

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPG/BTRN

Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.

LARISSA LOPES MELLINGER

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, do convênio INPA /UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Manaus - AM

2006

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPG/BTRN

Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.

LARISSA LOPES MELLINGER

ORIENTADOR: RENATO CINTRA

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, do convênio INPA /UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Fontes Financiadoras: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; CAPES; FEPIM/ MCT

Manaus - AM
2006

MELLINGER, Larissa Lopes

Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (andioba) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDSA), AM.

Manaus: INPA/UFAM, 2006.

81 p.: il.

Dissertação de Mestrado

1. Regeneração natural 2. Sobrevivência de sementes 3. Abundância de plântulas e jovens 4. Produção de sementes 5. *Carapa guianensis* 6. Componentes de estrutura da floresta.

I. Título.

Sinopse:

Aspectos da sobrevivência de sementes, abundância de plântulas e jovens e produção de sementes de *Carapa guianensis* foram analisados na área da comunidade Boa Esperança, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM). A sobrevivência de sementes foi monitorada embaixo da árvore-mãe e a distância de 20 m. Foram registradas as densidades de plântulas e jovens em 42 parcelas de 20 x 20 m e a sobrevivência destes após sete meses. A abundância de sementes, abundância e ocorrência de plântulas e jovens foram analisadas em relação a componentes de estrutura da floresta (a abertura do dossel, a profundidade do folhiço, a abundância de troncos no chão, a abundância de árvores acima de 10 cm de DAP e a cobertura vegetal). A produção de frutos e sementes de *C. guianensis* foi comparada entre dois anos consecutivos (2004 e 2005) e analisou-se esta produção em relação ao tamanho (DAP e área de copa) das árvores de andiroba. Recomendações sobre o manejo da espécie são apresentadas.

*“À Deus e a minha família pela força, amor,
paciência e compreensão. Por terem me
ensinado a ter ideais e a lutar por eles”.*

Agradecimentos

Enfim, a realização do mestrado, muito trabalhoso sim, mas também não poderia ser diferente, uma experiência única, que sem a ajuda de Deus e de muitas pessoas não seria possível concretizá-lo.

Quero então primeiramente agradecer a Deus por esta conquista. À minha família sempre tão compreensiva e com amor incondicional, me dando toda a força para seguir adiante, mesmo sendo a distância física muito grande.

Ao meu orientador, Dr. Renato Cintra, por todo apoio científico, por todo ensinamento, pelos "puxões de orelha" e momentos de descontração.

Ao Zenilson, da comunidade de Boa Esperança, assistente de campo, simplesmente obrigada por tudo, seu apoio foi imprescindível.

Às minhas companheiríssimas de campo, Bárbara e Maria, por suarem junto comigo, agüentarem todos os perrengues e mesmo assim sentirem que vale a pena!

Aos meus queridos amigos do mestrado, Thaís, Dri, Sol, Fafinha, Mimi, Anselmo, que mesmo com as minhas "fugidinhas" pra Tefé, que demoravam meses, sempre estavam mandando altas vibrações. A Lílian e Anselmo por sempre terem sido tão atenciosos nos pedidos de socorro, valeu, a ajuda de vocês foi fundamental!

À todos os amigos do INPA, por todo apoio e amizade.

Ao Instituto Mamirauá e todos seus funcionários pela oportunidade de trabalhar num lugar tão incrível e por todo apoio. À todos os amigos de Tefé pelos momentos inesquecíveis e por fazerem do isolamento um momento de grandes amizades e de crescimento constante.

À Ana Lu e Guille por terem me acolhido num momento fundamental do mestrado.

Aos pesquisadores, Maria Thereza Fernandes Piedade, Isolde Ferraz e Wilson Spironello, por toda ajuda na elaboração e discussão deste trabalho.

Às minhas amigas Ciça, Mi e Ju pelo amor, amizade eterna e apoio incondicional, mesmo sempre de tão longe.

À comunidade de Boa Esperança por sempre me apoiarem, me receberem tão bem e confiarem no meu trabalho. Agradeço pela oportunidade de passar neste lugar momentos únicos na minha vida, que marcaram forte e que sempre vão deixar muitas saudades!

À todos os meus amigos, de todos os cantos deste mundo, obrigada pela força, orações e pensamentos positivos.

À Capes, MCT e MME pelo apoio financeiro

ÍNDICE GERAL

Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	x
Resumo.....	xii
Abstract.....	xiii
Introdução Geral.....	1
Capítulo I – Dinâmica da regeneração natural da andiroba - <i>Carapa guianensis</i> Aubl. e os componentes de estrutura da floresta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.....	3
1. Introdução.....	4
2. Objetivos.....	8
2.1 Objetivo Geral.....	8
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3. Métodos.....	9
3.1. Área de Estudo.....	9
3.2. Biologia da espécie.....	11
3.3. Desenho Amostral.....	13
3.4. As variáveis dependentes.....	15
3.5. Registro dos componentes de estrutura da floresta.....	17
3.5.1. Proporção de abertura do dossel.....	17
3.5.2. Profundidade do folhiço.....	18
3.5.3. Cobertura vegetal.....	19
3.5.4. Abundância de árvores.....	20
3.5.5. Abundância de troncos caídos no chão.....	20
3.6. Análise dos dados.....	21

4. Resultados.....	23
4.1. Variação nos componentes de estrutura da floresta da Comunidade de Boa Esperança, RDS Amanã.....	23
4.2. Sobrevivência de sementes de <i>Carapa guianensis</i>	25
4.2.1. Sobrevivência de sementes de <i>Carapa guianensis</i> em relação aos componentes de estrutura da floresta.....	25
4.3. Sobrevivência de sementes germinando de <i>Carapa guianensis</i>	31
4.3.1. Sobrevivência de sementes germinando de <i>Carapa guianensis</i> em relação aos componentes de estrutura da floresta.....	31
4.4. Estrutura e dinâmica de plântulas e jovens de <i>Carapa guianensis</i>	33
4.4.1 A ocorrência de plântulas e jovens em relação aos componentes de estrutura da floresta.....	34
4.4.2. A abundância de plântulas e jovens em relação aos componentes de estrutura da floresta.....	37
5. Discussão.....	38
5.1. Sobrevivência de sementes.....	38
5.2. Estrutura e dinâmica de <i>Carapa guianensis</i>	41
Capítulo II – Produção de frutos e sementes de <i>Carapa guianensis</i> (andiroba) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM).....	48
1. Introdução.....	49
2. Objetivos.....	50
2.1. Objetivo Geral.....	50
2.2. Objetivos Específicos.....	50
3. Métodos.....	51
3.1. Área de Estudo.....	51
3.2. Biologia da espécie.....	51
3.3. Desenho Amostral.....	51

3.4. Produção de frutos e sementes.....	53
3.5. Registro das características morfológicas de <i>Carapa guianensis</i>	54
3.6. Registro dos componentes de estrutura da floresta.....	55
3.6.1. Profundidade do folhiço.....	55
3.6.2. Abundância de troncos mortos no chão.....	55
3.6.3. Abundância de árvores.....	55
3.7. Análises dos dados.....	55
4. Resultados.....	56
4.1. Características morfológicas de <i>Carapa guianensis</i> e correlação com produção..	61
4.2. Produção de sementes de <i>Carapa guianensis</i> e os componentes de estrutura da floresta.....	61
5. Discussão.....	63
Implicações para uso e manejo do recurso.....	67
Referências Bibliográficas.....	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I. Dinâmica de regeneração natural da andiroba - *Carapa guianensis* Aubl. e os componentes da estrutura da floresta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.

Tabela 1. Matriz de correlação de Pearson e probabilidade de Bonferroni (entre parênteses) para os componentes de estrutura da floresta, média do folhiço, média da abertura do dossel, abundância de troncos mortos no chão, abundância de árvores com DAP > 10 cm e proporção de cobertura vegetal amostrados em 42 parcelas na área da Comunidade Boa Esperança, RDS Amanã.....24

Tabela 2. Número e porcentagem de sementes de *Carapa guianensis* predadas por insetos, removidas ou predadas por vertebrados e sobrevivendo nos tratamentos próximo e distante (20 m) da árvore-mãe, na RDS Amanã.....26

Tabela 3. Resultados da análise de Regressão linear múltipla para o número de sementes de *Carapa guianensis* sobrevivendo (após 30 dias de experimento) em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura do dossel e média da profundidade do folhiço)....30

Tabela 4. Resultados da análise de Regressão múltipla logística para a ocorrência (presença/ausência) de sementes germinando em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura do dossel e média da profundidade do folhiço).....32

Tabela 5. Resultados da análise de Regressão múltipla logística para a ocorrência de plântulas sobrevivendo (após sete meses – agosto de 2005) em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura dossel, média da profundidade do folhiço, abundância de árvores acima de 10 cm de DAP, proporção de cobertura vegetal e abundância de troncos mortos no chão).....36

CAPÍTULO II. Produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* (andiroba) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM).

Tabela 1. Distribuição da produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* por indivíduo amostrado durante os dois anos de estudo na RDS Amanã, AM.....57

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I. Dinâmica de regeneração natural da andiroba - *Carapa guianensis* Aubl. e os componentes da estrutura da floresta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.

Figura 1. Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM, Brasil. A área compreendida pela Reserva está delimitada com linha vermelha.....10

Figura 2. Localização da Comunidade de Boa Esperança e sua área de uso (delimitada com linha preta) na RDSA, AM.....11

Figura 3. Fruto de *C. guianensis* com as valvas separadas12

Figura 4. Sementes de *C. guianensis*12

Figura 5. Localização das parcelas ao longo das margens do Lago Amanã, RDSA. Cada número em branco na imagem de satélite representa uma área de parcelas. No exemplo, um desenho aproximado de cada uma dessas áreas, com os indivíduos adultos de andiroba e as parcelas.....14

Figura 6. Representação de uma das parcelas onde foi acompanhada a sobrevivência das sementes. No detalhe a subparcela de 2 x 2 m com as 20 sementes distribuídas.....16

Figura 7. Desenho da medida de proporção da abertura de dossel, mostrando a disposição das subparcelas na parcela de 20 X 20 m. Em destaque uma subparcela com os pontos onde foram feitas as medidas de acordo com os pontos cardeais.....18

Figura 8. Diagrama da medida da profundidade do folhiço, mostrando as 20 subparcelas de 1 m². Em destaque uma das subparcelas com os pontos onde foram feitas as medidas. Na parte central da parcela está indicado o indivíduo adulto (A) de andiroba.....19

Figura 9. Diagrama da medida da cobertura vegetal, mostrando as 20 subparcelas de 1 m². Em destaque uma das subparcelas com o quadrado de madeira subdividido em 25 partes. Na parte central da parcela está indicado o indivíduo adulto (A) de andiroba.....20

Figura 10. Curvas de sobrevivência de sementes para os tratamentos próximo e distante (20 m) da árvore-mãe dos 13 indivíduos de *Carapa guianensis* monitorados entre maio e agosto de 2005 na RDS Amanã27

Figura 11. Curvas para as médias de sobrevivência de sementes dos 13 indivíduos de *Carapa guianensis* nos tratamentos experimentais, próximo e distante da árvore mãe, ao longo de três meses (maio a agosto de 2005) na RDS Amanã.....29

Figura 12. Distribuição do número de indivíduos de *C. guianensis* por classe de tamanho nas 42 parcelas na área da comunidade Boa Esperança, RDS Amanã.....33

Figura 13. Esquema com as taxas de recrutamento (—►) e número de indivíduos mortos (.....►) para cada classe de tamanho de *Carapa guianensis* na RDS Amanã, AM. O número entre parênteses corresponde ao número de indivíduos presentes no primeiro censo.....33

CAPÍTULO II. Produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM).

- Figura 1.** Localização dos indivíduos adultos amostrados ao longo das margens do Lago Amanã, RDSA. Cada número em branco na imagem de satélite representa uma área de indivíduos. No detalhe, um desenho aproximado de cada uma dessas áreas, com os indivíduos adultos de andiroba.....52
- Figura 2.** Valvas de um fruto de *C. guianensis* mostrando (→) as marcações das sementes nas valvas.....53
- Figura 3.** Diagrama das medidas dos oito raios através da projeção da copa.....54
- Figura 4.** Distribuição da queda de sementes de *Carapa guianensis* (média para 42 adultos) ao longo do tempo de dispersão (* = início do mês; ** = metade do mês), em 2005 na RDS Amanã, AM.....58
- Figura 5.** Exemplo para 13 indivíduos da variação no tempo de dispersão primária (queda) dos frutos de *Carapa guianensis*, na RDS Amanã, AM.....59
- Figura 6.** Relação entre área de copa e número de frutos e sementes de *C. guianensis* produzidos na RDS Amanã62

RESUMO

Conhecer os fatores ecológicos que afetam os estágios de produção e sobrevivência pós-dispersão de sementes e do estabelecimento de plântulas é crucial para a compreensão da dinâmica de populações de plantas. A andiroba (*Carapa guianensis*) é uma das espécies florestais na Amazônia de grande importância econômica, principalmente pela sua madeira e óleo extraído de suas sementes. Estudos ecológicos que norteiem seu uso e manejo adequado são necessários para exploração sustentável da espécie. Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM), aspectos da sobrevivência de sementes, abundância de plântulas e jovens e produção de sementes de *Carapa guianensis* foram analisados na área da comunidade Boa Esperança, onde uma mini-usina de extração de óleos vegetais foi instalada. A remoção de sementes por vertebrados foi alta, mais de 80%, e a sobrevivência de sementes e de sementes germinando não foi afetada pela sua distância da árvore mãe e nem pela heterogeneidade do ambiente da floresta. As plântulas apresentaram uma densidade média de 2,57 e os jovens de 1,2 indivíduos.parcela⁻¹. Em áreas onde a abundância de árvores acima de 10 cm de DAP foi maior, a ocorrência de plântulas sobrevivendo foi significativamente maior. A produção de frutos e sementes variou entre indivíduos e significativamente entre os dois anos estudados, com um ano de pouca produção (2004), seguido de outro com produção superior (2005). A predação das sementes e plântulas por vertebrados parece ser um fator importante na dinâmica de regeneração natural de *C. guianensis*, mas a heterogeneidade da floresta não.

ABSTRACT

To know the ecological factors that affect the production and post-dispersion survival seeds stages and seedlings establishment is crucial for understanding the plants populations dynamics. Andiroba (*Carapa guianensis*) is one of the species in the Amazon Forest of great economic importance, mainly for its wood and the oil extracted from its seeds. Ecological studies that guide its use and adequate handling are necessary for sustainable exploration of the species. In the Amanã Sustainable Development Reserve (AM), aspects of seeds survival, seedlings and saplings abundance and seed crop of *Carapa guianensis* have been analyzed in the area of Boa Esperança Community, where a vegetal oil extraction micro-plant was installed. The removal of seeds by vertebrates was high, more than 80%, and the seeds survival and germinating seeds was not affected nor by its distance of the mother tree nor by the forest environment heterogeneity. Seedlings presented a mean density of 2,57 and saplings of 1,2 individuals.plot⁻¹. In areas where the abundance of trees above 10 cm of DBH was bigger, the occurrence of seedlings surviving was significantly bigger. The production of fruits and seeds varied between individuals and significantly comparing the two studied years and, with one year of little production (2004), followed by another year with greater one (2005). The seeds and seedlings predation by vertebrates seems to be an important factor in the natural regeneration dynamics of *C. guianensis*, however the forest heterogeneity not.

INTRODUÇÃO GERAL

Estudos sobre a dinâmica de populações de plantas são fundamentais para compreender as florestas tropicais dentro de perspectivas ecológicas, evolutivas ou de manejo (Wyatt-Smith 1987). Conhecer os processos que ocorrem nos estágios de produção de sementes e do estabelecimento de plântulas é crucial para a compreensão da dinâmica de populações e comunidades (Swaine & Lieberman 1987).

O recrutamento de plântulas é intimamente limitado pela quantidade de sementes viáveis produzidas, e estudar os padrões de produção de sementes é necessário para a compreensão da dinâmica de recrutamento e suas conseqüências demográficas (Schupp 1990).

O entendimento da regeneração depende ainda de medições de crescimento e sobrevivência de indivíduos de uma dada espécie, com relação ao microsítio no qual este indivíduo se estabeleceu (Clark & Clark 1987; Clark et al. 1993).

A Amazônia representa uma das últimas áreas de floresta tropical do planeta onde ainda existe uma possibilidade concreta de tornar compatível a conservação dos recursos naturais com o desenvolvimento socioeconômico da região. Tal possibilidade baseia-se no fato de que grande parte da floresta ainda se mantém intacta (ca. 80%) (Gascon & Moutinho 1998).

Dentro desta perspectiva, projetos que viabilizem a inserção sócio-econômica de populações tradicionais mediante a utilização dos recursos naturais são essenciais para um desenvolvimento ordenado da Amazônia, mantendo essas populações no interior dos Estados. Contudo, nenhuma ação de exploração dos recursos naturais pode ser sustentável ao longo do tempo se não tiver como base pesquisas científicas a respeito da biologia, história natural e ecologia das espécies com potencial econômico.

A andiroba (*Carapa guianensis*) é uma das principais espécies com este fim na Amazônia, pois pode ser utilizada tanto na indústria madeireira, como de fármacos e cosméticos. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDSA), AM, tem esse objetivo de conciliar ações sociais e de conservação. Com isso, foi instalado um projeto de extração de óleos vegetais na Comunidade Boa Esperança, o que criou a demanda por pesquisas para nortear uma compreensão melhor da espécie a ser utilizada no local, indicando formas de buscar a sustentabilidade dessa exploração. Este estudo então tem essa intenção, de dar os primeiros passos nesse processo.

Cabe aqui ressaltar que o estudo ocorreu antes da população humana tradicional do local começar a usar ou manejar o recurso numa escala comercial. Tradicionalmente houve coleta no local em pequena quantidade apenas duas vezes num período de aproximadamente 30 anos de moradia dessas pessoas na área.

CAPÍTULO I

Dinâmica de regeneração natural da andiroba - *Carapa guianensis* Aubl. e os componentes da estrutura da floresta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.

1. Introdução

As Florestas Tropicais são conhecidas por sua alta riqueza de espécies de plantas (Svenning 1999). Estudos sobre a ecologia de plantas em florestas tropicais têm se concentrado em fatores afetando a estrutura e composição de comunidades, com a intenção de compreender os mecanismos que mantêm a diversidade nestes ambientes (Terborgh et al. 2002, 1996; Pitman et al. 2001; Connel & Slatyer 1977; Tuomisto et al. 1995; Clark & Clark 1987; Hubbell et al. 1999, Wright 2002). Vários são os modelos propostos para explicar esta riqueza e os principais são baseados na heterogeneidade ambiental em meso-escala, no nicho de diferenciação (Ashton 1989; Ricklefs 1977; Connell 1978; Clark et al. 1998; Svenning 1999, 2001) e na mortalidade dependente da densidade (Janzen 1970, Connell 1971).

A hipótese do nicho de diferenciação propõe que as espécies coexistem por ocuparem diferentes nichos (Connell 1978). O nicho expressa a relação do indivíduo ou da população com todos os aspectos do seu ambiente (físicos, químicos e biológicos) – e dessa forma o papel ecológico das espécies dentro da comunidade, descrevendo a variedade de condições e qualidade de recursos dentro das quais o indivíduo ou a espécie funcionam (Ricklefs 1996; Grubb 1977).

O modelo de mortalidade dependente da densidade de Janzen (1970) e Connell (1971) assume que devido a alta chuva de sementes perto das árvores frutificando, o forrageamento ou ataque de predadores e patógenos específicos, sobre estes propágulos de dispersão, tendem a se concentrar perto da árvore parental (que abriga muitos dos predadores), onde a mortalidade de sementes e plântulas é consideravelmente maior. Propágulos dispersados longe da árvore mãe, provavelmente escapam muito mais a predação e tenham uma maior taxa de sobrevivência. Com isso, propágulos de outras espécies de plantas são capazes de colonizar o espaço ao redor da árvore parental, mantendo a diversidade local de espécies de plantas (Howe & Smallwood 1982).

Apesar dos estudos sobre plantas se concentrarem em comunidades, são as espécies, ou mesmo indivíduos de algumas espécies, principalmente as de interesse econômico, que vêm sendo manejadas e exploradas por séculos. Portanto, estudos populacionais são urgentes não só para conhecer melhor a história natural e o nicho ecológico de uma dada espécie, mas também para saber como o ambiente heterogêneo das florestas afetam a sua performance, podendo, assim, fazer previsões de como manejá-las a longo prazo sem perturbar negativamente a sua dinâmica populacional.

Uma população ou uma comunidade de plantas está sujeita a um alto grau de heterogeneidade ambiental em pequena escala (Fowler 1988, Svenning 1999), e grande parte dessa variação micro-ambiental afeta a performance individual das plantas (Hutchings 1997).

As florestas tropicais apresentam uma grande heterogeneidade espacial natural, representada por gradientes de fatores bióticos e abióticos (Molofsky & Augspurger 1992). Em comunidades vegetais a heterogeneidade espacial é medida pelas diferenças individuais no suprimento de recursos, e na concentração e intensidade de fatores físicos experimentados pelos organismos (Tilman & Pagala 1993 apud Sawaya et al. 1998).

