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros – análise retrospectiva. *Floresta* 34(3):363-371.
- BASS, S., HUGHES, C. & HAWTHORNE, W. 2001. Forests, biodiversity and livelihoods: linking policy and practice. Pp.23-74 in Koziell, I. & Saunders, J. (eds.). *Living Off Biodiversity: exploring livelihoods and biodiversity issues in natural resources management*. International Institute for Environment and Development. London. 269 pp.
- CAPOBIANCO, J. P. R. 2001. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. Instituto Socioambiental. São Paulo, Brasil. 2001. 544 pp.
- DIAS, A. da S., CAMPOS, J. J., SOTO, R. V., LOUMAN, B. & GONÇALVEZ, L. 2002. Manejo forestal diversificado em uma comunidad ribereña de la Amazônia brasileña: consideraciones sociales y silviculturales. *Revista Forestal Centroamericana* 38:78-84.
- FAO. 2005. *State of the world's forests*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Pp. 14-18.
- FERRAZ, I. D. K., CAMARGO, J. L. C. & SAMPAIO, P. T. B. 2003. Andiroba: *Carapa guianensis* Aubl. & *Carapa procera* D. C., Meliaceae. INPA: *Manual de Sementes da Amazônia*, Fascículo 1. Manaus, Amazonas, Brasil.
- FERRAZ, I. D. K., CAMARGO, J. L. C. & SAMPAIO, P. T. B. 2002. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Acta Amazônica* 32(4):647-661.
- FORGET, P. M. 1996. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 12:751-761.
- HENRIQUES, R. P. B. & SOUSA, E. C. E. G. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern Brazil. *Biotropica* 21(3):204-209.
- HIREMATH, A. J. 2004. The ecological consequences of managing forests for non-timber products. *Conservation & Society* 2(2):211-216.
- IBGE. 2005. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura* (v. 20). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, Brasil. 50pp.
- ITTO. 2006. *Status of tropical forest management 2005*. International Tropical Timber Organization (ITTO). Japan. Pp. 30.
- JANSEN, P. A. & FORGET, P. M. 2001. Scatterhoarding by rodents and tree regeneration in French Guiana. Pp 275-288 in Bongers, F., Charles-Dominique, P., Forget, P. M. &

- Théry, M. (eds.). *Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. The Netherlands.
- JENNINGS, S. B., LOPES, J. C. A., BROWN, N. D. & WHITMORE, T. C. 2001a. Desempenho comparativo de mudas de espécies florestais em gradiente microclimático criado experimentalmente. Pp. 227-251 in Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P. & Yared, J. A. G. *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto EMBRAPA/DFID*. Embrapa Amazônia Oriental: DFID. Belém, Brasil. 459 pp.
- JENNINGS, S. B., LOPES, J. C. A., WHITMORE, T. C. & BROWN, N. D. 2001b. Dinâmica da regeneração natural de algumas espécies florestais na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, Brasil. Pp. 253-274 in Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P. & Yared, J. A. G. *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto EMBRAPA/DFID*. Embrapa Amazônia Oriental: DFID. Belém, Brasil. 459 pp.
- KANASHIRO, M., THOMPSON, I. S., YARED, J. A. G., LOVELESS, M. D., COVENTRY, P., MARTINS-DA-SILVA, R. C. V., DEGEN, B. & AMARAL, W. 2002. Improving conservation values of managed forests: the Dendrogene Project in the Brazilian Amazon. *Unasylva* 209:25-33. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/004/y3582e/y3582e06.htm>
- LENTINI, M., VERISSIMO, A. & SOBRAL, L., 2003. *Fatos Florestais da Amazônia*. IMAZON. Belém, Brazil. 110pp.
- LENTINI, M., PEREIRA, D., CELENTANO, D. & PEREIRA, R. 2005. *Fatos Florestais da Amazônia 2005*. IMAZON. Belém, Brasil. 140pp.
- MAY, P. 2002. Estado actual de la informacion sobre productos forestales no madereros. Pp. 140-211 in FAO. *Estado de la informacion forestal en Brasil*. Santiago, Chile. 226 pp.
- McHARGUE, L. A. & HARTSHORN, G. S. 1983. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. *Turrialba* 33(4):399-404.
- MORÓN-VILLARREYES, J. A. 1998. Óleos vegetais. Pp. 9-28 in Faria, L. J. G. de & Costa, C. M. L. (Coord.). *Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais*. UFPA/NUMA/POEMA, Belém, Pará, Brasil. (Série POEMA; n. 7).
- PESCE, C. 1985. *Oil palms and other oilseeds of the Amazon*. Traduzido e editado por Johnson, D. V. Reference Pubns. Pp. 142-146.
- PLOWDEN, C. 2004. The ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. *Conservation & Society* 2(2):251-272.
- SABOGAL C., LENTINI, M., POKORNY, B., SILVA, J. N. M., ZWEEDE, J., VERÍSSIMO, A. & BOSCOLO, M. 2006. *Manejo Florestal Empresarial na Amazônia*

- Brasileira: Restrições e Oportunidades. Relatório Síntese. CIFOR/Embrapa/Imazon/IFT. Belém, Pará, Brasil. 71 pp.*
- SAMPAIO, P. T. B. 2000. Andiroba (*Carapa guianensis*). Pp. 243-251 in Clay, J. W., Sampaio, P. T. B. & Clement, C. R. *Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização*. 409 pp. INPA/SEBRAE, Manaus, Amazonas, Brasil.
- SHANLEY, P. 2005. Andiroba: *Carapa guianensis* Aublet. Pp. 41-50 in Shanley, P. & Medina, G. *Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica*. CIFOR/Imazon, Belém, Pará, Brasil.
- TICKTIN, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41:11-21.

CAPÍTULO 1 – INFLUÊNCIA DE FATORES ECOLÓGICOS SOBRE A FRUTIFICAÇÃO DE *Carapa guianensis* AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA

1.1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem crescido o interesse pelo potencial dos produtos florestais não-madeireiros (PFNM) como agentes de desenvolvimento e de conservação. Aliado a esse interesse, vem a exploração desordenada e sem base comprovada de sustentabilidade, o que tem criado um contexto favorável para a procura de modelos de exploração alternativa. No entanto, existem poucas informações sobre os impactos ecológicos do manejo de florestas para PFNM (Hiremath 2004) e poucos estudos têm focado explicitamente como manejar populações naturais com o objetivo de aumentar a produção de frutos. Os estudos de caso apresentados por Ticktin (2004) mostram que a colheita de PFNM pode afetar processos ecológicos em muitos níveis, desde o indivíduo e população até a comunidade e ecossistema. A maior parte das pesquisas tem se centrado nos impactos ao nível de indivíduos e populações. Algumas das pesquisas que têm colaborado nesse sentido são as destinadas a levantar informações relacionadas com a produção de sementes na região da Bacia Amazônica (Wadt *et al.* 2005, Plowden 2004, Dias *et al.* 2002).

No Brasil, Dias (2001) realizou um trabalho sobre os aspectos silviculturais de *Carapa guianensis* Aubl. Meliaceae (andiroba) para desenvolver um plano de manejo de uso múltiplo na Flona Tapajós. Um dos pontos discutidos nesse estudo foi a percepção das comunidades tradicionais em relação à produção de sementes da população de andiroba. No estudo, os comunitários indicaram que as sementes que são retiradas do solo não fazem falta para a regeneração da espécie, e portanto poderiam ser coletadas totalmente.

Resultados como o encontrado no estudo de Dias (2001) destacam a importância de esclarecer a cadeia alimentar (animais) e auto-reprodutiva (regeneração) na qual a espécie está inserida, e que ela não conta com a coleta das sementes por humanos, pois as sementes que conseguem escapar da predação aérea (araras e insetos) ainda terão que sobreviver à predação no solo (roedores), que pode ser muito intensa. Além disso, a inconstância da produção de sementes de *C. guianensis*, que pode variar significativamente de uma safra para outra (Forget 1996), também é um aspecto a considerar. Em um ano de baixa produção, a oferta de alimento

é menor, e se houver coleta no mesmo padrão de anos de alta produção, a regeneração natural poderia estar comprometida para aquele ano.

Segundo Leite (1997), *C. guianensis* apresenta uma alta plasticidade fenotípica no tamanho das suas folhas, frutos e sementes, e ainda na qualidade de sua madeira e do óleo extraído das sementes. Essa plasticidade depende principalmente das condições ambientais onde a espécie se encontra. Talvez por esse motivo a sua frutificação varie entre as regiões de ocorrência (Ferraz *et al.* 2003, Shanley 2005, Embrapa 2004), podendo variar até mesmo entre indivíduos dentro de uma mesma população.

Informações sobre a frutificação e os fatores que a influenciam podem ser muito úteis para a estimativa da produtividade, práticas de colheita, seleção dos melhores indivíduos e prescrição de tratamentos silviculturais, visando o aumento da produção de frutos e incremento no diâmetro do fuste (Dias 2001). As comunidades tradicionais precisam desse tipo de informação para decidir se é possível coletar as sementes de andiroba e desenvolver o manejo das mesmas de forma sustentável e lucrativa (Plowden 2004).

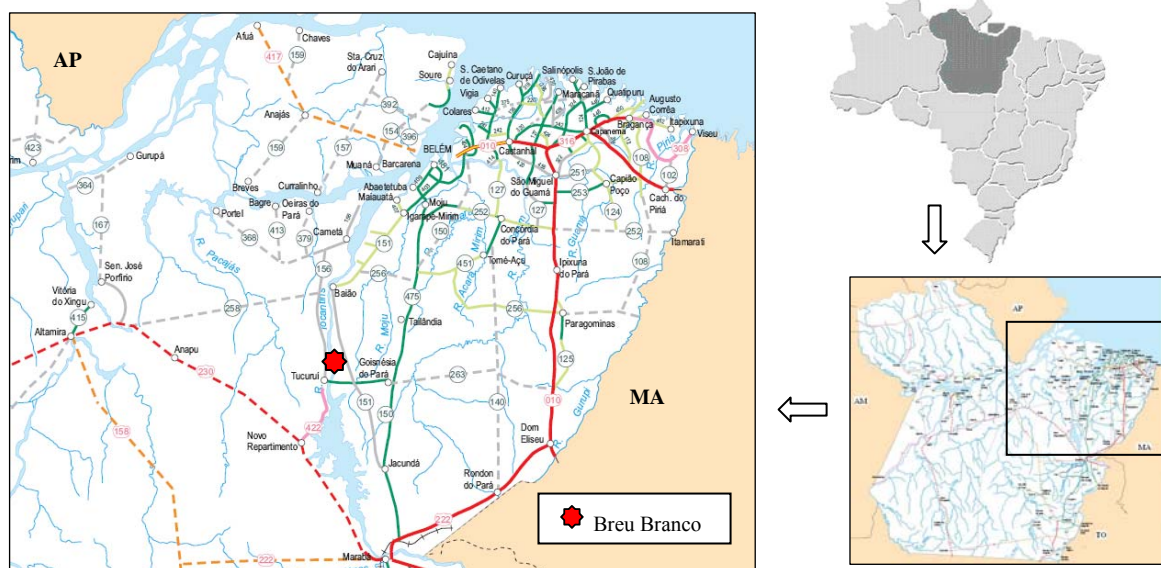
Segundo Willemstein (1975), quando as árvores de andiroba estão sob ótimas condições ambientais, a floração começa aproximadamente aos seis - oito anos de idade, enquanto a frutificação se inicia aos 10 - 12 anos de idade. Porém, o autor não cita se essas árvores estão em condições naturais na floresta ou em condições de plantio. Além disso, é difícil saber a idade dessas árvores em condições naturais, sendo mais fácil utilizarem o diâmetro como parâmetro indicador do início da frutificação. É possível que no intervalo entre a primeira floração e a primeira frutificação (de dois a quatro anos) as flores não estejam fisiologicamente maduras para a produção de frutos, o que pode explicar em parte a produção de flores sem a produção de frutos.

Outro aspecto a ser considerado é a posição da copa no dossel de florestas naturais, sendo possível verificar até onde a iluminação é um fator limitante a capacidade reprodutiva dos indivíduos e quais as condições ótimas para que uma árvore tenha capacidade de frutificar. Finalmente, vários autores descrevem a ocorrência de *C. guianensis* tanto em florestas de várzea quanto em florestas de terra firme (Cavalcante *et al.* 1986, Carruyo 1972, Loureiro *et al.* 1979, Pennington *et al.* 1981), mas não se têm informações conclusivas se ambientes mal drenados, como as florestas de Várzea, favorecem a maturação reprodutiva das árvores dessa espécie. Da mesma forma, não se encontrou informações na literatura sobre a ocorrência, pico de frutificação e período de frutificação da espécie na região sudeste do Estado.

A fim de preencher essas lacunas sobre a ecologia dessa espécie, este trabalho teve por objetivo: (i) Avaliar a relação da frutificação com o diâmetro, a posição da copa, o ambiente de estabelecimento e a presença de lianas lenhosas; (ii) Verificar o pico de frutificação na região de estudo; e (iii) determinar o percentual de frutificação da população para a safra de 2006.

1.2 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma área de manejo florestal da empresa Izabel Madeiras do Brasil, localizada no município de Breu Branco (Longitude – W de 49°18'31,9" a 49°19'06" e Latitude – S de 03°27'02,8" a 03°27'38,2") (Figura 1), sudeste do estado do Pará, Brasil. A empresa é certificada pelo Conselho Brasileiro de Manejo Florestal, que é uma organização independente, não governamental, sem fins lucrativos e que representa o FSC (Forest Stewardship Council) no Brasil.



Fonte: Ministério dos Transportes (<http://www.transportes.gov.br/bit/estados/port/pa.htm>).

Figura 1. Área de estudo no município de Breu Branco, no sudeste do Estado do Pará, Brasil.

O clima da região é classificado como Am segundo Köppen (Diniz 1986), que se caracteriza por apresentar elevado índice pluviométrico anual com um pequeno período seco (SUDAM *et al.* 1993). Durante o ano existem dois períodos bem definidos, um marcado por fortes chuvas, que geralmente se inicia em janeiro e se estende até maio, e outro marcado por uma estação menos chuvosa e mais quente. A umidade relativa fica geralmente em torno de

80%; e as temperaturas médias mensais variam entre 25 a 26°C (Galletti Compensados Ltda. 2002).

Os ambientes fitoecológicos encontrados na área de estudo foram: floresta ombrófila densa; floresta ombrófila aberta com palmeiras; e, floresta ombrófila densa impactada por ventos fortes (Galletti Compensados Ltda. 2002). A vegetação presente na área amostrada é do tipo Floresta Ombrófila Densa, caracterizada por fanerófitos, lianas lenhosas e epífitas em abundância (Veloso *et al.* 1991), sendo encontradas em algumas áreas de sub-bosque manchas de vegetação herbácea e áreas cipoálicas.

Na área de manejo florestal (AMF), com uma extensão de 12.000 ha, situa-se a nascente do Rio Mamorana e vários rios menores (Galletti Compensados Ltda. 2002). O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Amarelo distrófico, de textura média e argilosa em relevo plano, suave ondulado e ondulado (Brasil 1974). Devido a essas ondulações e grande proximidade do lençol freático, algumas áreas alagam no período chuvoso formando lagoas sazonais por aproximadamente três meses do ano, sem nenhuma ligação direta com os rios presentes na área.

1.3 *Carapa Guianensis* Aubl.

Pennington *et al.* (1981) dividiu o gênero *Carapa* (Meliaceae) em duas espécies: *C. guianensis* e *C. procera*. Esta última espécie se encontra muito mais amplamente distribuída geograficamente do que *C. guianensis*. No entanto, segundo o mesmo autor, ambas espécies são muito semelhantes e estão distribuídas em ambientes ecológicos similares. Pennington *et al.* (1981) realizou a diferenciação botânica dessas duas espécies baseado na morfologia floral e dos folíolos, apresentadas nas seguintes chaves:

1. Flores sésseis, subsésseis ou, muito raramente, pedicelado curto e grosso, predominantemente tetrâmeras com 8 anteras, 4 lóculos e de 3 a 4 óvulos por lóculos (podendo variar de 2 a 6 sementes por lóculo); folíolos mais elípticos, com um ápice agudamente pontudo (*C. guianensis*).

2. Flores sempre pediceladas, predominantemente pentâmeras com 10 anteras (raramente com 6 pétalas e 12 anteras), 1 ovário com 5 (ou 6) lóculos e de 3 a 6 óvulos por lóculo (podendo ocorrer de 2 a 8 óvulos por lóculo); folíolos geralmente oblongos com ápice arredondado (*C. procera*).

C. guianensis é uma árvore de dossel, que comumente atinge uma altura de 25-35 metros, possui geralmente fuste cilíndrico e reto de 20-30 metros. A casca é amarga e possui

coloração avermelhada, podendo ser também acinzentada. Apresenta sapopemas geralmente baixas, copa de tamanho médio e densa. Porém, na várzea atinge uma altura maior (Carruyo 1972, Pennington *et al.* 1981, Embrapa 2004, Ferraz *et al.* 2002).

Suas folhas são compostas, alternadas e paripinadas; possuem em média 30-90 cm de comprimento. Possui inflorescência do tipo panícula de 20-90 cm de comprimento. *C. guianensis* é uma espécie monóica, com flores estaminadas e pistiladas, dispostas em uma mesma inflorescência (Maués, 2006); as pétalas medem no máximo 8mm de comprimento (Ferraz *et al.*, 2002; Prance, 1975). Os frutos são classificados como cápsula globosa e subglobosa com 4-6 valvas, indeiscente (Pennington *et al.* 1981) ou deiscente (Lorenzi & Matos 2002) que se separam com o impacto da queda do fruto (Loureiro *et al.*, 1979). As sementes possuem coloração marrom e podem variar bastante em tamanho (Ferraz *et al.* 2002). Essa variação morfológica ocorre não apenas nos frutos, mas nas folhas e tronco (alburno e cerne), e segundo Leite (1997), é devida à grande plasticidade da espécie. O pico de floração ocorre entre agosto e novembro e a dispersão dos frutos ocorre de fevereiro a julho (Embrapa 2004).

A andiroba é encontrada em florestas tropicais úmidas da Amazônia, sul da América Central e África (Pennington *et al.* 1981) (Figura 2), podendo germinar em diferentes habitats (Hall *et al.* 1994, McHargue & Hartshorn 1983), porém ocorre em maior densidade nas florestas de várzeas e áreas inundáveis (Leite 1997, Embrapa 2004). Segundo Plowden (2004), a andiroba se adaptou em florestas intactas de terra firme e várzea, e ainda em áreas alagáveis (por exemplo, lagoas sazonais) dentro desses tipos de florestas, pois esta espécie não é encontrada em áreas de grandes campos abertos ou em florestas secundárias.



Fonte: Embrapa, 2004

Figura 2. Distribuição geográfica de *Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C. (Meliaceae) na América Central e América do Sul.

Segundo Ferraz *et al.* (2002), a densidade populacional varia bastante dentro do mesmo tipo de vegetação e entre os tipos de vegetação da Bacia Amazônica. Por exemplo, na região de Porto Acre, Klimas *et al.* (2002) encontraram entre 1,6 e 17,2 árvores/ha nas florestas de terra firme e 14,6 e 49,0 árvores/ha nas florestas de várzea. Cunha (2004) observou o mesmo fenômeno para o padrão de distribuição em estudos no município de Gurupá/PA, onde as árvores de andiroba em terra firme estavam distribuídas de forma aleatória, enquanto que as estabelecidas em áreas de várzeas e áreas alagáveis estavam agrupadas.

A madeira de *C. guianensis* é moderadamente pesada (0,70 a 0,75g/cm³); a cor do cerne pode variar de vermelho escuro para marrom avermelhado logo após o corte; o alburno é castanho pálido, de cheiro e sabor indistintos (Sampaio 2000). Ela é fácil de trabalhar, permitindo um bom acabamento, sendo muito procurada no mercado interno para a fabricação de móveis, caixotaria fina, construção civil, lâminas, compensados, acabamentos internos, de barcos e navios. Testes de preservação classificam *C. guianensis* como uma espécie difícil de ser impregnada por preservativos, em virtude de seu baixo poder de absorção e impregnação (SUDAM 1979).

O óleo extraído das sementes é utilizado em loções repelentes de insetos, medicina tradicional, velas repelentes de mosquitos, cosméticos e sabonetes (Plowden 2004; Shanley 2005). Para obter o azeite, ou óleo de andiroba, as sementes são cozidas e depois colocadas em repouso por alguns dias; passado esse período, a massa da amêndoa é retirada e amassada várias vezes, em seguida é colocada em uma estrutura (de metal ou de madeira) semelhante a uma canaleta, inclinada para o chão; assim, o óleo que sai da massa escorre por período de 4 a 6 dias (Shanley 2005). Segundo a mesma autora, se estima que 7 kg de sementes são necessários para obter um litro de óleo.

1.4 MÉTODOS

Os mapas de inventários florestais realizados pela Empresa serviram para selecionar as áreas mais ricas em andiroba. A Área de Manejo Florestal (AMF) selecionada está dividida em parcelas de exploração de tamanho variável, que geralmente possuem 100 ha. Os critérios para a seleção da área de estudo dentro da AMF foram: 1) um único bloco de 100 hectares; 2) livre de cursos d'água (tanto dentro quanto no entorno da parcela) para facilitar a coleta de frutos e observações da copa; 3) alta densidade populacional de indivíduos de *C. guianensis* (DAP > 45 cm), pois assim teríamos uma maior probabilidade de encontrar mais indivíduos

com DAP < 45 cm e 4) dificuldade de acesso por moradores de comunidades próximas, para evitar que atividades antrópicas (p. ex., remoção de sementes) influenciassem nos resultados.

Este trabalho teve início no final de novembro, com o preparo do bloco selecionado para iniciar as coletas em dezembro. O período de coleta de dados durou sete meses (dezembro/2006 a junho/2007), pois de acordo com alguns autores (Shanley 2005, Plowden 2004, Ferraz *et al.* 2003), o pico da frutificação da andiroba na Amazônia pode variar entre os meses de janeiro a abril. No bloco selecionado para estudo foi realizado um inventário complementar ao já realizado pela empresa (indivíduos acima de 45 cm de DAP), porém, desta vez incluindo os indivíduos com DAP \geq 10 cm com o auxílio dos parataxônomos da empresa. Indivíduos abaixo de 10 cm de DAP (incluindo plântulas), quando encontrados, foram apenas contados.

Para confirmação da identificação dos indivíduos, pois segundo Ferraz *et al.* (2002) é fácil confundir *C. guianensis* com *C. procera*, foram coletadas aleatoriamente na AMF 100 sementes, que foram colocadas para germinação em dois canteiros instalados na própria AMF. Todas as características das sementes germinadas nos canteiros corroboram com as características descritas por Ferraz *et al.* (2002) e Embrapa (2004) sobre *Carapa guianensis*. Foram coletados ainda material botânico de alguns indivíduos adultos e o mesmo foi comparado com as excicatas do Herbário IAN, da Embrapa Amazônia Oriental.

1.4.1 Frutificação

Foi utilizado um binóculo para verificar a fase fenológico (frutificação) de cada indivíduo presente na parcela amostral. Além do uso do binóculo, também foi feita uma varredura no chão abaixo e ao redor da copa, em busca de sementes, cascas e frutos. No início deste estudo foi realizada uma limpeza no sub-bosque, retirando frutos e cascas velhas de andiroba que estavam embaixo da copa ou próximo da árvore; depois de cada visita as cascas encontradas foram quebradas para não serem contadas novamente. Foram realizadas quatro observações (dezembro/2005, fevereiro, abril, junho/2006), a fim de saber o padrão de frutificação e o número total de indivíduos que frutificaram em 2006.

1.4.2 Diâmetro – DAP

Para verificar a influência do diâmetro na capacidade reprodutiva dos indivíduos, foram estabelecidas cinco classes de diâmetro (10 – 19,9 cm; 20 – 29,9 cm; 30 – 39,9 cm; 40 – 49,9 cm e ≥ 50 cm de dap).

1.4.3 Posição da Copa

Quanto à posição da copa, os indivíduos foram classificados segundo Wadt *et al.* (2005), que modificou o índice de Dawkins (Alder & Synnott 1992), em quatro categorias: 1. *Dominantes*, árvores que recebem luz em cima da copa e nas laterais; 2. *Co-dominantes*, aquelas que recebem luz apenas na parte superior da copa; 3. *Intermediárias*, aquelas que recebem alguma luz superior ou nas laterais; 4. *Suprimidas*, aquelas que não recebem luz direta (Figura 3).

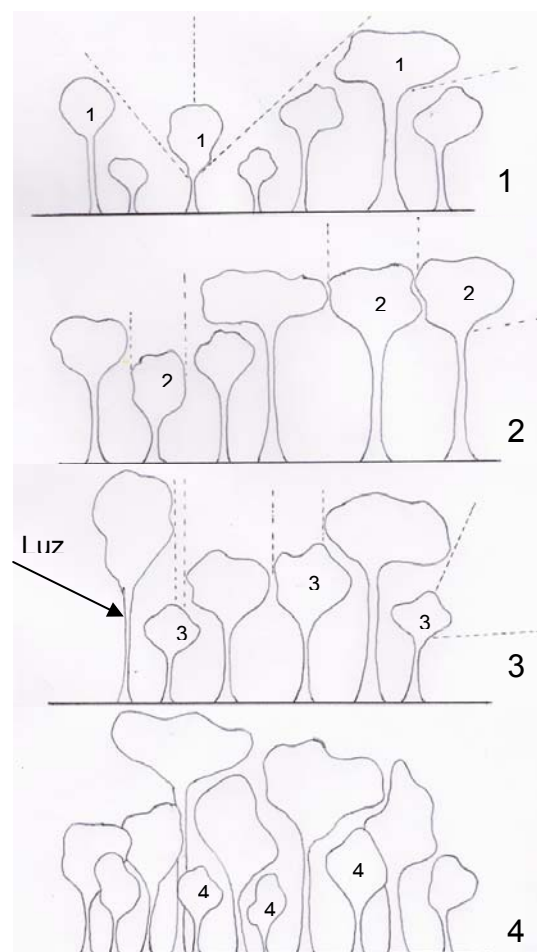


Figura 3. Posição da copa: 1 - copas dominantes, luz superior e nas laterais, 2 - copas co-dominantes, somente luz superior, 3 - copas intermediárias, a luz direta chega em algumas partes da copa, 4 - copas suprimidas, são árvores de subdossel e a luz que chega é difusa.

1.4.4 Ambiente

Na área de estudo foram encontradas quatro lagoas sazonais (Figura 4) e foi sugerido que elas poderiam influenciar a capacidade reprodutiva dos indivíduos em estudo, então todos os indivíduos foram agrupados de acordo com o ambiente onde estavam localizados (lagoa sazonal ou terra firme).

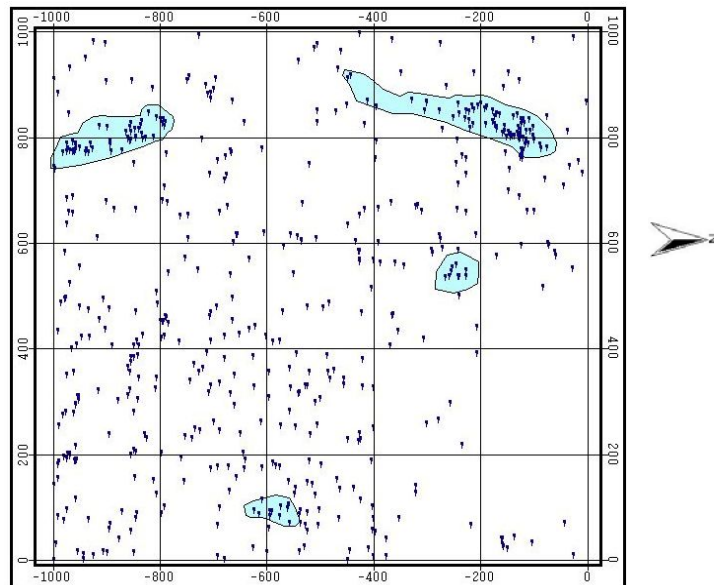


Figura 4. Distribuição espacial dos indivíduos de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 ha, Breu Branco – Pa. Os polígonos azuis são lagoas sazonais.

1.4.5 Lianas

Para avaliar a influência de lianas sobre o estado reprodutivo das árvores, todos os indivíduos foram classificados em “ausente”, ou seja, sem lianas lenhosas na copa; ou “presente”, quando se verificou a presença de lianas na copa.

1.4.6 Análises dos dados

Todas as análises de dados foram realizadas no programa estatístico BioStat versão 4.0 (Ayres *et al.*, 2005). Os dados paramétricos relativos a “Posição de Copa” e de “Lianas” foram testados através de análise de variância e teste *t* de Student. Para a maioria das análises utilizou-se teste não-paramétrico Qui-quadrado, pois os dados não possuíam distribuição normal. O nível de significância adotado em todas as análises de dados foi de 0,05.

1.5 RESULTADOS

No bloco estudado (100 ha), as árvores de *C. guianensis* foram encontradas em diferentes ambientes, desde aqueles mais abertos, como lagoas, clareiras e áreas de cipoal, até os ambientes mais fechados. Os indivíduos menores encontrados em áreas de cipoal, geralmente estavam mal formados, enquanto aqueles que se estabeleceram em áreas mais sombreadas estavam em melhor estado. Foram encontradas muitas cascas de frutos no chão, a maioria com sinais de predação, e pouquíssimas sementes. Foi observado ainda que muitas árvores apresentavam diferenças fenotípicas na cor do alburno, tamanho de folhas e sementes.

1.5.1 Distribuição diamétrica e densidade populacional

Inicialmente foram inventariados 618 indivíduos ($DAP \geq 10$ cm) de *Carapa guianensis*, porém, apenas 563 indivíduos foram considerados nas análises. Cinquenta e cinco indivíduos foram excluídos, pois estavam com a copa quebrada, às vezes regenerando, com folhas muito novas; ou não foi possível observar as variáveis posição da copa e/ou presença de lianas; ou morreram durante o estudo.