A variação ambiental causada pela heterogeneidade de floresta, que por sua vez é produzida pela variação em componentes da estrutura da floresta e da paisagem, determina se há ou não um lugar particular e tempo para uma dada espécie formar suas flores, ser polinizada, produzir boas sementes, dispersar, germinar, estabelecer as plantas jovens e passar de jovens para adultos (Grubb 1977). Assim, a natureza do ambiente em torno de um indivíduo e os efeitos desse ambiente sobre este indivíduo, podem ser importantes na determinação da dinâmica populacional, afetando de forma distinta os diferentes estágios de vida das plantas durante o seu recrutamento, e conseqüentemente, a composição de toda a comunidade de plantas (Fowler 1988).

Parciak (2002) coloca a importância de estudos de variação ambiental sobre o número e tamanho da prole como essencial para compreensão da evolução das estratégias

reprodutivas das plantas. Os componentes da estrutura da floresta, tais como, a abertura de dossel, cobertura vegetal ao nível do solo, a profundidade do folhiço, a abundância de árvores, a quantidade de água no solo disponível para as plantas variam dentro da floresta, criando uma heterogeneidade ambiental devido a variação na sua distribuição espacial e abundância. Isso produz locais mais favoráveis que outros para a regeneração natural e estabelecimento de plantas (Molofsky & Augspurger 1992, Harper 1977, Denslow 1987, Cintra 1998, Cintra & Terborgh 2000, Svenning 2001, Cintra et al. 2005).

A variação nas condições de abertura do dossel, e conseqüentemente na qualidade e intensidade de penetração de luz, é a maior fonte de heterogeneidade microambiental em florestas tropicais úmidas (Svenning 2001). Essa heterogeneidade decorrente principalmente da queda de árvores, ramos e folhas de palmeiras (Denslow 1987, Clark 1990), e também pelo espaçamento natural produzido dentro e entre as copas das árvores, pode criar diversos nichos afetando o desempenho individual de espécies florestais, no que diz respeito à sobrevivência, crescimento, fecundidade e estabelecimento (Svenning 2001).

Em um estudo no Panamá com uma espécie de dossel, a proporção de plântulas que morreram por doença foi maior em condições de sombra do que em locais com maior luminosidade (Augspurger & Kelly 1984). Já Schupp (1988) encontrou uma sobrevivência menor de sementes em clareiras do que sob o dossel da floresta, devido a predação por vertebrados.

A variação interespecífica na queda de folhas em muitas florestas tropicais resulta em significativa heterogeneidade espacial no chão das florestas devido à variação temporal e espacial no folhiço (Luizão & Schubart 1987), que aumenta a diversidade de microambientes, influenciando o microclima e a disponibilidade de nutrientes no local (Denslow 1980, Molofsky & Augspurger 1992, Vásquez-Yánes & Orozco-Segovia, 1993, Grubb 1977). A profundidade do folhiço não só pode aumentar as possibilidades de germinação e sobrevivência das sementes pela diminuição na variação de fatores tais como umidade e

temperatura do solo, mas também pode diminuir as chances de descoberta dessas sementes por predadores (Sork 1983). Em um estudo na Amazônia peruana, Cintra (1997) verificou uma correlação positiva entre a sobrevivência de sementes da palmeira *Astrocaryum murumuru* e a presença e profundidade de folhiço.

Uma das espécies mais conhecidas popularmente na Amazônia é a andiroba (*Carapa guianensis*), que apresenta múltiplos usos. Sua madeira é de alta qualidade, resistente ao ataque de cupins, e hoje substitui outras espécies extremamente valorizadas, mas em via de rarefação em virtude de super-exploração, como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e os cedros (*Cedrela odorata* e *C. fissilis*). A sua casca possui propriedades medicinais e o óleo extraído de suas sementes, um dos mais utilizados e vendidos na Amazônia, é muito procurado para o uso medicinal e cosmético. A sua exploração extrativista é cada vez mais inevitável e intensificada. Há a necessidade então de estudar esta espécie para reunir informações sobre sua história natural e ecologia e assim poder conservar este recurso natural e subsidiar seu manejo adequado.

Forget et al. (1999) ressalta a importância da heterogeneidade ambiental, principalmente as condições de drenagem do solo e luz, na distribuição espacial de *Carapa procera* na Guiana Francesa. A densidade populacional de *C. procera* foi maior em solos hidromórficos, e fora destas áreas as árvores mostraram uma distribuição dependente de clareiras, resultando numa distribuição mais aleatória.

A importância dos componentes estruturais, tais como objetos naturais (truncos caídos no chão, agrupamentos de lianas e raízes tabulares), foi ressaltada por Cintra (1998) na dinâmica de recrutamento populacional de plântulas de palmeiras e no favorecimento do processo de regeneração natural em florestas tropicais naturais. Esses objetos naturais poderiam servir, para pequenos e médios mamíferos predadores de sementes (ratos, esquilos, cutias e pacas), como esconderijos para estocagem de comida, ficando as sementes menos expostas e obtendo maiores chances de sobrevivência a predação por outros vertebrados

(Kiltie 1981, Smythe 1989). Sendo as sementes de *C. guianensis* também grandes e consumidas por roedores, como nas palmeiras, elas poderiam também ter maiores chances de sobrevivência em locais com maiores quantidades de objetos naturais, aumentando a abundância de indivíduos na área.

Já que o estabelecimento da espécie poderia estar sendo influenciado pela heterogeneidade espacial das florestas tropicais, fez-se necessário compreender como a variação em componentes de estrutura da floresta afeta a sobrevivência de sementes, plântulas e jovens, devido às suas aplicações práticas importantes em relação à conservação da espécie e ao seu uso sustentável.

A partir de 2003, foi instalado um projeto de extração de óleo vegetal na RDS Amanã, comunidade de Boa Esperança, e para isso era necessário um estudo sobre a potencialidade desta área para espécies oleaginosas para subsidiar uma coleta sustentável das sementes. Primeiramente foi feito o mapeamento participativo das espécies oleaginosas tradicionalmente conhecidas pelas populações locais e suas áreas de ocorrência (Mellinger & Richers 2003), e então considerou-se a andiroba como a espécie mais promissora para o extrativismo e o objeto deste estudo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Descrever aspectos da regeneração natural de *Carapa guianensis* e verificar se esta está sendo influenciada pelos componentes de estrutura da floresta na área da Comunidade Boa Esperança, RDS Amanã, AM.

2.2. Objetivos Específicos

- 1) Descrever a estrutura, sobrevivência e crescimento do estrato de regeneração de *Carapa guianensis* na RDS Amanã;

- 2) Verificar como os componentes da estrutura da floresta (abertura do dossel, profundidade do folhiço, cobertura vegetal, abundância de árvores, abundância de troncos mortos no chão) estão influenciando a sobrevivência de sementes de *Carapa guianensis*;
- 3) Analisar se a distância de dispersão influencia na sobrevivência de sementes de *Carapa guianensis*;
- 4) Determinar se os componentes da estrutura da floresta influenciam na ocorrência de sementes de *Carapa guianensis* germinando;
- 5) Analisar como os componentes da estrutura da floresta estão influenciando a ocorrência de plântulas e jovens de *C. guianensis* ;
- 6) Investigar como os componentes da estrutura da floresta estão influenciando a abundância de plântulas e jovens de *Carapa guianensis*;
- 7) Subsidiar o uso sustentável da espécie através de informações sobre sua biologia e ecologia.

3. Métodos

3.1. Área de estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDSA), uma área de aproximadamente 2.350.000 hectares, está ligada a outras duas importantes unidades de conservação: o Parque Nacional do Jaú (2.272.000 ha) e RDS Mamirauá (1.124.000 ha), formando assim um grande corredor de florestas tropicais protegidas com 5.776.000 hectares (IPAAM 1997).

Localizada entre as águas pretas do Rio Negro e as águas brancas dos rios Japurá e Solimões, a RDSA (2° 31' 42" S; 64° 38' 24" W) abrange ecossistemas de terra-firme, várzea e igapó. A diversidade biológica na área é determinada, principalmente, por essas influências hídricas. As matas primárias de terra-firme dominam a área da RDS Amanã. Ocorrem, no

entanto, outros tipos de vegetação como a várzea (na área banhada por água branca) e igapó (área banhada pelo Lago Amanã e seus afluentes) (IPAAM 1997). Este estudo foi desenvolvido nas florestas de igapó e de transição para a terra-firme às margens do Lago Amanã (Figura 1) na área de uso da Comunidade de Boa Esperança (RDSA),.

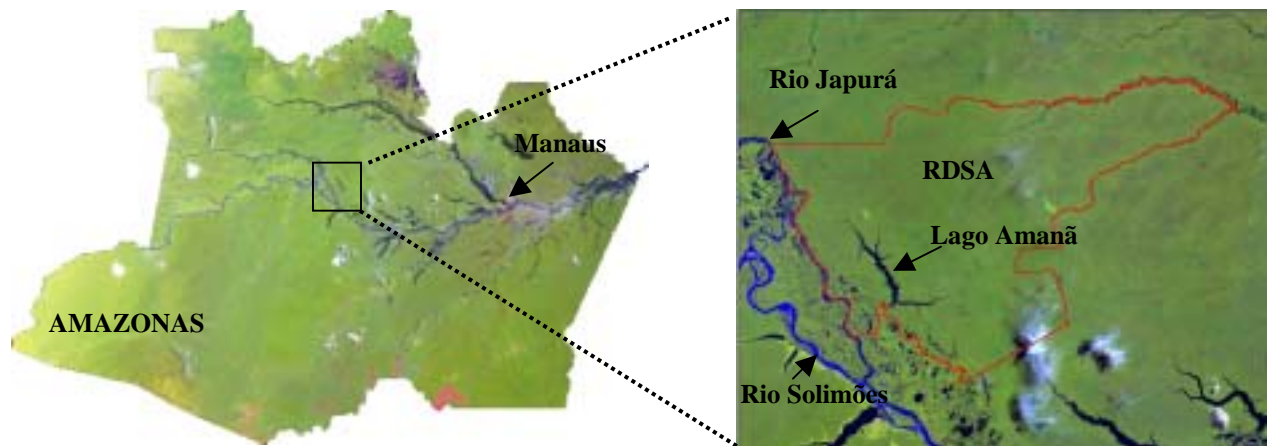


Figura 1. Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM, Brasil. A área compreendida pela Reserva está delimitada com linha vermelha.

Localizado a cerca de 70 km em linha reta de Tefé, o Lago Amanã tem cerca de 45 km de comprimento por 2,5-3,0 km de largura. Suas cabeceiras estão situadas em ecossistemas de água preta, enquanto o terço inferior do lago tem forte influência das águas brancas do baixo Japurá e Solimões (IPAAM 1997). Na porção noroeste do Lago Amanã está localizada a Comunidade de Boa Esperança com sua área de uso de 23.986 ha (Figura 2).

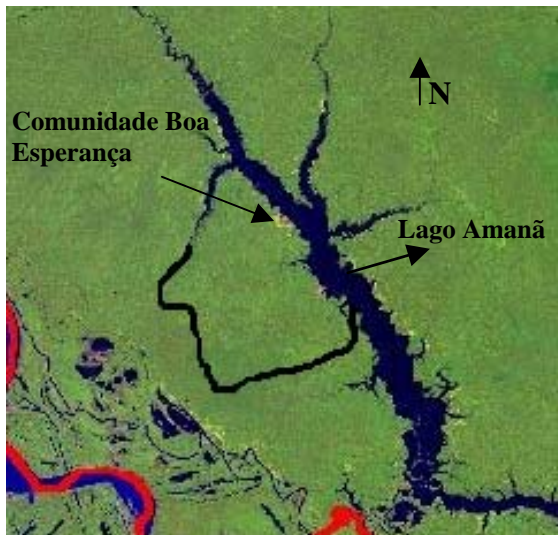


Figura 2. Localização da Comunidade de Boa Esperança e sua área de uso (delimitada com linha preta) na RDSA, AM.

3.2. Biologia da espécie

Carapa guianensis (andiropa), da família Meliaceae, descrita por F. Aublet, em 1775 (Aublet 1977), ocorre da América central até o norte da América do sul – Venezuela, Equador, Colômbia, Peru e Brasil – (Bena 1960; Loureiro et al. 1979). Frequentemente é encontrada em grupos, preferencialmente, em locais alagados ou periodicamente inundados (várzea), e ocasionalmente nos solos bem drenados da terra-firme (Mchargue & Hartshorn 1983).

A árvore atinge de 25-35 m de altura e possui uma copa de tamanho médio, densa e composta por ramos eretos ou com uma leve curvatura. As folhas são compostas, alternas e paripinidas. A inflorescência é uma panícula grande, axilar ou sub-terminal, com flores pequenas, de cor branca a creme (Ferraz et al. 2002). Os frutos são cápsulas globosas com 4-6 valvas, indeiscentes (Pennington et al. 1981) ou deiscentes (Lorenzi 1992; Roosmalen 1984), que separam-se com o impacto da queda do fruto no chão (Aublet 1977; Loureiro et al. 1979) (Figura 3).

As sementes, de 4,7 cm de comprimento por 3,9 cm de largura e 3,1 cm de espessura em média, são de coloração marrom e possuem suas laterais anguladas devido a compressão mútua (Figura 4). As sementes de um mesmo fruto podem apresentar uma grande variação de

tamanho. As plântulas são hipógeas, criptocotiledonares. Na região de Manaus florescem de dezembro a março e frutificam de março a junho (Ferraz et al. 2002). Na área da RDS Amanã a espécie floresce o ano inteiro, com dois picos bem definidos (de abril a agosto e de novembro a fevereiro) (Mellinger & Richers 2005).

A maioria dos frutos e sementes, quando não dispersados pela correnteza dos cursos de água, é encontrada embaixo da própria árvore-matriz. No período de dispersão, as sementes são consideradas uma fonte de alimento primário para fauna e são apreciadas por catetos (*Tayassu tajacu*), queixadas (*Tayassu pecari*) e grandes roedores como as cotias (*Dasyprocta* sp) e pacas (*Agouti paca*) (Mchargue & Hartshorn 1983). Os roedores, além de predadores, eventualmente podem contribuir para a dispersão ao enterrar as sementes.

A taxa de predação é muito alta e, em um estudo no Panamá, foi registrada uma remoção de 50-96% do número estimado de sementes (Mchargue & Hartshorn 1983). Há também insetos que predam as sementes, um dos mais conhecidos é a broca *Hypsipyla ferrealis* que ataca o fruto fazendo galerias, danificando todas ou a maioria das sementes de um fruto. É comum também observar formigas e coleópteros como predadores oportunistas de sementes (Ferraz et al. 2002).



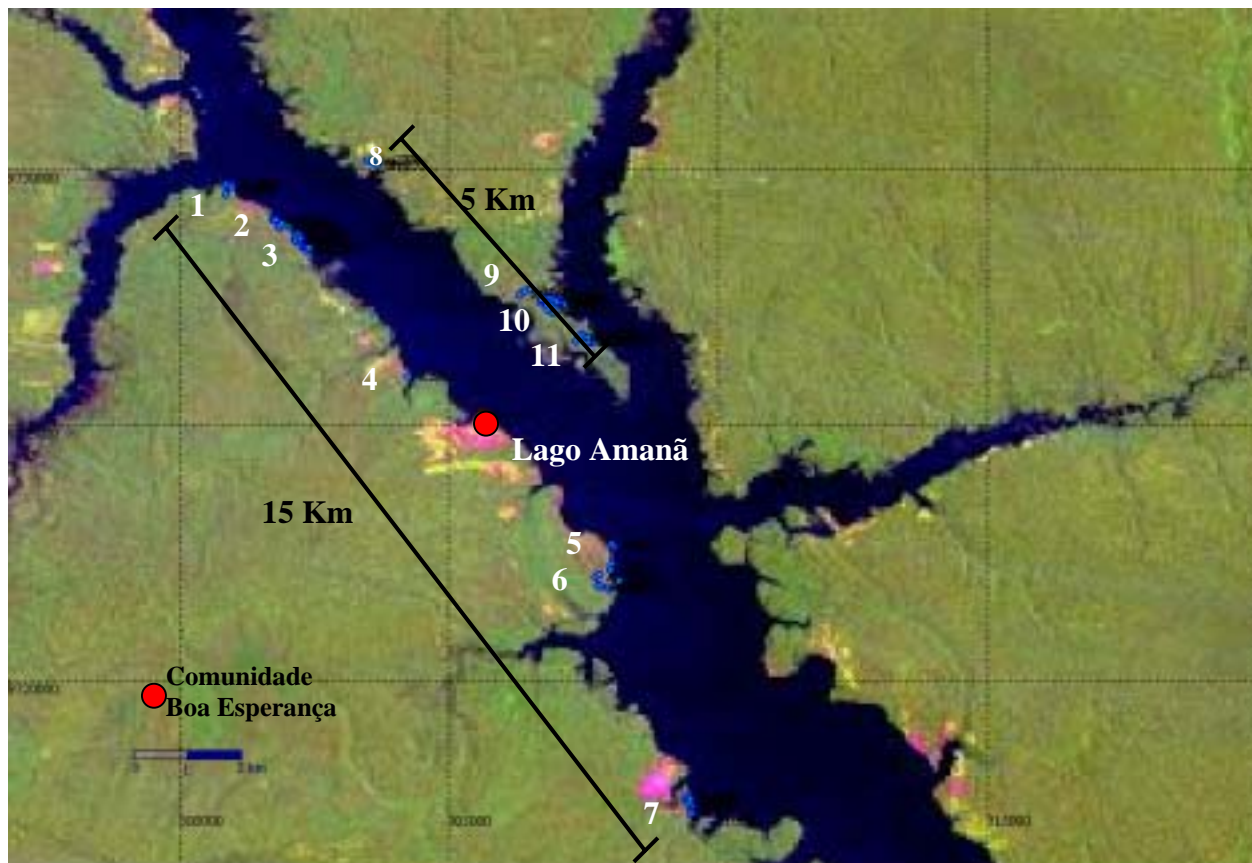
Figura 3. Fruto de *C. guianensis* com as valvas separadas.



Figura 4. Sementes de *C. guianensis*.

3.3. Desenho amostral

Na área de Igapó raramente alagável, às margens do Lago Amanã, parcelas de 20 x 20 m foram demarcadas com trenas e bússola, tendo como centro indivíduos adultos de andiroba georeferenciados, plaqueteados e mapeados anteriormente em um trabalho de censo. Neste censo foram cadastrados 217 indivíduos adultos de andiroba. Usou-se uma tabela de números aleatórios (Rohlf & Sokal 1981) para sortear os indivíduos adultos a serem usados no estudo, considerando somente aqueles que tiveram uma distância mínima um do outro de 50 m (cerca de 5 vezes o diâmetro da copa de um adulto). Nestas condições, 42 parcelas foram distribuídas em 11 áreas de aproximadamente 500 m de extensão e 300 m de largura, ao longo de 15 Km acompanhando a margem direita do lago e ao longo de 5 Km da margem esquerda do lago (Figura 5). Escolheu-se o tamanho da parcela (20 x 20 m) e a distância mínima entre elas (30 m) pelo tamanho relativamente pequeno da copa da andiroba, que chega no máximo a 10 m de diâmetro.



Exemplo: Área 7

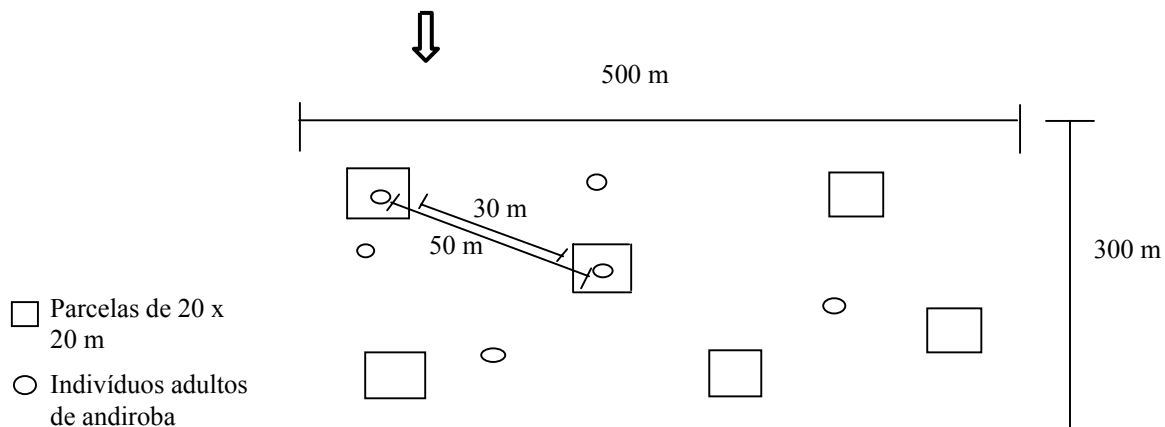


Figura 5. Localização das parcelas ao longo das margens do Lago Amanã, RDSA. Cada número em branco na imagem de satélite representa uma área de parcelas. No detalhe, um desenho aproximado de cada uma dessas áreas, com os indivíduos adultos de andiroba e as parcelas.

3.4. As variáveis dependentes

Sobrevivência de sementes

No ano de 2005, em 13 parcelas de 20 x 20 m onde os indivíduos adultos de andiroba frutificaram, foi acompanhada a sobrevivência das sementes a partir do mês de maio, período em que já se encontrava uma quantidade adequada de frutos de andiroba embaixo da árvore para montar o experimento. Inicialmente o experimento seria montado em 20 parcelas, mas devido ao número insuficiente de sementes, apenas 15 parcelas foram estabelecidas, e no decorrer do estudo, duas tiveram que ser descartadas por terem sido perturbadas por pessoas externas ao trabalho.

Embaixo de cada adulto (2 m da base do tronco) e a 20 metros de distância, em uma subparcela de 2 x 2 m, foram marcadas com caneta permanente e redistribuídas 20 sementes coletadas do próprio adulto da parcela de 20 x 20 m (Figura 6). Essas sementes foram dispostas cerca de 45 cm uma da outra, simulando aproximadamente as distâncias em que são encontradas naturalmente e para não dificultar a logística de encontrá-las.

O número de 20 sementes foi escolhido com base no número de sementes por fruto (em média 11, segundo Ferraz et al. 2002) e na produção do ano anterior (2004) na área de estudo, que foi de pelo menos um ou dois frutos por árvore que frutificou. No início, a cada dois dias, e depois semanalmente, as sementes foram observadas e registradas se foram removidas, predadas ou se as mesmas continuavam intactas (sobrevivendo). As sementes que germinassem foram trocadas por sementes intactas, para manter as mesmas condições de presença de sementes em todas as parcelas. A cada visita as novas sementes que caíram da árvore foram retiradas da parcela, para manter constante o número de sementes do experimento para todas as parcelas.

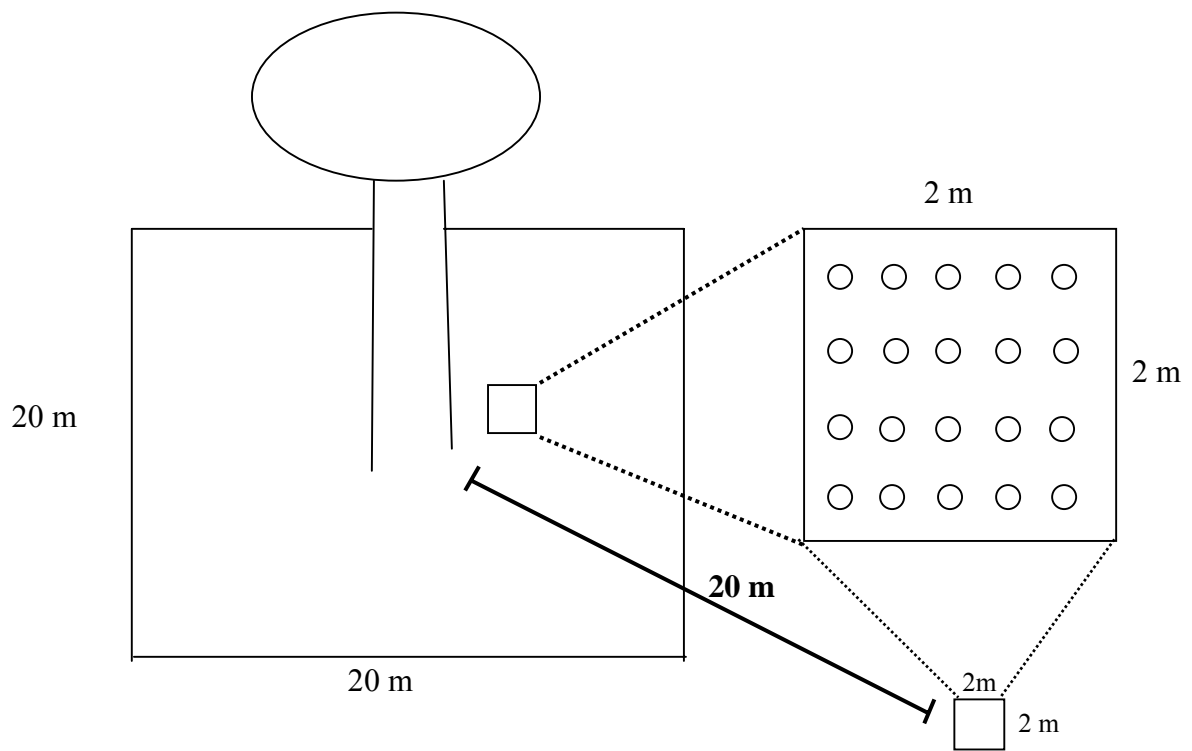


Figura 6. Representação de uma das parcelas onde foi acompanhada a sobrevivência das sementes. No detalhe a subparcela de 2 x 2 m com as 20 sementes distribuídas.

Abundância das plântulas e jovens.

Com base nas características morfológicas da planta (Ferraz et al. 2002), foi feita uma divisão por classes de tamanho que refletisse os estágios de desenvolvimento de *C. guianensis*. Desta maneira, a presença ainda da semente junto a planta (a germinação é criptocodiledonar hipogeal) em alguns dos indivíduos, serviu para determinar aproximadamente a altura máxima para a plântula (0,7m). Considerando as classes de tamanho, em cada uma das 42 parcelas de 20 x 20 m foram identificadas, registradas e plaqueteadas todas as plântulas (até 70 cm de altura), jovens (a partir de 70 cm e até 1 cm de DAP) e sub-adultos (de 1 cm de DAP até 15 cm de DAP) de *Carapa guianensis*.

Os números totais de indivíduos por classes de tamanho foram utilizados como índices de abundância (as variáveis dependentes) nas análises estatísticas. O registro desses indivíduos foi feito no mês de janeiro de 2005, antes de qualquer atividade de coleta intensiva de sementes pelas pessoas da Comunidade de Boa Esperança para a atividade de extração de óleo. Em agosto de 2005, sete meses após esse levantamento, foi observada e registrada a sobrevivência das plântulas e jovens plaqueteados. O número e ocorrência de plântulas e jovens sobrevivendo após sete meses (fim do estudo) foi usado como variável dependente em modelos estatísticos de regressão.

3.5. Registro dos componentes de estrutura da floresta

3.5.1. Proporção de abertura do dossel

Para estimar a abertura do dossel da floresta foi utilizado um esferodensiómetro côncavo (Concave – model C – Robert E. Lemonn, Forest Densiometers, 5733 SE Cornell Dr. Bartlesville, OK, USA). Em cada parcela de 20 x 20 m foram realizados quatro registros de proporção de abertura do dossel a 5 m da diagonal interna de cada esquina da parcela (Figura 7). Cada registro foi composto de quatro leituras, uma em cada direção dos quatro pontos cardeais (norte, sul, leste, oeste). Essas quatro leituras equivalem a um registro no

esferodensímetro. Os valores de proporção de abertura de dossel foram obtidos a partir de uma correção necessária e especificada no aparelho, multiplicando o valor de cada leitura obtida por 1,04, e retirando-se uma média dessas quatro leituras com a correção, totalizando os 4 registros para cada parcela. A média destes 4 registros foi o valor utilizado nas análises.

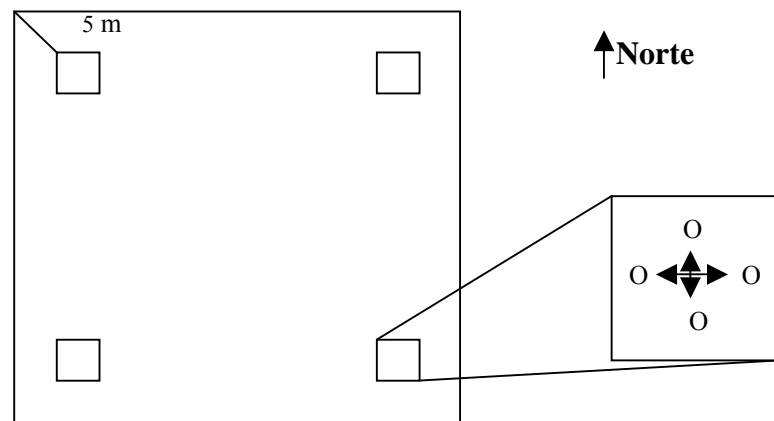


Figura 7 - Desenho da medida de proporção da abertura de dossel, mostrando a disposição das subparcelas na parcela de 20 X 20m. Em destaque uma subparcela com os pontos onde foram feitas as medidas de acordo com os pontos cardeais.

3.5.2. Profundidade do folhíço

As medidas de profundidade do folhíço foram feitas com o auxílio de um espeto de madeira. O folhíço foi perfurado e o número de folhas atravessadas pelo espeto correspondeu à profundidade do folhíço. Dois transectos, um 4 m a direita e outro 4 m a esquerda do indivíduo adulto de andiroba central da parcela, foram subdivididos a cada 2 m em uma subparcela de 1m^2 . Em cada subparcela foram feitos cinco registros da profundidade do folhíço. No total foram 20 subparcelas de 1m^2 (Figura 8), com 5 registros cada (100 registros em cada parcela de 20 x 20 m). Uma média geral para a parcela, a partir dos 100 registros, foi utilizada nas análises.

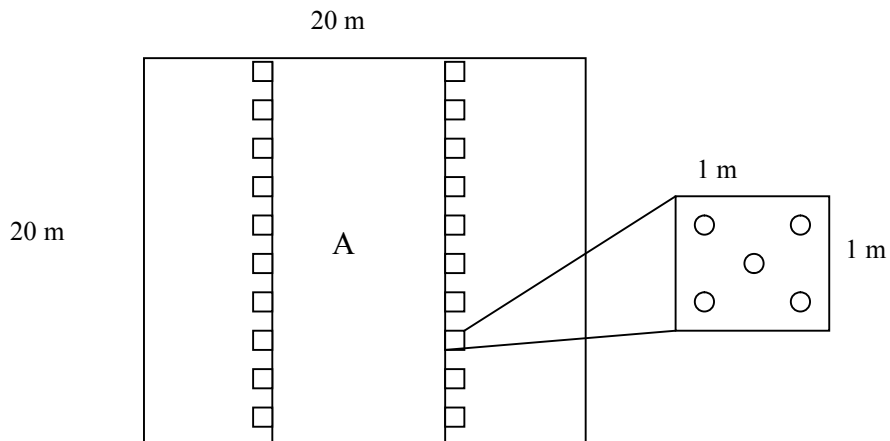


Figura 8 – Diagrama da medida da profundidade do folhço, mostrando as 20 subparcelas de 1 m². Em destaque uma das subparcelas com os cinco pontos onde foram feitas as medidas. Na parte central da parcela está indicado o indivíduo adulto (A) de andiroba.

3.5.3. Cobertura vegetal

As medidas de cobertura vegetal foram feitas com o auxílio de um quadrado de madeira de 1 m² subdividido em 25 partes. Dois transectos, um 4 m a direita e outro 4 m a esquerda do indivíduo adulto de andiroba central da parcela, foram subdivididos a cada 2 m em uma subparcela de 1 m². Em cada subparcela foi feito o registro da cobertura vegetal, contando o número de quadradinhos cobertos pela vegetação até 1 m de altura e dividindo por 25 (o total de quadradinhos). No total foram 20 subparcelas de 1 m² (Figura 9), com 1 registro cada (20 registros em cada parcela de 20 x 20 m). Uma média geral para a parcela, a partir dos 20 registros foi calculada e utilizada nas análises.

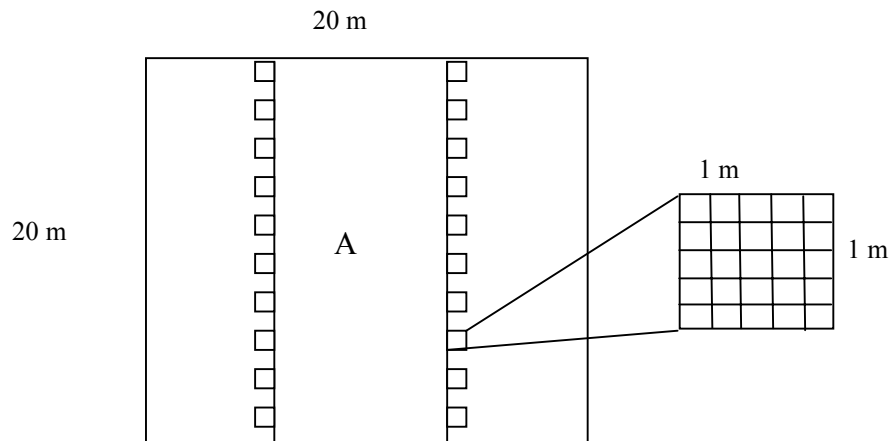


Figura 9 – Diagrama da medida da cobertura vegetal, mostrando as 20 subparcelas de 1 m². Em destaque uma das subparcelas com o quadrado de madeira subdividido em 25 partes. Na parte central da parcela está indicado o indivíduo adulto (A) de andiroba.

3.5.4. Abundância de árvores

Dentro das parcelas de 20 x 20 m foram registrados todos os indivíduos de outras espécies com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de 10 cm, por considerar que a partir deste tamanho os indivíduos já são sub-adultos ou adultos estabelecidos na área, podendo influenciar a espécie analisada neste estudo. O número de árvores por parcela com DAP acima de 10 cm foi utilizado como índice de abundância para as análises estatísticas.

3.5.5. Abundância de troncos caídos no chão

Dentro das parcelas de 20 x 20 m, foram registrados todos os troncos caídos no chão da floresta (com comprimento mínimo de 1m e diâmetro acima de 20 cm) que poderiam servir de local seguro ou esconderijo para vertebrados terrestres se alimentarem. Para as análises estatísticas foi utilizado o número de troncos caídos no chão, por parcela, como um índice de abundância.

3.6 Análise dos dados

As variáveis dependentes usadas nas análises estatísticas foram: 1) Número de sementes sobrevivendo de *Carapa guianensis*; 2) Número de sementes germinando; 3) Abundância de plântulas; 4) Abundância de jovens.

As variáveis independentes foram: 1) Proporção de abertura do dossel; 2) Profundidade do folhicho; 3) Cobertura vegetal; 4) Abundância de árvores; 5) Abundância de troncos caídos no chão.

Foi feita a matriz de correlação de Pearson para avaliar se haviam variáveis independentes significativamente correlacionadas. As variáveis que apresentassem correlação significativa não seriam usadas juntas no mesmo modelo de regressão múltipla.

Para avaliar os efeitos dos componentes de estrutura da floresta (as variáveis independentes) sobre o número de sementes sobrevivendo e abundância de plântulas e jovens de *Carapa guianensis*, foram feitas análises de Regressão múltipla linear, utilizando o programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson 1998), seguindo os três modelos abaixo.

Modelos:

- 1) Número de sementes sobrevivendo de *Carapa guianensis* = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhicho.
- 2) Abundância de plântulas de *Carapa guianensis* = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhicho + proporção de cobertura vegetal + abundância de árvores + abundância de troncos mortos no chão.
- 3) Abundância de jovens de *Carapa guianensis* = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhicho + proporção de cobertura vegetal + abundância de árvores + abundância de troncos mortos no chão.

Para analisar como a distância de dispersão influenciou na sobrevivência de sementes, foi usada uma Análise de Variância (ANOVA) de uma via, com as categorias 1 (próxima da árvore mãe) e 2 (longe da árvore mãe), utilizando o programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson 1998).

Para verificar os efeitos da variação dos componentes de estrutura da floresta na ocorrência de plântulas, jovens e sementes germinando, foi usada uma Regressão Múltipla Logística, utilizando o programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson 1998). Esta análise é apropriada para a situação quando a variável dependente é categórica (0 = ausência de plântula, jovem ou semente germinando; 1 = presença de plântula, jovem ou semente germinando). Três modelos foram usados:

- 1) Ocorrência de plântulas de *Carapa guianensis* nas parcelas (0 ou 1) = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhiço + proporção de cobertura vegetal + abundância de árvores + abundância de troncos mortos no chão.
- 2) Ocorrência de jovens de *Carapa guianensis* nas parcelas (0 ou 1) = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhiço + proporção de cobertura vegetal + abundância de árvores + abundância de troncos mortos no chão.
- 3) Ocorrência de sementes germinando de *Carapa guianensis* nas parcelas (0 ou 1) = constante + proporção de abertura do dossel + média da profundidade do folhiço.

4. Resultados

4.1. Variação nos componentes da estrutura da floresta

Dentro das 42 parcelas, a média de proporção de abertura do dossel foi de 3,14, variando de 1,50 até 6,50. O valor mínimo encontrado para profundidade do folhiço foi de 2,02 folhas e o máximo de 3,77 folhas, média de 3,0. Para a proporção de cobertura vegetal a média foi de 0,17, com valor mínimo de 0,06 e máximo de 0,31.

A média encontrada para árvores de outras espécies com DAP acima de 10 cm foi 22 indivíduos/parcela, com mínimo de 13 e máximo de 30 indivíduos. Para os troncos mortos no chão encontrou-se uma média de 4,2 e os valores mínimo e máximo foram 0 e 10, respectivamente.

Correlação entre as variáveis independentes

Através dos resultados da matriz de correlação de Pearson (Tabela 1), constatou-se que os componentes, 1) abertura do dossel, 2) cobertura vegetal, 3) abundância de árvores acima de 10 cm de DAP, 4) profundidade do folhiço e 5) abundância de troncos mortos no chão não apresentaram correlações significativas entre si e foram usados juntos nos modelos de regressão múltipla linear e regressão múltipla logística para ocorrência e abundância de plântulas e jovens.

Para abundância de sementes sobrevivendo e ocorrência de sementes germinando foram usadas apenas duas variáveis independentes, nos modelos de regressão múltipla linear e logística, em função do grau de liberdade ser insuficiente para se analisar as cinco variáveis juntas, uma vez que o número de replicatas foi de apenas 13. Com isso, abertura do dossel e profundidade do folhiço foram as duas variáveis escolhidas, pelo fato que biologicamente elas podem ser mais importantes na sobrevivência destas fases de vida da planta.

Tabela 1. Matriz de correlação de Pearson e matriz de probabilidade de Bonferroni (números entre parênteses) para os componentes de estrutura da floresta, média do folhiço (FOL), média da abertura do dossel (ABD), abundância de troncos mortos no chão (TMC), abundância de árvores com DAP > 10 cm (ARD) e proporção de cobertura vegetal (CBV) amostrados em 42 parcelas na área da Comunidade Boa Esperança, RDS Amanã.

	FOL	ABD	TMC	ARD	CBV
FOL	1.000				
ABD	-0.065 (1.000)	1.000			
TMC	-0.414 (0.064)	0.263 (0.923)	1.000		
ARD	0.025 (1.000)	-0.045 (1.000)	0.260 (0.966)	1.000	
CBV	0.024 (1.000)	0.133 (1.000)	-0.185 (1.000)	0.053 (1.000)	1.000

4.2. Sobrevivência de sementes de *Carapa guianensis*.

Foram monitoradas durante três meses, em 13 indivíduos de *Carapa guianensis*, 260 sementes embaixo e a mesma quantidade longe (20 m de distância) da planta mãe. No final dos 93 dias do experimento, apenas 5 sementes (considerando a soma de todas os 13 experimentos) sobreviveram embaixo da andiroba e 20 sementes à distância de 20 metros (Tabela 2). A sobrevivência de sementes neste estudo se refere apenas às sementes que não foram predadas ou removidas do experimento e permaneceram intactas no local.

As curvas de sobrevivência das sementes variaram muito entre os indivíduos ao longo do tempo (Figura 10), sendo que a média de sobrevivência embaixo da árvore mãe foi maior até o final do primeiro mês de experimento (maio) e a partir de junho, a média foi maior para o tratamento longe da árvore mãe (Figura 11). Apesar dessa diferença entre os tratamentos embaixo e distante da árvore mãe mostrar uma tendência, ela não foi significativa (ANOVA, $F = 0.240$; $P = 0.629$).

4.2.1. Sobrevivência de sementes em relação aos componentes de estrutura da floresta.

A variação nos componentes de estrutura da floresta, média de abertura do dossel e média da profundidade do folhiço, não foi suficiente para afetar significativamente o número de sementes sobrevivendo próximo da árvore parental de andiroba após um mês de início do experimento (Tabela 3), período que coincide com o pico de queda de frutos de andiroba na área (ver capítulo II). Aparentemente, a curto prazo, os componentes de estrutura da floresta aqui analisados não afetam a sobrevivência das sementes perto da árvore-mãe uma vez que o número de sementes se manteve constante pelo menos nesse período.

Tabela 2. Número e porcentagem de sementes de *Carapa guianensis* predadas por insetos, removidas ou predadas por vertebrados e sobrevivendo nos tratamentos próximo e distante (20 m) da árvore-mãe, no final do experimento (agosto de 2005), na RDS Amanã.