A distribuição diamétrica da população de andiroba mostra uma tendência a uma distribuição exponencial negativa, do tipo J invertido (Figura 5). Observa-se que a medida que aumenta o diâmetro, o número de indivíduos tende a diminuir. A densidade encontrada nessa população foi de 6,2 indivíduos/ha, com área basal de 0,38 m²/ha.

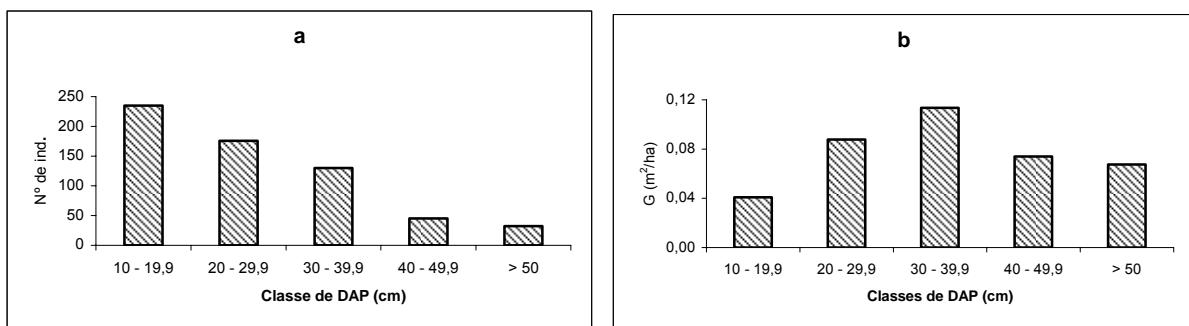


Figura 5. a) Estrutura diamétrica e b) Distribuição diamétrica da área basal de uma população de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 hectares, no município de Breu Branco-Pa.

1.5.2 Frutificação

Dos 563 indivíduos observados, 34,5% frutificaram (194 árvores) no período de coleta dos dados (Tabela 1). Na primeira coleta, em dezembro de 2005, apenas oito indivíduos dispersaram seus frutos (a dispersão compreende a queda do fruto maduro); em fevereiro de 2006 esse número subiu para 148 indivíduos. Nas coletas seguintes esse número foi diminuindo para 126 e 28 (terceira e quarta coletas, respectivamente). Logo, o pico de dispersão de frutos para esta safra (2006) ocorreu em fevereiro (Figura 6).

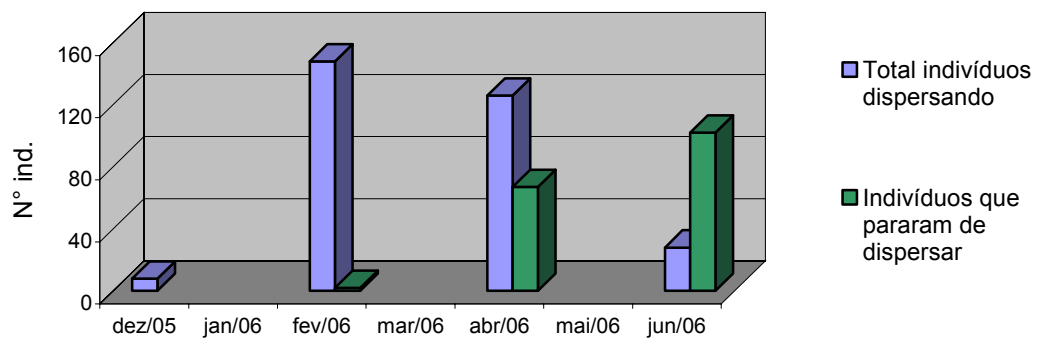


Figura 6. Dispersão dos frutos de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) em uma área de 100 hectares, no período de dezembro/2005 a junho/2006, no município de Breu Branco-Pa.

Em fevereiro de 2006, foi observado que alguns indivíduos já tinham finalizado o estágio de dispersão e nas coletas seguintes esse número aumentou (Figura 6). O valor total de indivíduos dispersando (Figura 6) é resultado dos indivíduos que estavam dispersando, somado a entrada de novos indivíduos que começaram a dispersar.

1.5.3 Relação frutificação/diâmetro

Foi encontrada uma relação altamente significativa da frutificação em relação ao diâmetro ($\chi^2 = 138,2$; $p < 0,0001$) (Tabela 1). A proporção de indivíduos frutificando aumenta com o diâmetro, sendo que os indivíduos com DAP acima de 50 cm (classe 5) apresentaram a maior proporção de frutificação.

Foram encontrados indivíduos frutificando em todas as classes diamétricas, porém 65% dos indivíduos que frutificaram tinham entre 20 – 40 cm de DAP. O indivíduo mais jovem da população de andiroba com presença de frutos na sua copa tinha apenas 11,7 cm de

DAP. No entanto, a porcentagem de indivíduos frutificando com DAP menor que 20 cm foi muito baixa comparada com as demais classes diamétricas.

Os diâmetros médios dos indivíduos que frutificaram e daqueles que não frutificaram na população não apresentou diferença significativa ($t = 14,2$ e $p < 0,0001$). No entanto, o diâmetro médio dos indivíduos que frutificaram nas classes 1 e 2 foi diferente do diâmetro médio dos indivíduos que não frutificaram ($t = 3,5$ e $p < 0,0001$; $t = 4,4$ e $p < 0,0001$, respectivamente). Nas demais classes de diâmetro não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$ para as classes 3, 4 e 5).

Tabela 1. Frutificação de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) (absoluta e relativa) agrupada por classes de diâmetro em uma área de 100 hectares, no período de dezembro/2005 a junho/2006, no município de Breu branco-Pa.

| Nº | Classe DAP (cm) | Nº total de indivíduos | Nº de indivíduos frutificando | % de indivíduos frutificação/classe ¹ | % dos indivíduos frutificaram ² |
|------|-----------------|------------------------|-------------------------------|--|--|
| 1 | 10 – 19,9 | 221 | 16 | 7,2 | 8,2 |
| 2 | 20 – 29,9 | 159 | 61 | 38,4 | 31,4 |
| 3 | 30 – 39,9 | 110 | 65 | 59,1 | 33,5 |
| 4 | 40 – 49,9 | 47 | 31 | 66,0 | 16,0 |
| 5 | ≥ 50 | 26 | 21 | 80,8 | 10,8 |
| Soma | | 563 | 194 | 34,5 ⁽³⁾ | 100 |

¹ Porcentagem de frutificação referente ao número total de indivíduos de cada classe de DAP;

² Porcentagem de frutificação referente ao número total de indivíduos que frutificaram na população (n = 194);

³ Porcentagem de frutificação da população.

1.5.4 Relação frutificação/posição da copa

As classes dominantes e co-dominantes apresentaram as maiores porcentagens de frutificação ($\chi^2 = 47,1$; $p < 0,0001$) (Tabela 2), sugerindo que a posição da copa influencia fortemente a frutificação. Existe uma relação direta, crescente e significativa entre os percentuais de frutificação e a posição da copa ($\chi^2 = 78,8$; $p < 0,0001$), ou seja, quanto maior a incidência de luz sobre o indivíduo, maior será a probabilidade de um indivíduo frutificar. As médias de DAP por posição da copa das árvores que frutificaram foram diferentes ($F = 4,66$ e $p < 0,01$). Da mesma forma, as médias das árvores que não frutificaram e do número total de

indivíduos estudados também diferiram ($F = 41,0$ e $p < 0,0001$; $F = 66,4$ e $p < 0,0001$, respectivamente; Tabela 2).

Tabela 2. Média do DAP dos indivíduos de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) em relação à posição da copa, no município de Breu Branco-Pa.

| Posição da Copa | Nº ind. total | % ind. frut. ± SD | DAP médio dos indivíduos que não frutificaram (cm) | DAP médio dos indivíduos que frutificaram (cm) | DAP médio de todos os indivíduos (cm) |
|-----------------|---------------|-------------------|--|--|---------------------------------------|
| Dominantes | 110 | 62,7 ± 11,5 | 33,0 ^a | 37,5 ^a | 35,8 ^a |
| Co-dominantes | 172 | 41,3 ± 10,1 | 23,1 ^b | 33,4 ^b | 27,4 ^b |
| Intermediárias | 182 | 25,3 ± 11,5 | 20,0 ^c | 32,5 ^{bc} | 23,2 ^c |
| Suprimidas | 98 | 8,2 ± 8,8 | 15,5 ^d | 24,6 ^c | 16,2 ^d |
| Σ | 562 | 34,5 | | | |

(1) Letras iguais dentro da mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$).

Comparando o padrão de frutificação em três classes de diâmetro com relação à posição da copa (Figura 7), foram encontradas diferenças significativas entre as posições de copa na primeira classe de DAP ($\chi^2 = 53,0$; $p < 0,0001$).

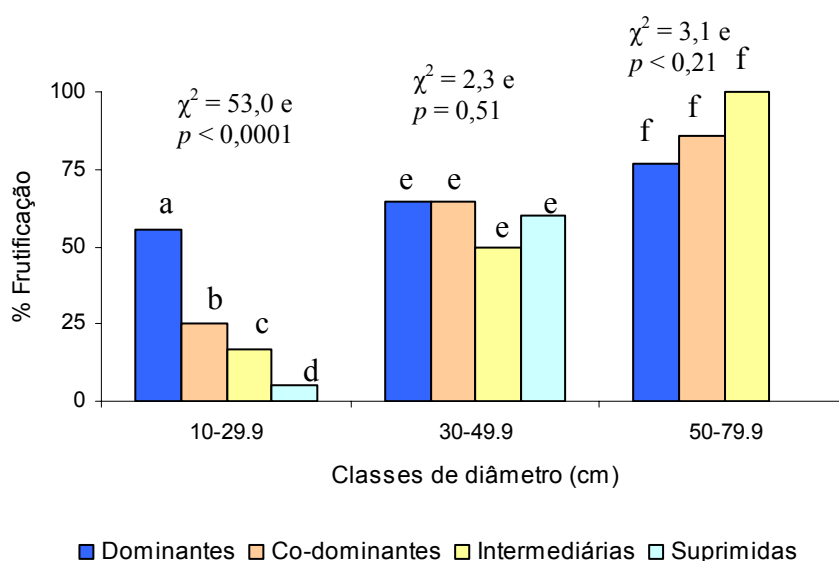


Figura 7. Padrão de frutificação de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) em três classes de DAP relacionadas a posição da copa, no município de Breu Branco-Pa.

1.5.5 Relação frutificação/ambiente (Terra Firme e Lagoa Sazonal)

Devido à diferença de tamanho de área e número de indivíduos em cada ambiente, a frutificação foi analisada através de percentagem. Os solos mal drenados não favoreceram a capacidade reprodutiva dos indivíduos de *C. guianensis* ($\chi^2 = 0,45$; $p_{\text{ Yates}} = 0,57$). Enquanto a distribuição diamétrica dos indivíduos que frutificaram nestes dois ambientes não apresentou diferença significativa ($\chi^2 = 2,7$; $p = 0,75$) (Figura 8).

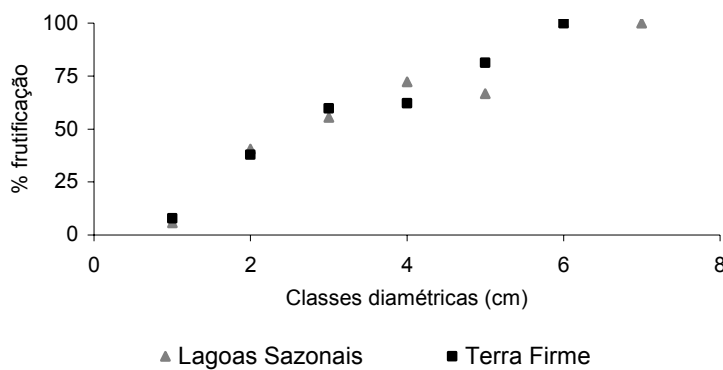


Figura 8. Percentual de frutificação de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) por classe diamétrica em Terra Firme e Lagoa Sazonal, em uma área de 100 hectares, no município de Breu Branco-Pa.

1.5.6 Relação frutificação/lianas

Não foi encontrada diferença significativa ($\chi^2 = 0,71$; $p = 0,45$) na frutificação em relação à ausência ou presença de cipós (Tabela 3). Porém, o diâmetro médio das árvores sem lianas é significativamente inferior àquelas com lianas ($t = 4,58$; $p < 0,0001$). Da mesma forma foram encontradas diferenças significativas entre os DAP's das árvores que frutificaram ($t = 2,53$; $p = 0,006$) e das que não produziram frutos ($t = 4,16$; $p < 0,0001$). Indivíduos com ausência de lianas lenhosas na sua copa frutificam mais jovens (menores DAP's) do que aqueles que apresentam lianas ($t = 2,53$; $p = 0,01$).

Tabela 3. Frutificação absoluta, relativa e médias de diâmetro dos indivíduos de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) com ausência ou presença de lianas lenhosas nas copas em uma área de 100 ha, no município de Breu Branco, Pará.

| Lianas | Nº de ind. | Nº ind. frutificando | % de ind. frutificando | Diâmetro médio dos ind. que não frutificaram | Diâmetro médio dos ind. que frutificaram | Diâmetro médio do total de ind. |
|----------|------------|----------------------|------------------------|--|--|---------------------------------|
| Ausência | 172 | 55 | 31,98 ^a | 18,10 ^a | 31,08 ^a | 22,25 ^a |
| Presença | 390 | 139 | 35,64 ^a | 22,65 ^b | 35,54 ^b | 27,24 ^b |

(1) Letras iguais não apresentam diferença significativa.

1.6 DISCUSSÃO

1.6.1 Distribuição diamétrica e densidade populacional

Vários trabalhos mostram grandes variações na densidade das populações de *Carapa guianensis* (IDESP 1975, Hall *et al.* 1994, Dias *et al.* 2002). Essas diferenças são ocasionadas por três fatores: o tamanho da área amostral, o diâmetro mínimo de inventário e tipo de ambiente onde se encontra a população. O maior problema em avaliar a densidade populacional de andiroba em amostras de dimensões pequenas é selecionar um lugar onde não tenha indivíduos, ou ainda, selecionar um lugar onde ocorra um agrupamento.

Plowden (2004), estudando indivíduos de andiroba com DAP acima de 10 cm na Amazônia oriental brasileira, encontrou uma densidade semelhante aos resultados deste levantamento (6,5 indivíduos/hectare, daqui por diante, ind./ha). McHargue & Hartshorn (1983) e Dias *et al.* (2002) verificaram uma densidade de 9 e 9,9 ind./ha, respectivamente, com indivíduos também acima de 10 cm de DAP, sendo o primeiro em uma floresta no nordeste da Costa Rica, e o segundo em uma floresta na Amazônia oriental brasileira.

O diâmetro mínimo é outro fator que gera divergências entre esses valores de densidade, pois não existe uma padronização nesses estudos. A densidade de indivíduos acima de 25 cm de DAP pode variar de 1,6 a 7 ind./ha (IDESP 1975, PROFLAMA 1972); e quando se diminui o diâmetro, a amplitude é aumentada (indivíduos acima de 10 cm de DAP) e a densidade fica em torno de 6,2 a 8,2 ind./ha (Boufleuer 2004, Plowden 2004), podendo chegar a 62 ind./ha, com área basal de 13,16 m²/ha em florestas de várzea (McHargue & Hartshorn 1983). Além dos fatores metodológicos, a densidade ainda pode variar devido a fatores ligados à dispersão, predação e exploração da madeira (derruba de árvores matrizes).

Os indivíduos de *C. guianensis* apresentam uma distribuição diamétrica decrescente na floresta estudada, com muitos indivíduos nas menores classes de diâmetro, semelhante aos

resultados encontrados por Carvalho (1981) na Amazônia brasileira. Dessa forma, está plenamente assegurada a capacidade natural de sustentação dessa espécie, porque a distribuição diamétrica é representada por uma curva decrescente, comumente conhecida como “J” invertido; que é característica de populações estáveis e auto-regenerativas.

Porém, no momento do inventário foram encontrados poucos indivíduos abaixo de 10 centímetros de diâmetro, e foram raras essas ocasiões, sugerindo uma deficiência na regeneração da espécie, pois segundo alguns autores (Henriques & Sousa 1989, Boufleuer 2004), essa espécie costuma formar banco de plântulas próximo à árvore-matriz, e em nenhum momento essa informação foi confirmada na área deste estudo.

1.6.2 Frutificação

Foram encontrados indivíduos florescendo (flores dentro dos coletores) em dois períodos: no início da estação chuvosa, em dezembro, estendendo-se até o final de janeiro do ano seguinte, e no final do mês de maio. No entanto, Plowden (2004), em estudos na Amazônia oriental brasileira, encontrou o pico de floração no meio da estação chuvosa, e a maioria dos frutos começaram a cair no início da estação seca. Provavelmente, a frutificação observada pelo autor é referente à floração do ano anterior, pois a maturação dos frutos pode levar de 5 a 8 meses (Shanley 2005, Sampaio 2000, Willemstein 1975). Shanley (2005) verificou a frutificação de *Carapa guianensis* nos meses de janeiro a abril, no leste do Estado do Pará. Segundo o mesmo autor, as árvores dessa espécie não frutificam todos os anos, e a produção não é constante, ocorrendo anos de alta e baixa produção.

O período de frutificação é bastante variável em diferentes regiões. Na Amazônia ocidental ela pode ocorrer entre setembro e março (Boufleuer 2004), já na Amazônia oriental, as andirobas costumam frutificar de janeiro a julho (Henriques & Souza 1989, Ferraz *et al.* 2003, Shanley 2005). Essa variação pode ser consequência do período sazonal de cada região e/ou da alta plasticidade da espécie (Leite 1997), que de acordo com alguns autores (Schichting 1986, Stearns 1989, Scheiner 1993), é caracterizada pela alteração fisiológica e/ou morfológica de um organismo em decorrência da interação com o ambiente.

O pico de frutificação ocorreu no meio da estação chuvosa (fevereiro). Na última coleta de dados (Junho/2006) foram encontrados quatro indivíduos que estavam iniciando a dispersão de seus frutos (queda dos frutos maduros), sugerindo que uma população de andiroba pode frutificar durante todo o ano, porém com um menor número de indivíduos que vão se intercalando até a safra do próximo ano.

Deduz-se que 2006 foi um ano de baixa produção na área estudada, pois apenas 34,5% das árvores frutificaram. Dias (2001) encontrou resultados semelhantes em uma área de 42 ha na Flona do Tapajós, com 37% dos indivíduos frutificando em um ano de baixa produção. Enquanto Plowden (2004) verificou 49,7% dos indivíduos frutificando em 1998 na Amazônia oriental brasileira; e no ano seguinte a porcentagem de frutificação caiu para 33% na mesma área estudada. Forget (1996) observou em uma amostra de 20 indivíduos de *Carapa procera*, que mesmo em ano de baixa produção, mais de 50% dos indivíduos frutificaram e o diâmetro mínimo de reprodução (17 cm de DAP) também foi superior ao que encontramos (11,7 cm de DAP).

1.6.3 Relação frutificação/diâmetro

Wadt *et al.* (2005) encontrou uma correlação positiva entre a frutificação e o diâmetro (≥ 10 cm) em estudos com *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. No entanto, Dias (2001), em estudos sobre a andiroba, observou árvores produzindo frutos em todas as classes diamétricas avaliadas e também indivíduos com DAP inferior a 20 cm produzindo abundantemente.

Provavelmente, a luz foi o fator determinante na produção de frutos nesses estudos, pois neste estudo também foram encontrados indivíduos abaixo dos 20 cm de DAP produzindo frutos, mesmo que em número reduzido e pouco representativo em comparação com as classes de diâmetro superiores. Além disso, talvez devido ao tamanho da copa desses indivíduos menores, a produção não tenha sido tão alta, mas já garante um acréscimo na quantidade de propágulos disponíveis no solo.

As populações de andiroba podem apresentar características muito diferentes em vários aspectos. Plowden (2004) encontrou a menor porcentagem de indivíduos reprodutivamente ativos nas menores classes de diâmetro, sendo que os indivíduos menores que 30 cm de diâmetro raramente produziram flores ou frutos, enquanto este estudo mostra que 38% dos indivíduos compreendidos entre 20 e 30 cm de diâmetro frutificaram.

Um ponto conflituoso entre alguns autores diz respeito à determinar a maturidade das árvores. Segundo Henriques & Sousa (1989), as árvores adultas são aquelas com DAP ≥ 16 cm. Porém Hall *et al.* (1994) considerou que árvores adultas eram aquelas com DAP ≥ 35 cm; enquanto Plowden (2004) considerou aquelas com DAP > 20 cm como adultos, mesmo tendo indivíduos produzindo frutos abaixo desse tamanho. Na verdade, o que esses autores têm em comum para determinar a fase adulta dessas árvores, é o DAP em que elas começam a produzir abundantemente.

1.6.4 Relação frutificação/posição da copa

Neste estudo, apenas 7,2% dos indivíduos abaixo dos 20 cm de diâmetro frutificaram, mas de fato a luz teve grande importância na maturidade reprodutiva dessas árvores, pois os indivíduos com menor DAP, que frutificaram, estavam recebendo luz durante grande parte do dia (dominantes) em áreas abertas (clareiras naturais e lagoas sazonais). Os resultados para os indivíduos abaixo de 30 cm de diâmetro indicam uma maior proporção de árvores reprodutivamente maduras em condições de luz abundante (Figura 7). Embora a iluminação não deixe de ter sua importância sobre as árvores adultas, a sua influência sobre o estado reprodutivo é mais visível em indivíduos mais jovens.

Dias (2001) verificou que à medida que a quantidade de luz diminui (abundante para deficiente), ocorre a predominância de árvores com pouca ou sem produção de frutos, enquanto que os indivíduos com maior produção de frutos foram aqueles que estavam sobre ótimas condições de luz. Wadt *et al.* (2005) obteve resultados semelhantes em estudos com *Bertholletia excelsa*.

Segundo Tonini & Arco-Verde (2005), *C. guianensis* não apresentou uma relação linear do aumento do diâmetro e comprimento da copa com o DAP e a altura da árvore. Porém, os mesmos autores, avaliando o comportamento de quatro espécies da floresta amazônica, verificaram que a copa de *C. guianensis* em sistema de plantio (7 anos de idade) apresentou um melhor desempenho em ocupar espaços disponíveis ao seu redor. Essa informação é muito útil na tomada de decisão para tratamentos silviculturais, pois quanto maior for a superfície da copa, maior será a radiação solar que ela irá receber, e provavelmente, maiores serão as chances de uma alta frutificação (mais frutos).

Quando se fez uma correlação entre a posição da copa com as classes diamétricas, foi observado indivíduos dominantes e co-dominantes nas menores classes de diâmetro (< 30cm). Isso foi devido à abertura natural de clareiras em terra firme ou em áreas de lagoa sazonal, onde a vegetação é mais aberta, possibilitando maior exposição da copa à radiação solar direta.

Comparando o padrão de frutificação em três classes de diâmetro com relação à posição da copa (Figura 7), foram encontradas diferenças significativas entre as posições de copa na primeira classe de DAP ($\chi^2 = 53,0$; $p < 0.0001$). Nessa classe de diâmetro (10 – 29,9 cm), quanto maior a exposição da copa à luz direta (indivíduos dominantes), maior será a chance de um indivíduo frutificar. No entanto, a mesma importância não é observada na

segunda e terceira classe diamétrica, pois não existe diferença significativa na proporção de indivíduos frutificando dentro das classes de posição de copa ($\chi^2 = 2,309$ e $p = 0,51$; $\chi^2 = 3,1$ e $p = 0,21$; respectivamente).

1.6.5 Relação frutificação/ambiente

Os resultados deste estudo não mostram diferenças no padrão de frutificação entre os dois ambientes estudados, lagoas sazonais e terra firme, porém seria importante avaliar a produção de frutos nesses dois ambientes. A maioria das sementes encontradas no bloco estudado estava nas duas maiores lagoas sazonais, sendo que as sementes estavam flutuando, enquanto os frutos inteiros estavam no fundo da lagoa.

Nas lagoas menores foram encontradas apenas indivíduos adultos com DAP > 30 cm, sendo que todos frutificaram. Enquanto nas lagoas maiores foram encontradas indivíduos em todas as classes diamétricas, com exceção de uma lagoa que não apresentou nenhum indivíduo na última classe. Nas proximidades das lagoas pequenas foram encontrados indivíduos de *C. guianensis* com DAP a partir de 10 cm, e o fato de só haver indivíduos adultos dentro das lagoas pode ser devido ao tamanho da lagoa, pois o acesso às sementes que caem na água é mais fácil por roedores com comportamento *scatterhoarding*¹ e estes procuram lugares mais afastados para armazenar as sementes que não forem consumidas (Jansen & Forget 2001)

1.6.6 Relação frutificação/lianas

Assim como na análise anterior, não foram encontradas diferenças significativas no estado produtivo dos indivíduos em relação a presença ou ausência de liana. Dias (2001) não encontrou uma tendência definida na produção de frutos de *Carapa guianensis* nas classes de infestação de lianas que estudou, mas observou que os sítios com maior incidência de lianas foram os mais produtivos.

Talvez, essa maior produção de frutos em indivíduos com maior abundância de lianas seja devido à proteção que estas exercem sobre os frutos, pois as folhas das lianas podem esconder melhor o fruto de predadores aéreos (araras) e ainda com a maior entrada de luz,

¹*Scatterhoarding*. É o comportamento que algumas espécies de mamíferos e pássaros apresentam ao armazenar importantes quantidades de sementes para usar em períodos de escassez de comida, criando numerosos esconderijos espacialmente espalhados com poucas sementes em cada um deles (Jansen & Forget 2001).

pois grandes concentrações de lianas são comuns em áreas de floresta perturbada, expondo dessa forma a copa a melhor captação de luz.

Para determinar a influência da presença de lianas seria necessário um estudo mais aprofundado na produção de sementes em indivíduos infestados por elas e aqueles com as copas livres, utilizando uma metodologia que pudesse garantir uma coleta confiável e representativa da produção de cada árvore. O resultado de tal estudo seria fundamental nas decisões sobre tratamentos silviculturais para a espécie, pois reduziria o custo do corte de cipós, no caso do manejo para produção de sementes.

1.7 CONCLUSÃO

Carapa guianensis apresentou indivíduos frutificando em todas as classes de DAP, sendo que o diâmetro mínimo de reprodução na população foi de 11,7 cm, e o pico de frutificação no ano de 2006 foi em fevereiro. A presença de cipós e o ambiente (terra firme e lagoa sazonal) não influenciou o estado reprodutivo de *C. guianensis*. No entanto, o diâmetro do fuste e a posição da copa influenciou significativamente a capacidade reprodutiva dessa espécie. Pode-se concluir que a luz foi um fator estimulante para que os indivíduos menores atinjissem a maturidade reprodutiva.

Dessa forma, a abertura do dossel seria recomendada para indivíduos com DAP entre 20 e 30 cm, com a finalidade de proporcionar a expansão da copa em um primeiro momento, e o alcance da maturidade reprodutiva. No entanto, deve-se selecionar criteriosamente as árvores que terão essa abertura de dossel, pois algumas podem apresentar a copa pouco desenvolvida, e por mais que atinjam o estado reprodutivo, provavelmente não alcançarão uma produção de frutos satisfatória.

Uma forma de aumentar a densidade de andiroba em populações com baixa regeneração, e assim diminuir a pressão sobre a espécie, seria plantar suas mudas em pequenas clareiras de florestas maduras e em florestas secundárias, projetando para o futuro um aumento da provisão de sementes para coleta e alimento dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. & SYNNOTT, T.J. 1992. *Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest*. Tropical Forestry Papers No. 25. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, Oxford.
- AYRES, M., AYRES-JUNIOR, M., AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. 2005. *BioEstat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasil. 318 pp.
- BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. 1974. *Projeto RADAM Brasil*. Folha AS 22 – Belém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Brasil. 226 pp.
- BOUFLEUER, N. T. 2004. *Aspectos ecológicos de andiroba (Carapa guianensis Aublet., Meliaceae), como subsídio ao manejo e conservação*. Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais (Dissertação), Rio Branco, Brasil. 74 pp.
- CARRUYO, L. I. 1972. *Carapa Guianensis Aublet, sus propiedades y características*. Pp. 249-254 in *Simpósio Internacional sobre Plantas de Interes Econômico de la Flora Amazônica*. Doc. 95, IICA, Turrialba, Costa Rica.
- CARVALHO, J. O. P. 1981. *Distribuição diamétrica de espécies comerciais e potenciais em floresta tropical úmida natural na Amazônia*. Boletim de Pesquisa. Embrapa/CPATU. Belém, Brasil. 23 pp.
- CAVALCANTE, F. J. B., FERNANDES, N. P., ALENCAR, J. C. & SILVA, M. F. 1986. *Pesquisa e identificação de espécies oleaginosas nativas da Amazônia*. Relatório Técnico, Convênio Codeama/INPA, Manaus.
- CUNHA, M. L. 2004. *Diagnóstico participativo do sistema produtivo da Andiroba (Carapa sp.) e estudo botânico da espécie, nas comunidades São João do Jaburu e Fortaleza do Jaburu, Município de Gurupá, PA*. Relatório final de estágio profissionalizante. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 69 pp.
- DIAS, A. S. 2001. *Consideraciones sociales y silviculturales para el manejo forestal diversificado en una comunidad ribereña en la Floresta Nacional do Tapajós, Amazonía Brasileña*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Disertación). Turrialba, Costa Rica. 125pp.