Tratamento	Nº sementes predadas por inseto (%)	Nº sementes removidas por vertebrados (%)	Nº sementes sobrevivendo (%)
Próximo	25 (9,6)	230 (88,4)	5 (2)
Distante	24 (9,2)	216 (83,1)	20 (7,7)

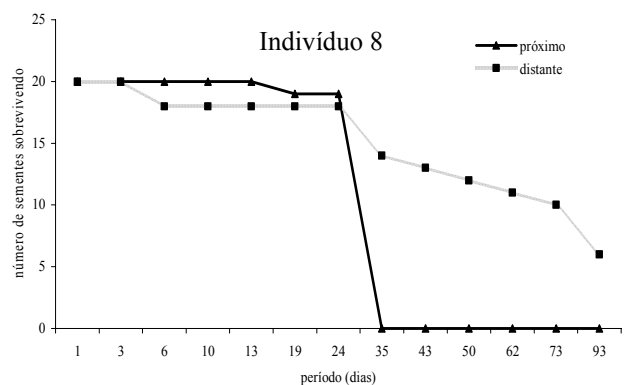
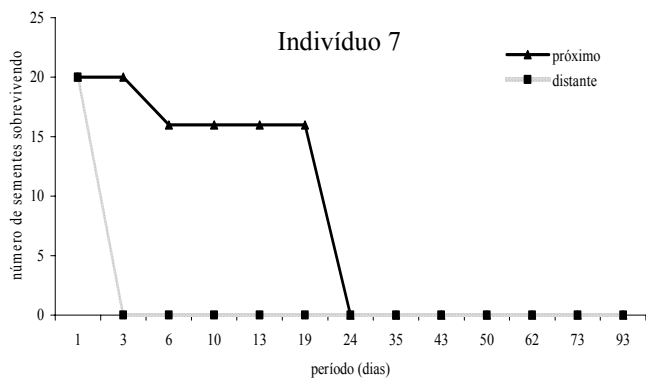
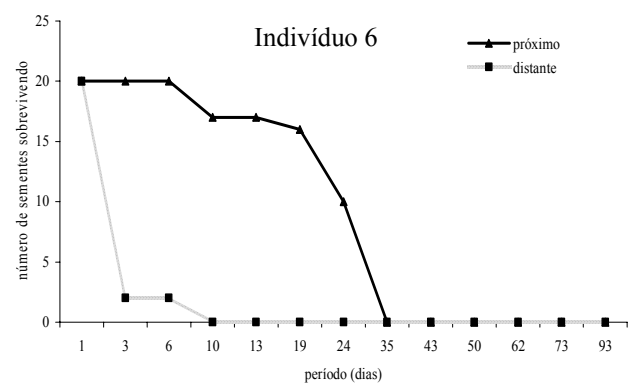
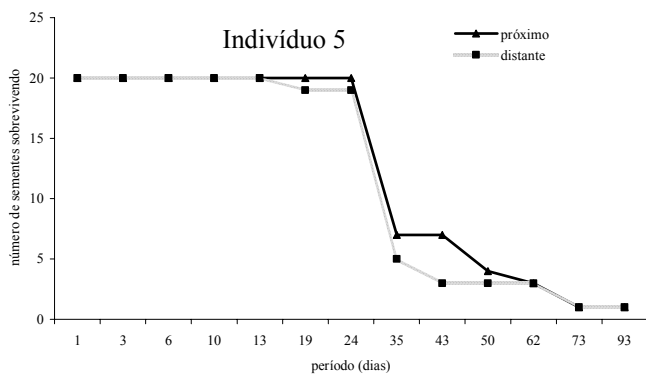
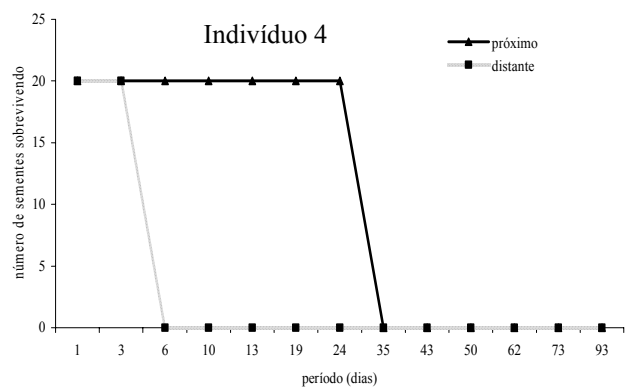
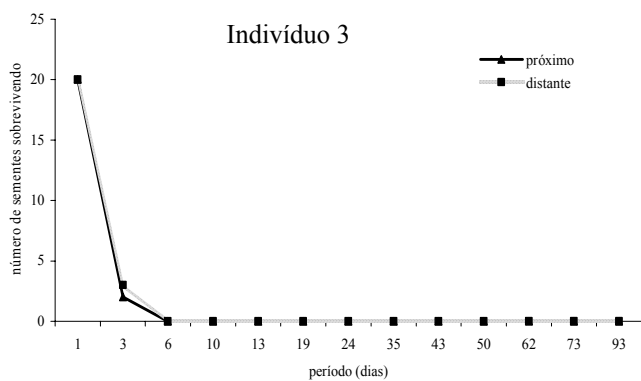
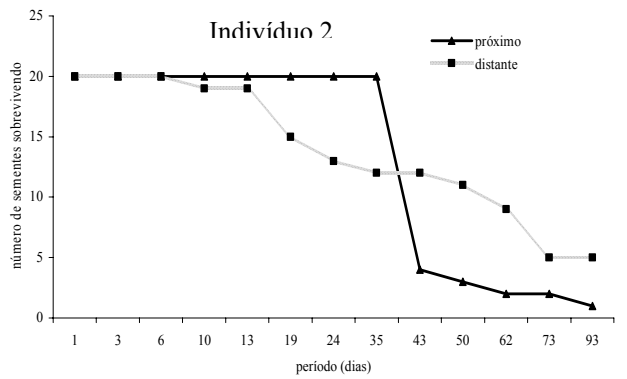
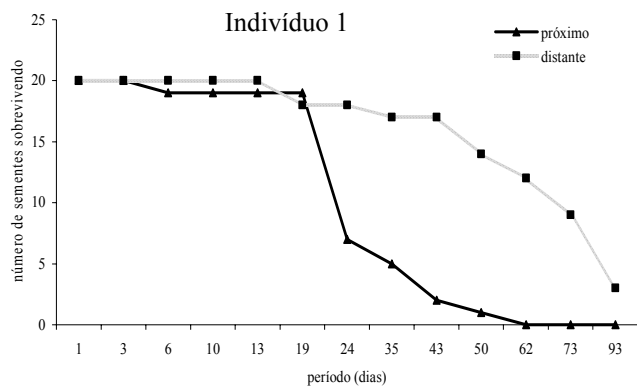


Figura 10. Curvas de sobrevivência de sementes para os tratamentos próximo (2 m do tronco) e distante (20 m do tronco) da árvore-mãe dos 13 indivíduos de *Carapa guianensis* monitorados na RDS Amanã, (entre 5 de maio e 7 de agosto de 2005).

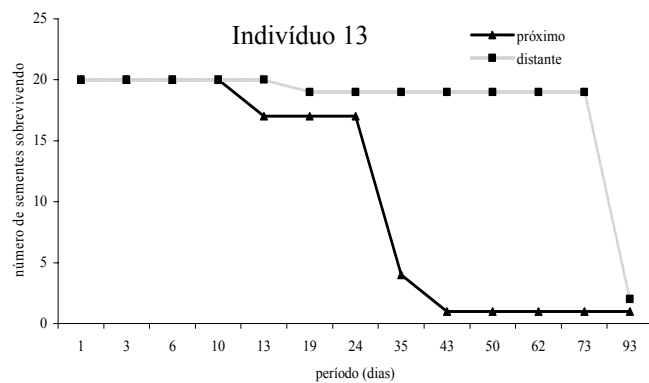
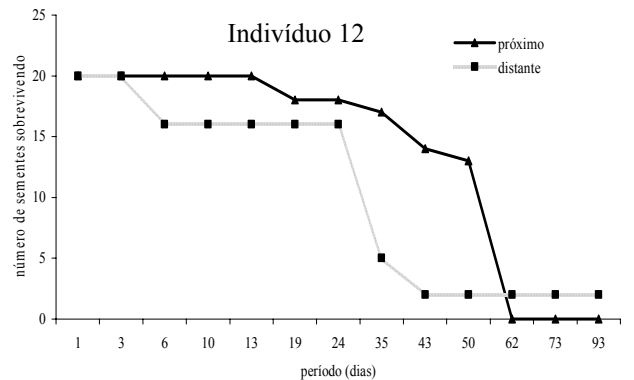
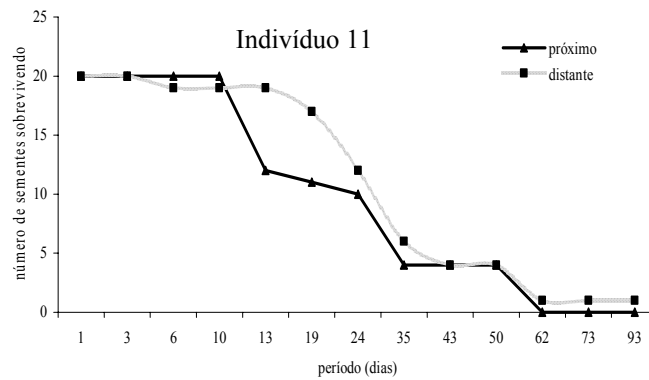
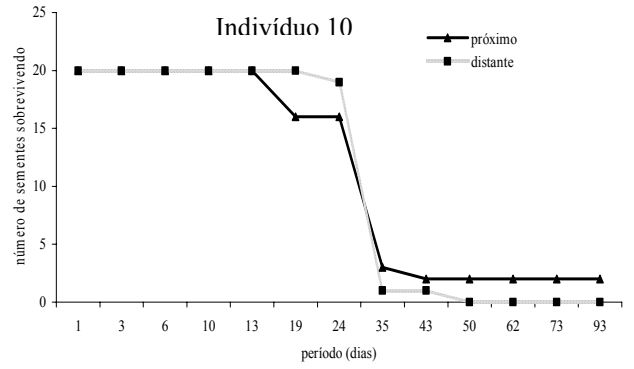
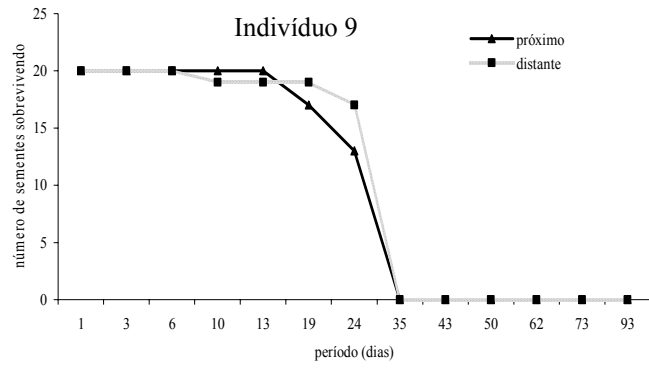


Figura 10 (Continuação). Curvas de sobrevivência de sementes para os tratamentos próximo e distante (20 m) da árvore-mãe dos 13 indivíduos de *Carapa guianensis* monitorados na RDS Amanã (entre 5 de maio e 7 de agosto de 2005).

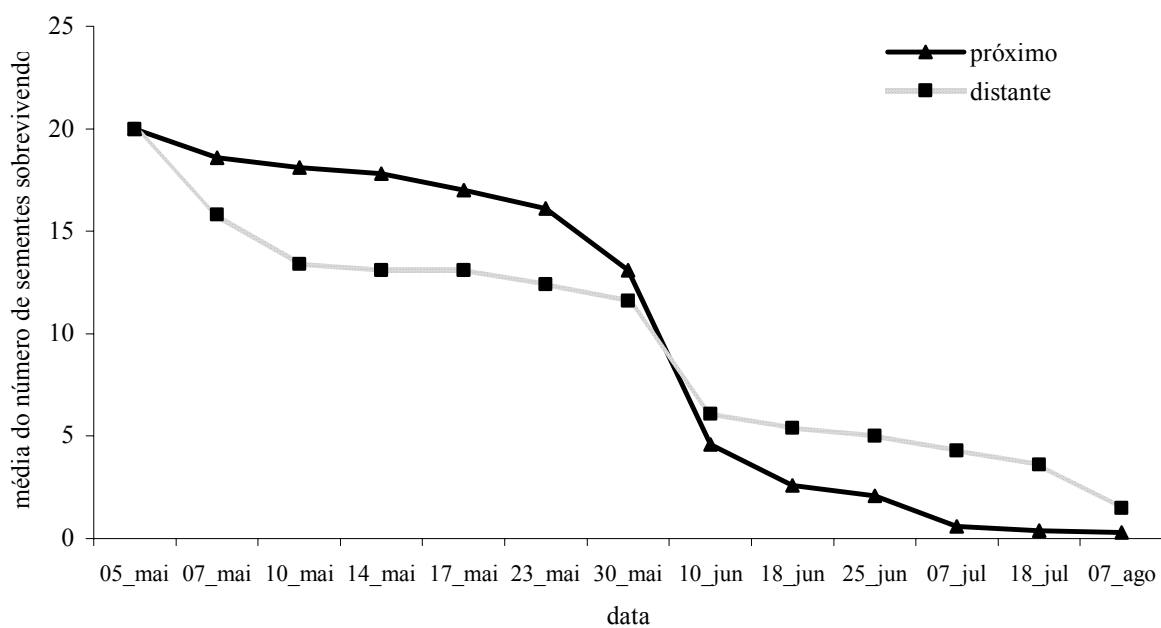


Figura 11. Curvas para as médias de sobrevivência de sementes dos 13 indivíduos de *Carapa guianensis* nos tratamentos experimentais, próximo e distante da árvore mãe, ao longo de três meses (maio a agosto de 2005) na RDS Amanã.

Tabela 3. Resultados da análise de Regressão linear múltipla para o número de sementes de *Carapa guianensis* sobrevivendo (após 30 dias de experimento) em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura dossel e média da profundidade do folhiço).

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente Padrão	Tolerância	T	P
Constante	18.284	22.031	0.000	.	0.830	0.426
Média abertura dossel	-1.090	7.480	-0.047	0.925	-0.146	0.887
Profundidade do folhiço	-0.860	2.042	-0.137	0.925	-0.421	0.683

Análise de Variância

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Média dos quadrados	F	P
Regressão	19.067	2	9.534	0.125	0.883
Resíduo	759.702	10	75.970		

$R^2 = 0.024$; N = 13

4.3. Sobrevivência de sementes germinando de *Carapa guianensis*.

A montagem do experimento de sobrevivência das sementes foi feito em 05 de maio. Na revisão do experimento no dia 23 de maio (após 18 dias), já se observou que algumas sementes estavam começando a germinar, apresentando sinais de radícula e epicótilo. No dia 30 de maio (quando foram trocadas pela primeira vez as sementes germinando por sementes intactas), 7,3% do total de sementes nos tratamentos embaixo da árvore de andiroba e 12 % nos tratamentos longe já apresentavam no seu processo germinativo pelo menos um par de catáfilos. Entretanto, a diferença no número de sementes germinando entre os tratamentos perto e longe não foi significativa (ANOVA, $F = 0.507$; $P = 0.483$).

4.3.1. Sobrevivência de sementes germinando em relação aos componentes de estrutura da floresta.

A variação nos componentes de estrutura da floresta, média de abertura do dossel e média da profundidade do folhiço, não foi suficiente para afetar significativamente a ocorrência de sementes germinando próximo da árvore parental de andiroba (no dia 30 de maio), (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da análise de Regressão múltipla logística para a ocorrência (presença/ausência) de sementes germinando em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura do dossel e média da profundidade do folheto).

Variáveis	Estimativas	Erro Padrão	T	p
Constante	-6.312	5.925	-1.065	0.287
Media abertura dossel	2.371	2.101	1.129	0.259
Profundidade do folheto	-0.121	0.512	-0.236	0.814

Intervalo de confiança 95%

Variáveis	Proporção de dissiparidade	Máximo	Mínimo
Media abertura dossel	10.711	658.165	0.174
Cobertura vegetal	0.866	2.418	0.325

Valor estatístico da constante do teste de Likelihood = $LL(0) = -8.662$; $2*[LL(N)-LL(O)] = 1.548$; $GL = 2$; $\chi^2 = 0.461$; Estatística do teste de McFadden (ρ^2) = 0.089.

4.4. Estrutura e dinâmica de plântulas e jovens de *Carapa guianensis*.

Em janeiro de 2005, 108 plântulas, 50 jovens e 11 sub-adultos foram registrados nas 42 parcelas de 20 x 20 m amostradas na RDS Amanã (Figura 12). As plântulas variaram por parcela de 0 a 19 indivíduos, os jovens de 0 a 13 e os sub-adultos de 0 a 5.

As plântulas apresentaram uma densidade média (número total de indivíduos/número total de parcelas) de 2,57, os jovens de 1,2 e sub-adultos 0,26. As plântulas ocorreram em 24 parcelas (57 %), os jovens em 13 (31 %) e sub-adultos em 5 (11,9 %).

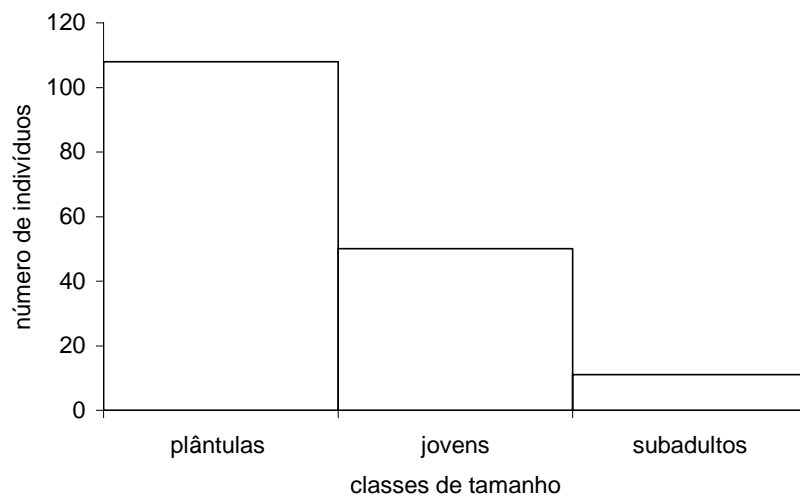


Figura 12. Distribuição do número de indivíduos de *C. guianensis* por classe de tamanho nas 42 parcelas na área da comunidade Boa Esperança, RDS Amanã.

Em agosto de 2005, sete meses após o primeiro levantamento, foi registrado o número de jovens, plântulas e sub-adultos sobrevivendo e que haviam sido marcados em janeiro de 2005. Foram encontradas 52 plântulas, 42 jovens e os mesmos 11 sub-adultos. Nesse período, nove plântulas foram recrutadas para o estágio jovem (Figura 13).

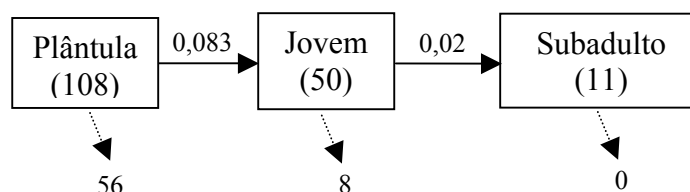


Figura 13. Esquema com as taxas de recrutamento (→) e número de indivíduos mortos (.....→) para cada classe de tamanho de *Carapa guianensis* na RDS Amanã, AM. O número entre parênteses corresponde ao número de indivíduos presentes no primeiro censo.

Após sete meses, as plântulas tiveram um crescimento médio em altura ,de 5,51 cm (n = 52). Mas houve um indivíduo que diminuiu seu tamanho em até 20 cm, devido provavelmente a predação por herbívoros. O indivíduo que cresceu mais aumentou 54,4 cm em altura. Os jovens cresceram em média cerca de 0,86 cm (n = 42), variando de -28 cm até 57,5 cm. Entretanto, um total de 77% das plântulas e 54% dos jovens obtiveram incremento em altura durante estes sete meses. Os subadultos de andiroba não foram utilizados nas análises por terem ocorrido apenas em 5 parcelas.

4.4.1. A ocorrência de plântulas e jovens em relação aos componentes de estrutura da floresta

Em janeiro de 2005, a ocorrência de plântulas e jovens não foi significativamente afetada pelos componentes da estrutura da floresta (para plântulas, abertura dossel, regressão múltipla logística, $\rho^2 = 0.070$, N = 42, T = 0.384, p = 0.701; profundidade do folhiço, $\rho^2 = 0.070$, N = 42, T = 0.774, p = 0.439; abundância de árvores > 10 cm DAP, $\rho^2 = 0.070$, N = 42, T = 1.423, p = 0.155; cobertura vegetal, $\rho^2 = 0.070$, N = 42, T = -0.905, p = 0.365; troncos no chão $\rho^2 = 0.070$, N = 42, T = 0.131, p = 0.895, para jovens, abertura dossel, $\rho^2 = 0.144$, N = 42, T = 0.632, p = 0.527; profundidade do folhiço, $\rho^2 = 0.144$, N = 42, T = -1.712, p = 0.087; abundância de árvores > 10 cm DAP, $\rho^2 = 0.144$, N = 42, T = 1.730, p = 0.084; cobertura vegetal, $\rho^2 = 0.144$, N = 42, T = 0.760, p = 0.447; troncos no chão, $\rho^2 = 0.144$, N = 42, T = -0.526, p = 0.599).

Após sete meses (em agosto de 2005), os locais com maior abundância de árvores acima de 10 cm de DAP apresentaram ocorrência de plântulas de *Carapa guianensis* sobrevivendo. A abundância de árvores foi a única variável que apresentou relação significativa positiva com ocorrência de plântulas sobreviventes (Tabela 5). Em agosto, a ocorrência de jovens não foi afetada significativamente por nenhum dos componentes de estrutura da floresta (abertura dossel, regressão múltipla logística, $\rho^2 = 0.064$, N = 42, T =

0.156, $p = 0.876$; profundidade do folhiço, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = -0.824$, $p = 0.410$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = 1.171$, $p = 0.242$; cobertura vegetal, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = 0.942$, $p = 0.346$; troncos no chão, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = -0.175$, $p = 0.861$).

Tabela 5. Resultados da análise de Regressão múltipla logística para a ocorrência de plântulas sobrevivendo (após sete meses – em agosto de 2005) em relação aos componentes de estrutura da floresta (média de abertura dossel, média da profundidade do folhiço, abundância de árvores acima de 10 cm de DAP, proporção de cobertura vegetal e abundância de troncos mortos no chão).