- DIAS, A. S., CAMPOS, J. J., SOTO, R. V., LOUMAN, B. & GONÇALVEZ, L. 2002. Manejo forestal diversificado em uma comunidade ribereña de la Amazônia brasileira: consideraciones sociales y silviculturales. *Revista Forestal Centroamericana* 38:78-84.
- DINIZ, T. D. A. S. 1986. *Caracterização climática da Amazônia Oriental. Pesquisas sobre a utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental*. Relatório final do convênio Embrapa-CPATU/GTZ. Embrapa-CPATU. Belém, Brasil. (Documentos 40).
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 2004. *Espécies arbóreas da Amazônia*. Ficha n. 2: Andiroba, *Carapa guianensis*. Embrapa-Cpatu. Belém, Brasil.
- FERRAZ, I.D.K., CAMARGO, J. L. C. & SAMPAIO, P. T. B. 2002. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Acta Amazônica* 32(4):647-661.
- FERRAZ, I. D. K., CAMARGO, J. L. C. & SAMPAIO, P. T. B. 2003. Andiroba: *Carapa guianensis* Aubl. & *Carapa procera* D. C., Meliaceae. INPA: *Manual de Sementes da Amazônia*, Fascículo 1. Manaus, Amazonas, Brasil.
- FORGET, P. M. 1996. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 12:751-761.
- GALLETTI COMPENSADOS LTDA. 2002. Plano de Manejo Florestal Sustentável. *Galletti Compensados Ltda*, Breu Branco, Brasil. 37 pp.
- HALL, P., ORREL, L. & BAWA, K. S. 1994. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae). *American Journal of Botany* 81(9):1104-1111.
- HENRIQUES, R. P. B. & SOUSA, E. C. E. G. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern Brazil. *Biotropica* 21(3):204-209.
- HIREMATH, A. J. 2004. The ecological consequences of managing forests for non-timber products. *Conservation & Society* 2(2):211-216.
- IDESP. 1975. *Matérias Primas Celulósicas do Estuário do Rio Amazonas*. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará – IDESP. Belém, Pará, Brasil. (Relatório Técnico).
- JANSEN, P. A. & FORGET, P. M. 2001. Scatterhoarding rodents and tree regeneration in French Guiana. Pp. 275-288 in: Bongers, F., Charles-Dominique, P., Forget, P. M. & Théry M. (eds.). *Nouragues: Dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands.

- KLIMAS, C. A., LACERDA, C. M. B. de, BOUFLEUER, N. T., BROWN, I. F. & KAGEYAMA, P. Y. 2002. *Mapeamento de espécies comuns como subsídio para 60 implementações de plano de manejo: estudo de caso no seringal Caquetá, Porto Acre-Acre*. In: Encontro Nacional de Biólogos, 4., Anais... Ouro Preto.
- LEITE, A. M. C. 1997. *Ecologia de Carapa guianensis Aublet. (Meliaceae) "andiroba"*. Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Programa de Pós-graduação em Biologia Ambiental (Tese), Belém, Brasil. 180 pp.
- LORENZI, H & MATOS, F. J. A. 2002. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Ed. Nova Odessa, São Paulo, Brasil. Pp. 332.
- LOUREIRO, A. A., SILVA, M. F. & ALENCAR, J. C. 1979. *Essências madeireiras da Amazônia*. Vol. II. INPA/SUFRAMA, Manaus, Brasil.
- McHARGUE, L.A. & HARTSHORN, G.S. 1983. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. *Turrialba* 33(4):399-404.
- PENNINGTON, T. D., STULES, B. T. & TAYLOR, D. A. H. 1981. Meliaceae. *Flora Neotropica* 28:406-419.
- PLOWDEN, C. 2004. The ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. *Conservation & Society* 2(2):251-272.
- PRANCE, G. T. 1975. Árvores de Manaus. INPA, Manaus, Brasil. Pp. 186-189.
- PROFLAMA. 1972. *Inventário Florestal do Distrito Agropecuário da Zona Franca de Manaus*. SUFRAMA, MINTER. Manaus, Brasil. (Relatório Técnico).
- SAMPAIO, P. T. B. 2000. Andiroba (*Carapa guianensis*). Pp. 243-251 in Clay, J. W., Sampaio, P. T. B. & Clement, C. R. *Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização*. 409 pp. INPA/SEBRAE, Manaus, Amazonas, Brasil.
- SCHEINER, S. M. 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:35-68.
- SCHICHTING, C. D. 1986. The evolution phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:667-693.
- STEARNS, A. D. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience* 39:436-445.
- SHANLEY, P. 2005. Andiroba: *Carapa guianensis* Aublet. Pp. 41-50 in Shanley, P. & Medina, G. *Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica*. CIFOR/Imazon. Belém, Brasil. 305 pp.
- SUDAM, Departamento de Recursos Naturais, Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia. 1993. *Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação*

- climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather)*. SUDAM/EMBRAPA. Belém, Brasil. 52 pp.
- SUDAM. 1979. *Características silviculturais de espécies nativas e exóticas dos plantios do Centro de Tecnologia Madeireira / Estação Experimental de Curuá-Una*. Convênio SUDAM/FCAP. Pará, Brasil. 35 pp.
- TICKTIN, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41:11-21.
- TONINI, H. & ARCO-VERDE, M. F. 2005. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(7):633-638.
- VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, Brasil. 123 pp.
- WADT, L. H. O., KAINER, K. A. & GOMES-SILVA, D. A. P. 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* Stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 211:371-384.
- WILLEMSTEIN, S. C. 1975. *Carapa guianensis Aubl* (Ligna Orbis Series Internationalis). Royal Tropical Institute. Amsterdam. 47 pp.

CAPÍTULO 2 – PRODUÇÃO, PREDACÃO E REMOÇÃO DE SEMENTES DE *C. guianensis* AUBL. (MELIACEAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA

2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente questiona-se quantas sementes de fato uma árvore (ou população) de *Carapa guianensis* (andiroba) pode produzir. A resposta não é fácil de ser encontrada, pois a espécie tem uma produção de sementes bastante variável entre os anos (Shanley 2005, Boufleuer 2004, Dias *et al.* 2002), e não foi encontrada uma metodologia padrão para avaliar a produção de sementes. Um outro problema comum em trabalhos sobre a estimativa da produção de frutos/sementes é que a produção não é homogênea durante a safra de um mesmo ano. Existe um pico de frutificação, onde a maioria dos indivíduos está frutificando e a quantidade de frutos dispersos pelas árvores é maior, mas anterior e posteriormente a esse momento, a quantidade de frutos dispersos é menor. Além disso, a avaliação da produção com o objetivo de coletar essas sementes tem que levar em conta a predação, pois em áreas com elevado nível de predação e em período de baixa produção, a quantidade de sementes que ficará no solo para coleta pode ser insuficiente para a viabilidade de um plano de manejo não madeireiro.

Definir a extensão total da produção anual de sementes de andiroba é muito difícil (Plowden 2004), pois os trabalhos sobre essa espécie geralmente são compartimentados e poucos estudos aprofundados têm sido realizados. Segundo Plowden (2004), para estimar a produção de sementes de uma população é necessário coletar informações por vários anos. Além disso, estudar a relação entre a produção e o tamanho da copa, assim como a produção e o diâmetro do fuste também contribuiriam para estimativas mais precisas de produção.

O objetivo de se estudar a produção de frutos de espécies com potencial de uso não madeireiro é tentar colaborar com o manejo sustentável dessas espécies. Um estudo sobre 23 populações de *Bertholletia excelsa* mostrou que a história e intensidade de exploração das sementes são os fatores determinantes no longo prazo para a manutenção das populações (Peres *et al.* 2003).

Nas florestas tropicais, os roedores desempenham um papel muito importante na distribuição de propágulos de muitas espécies. Vários animais acumulam sementes em esconderijos rasos dentro do solo e, se por alguma razão, uma dessas sementes for esquecida pelo animal que a enterrou, ela estará em uma boa condição para germinar e se estabelecer

(Jansen & Forget 2001). Dessa forma, os roedores podem ser considerados tanto predadores, pois se alimentam de sementes, como agentes de dispersão.

Em muitas regiões tropicais, a disseminação de propágulos é realizada predominantemente por animais, com potencial para facilitar a recolonização de vegetação nativa em locais degradados. No entanto, esse potencial pode ser limitado pelo grau de isolamento de um recurso de sementes, ausência de animais dispersores de sementes na região e tamanho das sementes a serem dispersas (Wunderle Jr. 1997).

Segundo Wall *et al.* (2005), muitos estudos assumem que as sementes removidas são consumidas por seus predadores, mas poucas evidências comprovam esse fato, transformando essas medidas em taxas de predação. Essa ambigüidade prejudica a compreensão das atividades e importância de alguns roedores para determinadas espécies arbóreas. A relação entre os roedores *scatterhoarding*¹ e as espécies arbóreas que produzem sementes que fazem parte da sua dieta é de vital importância para a manutenção dessas espécies, como por exemplo a castanha-do-brasil (Peres *et al.* 2003).

Segundo Forget & Jansen (2007), o recrutamento de plântulas poderia aumentar se os níveis de remoção (por humanos) de sementes fossem reduzidos. Mesmo assim, essa medida ainda poderia ser insuficiente se o fator limitante para o sucesso do recrutamento fosse o agente dispersor. Os mesmos autores verificaram que a dispersão de sementes era menor em áreas de caça, quando comparada com áreas protegidas, o que apoia o papel dos animais como agentes de dispersão das sementes.

A importância desses animais na manutenção da espécie é muito grande, pois se existe uma baixa densidade populacional desses dispersores, conseqüentemente haverá um acúmulo maior de sementes sob a copa dessas árvores (Jansen *et al.* 2004). Essas sementes poderão ser facilmente inviabilizadas pelo ataque de insetos (larvas) que costumam se agrupar sob a copa dessas árvores, como por exemplo, no caso da andiroba, *Hypsipyla* spp., um inseto que pode atacar frutos na copa e no solo (Becker 1973).

Em anos de baixa disponibilidade de sementes, todas as sementes consumíveis são rapidamente removidas, com forte competição por sementes entre cutiaras (*Myoprocta exilis*), cutias (*Dasyprocta* spp.) e catitus (*Tayassu pecari*). Já em anos de alta produção, os animais se concentram nas sementes das espécies de sua preferência; e só depois do término destas é

¹*Scatterhoarding*. É o comportamento que algumas espécies de mamíferos e pássaros apresentam ao armazenar importantes quantidades de sementes para usar em períodos de escassez de comida, criando numerosos esconderijos espacialmente espalhados com poucas sementes em cada um deles (Jansen & Forget 2001).

que eles começam a procurar as sementes disponíveis (período de escassez) que se encontram acumuladas (Jansen & Forget 2001, Plowden 2004).

Experimentos sobre remoção de sementes e gravações de vídeo têm mostrado que cutiaras e cutias predam poucas sementes *in situ* (Jansen & Forget 2001). Esses animais são os mais importantes predadores e dispersores *scatterhoarding* citados para *C. guianensis* (Shanley 2005, Jansen *et al.* 2004, Jansen & Forget 2001, Forget 1996, 1997).

Durante o período em que as sementes ficam escondidas no solo da floresta, devido à ação dos roedores *scatterhoarding*, e germinam, as sementes enterradas, brotos e plântulas estabelecidas podem ser descobertas por roedores, ungulados e possivelmente por cervos a procura de cotilédones comestíveis (Forget 1997). Segundo Forget (1997), a sobrevivência de sementes depende do microhabitat, e a mortalidade causada por vertebrados terrestres é independente da distância da árvore-mãe. A última afirmação contraria o modelo Janzen-Connell (Connell 1971, Janzen 1970), que postula que predadores causam uma menor mortalidade em sementes que estão mais distantes da planta-mãe, do que naquelas que se encontram próximas à planta-mãe.

Os insetos não deixam de ter a sua importância como predadores naturais. No caso de *Carapa guianensis*, o gênero mais conhecido é *Hypsipyla*, onde os insetos imaturos de uma mariposa atacam brotos e frutos, restringindo o estabelecimento e cultivo de muitas espécies da família Meliaceae (Mo *et al.* 1997, Vargas *et al.* 2001, Ferraz *et al.* 2003, Taveras *et al.* 2004). Duas espécies atacam *Carapa guianensis*, e a mais conhecida é *Hypsipyla ferrealis* Hampson que ataca o fruto. Esses insetos constroem galerias dentro do fruto, danificando a maioria das sementes (Ferraz *et al.* 2003). Enquanto *Hypsipyla grandella* Zeller pode atacar tanto ramos (gemmas terminais) quanto frutos e o ataque pode ser notado pela exsudação de goma e serragem nos brotos (Gallo *et al.* 2002).

Os insetos adultos de *H. grandella* são atraídos pelo odor das brotações que surgem após as primeiras chuvas. A fêmea faz a postura dos ovos nos brotos, ou nos ramos ou nos frutos (Gallo *et al.* 2002). Neste último caso as sementes são destruídas, pois as larvas roem as sementes construindo galerias dentro dos frutos e se transformam em crisálidas dentro do mesmo, permanecendo até o final da metamorfose (Lima 1950).

Para a elaboração de um Plano de Manejo de Uso Múltiplo, quando se trata de coleta de sementes, é necessário avaliar a produção e porcentagem de sementes que é perdida para a fauna, a fim de não prejudicar intensivamente o potencial regenerativo da população e a oferta de alimento para os animais. Assim, este trabalho teve por objetivo: (i) avaliar a produção de sementes durante o período de safra do ano de 2006; (ii) avaliar a porcentagem de sementes

que é perdida na predação aérea (araras e insetos); (iii) verificar se o ataque de brocas (*Hypsipyla* sp.) ocorre no sub-bosque da floresta; e (iv) quantificar a taxa de remoção de sementes por roedores, em uma área amostral de 100 hectares, no sudeste do Estado do Pará, Brasil.

2.2 ÁREA DE ESTUDO

Ver sessão 1.2 Área de Estudo, CAPÍTULO 1, página 11

2.3 MÉTODOS

No bloco de 100 ha selecionado (ver metodologia capítulo 1) foram sorteados 50 indivíduos distribuídos igualmente em cinco classes de diâmetro (10-19,9; 20-29,9; 30-39,9; 40-49,9 e ≥ 50 cm de DAP) para estimar a produção e predação de sementes, além de observar a ocorrência de mariposas (*Hypsipyla* spp.) em sementes sadias no sub-bosque. Os indivíduos que participaram do sorteio não tinham vizinhos próximos (da mesma espécie) em um raio de 40 metros e possuíam copa bem formada. Sob a copa dos indivíduos das classes diamétricas 4 e 5 foram instalados quatro coletores feitos com tela de nylon (1m² cada); enquanto que nos indivíduos das classes 2 e 3 foram instalados três coletores e nos indivíduos da classe 1 houve uma variação de um ou dois coletores, sendo colocado apenas um coletor quando a copa não comportava os dois coletores.

Esses coletores estavam suspensos do chão a uma altura mínima de 1,3 metros, amarrados com fio de nylon em árvores ou arvoretas próximas (Figura 9). As visitas aos coletores foram quinzenais (Figura 10), pois, segundo Fournier & Charpantier (1975), essa é a melhor frequência para observações de estudos fenológicos e as larvas mais jovens teriam mais tempo para se desenvolver, facilitando a sua identificação. A coleta dos dados foi iniciada em Janeiro de 2006 e prolongada até o mês de junho do mesmo ano.



Figura 9. Instalação dos coletores sob a copa das árvores de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae), no município de Breu Branco-PA.

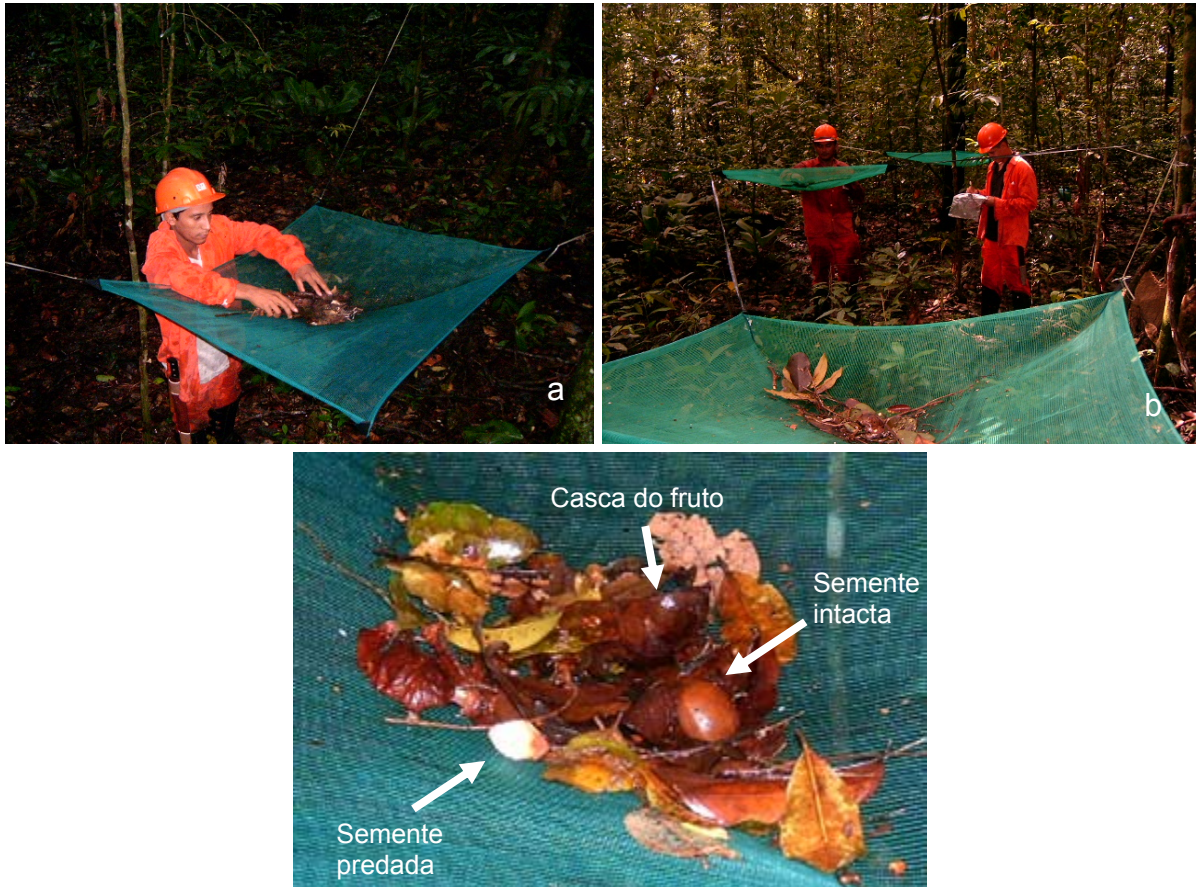


Figura 10. Inspeção quinzenal nos coletores: a – procura por sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) no coletor, b – coleta da semente em um saco de papel etiquetado com o número da árvore e coletor, c – presença de sementes no coletor. Breu Branco-PA.

2.3.1 Produção de sementes

Para estimar a produção de sementes de cada árvore coletaram-se dados da projeção da copa no solo em fevereiro de 2006, e assim foi calculada a área da copa, extrapolando-se a produção da área amostral de cada árvore (soma da área dos coletores) para a área de sua copa, partindo do princípio de que a produção de frutos seria uniforme em toda a copa. Foi calculada a produção por árvore em função da área da copa, e em seguida a média de produção para cada classe diamétrica (índice de produção de sementes), que seria multiplicada pelo total de árvores que frutificaram na população durante o experimento (Tabela 5). Assim foi estabelecida uma projeção para a produção de sementes para a safra de 2006.

2.3.2 Predação de sementes por araras e insetos

Devido a grande ambigüidade em estudos de remoção/predação de sementes, decidiu-se assumir como sementes predadas somente aquelas que de fato o foram por insetos e araras. Nos dados relacionados aos roedores, será considerado apenas a remoção, pois não foi acompanhado o destino das sementes removidas.

Durante as visitas, primeiramente foi observado se as sementes, ou frutos, estavam maduros, distinguindo pela cor e aspecto da semente. Depois foi verificado se a sementes, ou frutos, estavam intactos ou se havia presença de larvas ou algum orifício que caracterizasse a entrada de larvas nas sementes. Em caso de dúvida, a sementes era aberta para confirmar a ausência ou presença do inseto. Nessas visitas foi observada a presença de araras (aves da família Psittacidae) na copa das árvores se alimentando de frutos de andiroba, então foi feita uma avaliação das sementes roídas encontradas nos coletores.

2.3.3 Ocorrência de mariposas (*Hypsipyla* spp.) nos frutos presentes no solo.

Segundo Mayhew & Newton (1998), a fase em que o mogno (*Swietenia macrophylla* King) é mais susceptível ao ataque da broca do ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller) é aquela em que a altura da planta varia entre 2 a 8 metros. Na tentativa de verificar a ocorrência desses insetos em uma altura inferior a 2 metros e relacionar a sua presença com o estado reprodutivo dos indivíduos de *C. guianensis*, foram selecionadas 12 árvores com dap \geq 40 cm entre os 50 sorteados para o estudo de avaliação de produção de sementes, sendo que seis

árvores estavam frutificando e as outras seis não frutificaram no período do estudo. As árvores acima de 40 cm de DAP apresentavam copas maiores e tinham maior quantidade de coletores que as demais.

As sementes coletadas para iniciar este estudo passaram por triagem para garantir que nenhuma delas estava com larvas (Figura 11a) e ficaram imersas em água por 24 horas. Cada árvore recebeu 24 sementes e estas foram divididas em dois grupos: 12 sementes intactas e 12 sementes com o tegumento de um dos lados retirado para facilitar a atração dos possíveis insetos. Cada coletor ficou com seis sementes devidamente marcadas com um X para evitar confundir com as sementes que caíssem da copa (Figura 11b). As sementes intactas e as sementes sem tegumento ficaram em coletores diferentes.



Figura 11. Experimento de predação de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) por insetos: a – triagem das sementes, b – sementes marcadas com X. Breu Branco-PA.

Este experimento foi instalado no dia 2 de maio de 2006 e a avaliação das sementes foi feita 42 dias depois, pois a duração do ciclo biológico (ovo-lagarta madura) é em torno de 30 a 35 dias a uma temperatura de 30°C (Gallo *et al.* 2002, Becker 1973, Taveras *et al.* 2004). Vargas *et al.* (2001) relatam que o período para que os ovos eclodam varia de 3 a 7 dias depois da sua postura. Foram encontradas muitas sementes e frutos brocados (infestado por larvas) sob a copa de algumas árvores, então alguns desses insetos foram coletados para identificação.

2.3.4 Remoção de sementes por roedores

A metodologia para este estudo de remoção e predação de sementes por roedores foi baseada em Pizo (1997). No final da safra de 2006 (maio) foi avaliada a remoção das

sementes em cinco árvores que estavam frutificando e cinco que não frutificaram nesse ano. Todas as árvores que frutificaram produziram poucos frutos, sendo encontrado, na maioria das vezes, apenas vestígios dos frutos (cascas). Todas as árvores que não frutificaram foram localizadas a mais que 50 metros de alguma árvore frutificando. Para avaliar a remoção foram colocadas 50 sementes, em grupos de cinco sementes, ao longo de dois transectos de 20 metros, a partir do tronco da árvore (Figura 12). Os transectos foram separados por ângulos maiores que 90°, e os grupos de sementes foram colocados em estações localizadas em 2, 5, 10, 15 e 20 metros do tronco (Figura 13a).

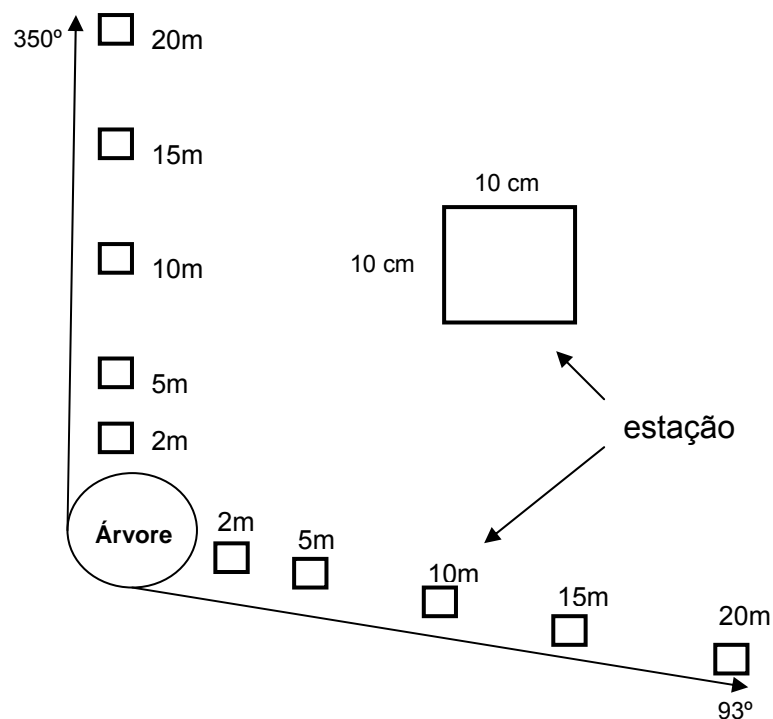


Figura 12. Desenho esquemático dos transectos e estações de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae), no município de Breu Branco-PA.

As sementes foram coletadas em uma lagoa sazonal e colocadas diretamente no chão da floresta, com as sementes nos cantos do quadrado fictício (estações de 10cm x 10cm), sendo que a quinta semente ficava no centro. Foram usados sacos plásticos nas mãos durante todo o procedimento de instalação do experimento, afim de evitar deixar algum odor humano nas sementes durante a sua manipulação (Figura 13b).

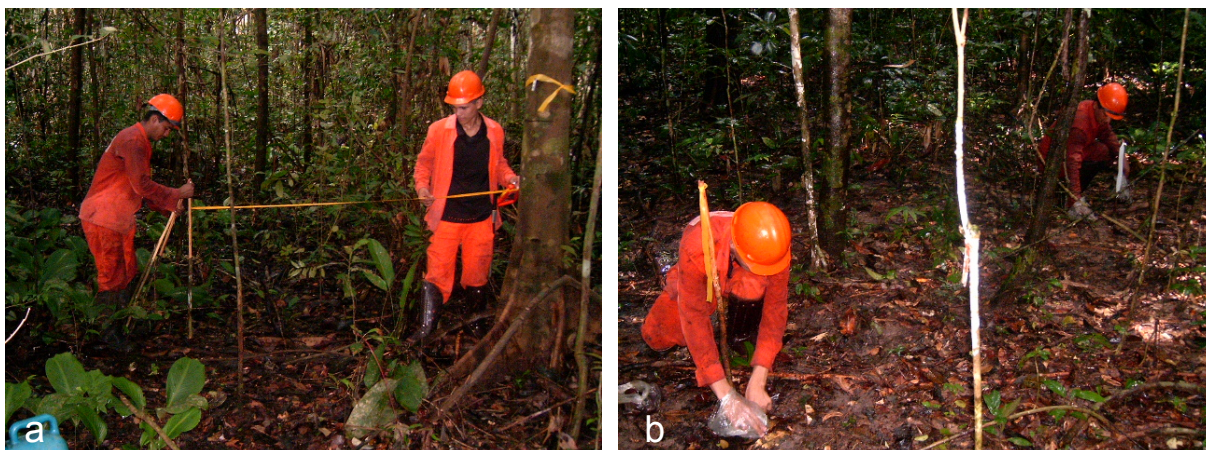


Figura 13. Experimento de predação de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) por roedores: a – marcação das estações no transecto com estacas de madeira, b – organização das sementes na estação; no município de Breu Branco-PA.

A localização das estações foi marcada com estacas de madeira (Figura 13a), e a remoção dessas sementes foi avaliada 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a instalação do experimento. Uma sexta visita foi feita após 71 dias de instalação do experimento para verificar quantas sementes não foram removidas. As sementes foram consideradas removidas quando não foram encontradas dentro dos 10 cm do grupo de sementes.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Produção de sementes

Dos 50 indivíduos selecionados (10 ind./classe de DAP), apenas 31 indivíduos frutificaram (62%), o que representa quase o dobro do valor encontrado na população do bloco (34,5%). Foram encontradas sementes nos coletores de 18 indivíduos que frutificaram (Tabela 4), enquanto nos outros 13 indivíduos todas as sementes e frutos caíram direto no solo. Depois de estimar a área da copa dos indivíduos que frutificaram, foi calculada a área que foi amostrada em cada árvore e verificou-se que apenas em 4 árvores foi amostrada mais de 10% da sua copa.

Na classe de 10cm – 19,9cm foi encontrado apenas um indivíduo para determinar o índice de produção de sementes, enquanto que nas demais, esse índice foi resultante da média de mais de duas amostras. Segundo a estimativa proposta, os indivíduos com DAP entre 30 a 49,9 cm tiveram a maior produção, com um valor total de 12.157 sementes, o que representaria cerca de 67% da produção total de sementes.

Tabela 4. Produção de sementes em uma amostra de 50 indivíduos (10 ind./classe de DAP).

| Classes de DAP (cm) | Nº ind. frutificaram | Ind. c/ sem. no coletor | Nº Sementes viáveis | Nº Sementes danificadas | % Frut. (50 árv.) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|
| 10-19,9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 20 |
| 20-29,9 | 4 | 3 | 6 | 1 | 40 |
| 30-39,9 | 9 | 5 | 8 | 14 | 90 |
| 40-49,9 | 7 | 5 | 12 | 78 | 70 |
| 50 | 9 | 4 | 5 | 30 | 90 |
| | 31 | 18 | 32 (20,5%) | 124 (79,5%) | |

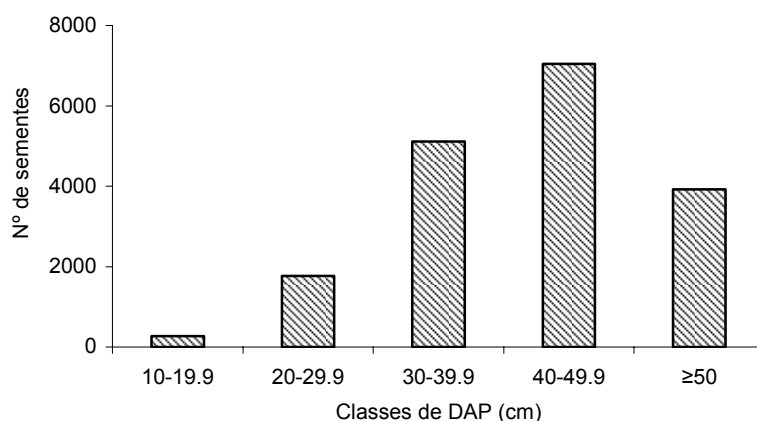


Figura 14. Produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) por classe de DAP em uma área de 100 ha, no município de Breu Branco - PA.