Variáveis	Estimativas	Erro Padrão	T	p
Constante	-5.592	4.224	-1.324	0.185
Media abertura dossel	0.210	0.331	0.633	0.527
Profundidade do folhiço	0.654	1.107	0.591	0.555
Abundância de árvores	0.168	0.089	1.898	0.050
Cobertura vegetal	-8.712	6.380	-1.366	0.172
Troncos no chão	0.058	0.182	0.319	0.750

Intervalo de confiança 95%

Variáveis	Proporção de dissiparidade	Máximo	Mínimo
Media abertura dossel	1.233	2.361	0.644
Profundidade do folhiço	1.923	16.833	0.220
Abundância de árvores	1.183	1.409	0.995
Cobertura vegetal	0.000	44.336	0.000
Troncos no chão	1.060	1.513	0.742

Valor estatístico da constante do teste de Likelihood = $LL(0) = -28.346$; $2*[LL(N)-LL(O)] = 7.642$; $GL = 5$; $\chi^2 = 0.177$; Estatística do teste de McFadden (ρ^2) = 0.135.

4.4.2. A abundância de plântulas e jovens em relação aos componentes de estrutura da floresta

A abundância de plântulas e jovens não foi afetada significativamente pelos componentes de estrutura da floresta em janeiro de 2005 (para plântulas, abertura dossel, regressão linear múltipla, $R^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = -0.030$, $p = 0.976$; profundidade do folhicho, $R^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = -0.938$, $p = 0.355$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $R^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = 0.547$, $p = 0.587$; cobertura vegetal, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = 0.839$, $p = 0.407$; troncos no chão, $\rho^2 = 0.064$, $N = 42$, $T = 0.199$, $p = 0.844$; para jovens, abertura dossel, $R^2 = 0.098$, $N = 42$, $T = -1.074$, $p = 0.290$; profundidade do folhicho, $R^2 = 0.098$, $N = 42$, $T = -0.528$, $p = 0.601$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $R^2 = 0.098$, $N = 42$, $T = 0.011$, $p = 0.991$; cobertura vegetal, $R^2 = 0.098$, $N = 42$, $T = 1.643$, $p = 0.109$; troncos no chão, $R^2 = 0.098$, $N = 42$, $T = 1.113$, $p = 0.911$).

Em agosto de 2005, foi analisada apenas a sobrevivência de plântulas em relação aos componentes de estrutura da floresta, devido a insuficiência de dados para os jovens, já que vários indivíduos morreram e as parcelas com jovens acabaram apresentando pouca variação na abundância.

Após sete meses (agosto de 2005) os componentes de estrutura da floresta não afetaram significativamente a sobrevivência de plântulas (abertura dossel, regressão linear múltipla, $R^2 = 0.084$, $N = 42$, $T = -0.893$, $p = 0.378$; profundidade do folhicho, $R^2 = 0.084$, $N = 42$, $T = -0.346$, $p = 0.732$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $R^2 = 0.084$, $N = 42$, $T = 0.625$, $p = 0.536$; cobertura vegetal, $R^2 = 0.084$, $N = 42$, $T = 1.040$, $p = 0.305$; troncos no chão, $R^2 = 0.084$, $N = 42$, $T = 0.821$, $p = 0.417$).

5. Discussão

5.1. Sobrevivência de sementes

Cerca de 90% das sementes em florestas tropicais sofrem a ação dos predadores no período entre a produção dos frutos e a dispersão das sementes (Janzen & Vázquez-Yanes 1991). A mortalidade das sementes depois da queda no solo da floresta muitas vezes excede os 75% (Janzen et al. 1976; Gardner 1977; Howe et al. 1985).

No presente estudo, mais de 80% das sementes foram removidas por vertebrados, provavelmente por roedores como as cutias (*Dasyprocta spp.*) e cutiaras (*Myoprocta spp.*), já que foi observada a presença de vestígios (pegadas) desses predadores em alguns dos locais dos experimentos. A remoção por roedores terrestres muitas vezes corresponde à predação das sementes (Janzen 1970, 1971), mas alguma proporção de sementes removidas pode refletir a sua dispersão e sobrevivência. Sementes enterradas por animais, que tem esse comportamento de estocagem de sementes em períodos de escassez de alimento, muitas vezes germinam, levando ao estabelecimento de novas plântulas, pois os animais acabam esquecendo os locais onde deixaram as sementes (Morris 1962; Forget 1992).

Num estudo feito com *Carapa guianensis* no Panamá, a remoção de sementes também foi alta, chegando a 96% (Mchargue & Hartshorn 1983). Com *Carapa procera*, a remoção variou de 23% (período de baixa queda de sementes) a 96% no pico de frutificação, sendo que nesse período grande parte das sementes foram enterradas (Forget 1996).

Houve uma queda um pouco mais abrupta na sobrevivência de sementes para os dois tratamentos (próximo e distante da árvore mãe) do final de maio para o começo de junho. Isto coincidiu com o fim da frutificação da envira-ferro ou envira surucucu (*Duguettia sp.* – Annonaceae) na área de estudo (obs. pessoal). Estes frutos foram observados com vestígios de forrageamento por vertebrados terrestres (possivelmente roedores) que comiam o mesocarpo do fruto da envira, deixando as sementes bem limpas, intactas. Enquanto havia frutos de envira na área, estes devem ter sido uma importante fonte de alimento para os animais. Logo

que esta oferta diminuiu (no final de maio), os animais voltaram-se a comer as sementes de andiroba, que parecia ser na área a única espécie oferecendo alimento em maior quantidade para estes vertebrados.

A remoção das sementes variou espacialmente, com lugares onde a remoção foi quase total já nos primeiros dias do experimento (por exemplo o indivíduo 3), ao contrário de outras áreas onde a remoção foi insignificante. Isto pode ter ocorrido pela menor presença ou ausência de árvores de envira ou de outras espécies frutificando nas proximidades, fazendo com que os predadores se concentrassem nas sementes de andiroba. Isto, entretanto, não foi avaliado nesse estudo. Outra explicação seria referente a área de vida e padrões de atividade de pequenos mamíferos, que podem ser relutantes a ficarem expostos muito tempo ao consumirem as sementes de um local (Myster & Pickett 1993), evitando ataque de seus predadores, o que pode levar a uma maior sobrevivência de sementes em algumas áreas (Castilho 2000). Apesar das curvas de sobrevivência terem variado entre indivíduos, o valor médio parece seguir o padrão de sobrevivência das espécies tropicais ao longo do tempo, como a exemplo dos estudos de Schupp 1988, De Steven & Putz 1984, Forget 1990, 1996, Cintra 1997 e Castilho 2000.

Janzen (1970) sugere que a mortalidade de sementes aumenta com a proximidade do adulto reprodutivo e com a densidade de sementes, e esta relação tem sido claramente demonstrada em algumas espécies (Wright 1983; Howe et al. 1985; Schupp 1988). Entretanto, neste estudo, a distância de dispersão não teve uma influência significativa na sobrevivência de sementes e de sementes germinando, sugerindo que em *Carapa guianensis*, a dispersão de sementes a 20 m da árvore mãe não ajuda no escape a predação ou no aumento da sobrevivência da semente. Essa falta de relação significativa já foi encontrada por Schupp (1988) estudando *Faramea occidentalis* no Panamá e por Cintra (1997) num estudo na amazônia peruana com *Astrocaryum murumuru*. A sobrevivência da progênie não depende somente do número e distância das sementes para um adulto conespecífico, mas também da

idade da progênie (semente ou plântulas), do ano em particular, das espécies dos predadores envolvidos (insetos ou mamíferos) e da escala espacial em que as interações da progênie com os predadores foram analisadas (Cintra 1997).

Como com o passar do experimento uma outra espécie estava frutificando na área, talvez a sobrevivência das sementes de *C. guianensis* estivesse sendo afetada pelo aumento local na abundância de sementes de outras espécies arbóreas (intrusão demônica, Hulbert 1984). Segundo a hipótese de saciação dos predadores (Janzen 1971, 1978), a proporção de sementes sobreviventes aumentaria com a densidade da queda de sementes, pois assim os predadores seriam saciados pela abundância de comida, não predando todas as sementes. Com isso, parte das sementes que caem próximas a árvore parental podem permanecer ali mesmo, sobrevivendo a predação.

Sobrevivência de sementes em relação aos componentes de estrutura da floresta

Existem gradientes de fatores abióticos e bióticos que variam de pequena a grande escala espacial e portanto alguns locais ou microhabitats podem ser mais favoráveis que outros (Foster & Janson 1985; Molofsky & Augspurger 1992) para a sobrevivência de sementes. Cintra & Terborgh (2000) estudando a palmeira *Astrocaryum* no Peru, encontraram que a variação no folhiço, vegetação de subosque e luz incidente teve efeitos significantes na sobrevivência das sementes. Em outro estudo, perto de Manaus, com a palmeira *Oenocarpus bacaba*, as sementes colocadas sobre o folhiço apresentaram maiores taxas de sobrevivência do que sementes colocadas sobre o solo nu, sugerindo que o folhiço tem um papel importante na proteção de sementes da detecção por predadores (Castilho 2000).

Já no estudo de Schupp (1988), no Panamá, a quantidade de liteira ou a proximidade das sementes a troncos caídos não afetou a sobrevivência de sementes. Na Amazônia um estudo verificou que as sementes de três espécies de palmeiras não mostraram aumento

significativo na sobrevivência perto de objetos naturais como troncos caídos, grupo de lianas e raízes tabulares (Cintra 1998).

Apesar dos componentes da estrutura da floresta aqui analisados (abertura do dossel e profundidade do folhiço) terem variado espacialmente, eles não influenciaram na sobrevivência de sementes e sementes germinando de andiroba, indicando que esses fatores parecem não afetar o estabelecimento destas fases de vida da planta, sendo que o conjunto desses componentes não forma um microsítio seguro que aumente a sobrevivência das sementes na área de estudo. Outros fatores como o tamanho das sementes, a densidade de predadores e o número de outras espécies frutificando na área podem realmente influenciar este processo.

5.2. Estrutura e dinâmica de plântulas e jovens de *Carapa guianensis*

A maioria das populações de plantas tem uma distribuição exponencial negativa com predominância de indivíduos nas classes menores e poucos nas maiores (Solbrig 1981). *C. guianensis* mostra neste estudo este tipo de distribuição, com um número maior de indivíduos para a classe de plântulas, seguido dos jovens e sub-adultos. Estudos com *C. guianensis* no Acre (Boufleuer 2004) e Maranhão (Henriques & Sousa 1989), também mostraram esta distribuição, sendo que no último as plântulas e jovens possuem uma dispersão agrupada, sugerindo que esta distribuição é típica de espécies com regeneração sob o subosque da floresta, ou tolerantes à sombra. Henriques & Sousa (1989) encontraram uma densidade de andiroba para plântulas de 0.41/m² e para jovens de 0.45/m², bem maior do que nesse estudo, 2.57/400m² (ou 0.006/ m²) e 1.2/400m² (ou 0.003/ m²) para plântulas e jovens, respectivamente.

Após sete meses do levantamento de plântulas e jovens nas parcelas, a maior mortalidade ocorreu com as plântulas, provavelmente por estarem mais suscetíveis a ação de predadores e patógenos que sempre atacam as classes menores (Solbrig 1981, Augspurger

1983, Howe 1990). Observou-se que a principal causa de mortalidade das plântulas foi a predação por herbívoros e o dessecamento. Nas plântulas que apresentam a semente ainda presa ao hipocótilo, esta pode ser um atrativo para predadores vertebrados (Smythe 1989). Em alguns casos, os vertebrados cavam o solo da floresta a procura da semente, como foi encontrado em um estudo com plântulas de *Gustavia superba* (Lecythidaceae) (Sork 1987). Outra causa de mortalidade pode ter sido a alagação da época das cheias dos rios da Amazônia, mas que apenas atingiu duas das parcelas amostradas.

O maior recrutamento também ocorreu com as plântulas, que apesar de terem sido bastante predadas, devido ao seu tipo de germinação e a grande quantidade de reservas, têm uma alta capacidade de se recuperar aos danos causados pela herbivoria através do brotamento. Isto também ficou claro através do seu crescimento após os sete meses, onde algumas diminuíram em tamanho, provavelmente devido a predação, mas não chegaram a morrer.

Ocorrência e abundância de plântulas e jovens em relação aos componentes de estrutura da floresta

A heterogeneidade espacial que ocorre nas florestas tropicais afeta a sobrevivência, crescimento e recrutamento das plântulas nestes locais (Christie & Armesto 2003). Vários estudos têm reportado a importância de componentes dessa variação, como a abertura do dossel, profundidade do folhiço, presença de troncos caídos no chão e cobertura vegetal no estabelecimento de plântulas (Augspurger 1984; Svenning 1999, 2001; Cintra 1998; Cintra & Terborgh 2000).

Augspurger (1984) num estudo no Panamá encontrou que em algumas espécies a mortalidade de plântulas foi significativamente reduzida em clareiras. Cintra & Terborgh (2000) encontraram que em escalas espaciais maiores a sobrevivência de plântulas de *Astrocaryum* foi positivamente relacionada à quantidade de luz incidente. No estudo de

Castilho (2000) com *O. bacaba*, a abundância das plântulas não foi afetada pela abertura do dossel, mas o seu crescimento em altura foi maior em microsítios com menor abertura de dossel.

Neste estudo, a regeneração de *C. guianensis* não foi influenciada significativamente pela abertura do dossel. Isso indica que as plântulas e jovens desta espécie parecem ser adaptadas a sombra e podem ser encontradas por todo sub-bosque, em locais com maior ou menor luminosidade. Apesar de se ter observado, na área de estudo, que em local de clareira (não amostrado) as plântulas e jovens estavam presentes em grande abundância, dentro da floresta, sem a presença de distúrbios, parece que a luz não é limitante ao estabelecimento de indivíduos dessa espécie. Plântulas grandes, produzidas por grandes sementes como no caso de *C. guianensis*, podem ter uma considerável vantagem competitiva em ambientes sombreados (Fenner 1987, Westoby et al. 1992), pois suas reservas de nutrientes permitem crescer por um longo período independente da fotossíntese (Guzmán-Grajales & Walker 1991). O fim das reservas da semente coloca a plântula frente a novos desafios e um microsítio com maior incidência de luz pode vir a ser favorável (Castilho 2000). Portanto, era esperado que os jovens respondessem significativamente a maior abertura de dossel, entretanto isso não foi observado nas parcelas deste estudo.

Carapa procera foi considerada por Favrichon (1994 apud Forget 1997) como uma espécie que demanda luz, então chamada de pioneira. Forget (1997) descreveu *C. procera* como intolerante a sombra, mas não pioneira. Alguns anos mais tarde, Forget et al. (1999) encontraram que esta relação era mais complexa. Em solos hidromórficos *C. procera* parece não ser dependente de clareiras, mostrando uma distribuição agrupada resultante do modelo de recrutamento de Hubbell (1979, 1980), onde há tolerância para características de sombreamento e dispersão dependente da fauna de roedores a curta distância. Em áreas pobremente drenadas, árvores de *C. procera* mostraram uma distribuição dependente de clareiras, que resulta em um modelo espacial aleatório.

Este estudo foi realizado em áreas de Igapó, que são raramente inundáveis, mas devem ser áreas bem drenadas. Com isso, *Carapa guianensis* ao redor do Lago Amanã, parece seguir o padrão de distribuição de *Carapa procera* descrita acima, em solos hidromórficos, tolerantes a sombra.

A profundidade do folhiço pode afetar o estabelecimento de plântulas pelas mudanças na viabilidade de luz, microclima, nutrientes (Facelli & Pickett 1991; Molofsky & Augspurger 1992) e por diminuir as chances de serem encontradas por predadores. Para *Astrocaryum murumru* a sobrevivência de plântulas foi afetada pela profundidade da liteira na amazônia peruana, sendo que esta foi maior nos microsítios com camadas mais rasas de folhiço (Cintra 1997). Entretanto, a variação natural da profundidade do folhiço não afetou nem a abundância e nem o crescimento em altura de plântulas de *O. bacaba* (Castilho 2000). Neste estudo, a variação natural da profundidade do folhiço também não afetou significativamente a ocorrência e abundância de plântulas e jovens sobrevivendo de *C. guianensis*.

Cintra & Terborgh (2000) encontraram que a sobrevivência de plântulas de *Astrocaryum murumuru* foi inversamente relacionada a densidade de monocotiledôneas de folhas grandes (*Heliconia* spp.). Uma alta densidade de herbáceas no subosque pode aumentar o sombreamento e competição por luz e nutrientes, mas também podem reduzir a detecção das sementes por predadores (Denslow et al. 1991, De Steven 1991). A proporção de cobertura vegetal nas parcelas amostradas neste estudo não teve efeito sobre a ocorrência e abundância de *Carapa guianensis*, indicando que as plântulas e jovens da espécie podem se estabelecer em locais com maior ou menor cobertura vegetal.

Cintra et al. (2005) não encontraram efeito significativo da abundância de árvores da floresta na riqueza e abundância de palmeiras adultas, sugerindo que isso ocorreu devido ao efeito de massa produzido pela alta diversidade de espécies de árvores. Fowler (1988) estudando duas espécies de gramíneas verificou que locais seguros para plântulas dessas

espécies podem ser caracterizados tanto pela diminuição de adultos de outras espécies a sua volta, diminuindo assim a competição por recursos, como pela maior abundância de adultos. Neste último caso, a principal explicação para este efeito positivo é que o fato de haver indivíduos adultos de outras espécies indica que este é um lugar que tem sido favorável ao estabelecimento de plantas ao longo do tempo. Então a presença de adultos vizinhos serve como um indicador da qualidade no passado daquele lugar para plântulas, ou seja, o microsítio favorável.

A ocorrência de plântulas sobrevivendo de *C. guianensis* foi positivamente afetada pela maior abundância de árvores acima de 10 cm de DAP. Se considerarmos que o principal fator de sobrevivência da espécie seja o escape aos predadores, como mencionado anteriormente, então a maior abundância de árvores nas parcelas podem estar produzindo mais frutos, aumentando a fonte de alimentação dos vertebrados predadores, diluindo o forrageamento entre as diversas espécies e saciando-os mais rapidamente. Com isso, uma parte das sementes pode escapar a predação e estabelecer como plântulas, aumentando a sua ocorrência nestes locais.

Apesar da abundância de troncos mortos no chão não ter tido efeito sobre a sobrevivência de plântulas e jovens neste estudo, observou-se que 43% das plântulas e 53% dos jovens sobreviventes de *C. guianensis* em agosto de 2005, estavam ao lado de objetos naturais como os troncos mortos no chão, raízes tabulares de árvores adultas e touceiras de palmeiras mortas. Parece que não a abundância, mas simplesmente a presença desses objetos naturais pode estar favorecendo o recrutamento da espécie.

Na Amazônia peruana, a sobrevivência de plântulas de duas espécies de palmeiras foi maior perto de objetos naturais (troncos caídos, agrupamento de lianas, raízes tabulares), indicando que estes devem ter um papel importante na dinâmica de recrutamento populacional de plantas, sendo locais menos visíveis a ação de predadores, favorecendo então o processo de regeneração natural em florestas tropicais naturais (Cintra 1998).

Os resultados obtidos com *Carapa guianensis* na RDS Amanã demonstram a dificuldade de se caracterizar um local “seguro” para o estabelecimento da espécie, já que o conjunto dos componentes de estrutura da floresta aqui estudados não cria lugares mais favoráveis que outros para a regeneração natural da andiroba. Mas, ao mesmo tempo, sugere que a espécie tem boa tolerância a variações nas condições ambientais e heterogeneidade da floresta.

A alta predação pós-dispersão que sofrem as sementes e plântulas de andiroba, aliado as irregularidades na produção de frutos da espécie (ver capítulo II), parece ser importante no ciclo de vida dessa espécie e influenciar o sucesso de seu estabelecimento, recrutamento e regeneração natural.

A única variável que teve relação com a ocorrência de plântulas, a abundância de árvores de outras espécies, parece também estar relacionada a predação. A alta densidade de adultos propicia que um número maior deles estejam frutificando em uma dada área e isso aparentemente sacia os predadores, e portanto, relativamente poucas sementes são consumidas embaixo de cada árvore (Schupp 1987) tendo estas a chance de germinar e se estabelecer.

Esta hipótese pode ser também reforçada se a continuação de estudos referentes aos ciclos de produção confirmar que esta é uma espécie que produz uma maior quantidade de sementes a certos intervalos de tempo. Um ano de boa produção de sementes pode ser um ano de bom recrutamento, pois sacia os predadores de sementes pós-dispersão (De Steven & Putz 1984; Sork 1987; Schupp 1990) e pode promover a dispersão secundária por cutias a maiores distâncias da árvore-mãe (Forget 1993). Então o escape aos predadores pode estar ocorrendo tanto no nível de população, nos anos de maior produção da espécie, quanto no nível de comunidade, com diferentes espécies frutificando ao mesmo tempo.

De qualquer forma, o recrutamento é um processo complexo que envolve uma seqüência de estágios conectados (Herrera et al. 1994) que sofre flutuações entre anos e a

ausência de saciação local do predador pode diminuir a chance de recrutamento (Forget 1992).

CAPÍTULO II

Produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* (andiroba) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM).

1. Introdução

Parte das espécies de plantas que constituem a alta diversidade das florestas tropicais possui valor comercial. O uso econômico sustentável de produtos florestais por comunidades tradicionais está sendo cada vez mais incentivado como forma de aliar conservação e desenvolvimento.

A andiroba (*Carapa guianensis*) é uma espécie arbórea de uso múltiplo, uma das mais conhecidas da Amazônia, sendo que a madeira e o óleo extraído das sementes são os produtos mais importantes. A madeira, de excelente qualidade, é apontada como sucedânea do mogno (*Swietenia macrophylla*), e o óleo extraído de suas sementes é muito procurado para o uso medicinal e cosmético. A sua exploração extrativista é cada vez mais promissora e inevitável, e pode ser futuramente intensificada. Há, portanto, uma necessidade para conservar este recurso natural, e para tanto deve-se, em primeiro lugar, reunir informações sobre esta espécie, principalmente para subsidiar seu manejo adequado (Ferraz et al. 2002).

São poucos os estudos que retratam a potencialidade da andiroba para produção de frutos e sementes e a variação desta produção entre indivíduos e ao longo do tempo. Uma árvore pode produzir de 700 a 4.000 sementes (ou cerca de 22,4 a 128 Kg), segundo um estudo com *Carapa guianensis* na Costa Rica (MacHargue & Hartshorn 1983). Já na Guiana Francesa, a produção pode ser nula ou chegar até 1.000 sementes por árvore de *Carapa procera* (Forget 1996). No Brasil foi registrada uma produção por árvore de até 180-200 Kg de sementes/ano (Rizzini & Mors 1976) ou de 50 Kg a 200 Kg (Shanley et al. 1998).

Como as sementes de andiroba tornam-se um dos principais recursos a serem explorados na espécie, faz-se necessário conhecer qual a capacidade de produção e a variação desta em uma área a ser explorada. Este conhecimento torna-se a base para o uso sustentável e manejo do recurso.

Recentemente (em 2003) instalou-se um projeto de extração de óleo vegetal para geração de energia e valorização das oleaginosas na RDS Amanã, comunidade de Boa

Esperança, contudo, nenhum estudo foi realizado sobre a potencialidade desta área para espécies oleaginosas ou embasando uma coleta sustentável de suas sementes. Tendo como base o mapeamento participativo das espécies oleaginosas tradicionalmente conhecidas pelas populações locais e suas áreas de ocorrência, considerou-se a andiroba como a espécie mais promissora para o extrativismo, e então o objeto deste estudo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Quantificar a produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* na área da Comunidade Boa Esperança, RDS Amanã, AM, nos anos de 2004 e 2005.

2.2. Objetivos Específicos

- 1) Quantificar a produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* durante a fase de dispersão primária (queda dos frutos por gravidade) dos mesmos;
- 2) Analisar e comparar a variação anual na produção de frutos e sementes (entre dois anos consecutivos) e entre os indivíduos amostrados;
- 3) Verificar a relação entre a produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* com o diâmetro (DAP) e área de copa dos indivíduos amostrados;
- 4) Avaliar se há efeito de alguns componentes da heterogeneidade ambiental da floresta na produção de sementes de *C. guianensis*;
- 5) Elaborar recomendações de uso da espécie estudada, por populações humanas tradicionais.

3. Métodos

3.1. Área de estudo

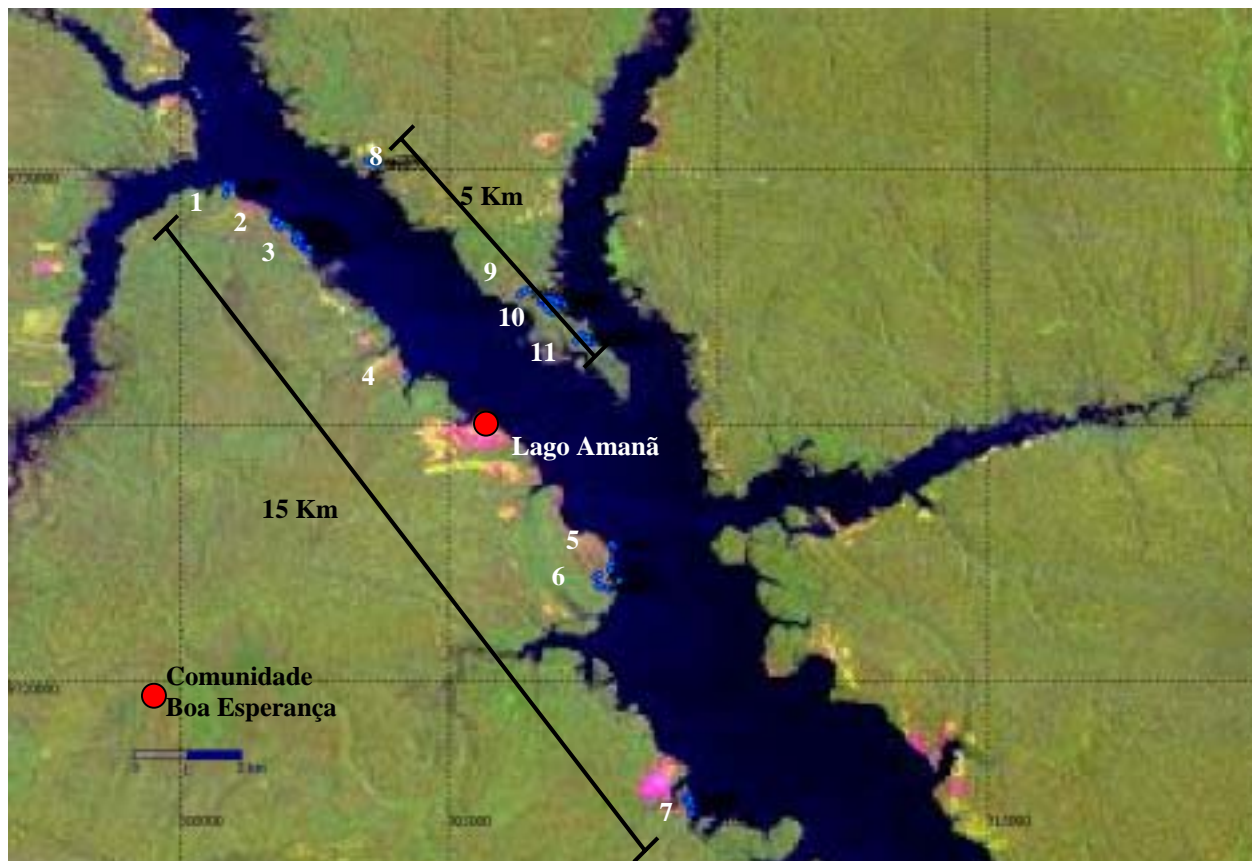
Idem ao Capítulo I.

3.2. Biologia da espécie

Idem ao Capítulo I.

3.3. Desenho amostral

Às margens do Lago Amanã, área de Igapó raramente alagável, indivíduos adultos de andiroba (diâmetro na altura do peito acima de 20 cm) haviam sido georefenciados, plaqueteados e mapeados anteriormente em um trabalho de censo. Neste censo foram registrados 217 indivíduos adultos de andiroba. Usou-se uma tabela de números aleatórios (Rohlf & Sokal 1981) para sortear os indivíduos adultos a serem usados no estudo, considerando somente aqueles que tivessem uma distância mínima um do outro de 50 m. Nestas condições, 42 indivíduos adultos de andiroba foram marcados para este estudo, distribuídos em 11 áreas de aproximadamente 500 m de extensão, ao longo de 15 Km acompanhando a margem direita do lago (até 300 m para dentro da floresta) e ao longo de 5 Km da margem esquerda do lago (Figura 1).



Exemplo: Área 7

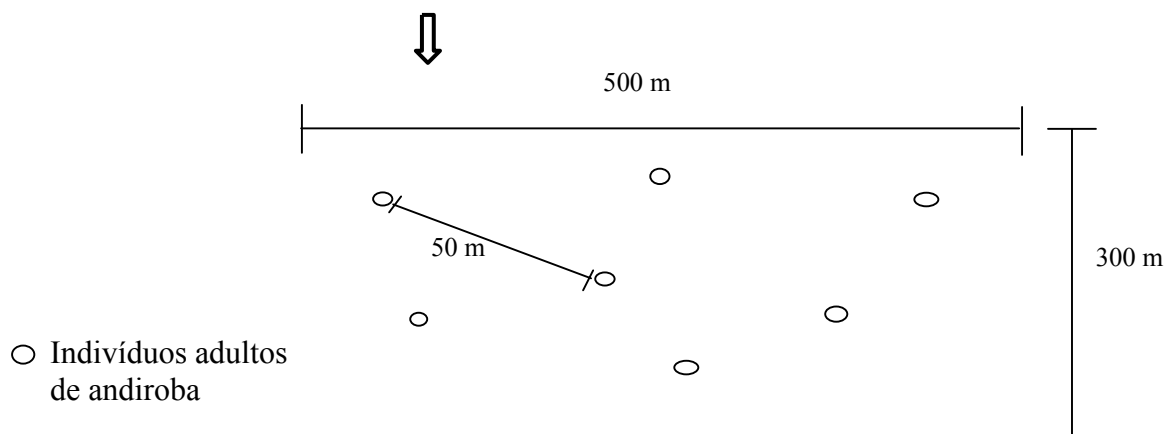


Figura 1. Localização dos indivíduos adultos amostrados ao longo das margens do Lago Amanã, RDSA. Cada número em branco na imagem de satélite representa uma área de indivíduos. No exemplo acima, um desenho aproximado de cada uma dessas áreas, com os indivíduos adultos de andiroba.

3.4. Produção de frutos e sementes

A estimativa da produção de frutos e sementes dos anos de 2004 e 2005 foi feita embaixo da copa de cada um dos 42 indivíduos marcados nas 11 áreas. Foi utilizada a metodologia descrita por Mchargue & Hartshorn (1983) e utilizada depois por Forget (1996), contando-se o número de sementes pela impressão que estas fazem em cada valva do fruto (Figura 2). As valvas permanecem debaixo ou nas proximidades da árvore parental após a queda do fruto (normalmente as sementes se desprendem destas) facilitando a coleta das valvas e a contagem das impressões das sementes. A quantificação dos frutos foi feita reencaixando as valvas que pertenciam ao mesmo fruto, caso não fosse encontrada uma ou duas valvas do mesmo fruto, estas eram estimadas com base no tamanho das valvas presentes. Foram contadas todas as valvas encontradas debaixo das copas das árvores de andiroba.

Para o ano de 2004, a contagem foi feita apenas no período final de queda dos frutos, nos últimos dias de julho, mas obtendo-se a produção de todo período de frutificação, já que a permanência das valvas por um bom tempo embaixo da árvore parental permite isso. Já no ano de 2005, para se ter além da estimativa de produção, a variação desta durante a fase de dispersão dos frutos, as contagens foram feitas a cada 15 dias, durante a época de queda dos propágulos, de março a julho de 2005.

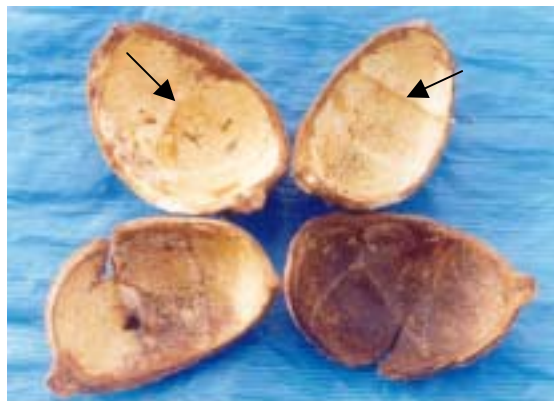


Figura 2. Valvas de um fruto de *C. guianensis* mostrando (→) as marcações das sementes nas valvas.

3.5. Registro das características morfológicas de *Carapa guianensis*.

Diâmetro na altura do peito

Todos os 42 indivíduos de *Carapa guianensis* foram medidos com uma fita diamétrica na altura do peito para se obter os valores de diâmetro. Nas árvores com sapopemas (raízes tabulares), o DAP foi medido aproximadamente 1m acima dessas estruturas.

Área da copa

Os 42 indivíduos de andiroba monitorados para a produção de frutos e sementes tiveram sua copa medida. A partir do centro da árvore, oito raios foram medidos, para acompanhar as irregularidades da copa (Figura 3). Uma trena foi presa na parte central da árvore e esticada até a projeção do raio da copa no solo. A média dos oito raios foi utilizada para estimar a área da copa das árvores (que foi utilizada nas análises estatísticas) através da fórmula de área de uma circunferência, $\pi.r^2$ ($\pi = 3,14$; r = média dos raios).

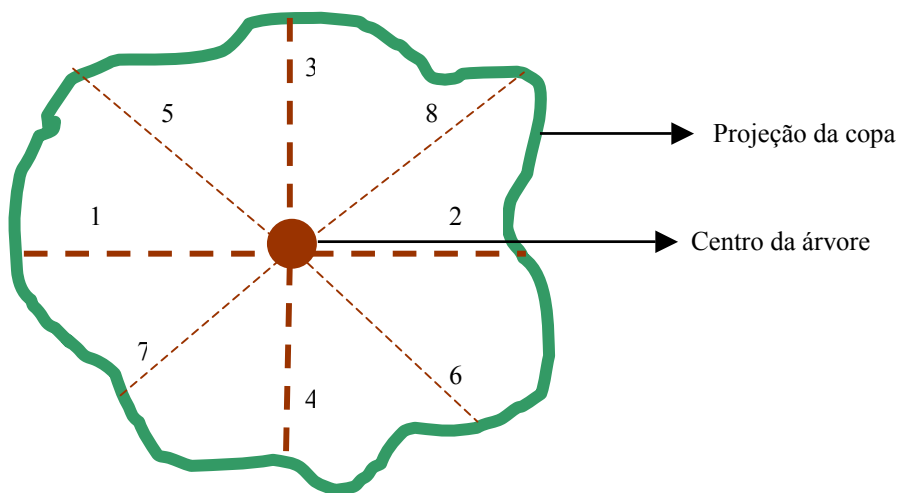


Figura 3. Diagrama das medidas dos oito raios através da projeção da copa.

3.6. Registro dos componentes de estrutura da floresta

3.6.1. Profundidade do Folhiço

Idem capítulo I.

3.6.2. Abundância de troncos mortos no chão

Idem capítulo I.

3.6.3. Abundância de árvores

Idem capítulo I.

3.7. Análises dos dados

Foram calculadas as estatísticas descritivas (mínimo, máximo, média) para as variáveis em estudo. Análises de correlação simples através do programa Systat 8.0 (Wilkinson 1998) foram usadas para verificar se a produção de frutos e sementes estava relacionada com o tamanho (diâmetro à altura do peito e área da copa) dos indivíduos.

Uma análise de Regressão múltipla linear através do programa Systat 8.0 (Wilkinson 1998) foi utilizada para avaliar se havia efeito dos componentes de estrutura da floresta (média da profundidade do folhiço, abundância de troncos mortos no chão e abundância de árvores de outras espécies acima de 10 cm de DAP) na produção de sementes de andiroba, seguindo os modelos abaixo:

Modelos:

- 1) número de sementes produzidas em 2004 = constante + média da profundidade do folhiço + abundância de troncos mortos no chão + abundância de árvores de outras espécies.
- 2) número de sementes produzidas em 2005 = constante + média da profundidade do folhiço + abundância de troncos mortos no chão + abundância de árvores de outras espécies.

4. Resultados

A produção de frutos e sementes de andiroba variou significativamente entre os dois anos estudados (para os frutos: ANOVA, $F = 8.237$, $P = 0.005$; para as sementes: ANOVA, $F = 8.001$, $P = 0.006$). No ano de 2004, os 42 indivíduos de andiroba produziram 89 frutos, o que equivalem a 861 sementes. A média de produção por árvore foi de 2 frutos ou 20,5 sementes. Desses indivíduos amostrados, 17 (40,5 %) não produziram frutos e 25 (59,5 %) tiveram uma produção variando de 1 a 9 frutos (8 a 125 sementes).

De março a agosto de 2005, os 42 indivíduos de *Carapa guianensis*, monitorados quinzenalmente, produziram 1.030 frutos maduros, correspondendo a 9.165 sementes, com média de produção de 24,5 frutos ou 218 sementes por árvore (ou ainda 7 Kg de sementes por árvore, sendo a estimativa feita a partir das informações sobre dados de peso de semente de *C. guianensis* de Ferraz et al. (2002)). Dez indivíduos (24 %) não tiveram produção neste ano, enquanto os outros 32 (76 %) variaram a produção de 1 a 259 frutos ou de 4 a 2.382 sementes. Das árvores amostradas, 55 % frutificaram nos dois anos de estudo e 19 % em nenhum dos dois anos (Tabela 1). Os frutos quantificados eram formados de 2 a 4 valvas, contendo em média 9 sementes por fruto.

O pico de queda dos frutos em 2005 ocorreu da segunda quinzena de abril até final de junho (Figura 4). O tempo de dispersão dos frutos entre indivíduos variou um pouco, com indivíduos liberando todos os frutos nas primeiras quinzenas e outros já para a metade e final do período total de dispersão (março a agosto) (Figura 5). A duração do tempo médio de dispersão dos frutos por árvore foi de 2,5 meses.

Tabela 1. Distribuição da produção de frutos e sementes de *Carapa guianensis* por indivíduo amostrado durante os dois anos de estudo na RDS Amanã, AM.

Indivíduo	DAP	Produção 2004		Produção 2005	
		Nº Frutos	Nº Sementes	Nº Frutos	Nº Sementes
1	40	8	87	259	2382
2	53	5	57	199	1708
3	60	3	31	84	742
4	47	3	29	71	548
5	54	5	28	50	467
6	31,4	2	26	38	365
7	36,5	3	25	40	360
8	63	3	29	30	308
9	60	0	0	29	266
10	70,2	1	16	33	232
11	65	9	125	23	223
12	33,2	2	24	22	195
13	38,7	0	0	18	172
14	39,7	2	30	15	154
15	50	0	0	14	142
16	46	6	43	13	122
17	30,5	0	0	14	121
18	30,2	2	18	14	120
19	56	5	60	12	117
20	31,1	0	0	11	112
21	60	1	12	8	61
22	40	5	26	9	60
23	50	4	30	5	35
24	26,5	3	26	5	34
25	50	2	19	3	30
26	48	7	47	2	26
27	44	0	0	2	16
28	31,6	2	17	2	13
29	70	0	0	1	11
30	35,5	0	0	1	10
31	63	4	32	2	9
32	42	0	0	1	4
33	52,8	0	0	0	0
34	48,5	0	0	0	0
35	31,4	0	0	0	0
36	28,1	0	0	0	0
37	44	1	8	0	0
38	57	0	0	0	0
39	45	0	0	0	0
40	32	0	0	0	0
41	30	0	0	0	0
42	41	1	16	0	0
	Total	89	861	1.030	9.165

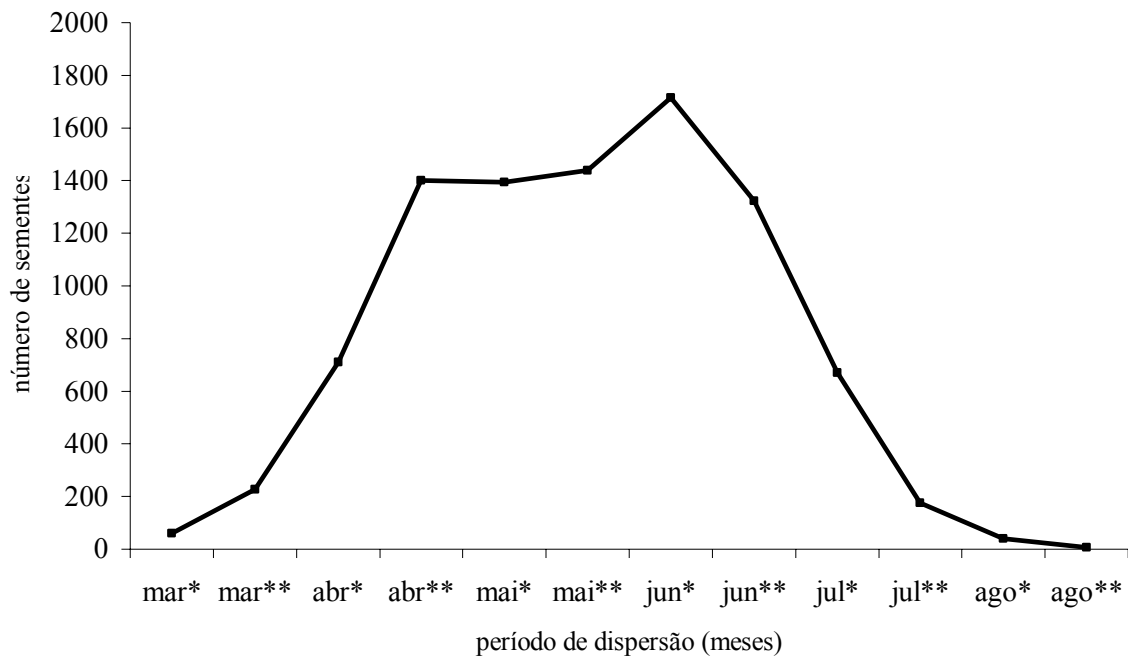


Figura 4. Distribuição da queda de sementes de *Carapa guianensis* (média para 42 adultos) ao longo do tempo de dispersão (* = início do mês; ** = metade do mês), em 2005 na RDS Amanã, AM