A área da copa da andiroba está diretamente relacionada com o DAP ($r = 0,76$ e $p = 0,0003$), da mesma forma que o índice de frutificação aumentou com o diâmetro, sugerindo que árvores maiores produzem mais. No entanto, os resultados deste estudo mostraram que a produção não é linear, pois a partir dos 50 centímetros de DAP a produção tendeu a diminuir (Figura 14). No total, a população com 194 indivíduos frutificando produziu 18.118 sementes aproximadamente (Tabela 5).

Tabela 5. Projeção para produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl (Meliaceae) (baseado em uma amostra de 18 indivíduos), no município de Breu Branco-PA.

| Classe diamétrica | Nº de árvores amostradas | Índice da produção (sem./árv.) \pm SD | Área média da copa (m ²) \pm SD | Nº de ind. que frutificaram | Produção de sementes estimada (unidade) |
|-------------------|--------------------------|---|---|-----------------------------|---|
| 1 | 1 | 17,0 \pm 0,0 | 8,5 \pm 0,0 | 16 | 272 |
| 2 | 3 | 29,0 \pm 21,4 | 33,0 \pm 21,2 | 61 | 1.769 |
| 3 | 5 | 78,7 \pm 81,6 | 50,0 \pm 20,9 | 65 | 5.113 |
| 4 | 5 | 227,2 \pm 327,7 | 52,5 \pm 15,5 | 31 | 7.044 |
| 5 | 4 | 186,7 \pm 206,0 | 81,9 \pm 25,0 | 21 | 3.920 |
| Total | 18 | | | 194 | 18.118 |

2.4.2 Predação de sementes por araras e insetos

Das 156 sementes que caíram dentro dos coletores, apenas 20,5% estavam maduras e intactas, sem nenhum sinal de predação. De acordo com as condições das sementes encontradas nos coletores, as mesmas foram divididas em 7 grupos (Tabela 6). As sementes predadas por araras (50,7%) somaram mais da metade do total da amostra. Enquanto o ataque isolado de insetos ocorre em menor proporção (19,9%). O ataque de insetos foi anterior à predação por araras, pois estas geralmente arrancam os frutos da árvore para consumir (observação pessoal), jogando o restante do fruto no solo da floresta.

Tabela 6: Predação aérea (copa das árvores) de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) por psitacídeos e insetos no município de Breu Branco-PA.

| Estado do fruto ou sementes | nº sementes | % |
|--|-------------|-------|
| Sementes imaturas | 14 | 9,0 |
| Sementes imaturas predadas por araras | 61 | 39,1 |
| Sementes imaturas predadas por insetos | 12 | 7,7 |
| Sementes maduras predadas por araras e insetos | 14 | 9,0 |
| Sementes maduras predadas por insetos | 19 | 12,2 |
| Sementes maduras predadas por araras | 4 | 2,6 |
| Sementes maduras intactas | 32 | 20,5 |
| Total | 156 | 100,0 |

2.4.3 Ocorrência de mariposas (*Hypsipyla* spp.) nos frutos presentes no solo

As larvas foram identificadas até o nível de gênero como *Hypsipyla* sp. (Lepidoptera: Pyralidae, Pierre Silvie com. pes.). Foram encontrados muitos frutos e sementes no chão infestadas por larvas jovens e adultas, por isso se pensou que as fêmeas pusessem seus ovos também no sub-bosque.

2.4.4 Remoção de sementes por roedores

Não foram encontradas diferenças significantes para o número de sementes removidas entre as estações dentro de cada transecto ($p > 0,7$ em todos os transectos) e, mesmo avaliando todos os transectos, não foi verificada nenhuma correlação entre a distância e o número de sementes removidas ($r = -0,48$ e $p = 0,4$). Então o número de sementes removidas nos dois transectos foi somado para avaliar se havia diferenças na remoção de sementes entre as árvores que produziram e aquelas que não produziram frutos, porém nenhuma diferença significativa foi encontrada ($F = 1,12$ e $p = 0,31$). Da mesma forma, não foram encontradas diferenças no número de sementes removidas em áreas abaixo das zonas da copa projetada (0 – 10 metros) e fora dela (10 – 20 metros) ($F = 0,05$ e $p = 0,83$).

Foi feita a análise do tempo necessário para que os roedores removessem 50% das sementes, com a finalidade de saber se a remoção seria mais rápida em árvores com frutos, do que naquelas que não produziram frutos. Não foram encontradas diferenças entre os padrões de remoção de árvores com produção e sem produção de frutos ($F = 2,27$ e $p = 0,14$).

Após o quarto dia, 50% das sementes instaladas no solo da floresta haviam sido removidas (Figura 15). Após o sexto dia esse ritmo de remoção diminuiu, o que pode ser devido ao número de sementes serem menor do que no início do experimento, pois não foi feita a reposição das sementes removidas.

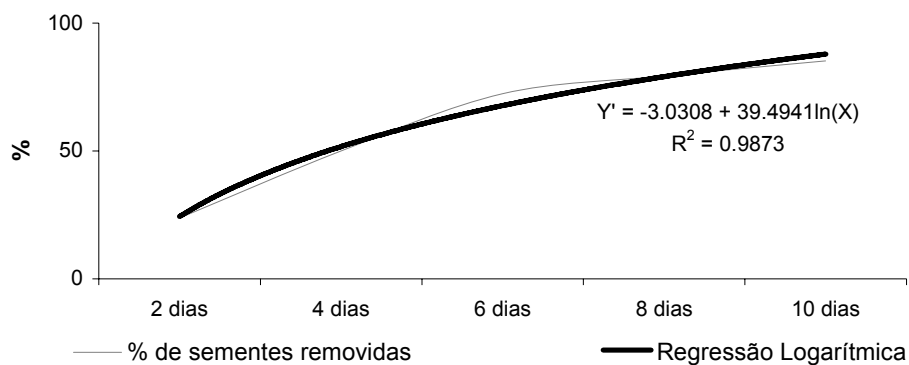


Figura 15: Porcentagem acumulada de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) removidas em um período de 10 dias, no município de Breu Branco-PA.

Depois de 74 dias da instalação do experimento, das 500 sementes utilizadas, restaram apenas 9 sementes em duas estações de árvores que não frutificaram, e destas sementes, sete germinaram. Foi observado que quatro sementes germinaram durante as observações e nenhuma delas permaneceu nas estações até o final do experimento.

2.5 DISCUSSÃO

2.5.1 Produção de sementes

Segundo Leão *et al.* (2001), cada quilograma de sementes de andiroba contém em média 44 sementes. A julgar por esta afirmativa, pode ser dito que a estimativa de produção para a população estudada com aproximadamente 18.118 sementes corresponde a um peso de 412 kg para esta safra. Os indivíduos reprodutivamente ativos (que produziram frutos neste ano) acima de 30 cm de DAP produziram em média 137 sementes/árvore, ou 3 kg/árvore. Este valor é baixo comparado com outras pesquisas, como por exemplo, nas florestas da Costa Rica, onde foram encontradas árvores produzindo desde 754 até 3.994 sem./árv. (McHargue & Hartshorn 1983), cerca de 17 a 91 kg/árvore, provavelmente em um ano de alta produção. Enquanto na Amazônia brasileira, já foram encontradas árvores com produção de sementes em torno de 180 a 200 kg em florestas naturais (Rizzini & Mors 1976) e 25 a 50 kg/árvore em plantio homogêneo, de densidade moderada (6 x 8 m) (SUDAM 1975). Essa grande variedade de valores de produção de sementes pode estar relacionada com a metodologia adotada em cada estudo, ou ainda, com o período de alta e baixa safra.

Forget (1996), estudando *Carapa procera* na Guiana Francesa, encontrou a maior produção de sementes em indivíduos que tinham entre 30 e 40 centímetros de DAP, com 307 sementes por árvore em um ano de alta produção. No entanto, dentro dessa mesma classe encontrou indivíduos com baixa produção (96 sementes) ou até mesmo sem produção. O mesmo autor encontrou 118 sementes/árvore em um ano de baixa produção, enquanto neste estudo foram encontradas 93 sementes/árvore, porém não foram contabilizadas as impressões das sementes contidas nas cascas do fruto (Forget 1996), o que poderia aumentar as estimativas deste estudo, no entanto a maioria das cascas estava roída por araras (observação pessoal) e como as observações foram feitas em coletores suspensos, foram contadas apenas as sementes que estavam nos coletores.

Dias (2001) avaliou a produção de sementes em relação à posição da copa no dossel (iluminação) através de estimativas de quatro categorias: árvores maduras que não produziram frutos; aquelas que produziram < 15 kg de fruto; aquelas que produziram entre 15 e 50 kg, e aquelas cuja produção foi superiores a 50 kg. Todavia, as estimativas são muito abrangentes. Plowden (2004) avaliou a produção de sementes com repetidas coletas no solo da floresta em curtos intervalos de tempo, encontrando uma produção de 50 sementes/árvore em um ano de baixa produção, em uma amostra de 46 indivíduos. Esse valor é muito maior do que o encontrado neste estudo (aproximadamente 9 sementes/árvore) (Tabela 4), porém, os dados coletados não foram suficientes para uma estimativa segura e o valor de 18.118 sementes produzidas pela população é apenas uma extrapolação do valor amostral.

Talvez essa diferença nos valores de produção esteja relacionada ao método de avaliação da produção de sementes, pois como foi dito anteriormente, não existe uma metodologia padronizada para a quantificação da produção de sementes. Pode-se supor ainda que essa diferença também possa estar relacionada com o período de coleta dos dados. Caso tenham sido coletados em ano de alta ou baixa produção, ou ainda, se foram coletados no período de pico da frutificação no sítio onde se encontra a população, e até mesmo na seleção dos indivíduos mais produtivos.

A produção pode variar até mesmo entre indivíduos da mesma classe de DAP, pois cada indivíduo tem sua própria estratégia de reprodução e isso é claro quando encontramos indivíduos produzindo enquanto outros estão sem produção em um determinado ano, ou ainda, diferenças na quantidade de frutos produzidos entre as árvores da mesma classe de DAP.

Foram encontradas duas limitações neste tópico: 1) o tempo para concluir o estudo, pois só foi possível avaliar a produção de uma safra; e 2) o período de baixa produção de

sementes. No entanto, os resultados são relevantes na distinção da produção de sementes por classe de diâmetro, pois a partir deles foi possível observar que o maior potencial produtivo dos indivíduos está entre 30 e 50 cm de diâmetro.

2.5.2 Predação de sementes por araras e insetos

A produção no ano de coleta dos dados foi baixa e, com isso, a quantidade de sementes encontrada nos coletores também foi reduzida, o que impossibilitou a realização de algumas análises estatísticas. As sementes predadas na copa das árvores representaram 79,5% (n = 124 sementes) do total de sementes coletadas. Plowden (2004), avaliando a produção e predação de sementes na Amazônia oriental, observou no solo da floresta que apenas 16,7% do total produzido foram inviabilizados. No entanto, 50% dessas sementes foram predadas apenas por insetos. Neste estudo, o maior responsável pela predação de sementes foram as araras (63,7%), que até então não haviam sido mencionadas na literatura como predadores de frutos de andiroba. As sementes predadas exclusivamente por insetos representaram apenas 25% do total de sementes inviabilizadas.

Foram encontrados frutos no solo da floresta infestados por larvas de vários tamanhos. Esta informação sugere que o fruto foi visitado por mais de uma fêmea, ocorrendo depósito de ovos em períodos diferentes. Foram observados ainda muitos frutos abortados sob a copa das árvores, a maioria deles medindo menos de 3 centímetros em comprimento. O aborto de frutos pode estar relacionado à baixa diversidade genética da população (Spironello *et al.* 2004) e/ou devido a ocorrência de fecundação de indivíduos aparentados. Além disso existem outros fatores que também poderiam influenciar o aborto desses frutos, como estratégia da própria planta para evitar gastos de energia, deficiências nutricionais do solo, insucesso da polinização, origem do pólen, entre outros (Lee 1988).

A alta predação na copa talvez seja resultado da baixa produção de frutos neste ano. Em anos de alta produção os animais encontram maior oferta de alimento. Dessa forma, aumenta o número de sementes disponíveis no solo e isso reflete positivamente na regeneração. O alto índice de predação na copa das árvores pode ter prejudicado a regeneração deste ano, pois apenas 20,5% das sementes poderiam germinar e se estabelecer como plântula, porém ainda haveria a predação no solo da floresta causada por mamíferos e o número de sementes diminuiria ainda mais. É provável que existam flutuações entre as idades das plântulas encontradas no sub-bosque da floresta, visto que a produção não é uniforme todos os anos.

Porém, se a densidade dos predadores aumenta, a regeneração pode ser comprometida mesmo em anos de alta produção. Durante o inventário foi observado pouca regeneração de andiroba (plântulas e indivíduos < 10 cm), o que sugere um desequilíbrio entre os indivíduos abaixo de 10 cm de diâmetro. Isto pode representar uma alteração recente na floresta, pois a distribuição diamétrica acima de 10 cm de DAP apresenta características comuns entre as espécies tropicais sem distúrbio (“J” invertido).

2.5.3 Ocorrência de mariposas (*Hypsipyla* spp.) nos frutos presentes no solo

Gallo *et al.* (2002) ilustra as larvas de *Hypsipyla grandella* e é perceptível a semelhança com as larvas coletadas, como por exemplo, pela presença das pintas pretas na parte dorsal das larvas. O comprimento máximo de 34 mm em fêmeas e 26 mm em machos são mencionados na literatura (Gallo *et al.* 2002). A cabeça aplanada, característica das lagartas que moram dentro de ramos, é presente. As lagartas são semelhantes às da família Pyralidae, descrita por Lima (1950).

Para ter certeza que se tratava de *Hypsipyla grandella* ou *H. ferrealis* seria necessário criar as lagartas até o estágio adulto, mas devido a pouca informação em campo as larvas foram apenas conservadas em álcool. Os danos mencionados na literatura são mais frequentes nos ramos apicais, mas a presença do inseto nos frutos também é citada (Gallo *et al.* 2002).

Porém nenhuma das sementes depositadas nos coletores, tanto das árvores que frutificaram quanto daquelas que não frutificaram, foi parasitada por larvas. Isso parece indicar que o ataque do inseto ocorre no dossel das árvores e o desenvolvimento das larvas até o estágio adulto pode ser finalizado no solo.

Segundo Becker (1973), a infestação pode ocorrer tanto na copa quanto no chão. Porém, Plowden (2004) atribuiu os ataques desses insetos à infestação na copa, pois em seu estudo a coleta era quase diária e as larvas não teriam tempo de nascer e se desenvolver em tão poucas horas, o que está de acordo com os dados aqui apresentados. A maioria das sementes e frutos encontrados sob a copa das árvores de andiroba estavam infestadas de larvas, até mesmo frutos antigos tinham larvas muito jovens. Esse fato sugere a presença de mariposas também no sub-bosque, no entanto, o resultado do experimento não confirmou esta hipótese.