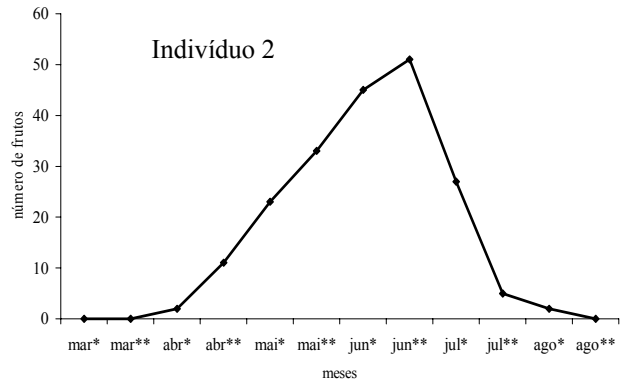
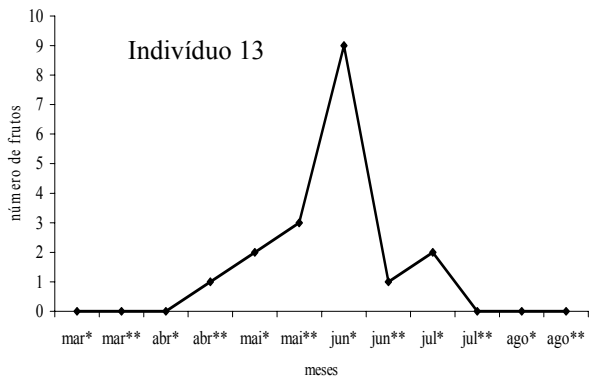
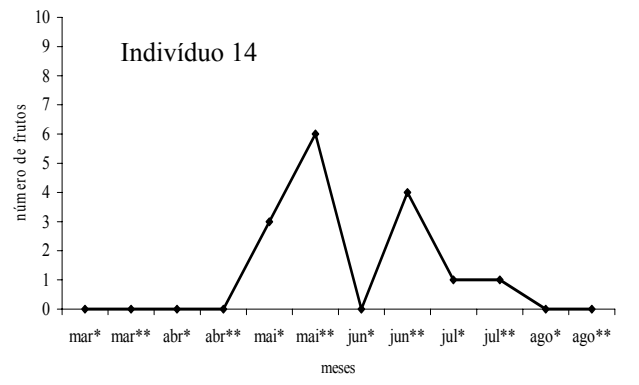
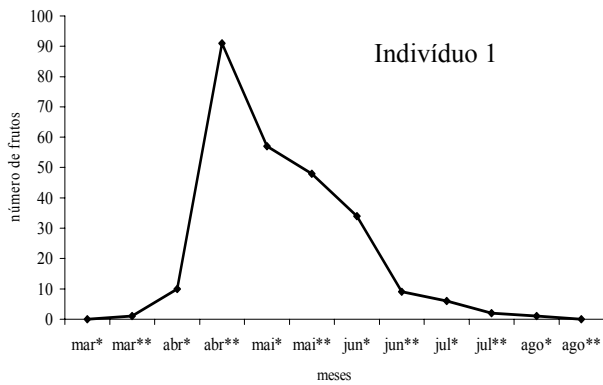
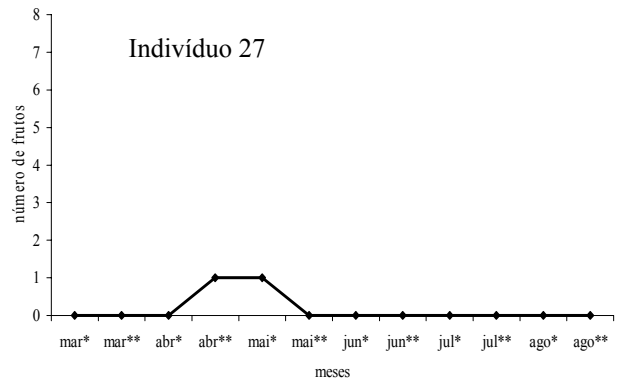
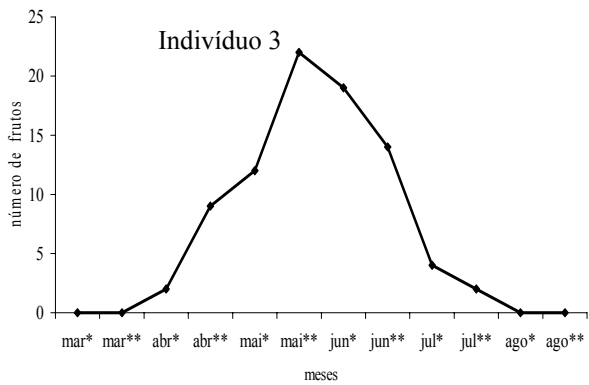
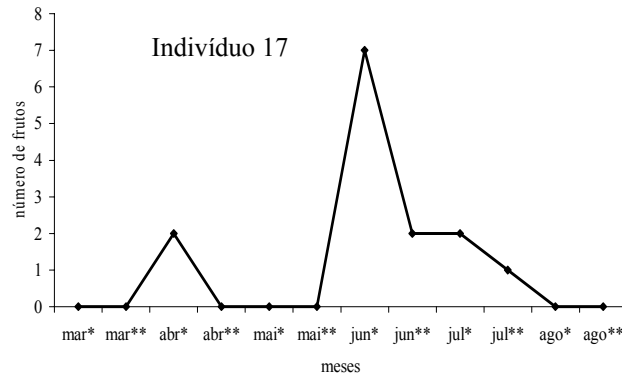
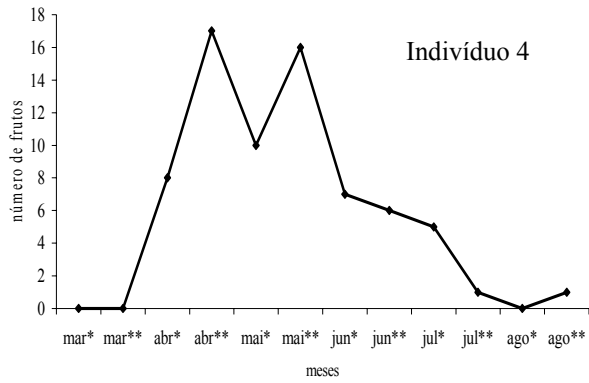


Figura 5. Exemplo para os 13 indivíduos (os mesmos do experimento de sobrevivência de sementes do Capítulo I) da variação no tempo de dispersão primária (queda) dos frutos de *Carapa guianensis* na RDS Amanã, AM.

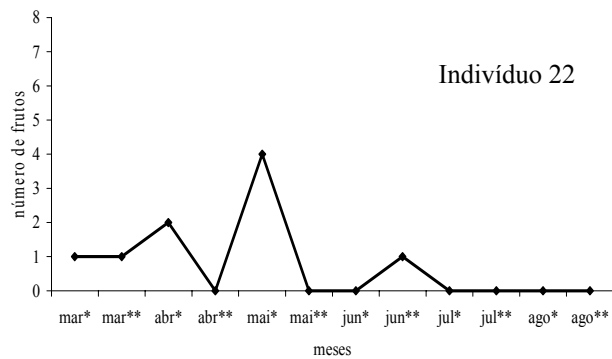
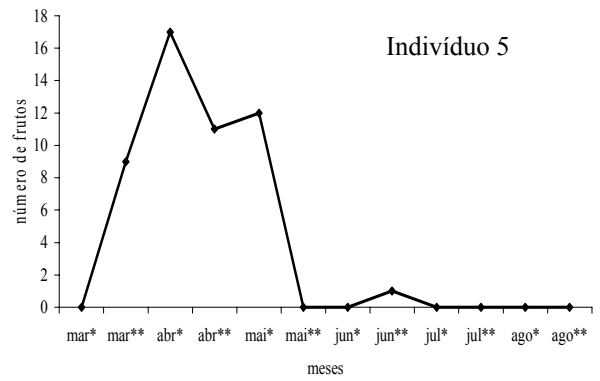
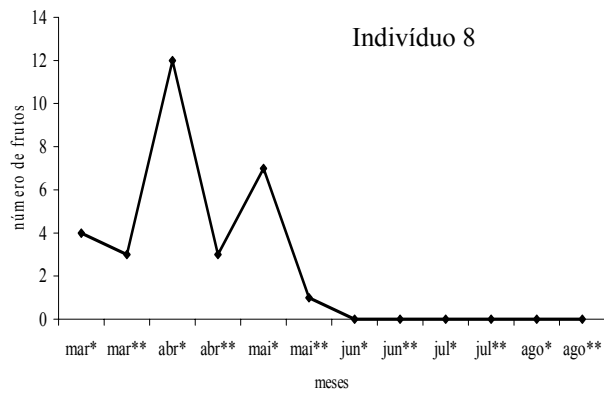
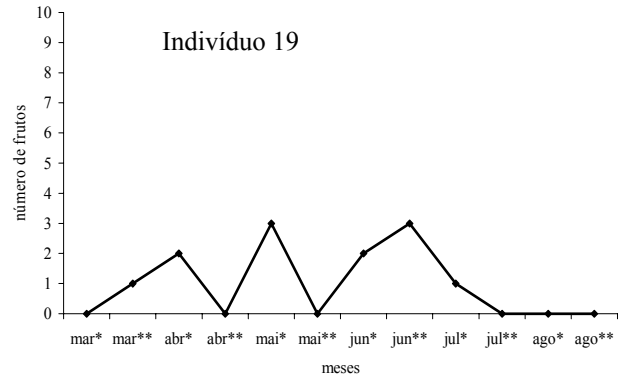
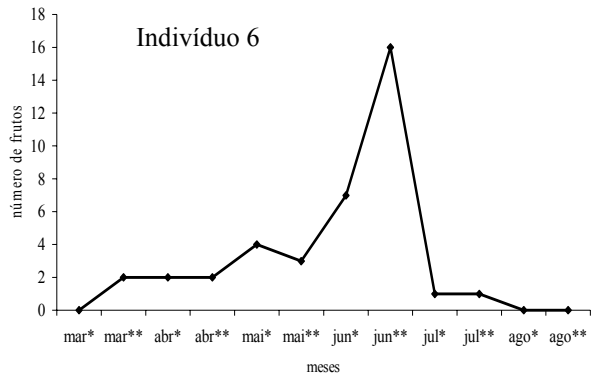


Figura 5 (Continuação). Exemplo para os 13 indivíduos (os mesmos do experimento de sobrevivência de sementes do Capítulo I) da variação no tempo de dispersão primária (queda) dos frutos de *Carapa guianensis* na RDS Amanã, AM.

4.1. Características morfológicas de *Carapa guianensis* e correlação com produção

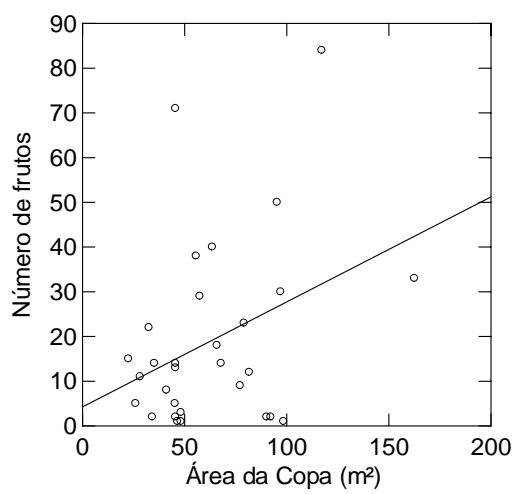
O Diâmetro na Altura do Peito (DAP) dos indivíduos adultos de andiroba variou de 26,5 a 70,2 cm ($n = 42$), e o DAP médio alcançou 45,4 cm.

A média dos oito raios da copa dos indivíduos de andiroba foi de 4,4 m, variando de 2,68 m até 6,35 m. A área da copa atingiu no mínimo 22,5 m² e máximo de 162,6 m², com média de 65 m² ($n = 42$).

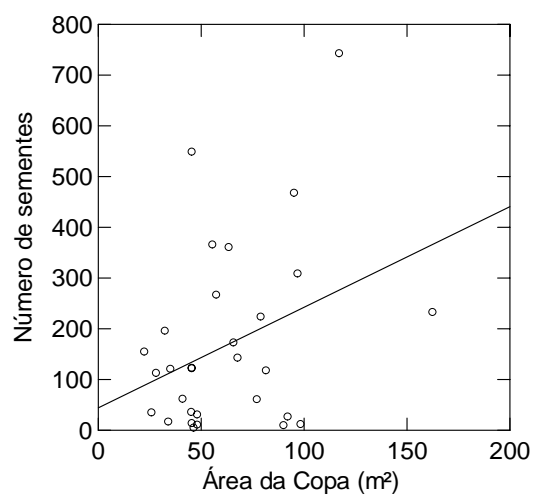
Não houve correlação significativa entre o total de frutos e sementes produzidos em 2004 e 2005 e o tamanho das árvores (DAP e área de copa), mas observou-se uma tendência (marginalmente significativa no ano de 2005) de que quanto maior a área de copa da andiroba, maior a quantidade de frutos ou sementes produzidas (Figura 6).

4.2. Produção de sementes de *Carapa guianensis* e os componentes de estrutura da floresta

A produção de sementes de *C. guianensis* não foi influenciada pela heterogeneidade ambiental da floresta em nenhum dos dois anos estudados (para 2004, profundidade do folhiço, regressão linear múltipla, $R^2 = 0.067$, $N = 42$, $T = -1.217$, $p = 0.231$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $R^2 = 0.067$, $N = 42$, $T = -0.603$, $p = 0.550$; troncos no chão $R^2 = 0.067$, $N = 42$, $T = 0.340$, $p = 0.736$; para 2005, profundidade do folhiço, $R^2 = 0.029$, $N = 42$, $T = -0.994$, $p = 0.326$; abundância de árvores > 10 cm DAP, $R^2 = 0.029$, $N = 42$, $T = 0.224$, $p = 0.824$; troncos no chão, $R^2 = 0.029$, $N = 42$, $T = -0.790$, $p = 0.434$).



$r = 0.355$
 $p = 0,054$



$r = 0.345$
 $p = 0,062$

Figura 6. Relação entre área de copa e número de frutos e sementes de *C. guianensis* produzidos na RDS Amanã.

5. Discussão

Em florestas tropicais, a produção de sementes pode se manifestar em diferentes padrões fenológicos: 1) espécies que produzem anualmente ou a intervalos regulares; 2) as que apresentam longos períodos sem produção entre os anos produtivos e 3) aquelas em que ocorrem anos de picos de produção, seguidos de períodos com produção irregular (Jesus & Pina-Rodrigues 1991).

Apesar da produção de frutos de andiroba ter sido acompanhada por apenas dois anos neste estudo, provavelmente esta espécie esteja enquadrada no terceiro tipo de produção citada acima, já que produziu poucos frutos no primeiro ano, seguido de outro ano com uma produção bem maior. Além disso, pessoas que vivem na área da reserva comentam que a andiroba “dá todo ano, mas tem ano que ela dá mais”. Um padrão irregular de reprodução, principalmente a produção de frutos a certos intervalos de tempo (plurianual), tem sido observado para grande parte das árvores das florestas de terra-firme da Amazônia (Alencar et al. 1979; Mori & Prance 1987; Peres 1994; Alencar 1998).

Houve uma variação significativa na produção de sementes e frutos de *Carapa guianensis* entre anos amostrados, devido a diferenças no número de indivíduos frutificando e no número de sementes produzidas por indivíduo reprodutivo. Esta variação também foi encontrada em um estudo na Costa Rica com *Carapa guianensis* (MacHargue & Hartshorn 1983). Estes autores relataram que em alguns anos poucos indivíduos da população tiveram produção, enquanto em outros anos todos os indivíduos adultos produziram frutos. Neste último caso, apenas dois indivíduos amostrados produziram um total de 6.052 sementes, diferente deste estudo onde no ano de maior produção (2005), os 32 indivíduos que produziram, totalizaram 9.165 sementes.

Em outro estudo na Guiana Francesa (Forget 1996) com outra espécie de andiroba, *Carapa procera*, também foi encontrada essa grande variação. De 20 indivíduos amostrados,

55% frutificaram no primeiro ano, 90% no segundo e 65% no terceiro ano. Apenas 40% dos indivíduos frutificaram nos três anos de estudo, enquanto que na RDS Amanã 55% frutificaram nos dois anos.

Em se tratando de uma espécie que ocasionalmente apresenta anos de pico de produção (comportamento de “masting”), Janzen (1971) defende a hipótese de que esta seria uma estratégia de escape de predadores, na qual a produção abundante de frutos saciaria o predador, permitindo que alguns escapassem da predação, aumentando a probabilidade de dispersão das sementes (Norton & Kelly 1988).

Os anos sem produção de sementes podem ser resultantes da necessidade da espécie em alocar recursos para o crescimento vegetativo (Janzen 1983). Isto pode estar acontecendo com os indivíduos de andiroba que não produziram sementes em algum dos dois anos, podendo ser uma estratégia da planta em minimizar suprimentos e gastos energéticos, já que a planta deve gastar muita energia para produzir as grandes sementes de andiroba.

Os frutos encontrados de *Carapa guianensis* variaram em número de valvas de 2 a 4, sendo a maioria compostos de 4 valvas. Ferraz et al. (2002) descreve a formação dos frutos de 4-6 valvas e MacHargue & Hartshorn (1983) somente em 4 valvas.

A média de nove sementes por fruto de *Carapa guianensis* neste estudo foi diferente dos registros citados para outras localidades. No estudo com sementes coletadas ao norte de Manaus, foi encontrada uma média de 11 sementes por fruto (Ferraz et al. 2002), na Costa Rica de 6 a 7 sementes (MacHargue & Hartshorn 1983) e no Panamá média de 7 a 8 sementes por fruto (Smith 1965). Essas diferenças parecem ser devido ao tamanho e peso das sementes que podem variar entre diferentes ambientes tropicais.

A época de dispersão dos frutos ocorreu de março a agosto. Esse dado é corroborado com o da região de Manaus, segundo Ferraz et al. (2002), mas diferente para a região do Pará que pode ocorrer de janeiro a abril (Shanley et al. 1998) e da Costa Rica que ocorre apenas em maio (MacHargue & Hartshorn 1983). O pico da queda dos frutos no presente estudo foi em

junho, nenhum dado foi encontrado sobre isso para *Carapa guianensis*, apenas para *Carapa procera* na Guiana Francesa, com pico de dispersão de abril a maio (Forget 1996).

No estudo de Forget (1996) também não foi encontrada correlação significativa entre o DAP da árvore de andiroba e sua produção. Em florestas dominadas por *Carapa guianensis* no norte da Costa Rica, o diâmetro (DAP) mínimo para reprodução desta espécie é de aproximadamente 40 cm e máximo de 2 m, entretanto, 50% do total de sementes produzidas na área pertenciam aos indivíduos entre 40-60 cm de DAP (McHargue & Hartshorn 1983 apud Guariguata & Pinard 1998). Isso indica que os indivíduos maiores podem não ser, necessariamente, os melhores produtores de sementes.

A produção de frutos e sementes viáveis de espécies arbóreas tropicais tem sido relacionada ao comportamento de predadores e dispersores e a fatores ambientais como a quantidade de água, luz, CO₂ e minerais (van Schaik et al. 1993).

Locais com maior profundidade do folhiço e abundância de troncos mortos caídos no chão podem favorecer um maior “input” de nutrientes provenientes da reciclagem deste material em decomposição, tornando alguns lugares mais propícios que outros para a produção de frutos. Já em locais com maior abundância de árvores, a competição por água e nutrientes entre elas pode estar diminuindo a produção de frutos dessas árvores.

Contudo, nesse estudo, a produção de sementes de *C. guianensis* nos dois anos registrados, não esteve relacionada com a profundidade do folhiço, abundância de troncos mortos no chão e nem abundância de árvores de outras espécies.

O fato de não haver correlação significativa entre o tamanho do indivíduo e os fatores ambientais aqui analisados com a produção de frutos e sementes de andiroba, pode indicar que outras características do ambiente onde a planta se encontra (como quantidade de luz incidente na copa) ou próprias do sistema reprodutivo da espécie é que determinam a sua capacidade produtiva. Além disso, há organismos que se alimentam de frutos e sementes, predando-os antes de abandonarem a planta mãe (predação pré-dispersão) (Maron & Gardner

2000), diminuindo a produção viável da planta antes mesmo de ser dispersa. Foi observada muita predação de frutos ainda imaturos (jovens ou já bem desenvolvidos) por psitacídeos nos indivíduos de *Carapa guianensis* na área de estudo na RDS Amanã (obs. pess.). Estudos ainda precisam ser realizados para avaliar o impacto de fatores ambientais e ecológicos na sobrevivência pré-dispersão de frutos e sementes da andiroba na Amazônia.

IMPLICAÇÕES PARA O USO E MANEJO DO RECURSO

Em um ano de baixa produção como foi 2004, as 861 sementes produzidas (27,5 Kg), dariam aproximadamente 5,5 Kg de óleo (segundo dados de rendimento de mini-usinas de extração de óleo em funcionamento). Considerando os 217 indivíduos levantados no senso na área da comunidade, o total de sementes seria de 142 Kg ou 31 litros de óleo de andiroba. Já no ano de 2005, as 9.165 sementes (293,3 Kg) forneceriam em torno de 58,6 Kg (64,4 lts) de óleo, que extrapolando para a população inteira, poderiam ser produzidos 330 litros de óleo de andiroba na área da Comunidade de Boa Esperança.

No entanto, na prática esses números seriam menores, pois seria difícil para os comunitários estarem coletando regularmente na mata, em todos os locais potenciais e antes que grande parte dessas sementes sejam predadas ou removidas por animais sob as árvores. Além disso, existe a variação espacial e temporal na regeneração da espécie (como mostrado nesse estudo), e coletar todas as sementes afetaria esse processo.

De qualquer forma, o potencial da área para extração de sementes torna-se ainda impreciso em relação a essa variação na produção de frutos da espécie. Recomenda-se a continuação dos estudos para melhor compreensão das estratégias e periodicidade reprodutiva de *Carapa guianensis*.