É certo que a infestação pode ocorrer tanto na copa quanto no solo da floresta, porém, a forma de ataque pode ser diferente. Na copa as mariposas depositam seus ovos sobre os frutos, e as larvas penetram no fruto, podendo haver mais de uma fêmea fazendo postura no mesmo fruto. As larvas presentes nos frutos que caem no sub-bosque podem migrar e contaminar frutos e sementes acumuladas no solo sob a copa da árvore matriz, porém, já não há presença de mariposas.

Plowden (2004) verificou que os insetos foram responsáveis pela maioria da degradação das sementes, com 81% das sementes atacadas no solo. Enquanto Becker (1973) e Santander & Albertin (1978) encontraram em média 36,3 a 50% sementes de *C. guianensis* atacadas por *H. ferrealis*.

2.5.4 Remoção de sementes por roedores

Os resultados não mostraram nenhuma diferença entre as variáveis analisadas. Enquanto não foi encontrado efeito da distância sobre a remoção das sementes em uma pequena escala, talvez o efeito do agrupamento de indivíduos pudesse ter sido detectado em maiores distâncias. Peres *et al.* (1997), estudando um agrupamento de *Bertholletia excelsa* no sudeste do Pará, também não encontraram efeito da distância em raios pequenos sobre a taxa de remoção das sementes dentro dos agrupamentos, tanto na estação chuvosa como na estação seca. Porém, a taxa de remoção na estação chuvosa foi consistentemente maior que aquelas na estação seca, tanto dentro como fora dos agrupamentos. Além disso, a remoção de sementes dentro dos agrupamentos de *B. excelsa* foi significativamente maior do que aquelas fora dos agrupamentos (Peres *et al.* 1997), o que parece ter indicado um efeito da escala.

Forget (1996) observou que a remoção de sementes de andiroba é maior no período de pico da frutificação (96%) em plena estação chuvosa, porém o autor cita que esse período antecedia o mês de escassez de comida (frutos e sementes) no solo da floresta. Em florestas da Costa Rica a remoção também é muito alta (92%), e apenas três dias depois do início do experimento 45% das sementes foram removidas (McHargue & Hartshorn 1983). Neste estudo também foram encontrados resultados semelhantes, com 50% das sementes removidas no quarto dia do censo.

O período de produção de frutos de andiroba pode variar entre os anos, podendo ser concentrado em poucos meses, ou se estender por vários meses no ano. Caso a produção se concentre na estação chuvosa, quando várias espécies estão frutificando, a coleta dessas sementes não irá competir de forma tão intensa com os mamíferos que se alimentam delas,

pois tem maior disponibilidade de alimento. No entanto, a coleta de sementes em períodos de seca, onde as sementes disponíveis são mais escassas, irá competir fortemente com os animais (Plowden 2004).

Forget & Jansen (2007) não encontraram diferenças nas taxas de dispersão entre os anos de alta e baixa produção. Mesmo que os autores citados anteriormente não tenham encontrado diferenças nessas taxas de dispersão, isso não significa que não existem diferenças no padrão da dinâmica da espécie, mas sim uma relação positiva entre a taxa de dispersão e a taxa de regeneração. É bem provável que em anos de alta produção, o sucesso da regeneração seja mais pronunciado; enquanto em anos de baixa produção, a regeneração possa ser comprometida, dependendo tanto da quantidade de sementes disponíveis, como da densidade de populações de predadores, que por sua vez, pode variar com a intensidade de caçadores humanos (Plowden 2004).

Forget (1997), avaliando o comportamento de *Carapa procera* em dois micro ambientes, observou que as plântulas foram mais desenterradas no sub-bosque (54,1%) que em clareiras (34,6%) depois do período de dispersão em maio. Isto ocorre porque a semente se mantém ligada ao caulículo por um longo período, e os roedores, na tentativa de remover a semente, acabam matando a plântula. O mesmo comportamento foi observado na área deste estudo, pois as sementes que foram colocadas sob a copa de árvores próximas a ambientes alterados, demoraram mais para serem removidos. Dessa maneira, as sementes enterradas em clareiras terão mais chances de sobreviver e se estabelecer como plântulas.

Infelizmente não foi possível avaliar o destino das sementes removidas das estações, e é importante ressaltar que nem todas as sementes removidas são necessariamente consumidas por predadores de sementes (Jansen & Forget 2001). Alguns animais, como a cutia por exemplo, se alimentam de algumas sementes e enterram outras nas regiões próximas das árvores frutíferas (Silvius & Fragoso 2003), como forma de garantir alimento no período de escassez. Porém, foram encontradas muitas cutias na área deste estudo e poucas sementes no chão, o que sugeriu uma alta taxa de remoção. Na maioria das vezes as cascas dos frutos foram encontradas no chão com sinais de predação por araras e, em pouquíssimos casos, marcas de dentes de roedores.

A área de manejo estudada se encontra cercada por áreas que foram desmatadas, e acaba se tornando uma ilha de vegetação ainda conservada. Em seguida esse fato foi relacionado com a alta remoção das sementes neste experimento (mais de 98%), semelhante ao encontrado por McHargue & Hartshorn (1983) na Costa Rica (92%) e Forget (1996) na Guiana Francesa (96%). Pode-se supor que a área estudada poderia estar servindo como um

refúgio para populações de animais, entre elas as de cutia (*Dasyprocta* spp.), que foram expulsas das áreas desmatadas. Essa hipótese é sustentada pelo fato de ter sido encontrada pouquíssima regeneração (< 10 cm de DAP, que inclui plântulas e indivíduos jovens) no momento do inventário da espécie.

A andiroba costuma formar banco de plântulas próximo da árvore matriz (Henriques & Sousa 1989), devido não apenas à dispersão barocórica, mas também ao fato dos dispersores concentrarem a alimentação e atividades de armazenamento nas regiões próximas as árvores frutíferas (Silvius & Fragoso 2003). No entanto, não foi encontrado banco de plântulas, como descrito por Boufleuer (2004), ou adensamentos de indivíduos jovens (Dias 2001). Isto pode ser um reflexo da alta predação, pois segundo alguns autores (Henriques & Sousa 1989, Boufleuer 2004, Dias 2001) *C. guianensis* apresenta uma distribuição diamétrica com muitos indivíduos nas menores classes, incluindo classes de plântulas.

2.6 CONCLUSÃO

Para aumentar a confiabilidade de estimativas de produção de sementes visando a sua extração é necessário um acompanhamento da produção ao longo dos anos para não inviabilizar economicamente um possível plano de manejo. A maior produção de sementes foi registrada entre os indivíduos com 30 a 49,9 cm de DAP e essas classes devem ser consideradas em planos de manejo não madeireiro para coleta de sementes. Enquanto indivíduos acima de 50 cm de DAP com copas danificadas, podem ser incluídos em planos de manejo para extração da madeira, favorecendo indivíduos menores com a abertura do dossel.

O maior responsável pela predação de sementes de andiroba foram as araras, responsáveis por 51% das sementes inviabilizadas. Apenas 20% das sementes chegam intactas ao solo da floresta, as quais ainda podem ser submetidas à predação por mamíferos, restando apenas 2% de sementes não removidas/predadas para regeneração. A baixa produção de sementes compromete a regeneração associada à alta predação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, V. O. 1973. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lepidoptera, Pyralidae. XVI. Observaciones sobre la biología de *H. ferrealis* (Hampson) una especie afin. *Turrialba* 23:154-161.
- BOUFLEUER, N. T. 2004. *Aspectos ecológicos de andiroba (Carapa guianensis Aublet., Meliaceae), como subsídio ao manejo e conservação*. Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais (Dissertação). Rio Branco, Brasil. 74 pp.
- CONNELL, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees. Pp. 298-312 in den Boer, P. J. & Grandwell, P. R. (Eds.). *Dynamics of populations*. PUDOC. Wageningen, The Netherlands.
- DIAS, A. S. 2001. *Consideraciones sociales y silviculturales para el manejo forestal diversificado en una comunidad ribereña en la Floresta Nacional do Tapajós, Amazonía Brasileña*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Disertación). Turrialba, Costa Rica. 125 pp.
- DIAS, A. S., CAMPOS, J. J., SOTO, R. V., LOUMAN, B. & GONÇALVEZ, L. 2002. Manejo forestal diversificado em uma comunidade ribereña de la Amazônia brasileña: consideraciones sociales y silviculturales. *Revista Forestal Centroamericana* 38:78-84.
- FERRAZ, I. D. K., CAMARGO, J. L. C. & SAMPAIO, P. T. B. 2003. Andiroba: *Carapa guianensis* Aubl. & *Carapa procera* D. C., Meliaceae. INPA: *Manual de Sementes da Amazônia*, Fascículo 1. Manaus, Amazonas, Brasil.
- FORGET, P. M. 1996. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 12:751-761.
- FORGET, P. M. 1997. Effect of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent-dispersed tree species in rain forest in French Guiana. *Journal of Ecology* 85:693-703.
- FORGET, P. M. & JANSEN, P. A. 2007. Hunting increases dispersal limitation in the tree *Carapa procera*, a nontimber forest product. *Conservation Biology* 21(1):106-113.
- FOURNIER, L. A. & CHARPANTIER, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25(1):45-48.
- GALLO, D., NAKANO, O., NETO, S. S., CARVALHO, R. P. L., BATISTA, G. C., FILHO, E. B., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D.,

- MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S. & OMOTO, C. 2002. *Entomologia agrícola*. FEALQ, Piracicaba, Brasil. 920pp.
- HENRIQUES, R. R. B. & SOUSA, E. C. E. G. de. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in Northeastern Brazil. *Biotropica* 21(3):204-209.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104:501-528.
- JANSEN, P. A. & FORGET, P. M. 2001. Scatterhoarding rodents and tree regeneration in French Guiana. Pp. 275-288 in: Bongers, F., Charles-Dominique, P., Forget, P. M. & Théry, M. (eds.). *Nouragues: Dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands.
- JANSEN, P. A., BONGERS, F. & HEMERIK, L. 2004. Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatter-hoarding rodents. *Ecological Monographs* 74:569-589.
- LEÃO, N. V. M., CARVALHO, J. E. U. & OHASHI, S. T. 2001. Tecnologia de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia brasileira. Pp.139-158 in Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P. & Yared, J. A. G. *A silvicultura na Amazônia oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Embrapa Amazônia Oriental. Pará, Brasil. 459pp.
- LEE, T. D. 1988. Patterns of fruit and seed production. Pp. 179-201 in: J. Lovett & L.L. Doust (eds.). *Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies*. Oxford University press, Oxford.
- LIMA, C. 1950. *Insetos do Brasil: 6.º TOMO (Lepidópteros)*. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática 8. Pp. 95-96.
- MAYHEW, J. E. & NEWTON, A. C. 1998. *The silviculture of mahogany*. London: CABI. 226p.
- McHARGUE, L. A. & HARTSHORN, G. S. 1983. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. *Turrialba* 33(4):399-404.
- MO, J., TANTON, M. T., & BYGRAVE, F. L. 1997. Temporal and inter-tree variations of attack by *Hypsipyla robusta* Moore (Lepidoptera: Pyralidae) in Australian Red Cedar (*Toona australis* (F. Muell.) Harnes). *Forest Ecology and Management* 96(1):139-146.
- PERES, C. A., BAIDER, C., ZUIDEMA, P. A., WADT, L. H. O., KAINER, K. A., GOMES-SILVA, D. A. P., SALOMÃO, R. P., SIMÕES, L. L., FRANCIOSI, E. R. N., VALVERDE, F. C., GRIBEL, R., SHEPARD, G. H., KANASHIRO, M., COVENTRY, P., YU, D. W., WATKINSON, A. R. & FRECKLETON, R. P. 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 302(5653):2112-2114.

- PERES, C. A., SCHIESARI, L. C. & DIAS-LEME, C. L. 1997. Vertebrate predation of Brazil-nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an agouti-dispersed Amazonian seed crop: a test of the escape hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 13: 69-79.
- PLOWDEN, C. 2004. The ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. *Conservation & Society* 2(2):251-272.
- PIZO, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13:559-578.
- RIZZINI, C. T. & MORS, W. B. 1976. *Botânica econômica brasileira*. UPU-EDUSP. São Paulo. 207pp.
- SANTANDER, C. & ALBERTIN, W. 1978. *Carapa guianensis* Aubl.: Possible alternativa para el problema del barrenador de las Meliaceae de los trópicos. *Turrialba* 28:179-186.
- SHANLEY, P. 2005. Andiroba: *Carapa guianensis* Aublet. Pp. 41-50 in Shanley, P. & Medina, G. *Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica*. CIFOR/Imazon. Belém, Brasil. 305 pp.
- SILVIUS, K. M. & FRAGOSO, J. M. V. 2003. Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) home range use in an Amazonian Forest: implications for the aggregated distribution of forest trees. *Biotropica* 35(1):74-83.
- SPIRONELLO, W. R., SAMPAIO, P. T. & RONCHI-TELES, B. 2004. Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central. *Acta Botanica Brasilica* 18(4):801-807.
- SUDAM, 1975. *Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956-1961)*: SUDAM-MINTER. Belém, Brasil. 397pp.
- TAVERAS, R., HILJE, L. & CARBALLO, M. 2004. Desenvolvimento de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) em diferentes temperaturas constantes. *Neotropical Entomology* 33(1):1-6.
- VARGAS, C., SHANNON, P. J., TAVERAS, R., SOTO, F. & HILJE, L. 2001. Un nuevo método para la cria masiva de *Hypsipyla grandella*. *Revista Manejo Integrado de Plagas* 62:1-4.
- WALL, S. B. V., KUHN, K. M. & BECK, M. J. 2005. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. *Ecology* 86(3):801-806.
- WUNDERLE Jr., J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forestry Ecology and Management* 99:223-235.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados deste trabalho, algumas inferências sobre a ecologia da *Carapa guianensis* podem ser feitas, que poderão estimular a produção de frutos e sementes com a finalidade de coleta. Sobre tratamentos silviculturais, a liberação da copa é recomendada para indivíduos com DAP entre 20 e 30 cm, pois esses indivíduos respondem melhor à quantidade de luz disponível. No caso de cipós na copa não é necessário o seu corte, pois o estado reprodutivo independe da presença dos mesmos.

Antes da elaboração de um plano de manejo para uso não madeireiro desta espécie, seria importante fazer um acompanhamento da produção de frutos em termos quantitativos para ter uma base sobre os anos de alta e baixa produção de frutos, e assim chegar a uma estimativa mais próxima da realidade do sítio. Esse acompanhamento garantiria não apenas as informações necessárias sobre o padrão de frutificação da área, mas também a qualidade das sementes desse local (incidência de insetos).

Dependendo do nível de predação de sementes, seria interessante realizar o plantio de mudas em locais com deficiência no estabelecimento de novos indivíduos. Esse plantio de enriquecimento seria melhor aproveitado se realizado em áreas alteradas (pequenas clareiras).