Em relação a produção do óleo, devido às flutuações na produção de sementes da própria espécie na área da comunidade Boa Esperança (RDS Amanã), algumas alternativas devem ser tomadas para tentar manter um mínimo constante de produção de óleo anualmente, como aumentar a área de coleta das sementes para áreas de comunidades vizinhas, envolvendo outras comunidades no processo, o que já ocorreu no ano de 2005 (Mellinger 2005), quando as sementes foram coletadas em áreas da Comunidade Boa Esperança diferentes deste estudo e também em outras comunidades. Outra forma seria o incentivo à

plantação de árvores de andiroba junto aos sistemas agroflorestais circunvizinhos à comunidade (localmente denominados de sítios).

Considerando o potencial de 330 litros de óleo produzidos (o que seria pouco provável de se conseguir), seria muito mais vantajoso comercializar o óleo ao valor mínimo de R\$ 15,00 o litro do que usá-lo para geração de energia, já que esta quantidade só daria para abastecer 20 dias no ano o gerador da comunidade, que fica ligado apenas 4 horas por dia e gasta cerca de 4 litros de diesel por hora (Mellinger 2005).

A coleta de sementes pela população local para extração do óleo de andiroba pode ter grandes impactos na fauna dependente desse recurso já que há uma grande utilização das sementes por estes animais.

Há a necessidade de estudos complementares de longa duração para realmente melhor compreender a dinâmica das populações de andiroba e suas relações com a comunidade como um todo, incluindo estudos fenológicos, onde se terá a disponibilidade de recursos total na área e sua variação no tempo. De qualquer forma é importante manter a diversidade e abundância local de árvores para que sempre haja uma grande quantidade de espécies frutificando na área, saciando a fauna e mantendo também a regeneração natural da andiroba. Por isso, qualquer estratégia de coleta precisa levar em conta estes dois fatores e não pode ser tomada isoladamente.

Áreas de igapó são áreas de uso para retirada de madeira para benfeitorias e lenha. A envira é uma das principais espécies na área para retirada de lenha para fabricação da farinha (principal atividade econômica da comunidade). Se a envira é uma espécie importante para a dinâmica de regeneração de *C. guianensis*, então o manejo da andiroba passa também pelo manejo madeireiro da envira para que não haja diminuição da abundância local desta espécie.

O enriquecimento com espécies da própria área de ocorrência da andiroba, em que os frutos e/ou sementes são fonte de alimento para vertebrados predadores na mesma época em que há a frutificação da andiroba, pode ser, a longo prazo, uma boa estratégia de manejo,

visando um aumento no recurso alimentar para os predadores e conseqüentemente aumento de frutos de andiroba disponíveis.

A coleta de qualquer recurso natural pode ser controlada por uma cota ou pelo controle do esforço de coleta. No primeiro caso, utilizar uma proporção de coleta é mais interessante do que um número constante, pois força os manejadores a quantificar cada ano a população a ser coletada e assim ajustar a proporção de coleta de acordo com a estimativa da densidade, que pode variar entre anos. No segundo caso, o controle do esforço de coleta pode ser feito regulando o período de coleta ou limitando o número de pessoas coletoras na população (Caughley & Sinclair 1994).

Considerando as três formas de manejo de coleta de sementes propostas por Mellinger et al. (2005) que consiste em: 1) alternância de áreas entre anos, 2) alternância de meses no mesmo ano e 3) ajustes na porcentagem de coleta, acredita-se que a segunda e terceira forma sejam mais interessantes para a área de estudo. A primeira maneira de manejo não funcionaria muito bem pela irregularidade da produção da espécie. Como os indivíduos não produzem regularmente, poderia estar se dividindo áreas que eventualmente não tivessem nem frutos para coletar quando fosse o ano de coleta desta área.

Na segunda forma, alternância de meses, poderia se coletar a partir da metade de abril (quando já há uma quantidade maior de sementes para a coleta) até final de maio, onde a disponibilidade de frutos de outra espécie (no caso a envira) parece estar sendo uma importante fonte de alimento para roedores. A partir de junho que foi o pico de frutificação da espécie na área, mas o momento também de uma remoção mais acentuada por vertebrados, as coletas seriam interrompidas para poder saciar os animais e permitir que estes possam remover as sementes e enterrá-las em outros lugares possíveis para o estabelecimento de novas plantas. Em julho, a coleta de sementes remanescentes sob a copa da árvore mãe, seria retomada, com o cuidado de não coletar sementes que já estejam começando a germinar.

A terceira forma (porcentagem de coleta) pode ser também utilizada, desde que haja muita organização e interesse dos coletores, já que as sementes ou árvores que não fossem coletadas teriam que ter algum tipo de marcação, para que o que foi deixado de coletar por um não se torne objeto de coleta por outro logo no dia seguinte. Ou se organiza distâncias no tempo de coleta para dar tempo da maior parte da porcentagem das sementes deixadas por um coletor na mata ser usufruída pelos animais (e a distância de uma semana entre coletas pode ser interessante) e então um próximo coletor que for na mesma árvore coletar uma semana depois esteja realmente coletando uma porcentagem das sementes novas que caíram e não daquelas deixadas pelo coletor anterior. Como em maio a porcentagem de remoção ou predação por insetos embaixo da árvore-mãe foi de 25 % das sementes, os coletores poderiam estar coletando 75 % das sementes. Já em junho, como a remoção e predação já alcançavam 90 %, neste mês apenas 10 % das sementes poderiam ser coletadas.

Essas recomendações são baseadas nas informações geradas neste estudo, além de estudos disponíveis na literatura sobre a teoria de colheita (Harvest Theory), mas que podem sofrer mudanças ao longo do tempo, com estudos mais aprofundados e através do monitoramento de coleta, de regeneração da espécie e de abundância da fauna dependente, para que sejam feitos os ajustes necessários de coleta se as populações inter-relacionadas começarem a sofrer um impacto maior.

Portanto, a longo prazo, os resultados dos experimentos feitos e monitorados entre as comunidades ribeirinhas e as instituições científicas é que vão determinar se o manejo ecológico-econômico da andiroba será adequado para as populações dessa espécie na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, J. C.; Almeida, R. A. & Fernandes, N. P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica 9(1): 163-198.**
- Alencar, J. C. 1998. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Amazônia Central. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (Eds.) Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo. Ministério da Ciência e Tecnologia e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, Brasil. p 25-40.
- Ashton, P. S. 1989. Species richness in tropical forests. In: Holm-Nielsen L. B, Nielsen I. C. & Balslev, H. (Eds.), **Tropical forest: Botanical dynamics, speciation and diversity**, Academic Press, London, 239-251.
- Aublet, F. 1775. Historie des plantes de la Guiane Francaise. **Supl. J. Cramer, Germany, 1: 32-34.**
- Augspurger, C. K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology 71: 759-771.**
- Augspurger, C. K. & Kelly, C. K. 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions. **Oecologia 61: 211-217.**
- Bena, P. 1960. *Carapa guianensis* Aubl. In: **Essences forestières de Guyane**. Imprimerie Nationale, Paris. 228-231.
- Boufleuer, N. T. 2004. Aspectos ecológicos de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., Meliaceae), como subsídio ao manejo e conservação. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC.

- Castilho, C. V. 2000. Efeitos de componentes da heterogeneidade micro-espacial da floresta na sobrevivência de sementes e plântulas de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae). **Dissertação de Mestrado**. INPA, Manaus. 104 p.
- Caughley, G. & Sinclair, A. R. E. 1994. Wildlife Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications. 305p.
- Chapman, C. A.; Chapman, L. J.; Waghman, R., Hunt, K.; Gebo, D.; Gardner, L. 1992. Estimators of fruit abundance of tropical trees. **Biotropica** **24**, 527-531.
- Cintra, R. 1997a. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology** **13**:641-658.
- Cintra, R. 1997b. Leaf litter effects on seed and seedling predation of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology** **13**: 709-725.
- Cintra, R. 1998. Sobrevivência pós-dispersão de sementes e plântulas de três espécies de palmeiras em relação à presença de objetos naturais na Floresta Amazônica. Pp. 83 – 98. In: Gascon, C.; Montinho, P. (eds.), **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. INPA, Manaus, 373p.
- Cintra, R. & Terborgh, J. 2000. Forest microspatial heterogeneity and seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in an Amazonian forest. **Ecotropica** **6**: 77-88.
- Cintra, R.; Ximenes, A. de C.; Gondim, F. R. & Kropf, M. S. 2005. Forest Spatial heterogeneity and palm richness, abundance and community composition in Terra Firme Forest, Central Amazon. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(1): 75-84.
- Clark, D. B. 1990. The role of disturbance in the regeneration of neotropical moist forests. Pp. 291-315 in K. S. Bawa & M. Hadley (eds.), **Reproductive ecology of tropical forest plants**. UNESCO, Paris.

- Clark, D. B.; Clark, D. A. 1987. Population ecology and microhabitat distribution of *Dipteryx panamensis*, a neotropical rain forest emergent tree. **Biotropica** **19(3): 236-244.**
- Clark, D. B.; Clark, D. A. & Read, J. M. 1989. The role of physical damage in the seedling mortality regime of a neotropical rain forest. **Oikos** **55 (2): 225-230.**
- Clark, D. B.; Clark, D. A. & Rich, P. M. 1993. Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain forest. **Biotropica** **25(4): 397-407.**
- Clark, D. B.; Clark, D. A. & Read, J. M. 1998. Edaphic variation and mesoscale distribution of tree species in a neotropical rainforest. **J. Ecol** **86: 101-112.**
- Connell, J. H. 1971. On the role natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: den Boer, P. J. & Gradwell, G. R. (Eds.), **Dynamics of populaions**. Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, The Netherlands, 298-310.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Connell, J. H. & Slatyer, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist** **111: 1119-2117.**
- Christie, D. A. & Armesto, J. J. 2003. Regeneration microsites and tree species coexistence in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. **Journal of Ecology** **91: 776-784.**
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical forest trees. **Biotropica** **12 (suppl.): 47-55.**
- Denslow, J. S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**. **18: 431-451.**
- Denslow, J.; Newell, E. & Ellison, A. M. 1991. The effects of understorey palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. **Biotropica** **23: 225-234.**

- De Steven, D. 1991. Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession: seedling survival and growth. **Ecology** **72**: 1076-1088.
- De Steven, D. & Putz, F. E. 1984. Impact of mammals on early recruitment of a tropical canopy tree (*Dipteryx panamensis*). **Oikos** **43**: 207-216.
- Facelli, J. M. & Pickett, S. T. A. 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **Botanical Review** **57**: 1-32.
- Fenner, M. 1987. Seedlings. **New Phytologist** **106**: 35-47.
- 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. 1990. Seed dispersal of *Vouacapoua Americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** **6**: 459-468.
- Forget, P.M. 1992. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). **Biotropica** **24**(3): 408-414.
- Forget, P. M. 1993. Post-dispersal predation and scatterhoarding of *Dipteryx panamensis* (Papilionaceae) seeds by rodents in Panama. **Oecologia** **94**: 255-261.
- Forget, P. M. 1996. Removal of seeds *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 rainforest in French Guiana. **Journal of Ecology** **85**: 693-703.
- Forget, P. M.; Mercier, F. & Collinet, F. 1999. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** **13**: 301-313.

- Fowler, N. L. 1988. What is a safe site? Neighbor, litter, germination date, and patch effects. **Ecology**, **69** (4): 209-227.
- Gardner, G. 1977. The reproductive capacity of *Fraxinus excelsior* on the derbyshire limestone. **J. Ecol** **65**: 107-118.
- Gascon, C. & Moutinho, P. 1998. Síntese. **In: Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. INPA. 373 p.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biol. Rev.** **52**: 107-145.
- Guariguata, M. R. & Pinard, M. A. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: implications for natural forest management. **Forest Ecology and Management** **112**: 87-99.
- Guzmán-Grajales, S. M. & Walker, L. R. 1991. Differential seedling responses to litter after hurricane Hugo in the Luquilo Experimental Forest, Puerto Rico. **Biotropica** **23**(4): 407-413.
- Harper, J. L. 1977. **Population biology of plants**. Academic Press. New York.
- 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.
- Herrera, C. M.; Jordano, P.; Soria, L. L. & Amat, J. A. 1994. Recruitment of mast-fruiting, bird dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. **Ecological Monographs** **64**(3): 315-344.
- Howe, H. F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** **13**: 201-28.
- Howe, H. F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. **Journal of Tropical Ecology** **6**: 259-280.

- Howe, H. F.; Schupp, E. W. & Westley, L. C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). **Ecology** **66**: 781-791.
- Hubbell, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science** **203**: 1299-1309.
- Hubbell, S. P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forest. **Oikos** **35**: 214-229.
- Hubbell, S. P.; Foster, R. B.; O'Brien, S. T.; Harms, K. E.; Condit, R.; Wechsler, B.; Wright, S. J. & Loo de Lao, S. 1999. Light-Gap Disturbances, Recruitment Limitation, and Tree Diversity in a Neotropical Forest. **Science** **283**: 554-557.
- Hulbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs** **54(2)**: 187-211.
- Hutchings, M. J. 1997. The structure of plant populations. In: Crawley, M. J. (ed.), **Plant ecology**. Blackwell Science **283**: 554-557.
- IPAAM - Instituto Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. Sociedade Civil Mamirauá – SCM, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA / MCT, Conselho Nacional de Des. Científico e Tecnológico – CNPq / MCT, Wildlife Conservation Society – WCS, Department for International Development - DFID – UK, União Européia – EU.de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas. 1997. Proposta de criação.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist** **104**: 501-528.
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics** **2**: 465-492.
- Janzen, D. H. 1983. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: Futuyma, D. J. & Slatkin, M. (Eds.) **Coevolution**. Sunderland: Sinauer Associates. 232-262.

- Janzen, D. H.; Miller, G. A.; Hackforth-Jones, J.; Pond, C. M.; Hooper, K. & Janos, D. P. 1976. Two Costa Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). **Ecology 57: 1068-1075.**
- Janzen, D. H.; Vázquez-Yanes, C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. In: Gómez-Pompa, A.; Whitmore, T. C. & Hadley, M. (Eds.). **Rain forest regeneration and management.** Man and Biosphere Series 6, UNESCO & The Parthenon Publishing Group, Paris. 137-157 p.
- Jesus, R. M. & Pina-Rodrigues, F. C. M. 1991. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais da Floresta Rio Doce S. A.: uma discussão dos resultados obtidos. In: **Simpósio Brasileiro de Tecnologia de sementes florestais, 2.** 1989. Atibaia. Anais... São Paulo: Instituto Florestal. 59-86.
- Kiltie, R. A. 1981. Distribution of palm fruits on a rain forest floor: Why White-lipped peccaries forage near objects. **Biotropica 13 (2): 141-145**
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo. **Edt. Plantarum , 368p.**
- Loureiro, A. A.; Silva, M. F. DA; Alencar, J. DA C. 1979. **Essências madeireiras da Amazônia.** INPA, Manaus, 2. Vol. 245 p.
- Luizão, F. J. & Schubart, O. R. 1987. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia 43: 259 – 265.**
- Maron, J.L. & Gardner, S. N. 2000. Consumer pressure, seed versus safe-site limitation, and plant population dynamics. **Oecologia 124: 260-269.**
- MacHargue, L. A.; Hartshorn, G. S. 1983. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. **Turrialba 33(4): 399-404.**

- Mellinger, L. L. & Richers, B. T. T. 2003. Projeto Óleos vegetais para geração de energia e valorização das oleaginosas na RDS Amanã, município de Maraã, AM. **Relatório Técnico Parcial**. Tefé (AM): IDSM/MME.
- Mellinger, L. L. 2005. Projeto Óleos Vegetais: Gordon Moore, junho a setembro de 2005. **Relatório Técnico**. Tefé (AM): IDSM.
- Mellinger, L.L.& Richers, B. T. T. 2005. Fenologia de espécies oleaginosas na RDS Amanã, Maraã (AM) – dados parciais. In: **56° Congresso Nacional de Botânica**. Curitiba (PR).
- Mellinger, L.L.; Richers, B.T.T.; Bento, M.P. & Meireles, T.M. 2005. **Óleos vegetais – da extração artesanal ao manejo sustentável**. Tefé (AM): IDSM.
- Molofsky, J. & Augspurger, K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. **Ecology** **73**: 68-77.
- Mori, S. A. & Prance, G. T. 1987. Species diversity, phenology, plant-animal interactions, and their correlation with climate, as illustrated by the Brazil nut family (Lecythidaceae). In: Dickinson, R. E. (Ed.). **The Geophytology of Amazonia**. John Wiley & Sons, New York. p. 69-89.
- Morris. D. 1962. The behavior of the green acouchi (*Myoprocta pratti*) with special reference to scatterhoarding. **Zoological Society of London Proceedings** **139**: 701-733.
- Myster, R.W.; Pickett, S. T. A. 1993. Effects of litter, distance, density and vegetation patch type on postdispersal tree seed predation in old fields. **Oikos** **66**: 381-388.
- Norton, D. A. & Kelly, D. 1988. Mast seeding over 33 years by *Cadryxlium cupressimum* Lamb. (Podocarpaceae) in New Zealand: the importance of economics of scale. **Func. Ecol.** **2**: 399-408.
- Parciak, W. 2002. Seed size, number, and habitat of a fleshy-fruited plant: consequences for seedling establishment. **Ecology** **83**(3): 794-808.

- Pennington, T. D.; Stules, B. T. & Taylor, D. A. H. 1981. Meliaceae. **Flora Neotropica 28: 406-419.**
- Peres, C. A. 1994. Primate responses to phenological changes in na Amazonian terra firme forest. **Biotropica 26(1): 98-112.**
- Pitman, N. C. A.; Terborgh, J. W.; Silman, M. R.; Núñez, P. V.; Neill, D. A.; Cerón, C. E., Palacios, W. A. & Aulestia, M. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper amazonian terra firme forests. **Ecology 82(8): 2101-2117.**
- Ricklefs, R. E. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. **The American Naturalist 3: 376-381.**
- Ricklefs, R. 1996. A economia da natureza. 3^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 470 p.
- Rizzini, C. T.; Mors, W. B. 1976. **Botânica Econômica Brasileira.** EPUSP, São Paulo/SP, Brasil.
- Rohlf, F. J. & Sokal, R. R. 1981. **Statistical Tables.** 2^a edição. Editora Freeman. 219 p.
- Roosmalen, M. G. M. van. 1984. Fruits of the Guianian Flora. **Utrecht University, 230p.**
- Santos, L. F. C. dos. 2003. Aspectos da biologia reprodutiva e biologia floral de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba). **Dissertação de mestrado.** Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Belém. 40 p.
- Sawaya, R. J.; Castilho, C. V.; de Sá, F. N.; Toppa, R. H. & Pacheco, S. 1998. Heterogeneidade espacial e densidade de plântulas em áreas de mata e clareiras da floresta de terra firme, Manaus, AM. **Ecologia da Floresta Amazônica – Ducke.**
- Schupp, E. W. 1987. Studies on seed predation of *Faramaea occidentalis*, an abundant tropical tree. Dissertation. Univ Iowa.
- Schupp, E. W. 1988. Factors affecting post-dispersal seed survival in a tropical forest. **Oecologia 76: 525-530.**

- Schupp, E. W. 1990. Annual variation in seedfall postdispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. **Ecology 71: 504-515.**
- Shanley, P.; Cymerys, M. & Galvão, J. 1998. Frutíferas da mata na vida amazônica. Belém. Editora Supercores. 125 p.
- Smythe, N. 1989. Seed survival in the palm *Astrocaryum standleyanum*: Evidence for dependence upon its seed dispersers. **Biotropica 21: 50-56.**
- Solbrig, O. T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution 35:1080-1093.**
- Sork, V. 1983. Distribution of pignut hickory *Carva glabra* along a Forest to edge transect and factors affecting seedling recruitment. **Bulletin of the Torrey Botanical Club 110: 494-506.**
- Sork, V. L. 1987. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustavia superba*. **Ecology 68: 1341-1350.**
- Svenning, J. C. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. **Journal of Tropical Ecology 87: 55-65.**
- Svenning, J. C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest palms (Arecaceae). **The Botanic Review 67 (1): 1-53.**
- Swaine, M. D. & Lieberman, D. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Tropical Ecology 3,4 (Special issue): 259-366.**
- Terborgh, J.; Foster, R.B. & Nuñez V., P. 1996. Tropical tree communities: a test of the nonequilibrium hypothesis. *Ecology* 77 (2): 561-567.
- Terborgh, J.; Pitman, N.; Silman, M.; Schichter, H. & Núñez, P. 2002. Maintenance of tree diversity in Tropical Forests. In: Levey, D. J., Silva, W. R. & Galetti, M. **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation, 1-17.**

- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, A. L., Danjoy, W. & Rodriguez, Z. 1995. **Dissecting Amazonian Biodiversity. Science 269: 63-66.**
- Vásquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Ann. Rev. Ecol. Syst. 24: 69-87.**
- van Schaik, C. P., Terborgh, J. W. & Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Rev. Ecol. Syst.**
- Westoby, M.; Jurado, E. & Leishman, M. 1992. Comparative evolutionary ecology of seeds size. **Trends in Ecology and Evolution 7: 368-372.**
- Wilkinson, L. 1998. Systat: The system for statistics. SYSTAT Inc. Evanston. Illinois.
- Wright, S. J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia 130: 1-14.**
- Wyatt-Smith, J. 1987. Foreword. **Journal of Tropical Ecology 3,4 (Special issue): iv.**